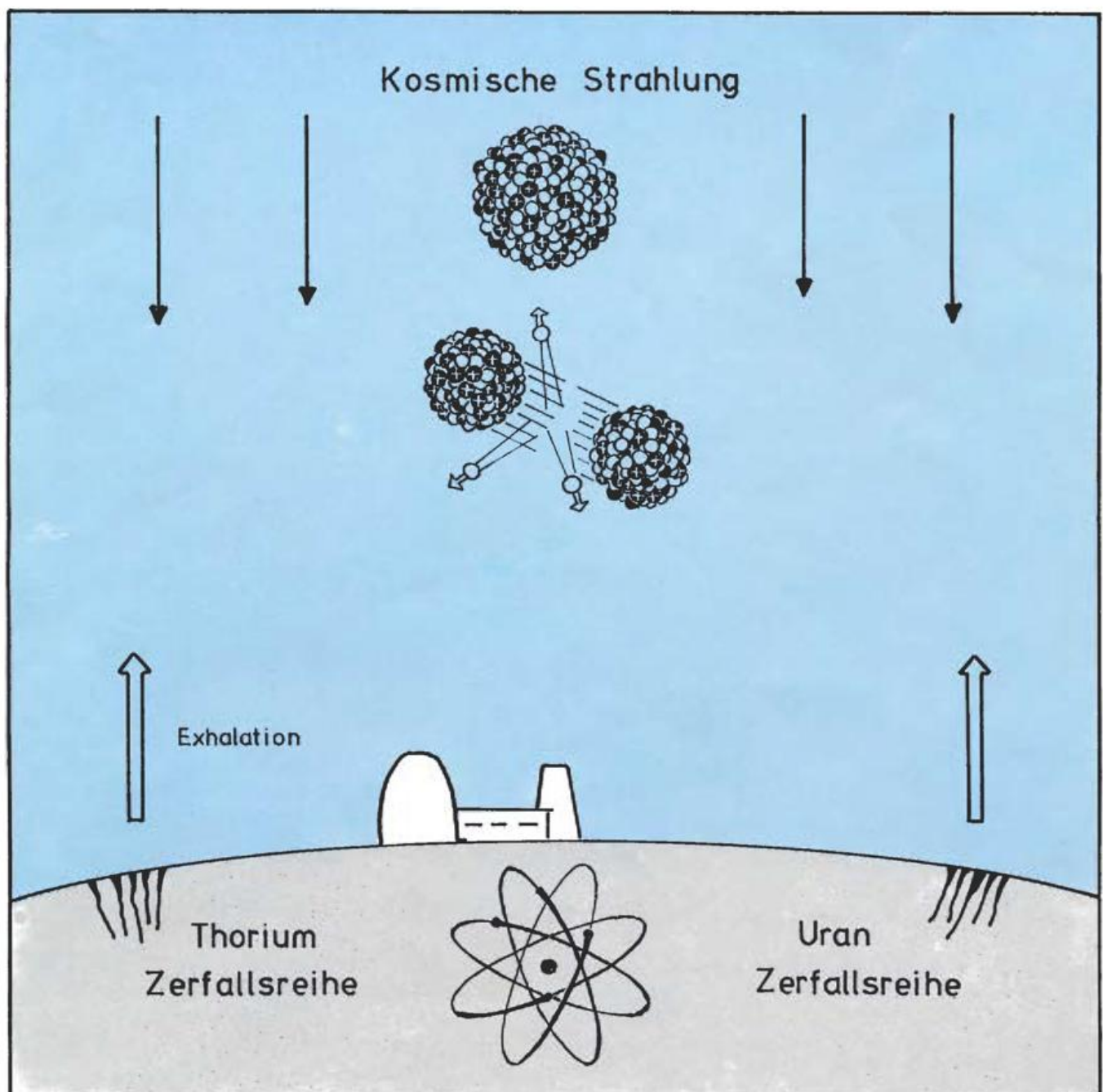


Radioaktivität der Atmosphäre



Herausgeber

Deutscher Wetterdienst

Hauptschriftleiter

A. Hofmann
Theodor-Storm-Straße 35
6380 Bad Homburg

Redaktionsausschuß

F. Defant (Kiel)
H.-W. Georgii (Frankfurt)
K. H. Hinkelmann (Mainz)
H. Hinzpeter (Hamburg)
E. Lingelbach (Offenbach)
H. Reiser (Offenbach)
M. Schlegel (Offenbach)
H.-P. Schmitz (Berlin)
S. Uhlig (Traben-Trarbach)
F. Wippermann (Darmstadt)

Titelbild:

Die Ursache für die Radioaktivität der Atmosphäre liegt in künstlichen und natürlichen Strahlenquellen.

Die natürlichen Radionuklide gelangen durch Exhalation aus dem Erdboden in die Atmosphäre.

Künstliche Strahler werden durch Spaltprozesse erzeugt.

Auch durch die Einwirkung von kosmischer Primär- und Sekundärstrahlung auf Elemente der Luft entstehen Spaltprodukte.

Weitere Beiträge zur Strahlenbelastung leisten die kosmische und terrestrische Strahlung.

promet erscheint vierteljährlich im Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes — Zentralamt — Frankfurter Str. 135, 6050 Offenbach (Main). Bezugspreis DM 28,— pro Jahrgang, Einzelheft DM 7,—.

Für den Inhalt der Arbeiten sind die Autoren verantwortlich. Alle Rechte bleiben vorbehalten.

Druck: Schön & Wetzel GmbH, Offenbacher Landstraße 368, 6000 Frankfurt (Main).

Thema des Heftes

Radioaktivität der Atmosphäre

(Redaktion: W. KIESEWETTER, Offenbach)

Beiträge

Seite

W. KIESEWETTER		
1	Grundlagen und Definitionen	1
W. KIESEWETTER		
2	Radioaktive Beimengungen der Atmosphäre	4
W. KIESEWETTER		
3	Künstliche Radioaktivität	7
R. HAUBELT und I. WINKELMANN		
4	Strahlenexposition durch kerntechnische Anlagen	9
W. KIESEWETTER		
5	Radioaktivitätsüberwachung der Atmosphäre	12
Zum globalen Wärmehaushalt im langzeitlichen Mittel (Fr. DEFANT)		20
Problem- und Diskussionsecke		
Meteorologie in der öffentlichen Meinung (W. HORST)		20
Aus der Arbeit des Geophysikalischen Beratungsdienstes der Bundeswehr		
Wetter und Ballistik (H.-G. ALLNOCH)		22
Tagungen		
Bericht über die XIV. Internationale Tagung für Alpine Meteorologie und die 90-Jahrfeier des Sonnblick-Observatoriums in Rauris (Land Salzburg), 15. — 19. September 1976 (J. VAN EIMERN)		25
Zum Berufsbild des Meteorologen und Wetterberaters		
Bordgeophysiker (H. U. GROENING)		28
Wichtige Neuerscheinungen		
Institute stellen sich vor		
Habilitationen, Promotionen und Diplom-Hauptprüfungen im Fach Meteorologie an den Universitäten der Bundesrepublik Deutschland und West-Berlins im Jahre 1976		31
Die Glosse		
Der Schwarze Peter		32

Radioaktivität der Atmosphäre

Hätte man — in Analogie zur Hydrologie — die historische Bezeichnung „Meteorologie“ durch einen umfassenderen Namen ersetzt, etwa durch „Atmosphärologie“, dann gäbe es gar keinen Zweifel daran, daß auch die Radioaktivität der Atmosphäre damit erfaßt wird und in einer Fortbildungszeitschrift wie „*promet*“ eingehend behandelt werden muß, ungeachtet der Tatsache, daß dann Begriffe und Methoden benutzt werden müssen, die bei der konventionellen Meteorologen- und Wetterberater-Ausbildung nur am Rande eine Rolle spielen.

Die Praxis hat allerdings diese Ausweitung längst vollzogen, am deutlichsten wohl dadurch, daß der Deutsche Wetterdienst nach dem Gesetz die Aufgabe hat, die Radioaktivität der Atmosphäre zu überwachen. Da zudem der Gesamtkomplex Radioaktivität derzeit mehr denn je im Blickpunkt der Öffentlichkeit steht, war es angebracht, gerade jetzt mindestens ein Heft von „*promet*“ diesem Thema zu widmen, dabei ein populärwissenschaftliches Niveau zu wählen und weit auszuholen, auch wenn dabei die Gefahr besteht, daß die Grenzen des Fachs überschritten werden.

So werden in diesem Heft die Grundlagen des radioaktiven Zerfalls, die Radioaktivität der Atmosphäre und die gebräuchlichsten Methoden zu ihrer Überwachung behandelt werden. „*promet*“ will mit diesem Heft dazu beitragen, daß ein zur Zeit hochaktuelles Thema auf dem Sektor „Atmosphäre“ von den dazu berufenen Fachleuten, nämlich den Meteorologen objektiv und aus eigenem wohlfundiertem Wissen heraus vor der Öffentlichkeit vertreten werden kann.

1 W. KIESEWETTER, Offenbach Grundlagen und Definitionen

Geschichtliches

Der französische Forscher Henri BECQUEREL entdeckte im Jahre 1896, daß von Uranverbindungen eine unsichtbare, energetisch wirksame Strahlung ausgeht, die photographische Platten schwärzt, die Luft leitend macht und gewisse Stoffe wie z. B. Zinksulfid im Dunkeln zum Leuchten bringt.

Ähnliche Beobachtungen machte wenig später der deutsche Physiker Gerhard Carl SCHMIDT an Thoriumpräparaten.

Die Untersuchungen des Ehepaares Pierre und Marie CURIE an Uranerzen führten zur Entdeckung des Poloniums und Radiums.

Um 1900 fand der englische Naturforscher Ernest RUTHERFORD heraus, daß die von BECQUEREL entdeckte Strahlung nicht einheitlich ist, sondern ihrer Ablenkung im magnetischen Feld entsprechend aus positiv geladenen Heliumkernen, negativ geladenen Elektronen und kurzwelligen Röntgenstrahlen bestehen kann.

SODDY und RUTHERFORD stellten darauf hin 1903 ihre kühne Hypothese auf, wonach die Ursache für das Entstehen der drei Strahlenarten im *radioaktiven Zerfall der Elemente* zu suchen ist.

Die Idee, radioaktive Elemente für biologische Untersuchungen zu verwenden, stammt von dem ungarischen Physikochemiker VON HEVESY und dessen Mitarbeiter PANETH (1913).

JOLIOT und Irène CURIE gelang es 1934, radioaktive Atomarten künstlich zu erzeugen.

Aber erst die von Otto HAHN und Fritz STRASSMANN 1938 entdeckte *Kernspaltung* erlaubte die Herstellung von radioaktiven Substanzen in größeren Mengen, so daß auch ihre Anwendung in der Medizin möglich wurde.

Aufgrund dieser bahnbrechenden Entdeckung wurde 1942 unter der Leitung von FERMI der erste *Atomreaktor* der Welt gebaut, und schließlich beendeten 1945 die ersten *Atombomben* den 2. Weltkrieg.

Atombau

Nach den von Niels BOHR entwickelten Vorstellungen besteht das Atom aus einem positiv geladenen *Kern*, der praktisch die gesamte Masse bildet, und einer bestimmten Anzahl von *Elektronen*, die den Kern auf diskreten Bahnen umkreisen.

Diese Elektronen kann man sich als eine Art Wolke vorstellen. Sie sind die Träger der chemischen Eigenschaften. Alle chemischen Reaktionen spielen sich nur in der Elektronenhülle ab und zeigen keinerlei Einfluß auf den Kern.

Der *Kern* ist aus den einfach positiv geladenen *Protonen* und den elektrisch neutralen *Neutronen* aufgebaut. Beide sind gleich schwer. Die Anzahl der Protonen im Kern ist genau so groß wie die der Elektronen in der Hülle.

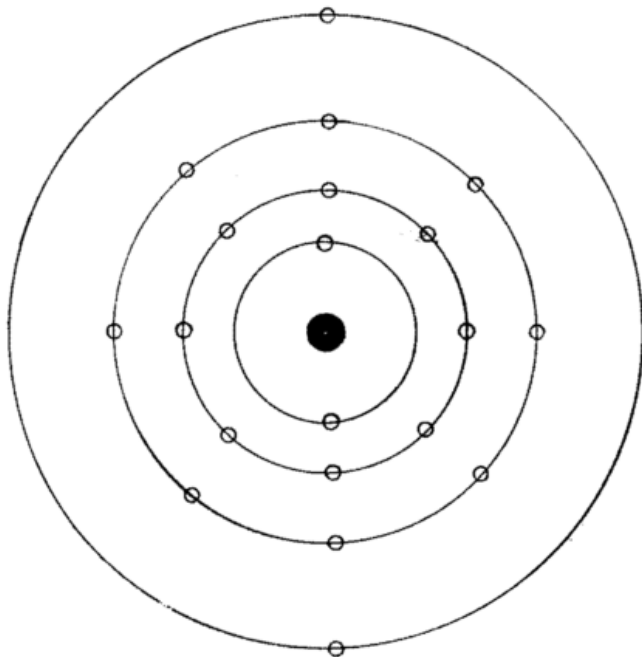


Abb. 1.1 Atommodell

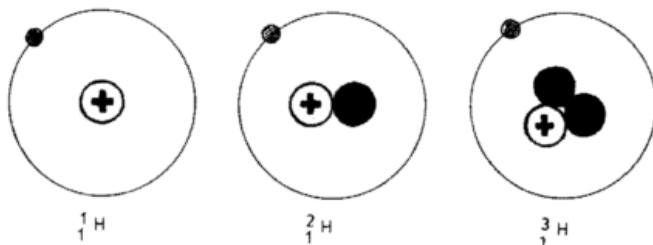


Abb. 1.2 Modell der Wasserstoffisotope

Element

Einen Stoff, der mit den normalen Methoden der analytischen Chemie nicht weiter zerlegt werden kann, bezeichnet man als Element.

Aus den Elementen lassen sich die höheren Einheiten der materiellen Welt aufbauen, so wie aus Ziegelsteinen ein Gebäude errichtet werden kann.

Jedes chemische Element ist durch eine ganz bestimmte Anzahl von Protonen im Kern charakterisiert. Diese Protonenzahl („Kernladungszahl“, „Atomnummer“, „Ordnungszahl“) variiert entsprechend der Existenz von 105 Elementen zwischen 1 und 105.

Ist im Atomkern 1 Proton vorhanden, so handelt es sich um das Element Wasserstoff. Zwei Protonen im Kern entsprechen dem Element Helium.

Die Reihe der Elemente endet zur Zeit mit den Elementen Eka-Hafnium und Eka-Tantal, die 104 bzw. 105 Kernprotonen aufweisen.

In der Natur kommen 88 Elemente vor, der Rest (17) kann künstlich hergestellt werden.

Isotop

Die zu einem Element gehörenden Atome gleicher Kernladung, aber verschiedener Masse werden als *Isotope* bezeichnet. Die Kerne von Isotopen unterscheiden sich

also lediglich in der Anzahl der Neutronen, die Protonenzahl bleibt gleich.

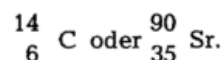
Als Beispiel soll der Wasserstoff dienen, von dem es drei Isotope gibt.

Diese haben Eigennamen und werden *Hydrogenium* bzw. *Protium* (Wasserstoff), *Deuterium* (schwerer Wasserstoff) und *Tritium* (überschwerer Wasserstoff) genannt.

Nuklid

Während die Atomarten eines bestimmten Elementes als Isotope bezeichnet werden, wurde für die Atomarten aller Elemente der Sammelbegriff *Nuklide* gewählt.

Zur Kennzeichnung eines Nuklids wird das chemische Symbol verwendet und links oben die Summe aus Protonen und Neutronen d. h. die *Massenzahl* hinzugefügt. Zusätzlich kann auch noch links unten die *Kernladungszahl*, die zwar durch das Symbol eindeutig festliegt, hinzugeschrieben werden, beispielsweise



Radioaktivität

Die radioaktive Strahlung ist eine Angelegenheit des Atomkernes und hat ihre Ursache im Vorhandensein eines Neutronenüberschusses.

Solange die Anzahl von Neutronen und Protonen in Kernen annähernd gleich ist, sind diese stabil.

Der Zusammenhalt zwischen den Kernbestandteilen ist nur zum Teil aufgeklärt. Man nimmt an, daß dieser über gewisse Austauschkräfte erfolgt. Die positive Ladung des Protons kann auf ein Neutron übergehen und umgekehrt, beziehungsweise Protonen und Neutronen stellen nur verschiedene Ladungszustände der Grundbausteine dar.

Durch diesen dauernden Ladungsaustausch wird die Stabilität der Kerne erklärt. Liegt nun der schon erwähnte Überschuß an Neutronen im Kern eines Nuklids vor, so ist dieses instabil.

Er wandelt sich spontan durch einen oder mehrere aufeinanderfolgende Zerfallsprozesse um, bis ein stabiler Zustand erreicht ist.

Hierbei wird energiereiche Strahlung emittiert, die als radioaktive Strahlung bezeichnet wird.

Das strahlende Nuklid nennt man *Radionuklid*.

Von den Wasserstoffisotopen, ist zum Beispiel nur das Tritium (${}^3_1\text{H}$) radioaktiv. Tritium ist also ein Radionuklid oder anders ausgedrückt, Tritium ist ein Radioisotop des Wasserstoffs.

Strahlenarten

Beim radioaktiven Zerfall wird zwischen folgenden Strahlenarten unterschieden:

1. *Alpha-Strahlen*
2. *Beta-Strahlen*
3. *Gamma-Strahlen*

Alpha-Strahlen sind Heliumkerne (He^{++}). Sie werden im magnetischen Feld abgelenkt und besitzen eine geringe Eindringtiefe in Materie. Schon durch ein Blatt Papier können sie abgeschirmt werden.

Beta-Strahlen sind aus dem Atomkern emittierte, elektrisch geladene Partikel (Elektronen). Falls sie positiv geladen sind, werden sie als *Positronen* (p^+), negativ geladen als *Negatronen* (p^-) bezeichnet.

Im magnetischen Feld werden sie abgelenkt, Positronen entgegengesetzt wie Negatronen.

Die Eindringtiefe von Beta-Strahlen in Gewebe ist nicht sehr groß (einige Millimeter und noch weniger).

Es muß unterschieden werden zwischen Elektronen, die aus dem Kern stammen, und solchen der Hülle. Diese können ebenfalls als radioaktive Strahlung auftreten, wenn ihnen, was manchmal vorkommt, die Energie einer Gamma-Strahlung übertragen wird. Prinzipiell aber sind Zustandsänderungen der Hüllenelektronen mit der Ausendung von Licht oder Röntgenstrahlung verbunden.

Gamma-Strahlen sind elektromagnetische Wellen, wie Licht und Röntgenstrahlen.

Sie kommen jedoch aus dem Atomkern und entstehen immer dann, wenn Atomkerne aus dem angeregten Zustand in den Grundzustand übergehen. Sie haben im Gegensatz zu den Elektronen weder eine Masse noch eine elektrische Ladung.

Im magnetischen Feld werden sie nicht abgelenkt. Ihre Durchdringungsfähigkeit in Materie ist außerordentlich groß. Sie dringen auch durch mäßig dicke Metallschirme hindurch.

Die *Maßeinheit der radioaktiven Strahlung* ist das Curie. Es entspricht $3,7 \cdot 10^{10}$ Zerfallsprozessen pro Sekunde oder der Strahlung von 1 g Radium.

- 1 Ci = 1 Curie = $3,7 \cdot 10^{10}$ Zerfälle pro Sekunde
- 1 mCi = 1 Millicurie = $3,7 \cdot 10^7$ Zerfälle pro Sekunde
- 1 μ Ci = 1 Mikrocurie = $3,7 \cdot 10^4$ Zerfälle pro Sekunde
- 1 nCi = 1 Nanocurie = $3,7 \cdot 10^1$ Zerfälle pro Sekunde
- 1 pCi = 1 Picocurie = $3,7 \cdot 10^{-2}$ Zerfälle pro Sekunde
- 1 fCi = 1 Femtocurie = $3,7 \cdot 10^{-5}$ Zerfälle pro Sekunde

Im Rahmen der internationalen Standardisierung physikalischer Einheiten ist vorgesehen, ab 31. 12. 1977 das Curie abzuschaffen.

Die Radioaktivität ist dann nur noch durch Ereignisse (Zerfälle) pro Zeiteinheit, d. h. in reziproken Sekunden definiert.

Zerfallsgesetz

Die statistische Natur des radioaktiven Zerfalls geht aus der Beobachtung hervor, daß die Anzahl der in einem Zeitabschnitt dt zerfallenden Atome proportional ist der Anzahl der vorhandenen, noch nicht zerfallenen Atome N .

$$\frac{-dN_t}{dt} = \lambda \cdot N_t \quad [1.1]$$

λ bezeichnet man als die *Zerfallskonstante*. Sie ist ein Maß für die Zerfallswahrscheinlichkeit und

eine charakteristische Größe für die entsprechende Atomart.

Durch Integration wird folgende Exponentialgleichung erhalten.

$$N_t = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad [1.2]$$

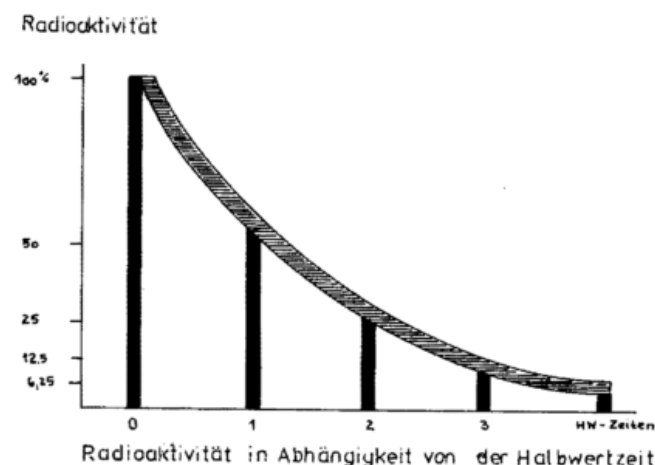
N_0 sind die zur Zeit $t = 0$ vorhandenen Atome.

Die Strahlenintensität nimmt also mit einer e-Funktion ab.

Halbwertszeit

Charakteristisch für jedes radioaktive Element ist seine *Halbwertszeit*. Darunter versteht man diejenige Zeit, nach der die Strahlungsintensität des betrachteten Radionuklids auf die Hälfte der ursprünglich vorhandenen abgesunken ist, oder anders ausgedrückt die Zeit, in der sich eine anfänglich große Zahl von Atomen durch Umwandlung auf die Hälfte dieser Zahl verringert.

Eine Halbwertszeit von 1 Tag bedeutet, daß nach einem Tag noch $1/2$, nach 2 Tagen $1/4$, nach drei Tagen $1/8$ usw. der zum Ausgangsdatum vorhandenen Atome vorliegen. Nach Ablauf von 10 Halbwertszeiten ist die Aktivität eines Präparates auf $(1/2)^{10} \approx 1/1000$ gesunken.



Der mathematische Ausdruck für die Halbwertszeit $t_{1/2}$ lautet:

$$t_{1/2} = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln 2 \quad [1.3]$$

Er wird abgeleitet aus dem Zerfallsgesetz

$$N t_{1/2} = N_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\frac{N t_{1/2}}{2} = \frac{N_0}{2}$$

$$\frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot t_{1/2}}$$

$$-\lambda \cdot t_{1/2} = \ln \frac{1}{2} = \ln 1 - \ln 2 = 0 - \ln 2 = -\ln 2$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln 2 \quad [1.3]$$

In der Praxis wird weder die Atomzahl N direkt bestimmt, noch die Umwandlungsgeschwindigkeit $\frac{dN}{dt}$ absolut gemessen.

Es wird eine Größe, die $\lambda \cdot N$ proportional ist, durch ihre elektrische, photographische oder sonstige Wirkung festgelegt. Diese Größe wird als die Aktivität A bezeichnet.

Es gilt:

$$A = C \cdot \lambda \cdot N = C \cdot \left(-\frac{dN}{dt} \right) \quad [1.4]$$

Der Meßkoeffizient C hängt von der Art des Meßinstrumentes und von der diesem Meßinstrument eigenen Ansprechwahrscheinlichkeit für die gegebene Strahlung sowie von der relativen geometrischen Anordnung des Präparates zum Detektor ab.

Man kann das Zerfallsgesetz jetzt folgendermaßen formulieren

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad [1.5]$$

Für die Auswertung von Meßergebnissen, die zu verschiedenen Zeiten erhalten wurden, wird $\log A$ gegen t aufgetragen. Verwendet wird Einfach-Logarithmenpapier.

Zur Bestimmung der Halbwertszeit wird auf dem Logarithmenpapier die Zeit abgelesen, in der die Aktivität

von einem bestimmten Wert auf die Hälfte abgefallen ist.

Strahlenwirkung

Die biologische Wirkung der radioaktiven Strahlen auf den menschlichen Körper beruht zum größten Teil auf *Ionisationsvorgängen*, die in den Körperzellen stattfinden.

Hierbei ist das Ionisationsvermögen der Alpha-Strahlen relativ am größten.

Gamma-Strahlen besitzen eine noch geringere ionisierende Wirkung als Beta-Strahlen.

Die Strahlenwirkung nimmt mit dem Quadrat der Entfernung von der Strahlenquelle ab.

Wird z. B. der Abstand zum strahlenden Material verdoppelt, so verringert sich die Strahlenwirkung auf ein Viertel.

Strahlendosis

Das Maß für die *Strahlendosis* ist das rad. Es wird definiert als die Absorption von 100 erg auf 1 g Materie. Bezieht sich die Wirkung der Strahlung auf biologisches, lebendes Material, so bezeichnet man die Dosis mit rem (rad equivalent man).

Das Röntgen (R) gilt nur für Luft und entspricht einer Absorption von 88 erg pro Gramm Materie.

Unter *Dosisleistung* versteht man die Dosis pro Zeiteinheit.

2 W. KIESEWETTER, Offenbach Radioaktive Beimengungen der Atmosphäre

Die Ursache für die Radioaktivität der Atmosphäre liegt in *künstlichen und natürlichen Strahlenquellen*.

Die Manigfaltigkeit der natürlichen Strahlung hat zur Folge, daß der Mensch von eh und je der Wirkung ionisierender Strahlen ausgesetzt war und ist.

Hier muß unterschieden werden zwischen der Strahlenwirkung von „außen“ und der Strahlenwirkung durch Inkorporation.

Mit Atemluft, Trinkwasser und Nahrung nimmt der Mensch ständig radioaktive Stoffe auf, die eine Bestrahlung von „innen“ bewirken.

Von „außen“ ist die ständige Einwirkung der terrestrischen und kosmischen Strahlung vorhanden.

Natürlich-radioaktive Stoffe

Terrestrische Strahlung

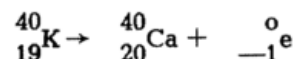
Sie stammt aus natürlich-radioaktiven Stoffen, die überall in der Erde enthalten sind.

Die wichtigsten sind Kalium-40, Uran-238, Uran-235 und Thorium-232.

Es existieren folgende natürliche Zerfallsreihen mit instabilen Zerfallsprodukten, deren Halbwertszeiten unterschiedlich sind.

a) Uranzerfallsreihe von U-238	RaG oder (Uranblei)	210 82 Pb
b) Aktiniumzerfallsreihe von U-235	Actinium D oder (Aktiniumblei)	207 82 Pb
c) Thoriumzerfallsreihe von Th-232	Thorium D oder (Thoriumblei)	208 82 Pb

Im Gegensatz dazu zerfällt Kalium-40 unter Beta-Strahlung in das stabile Calcium-40, bildet also keine radioaktiven Zerfallsprodukte.



Die Folgeprodukte des Zerfalls von Uran, Thorium und Aktinium sind sowohl feste Radionuklide als auch radioaktive Edelgase.

Diese Gase wie Radon, Thoron und Aktinon, die auch als *Emanationen* bezeichnet werden, diffundieren durch den Gesteinsmantel der Erde, treten mit Quellwässern oder aus Erdspalten an die Erdoberfläche und strömen fortlaufend in die Atmosphäre. Dort stehen sie durch

Austausch im ständigen Gleichgewicht mit den Edelgasen im Boden und aus Seewasser.

Der Gehalt an radioaktiven Edelgasen in der bodennahen Luft ist nicht konstant.

Er hängt von der Exhalationsrate ab, die ihrerseits wieder abhängig ist von der Kapillarität der Erdkruste und der unterschiedlichen Verteilung von Uran und Thorium im Boden.

Weiterhin spielt die jeweilige Wetterlage eine große Rolle. Durch den Austausch der unteren mit den oberen Luftschichten wird die Radon- und Thoronkonzentration in Bodennähe stark beeinflusst.

Der Gehalt an Radium im Meerwasser ist wesentlich geringer als im Boden. Deshalb ist auch der Radongehalt über See stets kleiner als über dem Festland. Zum Beispiel lassen sich daher Luftmassen, die über den Ozean gezogen sind, bis weit ins Binnenland verfolgen.

Tab. 1.1 gibt eine Übersicht der Konzentrationen an natürlichen Radionukliden der Atmosphäre.

Nuklid	Gehalt der bodennahen Luft pCi/m ³
Rn-222 (Radon) und kurzlebige Folgeprodukte	
RaA, RaB, RaC	50—200
Rn-220 (Thoron)	50—100
ThB, ThC	5
BP-210 (RaD)	10 ⁻²
Bi-210 (RaE)	10 ⁻³
Po-210 (RaF)	10 ⁻³

Tab. 1.1
Konzentration natürlicher Radionuklide der Atmosphäre

Durch den Zerfall der radioaktiven Edelgase entstehen wieder feste Folgeprodukte, die an Aerosole angelagert mit der Atemluft aufgenommen werden und so eine natürliche Strahlenbelastung des Menschen bewirken.

Ebenso gelangen diese Zerfallsprodukte durch Sedimentation und mit den Niederschlägen auf die Erdoberfläche und werden teilweise von den Pflanzen aufgenommen.

Hier ist noch zu erwähnen das Blei-210 (Pb-210) oder Radium D. Durch Sedimentation und Niederschläge wird es den Pflanzen in solchen Konzentrationen aus der Atmosphäre zugeführt, daß dessen Gehalt in unserer Nahrung wesentlich höher ist, als durch den Radiumgehalt derselben erwartet werden dürfte.

Das Gleiche gilt für Polonium 210.

Das gefährlichste natürliche Radionuklid ist das Radium-226 (Ra-226), ein Folgeprodukt des Uran-238. Dieses kann mit der Flugasche aus Kohlekraftwerken in die freie Atmosphäre gelangen.

Im Grundwasser ist es je nach geologischer Beschaffenheit des Wassereinzugsgebietes in Konzentrationen zwischen 0,1 und 10 pCi/l anzutreffen.

Radon-222 kommt im Grundwasser in Konzentrationen von 10² bis 10³ pCi/l vor.

Radioaktive Heilquellen (Bad Gastein) enthalten 10⁵ pCi/l.

Die Konzentration an Radonfolgeprodukten kann in frisch gefallenen Niederschlägen 10³—10⁵ pCi/l betragen. Dies ist besonders bei Inversionswetterlagen der Fall, da dann der Vertikalaustausch von Edelgasisotopen und Folgeprodukten sehr stark herabgesetzt ist und eine Anreicherung dieser natürlichen Radionuklide in der Inversionsschicht und somit in den Niederschlägen stattfindet.

Natürliche Radioaktivität durch Einwirkung kosmischer Strahlung auf Elemente der Luft

Kosmische Strahlung

Ständig trifft aus dem Weltraum eine Korpuskularstrahlung auf die Erde. Sie besteht vorwiegend aus Protonen, die sehr energiereich sind. Diese sogenannte *Primärstrahlung* steht fortwährend in Wechselwirkung mit den oberen Schichten der Atmosphäre. Hierbei entstehen neue Kerne und Elementarteilchen, die ihrerseits wieder bestimmten Wechselwirkungen unterliegen. Die aus den *Sekundärprozessen* herrührenden Strahlungskomponenten enthalten einen „harten“ Anteil, der noch in Bergwerken (Mesonenkomponente) nachgewiesen werden kann. Der „weiche“ Bestandteil ist aus Elektronen, Positronen und Gamma-Strahlung zusammengesetzt und wird, da er ein geringes Durchdringungsvermögen besitzt, auf seinem Weg zur Erdoberfläche durch die Luftschichten teilweise absorbiert.

Nicht zu vergessen ist der Neutronenanteil der kosmischen Strahlung, der ebenso durch Wechselwirkungsprozesse in der Atmosphäre entsteht.

Die kosmische Primärstrahlung steht unter dem Einfluß des Magnetfeldes der Erde, wodurch es in Abhängigkeit von der geographischen Breite zur unterschiedlichen Strahleneinwirkung auf den Menschen kommt.

Da ein Teil der kosmischen Strahlung in der Atmosphäre absorbiert wird, nimmt die Strahleneinwirkung mit der Höhe über dem Meeresspiegel zu.

Durch Einwirkung der kosmischen Primär- und Sekundärstrahlung auf Stickstoff, Sauerstoff und das Edelgas Argon entstehen, wie schon erwähnt, in der Atmosphäre Radionuklide als Folgeprodukte von Spaltprozessen.

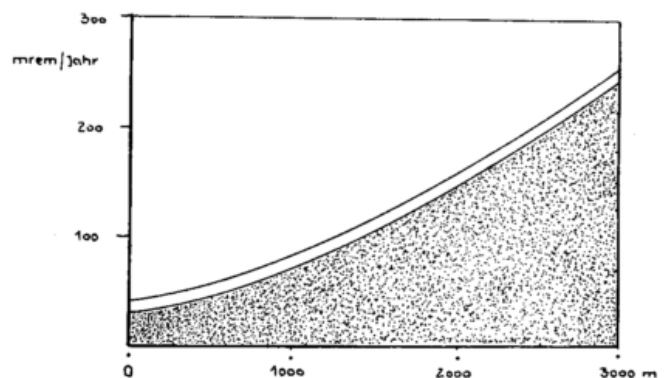
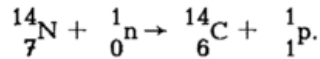


Abb. 2.1
Abhängigkeit der Dosisleistung (mrem/Jahr) der kosmischen Strahlung von der Höhe (m) über dem Meeresspiegel in unseren Breiten

Im Gegensatz dazu bildet sich der *radioaktive Kohlenstoff (C-14)* aus Stickstoff durch Neutroneneinfang.



Tritium (${}^3_1\text{H}$) resultiert aus der Einwirkung von Protonen und Neutronen auf Stickstoff oder Sauerstoff.

Tritium und der radioaktive Kohlenstoff (C-14) sind die wichtigsten Nuklide, die durch kosmische Strahlung produziert werden. Messungen ihrer Konzentration in der Stratosphäre, Troposphäre und Hydrosphäre lieferten wertvolle Informationen über Zirkulations- und Transportprozesse.

C-14 dient zur Altersbestimmung von kohlenstoffhaltigem Material. Tritium kann als Tracer zur Beobachtung des Wassertransportes benutzt werden.

Beryllium-7 und Beryllium-10 werden durch die Spaltung von Stickstoff und Sauerstoff erhalten.

Hierbei werden Protonen frei.

Isotop	Halbwertszeit	Zerfallsart	Energie der Strahlung MeV
H-3	12,26 a	β^-	0,018
Be-7	53,5 d	γ, K	0,477
Be-10	$2,5 \times 10^6$ a	β^-	0,555
C-14	5570 a	β^-	0,155
Na-22	2,58 a	β^+, K	0,544
		γ	1,274; 0,51
Na-24	15,4 h	β^-	1,4
		γ	2,75; 1,37
My-28	21,3 h	β^-	0,459
		γ	1,35; 0,95; 0,40; 0,032
Al-26	$7,4 \times 10^6$ a	β^+, K	1,16
		γ	1,83; 0,51
Si-32	710 a	β^-	0,1
P-32	14,45 d	β^-	1,71
P-33	25 d	β^-	0,25
S-35	87 d	β^-	0,167
S-38	2,9 h	β^-	3,0; 1,1
		γ	1,88
Cl-36	$3,1 \times 10^5$ a	β^-, K	0,714
Cl-38	37,5 min	β^-	4,81; 2,77; 1,11
		γ	2,15; 1,60
Cl-39	55,5 min	β^-	1,19; 2,18; 3,45
		γ	0,25; 1,27; 1,52

Tab. 2.1
Die durch kosmische Strahlung entstehenden Radionuklide

Tab. 2.1 enthält die durch kosmische Strahlung entstehenden Radionuklide, Tab. 2.2 die Konzentration einer Auswahl von ihnen in Luft und Niederschlag.

Einige schwerere Nuklide wie die Phosphorisotope-32/33, Chlorisotope-36/39, Schwefel-35 und Natrium-22 entstehen bei der Spaltung von Argon.

Isotop	Luft (pCi/kg)		
	Troposphäre	Stratosphäre	Regen (pCi/l)
H-3	3×10^{-2}	3	2—50
Be-7	0,28	7,7	5—30
Na-22	3×10^{-5}	$2,3 \times 10^{-3}$	0,1
P-32	$6,3 \times 10^{-3}$	$7,7 \times 10^{-2}$	0,5
P-33	$3,4 \times 10^{-3}$	$6,8 \times 10^{-2}$	0,2
S-35	$3,5 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^{-2}$	1
Cl-39	—	—	20

Tab. 2.2
Konzentration natürlicher Radionuklide in Luft und Niederschlag

Bilanzierung der Strahlenbelastung durch die Einwirkung natürlicher Radionuklide

Die auf den Menschen einwirkenden natürlichen Strahlenkomponenten sind in der nachfolgenden Tab. 2.3 zusammengefaßt.

		Gonaden	Knochen	Lunge
von außen	kosmische Strahlung bis 1000 m Meereshöhe	35—75	35—75	35—75
	terrest. Strahlung	50	50	50
von innen	Kalium-40	20	15	20
	Kohlenstoff-14	1,5	1,5	1,5
	Radium-226 ($\frac{1}{3}$ Folgeprodukt.)	0,2	10	0,2
	Thorium-228	0,3	10	0,3
	Blei-210, Polonium-210	3	40	3
	Inhalation	1	1	100 Alveolen
	Radon und Folgeprodukte			1000 Bronchien
Summe	{	ca. 120	ca. 160	ca. 1200

Tab. 2.3
Natürliche Strahlenwirkung auf den Menschen in mrem/a

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die *natürliche Strahleneinwirkung auf die Lebewesen nicht unwesentlich ist und in die Strahlenschutz Betrachtungen unbedingt einbezogen werden muß.*

3

W. KIESEWETTER, Offenbach

Künstliche Radioaktivität

Nach dem zweiten Weltkrieg wurden in den verschiedensten Ländern *Kernwaffenversuche* durchgeführt.

Hierdurch erfolgte eine umfangreiche Kontamination der Atmosphäre mit toxischen Spaltprodukten und damit eine zusätzliche Strahlenbelastung der Bevölkerung.

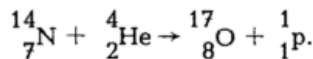
Zum besseren Verständnis der Kernspaltung soll kurz auf die Experimente eingegangen werden, die dieser bahnbrechenden Entdeckung vorangingen.

Künstliche Kernumwandlung

Beim radioaktiven Zerfall wird z. B. ein Atom durch Abgabe eines Alpha-Teilchens in ein anderes verwandelt.

Der umgekehrte Weg ist, eine künstliche Kernumwandlung zu erreichen.

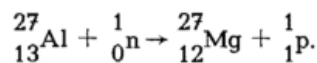
Lord RUTHERFORD führte durch Beschuß von Stickstoff mit Alpha-Teilchen die erste künstliche Kernumwandlung durch und erhielt dabei Sauerstoff. Diese Reaktion kann durch folgende kernchemische Gleichung zum Ausdruck gebracht werden.



Statt Alpha-Teilchen können auch Protonen zum Beschießen von Atomkernen verwendet werden.

Alle Kernreaktionen mit positiv geladenen Geschossen haben den Nachteil, daß sie die Abstoßungskraft des ebenfalls positiv geladenen Kernes überwinden müssen. Dazu muß man ihnen in den meisten Fällen mit sogenannten Teilchenbeschleunigern eine große Geschwindigkeit verleihen.

Werden an Stelle geladener Geschosse Neutronen verwendet, so hat man diese Schwierigkeiten nicht, da das elektrisch neutrale Neutron vom Atomkern nicht abgestoßen wird, wie bei folgender Reaktion.



Das entstandene Magnesium-Isotop ist radioaktiv und kommt in der Natur nicht vor. Seine Radioaktivität rührt von dem zu großen Neutronenüberschuß her.

Ein anderer wichtiger Reaktionstyp ist die n, γ -Reaktion, bei der ein Neutron eingefangen und zur Stabilisierung des entstehenden Folgekerns zunächst ein γ -Strahl ausgesandt wird. Dabei erhöht sich das Atomgewicht um 1, die Ordnungszahl des Ausgangselementes bleibt erhalten. Bei dieser Reaktion entsteht also ein Isotop des Ausgangselementes.

Da der Kern eines solchen Isotops ein Neutron mehr enthält als der Ausgangskern, liegt seine Neutronenzahl oft oberhalb der Stabilitätsgrenze. So erzeugte Isotope inaktiver Elemente sind daher häufig radioaktiv. Zur Umwandlung des überschüssigen Neutrons in ein Proton

senden sie β -Teilchen aus, oft gleichzeitig mit γ -Strahlen.

Bei allen derartigen Kernumwandlungen werden immer nur sehr kleine Mengen des erzeugten Nuklids erhalten, da die Intensität der Quelle für α -Teilchen, Protonen oder Neutronen sehr gering ist.

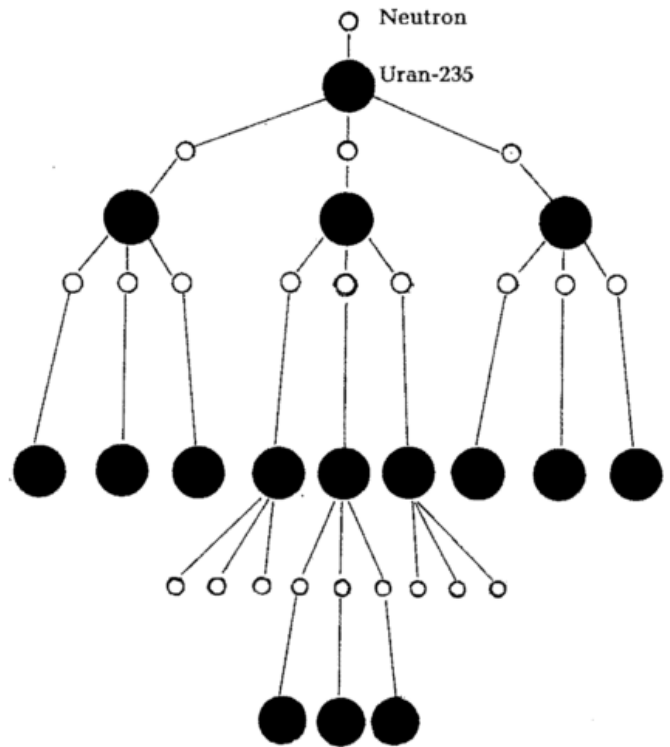
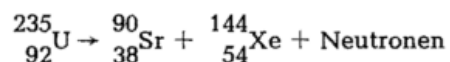


Abb. 3.1

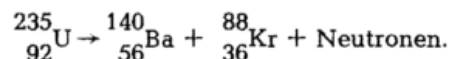
Kernspaltung

Eine ganz andere Art der Kernreaktion ist die Kernspaltung, durchgeführt zum ersten Mal von Otto HAHN und Fritz STRASSMANN am Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin (1938).

Beschießt man den Kern von ${}_{92}^{235}\text{U}$ mit verhältnismäßig langsamen Neutronen, so zerplatzt er in zwei Teile ähnlicher Größe. Diese Teile sind Atomkerne leichterer Elemente, die sogenannten *Spaltprodukte*.



oder



Außer den Spaltstücken entstehen noch zwei bis drei freie Neutronen. Da sich die ganze Reaktion in einem

großen Uranstück abspielt, treffen diese Spaltneutronen auf andere Uran-Atome, die ebenfalls gespalten werden.

Wenn also ein Uranatom einmal durch Einwirkung von außen gespalten worden ist, so spalten die dabei freierwerdenden drei Neutronen drei weitere Uranatome! Jetzt sind schon 3^2 freie Neutronen da, die neun weitere Uranatome spalten können, danach sind es 3^3 , dann 3^4 . Die Zahl der Uranatome schwillt lawinenartig an. Man nennt diese Reaktion eine *Kettenreaktion*.

Da bei jeder Spaltung auch noch eine Menge Energie frei wird, kommt es zur Explosion, wenn man die Reaktion sich selbst überläßt. Dies ist bei *Kernexplosionen* der Fall.

Um das lawinenartige Anschwellen zu verhindern, muß man — sobald die Kernreaktion die gewünschte Anzahl von Spaltungen erreicht hat — dafür sorgen, daß pro Spaltung nur ein freies Neutron zur Verfügung steht. Das gelingt, indem man Materialien in das Uran bringt, die Neutronen einfangen, bevor diese Gelegenheit haben, einen weiteren Urankern zu spalten. Man kann so erreichen, daß gerade genug Neutronen übrigbleiben, um die Kettenreaktion aufrecht zu erhalten, ohne daß die Anzahl der Spaltungen pro Sekunde zu- oder abnimmt; d. h. ohne daß sich die Intensität der Kettenreaktion ändert. Die technischen Einrichtungen, in denen solche *kontrollierten Kettenreaktionen* ablaufen, sind die *Kernreaktoren*.

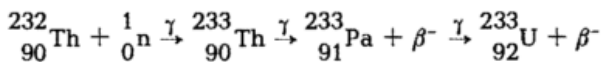
Als spaltbares Material kann außer Uran-235 Plutonium-239 und Uran-233 verwendet werden.

Uran-235 wird durch besonders entwickelte Methoden der *Isotopentrennung* aus dem natürlichen Uran gewonnen.

Plutonium-239 wird durch Kernumwandlung im Kernreaktor aus Uran-238 hergestellt. Diesen Herstellungsvorgang bezeichnet man als „*Ausbrüten*“ von *Kernbrennstoff*.

Uran-233 entsteht aus Thorium-232 durch Neutronenbeschuß (Brutvorgang).

Zunächst geht dieses in Thorium-233 über und wandelt sich dann durch zweimalige Aussendung von Elektronen in Uran-233 um.



Damit ist man von natürlichem Uran unabhängig, da Thorium aus Monazitsand in hinreichender Menge gewonnen werden kann.

Für die Kernspaltung gelten folgende Energieäquivalente.

Die Sprengwirkung von *1 kt des chemischen Sprengstoffes Trinitrotoluol (TNT)* ist gleichzusetzen:

der vollständigen Spaltung von 56 g spaltbaren Materials.

der Fission (Spaltung) von $1,45 \cdot 10^{23}$ Atomkernen.

10^{12} Kalorien.

$4,2 \cdot 10^{19}$ erg.

$2,62 \cdot 10^{25}$ MeV.

Die Größe von reinen Fissionswaffen ist beschränkt und wird in der Größenordnung von 100 kt Trinitrotoluol liegen.

Die kleinsten Kernexplosionen sind im Bereich um 1 t konventionellen Sprengstoffs zu suchen.

Folgende Spaltprodukte entstehen bei Kernexplosionen:

Isotop	Halbwertszeit	Zerfallsart
Kr-85	10,6 a	β^-, γ
Sr-89	50,4 d	β^-
Sr-90	28 a	β^-
Y-90	64,4 h	β^-
Y-91	59 d	β^-, γ
Zr-95	65 d	β^-, γ
Nb-95	35 d	β^-, γ
Mo-99	67 h	β^-, γ
Tc-99 m	6 h	γ
Ru-103	40 d	β^-, γ
Rh-103	57 min	γ
Ru-106	1 a	β^-
Rh-106	30 sec	β^-, γ
J-131	8,06 d	β^-, γ
Te-132	78 h	β^-, γ
J-132	2,3 h	β^-, γ
Xe-133	5,3 d	β^-, γ
Cs-137	30 a	β^-, γ
Ba-137	2,6 min	γ
Ba-140	12,8 d	β^-, γ
La-140	40,2 h	β^-, γ
Ce-141	32,5 d	β^-, γ
Ce-143	33,4 h	β^-, γ
Pr-143	13,8 d	β^-
Ce-144	284 d	β^-, γ
Pr-144	17,3 min	β^-, γ
Nd-147	11,1 d	β^-, γ
Pm-147	2,6 a	β^-
Pm-149	53 h	β^-, γ
Sm-151	47 h	β^-, γ
Eu-155	1,8 a	β^-, γ

Tab. 3.1
Spaltprodukte nach Kernexplosionen

Die Spaltprodukte werden im Augenblick der Detonation je nach Versuchsstärke horizontal 5—15 km in die Atmosphäre getragen.

In der Vertikalen kann die Explosionswolke die Tropopause durchstoßen und eine Höhe bis zu 30 km erreichen.

Die gesamte, durch die Explosion erzeugte Partikelwolke wird von der Windströmung erfaßt und verfrachtet. Sie unterliegt hierbei einer ständigen Konzentrationsabnahme durch Sedimentation größerer Partikel, durch die Vorgänge des geordneten und ungeordneten Austausches am Rand der Partikelwolke und durch divergente Luftströmungen in der Vertikalen.

Da die Tropopause nur unter der Einwirkung der unmittelbaren Explosion durchstoßen werden kann, ist einer weiteren Ausdehnung der radioaktiven Wolke in der Vertikalen durch diese Sperrschicht eine Grenze gesetzt. Dagegen kann die Ausbreitung in der Horizontalen nur durch bestimmte thermische und strömungsmäßige Voraussetzungen behindert werden.

Für die Umlaufzeit einer radioaktiven Wolke um die Erde nach einer Kernexplosion auf der nördlichen Halbkugel können je nach der herrschenden Zirkulation ca. 15—20 Tage veranschlagt werden.

Ein zweiter Umlauf ist durchaus möglich.

Radionuklide aus kerntechnischen Anlagen

Die beim Normalbetrieb von kerntechnischen Anlagen in der Abluft und im Abwasser festgestellten Radionuklide sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet, ebenso die Konzentrationen in Luft, die zum Grenzwert der Jahresaktivitätszufuhr (30 mrem/a) durch Inhalation führen würde.

Die Zielsetzung der Radioaktivitätsüberwachung ist, die Einhaltung der Dosisgrenzwerte sicherzustellen.

Die hierfür in der Praxis verwendeten Analysen- und Meßvorschriften ermöglichen den Nachweis von radioaktiven Beimengungen in Luft und Niederschlag bis zu Konzentrationen, die Strahlenexpositionen von nur Bruchteilen der Grenzwerte ergeben.

Radio-nuklid	HWZ	Zer-falls-art	Für die Quant. Best. [keV]	Grenzwert für die Aktivitätszufuhr durch Inhalation Ci/m ³
Cr 51	27,8 d	K, γ	320	$4,60 \cdot 10^{-9}$
Mn 54	314 d	K, γ	835	$7,15 \cdot 10^{-11}$
Fe 59	45,6 d	β^- , γ	1099	$1,07 \cdot 10^{-10}$
Co 57	270 d	K, γ	122	$3,29 \cdot 10^{-10}$
Co 58	71,3 d	K, β^+ , γ	811	$1,15 \cdot 10^{-10}$
Co 60	5,27 a	β^- , γ	1173	$1,81 \cdot 10^{-11}$
Zn 65	245 d	K, β^+ , γ	1116	$1,23 \cdot 10^{-10}$
Zr 95	65,5 d	β^- , γ	757	$6,58 \cdot 10^{-11}$
Nb 95	35 d	β^- , γ	766	$2,05 \cdot 10^{-10}$
Ru 103	40 d	β^- , γ	497	$1,73 \cdot 10^{-10}$
Ru 106	368 d	β^- , γ	622	$1,15 \cdot 10^{-11}$
Ag 110 m	255 d	β^- , γ	885	$2,14 \cdot 10^{-11}$
Sb 124	60,4 d	β^- , γ	1691	$3,95 \cdot 10^{-11}$
Sb 125	2,71 a	β^- , γ	428	$5,42 \cdot 10^{-11}$
J 131	8,05 d	β^- , γ	364	$5,19 \cdot 10^{-11}$ (90 mrem/a)
Cs 134	2,05 a	β^- , γ	796	$2,63 \cdot 10^{-11}$
Cs 137	30 a	β^- , γ	662	$2,96 \cdot 10^{-11}$
Ba 140	12,8 d	β^- , γ	537	$9,04 \cdot 10^{-11}$
La 140	40,2 h	β^- , γ	1596	$2,55 \cdot 10^{-10}$
Ce 141	32,5 d	β^- , γ	145	$3,21 \cdot 10^{-10}$
Ce 144	284 d	β^- , γ	134	$1,32 \cdot 10^{-11}$
H 3	12,26 a	β^-	0,02	$9,86 \cdot 10^{-9}$
Sr 89	50,5 d	β^-	1,5	$5,67 \cdot 10^{-11}$
Sr 90	28 a	β^-	0,5	$2,38 \cdot 10^{-12}$

Tab. 3.2

Radionuklide aus Kerntechnischen Anlagen bei Normalbetrieb

4 R. HAUBELT und I. WINKELMANN, Neuherberg Strahlenexposition durch kerntechnische Anlagen

Die in kerntechnischen Anlagen, insbesondere in Kernkraftwerken, vorhandenen und entstehenden radioaktiven Stoffe werden durch vielfältige Barrieren wie Brennstabhülle, Primärsystem, Sicherheitsbehälter, Verzögerungsstrecke und Filter weitgehend zurückgehalten. Daher geben Kernkraftwerke nur sehr geringe Mengen radioaktiver Stoffe über Abluft und Abwasser an die Umwelt ab.

Zum Schutze der Bevölkerung vor einer aus der Nutzung der Kernenergie möglicherweise resultierenden Strahlenexposition wurden *Strahlenschutzrichtwerte* festgelegt, die nach heutigem Wissensstand eine Gefährdung ausschließen. Für jeden beliebigen Aufpunkt in der Umgebung von kerntechnischen Anlagen ist nachzuweisen, daß die von den einzelnen Anlagen verursachte Gesamt-Strahlenexposition diese Grenzwerte nicht überschreitet. Zu welcher Strahlenexposition die abgegebenen Mengen an radioaktiven Stoffen über die verschiedenen Belastungswege führen können, und welche Bedeutung der durch die Kerntechnik bedingten Strahlenexposition im Vergleich zu der aus anderen künstlichen und natürlichen Strahlungsquellen stammenden zukommt, soll im folgenden dargelegt werden.

Abgabe radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen

Auf der Grundlage umfangreicher Untersuchungen wurden Richtlinien zur Überwachung der Ableitungen radioaktiver Stoffe in Abluft und Abwasser aus den kerntechnischen Anlagen erstellt. Die Anforderungen an Probenahme, Meßverfahren und Nachweisgrenzen sind so gewählt, daß die in den Genehmigungsbescheiden festgelegten Aktivitätsabgabegrenzen erfaßt werden können und die Beurteilung der radiologischen Auswirkungen abgeleiteter Nuklidgemische ermöglicht wird.

Die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe in Abluft und Abwasser der einzelnen Anlagen sowie ihre Nuklidzusammensetzung wird auf der Basis der vom Bundesgesundheitsamt durchgeführten Erhebungen und Untersuchungen und von Angaben in den Jahresberichten der Kernforschungszentren Karlsruhe und Jülich erfaßt. In Tab. 4.1 sind die Abgabedaten für die Kernkraftwerke im Jahre 1975 zusammengestellt.

Man teilt die in die Abluft gelangenden Nuklide aufgrund ihres unterschiedlichen chemischen, physikalischen und biologischen Verhaltens zweckmäßigerweise in fünf Gruppen ein: radioaktive Edelgase, radioaktive Aerosole, Radiojod sowie Tritium und Kohlenstoff-14.

Bei den Aerosolen sind ferner Gamma-Strahler, Beta-Strahler (Strontium) und Alpha-Strahler zu unterscheiden. Alpha-Strahler spielen vor allem bei kernbrennstoffverarbeitenden Betrieben eine Rolle.

Die über das Abwasser abgeleiteten Nuklide werden in zwei Gruppen, nämlich Spalt- und Aktivierungsprodukte (ohne Tritium) und Tritium aufgeteilt.

Die in Tab. 4.1 aufgelisteten Jahresabgaben der radioaktiven Stoffe dienen vor allem Vergleichszwecken. Entscheidend für den Strahlenschutz sind einzig die daraus berechneten Werte der Strahlenexposition des Menschen.

Ermittlung der Strahlenexposition

Infolge einer restriktiven Genehmigungspraxis sind in der Umgebung kerntechnischer Anlagen nur geringe Strahlendosen zu erwarten, deren direkte Messung zu meist nicht möglich ist. Es muß daher auf die Berechnung potentieller Strahlendosen in der Umwelt zurückgegriffen werden. Diese werden bestimmt durch die Eigenschaften der radioaktiven Stoffe, die Umgebungsbedingungen und die Lebensgewohnheiten der Bevölkerung. Hieraus resultieren vor allem verschiedene Expositionswege unterschiedlichen Gefährdungspotentials.

Die Strahlengefährdung des Menschen durch radioaktive Stoffe in seiner Umwelt ist häufig weder proportional der Aktivität dieser Stoffe in der Umwelt noch der dem Körper zugeführten Aktivität. *Maß der Strahlengefährdung ist vielmehr die erhaltene Strahlendosis im Körpergewebe.* Aber auch hier gibt es noch Unterschiede, je nachdem welches Körperorgan die Strahlendosis erhält. Bei der Aufnahme radioaktiver Stoffe in den Körper werden diese je nach ihrer chemisch-physikalischen Natur häufig in einzelnen Körperorganen bevorzugt angesammelt und gespeichert. In diesen Fällen ist die Strahlenexposition des jeweiligen Körperorgans bestimmend. Dazu kommt noch, daß auch die Strahlenempfindlichkeit bei einzelnen Körperorganen unterschiedlich sein kann. Dies hängt außerdem vom Entwicklungsstand des Organismus ab, z. B. erhöhte Strahlenempfindlichkeit im kindlichen Organismus.

Es ist zweckmäßig, drei Hauptarten der Strahlenexposition zu unterscheiden:

1. Strahlenexposition durch *äußere Bestrahlung.*
2. Strahlenexposition durch *Inhalation radioaktiver Stoffe.*
3. Strahlenexposition durch *Ingestion radioaktiver Stoffe.*

Hierbei können der Gesamtkörper oder einzelne Körperorgane betroffen sein. Auch addieren sich die Werte der Strahlenbelastung über verschiedene Expositionswege. Geht man davon aus, daß die Abgabewerte für alle wesentlichen Einzelnuclide ausreichend bekannt sind (dies ist sinngemäß daher auch eine Forderung des Strahlenschutzes), ist es notwendig, folgende Berechnungsschritte durchzuführen, um die Gefährdung des Menschen beurteilen zu können:

1. Ermittlung der Konzentration der Einzelnuclide in den Umweltmedien.
2. Berechnung der Strahlenexposition des Menschen durch Außenbestrahlung, Inhalation und Ingestion bei Kontakt mit den Umweltmedien.

Mit Hilfe derartiger Berechnungen, für die eine Fülle standortspezifischer Daten erforderlich ist, erhält man letztlich ein Verzeichnis der auf allen Expositionswegen resultierenden Strahlendosen in einzelnen Körperorganen und im Gesamtkörper. Nur diese Werte gestatten, die resultierende Gefährdung des Menschen im Vergleich zu wissenschaftlich begründeten Werten anzugeben.

In den Tabellen 4.2 und 4.3 sind die für das Jahr 1975 berechneten Höchstwerte der Strahlenexposition von Einzelpersonen und Mittelwerte der Strahlenexposition der Bevölkerung in der unmittelbaren Umgebung der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland unter Berücksichtigung der relevanten Belastungswege angegeben. Ergänzend zu den Tabellen 4.2 und 4.3 sei noch vermerkt, daß die Strahlenexposition durch Alpha-Strahler in der Umgebung von kernbrennstoffverarbeitenden Betrieben im Jahre 1975 Werte von $< 0,01$ bis maximal 3 mrem erreichten. In Abluft und Abwasser von Kernkraftwerken konnten dagegen selbst durch empfindliche Messungen bisher nur geringe Spuren von Alpha-Strahlern nachgewiesen werden.

Bewertung der errechneten Strahlenexposition

Die für die einzelnen Belastungswege durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit Abluft und Abwasser der kerntechnischen Anlagen berechneten Höchstwerte der Strahlenexposition von Einzelpersonen haben die in der inzwischen erfolgten Novellierung der Strahlenschutzverordnung angegebenen Dosisgrenzwerte nicht überschritten. Die berechneten Höchstwerte der *Ganzkörperdosis* in der unmittelbaren Umgebung der kerntechnischen Anlagen liegen z. B. allgemein im Bereich der Schwankungen der natürlichen Strahlenexposition im Freien und in Wohnungen in der Bundesrepublik Deutschland. Die berechneten Werte der maximalen Strahlenexposition der Schilddrüse eines Kleinkindes durch Radiojod über die Ernährungskette erreichte jedoch bei einigen kerntechnischen Anlagen für diesen Belastungsweg 30 bis 80 mrem/a. Dies ist vor allem auf die Verwendung konservativer ökologischer Parameter in den Rechenverfahren zurückzuführen. Der Berechnung liegen die Annahmen zugrunde, daß das emittierte Jod ausschließlich in elementarer Form vorliegt, sowie daß ein Kleinkind täglich 0,8 l Milch einer Kuh trinkt, die ein halbes Jahr ununterbrochen am maximal exponierten Aufpunkt weidet. Die Ergebnisse gezielter Messungen des Gehalts von Radiojod in Milch beim Kernforschungszentrum Karlsruhe und beim Kernkraftwerk Gundremmingen haben jedoch gezeigt, daß die errechneten Werte der Schilddrüsensosis bei Kleinkindern deutlich unterschritten wurden. Es ist zu erwarten, daß die Anwendung der hier erprobten Meßverfahren in der Routineüberwachung der kerntechnischen Anlagen in

Zukunft in derartigen Fällen eine realistischere Angabe der maximalen Expositionswerte gestattet.

Man kann eine Aussage über die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen auch erhalten, indem man aus allen individuellen Dosen die mittlere pro-Kopf-Strahlendosis in rem/a für die Gesamtbevölkerung berechnet. So wird z. B. bei der Erfassung genetischer Auswirkungen vorgegangen. Bei der Ermittlung der Strahlenexposition der Bevölkerung steht die Wirkung der ionisierenden Strahlung auf die Erbsubstanz im Vordergrund, da die Keimdrüsen zu den Organen des Menschen gehören, die auf Strahlung besonders empfindlich reagieren. In Tab. 4.4 sind die aus den verschiedenen Strahlenquellen stammenden Beiträge zur mittleren genetischen Keimdrüsenexposition der Bevölkerung auf-

gelistet. Den größten Beitrag liefert die natürliche Strahlung mit ca. 100 mrem/a. Bei der künstlichen Strahlenexposition überwiegt mit ca. 50 mrem/a der Anteil, der durch die Anwendung der Röntgendiagnostik verursacht wird. Demgegenüber ist der durch die friedliche Nutzung der Kernenergie bedingte Beitrag zur mittleren genetischen Strahlenexposition des Menschen von weniger als 1 mrem/a geringfügig.

Dieser Erfolg beruht auf der restriktiven Anwendung der Strahlenschutzvorschriften bei der Genehmigung von kerntechnischen Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland, entsprechend dem Grundsatz, die Strahlenexposition von Personen und die Verbreitung radioaktiver Stoffe so gering wie möglich zu halten.

Kernkraftwerk	Edelgase	Abluft				Tritium	Abwasser	
		Aerosole kurzlebige	Aerosole langlebige	Jod-131	C-14 ¹⁾		Spalt- und Aktivierungs- produkte (o. Tritium)	Tritium
Kahl	380	0,025	n. b.	0,001	0,1	ca. 2	0,006	7,9
Gundremmingen	7400	9	0,008	0,25	2	ca. 100	1,0	125
Lingen	35000	9	0,01	1,3	2	ca. 30	0,045	16
Obrigheim	8000	0,003	0,026	0,012	1,5	27	1,8	150
Stade	1300	n. b.	0,03	0,01	3	15	0,13	114
Würgassen	120	2	0,011	0,001	2	ca. 2	0,89	3,6
Biblis A	1700	0,047	0,006	0,005	5	ca. 13	0,38	106

¹⁾ Vom Bundesgesundheitsamt geschätzte Werte mit der Annahme, daß bei Siedewasser-Reaktoren im Mittel 10 Ci pro GW_e · a als CO₂ und bei Druckwasser-Reaktoren 5 Ci pro GW_e · a abgegeben wurden.

²⁾ Werte zum Teil gerundet.
n. b.: nicht berichtet.

Tab. 4.1
Jahresabgabe radioaktiver Stoffe aus Kernkraftwerken²⁾ 1975 (Ci/a)

Kernkraftwerk	Maximale ¹⁾ Strahlenexposition (mrem/a) durch				Mittlere Keimdrüsenexposition (mrem/a) der Bevölkerung im Umkreis von 0—3 km über Gamma-Submersion
	Gamma- Submersion (Ganzkörper)	Beta- Submersion (Haut)	Ingestion		
			Jod-131 ²⁾ (Schilddrüse — Kleinkind)	C-14 ³⁾ (Ganzkörper — Kleinkind)	
Kahl	0,2	0,1	1	0,01	< 0,01
Gundremmingen	1	0,2	30 ⁴⁾	0,04	0,02
Lingen	5	0,5	80	0,01	0,1
Obrigheim	0,7	2	50	0,4	0,01
Stade	0,03	0,03	3	0,08	< 0,01
Würgassen	0,06	0,03	0,8	0,2	< 0,01
Biblis A	0,02	0,03	1	0,1	< 0,01

¹⁾ Berechnet für den ungünstigsten Aufpunkt.

²⁾ Annahmen: alles Jod liegt in elementarer Form vor, Milchverzehr 0,8 l pro Tag von einer Kuh, die während der Weidezeit dauernd am ungünstigsten Aufpunkt weidet.

³⁾ Berechnet unter der Annahme, daß die Gesamtnahrung am ungünstigsten Aufpunkt erzeugt wird.

⁴⁾ Messungen des Bundesgesundheitsamtes in Milch aus der Umgebung des Kernkraftwerkes Gundremmingen ergeben für den ungünstigsten Aufpunkt einen Wert von 2 mrem/a.

Tab. 4.2
Strahlenexposition im Jahr 1975 in der Umgebung von Kernkraftwerken durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Abluft

Kernkraftwerk	Maximale Strahlenexposition des Ganzkörpers (mrem/a) für Einzelpersonen über			Mittlere Strahlenexposition (mrem/a) der Bevölkerung (Ganzkörper)	
	Trinkwasser	Fisch	sonst. Lebensm. ¹⁾	Gesamt ²⁾	Gesamt ²⁾
Kahl	< 0,01	0,05	< 0,01	0,05	< 0,01
Gundremmingen	0,04	0,6	0,1	0,8	0,07
Lingen	< 0,01	0,05	0,01	0,06	< 0,01
Würgassen	< 0,01	0,04	0,01	0,06	< 0,01
Obrigheim	0,03	1,2	0,1	1,4	0,06
Stade	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01	< 0,01
Biblis A	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

¹⁾ Milch, Fleisch und pflanzliche Produkte.

²⁾ Einschließlich Baden, Bootfahren und Aufenthalt am Ufer.

Tab. 4.3

Strahlenexposition im Jahre 1975 in der Umgebung von Kernkraftwerken durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser (nach Angaben von J. GANS im Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamts)

1 Natürliche Strahlenexposition	ca. 110 mrem/a	2.3 beruflich strahlenexponierte Personen (Beitrag zur mittleren Strahlenexposition des Menschen)	< 1 mrem/a
1.1 durch kosmische Strahlung in Meereshöhe	ca. 30 mrem/a	2.4 durch Anwendung ionisierender Strahlen und radioaktiver Stoffe in der Medizin	ca. 50 mrem/a
1.2 durch terrestrische Strahlung von außen	ca. 50 mrem/a	2.4.1 Röntgendiagnostik	ca. 50 mrem/a
bei Aufenthalt im Freien	ca. 43 mrem/a	2.4.2 Strahlentherapie	ca. 0,5 mrem/a
bei dauerndem Aufenthalt in Häusern	ca. 57 mrem/a	2.4.3. Nuklearmedizin	ca. 2 mrem/a
1.3 durch inkorporierte radioaktive Stoffe	ca. 30 mrem/a	2.5 Strahlenunfälle und besondere Vorkommnisse	0
2 Künstliche Strahlenexposition	ca. 60 mrem/a	2.6 durch Fall-out von Kernwaffenversuchen	< 8 mrem/a
2.1 durch kerntechnische Anlagen	< 1 mrem/a	2.6.1 von außen im Freien — unabgeschirmt	< 8 mrem/a
2.2 Verwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung in Forschung und Technik	< 2 mrem/a	2.6.2 durch inkorporierte radioaktive Stoffe	< 0,6 mrem/a
2.2.1 durch technische Strahlenquellen	< 1 mrem/a		
2.2.2 durch Industrieprodukte	< 1 mrem/a		
2.2.3 durch Störstrahler	< 1 mrem/a		

Tab. 4.4

Mittlere genetische Strahlenexposition des Menschen in der Bundesrepublik Deutschland 1975 (Stand Juli 1976)

5 W. KIESEWETTER, Offenbach Radioaktivitätsüberwachung der Atmosphäre

Die großräumige Überwachung der Atmosphäre auf radioaktive Stoffe wurde durch Gesetz dem Deutschen Wetterdienst übertragen, ebenso die Funktion einer Leitstelle für die Radioaktivitätsüberwachung von Luft und Niederschlag in der Bundesrepublik Deutschland durch Erlass des Ministers für Atomenergie.

Diese Aufgabe wird von einem Fachreferat der Abteilung Klimatologie erfüllt, dem das Radiochemische Laboratorium des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach am Main und der Radioaktivitätsmeßzug unterstellt sind.

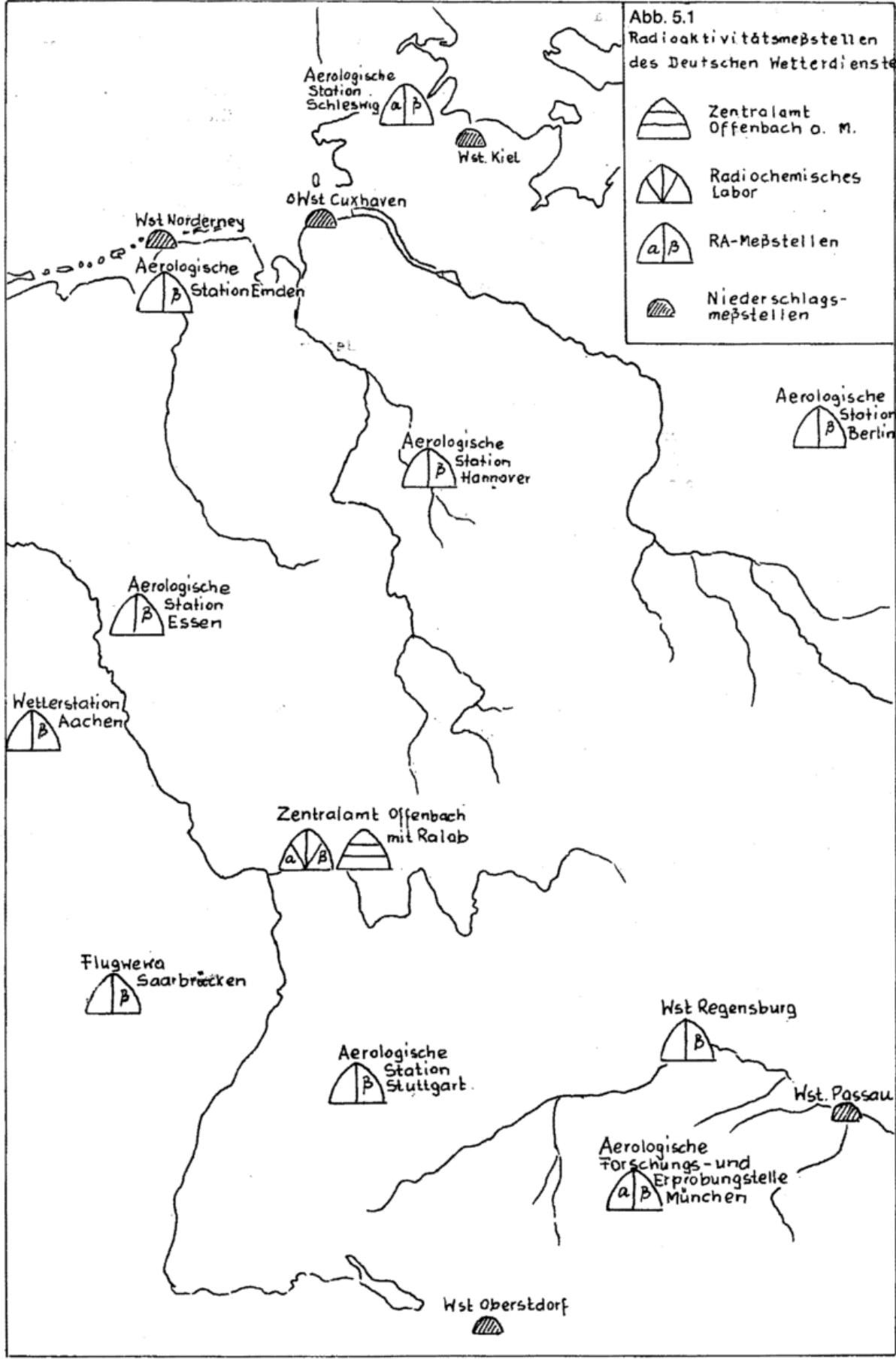
Dieses Fachreferat zeichnet verantwortlich für alle Fach- und Betriebsaufgaben des Überwachungsnetzes und des Radiochemischen Laboratoriums. Hier werden sowohl die Meßergebnisse des eigenen Meßnetzes als auch die anderer Institutionen ausgewertet, zu Berichten zusammengefaßt und den verschiedenen Bundes- und Länderbehörden zur Verfügung gestellt.

Für den Fall, daß die Radioaktivität bestimmte Werte überschreitet, ist ein Warnplan vorgesehen, der die schnelle Information der zuständigen Bundes- und Länderbehörden gestattet.

Fragen über die Ausbreitung und Verfrachtung radioaktiver Schwaden bis in große Höhen werden von der Abteilung Synoptische Meteorologie des Zentralamtes bearbeitet.

Abb. 5.1
Radioaktivitätsmeßstellen
des Deutschen Wetterdienstes

-  Zentralamt
Offenbach a. M.
-  Radiochemisches
Labor
-  RA-Meßstellen
-  Niederschlags-
meßstellen



Meßnetz

Das Meßnetz des Deutschen Wetterdienstes umfaßt 11 Stationen (Abb. 5.1), an denen die langlebige Beta-Aktivität der bodennahen Luft und der Niederschläge überwacht wird. Diese sind:

Aachen	Berlin	Emden
Essen	Hannover	Offenbach (Labor)
München	Regensburg	Saarbrücken
Schleswig	Stuttgart	

Die Stationen Cuxhaven, Norderney, Kiel, Oberstdorf und Passau sammeln zusätzlich atmosphärische Niederschläge, deren Gesamt-Beta-Aktivität an einer der zuvor erwähnten 11 Meßstellen bestimmt wird.

Die Stationen Schleswig, Offenbach und München führen Bestimmungen der Alpha-Aktivität der bodennahen Luft durch.

Das Radiochemische Laboratorium

Das Radiochemische Laboratorium erfüllt außer dem Programm des oben besprochenen Meßnetzes insbesondere die Aufgabe eines Zentrallabors für die Bestimmung von Einzelnukliden, wie z. B. Sr-90, Sr-89, Y-91, La-140, Ce-141, Ce-144, Ba-140, Zr-95, Nb-95, Cs-137, Ru/Rh-103/106, Sb-125, J-131 und die Seltenen Erden.

Außerdem ist das Labor zuständig für die zentrale Bearbeitung aller radiochemischen Fragen und meßtechnischen Probleme.

Meßzug

Ein Meßwagen für die Bestimmung der Radioaktivität der Luft und der Niederschläge ist beim Instrumentenamt München des Deutschen Wetterdienstes stationiert. Der Einsatz des Wagens wird vom Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach am Main angeordnet.

Meß- und Analysenmethoden

Im Einzelnen werden nachfolgend beschriebene Meß- und Analysenverfahren für die Radioaktivitätsüberwachung von Luft und Niederschlag verwendet.

Gammastrahlung der Luft

Die kontinuierliche Messung der Gammastrahlung der Luft wird durch Bestimmung der Gammadosisleistung durchgeführt.

Hierzu tragen immer bei, sowohl die Strahlung aus dem natürlichen Untergrund als auch die kosmische Primär- und Sekundärstrahlung, die erheblich variieren können. Das Meßverfahren gewährleistet, daß Beiträge aus *kern-technischen Anlagen* (hauptsächlich radioaktive Edelgase) und von *Kernwaffenversuchen* zur Gammadosisleistung jederzeit erkannt werden können.

Die Empfindlichkeit des Meßgerätes reicht aus, daß zusätzliche Dosen, deren Summe 30 mrem pro Jahr nicht überschreiten dürfen, jederzeit erkannt werden können.

Durch kontinuierliche Messung und Registrierung der Dosisleistung können kurzzeitige Erhöhungen festgestellt, durch Integration der Meßwerte über eine frei wählbare Zeitspanne die entsprechenden Dosiswerte (Jahres- oder Monatsdosen) ermittelt werden.

Das Meßgerät besteht aus einer *Plastikszintillationssonde* als Detektor und einem *elektronischen Zählgerät* mit Ausgabeeinheit.

Die Meßwerte werden kontinuierlich auf Papierstreifen registriert oder digital über einen Drucker ausgegeben. Die Maßeinheit ist das $\mu\text{R/h}$ oder $\mu\text{rem/h}$.

Das Prinzip eines Szintillationsdetektors besteht darin, daß durch einfallende ionisierende Strahlung Fluoreszenzlichtblitze erzeugt, diese über eine Photokathode mit Sekundärelektronenvervielfacher in Spannungsimpulse verwandelt und schließlich mit dem Zählgerät registriert werden.

Beta-Aktivität der bodennahen Luft

Eine relativ rasche und meßtechnisch einfach durchzuführende Bestimmung ist die Gesamt-Beta-Messung, die sowohl Aussagen über den Pegel als auch den Nachweis der Einhaltung von Grenzwerten erlaubt.

Diese Messungen werden schon seit Jahren an den 11 Radioaktivitätsmeßstellen des Deutschen Wetterdienstes durchgeführt.

Eine Funktionsbeschreibung des dort im Einsatz befindlichen *Schrittfiltergerätes*, die Auswertung der Meßergebnisse und Definition der Nachweisgrenze ist nachfolgend beschrieben.

Aktuelle Meßergebnisse nach dem chinesischen Kernwaffenversuch vom 26. 9. 1976 zeigt die Abb. 5.2.

Funktionsbeschreibung (Abb. 5.3)

Mit einer Pumpe wird die zu untersuchende Luft durch ein Glasfaserfilterband gesaugt und das in ihr enthaltene Aerosol dort niedergeschlagen. Der Weitertransport des Filterbandes erfolgt schrittweise; ebenso das Ausmessen der Aktivität der auf dem Filterband abgedehnten Aerosole an den Meßstellen 1 und 2, die bei entsprechender Schrittzeiteinstellung 5 bzw. 120 Stunden nach der Bestäubung passiert werden.

Meßstelle 1 dient zur Bestimmung der Aktivität des Aerosols nach 5 Stunden. Die Aktivitätsangabe erfolgt in Impulsen pro Meßzeit bei konstantem Luftdurchsatz. Nach 120 Stunden ist die natürliche Radioaktivität weitgehend abgeklungen. Daher registriert *Meßstelle 2* die künstliche Aktivität langlebiger Spaltprodukte.

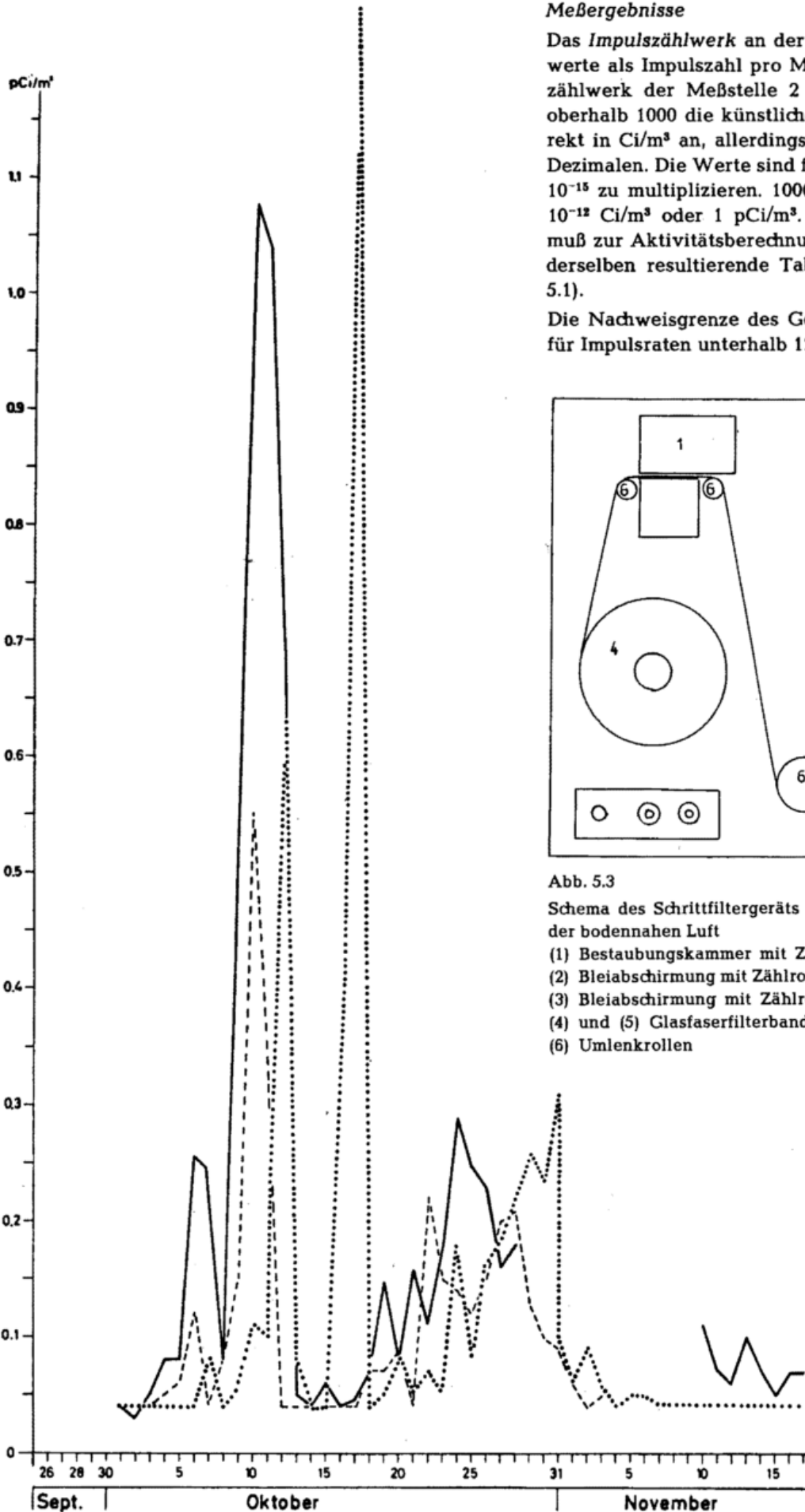
An der *dritten Meßstelle* wird der Nulleffekt gemessen, der automatisch von der Zählrate der Meßstelle 2 subtrahiert wird.

Schritt- und Zählzeit

Für die beim DWD installierten Luftüberwachungsanlagen wird eine Zählzeit von 34 Minuten und eine Schrittzeit von 1 Stunde vorgewählt.

Registrierung der Meßwerte

Die Registrierung der Zählbeträge und der Zählzeit erfolgt stündlich durch einen *Digitaldrucker*. Ebenso werden die vorgewählte Meßzeit (34 Minuten), Datum und Uhrzeit ausgedruckt.



Meßergebnisse

Das Impulszählwerk an der Meßstelle 1 zeigt die Meßwerte als Impulszahl pro Meßzeit an. Die vom Impulszählwerk der Meßstelle 2 registrierten Werte geben oberhalb 1000 die künstliche Aktivitätskomponente direkt in Ci/m³ an, allerdings ohne Berücksichtigung der Dezimalen. Die Werte sind für die Aktivitätsangabe mit 10⁻¹⁵ zu multiplizieren. 1000 Impulse z. B. entsprechen 10⁻¹² Ci/m³ oder 1 pCi/m³. Für Werte unterhalb 1000 muß zur Aktivitätsberechnung eine Kurve oder die aus derselben resultierende Tabelle benutzt werden (Tab. 5.1).

Die Nachweisgrenze des Geräts liegt bei 0,025 pCi/m³ für Impulsraten unterhalb 123 gilt A < 0,025 pCi/m³.

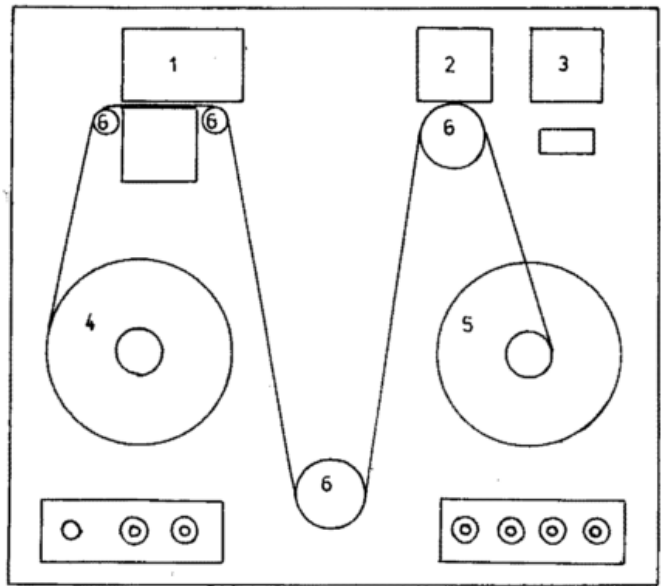


Abb. 5.3

Schema des Schrittfiltergeräts zum Nachweis der β -Aktivität der bodennahen Luft

- (1) Bestäubungskammer mit Zählrohr für die erste Messung
- (2) Bleiabschirmung mit Zählrohr für die zweite Messung
- (3) Bleiabschirmung mit Zählrohr für die Nulleffektmessung
- (4) und (5) Glasfaserfilterbandrolle
- (6) Umlenkrollen

Abb. 5.2

Chinesischer Kernwaffenversuch vom 26.9.1976 Gesamt-Beta-Aktivität der bodennahen Luft, gemessen mit Schrittfiltergeräten FHT 59 T 3 an den Stationen

- Emden
- Schleswig
- Offenbach a. M.

Untere Nachweisgrenze 123 Impulse = 0,025 pCi/m³

Impulse	pCi/m ³	Impulse	pCi/m ³
123	0,025	340	0,244
125	0,027	345	0,249
130	0,032	350	0,254
135	0,037	355	0,259
140	0,042	360	0,264
145	0,047	365	0,269
150	0,052	370	0,274
155	0,057	375	0,279
160	0,062	380	0,284
165	0,067	385	0,289
170	0,072	390	0,294
175	0,077	395	0,299
180	0,082	400	0,304
185	0,087	405	0,309
190	0,092	410	0,314
195	0,097	415	0,319
200	0,102	420	0,324
205	0,107	425	0,329
210	0,112	430	0,334
215	0,117	435	0,339
220	0,122	440	0,344
225	0,127	445	0,349
230	0,133	450	0,354
235	0,138	455	0,359
240	0,143	460	0,364
245	0,148	465	0,369
250	0,153	470	0,374
255	0,158	475	0,379
260	0,163	480	0,384
265	0,168	485	0,389
270	0,173	490	0,394
275	0,177	495	0,399
280	0,183	500	0,404
285	0,188	550	0,455
290	0,193	600	0,505
295	0,198	650	0,550
300	0,204	700	0,605
305	0,209	750	0,650
310	0,214	800	0,705
315	0,219	850	0,750
320	0,224	900	0,805
325	0,229	950	0,850
330	0,234	1000	1,000
335	0,239		

Tab. 5.1
Umrechnung von gemessenen Impulsen in pCi/m³

Bestimmung des Nulleffektes

Der Nulleffekt hängt weitgehend ab vom Standort der Anlage und muß für jedes Gerät durch eine vierzehntägige Messung bestimmt werden. Der Tagesnulleffekt ergibt sich durch Addition der 24 Einzelwerte eines Tages, die auf dem Meßstreifen des Digitaldruckers für die Meßstelle 2 abgedruckt werden.

Den Gesamtnulleffekt erhält man durch Addition aller Einzelwerte der vierzehn Tage, wobei Ausfälle berücksichtigt werden.

Der statistische Fehler des Nulleffektes

Der Nulleffekt ist mit dem statistischen Fehler σ_{OT} behaftet. Dieser errechnet sich nach der Formel:

$$\sigma_{OT} = \pm \sqrt{\frac{\sum_0^Z \left[\frac{N_T}{z_1} - \frac{N_{ges}}{z_2} \right]^2}{Z-1}}$$

Z: Die Summe der einzelnen Meßtage, d. h. der in \sum_0^Z eckiger Klammer befindliche Ausdruck wird für jeden Tag errechnet, und diese Ergebnisse werden addiert.

Z-1: Bei einer 14tägigen Nulleffektsbestimmung ist Z-1 = 13

N_T : Tagesnulleffekt

N_{ges} : Addition aller Nulleffektsraten der 14 Tage

z_1 : Anzahl der Messungen in 24 Stunden des betreffenden Tages.

z_2 : Anzahl aller Messungen (Ausfälle müssen berücksichtigt werden).

Alpha-Aktivität der Luft

Probenahme

Die Probenahme erfolgt mit einem elektrostatischen Abscheider.

Bei diesem Gerät saugt ein Staubsauger die aerosolhaltige Luft an. Diese wird an einer Hochspannungselektrode vorbeigeführt, die mit zahlreichen Spitzen versehen ist.

Zwischen der Hochspannungselektrode und dem als Gegenelektrode geschalteten Probeschälchen findet eine Koronaentladung statt.

Das Prinzip eines elektrostatischen Abscheiders ist in Abb. 5.4 gezeigt.

Der Vorteil der elektrostatischen Abscheidung besteht darin, daß das Meßgut bei nicht zu langer Saugzeit (1/2—1 Std.) in sehr fein verteilter Form auf das Probeschälchen aufgebracht wird.

Eine Fixierung der Meßprobe ist im allgemeinen nicht erforderlich.

Selbstabsorptionseffekte spielen bei der Messung praktisch keine Rolle.

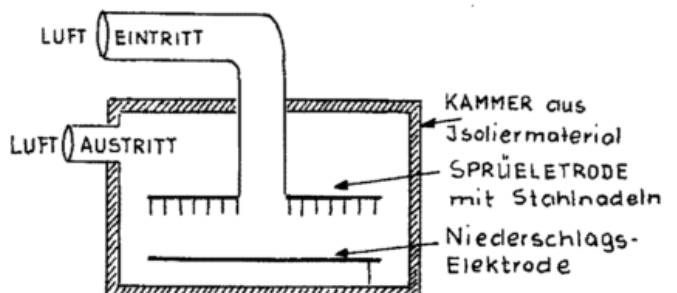


Abb. 5.4
Schema eines elektrostatischen Abscheiders zur Messung der α -Aktivität der Luft

Messung

Das mit Aerosol beaufschlagte Schälchen wird in einem Argon-Methan-Durchflußzähler ausgemessen.

Hierbei wird die Probe unmittelbar in den Zählraum eingebracht.

Die Absorption der Strahlung am Zählrohrfenster sowie in der Luftschicht zwischen Zählrohrfenster und Präparat wird dadurch vermieden.

Ein wesentlicher Vorteil des Durchflußzählers besteht darin, daß Alpha- und Beta-Strahler durch Änderung der an das Zählrohr angelegten Hochspannung voneinander getrennt gemessen werden können. (Alpha-Messung im Alpha-Plateau, Alpha- und Beta-Messung im Beta-Plateau, siehe Abb. 5.5).

Alterungserscheinungen des Zählrohres treten praktisch nicht auf, da das Zählgas im Zählrohr laufend erneuert wird.

Die Proben werden 5 h, 24 h und 120 h nach der Probenahme gemessen.

Als Meßzeit werden 60 bzw. 100 Minuten vorgeschlagen.

Berechnung der Aerosolaktivität

Der Argon-Methan-Durchflußzähler ist geeicht auf Pu^{238} (1,02 nCi).

Die Aktivität K des Aerosols wird berechnet nach folgender Formel:

$$K = \frac{0,45 \cdot 10^{-12} \cdot n}{\eta_F \cdot Q \cdot t \cdot \eta_{\text{det}}} \text{ Ci/m}^3$$

Es bedeuten:

- η_F = Filterwirkungsgrad (0,5)
- η_{det} = Detektorwirkungsgrad (0,48)
- Q = Luftdurchsatz [0,5 m³/min]
- t = Sammelzeit (30 min)

Nachweisgrenze

Die Nachweisgrenze ist als der dreifache statistische Fehler des Nulleffektes festgelegt und beträgt für die beschriebene Meßanordnung 0,004 pCi/m³.

Gesamt-Beta-Aktivität der Niederschläge

Zur schnellen Untersuchung der Niederschläge auf radioaktive Beimengungen ist die Bestimmung der Gesamt-Beta-Aktivität von Tagesniederschlagsmengen äußerst praktikabel.

Die Zuverlässigkeit der Methode, die von den Radioaktivitätsmeßstellen des Deutschen Wetterdienstes angewendet wird, zeigt die graphische Darstellung von Abb. 5.6.

Hier sind die Auswirkungen des chinesischen Kernwaffenversuches vom 26. 9. 76 deutlich zu erkennen.

Probennahme

Die Probennahme wird von den 11 Meßstellen und 5 Niederschlagsmeßstellen mit 1 m² Regenauffangwanen durchgeführt.

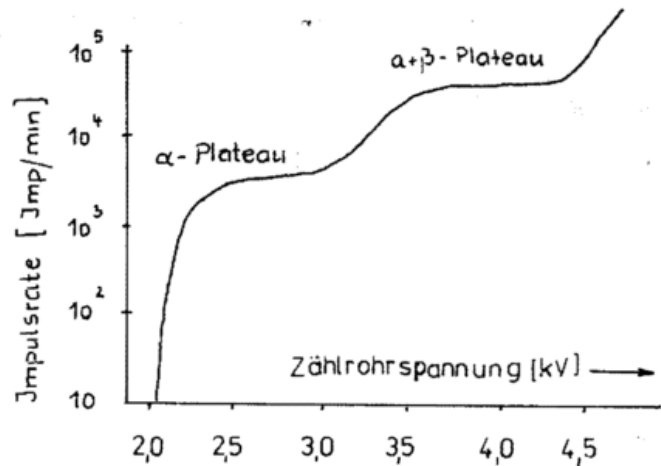


Abb. 5.5

Trennung der α - und β -Strahler durch Änderung der Zählrohrspannung beim Durchflußzähler

Der in 24 Stunden gesammelte Regen, maximal aber 5 Liter, wird unter Zusatz von etwas Salpetersäure, durch die organische Beimengungen oxidiert werden sollen, eingedampft. Der Rückstand in Stahlschälchen überführt, getrocknet und ausgewogen.

Meßgerät und Meßverfahren

Nach einer Abklingzeit von 5 Tagen — die natürliche Radioaktivität wird dann nicht mehr erfaßt — wird die Probe gemessen.

Hierzu steht ein Meßgerät zur Verfügung, das aus einem Probenwechsler, einer Zähl Elektronik, einem Digitaldrucker als Ausgabeinheit und einem Argon/Methandurchflußzählrohr besteht. Im Gegensatz zur Alpha-Messung ist das Zählrohr mit einem Fenster ausgerüstet.

Für die Eichung des Zählrohres werden zehn K-40-Präparate unterschiedlichen Gewichts (100—1000 mg) verwendet. Hierdurch kann die Strahlenabsorption an Eindampfrückständen mit unterschiedlichen Gewichtsanteilen weitgehend berücksichtigt werden. Die Messungen werden unter Vorwahl von 10 000 Impulsen durchgeführt, d. h. es wird solange gemessen bis 10 000 Impulse gezählt sind.

Die Bestimmung von Einzelnucliden

Für die Abschätzung der Toxizität eines Spaltproduktengemisches sind Einzelnuclidbestimmungen in Luft und Niederschlag von großer Wichtigkeit.

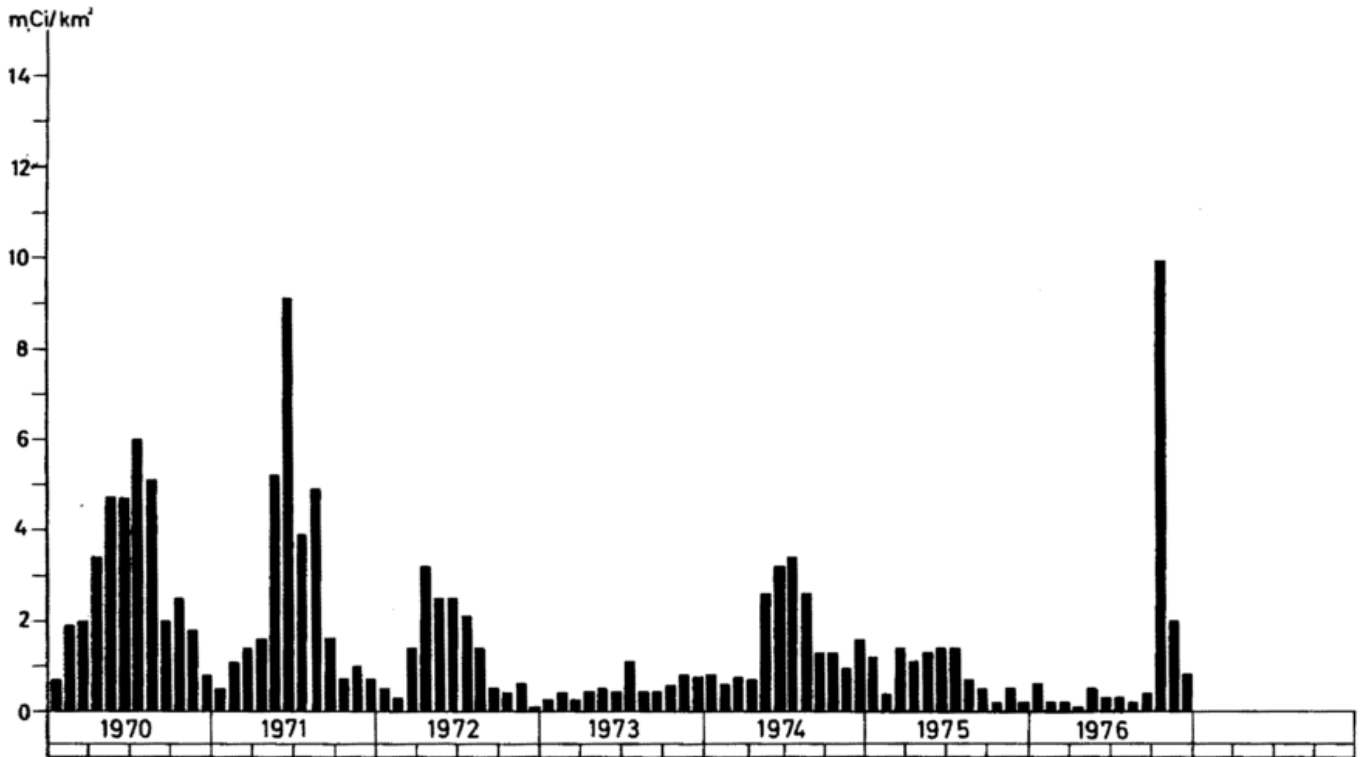
Bestimmung von Einzelnucliden in der Luft

Sowohl für die Isotopenbestimmung durch radiochemische Analyse als die Direktmessung mittels Gamma-spektrometrie ist die Anreicherung der Aerosole auf dem Filter von großer Wichtigkeit.

Filter mit mindestens 300 cm² Beaufschlagungsfläche und leistungsfähige Pumpen mit einem Luftdurchsatz von annähernd 8000—10 000 m³ pro Woche müssen hier eingesetzt werden.

Bei der radiochemischen Analyse wird die sogenannte Trägertechnik angewendet.

Monatsmittelwerte aller Meßstellen des DWD
(120 Std. Verzögerung)



Dem Erdboden durch Niederschläge zugeführte Gesamt - Beta - Aktivität

Abb. 5.6
Dem Erdboden durch Niederschläge zugeführte Gesamt-Beta-Aktivität

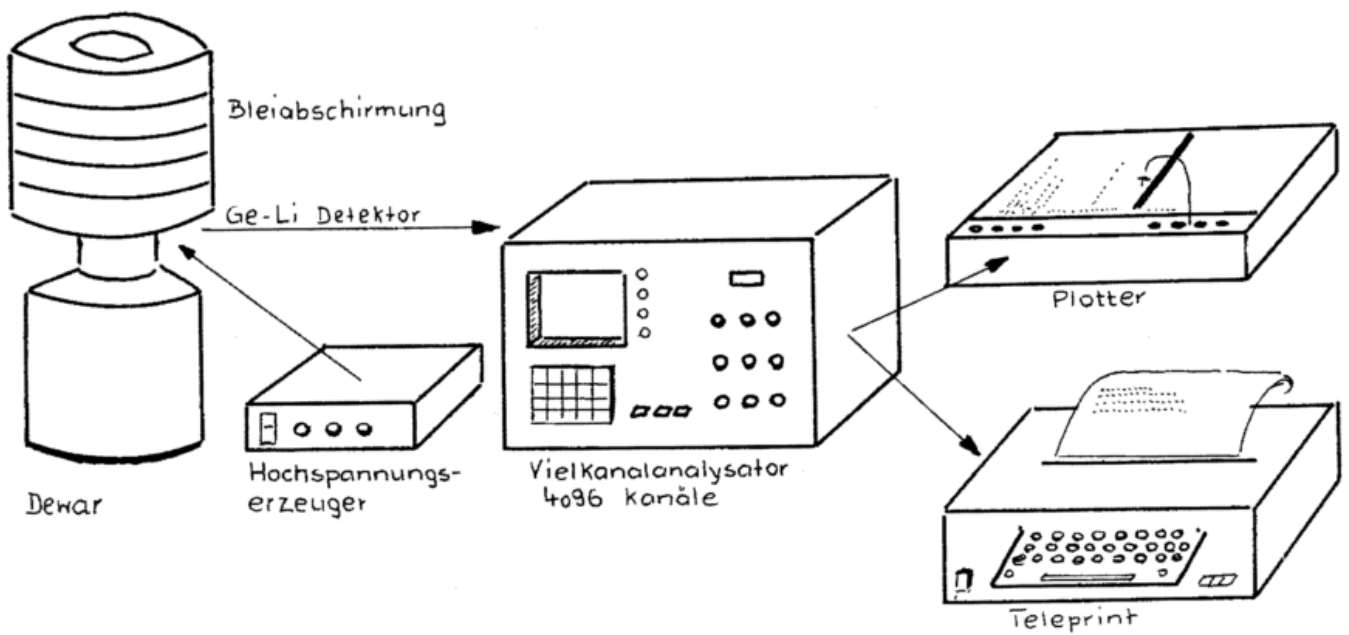


Abb. 5.7
Das Gamma-Analysensystem

Hierunter ist zu verstehen, daß vor der Durchführung der Analyse dem Reaktionsmedium eine bekannte Menge (z. B. 20 mg) des zu isolierenden Elementes in inaktiver, aber der gleichen chemischen Form zugefügt wird. Dadurch gelangt man aus dem submikrochemischen Bereich in die normale analytische Chemie.

Das Radioisotop kann nach Durchführung eines normalen analytischen Trennungsganges als Nuklidpräparat isoliert und als solches zur Messung gebracht werden. Die Aktivitätsbestimmung eines nach radiochemischer Analyse isolierten Nuklidpräparates kann über Low-Level-Beta- oder je nach Nuklid auch Gammamessung durchgeführt werden.

Bei der Low-Level-Beta-Messung wird durch Schirmzählrohre die Umgebungsstrahlung weitgehend eliminiert und ein relativ geringer Nulleffekt, der für empfindliche Messungen notwendig ist, erreicht.

Der hier verwendete Detektor ist ein Durchflußzählrohr, das mit „Geiger-Müller-Gas“ — der Hauptbestandteil ist Helium — betrieben wird. Das Zählrohrfenster besteht aus einer dünnen Kunststoffolie, die mit Silber bedampft ist.

Für die Gammamessung wird ein Szintillationszähler verwendet. Die auf den Detektor, ein NaJ(Tl)-Kristall, einwirkende Gammastrahlung erzeugt Lichtblitze, die in Spannungsimpulse umgesetzt und im Speicher eines Vielkanalanalysators sortiert werden.

Die Gammaspektrometrie macht es möglich, daß mit Aerosol beaufschlagte Filter direkt auf radioaktive Isotope untersucht und sowohl qualitative als auch quantitative Bestimmungen von Einzelnucliden durchgeführt werden können.

Das Gammaanalysensystem setzt sich aus einem Halbleiter-Detektor mit Kühlsystem, einer Hochspannungserzeugung, einem Vielkanalanalysator mit 4096 Kanälen, einem Plotter und einer Teletype zusammen (Abb. 5.7).

Der Halbleiter-Detektor besteht aus einem Germanium-Kristall, in den Lithium eindiffundiert ist. Dadurch erhält der Kristall seine spezielle Eigenschaft, elektrisch leitend zu werden, wenn radioaktive Strahlung auftrifft. Da der Kristall zwischen Metallelektroden angebracht ist, an denen Spannung anliegt, wird durch das einfallende Strahlungsquant ein energieproportionaler Stromstoß ausgelöst, der vom angeschlossenen Vielkanalanalysator eingespeichert wird.

Das auf dem Bildschirm des Vielkanalanalysators sichtbare Gammaspektrum kann mit dem angeschlossenen Plotter ausgeschrieben werden.

Die qualitative Auswertung des Spektrums wird mit Hilfe der internen Isotopenbibliothek des Vielkanalanalysators durchgeführt.

Die quantitative Analyse erfolgt nach Eichung des Systems über den entsprechenden Photopeak des zu bestimmenden Isotops.

Die für die quantitative Bestimmung der Isotopen verwendeten Gammaenergien sind in Tab. 3.2 verzeichnet.

Aktuelle Analysenergebnisse

Die Auswirkungen des chinesischen Kernwaffenversuches vom 26. 9. 76 auf den Radioaktivitätspegel der Luft wird durch die Ergebnisse der verschiedenen Meßverfahren eindeutig belegt.

Auf mit Aerosol beaufschlagten Ausschnitten von Glasfaserfilterbändern der SchrittfILTERGERÄTE der Stationen Schleswig und Offenbach a. M., die gammaspectrometrisch untersucht wurden, konnten die signifikanten Spaltprodukte Ce-141, La-140, Ba-140, Zr-95, Nb-95, Sb-125, Te-129, Ru-103, Rh-106 und J-131 identifiziert werden.

Einzelnuclide in Niederschlägen

Die Probenahme wird in 1 m² oder 4 m² Regenauffangwannen durchgeführt.

Falls Monatsniederschlagsmengen untersucht werden sollen, wird der gesamte angefallene Niederschlag verdunstet und der Rückstand entweder radiochemisch unter Zusatz von Trägerlösung aufgearbeitet oder gammaspectrometrisch direkt untersucht.

Die Beta-Strahler Sr-90, Sr-89 und Tritium werden mittels Gammaspectrometrie nicht erfaßt. Die Strontium-Isotope müssen radiochemisch abgetrennt und in Low-Level-Betameßplätzen ausgemessen werden.

Tritium wird elektrolytisch angereichert und mit einem Flüssigkeitsszintillationszähler bestimmt.

Frische Spaltprodukte

nach dem chinesischen Kernwaffenversuch vom 26. 9. 76

Die Synoptische Abteilung des Zentralamtes führte eine Analyse der Höhenströmung durch und bestimmte den Zeitraum zwischen dem 2. und 4. 10. 76 als den wahrscheinlichsten Termin für das Eintreffen der radioaktiven Wolke über Mitteleuropa.

Ab 1. 10. 76 wurden Tagesniederschlagsmengen der Stationen Emden, Schleswig, München und Offenbach a. M. auf das Isotop Jod-131, das bei Kernexplosionen entsteht, untersucht.

Die ersten Anteile dieses Nuklides im Niederschlag traten am 1. 10. 76 in Emden und am 2. 10. 76 in Schleswig auf.

Am 4. 10. 76 wurden in den Tagesniederschlagsmengen aller o. a. Stationen Jod-131 festgestellt.

Die Konzentrationen von Jod-131 liegen weit (Faktor 50) über denen, die nach chinesischen Kernwaffenversuchen vergangener Jahre auftraten.

Von Anbeginn hat die Menschheit mit ionisierender Strahlung gelebt. Künstliche Radionuklide werden von Menschenhand erzeugt und tragen ständig zur Strahlenbelastung bei.

Die Überwachung der Atmosphäre auf radioaktive Beimengungen ist daher unerlässlich und ein wichtiger Faktor für die Abschätzung von Nutzen und Risiko bei der Anwendung der Kernenergie.

Zum globalen Wärmehaushalt im langzeitlichen Mittel

Das für den globalen Wärmehaushalt der gesamten Atmosphäre angegebene Schema (siehe Titelbild von PROMET 4 '76) ist sicherlich in seinen schematischen Grundzügen korrekt. Einige Einwände sind mir hinsichtlich der aufgenommenen Zahlenangaben zugegangen (siehe Literaturangabe (5) nach

FORTAK). Diese Zahlen schwanken selbstverständlich in bestimmten Grenzen, wie eine sorgfältige Prüfung derselben anhand vieler Lehrbücher und Einzelpublikationen deutlich erkennen läßt. Sie haben auch im Laufe der letzten Jahre einige Modifikationen erfahren (siehe dazu z. B. die bei-

gefügte Liste und Literaturangabe; dies stellt ebenfalls keine vollständige Erfassung aller Quellen dar). Um einem vielleicht neueren Wissensstand Rechnung zu tragen (Satelliteninformation), könnte man den Quellen (6) und (7) bzw. (10) mehr Gewicht beimessen.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Planetarische Albedo	34	33	34	36	36	30	29	35	34	30	36	34
kw Sonnen- und diff. Himmelsstrahlung, Einnahme am Erdboden	47	43	47	46	47	51	45	47	46	51	47	47
kw-Strahlungsbudget der Atmosphäre	+19	+24	+19	+18	+17	+19	+26	+18	+20	+19	+17	+19
lw-Ausstrahlung nach dem Weltenraum (Obergrenze der Atmosphäre)	66	67	66	64	64	70	71	65	66	70	64	66
lw-effektive Ausstrahlung am Erdboden (Schwarzstrahlung minus Gegenstrahlung)	14	14	18	16	20	21	15	18	14	20	20	14
Lw-Strahlungsbudget der Atmosphäre	-52	-53	-48	-48	-44	-49	-56	-47	-52	-50	-44	-52
turb. Austausch sensibler und latenter Wärme zwischen Erde und Atmosphäre	33	29	29	30	27	20	30	29	32	31	27	33

- (1) BYERS, H. R. (1974): General meteorology. McGraw Hill Book Comp., N. Y., 4 ed., p. 51
- (2) BUDYKO, M. I. (1974): Climate and life. Acad. Press, N. Y., San Francisco, London, p. 226
- (3) DEFANT, A., DEFANT, Fr. (1958): Physik. Dynamik d. Atmosph., Akadem. Verl.-Gesellsch., Frankfurt a. M., p. 77
- (4) DONN, L. W. (1975): Meteorology. McGraw Hill Book Comp., N. Y., 4 ed., p. 37
- (5) FORTAK, H. (1971): Meteorologie. Dtsch. Buchgemeinschaft, Berlin, Darmstadt, Wien, p. 21
- (6) GATES, L. (1975): Understanding of climatic change, a program for action. NAS 3, p. 18
- (7) KASTEN, F. (1974): Über den Energiehaushalt d. Erdatmosph., Physik. Blätter 30, p. 53
- (8) LONDON, J. (1957): A study of the atmosph. heat balance. Final rep. contract No. AF-19 (122) Dep. of Met., N.Y. Univ. p. 165, s. auch FLOHN, H. (1966): Energy budget of the earth surface. The encycl. of oceanogr., Reinhold Publ. Corp. N. Y., p. 248
- (9) MOLLER, F. (1973): Einführung in die Meteorologie 2, Hochschultaschenbücher, Bibliogr. Inst., Mannheim, Wien, Zürich, p. 76
- (10) PALTRIDGE, G. W./PLATT, C. M. R. (1976): Radiative processes in meteorology and climatology. Elsevier Sc. Publ. Comp. Amsterdam, Oxford, N. Y., p. 8
- (11) SELLERS, W. D. (1965): Physical climatology, Univ. Chicago Press, Chicago, London, p. 32, p. 47
- (12) MIEGHEM, J. v. (1973): Atmospheric energetics, Clarendon Press, Oxford, p. 131

Fr. DEFANT, Kiel

Problem- und Diskussionsecke

Meteorologie in der öffentlichen Meinung

Zunächst: Was ist eine „öffentliche Meinung“? Es handelt sich um die mittlere oder vielleicht auch häufigste Meinung eines Kollektivs von Menschen, das in diesem Fall die gesamte Bevölkerung der Bundesrepublik umfaßt. Damit wird man jedoch der Variationsbreite der „öffentlichen Meinung“ nicht gerecht, weswegen es sich empfiehlt, die Gesamtbevölkerung in Gruppen einzuteilen, die sich ihre Meinung aus Informationen bildet,

welche bestimmten Quellen entstammen. Diese Quellen liegen bei den Universitäts- und Hochschulinstituten für Meteorologie, beim Geophysikalischen Beratungsdienst und beim Deutschen Wetterdienst. Sonstige kleinere Quellen können vernachlässigt werden.

Beginnen wir mit den meteorologischen Instituten. Sie können als Output, der der Öffentlichkeit zugänglich ist, vorwiegend Veröffentlichungen in

Fachzeitschriften vorweisen. Der Anteil der Öffentlichkeit, der davon Notiz nimmt, beschränkt sich jedoch im wesentlichen auf die Gruppe der Fachkollegen, auf deren Meinung über Meteorologie in diesem Zusammenhang nicht eingegangen zu werden braucht.

Etwas größer ist der Personenkreis, der die Aktivität des Geophysikalischen Beratungsdienstes der Bundeswehr nutzt. Er besteht neben Führungskräften und einigen speziellen Truppenteilen hauptsächlich aus dem fliegenden Personal der Luftwaffe und der militärischen Flugsicherung. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die beiden letzteren von Meteorologie ein ähn-

liches Bild haben wie ihre zivilen Kollegen, wovon später noch die Rede sein wird.

So bleibt nur noch der *Deutsche Wetterdienst*, der von seiner Aufgabenstellung als Dienstleistungsbetrieb her auf breiter Front vor die Öffentlichkeit in ihren vielfältigsten Formen tritt und damit die wichtigste Komponente für die Imagebildung des Meteorologen und der Meteorologie ist. Auf meine zweijährige Tätigkeit als „Öffentlichkeitsarbeiter“ dieser Anstalt gehen die folgenden Erkenntnisse hauptsächlich zurück.

Da der weitaus größte Teil der Konsumenten wetterdienstlicher Leistung aus der amorphen Masse der passiven Nutzer besteht, die lediglich die Wettervorhersage in Zeitung, Rundfunk und Fernsehen über sich ergehen lassen, werden *Wetterdienst*, *Meteorologie* und *Meteorologe* in der Regel in einen Topf geworfen und mit *Wettervorhersage* identifiziert. Diese Vorstellung geht quer durch alle Bildungsschichten und macht sogar vor dem sonst ernstzunehmenden Naturwissenschaftler nicht halt. Damit ist das größte Problem der Meteorologie in der Öffentlichkeit genannt: *Unwissenheit*. Man könnte die Meteorologie fast als die „unbekannte Wissenschaft“ bezeichnen. Das Tragische ist, daß trotzdem jedermann mit dem Wetter in Kontakt ist, es als Gesprächsthema verwendet und folgerichtig zu dem Schluß kommt, etwas davon zu verstehen. Hinzu kommt eine gute Portion Besserwisseri („ich hab's ja gestern schon gesagt“) und ein schlechtes meteorologisches Gedächtnis („früher waren die Winter viel kälter“), wie überhaupt das Temperaturempfinden völlig verkümmert ist. Weiterhin könnte eine Rolle spielen, daß sich andere Berufsgruppen erfolgreicher mit Vorhersagen beschäftigen, wie z. B. die Astronomen. Die für das Image der Meteorologie an sich erfreuliche, wenn auch irrige Assoziation von Astronomie und Meteorologie führt dazu, die fast perfekten Vorhersagen der Himmelsmechaniker mit den meteorologischen Vorhersagen zu vergleichen, was natürlich nicht zu Gunsten der Wettervorhersage endet. Oder es wird andererseits die Erfolgsquote der Meteorologen mit derjenigen der Sozial- und Volkswirtschaftler bei deren Wahl- und Konjunkturprognosen gleichgesetzt, was ebenfalls nicht zu schmeichelhaften Ergebnissen führt.

Unter diesen Ansichten, die allesamt ihre Wurzel in der völligen Unkennt-

nis meteorologischer Zusammenhänge und Abläufe haben, hat natürlich die Wettervorhersage und damit der Meteorologe und die Meteorologie einen schweren Stand. Dieses Denken trifft sogar für Nutzer meteorologischer Erkenntnisse zu, wie z. B. Fluglotsen und Flugzeugführer, die ein gewisses Maß an meteorologischer Ausbildung genossen haben, deren Ausbildung jedoch einseitig auf die Anwendung ausgerichtet ist, ohne daß ihnen jemals die Grenzen der meteorologischen Möglichkeiten aufgezeigt wurden; das trifft — nach einer Umfrage, über deren Aussagekraft man allerdings streiten kann — auch für Landwirte zu, die einen unverhältnismäßig geringen Prozentsatz an Vorhersagegläubigen stellen. An diesem Gesamtbild ändert auch nichts das zahlenmäßig kleine Grüppchen zufriedener Wetterdienstkunden, das den Nutzen meteorologischer Aussagen zu schätzen weiß und gerne seinen Obolus entrichtet für den Empfang von Warnungen, regelmäßigen Beratungen oder Gutachten.

Alles in allem stehen die meteorologischen Aktivitäten in der öffentlichen Meinung im Zwielicht. Das haben nicht nur Umfragen ergeben, das tritt auch immer wieder zutage, wenn Besuchergruppen z. B. das Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes besichtigen. Es muß immer erst das Eis einer gewissen spöttischen Voreingenommenheit gebrochen werden, bis nach gründlicher Information vor allem darüber, mit welchen Methoden die Meteorologie arbeitet, welche Grenzen ihr gesetzt sind, und was den eigentlichen Nutzen der meteorologischen Erkenntnisse ausmacht, nach so manchem Aha-Erlebnis eigentlich nur noch anerkennendes Staunen und Wohlwollen übrigbleibt. Leider ist der Wirkungsgrad solcher aufklärerischer Tätigkeit verschwindend gering, weil nur selten eine potenzierende Wirkung erreicht wird, etwa, wenn Lehrerkollegien oder didaktische Seminare sich über den Wetterdienst informieren wollen. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß sich bei den von der Vorbildung her unterschiedlichsten Besuchergruppen der Niveauunterschied des dargebotenen Stoffes auf die Ausdrucksweise beschränken kann.

Es ist nach dem oben Gesagten einzusehen, daß natürlich kaum ein Normalbürger eine Vorstellung hat, welche Rolle die Meteorologie in der Luft- oder der Seeschifffahrt spielt, welche Dienste z. B. von der Agrarmeteoro-

logie angeboten werden, und daß ein wesentlicher Teil der meteorologischen Tätigkeit im Deutschen Wetterdienst gutachtlicher Natur ist. Und es ist auch einzusehen, daß bei diesem Informationsstand der Normalbürger *Prognose gleich Prognose setzt und nicht differenziert*, ob die Prognose vom Deutschen Wetterdienst oder vom Pfarrer Braun kommt. Im Gegenteil: Letzterer hat den Mut, sich über langfristige Wetterentwicklungen zu äußern; was liegt aber näher als ihn, der immer als Mensch vor sein Publikum tritt, höher zu schätzen, seinen Vorhersagen mehr zu vertrauen (kontrolliert werden langfristige Vorhersagen in den seltensten Fällen) als den Produkten einer anonymen Behörde, über deren Funktion sowieso nichts bekannt ist. Es ist völlig sinnlos, dieser Haltung, die z. T. auch im Unterbewußtsein ihre Wurzel hat (väterliche Bezugsperson), mit Argumenten und wissenschaftlichen Erklärungen entgegenzutreten zu wollen. Hier hilft eigentlich nur die gleiche Masche, der Versuch, eine *Bezugsperson aufzubauen, die beim breiten Publikum ankommt* und dieses im Sinne einer Verbesserung des Meteorologenimages lenkt. Ein Schritt in dieser Richtung wurde sicherlich mit der Einführung der Fernsehmeteorologen im ZDF gemacht. Da hier aber abwechselnd verschiedene Gesichter auftauchen, kann eine Art Vertrauensverhältnis (wie z. B. bei Mr. Tagesschau) zwischen Meteorologe und Publikum nicht entstehen.

Damit bin ich bei den Überlegungen, wie es anzustellen sei, dieses düstere Bild von der Meteorologie im öffentlichen Bewußtsein etwas aufzuhellen. Ich bin sicher, daß derartige Bemühungen auf fruchtbaren Boden fallen würden. Denn es stimmt doch nachdenklich, daß nur 10% der Bundesbürger die tägliche Wettervorhersage glauben und sich danach richten, daß aber weitere 84% die Vorhersage zwar verfolgen, ihr aber nicht oder nur beschränkt vertrauen. Diese 84% Interessenten warten eigentlich nur auf den Anstoß, ihr Bild von der Meteorologie ändern zu können.

Die Möglichkeit hundertprozentige Vorhersagen zu machen, gibt es nicht; in absehbarer Zeit ist nicht einmal eine wesentliche Verbesserung der Kurzfristvorhersage zu erwarten. Bleibt als zweite Möglichkeit, aufklärend zu wirken. Eine Postwurfsendung an alle Haushalte ist sicher kein geeignetes Mittel, aber die *Einschaltung der Massenmedien* müßte ein gangbarer Weg sein. Einige Kollegen halten Beziehun-

gen zur Presse und verfassen populärwissenschaftliche Artikel über neuere Entwicklungen oder auch über häufig gestellte Fachfragen. Diese Artikel erreichen mit ihrem Erscheinen auf der Wissenschaftsseite seriöser Zeitungen aber wieder nur eine interessierte Minderheit. Andererseits haben manche Tagungen zugkräftige Themen, hinter denen die Presse zugkräftige Informationen vermutet. Wenn hier auch meist ein Irrtum der Presse vorliegt, so ergibt sich doch stets eine gute Gelegenheit zur Imagepflege (siehe Hamburger Tagung über Numerische Wettervorhersage Ende September 1976).

Journalisten zu bewegen, etwas Vernünftiges über Meteorologie zu schreiben, ist jedoch nicht immer möglich. Ich mußte feststellen, daß die Journalisten in zwei Kategorien einzuteilen sind, und zwar in eine, die keine Ahnung von Meteorologie hat, aber gutwillig das verarbeitet, was ihr geboten wird. Das wird dann meist etwas konfus wiedergegeben, aber der Tenor ist wenigstens freundlich. Diese Kategorie arbeitet in den meisten Fällen für Zeitungen mit geringeren Auflagen, was dem Wirkungsgrad abträglich ist. Und dann ist da die Kategorie der bössartigen Schreiberlinge, die auch keine Ahnung hat, die aber leider für die Boulevardpresse mit Millionenauflagen, also mit großem Wirkungsgrad, arbeitet. Hier liegt aber der Hase im Pfeffer: Die Millionenauflagen kommen zustande, weil diese Blätter Dinge bringen, die die Masse lesen will. Die Tatsache, daß Meteorologen und Wetterdienst in diesen Blättern lächerlich gemacht oder diskriminiert werden („was ist das für eine Wissenschaft, die sich so oft irrt?“), beweist erneut deren schlechtes Image in der Öffentlichkeit. Auch stundenlange Gespräche mit den Schreibern dieser Artikel sind fruchtlos und müssen es sein, denn es geht ja bei ihnen um ein Stück Existenz.

Nichtsdestoweniger liegt hier ein großes, noch unbeackertes Feld, das bei systematischer und geschickter Bearbeitung gewiß Früchte tragen könnte. Und zwar müßte der Weg über die seriösen Medien beschritten werden. Wie begierig dort allgemeine meteorologische oder spezielle wetterdienstliche Informationen aufgesaugt werden, stelle ich immer wieder fest, wenn der Wetterdienst eine seiner wenigen Verlautbarungen an die Presseagenturen gibt. Dann sind sie plötzlich alle da, Rundfunk, Fernsehen und die Tageszeitungen; alle wollen Näheres

wissen, Interviews und Reportagen machen und können eine ganze Arbeitskraft tagelang beschäftigen. Diese Art der *aktiven Pressearbeit müßte institutionalisiert werden*, auf diesem Wege müßten Fehlvorhersagen kommentiert werden, müßte die Öffentlichkeit am meteorologischen oder wetterdienstlichen Geschehen teilhaben; dann könnte langsam bei einem wesentlichen Teil der Öffentlichkeit eine positive Meinungsbildung einsetzen, an der schließlich auch die Boulevardpresse nicht mehr vorbeisehen könnte. Die kompetente Stelle für derartige Bemühungen wäre wohl der Deutsche Wetterdienst, der jedoch infolge anhaltenden Personalabbaus gezwungen ist, seine personelle Kapazität mehr auf seine gesetzlich vorgeschriebenen Aufgaben zu konzentrieren.

Ein zweiter noch längerfristiger Weg führt über die *Schule*. Allerdings müßten dafür die Lehrpläne entsprechende Unterrichtseinheiten zwingender vorschreiben, und die Lehrer müßten besser gerüstet sein, sowohl was die Ausbildung, als auch, was das Unterrichtsmaterial anbetrifft. Hier Aktivitäten bei den Kultusbehörden zu entwickeln wäre wohl Sache der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft oder des Verbandes Deutscher Meteorologen.

Alles in allem: Die öffentliche Meinung hält nicht viel von Meteorologie. Will man das ändern, so müssen schon einige Anstrengungen unternommen werden, von denen man sich allerdings nur langfristige Erfolge versprechen kann.

W. HORST, Offenbach

Aus der Arbeit des Geophysikalischen Beratungsdienstes der Bundeswehr

In PROMET 1/75 schilderte H. LEESE Organisation und Aufgaben des Geophysikalischen Beratungsdienstes der Bundeswehr und zeichnete das Berufsbild der in diesem Dienst tätigen Beamten auf. Dabei wurde auch erwähnt, daß an vielen Schulen der Bundeswehr Angehörige dieses Dienstes in einem besonderen Fachgebiet tätig sind; beispielsweise an der Artillerieschule in Idar-Oberstein, wo der dort tätige Geophysiker nicht nur Unterricht in Meteorologie erteilt, sondern sich auch in Auswertung, Truppenversuch und Lehre mit der Äußeren Ballistik befaßt. Über dieses Spezialgebiet informiert der nachstehende Bericht.

Wetter und Ballistik

Die Ballistik ist die grundlegende Wissenschaft aller auf Geschöß- bzw. Raketeinsatz und -wirkung beruhenden Waffen, vor allem der Artillerie im weitesten Sinne. Man unterscheidet innere und äußere Ballistik.

Die *innere Ballistik* untersucht alle Vorgänge von der Zündung der Treibladung bis zu dem Augenblick, an dem die Einwirkung der Pulvergase auf das Geschöß aufhört. Die Geschwindigkeit, die dann das Geschöß erreicht hat, die *Anfangsgeschwindigkeit*, abgekürzt V_0 (engl. *muzzle — velocity*), bestimmt neben anderen noch zu nennenden außenballistischen Faktoren in ihrer Richtung und Größe grundsätzlich die Bahn des nunmehr freifliegenden Geschosses. Die *äußere Ballistik* befaßt sich mit der Untersuchung der Flugbahn des Geschosses. Hauptaufgabe ist die Bestimmung und Festlegung dieser Flugbahn in Abhängigkeit von allen einwirkenden physikalischen Kräften bzw. Faktoren. Dabei spielen insbesondere die meteorologischen Faktoren Wind, (virtuelle)

Temperatur und Luftdichte eine nicht unwesentliche Rolle.

Bei *ballistischen Raketen* läßt sich keine scharfe Grenze zwischen innerer und äußerer Ballistik ziehen, da im ersten Teil der Flugbahn bis zum Brennschluß der Treibladung neben außenballistischen auch innenballistischen Kräfte wirksam sind. Nach Erreichen der Brennschlußgeschwindigkeit verhält sich die ballistische Rakete wie ein freifliegendes Geschöß.

Ohne Berücksichtigung der Lufthülle und der Erdrotation kommt die Flugbahn eines Geschosses bzw. einer Rakete nach dem Brennschluß, d. h. der vom Schwerpunkt dieser Körper zurückgelegte Weg dadurch zustande, daß sich die Wirkung der Erdanziehung auf den Körper der Trägheitsbewegung des Körpers überlagert. Die Flugbahn stellt mathematisch eine Parabel dar, deren Achse senkrecht nach unten gerichtet ist. Die senkrechte Achse, die durch den *Gipfelpunkt* der Flugbahn geht, teilt diese in zwei

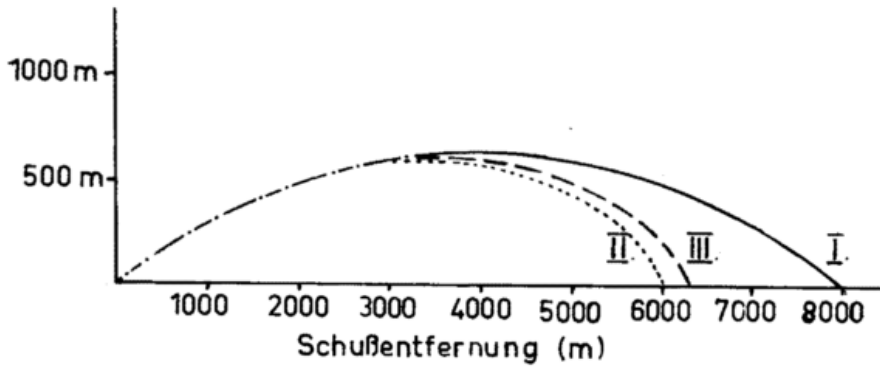


Abb. 1 I: luftlerer Raum, Entfernung 8000 m, Gipfelhöhe 598 m
 II: Standardatmosphäre, Entfernung 6050 m, Gipfelhöhe 500 m
 III: Nach aktuellen Werten korrigiert:
 Ablage durch Rückenwind 20 Knoten + 160 m
 Luftdruck -3% + 30 m
 Lufttemperatur $+5\%$ + 135 m
 ergeben Weitschuß um = 325 m

Teile, den *aufsteigenden Ast* und den *absteigenden Ast*. Die *maximale Schußweite* wird bei einem *Abgangswinkel* (Winkel zwischen Abgangsrichtung und Abgangsebene) oder einer Rohrerhöhung von 45 Grad oder 800 Strich erreicht. Ein innerhalb der maximalen Schußweite liegendes Ziel kann auf zwei verschiedenen Flugbahnen erreicht werden, und zwar auf einer flachen Bahn mit einem Abgangswinkel kleiner als 45 Grad (*untere Winkelgruppe*) und auf einer steilen Bahn mit einem Abgangswinkel größer als 45 Grad (*obere Winkelgruppe*).

Zwischen der Gipfelhöhe H der Flugbahn und der Gesamtflugzeit T des Geschosses besteht unabhängig von Kaliber, V_0 -Wert und Abgangswinkel der Zusammenhang $H = g/8 \cdot T^2$. Mit $g \approx 10 \text{ m/sec}^2$ ergibt sich daraus eine oft in der Praxis benutzte Näherungsformel (Haupt'sche Formel).

Im luftgefüllten Raum tritt als wichtigste zusätzliche flugbahnbeeinflussende Kraft der *Luftwiderstand* auf. Er wirkt entlang der gesamten Flugbahn in Richtung der Bahntangente, entgegengesetzt der Körperbewegung, er sucht also stets die jeweilige Körpergeschwindigkeit zu verringern. Er wird mit ausreichender Genauigkeit dargestellt durch:

$$W = \pi R^2 \cdot \frac{\rho}{\rho_0} \cdot i \cdot f(v) \quad [1]$$

Dabei ist:

πR^2 = der Geschossquerschnitt,

$\frac{\rho}{\rho_0}$ = das Verhältnis der jeweils vorliegenden zur Normaldichte,

i = ein Faktor, der die Geschossform rechnerisch erfaßt,

$f(v)$ = eine für die jeweilige Geschossform durch Versuche bestimmte Funktion, die die Abhängigkeit des Luftwiderstandes von der Geschwindigkeit gegenüber der umgebenden Luft darstellt.

Entscheidend für die Größe des Luftwiderstandes ist die Funktion $f(v)$. Der Funktionsverlauf entspricht für kleine Geschwindigkeiten unter 100 m/sec und wieder für sehr große über 600 m/sec angenähert dem quadratischen Widerstandsgesetz von NEWTON

$$W = c \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} \cdot F \quad [2]$$

Eine besonders starke Abweichung tritt jedoch im Bereich der Schallgeschwindigkeit auf. Hier kommt beim Überschreiten der Schallgeschwindigkeit außer dem auch bei kleinen Geschwindigkeiten wirksamen *Druck- und Sogwiderstand* sowie dem *Wirbelwiderstand*, der durch das Ablösen von Wirbeln infolge Reibung auftritt, zusätzlich der sogenannte *Wellenwiderstand* hinzu. Dieser wird durch die Kopfwelle bewirkt, die bei kleinen Geschwindigkeiten nicht auftritt. Zu ihrer Entstehung wird ein großer Teil der Bewegungsenergie aufgewendet. Besonders deutlich wird der steile Anstieg des Luftwiderstandes, wenn die Funktion $f(v)$ punktweise durch v^2 dividiert wird. Die so erhaltene neue

Funktion $K(v) = \frac{f(v)}{v^2}$ wird als Beiwertfunktion bezeichnet. Sie ist temperaturabhängig.

Der Luftwiderstand ändert sich nämlich genau genommen nicht mit der

Geschwindigkeit v , sondern mit ihrem Verhältnis zur Schallgeschwindigkeit a . Diese hängt jedoch von der Temperatur ab nach dem Gesetz

$$\frac{a}{a_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad [3]$$

Die Beiwertfunktion $K(v)$ muß daher exakt geschrieben werden $K\left(\frac{v}{a}\right)$

oder da $a_0 = \text{const} : K\left(v \cdot \sqrt{\frac{T}{T_0}}\right)$

Es zeigt sich also, daß die Temperatur den Luftwiderstand nicht nur über die Luftdichte beeinflusst, sondern auch über die Geschwindigkeit, falls diese im Verlaufe der Flugbahn in die Größenordnung der zu den jeweils herrschenden Temperaturen gehörenden Schallgeschwindigkeit kommt.

Die Berechnung von Schußtafeln erfolgt unter der Annahme, daß bestimmte Normalbedingungen erfüllt sind. Mit diesen werden in Abhängigkeit von verschiedenen Abgangswinkeln sogenannte „Normalflugbahnen“ berechnet. Abweichungen von den Normalbedingungen, wie sie in der Praxis fast immer vorhanden sind, führen zu Veränderungen der Normalflugbahnen. Sind diese Abweichungen („Störungen“) klein gegenüber den Hauptkräften und den Normalwerten, können sie als kleine Korrekturglieder an die Anfangsdaten angebracht werden.

Große Störungen erfordern neue Bahnberechnungen mit veränderten Anfangs- und ballistischen Daten.

Als *Normalbedingungen* für den Bereich der Atmosphäre werden die Werte der *ICAO-Standardatmosphäre* verwendet: trockene Luft, Windstille in allen Höhen, Luftdruck in NN: 1013,25 mbar, Luftdichte in NN: 1,225 kg/m³, Temperatur in NN: 15° C, Temperaturabnahme bis 11 km Höhe: 0,65 °C/100 m, darüber bis 20 km: konstant $-56,6$ °C. In Abb. 1 ist die Flugbahn eines Geschosses gleichen Kalibers, gleicher Ladung und Rohrerhöhung bei verschiedenen außenballistischen Bedingungen dargestellt.

Für den praktischen Gebrauch werden zweckmäßigerweise die tatsächlichen Werte von ρ und T_v oder deren Abweichungen von den Normalwerten im prozentualen Verhältnis zu diesen Normalwerten selbst ausgedrückt, z. B. $\rho = 98\%$ oder $\Delta\rho = -2\%$. Da die relativen (prozentualen) ρ - und T_v -Abweichungen nicht in allen Höhen den gleichen Wert bezogen auf die

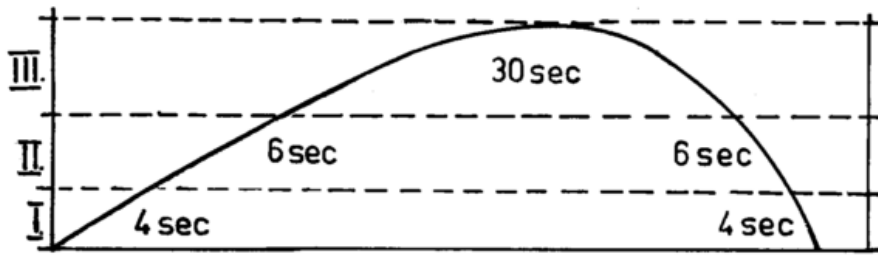


Abb. 2 Gewichtungsfaktoren zur Ermittlung ballistisch-meteorologischer Werte

Schicht	Verweilzeit	% der Gesamtflugzeit	Gewichtungsfaktor
I	8 sec	16	0,16
II	12 sec	24	0,24
III	30 sec	60	0,60

Normalatmosphäre haben, werden gewisse — ballistische — Mittelwerte von ρ und T_v bis zur Gipfelhöhe bestimmt. Dieses geschieht in folgender Weise:

Man unterteilt den Höhenbereich der Flugbahn in eine Anzahl von Schichten. Für jede dieser Schichten wird ihr — in % von ρ_0 und T_0 ausgedrückter — aktueller ρ - und T_v -Mittelwert ermittelt. Dieser wird mit einem Gewichtungskoeffizienten oder *Gewichtungsfaktor* multipliziert, der von der Verweildauer des Geschosses in dieser Schicht abhängt. Die Summe aller mit solchen Gewichtungsfaktoren multiplizierten ρ - und T_v -Mittelwerte, vom Boden bis zur Gipfelhöhe, ergibt einen „gewichteten“, ebenfalls in relativem Prozentmaß ausgedrückten Mittelwert von ρ und T_v .

Abb. 2 erläutert das Prinzip.

Diesen Mittelwert bezeichnet man als die *ballistische Luftdichte* bzw. die *ballistische Temperatur* für die betreffende Gipfelhöhe. Für jede beliebige Höhenschichtenteilung muß die Summe der zugehörigen Gewichtungsfaktoren gleich 1 sein.

Eine von den Werten der Normalatmosphäre (100%) abweichende ballistische Luftdichte und/oder Temperatur beeinflusst nur die horizontale Reichweite der Flugbahn (Längsablage). Sie wirkt sich nicht in einer seitlichen Verschiebung dieser Bahn (Seitenablage) aus.

Der *Wind* übt ebenfalls einen verzerrenden Einfluß auf die Normalflugbahn aus. Dieser besteht jedoch nur zu einem Teil in der reinen Verdriftung des Geschosses, wie sie bei allen Luftfahrzeugen der Fall ist. Im Gegensatz zur Luftdichte und Temperatur (Schallgeschwindigkeit) bewirkt der Wind eine Veränderung der Geschosßbahn sowohl *in* als auch *senkrecht* zur

Schußrichtung. Man spricht daher von einem *Längs- und Querwindeinfluß*.

Wie im Falle der Luftdichte und Lufttemperatur ergibt sich die Notwendigkeit, den Einfluß des Windes auf die Flugbahn durch einen in geeigneter Weise „gemittelten“ Wind bei der Korrekturberechnung in Ansatz zu bringen. Diese Mittelung geschieht ebenfalls durch ein schichtenweises Gewichtungsverfahren. Man bezeichnet diesen Wind analog zur ballistischen Luftdichte und Temperatur als *ballistischen Wind* für die betreffende Geschosßbahngipfelhöhe. Er stellt im Gegensatz zu den reinen Zahlengrößen von Dichte und Temperatur eine gerichtete Größe, einen Vektor dar.

Die besprochenen ballistisch-meteorologischen Elemente lassen sich zusammenfassend definieren:

Der *ballistische Wind* ist ein berechneter Wind von gleichbleibender Richtung und Geschwindigkeit, der denselben Einfluß auf das fliegende Geschosß ausübt wie der in jedem Punkt der Flugbahn sich ändernde tatsächliche Wind.

Die *ballistische Luftdichte* ersetzt die tatsächliche durch eine berechnete Luftdichteverteilung. Sie steht in allen Höhen im Bereich der Geschosßflugbahn in einem gleichbleibenden Verhältnis zur Luftdichteverteilung der ICAO-Atmosphäre und übt auf das fliegende Geschosß denselben Einfluß aus wie die tatsächliche Luftdichteverteilung entlang seiner Flugbahn.

Die *ballistische Temperatur* ersetzt die tatsächliche vertikale Temperaturverteilung durch eine berechnete, die in allen Höhen im Bereich der Geschosßflugbahn in einem gleichbleibenden Verhältnis zur Temperaturverteilung der ICAO-Atmosphäre steht. Sie übt denselben Einfluß auf das fliegende Geschosß aus wie die tatsächliche vertikale Temperaturverteilung.

Die meteorologisch-ballistischen Elemente haben gegenüber den Werten der Schußtafeln folgenden Einfluß auf die Flugbahn:

Elemente	Auswirkung
Wind:	
— Längswind von hinten	Weitschuß
— Längswind von vorn	Kurzschuß
— Querwind von links	Ablage nach rechts (bei Raketen in der Antriebsflugbahn nach links)
— Querwind von rechts	Ablage nach links (bei Raketen in der Antriebsflugbahn nach rechts)
Temperatur:	
— Lufttemperatur über Standardatmosphäre	Durch Luftwiderstandsänderung meist Weitschuß
— Lufttemperatur unter Standardatmosphäre	Durch Luftwiderstandsänderung meist Kurzschuß
Dichte:	
— Luftdichte (Luftdruck) über Standardatmosphäre	Durch Luftwiderstandsänderung Kurzschuß
— Luftdichte (Luftdruck) unter Standardatmosphäre	Durch Luftwiderstandsänderung Weitschuß
Feuchtigkeit:	
— Erhöhung der Luftfeuchte (gasförmig)	Durch Luftwiderstandsänderung Weitschuß (meist nur geringe Auswirkung)
Sonstige:	
— Feste und flüssige Teilchen (Tropfen, Kristalle u. ä.)	Kurzschuß (meist nur geringe Auswirkung)

Die wesentlichsten Störeinflüsse auf die Anfangsgeschwindigkeit und die Flugbahn werden durch die BWE-Rechnung (BWE = Besondere und Wettereinflüsse) berücksichtigt. Die dafür notwendigen ballistisch-meteorologischen Werte sind in den *ballistischen Wettermeldungen* enthalten. Da ein Ziel mit einer durch die 50%-Streuung bestimmten Wahrscheinlichkeit getroffen werden soll, resultiert daraus auch für die meteorologisch-ballistischen Elemente eine bestimmte *Genauigkeitsforderung, die bisher*

durch eine Vorhersage dieser Elemente nicht erreicht werden kann. Nur möglichst aktuelle und exakte Messungen und Auswertungen in der Nähe der Bedarfsträger führen hier noch zu brauchbaren Werten. Sie werden von einem im Vergleich zu dem Radiosondennetz des Deutschen Wetterdienstes sehr engen Meßnetz der Geophysikalischen Meßzüge und der Artilleriewetterdienststeinheiten im Bedarfsfalle alle 2 Stunden zur Verfügung gestellt.

H.-G. ALLNOCH, Idar-Oberstein

Tagungen

Bericht über die XIV. Internationale Tagung für Alpine Meteorologie und die 90-Jahrfeier des Sonnblick-Observatoriums in Rauris (Land Salzburg), 15.–19. September 1976

Allgemeines

Die Alpin-Meteorologischen Tagungen werden in zweijährigem Turnus von den Meteorologischen Diensten der sechs Länder veranstaltet, welche Anteil an den Alpen haben. Sie dienen vor allem dazu, durch Erfahrungsaustausch und Darbietung neuer Forschungsergebnisse die so überaus vielfältigen meteorologischen und klimatologischen Verhältnisse im Hochgebirgsraum besser kennenzulernen, letztlich mit dem Ziel Wettervorhersage und klimatologische Begutachtung für den Alpenraum zu verbessern. Ein kleiner Teil der Vorträge befaßte sich auch mit Verhältnissen in anderen Hochgebirgen, wie z. B. der Hohen Tatra. Auf dieses Ziel hin waren die allermeisten Vorträge ausgerichtet.

Von den Veranstaltern, der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien und der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie war Rauris deshalb als Tagungsort ausgewählt, um damit die 90-Jahrfeier des Meteorologischen Observatoriums auf dem benachbarten Sonnblick (3106 m NN) zu verbinden.

An der Tagung nahmen über 300 Wissenschaftler aus 13 Ländern teil. Die Vorträge wurden in der Regel in deutscher Sprache gehalten, ein Teil in Englisch, Französisch oder Italienisch oft mit Kurzübersetzungen in die deutsche Sprache. Insgesamt wurden über 80 Themen vorgetragen, was zur Folge hatte, daß teilweise Parallelsitzungen notwendig wurden.

Die Vortragstagung

Die Vorträge waren auf 10 verschiedene Themengruppen verteilt. Sie werden geschlossen als Veröffentlichung der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, erscheinen. Auf einige wichtige Vorträge wird im folgenden eingegangen.

Neuere Beobachtungsmethoden

Die Automatisierung von meteorologischen Beobachtungen, wie sie der Deutsche Wetterdienst mit den Automatischen Wetterstationen schon seit einigen Jahren begonnen hat, erfaßt auch andere Länder. Für synoptische und klimatologische Zwecke hat die Schweiz (TH. GUTERMANN) bis 1980 die Errichtung von 60 Automatischen Stationen für 5,7 Mill. SFr Anschaffungspreis geplant und bereits mehrere Stationen errichtet. Es bestehen zwar in der Art der Sammlung, in der Erfassung auf Datenträgern wie auch in der Zahl der gemessenen Elemente einige Unterschiede zu unseren Stationen. So werden auch die Radioaktivität, der SO_2 -Gehalt der Luft und die Blitzzahl stündlich festgehalten. Ansonsten werden die Stationen, auf jeden Fall im Gebirge, zusätzlich von ortsansässigen Beobachtern mitbetreut, welche dreistündig die synoptischen Meldungen durch Handeingabe um Sicht- und Bewölkungsbeobachtungen ergänzen.

In drei Vorträgen von W. NATER, H. RICHTER und P. PHILIPS, Zürich, wurde ein *akustisches Echo-Sounder System* (AES) für die kontinuierliche

Erfassung interner Grenzschichten der Atmosphäre, besonders von Inversionen und Föhnwellen mit ersten Ergebnissen vorgestellt und diese mit Sondierungen durch Radar und Lidar verglichen. Laufende Änderungen von Temperaturgradienten, Föhnwellen mit Windscherungen, aber auch von Konvektionszellen werden demnach durch AES gut erfaßt.

H. ROTT, Innsbruck berichtete über den Vergleich von Luftbildern und Aufnahmen von LANDSAT 1 über die *laufende Erfassung der Gletscher* in den Tiroler Alpen, deren Massenhaushalt selbst bei 1 km² großen Gletschern durch den Satelliten gut möglich erscheint.

I. DIRMHORN, Logan/Utah, verglich verschiedene *Remote-Sensing-Meßmethoden* (UV bis Mikrowellen) um vom Flugzeug oder Satelliten aus die Temperatur besonders in Berggebieten zu messen, die aber alle der Eichung durch Bodenmessungen bedürfen.

Ein *Vergleich* der rund um die Alpen verwendeten verschiedenen *Radio sonden* durch K. ZIMMERMANN, Österreich, ergab systematische Abweichungen der Druckflächenhöhen bzw. der Temperatur in 500, 100 und 30 mb wegen der Verwendung verschiedener Radiosondentypen in den einzelnen Ländern. F. GONAUS, Wien, berichtete über die Arbeit einer Arbeitsgruppe zur Erprobung von *Blitzzählgeräten für den Warndienst* für die Allgemeine Luftfahrt auf Flugplätzen.

Klimatologie und Strahlung

N. PLESKO, Zagreb, begann mit einer Betrachtung der *vertikalen Veränderung der Glieder der Wärmehaushaltsgleichung* insbesondere des latenten (V) und des turbulenten (L) Wärmeaustausches in 4 Höhen im kroatischen Gebirge, wobei beide ein Maximum in einer mittleren Höhenlage hatten. Korrelationsuntersuchungen zwischen L/V einerseits und Monatsmitteltemperaturen erlaubten ein mathematisches Modell für alle Höhen für L und V. Wie stark Wind, Lufttemperatur und Mikroklima bei NW-Wetterlagen durch das Gebirgsrelief modifiziert werden, legte E. STOCKER, Salzburg, für die Kreuzeckgruppe dar. Abrupte Luftmassenwechsel in der Höhe dringen im Winter oft nicht bis zum Talboden durch.

Die *Alpensicht vom Feldberg* im Schwarzwald zeigt nach O. HARLFINGER, Freiburg, einen Jahresgang mit einem Maximum im Winter und einem Minimum im Sommer sowie eine Ab-

nahme vom Morgen- zum Abendtermin. M. MAHRINGER, Salzburg, zeigte die Schwierigkeit auf, in einem Bergland wie dem Land Salzburg infolge orographisch bedingter Luftströmungen, wegen Inversionenlagen und lokaler Niederschlagsverhältnisse die *Belastbarkeit* eines Gebietes und die *Ursachen für Luftverunreinigungen* festzustellen.

Diese Themengruppe wurde mit Vorträgen zur *Sonnenstrahlung und Aerosol im Gebirge* (J. LUKAC, Bratislava) und über *Mondstrahlungsprobleme* in den Alpen (J. RIBLET, Lyon) abgeschlossen.

Hydrometeorologie

W. GATTERMAYR, Innsbruck, berichtete über den *Wasserhaushalt*, insbesondere die Verdunstung des Piburger Sees/Otztal ($V = 500$ mm/a, $N = 640$ mm/a). G. WIHL, Wien, befaßte sich mit der *Klimazonierung* aufgrund der Jahresgänge des Niederschlags, GREBNER, Zürich, mit der Berechnung der Höhenlage des *Überganges von festen in flüssigen Niederschlag* im Gebirge, notwendig zur Berücksichtigung bei Abflubberechnungen des Rheins. Dieses Niveau folgt der bei Niederschlag absinkenden Nullgradgrenze bzw. liegt darunter, bei Kaltfronten noch tiefer als bei Warmfronten.

H. LANG, Zürich, nahm Stellung zur Temperatur als maßgebenden Parameter für die *Verdunstung und das Abschmelzen von Schnee*. M. CURIC, Belgrad, erläuterte die Beeinflussung der Lufttemperatur im Gebirge durch das Schmelzen des fallenden Schnees. K. WITT, München, berechnete aufgrund der Wärmehaushaltsgleichung den *Tagesgang der Temperatur der Loisach*, was aber nur bei Berücksichtigung des Austauschwärmestroms zwischen Grundwasser und Fluß zu guten Ergebnissen führte. Dieses Thema stand in Zusammenhang mit der geplanten Wasserentnahme zur Versorgung der Stadt München. K. J. TENTER erläuterte die praktische Durchführung der Hagelabwehr durch Flugzeugeinsatz im Alpenvorland bei Rosenheim.

Bemerkenswert waren S. BORGHI's (Rom) Bemerkungen, daß am Rollepaß im April 1975 Schneeschmelze und Verdunstung zu gleichen Teilen für die *Abnahme der Schneedecke* verantwortlich waren. J. LOUPS, Grenoble, hatte über 10 Jahre für die französischen Zentralalpen die Strömungen und *Wetterlagen, die Schnee bringen*, statistisch untersucht, eine Studie, die gerade für die praktische Beratung eine Hilfe sein kann.

Alpine Synoptik

Besonders die Vorträge dieser Gruppe waren für den praktischen täglichen alpinen Wetterdienst von Bedeutung, zumal im Alpenbereich die *Interpretation der heute vom Computer gelieferten Vorhersagekarten* besonders schwierig ist. Das wurde besonders klar beim Vortrag von H. REUTER, Wien. Die Karten liefern ja nur das Druck- und Strömungsfeld. Wenn deren Prognose heute auch endgültig dem Computer überlassen bleiben muß, das daraus zu erwartende Wetter herzuleiten, meist sehr unterschiedlich für die Nord- und für die Südseite der Alpen, oft verschieden für die Täler wie für die Höhen, bleibt auch künftig dem Meteorologen überlassen. REUTER versuchte nun keine Klassifikation nach Druck- und Stromfeld (Wetterlage), sondern umgekehrt nach dem Wetter, wobei er die 6stündigen synoptischen Meldungen von Wien, Salzburg, Klagenfurt und Innsbruck heranzog, jedoch nur die Bewölkung (N) zum Beobachtungstermin und den Wetterablauf (W) während der vergangenen 6 Stunden zur Klassifizierung benutzte. Die Auswahl mußte natürlich computergerecht sein. Das gleichzeitige Wetter der 4 Stationen wurde gegenseitig statistisch verglichen und dem Druck- und Stromfeld gegenübergestellt. So fand er z. B. alle Wetterlagen, welche Wien und Klagenfurt 0-3/8, Salzburg und Innsbruck 6-8/8 Bewölkung bescherten.

Mit etwas anderen Methoden, aber ähnlichem Ziel untersuchte W. GRESSEL, Klagenfurt, die Beeinflussung der Wetterentwicklung durch die Alpen, wo der Begriff „Wetterlage“ bzw. „Großwetterlage“ in den einzelnen Teilen der Alpen sehr unterschiedliches bedeuten kann. Gerade in den Alpen ist eine dreidimensionale Wetterbetrachtung unerlässlich. GRESSEL fand starke Anhebungen der Wolken aller Höhenklassen durch das Gebirge, so daß s. E. der Wolkenschlüssel für die Alpen sehr oft nicht paßt.

Auch die Ausführungen von D. POJE, Zagreb, über Wetteruntersuchungen in SW-Kroatien zeigten die großen Unterschiede zwischen der Küste und dem Gebirge, besonders, wenn trotz Ostwind in allen Höhen über Kroatien, an der Küste ein Seewind aus SW herrscht.

Selbst bis zur Tropopause und unteren Stratosphäre bestehen Unterschiede im Verlauf von Temperatur und Luftdruck südlich und nördlich der Alpen bei Frontdurchgängen (S. SCHWARZL). Die Auswirkung des Gebirges bei

Sturmlagen diskutierte G. RAGETT, Wien, für die Ostalpen und M. NEDELKA, Poprad/CSSR für die Hohe Tatra.

Der besondere Einfluß der Orographie auf Bewölkung und Gewittervorgänge wurde ebenso behandelt wie Wetterlagen bei Lawinenkatastrophen. O. GAS-SER untersuchte die *Sichtflugwetterbedingungen* für Flüge, auch von Segel- und Ballonflügen von Süddeutschland über die Alpen Richtung Mailand, Bozen, Venedig, die im Mittel auf den 3 Routen sehr unterschiedlich und oft mangels ausreichender Beobachtungen im Gebirge schwierig zu beraten sind.

Niederschlag und Glaziologie

In dieser Sektion wurden Fragen der *Andauer und des Wassergehaltes einer Schneedecke* (KIRIGIN, Zagreb), wertvoll für die Prognose des Wasserangebotes für die Flüsse behandelt. Für den Synoptiker waren die Vorträge von Interesse, die den Einfluß des Höhenwindes auf die Verteilung der Niederschläge in den Westalpen und die Wahrscheinlichkeit von Regen oder Schneefall (CLEMENT, Frankreich), den Einfluß der Lage des Strahlstromes auf die Niederschlagsverteilung im jugoslawischen Gebirge (LON-CAR, Zagreb) behandelten oder die Zusammenhänge zwischen der Häufigkeit von Dauerregen und mittl. Niederschlagsmenge im bayerischen Alpenvorland aufzeigten (ANIOL, BRD). *Wärme- und Massenhaushaltsstudien an Gletschern*, die in engem Zusammenhang stehen, durften auf einer solchen Tagung nicht fehlen (DOBZSCH, Wien, MARKL, Innsbruck, WAGNER, Innsbruck).

Theoretische Meteorologie

Auch die theoretische Meteorologie hat sich mittlerweile alpiner Phänomene bzw. für den Alpenraum wichtiger Wetterlagen angenommen. So sprachen G. FISCHER, Hamburg, über die Bildung blockierender Wetterlagen, PICHLER, Innsbruck, über Kaltlufttropfen im Mittelmeerraum und ihr Einfluß auf das Wetter im Ostalpenraum, B. BELL, Budapest, über orographische Wellen des Strömungsfeldes. Eingehende *Modellrechnungen über dreidimensionale Strömungen* führte VERGEINER, Innsbruck, für Tirol und die nördlich und südlich angrenzenden Gebiete durch, und zwar für Anströmungen der Alpen aus verschiedener Richtung. Diese Studien haben Bedeutung sowohl für den Föhn, das Eindringen des Föhns in die Täler, aber auch für die Entstehung von Lee-

zyklonen bzw. Schwerewellen. Die Modellrechnungen wurden an praktischen Beispielen verifiziert. CAPALDO, Rom, verglich numerische Vorhersagen im Mittelmeerraum ohne und mit Berücksichtigung der Wirkung der Alpen auf die Vertikalgeschwindigkeit und als Ursache für Staueffekte. Auch Frau STOJAN, Bukarest, führte zur Berechnung von Vertikalbewegungen orographische Komponenten ein.

Kaum ein anderes Element wird durch die Alpen, lokal wie regional, so beeinflusst wie die *Windverhältnisse*, was synoptische wie klimatologische Beratungen erschwert. Trotzdem gelingt es, Ordnungsprinzipien und wertvolle Gesetzmäßigkeiten nachzuweisen. So zeigte CANTU, Rom, daß über den voralpinen Seen auf der Nordseite die Land- und Seewinde überwiegen, es sei denn, sie sind für die Entstehung von Land- und Seewinden zu klein, während diese auf der Südseite von den Berg- und Talwinden meist überdeckt werden. Ohne die Kenntnisse der Windverhältnisse sind auch oft die Strömungsverhältnisse in den Seen nicht erklärlich. Rund um die im allgemeinen windschwache Poebene bewirken die Berg- und Talwinde oft entgegengesetzte Windrichtungen im Süden wie im Norden (GANDINO, Italien). Die oft nur wenige Meter hoch reichenden *Gletscherwinde* (M. KUHN, Innsbruck) haben vor allem Bedeutung für die Ablation, da sie nur bei Lufttemperaturen merklich über Nullgrad auftreten.

Alpin-Meteorologische Tagungen ohne Erörterungen über den *Föhn* sind kaum denkbar. Von ZANELLA (Parma) wurde Südföhn in der Poebene durch die Apenninen, von BUCHOT, Frankreich, auch Föhn in den Westalpen nachgewiesen und synoptisch erörtert.

Bioklimatologie

Von den Vorträgen mit bioklimatologischer und geländeklimatologischer Themenstellung waren nur wenige wirklich alpinen Problemen gewidmet. Die ökologische Bedeutung des Windes, der Schneeverhältnisse, besonders des Schneetreibens sowie der im Mikrobereich so unterschiedlichen Abschmelzdauer wurde von TURNER, Zürich, bzw. AULITZKY, Wien, für alpine Höhenlagen dargestellt. Dieses hat eine ebenso große Bedeutung für den Lawinen- und Erosionsschutz wie die Untersuchungen auf einer Alm bei Bayerisch-Zell für den Landschaftsschutz und die Nutzungsintensität von Almwiesen, von denen HACKEL, Weihenstephan, den Teilaspekt des Was-

serhaushaltes einer Alm darlegte. Aus den Vorträgen ging hervor, daß die besonderen ökologischen Probleme in alpinen Lagen ohne eingehende Lokaluntersuchungen, oft unter erschwerten Bedingungen nicht lösbar sind.

Temperatur

Die Temperaturverhältnisse in den Alpen wurden sowohl unter makroklimatischen als auch geländeklimatologischen Aspekten behandelt. PAGLIARI, Rom, verglich den vertikalen Verlauf von Temperatur und Temperaturschwankungen von Radiosondaufstiegen in Udine und Mailand mit 10 meteorologischen Stationen im Gebirge bis zu 3½ km Höhe. Nur im Winter und dann unterhalb 2200 m Höhe sind größere Unterschiede wegen Kaltluftseen gegeben. Lokale Temperaturverhältnisse in Talbecken, oft mit lokalen Winden verbunden, haben ihre besondere Bedeutung für Luftverunreinigungen (PETKOVSEK, Laibach). Die Temperaturverhältnisse der Hohen Tatra schilderte HESS, Krakau.

In drei Referaten von AMBROSETTI, URFER-HENNEBERGER und RICHTER wurde die Temperatur in verschiedenen Höhenlagen vom Lago-Maggiore (195 m) bis in 1630 m Höhe bei Locarno in Abhängigkeit von der Wetterlage sowie der Einfluß der Exposition und der Lage zum See dargelegt, eine klimatologische Untersuchung, die für lokale Prognosen von besonderer Bedeutung ist. Bemerkenswert war, daß die winterliche Inversion nur bei ausgesprochenen Advektionslagen aufgehoben wurde, und daß der Seeinfluß auf die Uferzone begrenzt war, ein Ergebnis, das auch MIHAILESCO, Rumänien, an einem Stausee in den Ostkarpaten fand.

Hochgebirgsmeteorologie

Den Höhenpunkt dieser wissenschaftlichen Tagung bildeten die unter diesem Titel dargestellten Vorträge. O. ECKEL, Wien, gab einen umfassenden geschichtlichen Überblick über die wissenschaftlichen Arbeiten, die in der 90jährigen Geschichte des *Sonnblickobservatoriums* durchgeführt worden sind. Standen Studien über die Temperaturverhältnisse zu Anfang im Vordergrund, so wurden in den letzten Jahrzehnten besonders die Strahlungsverhältnisse sowie die Niederschlagsinsbesondere die Schneeverhältnisse untersucht, wozu noch ein Netz spezieller Schneemeßstellen um den Gipfel herum eingerichtet worden war.

H. TOLLNER, Salzburg, zeigte den Zusammenhang zwischen dem seit 1950

beobachteten Rückgang der Sommer-temperatur, verbunden mit einem *Stillstand* der vorher zurückgegangenen *Gletscher und Firnfelder*, die seit 1972 sogar wieder vorgeückt sind, womit eine Verringerung des Wasserzuflusses zu hochalpinen Speichieranlagen verbunden ist. Nicht die Jahresniederschlagsmenge entscheidet den Wasserzufluß, dieser ist vielmehr von der Sommerschmelze, von der Sommer-temperatur abhängig, kühle Jahre bringen weniger Zufluß.

BAUMGARTNER und REICHEL, München, haben ihre Untersuchungen der mittleren Niederschlags- (N), Verdunstungs- (V) und Abfluß- (A) verhältnisse auf 1000 Einzugsgebiete der Alpen ausgedehnt und daraufhin die Höhen- und Reliefabhängigkeit von N, V, A für die Alpen erörtert.

F. LAUSCHER, Wien, präsentierte 5 Typen der Höhenabhängigkeit des Niederschlags auf der Erde u. ä., Abnahme des Niederschlags mit der Höhe in der Äquatorial- wie in der Polarzone, Zunahme in den gemäßigten Breiten. Lokale Variationen sind in den Alpen gegeben, besonders unterscheiden sich die niederschlagsarmen und -reichen Alpenregionen. Je nach Wetterlage kehrt sich die Zunahme des Niederschlags mit der Höhe in eine Abnahme um. Einen Überblick über den Inhalt der neuen, umfassenden Klimatographie der Tatra gab KONCEK, Bratislava.

Gegenwart und Zukunft der Alpen-Meteorologie

M. SCHUEPP, Zürich, nahm in einem Schlußreferat Stellung zur Gegenwart und Zukunft der alpinen Meteorologie, wobei er nur einige Teilaspekte anschnitten konnte. Als besonders wichtig erscheint demnach die Verbesserung des Beobachtungsnetzes durch Automatische Stationen an nicht bewohnten Plätzen und wenigstens die zeitweise Verwirklichung aerologischer Aufstiege im Alpenraum selbst, die er sich für das als Teilprojekt des FGGE (First GARP Global Experiment) vorgesehene *Mountex-Programme on airflow over mountains*, das in den Alpen durchgeführt werden wird, erwartet. Von der numerischen Vorhersage sind Verbesserungen zu erwarten, wenn die orographischen Einflüsse auf die Strömung und die übrigen Parameter theoretisch noch besser behandelt werden können. Hier werden auch künftig Satelliten die Alpen besser überwachen. Dieses Problem stellte er an die Spitze der Prioritätsliste. Nicht zuletzt versprechen die Ausdeh-

nung und der Aufbau einer Witterungsklimatologie für den ganzen Alpenraum Fortschritte für die Praxis. Abschließend regte er an, bei Fernseh- wetterkarten Höhen- und Bodenkarte in einem Bild zu zeigen, wofür er ein praktisches Beispiel gab, da gerade im Alpenbereich die Bodenkarte allein oft zu wenig aussagt.

90-Jahrfeier des Sonnblick-Observatoriums

Die 90-Jahrfeier des Sonnblick-Observatoriums gestaltete sich zu einer großen gemeinsamen Veranstaltung der Gäste wie der Gemeinde Rauris am 18. September 1976. Sie begann am Vormittag mit einem von der Gemeinde veranstalteten großen historischen Festzug und einer Kranzniederlegung am Grabe von IGNAZ ROJACHER, dem Gründer des Observatoriums, durch die Vorsitzenden des Sonnblick-Vereins und der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie sowie des Direktors der Meteorologischen Zentralanstalt Wien. Seiner wurde auch während des anschließenden Festgottesdienstes gedacht.

Zum eigentlichen Festakt, umrahmt durch Musik einer Bläsergruppe des Salzburger Mozarteum-Orchesters unter der Schirmherrschaft des Österreichischen Bundesministers für Wissenschaft konnten der Vorsitzende des Sonnblick-Vereins und der Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie, Prof. REUTER, den Landeshauptmann des Landes Salzburg begrüßen, der eine Rede hielt. Daraus ergab sich, daß das Observatorium von Bundes- und Landesmitteln getragen, besonders aber vom Sonnblick-Verein materiell gefördert wird, während die Zentralanstalt das Personal und die Instrumente stellt. Die engen Beziehungen zum Deutsch-Österreichischen Alpenverein und zur Gemeinde Rauris schilderten der Vorsitzende der Sektion Salzburg bzw. der Bürgermeister von Rauris, ohne deren Hilfe es die 90 Jahre, besonders die Notzeiten nach beiden Weltkriegen, nicht hätte überstehen können. Grußworte der Max-Planck-Gesellschaft überbrachte Prof. DIE-MINGER, deren Vorgängerin, die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, zwischen den Kriegen die finanzielle Hauptlast für das Observatorium getragen hatte. Den Dank der Wissenschaft überbrachte Prof. PICHLER im Auftrag des Rektors der Universität Innsbruck. Im Namen der Meteorologischen Dienste, nicht nur der Alpenländer, sondern aller europäischen Meteorologischen Dienste, sprach der Präsident des Deut-

schen Wetterdienstes, Dr. SUSSENBARGER, den Trägerorganisationen und den Angehörigen des Observatoriums seinen Dank für die ausgezeichneten Beobachtungen am Sonnblick aus, die für die tägliche Arbeit der Meteorologen ganz Europas unentbehrlich sind.

In seiner Festansprache schilderte Prof. Dr. F. STEINHAUSER, Wien, den Ursprung und die bewegte geschichtliche Entwicklung des Observatoriums und seine große Bedeutung für die Wissenschaft.

Die 90-Jahrfeier schloß mit einem großen Empfang durch die Landesregierung Salzburg und die Marktgemeinde Rauris.

Schlußbemerkung

Die Ergebnisse der Tagung machten wieder einmal klar, welche besonderen meteorologischen Verhältnisse in den Alpen herrschen, und welche Bedeutung die Alpen für die Wetterentwicklung in Europa haben, die vom Meteorologen, sei es bei der Vorhersage, sei es bei klimatologischen Gutachten berücksichtigt werden müssen. Neue Probleme wurden angesprochen

mit der Zunahme der Meteorologischen Beratung der *alpenüberquerenden allgemeinen Luftfahrt*, in Zusammenhang mit dem *Landschaftsschutz*, mit Fragen der *Luftreinhaltung* oder der *Energieversorgung* durch Wasserkraft.

Die seit 26 Jahren im 2-Jahresturnus veranstalteten Alpin-Meteorologischen Tagungen haben sich immer den neuen Problemstellungen gewidmet, sie haben nichts an Aktualität eingebüßt. Die gute Zusammenarbeit der Meteorologen Europas, insbesondere der 6 Alpenländer, wurde auch hier vorbildlich fortgesetzt. Der wissenschaftliche wie der menschliche Kontakt entfaltete sich in dem kleinen Alpenort äußerst befriedigend. Die Beteiligung von Vertretern osteuropäischer Länder war zwar nicht so groß wie ursprünglich angemeldet, jedoch immer noch erfreulich gut.

Zur 15. Alpin-Meteorologischen Tagung im Jahre 1978 sprach Prof. SCHUEPP, Zürich, die Einladung aus. Sie wird voraussichtlich im Berner Oberland stattfinden.

J. van EIMERN, München

Zum Berufsbild des Meteorologen und Wetterberaters

Bordgeophysiker

Mit der Dreimastbark „Gorch Fock“ in der „Operation Sail 76“

Zur 200-Jahr-Feier der Vereinigten Staaten von Amerika fand am 4. Juli 1976 die „größte Windjammerparade aller Zeiten“ vor der sky-line von New York auf dem Hudson River statt. Unter den 18 rahgetakelten großen Segelschiffen in dieser Parade war auch die „Gorch Fock“, das Segelschulschiff der deutschen Bundesmarine.

Zur Stammbesatzung dieses Schiffes gehört der „Bordgeophysiker“. Er hat die Aufgabe, den Seekadetten Unterricht in Maritimer Meteorologie und in Ozeanographie zu erteilen, die Schiffsführung meteorologisch zu beraten und die vom Navigationsabschnitt durchgeführte Wetterbeobachtungs- und meldetätigkeit fachlich zu unterstützen und zu überwachen. Ihm steht ein Faxgerät und ein Funkfern-schreiber zur Verfügung; einen „Wetterdiensttechniker“ hat er nicht — er ist sozusagen meteorologischer Einzelkämpfer.

Die Wetter-Beratung der Schiffsführung ist auf einem Segelschiff immer

von großer Bedeutung, bei einer Regatta kann sie ausschlaggebend sein.

Regatten von Rahseglern werden von der „Sail Training Association“ in London organisiert; sie finden in der Regel alle zwei Jahre als „Operation Sail“ statt. Zur Segel-Olympiade in Kiel führte die „Operation Sail 72“ immerhin sechs Windjammer zusammen, darunter die „Dar Pomorza“, Heimathafen Gdingen, als erstes Schiff aus einem Ostblockstaat.

Die „Operation Sail 76“ führte mit einer Transatlantikregatta in drei Teilabschnitten von Plymouth über St. Cruz de Tenerife und Bermuda 18 Groß-



Abb. 1 Nach dem Start vor Bermuda — Windjammer Kurs USA! (Vorn Mitte — dunkle Segel — das argentinische Vollschiff „Libertad“)

segler aus 15 Ländern nach Newport, Rhode Island, USA. Auf der Regattastrecke Bermuda-Newport trafen zum ersten Mal die fünf typengleichen Segelschulschiffe zusammen, die Blohm & Voß in Hamburg gebaut hatte, nämlich die Dreimastbark „Towarischtsch“ (Ex-Gorch-Fock I) aus der Sowjetunion, der U. S. Coast Guard Cutter „Eagle“ (Ex-Horst-Wessel), die portugiesische „Sagres“ (Ex-Albert-Leo-Schlageter), die „Mircea“ aus Rumänien und schließlich unsere „Gorch Fock II“, die 20 Jahre später als ihre Schwestern, nämlich 1958, gebaut wurde. Dem Start vor den Bermudas wurde deshalb von unserer Besatzung mit besonderer Spannung entgegengesehen, weil *bei so viel Typengleichheit in dieser Regatta mehr noch als sonst das bessere seemännische und seglerische Können den Ausschlag geben muß.*

Die Wetterlage wurde bestimmt durch das „Bermuda-Hoch“, dessen Kern am 20. Juni nordöstlich der Inselgruppe lag und sich langsam nordwärts verlagerte. Der direkte Kurs nach Newport war nach Nordwesten gerichtet, würde also dicht am Westrand des Hochkerns entlangführen, so daß bestenfalls mit mäßigem Wind um Südost zu rechnen war. Das ist für eine Bark wenig günstig, weil der dritte Mast, als Besan nicht rahsondern gaffelgetakelt, bei einem direkten „Vor-dem-Wind-Kurs“ nicht genügend zum Tragen kommt. Ein Vollschiff, d. h. alle Masten rahgetakelt, kann in einer solchen Situation schneller als eine Bark sein.



Abb. 2 „Gorch Fock“ stürmt mit 12 Knoten Fahrt dem Ziel entgegen. (Blick vom Klüverbaum auf Vorsegel und Vortopp. Windmesser Spitze Vortopp 45 Meter hoch.)

Vollschiffkonkurrenz gab es genug, von der schon genannten „Dar Pomorza“ über die „Danmark“ und die norwegische „Christian Radich“ bis zur „Libertad“ aus Argentinien, die bei einer Länge von über 100 Metern 2650 m² Segelfläche zu bieten hatte. (Gorch Fock: 81,3 m lang, 1964 m² Segelfläche).

Da etwa auf halbem Wege zwischen den Bermudas und Newport der Golfstrom zu überqueren war, spielte bei den Überlegungen für den günstigsten Kurs auch die augenblickliche und die zu erwartende *genaue Lage des Golfstroms* eine Rolle, vor allem die Intensität und Entwicklung der Strommäander sowie die Lage und Drift bereits vorhandener oder zu erwartender „eddies“, d. h. Abschnürungen von Wasserkörpern aus Mäanderschleifen vor allem südlich des Stromes. Diese Unterlagen wurden aus neuesten Satellitenaufnahmen gewonnen, die von Kollegen der amerikanischen Marinewetterwarte auf Bermuda freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden.

Aus der aktuellen Wetterlage, der mittelfristigen Wettervorhersage, den ozeanographischen Erkenntnissen und aus taktischen Überlegungen (alle Segel sollen tragen) wurde als *günstigster Kurs Nordnordwest gewählt, unter bewußter Inkaufnahme des Risikos, so dicht am Hochkern in eine Flautesituation geraten zu können.*

Nach einem guten Start bei Südost Beaufort 4 waren wir nach einem Tag so weit vor dem Hauptfeld, daß kein weiterer Rahsegler mehr in Sichtweite war. Die meisten unserer Konkurrenten steuerten wie erwartet einen westlicheren Kurs, um dem Hochkern aus dem Wege zu gehen.

Wir blieben fast auf der Orthodrome, wobei wir der Hochkernisobare bedenklich nahekamen und am 22. 6. nur noch Windstärke 2—3 antrafen. Aus den Positionsmeldungen war zu erkennen, daß die „Christian Radich“, die uns in etwa 12 Seemeilen Abstand gefolgt war, nun auch nach Nordwesten steuerte, um von dem Hochkern wegzukommen.

Wir taten das nicht, weil über Kanada langsam südostwärts vordringende Kaltluft erwarten ließ, daß der Hochkern nach Süden abgedrängt und sich an dessen Nordseite ein Südwestwindfeld entwickeln würde. Dadurch war für den in nördlichster Position stehenden Segler zuerst mit einer merklichen Windzunahme aus einer günstigen Richtung zu rechnen; so jedenfalls war die Einschätzung der Entwicklung an Bord „Gorch Fock“.

Am 4. Tag der Regatta wich der Hochkern nach Südwesten zurück und wanderte dabei direkt über die „Gorch Fock“ hinweg. Es war windstill, die See wirkte bleiern-glasig, die Hitze

im Schiff stieg auf 35° C. Hoffentlich verlagert sich der Hochkern wie erwartet weiter! Falls er das nicht tut, haben wir zu riskant manövriert. — Es ist schon entnervend, bei totaler Flaute den ganzen Tag in einer leichten Dünung herumzudümpeln und bei gelegentlich etwas Fahrt achteraus von den eigenen Bierflaschen überholt zu werden, die am Vorabend versehentlich über Bord fielen, und zu wissen, daß die Konkurrenten noch etwas Fahrt machen können!

Doch es klappte — mit Einbruch der Dunkelheit setzte Westsüdwestwind ein, und ganz allmählich nahm die Gorch Fock wieder Fahrt auf. Die 4—8 Wache berichtete am nächsten Morgen stolz, sie habe einen Schnitt von 2,6 Knoten herausgeholt — unter anderen Verhältnissen würde man eine solche Schleichfahrt schamhaft verschweigen, nach der Flautendümpelerei hörte sich das allerdings schon gut an.

Es kam aber noch besser, denn der Wind nahm im Laufe des 24. Juni stetig weiter zu, so daß wir mit Backstagsbrise 10 Knoten liefen. An diesem Tag gerieten unsere Konkurrenten in die Flaute des Hochkerns, dem sie auf westlicherem Kurs hatten entgehen wollen, und der sie von Nordosten her nun doch ereilte.

Während die „Gorch Fock“ zügig weiter in Richtung Newport segelte, blieb das Hauptfeld der Rahsegler in der Flaute liegen. Auf den Regatta-Abschnitten Plymouth—Tenerife und Tenerife—Bermuda, an denen die „Gorch Fock“ aus Termingründen nicht hatte teilnehmen können, waren ebenfalls Flautensituationen aufgetreten, durch die die Zeitplanung der gesamten „Operation Sail“ schon erheblich ins Wanken geraten war.

Angesichts der Lage am Abend des 24. Juni und der Tatsache, daß zu den 200-Jahrfeiern in den USA umfangreiche Programme in einer Reihe von Häfen von Boston bis Baltimore pünktlich abzuwickeln waren, entschloß sich die Regatta-Leitung, das Rennen „due to lack of wind“ abzubrechen. Uns traf diese Ankündigung wie eine kalte Dusche — gerade jetzt abbrechen, wo wir den besten Segelwind des ganzen bisherigen Seetörns zu fassen hatten und bei Windstärke 6 mit 12 Knoten Fahrt auf das Ziel zusteuern! — Aus der Sicht der festliegenden übrigen Rahsegler sah die Sache natürlich anders aus. Deshalb entschloß sich der Kommandant der „Gorch Fock“, auf seinen bereits über Funk angekündigten Protest gegen den Abbruch der Regatta zu verzichten.

Aus den Positionen zur Abbruchzeit ergab sich folgende Plazierung: 1. „Gorch Fock“, 2. „Dar Pomorza“, 3. „Christian Radich“, 4. „Libertad“, 5. „Towarischtsch“ usw.

Hierin spiegelt sich deutlich die Tatsache wider, daß bei einer Vor-dem-Wind-Strecke mit überwiegend schwachen bis mäßigen Winden die Vollschiffe den Barken überlegen sind. Die Bark „Towarischtsch“, die sich im Gegensatz zur „Gorch Fock“ nicht von dem Feld löste und den scheinbar sicheren Kurs mit den übrigen segelte, konnte so — hinter drei Vollschiffen — nur auf Platz fünf gelangen.

Es sei noch nachgetragen, daß bei der offiziellen Preisverteilung die „Towarischtsch“ auf Platz vier vorrückte, weil die „Libertad“ disqualifiziert wurde. Das argentinische Vollschiff hatte beim Start vor den Bermudas die Kollision mit dem spanischen 4-Masttoppsegelschoner „Juan Sebastian de Elcano“ verschuldet, bei der der Spanier die Vorsegel verlor und einen Bruch des Fockmastes davontrug — wohl das am meisten von Bildreportern aus aller Welt ausgeschlachtete „schrecklich-schöne“ Ereignis der Operation Sail 76!

H. U. GROENING,
Flensburg — Mürwik

Wichtige Neuerscheinungen

ANTHES, R. A.; PANOFKY, H. A.; CAHIR, J. J.; RANGO, A.
The Atmosphere.

Columbus/OH: Charles E. Merrill Publ. Comp.; A. Bell and Howell Comp. 1975. XI, 339 S.

DONN, W. L.

Meteorology. 4th ed.
New York u. a.: McGraw-Hill (1975). X, 518 S.

YOSHINO, M. M.

Climate in a small area. An introduction to local meteorology.
Tokyo: University of Tokyo Press 1975. XVI, 549 S.

MONTEITH, J. L. (Ed.)

Vegetation and the atmosphere. Vol. 1 Principles; Vol. 2 Case studies.
London u. a.: Academic Press. Vol. 1 (1975). XX, 278 S.; Vol. 2 (1976). XIX, 439 S.

POGOSJAN, Ch. P.; TURKETTI, S. L.
Wolken, Wind und Wetter.

Zürich, Frankfurt/M.: Verl. Harri Deutsch (1975). 338 S. (Übers. aus d. Russ.)

United States Committee for the Global Atmospheric Research Program; National Research Council

Understanding climatic change. A program for action.
Washington D. C.: National Academy of Sciences 1975. XV, 239 S.

WARD, R. C.

Principles of hydrology. 2nd ed.
London u. a.: McGraw-Hill (1975). XVI, 368 S.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J.

Atmosphere, weather and climate. 3rd ed.
London: Methuen 1976. 432 S., 20 S. Bildtaf.

DUTTON, J. A.

The ceaseless wind. An introduction to the theory of atmospheric motion.
New York u. a.: McGraw-Hill (1976). XIX, 579 S.

ESSENWANGER, O. M.

Applied statistics in atmospheric science.

Part A. Frequencies and curve fitting.

Amsterdam, Oxford, New York: Elsevier Sci. Publ. Comp. 1976. XII, 412 S. = Developments in Atmospheric Science. 4A.

GRIFFITHS, J. F.

Applied climatology. An introduction. 2. ed.
London: Oxford Univ. Pr. 1976. XIII, 136 S.

REUTER, H.

Die Wettervorhersage. Einführung in die Theorie und Praxis.
Wien, New York: Springer-Verl. 1976. XIII, 208 S., 2 Falttaf.

OTT, E.

Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO).
Berlin: Duncker u. Humblot 1976. XIII, 174 S. = Studien aus dem Institut f. Internationales Recht an der Universität Kiel. Bd. 1.

YOSHINO, M. M. (Ed.)

Local wind bora.
Tokyo: Univ. of Tokyo Press 1976. X, 289 S., 5 Faltbl.

Institute stellen sich vor

Habilitationen, Promotionen und Diplom-Hauptprüfungen im Fach Meteorologie an den Universitäten der Bundesrepublik Deutschland und West-Berlins im Jahre 1976

Habilitationen

Ernennung zum Honorarprofessor:
Dr. BUSCHNER, Werner (Uni Frankfurt)

Promotionen

BEHR, Hein Dieter (Uni Kiel)
Untersuchungen zum Jahresgang des
atmosphärischen Wärmehaushalts für
das Gebiet der Ostsee

BLUMHAGEN, Lutz (FUni Berlin)
Objektivierung und Optimierung der
Zeitschrittwahl bei Prognose-Gleichungen
am Beispiel eines äquivalent-barotropen
Modells für die Nordhemisphäre

CHAROENWONG, Sombat (Uni Bonn)
Studien zur synoptischen Klimatologie
in Thailand

ETLING, Dieter (TH Darmstadt)
Universelle Profile in der planetarischen
Grenzschicht bei Berücksichtigung
der langwelligen Strahlung

FREYTAG, Carl (Uni München)
Statistische Eigenschaften der Energie-
dissipation

KÖHNE, Reinhard (Uni Bonn)
Ein Verfahren zur numerischen Analyse
meteorologischer Felder und
seine Anwendung auf das synoptische
Stationsnetz Mitteleuropas zur Berechnung
von Massen- und Wasserdampfbilanz

KURZ, Horst (TH Darmstadt)
Turbulente Diffusion in einer Atmosphärischen
Grenzschicht mit Rossby-Zahl-Ähnlichkeit

LANGE, Hans-Joachim (FUni Berlin)
Anwendung eines baroklinen, adiabatischen
Modells der Atmosphäre zur
Untersuchung der spektralen Energetik
mit Hilfe der numerischen Filteranalyse

METZ, Werner (Uni München)
Bestimmung des Klimas eines einfachen
Zirkulationsmodells

NIESEN, Wilfried (FUni Berlin)
Numerische Experimente mit einem
neuen spektralen Modell der globalen
atmosphärischen Zirkulation

PANHANS, Walter-Georg (Uni Mainz)
Analytische und numerische Bestimmung
von atmosphärischen Zustandsparametern
und Flüssen im Bereich nahe der
Erdoberfläche

SCHMITT, R. (Uni Frankfurt)
Globale Untersuchungen des Kohlendioxid-
Konzentrationsfeldes mittels eines
neuentwickelten Meßgerätes

TAMER, Aksit (FUni Berlin)
Ein dreidimensionales, stationäres Modell
der Küstenkonvergenz und verwandter
Probleme, welche durch sprunghafte
Änderung der Bodenrauigkeit zustande
kommen

WAMSER, Christian (Uni Hamburg)
Über die Struktur der Turbulenz in der
planetarischen Grenzschicht unter
besonderer Berücksichtigung des Einflusses
unterschiedlicher Bodenrauigkeiten

Diplom-Hauptprüfungen

ANDRE, Karl (Uni Mainz)
Bestimmung des Massenabsorptionsindex
an Niederschlags- und Nebelwasserrückständen
sowie an nicht aktivierten Aerosolpartikeln
für den Spektralbereich 380—920 nm

ARCK, Jürgen (Uni Köln)
Vertikale Ausbreitung planetarer Wellen
in der Atmosphäre zwischen 20 und 100
km Höhe

BEHRENDT, Johannes (Uni Kiel)
Der Zusammenhang zwischen wahren und
geostrophischem Wind über der Ostsee
während BALTIC '75

BENESCH, Wolfgang (TH Darmstadt)
Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit
in Abhängigkeit von der Höhe für die
Bundesrepublik Deutschland

BITTNER, Margit (Uni Mainz)
Das chemische Potential zur Beschreibung
von Phasengleichgewichten und diffusiven
Tropfenbewegungen

BLASS, Joachim (Uni Mainz)
Wolkenphysikalische Bilanzgleichungen
für Luftbeimengungen speziell für
Wassertropfen

BOHLEN, Thomas (Uni Mainz)
Über die zulässigen Fehler der Nettostrahlungs-
flußdichten bei vorgegebenem Fehler
der resultierenden Strahlungsdivergenzen
und Erwärmungsraten für verschiedene
Atmosphärentypen

BREUCH, Monika (Uni Bonn)
Bestimmung der Massenflußverteilung in
tropischen Wolkenarealen anhand Radar-
beobachtungen während „GATE“

DENTLER, Frank-Ulrich (Uni Hamburg)
Niederschlagseinfluß auf Messungen des
turbulenten Windfeldes in der wassernahen
atmosphärischen Grenzschicht

DEYHLE, Chr. (Uni Karlsruhe)
Vergleich meteorologischer Daten von
Karlsruhe und Breisach

DITTMER, Klaus (Uni Hamburg)
Windprofile bei niedrigen Windgeschwindigkeiten
über See

EGGERS, Klaus-Achim (TUni Hannover)
Berechnungen zum Tagesgang der
Oberflächentemperatur des Tschadsees

EISSING, Rudolf (Uni Hamburg)
Streuung und Dämpfung elektromagnetischer
Wellen an Niederschlägen im cm/mm-
Wellenlängenbereich

EITENMÜLLER, Barbara (TH Darmstadt)
Das zeitliche Verhalten einer Grenzschicht-
inversion unter konvektiven Bedingungen

ERDOGMUS, Fevzi (Uni Bonn)
Karrelationsanalyse und Jahresgang der
Niederschläge in der Türkei

FUCHS, Dietwald (TUni Hannover)
Tagesgänge des Windprofils in Hannover-
Herrenhausen in Abhängigkeit von
Stabilität und Wetterlage im Jahreslauf

GARVE, Cord-Jürgen, (TUni Hannover)
Temperatur- und Feuchteprofile eines
Buchenaltbestandes im Solling

HANS, Detlef (FUni Berlin)
Die Entwicklung der konvektiv bestimmten
planetarischen Grenzschicht, gesehen aus
vertikalen Temperatur- und Feuchtesondierungen

HELBIG, Martin (Uni Bonn)
Korrelations- und Spektrumanalyse von
Niederschlags- und Abflußreihen aus
Afrika und Reduktion der Niederschlags-
daten durch Gebietsmittlung

- HEUSER, Manfred (Uni Bonn)
Die Zwischenschichtung der Passatschicht über dem Nordatlantik anhand der „Meteor“-Daten 1969
- HUSTER, Herbert (Uni Bonn)
Stromfunktionendarstellung des Jahresgangs atmosphärischer Transporte auf der Nordhalbkugel
- JANATA, Wilfried (FUni Berlin)
Probleme und Methoden der Temperaturmessung in der Meteorologie bei Verwendung von Widerstandsthermometern
- KÄSTNER, Willy (Uni München)
Theoretische Arbeiten zur Frontogenese und Frontbewegung
- KEULER, P. (Uni Karlsruhe)
Leistungsegelflug und Wetterlage, insbesondere Aerologie
- KORT, Ingrid (TUni Hannover)
Die städtische Wärmeinsel, Überblick über Untersuchungen und Modellentwicklungen zu ihrer Entstehung
- KUHLBARSCH, Thomas-Michael (FUni Berlin)
Die Änderung der mittleren monatlichen Temperaturverteilung auf der Nordhemisphäre (vom Dezennium 1951-1960 zum Dezennium 1961-1970)
- KUHNKE, Falko (TUni Braunschweig)
Leuchtende Nachtwolken als Indikator für Wellenerscheinungen in der Mesopause
- KUMITZ, Christel (FUni Berlin)
Rotation von Cumuluswolken um eine horizontale Achse
- LANGHOLZ, Herbert (Uni Bonn)
Der Niederschlagsabfluß in der freien Atmosphäre
- LIEBING, Heinrich (Uni Kiel)
Grundlagen zur objektiven Ermittlung eines Bodenluftdruckfeldes für ein begrenztes Gebiet (Ostsee)
- MAUDER, F. (Uni Frankfurt)
Das Klimamodell von M. J. Budyko
- MAYER, I. (Uni Karlsruhe)
Leewellen hinter Gebirgen, Modelle und Berechnungen
- MEIXNER, F. (Uni Frankfurt)
Aufbau und Test einer elektronischen Mikrowaage für Messungen in kontrollierbarer Atmosphäre
- MEYER, D. (Uni Frankfurt)
Die Konstruktion einer Vakuum-Diffusionskammer, ihre Wirkungsweise und Anwendungen zur Konzentrationsbestimmung von Eiskeimen
- PAETZOLD, Klaus (TUni Hannover)
Vertikale Temperatur- und Feuchteprofile in Hannover-Herrenhausen
- PATERAKIS, Efstratios (Uni München)
Berücksichtigung von kleinräumiger Orographie in der numerischen Vorhersage durch Korrektur des Anfangsfeldes unter Anwendung eines Variationsverfahrens
- POHLER, Hermann (TUni Hannover)
Temperatur und Niederschlag in Hannover und Umgebung, untersucht an den Stationen Langenhagen, Herrenhausen und Ruthe bei verschiedenen Großwetterlagen
- SCHNATZ, Gottfried (Uni Mainz)
Bestimmung des Massenabsorptionsindex atmosphärischer Aerosolpartikel aus 2 Radiusgrößenklassen für den Spektralbereich 380—920 nm
- SCHRODIN, Reinhold (Uni Mainz)
Ein verbessertes Modell zur Berechnung der Wachstumsgeschwindigkeit von Wolken- und Nebeltröpfchen unter Berücksichtigung der Ionendiffusion und Wärmeleitung im Tropfeninnern
- SCHULER, A. (Uni Karlsruhe)
Tagesgänge des Windprofil-Exponenten für verschiedene Sektoren der Windrichtung aus Messungen beim Kernforschungszentrum Karlsruhe
- SCHWEITZER, Gerhard (Uni München)
Das beheizte Psychrometer
- SPRUNG, Irene (FUni Berlin)
Numerische Experimente zur LORENZschen Approximation der verfügbaren potentiellen Energie
- SULFLOW, Karl-Heinz (Uni Bonn)
Ein numerisches Modell zur Untersuchung konvektiver Abwinde
- SUSSENGUTH, G. (Uni Frankfurt)
Weiterentwicklung und Anwendung eines Meßverfahrens zur Bestimmung von Ammoniak und Ammonium in der Atmosphäre unter Reinfluftbedingungen
- VOLKMER, Peter (TUni Braunschweig)
Änderung von interplanetaren Tangentialdiskontinuitäten durch Wechselwirkung mit schnellen magnetoakustischen Stoßwellen
- WITTE, Norbert (Uni München)
Modelluntersuchungen zum Wärmehaushalt der Loisach im Einzugsbereich des Pegels Eschenlohe
- ZANKL, Heinz (Uni Mainz)
Bestimmung der anthropogenen Produktion von CO und H₂ mittels Feldmessungen im Raum Mainz und München

Die Glosse

Der Schwarze Peter

In der Zeitschrift „IMPULS“ der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik vom Dezember 1976 findet man auf Seite 2 die folgende Nachricht: „ho. Neckarwestheim — Die Kontrollgeräte schlugen aus, die Ein- und Ausgänge wurden automatisch verriegelt. Alarm im Kernkraftwerk. Der Anlaß: Ein Mitarbeiter war zuvor geröntgt worden.“

Die Geschichte, halb dramatisch, halb amüsan, zeigt, wie rigoros im Umgang mit der Kernenergie die Sicherheitsvorschriften sind. Und wie unerbittlich empfindsamste Geräte ihre Einhaltung überwachen.

Hier schlugen sie aus, als ein Maschinenschlosser, der am Turbogenerator arbeitete, seinen Dienst aufnehmen wollte. Nachdem er eindeutig als Auslöser ausgemacht war, brachte man ihn zur radiometrischen Kontrolle. Bereits bei einem Abstand von zehn Metern vollführten die Zeiger auf den Moni-

toren wilde Tänze, genauere Messungen zeigten Oberflächenstrahlung an Kopf und Rumpf.

Des Rätsels Lösung: *Der Schlosser hatte Stunden zuvor für eine Szintigraphie, eine Art Röntgenaufnahme des Gehirns, eine Spritze mit der radioaktiven Substanz Technetium-99m erhalten.* Minimal und ungefährlich — aber stark genug, um das empfindsame Alarmsystem des Kernkraftwerks zu aktivieren. *Der Mitarbeiter mußte für diesen Tag beurlaubt werden.*

Soweit die Meldung. Als der Mitarbeiter seinen Dienst wieder aufnahm, schlugen die Geräte nicht mehr aus. Wahrscheinlich war die Aktivität abgeklungen. Wäre das nicht der Fall, dann wäre das Corpus delicti ausgeschieden worden. Wohin? **Ins Abwasser und in die Atmosphäre. Der Schwarze Peter ist weiter gereicht.** Und damit sind wir wieder beim Thema des Heftes.

Ankündigung

Summer-School Alpbach 1977

Satellite Meteorology

The Summer-School will be held at Alpbach, Austria, from August 3—12, 1977.

The theme of the school will be satellite meteorology and lectures will deal with the following topics:

- requirements on satellite data from meteorology
- satellite systems and instrumentation
- data interpretation
- special investigations (ice, snow)
- image interpretation
- future and economical aspects

There will be lectures in the morning and practical workshops in the afternoon. Evening lectures and film presentations will be scheduled. An excursion is planned on Saturday August 6. Detailed programmes will be distributed in April 1977. All lectures and workshops will be given in English.

It is intended to issue written summaries of each lecture to all participants at the beginning of the school.

The number of participants will be limited to fifty.

Administrative Arrangements

Applications:

Application forms are available from: Herrn Dr. P. Meischner

DFVLR-Programm Vorbereitung

Linder Höhe

5000 Köln 90, Tel. 601-29 90

Applicants are requested to complete the forms and send it together with a recommendation to the above mentioned address.

Due date is April 15, 1977

Accommodation:

Lecturers and participants will be accommodated at the Hotel Böglerhof (next to the Congress-house) in Alpbach, Tyrol. A block reservation is already made. Room with bath and full-board amounts to approx. AS 420.— per person and day, taxes and service included. As the number of single rooms is limited, some of the participants will have to share a double room.

Participation fee:

Participants will be required to pay a fee of AS 500.—.

Families:

Participants are free to bring family members.

Anschriften der Autoren:

Dipl.-Phys. R. Haubelt

Bundesgesundheitsamt, Abt. für Strahlenhygiene
Ingolstädter Landstraße
8042 Neuherberg

Dr. Wolfgang Kiesewetter

Deutscher Wetterdienst, Zentralamt
Frankfurter Straße 135
6050 Offenbach am Main

Dr. I. Winkelmann

Bundesgesundheitsamt, Abt. für Strahlenhygiene
Ingolstädter Landstraße
8042 Neuherberg

Themen der Jahrgänge 1 bis 6 (1971—1976)

Institute stellen sich vor

Hochschul Institute

Die Berliner Meteorologischen Institute	4'73
Meteor. Inst. Universität Bonn	1/2'71
Univ. Inst. f. Meteorologie u. Geophysik Frankfurt	2'72
Lehrstuhl f. Bioklimatologie Uni Göttingen	3'76
Meteor. Inst. Universität Hamburg	3'72
Inst. f. Radiometeorologie u. Maritime Meteorologie der Universität Hamburg	1'73
Meteor. Inst. Universität Karlsruhe	1'72
Institut für Meteorologie Universität Mainz	3'75

Max-Planck-Institute

M.-P.-Institut für Chemie Mainz, Abt. Chemie der Atmosphäre und Physikalische Chemie der Isotope	2'75
---	------

Deutscher Wetterdienst

Agrarmeteorologische Forschungsstelle Braunschweig	2'73
Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg	2'75

Blick nach Draußen

Agustsson, H. Ein Jahr als Beobachter in der Subarktis	3'73
Bopp, W. Der Wetterdienst in Ostafrika	1'72
Burghardt, H. J. 2 Jahre in den Anden von Peru	1'76
Čadež, M. Das Zentrum für Atmosphärische Wissenschaften in Belgrad	3'72
Dronia, H. Einige Wochen in der Sahara und in Kamerun	3'74
Höschele, K. Meteorologie in Brasilien	2'74
Kopp, W. Der Wetterdienst in Tunesien	1/2'71
Lorenz, D. Reise nach Baku	3'74
Lorenz, D. Reise nach Moskau und Leningrad	4'74
Sebastian, H. Operative Entwicklungshilfe im Rahmen der Vereinten Nationen	3'76
Seemann, J. Reise nach Israel	2'73
Süssenberger, E. Europäisches Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersage	1'74

Zum Berufsbild des Meteorologen und Wetterberaters

Buschner, W. und Wippermann, F. Meteorologie als Beruf, Bedarf und Angebot	1'75
Cappel, A. Der Fernsehmeteorologe	3'73
Christ, H. W. Operateur in der meteorologischen Datenverarbeitung	1'72
Hoffmann, M. Rückblick auf meine Tätigkeiten im Ausland	1'76
Hölcke, Th. Gutachter vor Gericht	2'73
Leese, H. Meteorologe bei der Bundeswehr	1'75
Sebastian, H. Tätigkeit in der Entwicklungshilfe	1'74
Seifert, G. Die Arbeit in der Bordwetterwarte	1/2'71
Walch, D. Meteorologen als Lehrer beim Geophysikalischen Beratungsdienst der Bundeswehr	2'75
Weickmann, L. Der Meteorologe in der internationalen Arbeit	1'76
Weise, R. Agrarmeteorologe im Weinbau	4'72
Wippermann, F. Der erfolgreiche Forscher	3'74