

## **Werk**

**Jahr:** 1970

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 Z NAT 2148:36

**Digitalisiert:** Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

**Werk Id:** PPN101433392X\_0036

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0036](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0036)

**LOG Id:** LOG\_0156

**LOG Titel:** Natürliche Radioaktivität der Luft in Abhängigkeit von der Temperaturschichtung und der Windgeschwindigkeit

**LOG Typ:** article

## **Übergeordnetes Werk**

**Werk Id:** PPN101433392X

**PURL:** <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

## **Terms and Conditions**

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain there Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

## **Contact**

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen  
Germany  
Email: [gdz@sub.uni-goettingen.de](mailto:gdz@sub.uni-goettingen.de)

# **Natürliche Radioaktivität der Luft in Abhängigkeit von der Temperaturschichtung und der Windgeschwindigkeit**

## **Dependence of Natural Radioactivity of the Air on Thermal Stratification and Wind Velocity**

Von K. TRIPPLER, Hannover<sup>1)</sup>

Eingegangen am 2. April 1970

**Zusammenfassung:** Auf einem industriefernen Gelände wurde das Verhalten der natürlichen radioaktiven Substanzen der Luft in Abhängigkeit von den Temperaturen und Windgeschwindigkeiten in Höhen zwischen 0—15 m bestimmt. Übersichtsdarstellungen der Messungen für eine Zeit von 2 Monaten zeigen, daß Radioaktivität und Windgeschwindigkeit negativ korreliert sind. Aus den mittleren Tagesgängen der Radioaktivität für normal geschichtete und stabile Atmosphäre wird ein Aktivitätsverhältnis von 1:10 abgelesen. Gemittelte Aktivitätshöhenprofile für verschiedene Tageszeiten bei stabiler Atmosphäre ergeben einen Aufschluß über den Tagesgang der atmosphärischen Turbulenz.

**Summary:** Measurements of natural radioactivity in the air, temperatures and wind velocities between 0 and 15 meters height were taken in the countryside far away from any industry. Survey figures for measurements covering a two-month period point to a negative correlation of radioactivity and wind velocity. From the graphic representations of the mean diurnal variations of radioactivity such as applying to a normal and a stable atmosphere a ratio of activity of 1:10 can be determined. Mean altitude profiles of radioactivity for different times of day such as occurring in a stable atmosphere give an idea of the time variance of the atmospheric turbulence.

Auf einem industriefernen Gelände in Börßum, 30 km südlich von Braunschweig gelegen, wurden vom August bis zum Oktober 1967 an einem Gittermast von 15 m Höhe in 6 Niveaus die Konzentration der radioaktiven Substanzen und die Lufttemperatur gemessen. Mit einem Windwegschreiber wurde die Windgeschwindigkeit in 2 m Höhe registriert.

Ohne ein Anreicherungsverfahren kann die Konzentration der radioaktiven Substanzen in der Atmosphäre nur sehr ungenau gemessen werden, da sie zu gering ist [HEYER 1963].

---

<sup>1)</sup> Dr. Klaus TRIPPLER, Dipl.-Phys., Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover.

Nach BAUST [1967] lagern sich die radioaktiven Folgeprodukte der aus dem Erdboden diffundierenden Radonisotope schnell an Aerosolteilchen an. Damit ist es möglich, aus 3 m<sup>3</sup> Luft die Aerosolteilchen auf einem Faserfilter (Abscheidegrad etwa 80%) mit Hilfe eines Gebläses aufzusammeln. Anschließend wird dieser im allgemeinen unsichtbare Staubfleck unter ein Geiger-Müller-Endfensterzählrohr gelegt. Die vom Zählrohr beobachteten  $\beta$ -Zerfälle des Isotopengemisches von Pb-214, Bi-214, Pb-212, Bi-212 und Tl-208 (Anteile von langlebigen  $\beta$ -aktiven Substanzen konnten auf einer Abklingkurve nicht festgestellt werden) werden nach einer achtfachen Impulsuntersetzung (relative Einheiten) auf einen druckenden Zähler gegeben. Eine Schaltautomatik stellte nach jeweils 10 Minuten eine neue Luftansaughöhe ein und sorgte für den Transport des bestaubten Filterstückes unter das Zählrohr.

Die Lufttemperaturdifferenzen wurden in den verschiedenen Höhen mit Aspirations-Widerstandsthermometern, die an Meßbrücken angeschlossen waren, gemessen. Die Brückenverstellung wurde mit Hilfe eines Mehrpunktkompensationsdruckers analog registriert.

### **Graphische Darstellung der Tagesvariationen der Temperaturschichtung und der Konzentration der natürlichen radioaktiven Substanzen in der Atmosphäre**

Eine Übersicht des Meßmaterials für die gesamte Meßzeit ist in den Abbildungen 1 bis 4 (s. S. 690 bis 691) gegeben. Aus den Legenden ist die Abgrenzung der Charaktergrößen zu entnehmen. Zum Verständnis dieser Darstellungen muß noch folgendes gesagt werden:

1. Die Temperatur- und Aktivitätscharakterwerte sind aus den Messungen in 3 m Höhe über dem Erdboden abgeleitet worden, um diese Daten mit der Windgeschwindigkeit, in 2 m Höhe gemessen, vergleichen zu können.
2. Die Temperaturcharakterwerte wurden aus den analogen Aufzeichnungen der Temperaturdifferenzen geschätzt; sie sind ein Maß für das Temperaturgefälle in der Atmosphäre.

Mit Hilfe dieser Charakterwerte soll das Verhalten der Atmosphäre an vier herausgegriffenen Beispielen erläutert werden:

In der Nacht vom 7. zum 8. September 1967 stellt sich nach zweistündiger adiabatischer Schichtung eine kräftige Temperaturinversion ein, die jedoch nur bis 24 Uhr anhält. Danach bleibt die Atmosphäre bis 6 Uhr schwach stabil. Erst gegen 9 Uhr setzt sich ein stärkerer Turbulenzgrad durch.

Die Windgeschwindigkeiten waren am 7. 9. nicht sehr groß. Sie gehen in der Nacht auf den Wert Null zurück, um erst in den Morgenstunden des 8. 9. wieder größer zu werden. Die Aktivität steigt am 7. 9. gegen 19 Uhr stark an und erreicht vor Mitternacht ihr Maximum. Obgleich in den ersten Stunden des folgenden Tages die Stabilität der Atmosphäre nachläßt, bleibt die Konzentration der radioaktiven Substanzen

unverändert hoch. Erst der auffrischende Wind sorgt für eine Verteilung des radioaktiven Staubes. Zwei Stunden nachdem der Wind stärker wurde, ist die Konzentration der Aktivität auf den Charakterwert Null abgesunken.

Betrachtet man die Temperaturcharakterwerte der Nacht vom 17. 8. zum 18. 8. 1967, so findet man eine ausgeprägte Inversion. Obgleich die Windgeschwindigkeit in der Nacht von  $v > 4$  m/s auf Werte zwischen  $0,5 < v \leq 1,0$  fällt, wurde keine Konzentrationszunahme der radioaktiven Stoffe gemessen. Diese geringe Windgeschwindigkeit genügt, um den Aufbau hoher Aktivitätskonzentrationen zu verhindern.

Im Gegensatz dazu wird die Nacht vom 24. zum 25. August herausgegriffen. Der Zustand der Atmosphäre ähnelt dem vorhergehenden Beispiel. Nur sinkt in diesem Zeitintervall die Windgeschwindigkeit unter 0,5 m/s und die Konzentration der  $\beta$ -Aktivität steigt auf den größtmöglichen Charakterwert an.

Als letztes Beispiel sei der 8. und 9. August 1967 genannt. Am 8. 8. ist es sehr windig. Am Abend wird es windstill. Die Aktivität baut sich erwartungsgemäß bei einer Inversion auf. Die Stabilität der Atmosphäre läßt zwar am 9. 8. nach und der Wind nimmt zu, jedoch bleibt die Aktivität den ganzen Tag über recht hoch. Dieses Verhalten ist an Hand der drei gemessenen Parameter in einer Meßhöhe von 15 m nicht zu deuten.

Erst die Beurteilung der Atmosphäre aus den Temperaturprofilen der Flugwetterwarte in Hannover-Langenhagen (Ballonaufstiege) weist auf eine Erklärung.

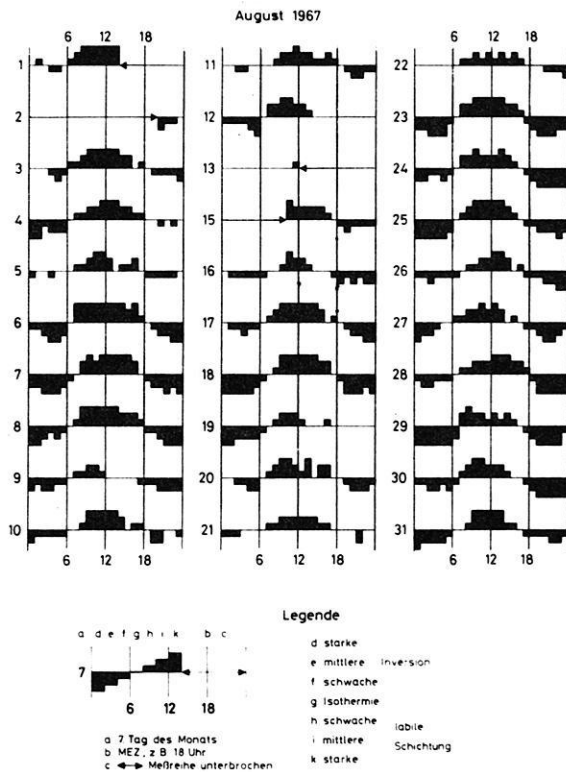
In den Nächten vom 17. zum 18. 8., 24. zum 25. 8. und 8. zum 9. 8. 1967 hatte sich eine starke Bodeninversion ausgebildet, die ungefähr 300 m hoch war. An den folgenden Tagen des 18. 8. und 25. 8. 1967 hatte sich die Inversion aufgelöst. Der Himmel zeigte eine leichte Schönwetterbewölkung.

Anders war das Wetter am 9. 8. 1967. An diesem Tage hatte sich nach dem Temperaturhöhenprofil die Bodeninversion aufgelöst, in 500 m jedoch begann eine Temperaturinversion, die sich über eine Dicke von 200 m erstreckte. Bei vollkommener Bewölkung regnete es.

Durch diese Inversion ist wahrscheinlich der Transport der Aktivität über größere Höhen unterbunden. Eine relativ hohe Aktivitätskonzentration bei vorhandenem Wind ist daher in Bodennähe denkbar.

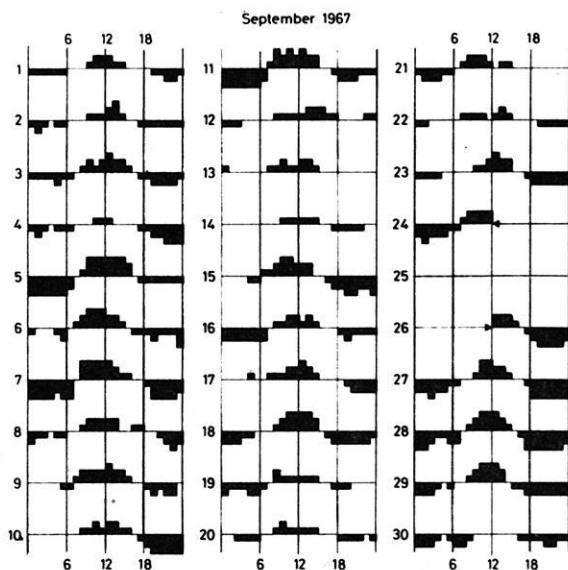
Die negative Korrelation von Windgeschwindigkeit und Konzentration der natürlichen radioaktiven Substanzen ist auch in den beiden Abbildungen 5 und 6 (s. S. 692 bis 693) deutlich zu sehen. In dem oberen Teil der Darstellung ist die Windgeschwindigkeit positiv nach unten aufgetragen, darunter sind Zeitreihen der Aktivitäten in den als Parameter angegebenen 6 Meßhöhen aufgetragen.

In diesen beiden Abbildungen sind mehr oder weniger starke Tagesgänge der Aktivität zu beobachten, die entgegengesetzt zu den Windgeschwindigkeiten verlaufen. Selbst kurzfristige Schwankungen der Windgeschwindigkeit finden ihr Gegenstück in



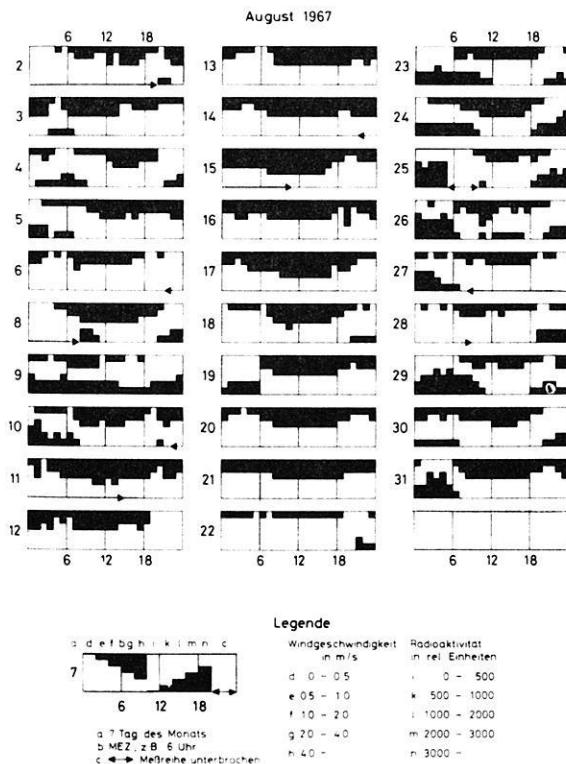
**Abb. 1: Graphische Charakterisierung der Tagesvariationen der Temperaturschichtung in der Atmosphäre.**

Graphical representation of the diurnal variations of thermal stratification in the atmosphere.



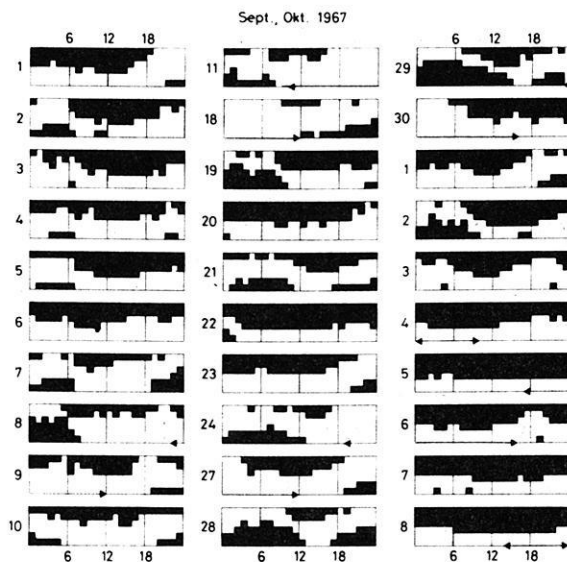
**Abb. 2: Graphische Charakterisierung der Tagesvariationen der Temperaturschichtung in der Atmosphäre.**

Graphical representation of the diurnal variations of thermal stratification in the atmosphere.



**Abb. 3: Graphische Charakterisierung der Tagesvariationen von Windgeschwindigkeit und Konzentration der natürlichen radioaktiven Substanzen in der Atmosphäre.**

Graphical representation of the diurnal variations of wind velocity as of the concentration of natural radioactive substances in the atmosphere.



**Abb. 4: Graphische Charakterisierung der Tagesvariationen von Windgeschwindigkeit und Konzentration der natürlichen radioaktiven Substanzen in der Atmosphäre.**

Graphical representation of the diurnal variations of wind velocity as well as of the concentration of natural radioactive substances in the atmosphere.

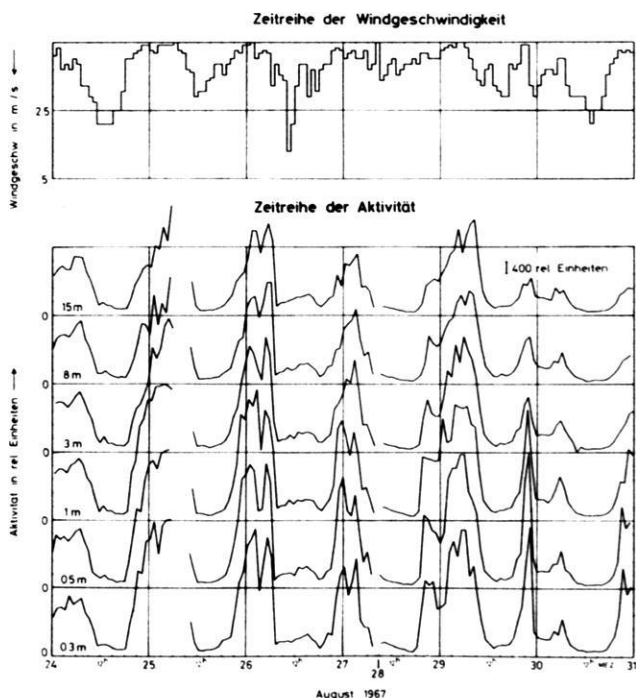


Abb. 5: Zeitreihe der Windgeschwindigkeit und der natürlichen Radioaktivität der Luft.

Time series of wind velocity and of natural radioactivity.

den Aktivitätsmessungen. Besonders interessant ist die Spitze am 29. 8. 1967 gegen 20 Uhr. Zu dieser Zeit nimmt die Windgeschwindigkeit von 1 m/s auf 0,1 m/s ab. Sofort baut sich ein Aktivitätsmaximum auf. Gegen 22 Uhr nimmt die Windstärke auf 2 m/s zu, sogleich wird auch die Aktivitätsspitze abgebaut. Beachtenswert ist das Kleinerwerden dieser Spitze mit zunehmender Höhe. In den Morgenstunden derselben Nacht flaut der Wind unter 1 m/s ab. Ein Nebenmaximum baut sich nochmals auf; es ist bei weitem nicht so kräftig wie das vorhergehende.

Aus diesen Beispielen — weitere lassen sich in den Abbildungen finden — erkennt man, daß eine Aktivitätsüberhöhung von zehn- bis zwanzigfachem Tageswert in der Nacht nur dann eintreten kann, wenn die Windgeschwindigkeit unter 0,5 m/s absinkt. Ist die Windgeschwindigkeit in der Nacht größer als 1 m/s, so läßt sich kaum ein Tagesgang feststellen.

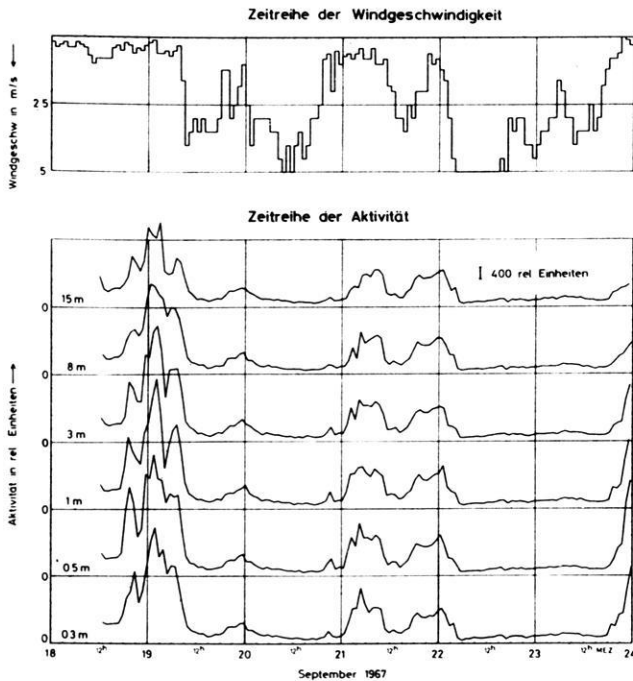


Abb. 6: Zeitreihe der Windgeschwindigkeit und der natürlichen Radioaktivität der Luft.

Time series of wind velocity and of natural radioactivity.

### Mittlerer Tagesgang und Höhenprofile der $\beta$ -Aktivität

Nach der Übersichtsdarstellung des Meßmaterials in den Abbildungen 1 bis 4 wurden die Aktivitätsdaten für Nächte mit starken Inversionen und für solche mit normalgeschichteter Atmosphäre herausortiert. Das Ergebnis sind die mittleren Tagesgänge für diese beiden Wetterlagen der  $\beta$ -Aktivität in 0,3 m und 15 m Höhe (Abb. 7) und die gemittelten Höhenprofile für stabile Wetterlagen (Abb. 8).

Das turbulente Verhalten der Atmosphäre wird durch das vertikale Konzentrationsgefälle der  $\beta$ -Aktivität wiedergegeben (Abb. 7). In der Nacht bei geringem Austausch steigt die Konzentration des aktiven Materials in der Nähe der Radonquelle stärker an als in größeren Höhen. Wächst die Turbulenz zur Zeit des Sonnenaufganges, so werden die Substanzen über größere Höhen verteilt, was gleichbedeutend mit einer Konzentrationsverringern in Bodennähe ist. Gegen 9 Uhr findet man bei einem relativ hohen Aktivitätswert eine Gleichverteilung des aktiven Materials über den Höhenbereich von 15 m. Gegen 17 Uhr wird die Atmosphäre wieder stabiler,



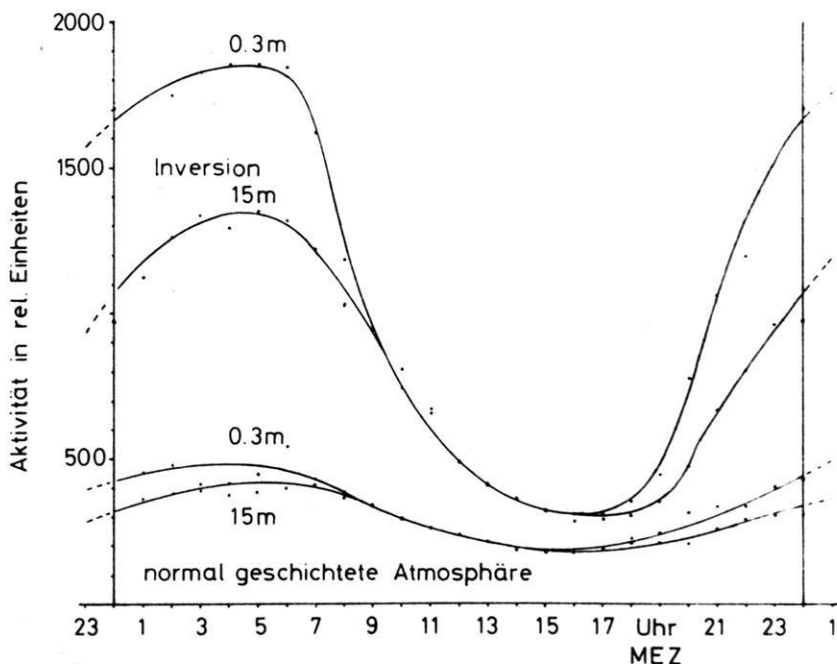


Abb. 7: Gemittelter Tagesgang der natürlichen Aktivität der Luft für eine normal geschichtete und eine stabile Atmosphäre.

Mean diurnal variation of the natural radioactivity of the air for a normal and a stable atmosphere.

Die gleiche Tendenz sieht man in dem Tagesgang der Aktivitäten bei normalgeschichteter Atmosphäre, jedoch sind die Maximalwerte weitaus geringer als bei Inversionslagen.

Die Aktivitätsprofile (Abb. 8) verdeutlichen nochmals das Verhalten der Atmosphäre. In dieser Abbildung ist die Tageszeit der Parameter.

Betrachten wir den linken Teil der Darstellung, so kann man den Stau der aus dem Boden kommenden Edelgase in der sich beruhigenden Atmosphäre dadurch erkennen, daß die Konzentration der  $\beta$ -aktiven Substanzen stark zunimmt. Um 3 Uhr in der Nacht wird das ausgeprägteste Aktivitätshöhenprofil gemessen. Das Aktivitätsmaximum in etwa 1 m Höhe ist durch das gestörte Gleichgewicht der Radonisotope zu seinen Folgeprodukten zu erklären. Ferner kommt hinzu, daß der Erdboden eine Senke für den mit radioaktiven Substanzen beladenen Staub darstellt.

Die rechte Seite verdeutlicht in den Aktivitätshöhenprofilen das morgendliche Anwachsen der Turbulenz.

JACOBI und ANDRÉ [1963] haben die Gleichungen der Scheindiffusion für radioaktive Substanzen in der Atmosphäre numerisch unter Vorgabe variabler Profile des

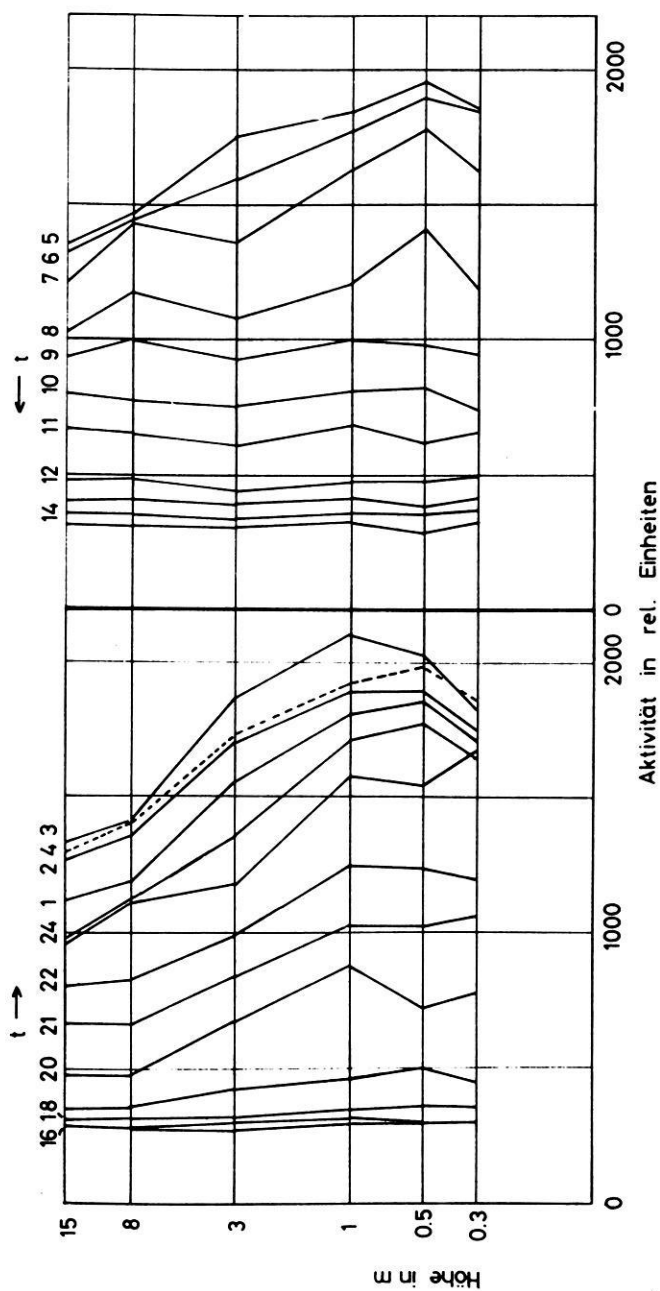


Abb. 8: Gemittelte Höhenprofile der natürlichen Radioaktivität der Luft für stabile Wetterlagen. Der Parameter ist die Tageszeit.  
 Mean altitude profiles of the natural radioactivity of the air for a stable atmosphere. The pertaining parameter is the time.

Scheindiffusionskoeffizienten für stationäre Fälle gelöst. Das Ergebnis sind Modellhöhenprofile radioaktiver Substanzen in der Atmosphäre. Ein Vergleich des gemessenen Aktivitätshöhenprofils von 3 Uhr nachts mit den Modellkurven ergibt einen Wert für den Scheindiffusionskoeffizienten in 1 m Höhe, der etwas kleiner als  $10 \text{ cm}^2/\text{s}$  ist.

Da die Aktivitätshöhenprofile für Tageszeiten nicht struktuiert sind (man müßte über größere Höhen messen), kann kein Vergleich mit den Modellrechnungen von JACOBI und ANDRÉ erfolgen, da sich den örtlich beobachteten Daten großräumige Störungen [TRIPPLER 1966] überlagern.

### Literatur

- BAUST, E.: Die Anlagerung von radioaktiven Atomen und Ionen an Aerosolteilchen. Z. Phys. 199, 187—206, 1967.
- HEYE, D.: Entwicklung einer transportablen Apparatur zur Messung der  $\beta$ -Aktivität der Luft und erste Messungen. Techn. Univ. Braunschweig, Inst. Geophys. Meteorol., Diplomarbeit 1963
- JACOBI, und K. ANDRÉ: The vertical distribution of Radon-222, Radon-220 and their decay products in the atmosphere. J. Geophys. Res. 68, 3799—3814, 1963
- TRIPPLER, K.: Bericht über Untersuchungen zur  $\beta$ -Aktivität der bodennahen Atmosphäre. Z. Geophys. 32, 102—112, 1966