

## **DIE WEGE DES RADONS DURCH DEN ORGANISMUS IN DER GASTEINER BÄDERTHERAPIE**

ANTON SCHOBER, HERBERT TEMPFER, HERBERT LETTNER UND WERNER HOFMANN

### **1 Einleitung**

Seit vielen Jahrzehnten wird in Bad Gastein und Bad Hofgastein Radon zur Behandlung von verschiedenen Erkrankungen erfolgreich eingesetzt. Die Hauptindikationen sind rheumatische Erkrankungen (im besonderen Spondylitis ankylosans, auch Morbus Bechterew genannt), Sklerodermie und Psoriasis, schlecht heilende Wunden und Geschwüre, endokrine und vegetative Regulationsstörungen und auch generelle Altersbeschwerden.

Seit 2001 ist der Erfolg in der Schmerztherapie durch eine randomisierte Doppelblindstudie eindeutig belegt (MA et al. ; 1996).

Das natürlich vorkommende Radon wird auf zwei Arten für die Therapie verwendet:

(i) in radonhaltigen Thermalbädern werden Patienten für ca. 20 Minuten bei ca. 37°C dem Radon und seinen Zerfallsprodukten ( $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  und  $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ ) ausgesetzt, anschließend erfolgt eine 30 minütige Ruhephase. Während einer 3-wöchigen Kur erhält ein Patient ungefähr 10 Bäder.

(ii) Bei Einfahrten in den Heilstollen in Bad Gastein werden Patienten dem warmen, radonhaltigen Dampf ausgesetzt, der aus den Stollenwänden diffundiert. Der Aufenthalt im Stollen (bei 70 – 100% Luftfeuchtigkeit) dauert pro Einfahrt eine Stunde, etwa 10 Einfahrten während einer ganzen Kur.

Ein ähnliches Klima wie im Heilstollen wird im Gasteiner Dunstbad zur Kur verwendet. Die Patienten sitzen dabei in einer ca. 1m<sup>3</sup> großen Kammer, wobei der Kopf im Freien bleibt. In diese Kammer wird radonhaltiger Dunst gepumpt. Der Dunst wird über einer Thermalwasserquelle gewonnen.

$^{222}\text{Rn}$  wird mit der Atemluft eingeatmet und über die Schleimhäute bzw. über die Lunge selbst in den Körper aufgenommen. Der Anteil, der direkt über die Haut aufgenommen wird, muss erst genau bestimmt werden, das ist eines der Ziele der vorliegenden Arbeit.

Obgleich die Wirksamkeit der Therapien belegt ist, bleibt der genaue physiologische Wirkungsmechanismus unbekannt.

Es wird eine Steigerung verschiedener Enzyme diskutiert (u. a. der Superoxiddismutase, SOD), eine Steigerung der Reparaturmechanismen der DNA oder eine Beeinflussung des Cytokinhaushalts durch die Radondosis.

Ziel dieser Arbeit ist die Bestimmung der Radonkonzentration in der Exhalationsluft im Verlauf einer Kuranwendung mit Radon, der Messung des Radons im Blut unmittelbar nach einer Behandlung und die Erfassung der Schwankungen dieser Werte einerseits von Person zu Person, andererseits von Anwendung zu Anwendung bei einer Person.

## **2 Material, Methoden und Ergebnisse**

### **2.1 Radon in Wasser und Luft**

Die Radonkonzentration in Thermalwasser und Radondunst wurden laufend gemessen, um etwaige jahres- oder tageszeitliche Schwankungen feststellen zu können. Dafür wurde eine 20 l fassende Ionisationskammer verwendet. Mit diesem Gerät können sowohl Wasserproben gemessen werden, als auch Luftproben, die mit einer Pumpe gesammelt werden und in luft- und radondichten Aluminiumsäcken transportiert werden. Das Messprinzip ist, dass beim Zerfall von Radon die umgebende Luft ionisiert wird. Diese Ionisation kann in einem Spannungsfeld als sehr geringer Strom gemessen werden (im pA- Bereich).

45 Messungen ergaben relativ konstante Radonaktivitäten im Thermalwasser, unabhängig von Tages- oder Jahreszeit,  $980 \pm 92$  Bq/l. Während eines Bades nimmt die Aktivität lediglich um wenige Prozent (<5%) ab.

Die Aktivitäten im Dunstbad hingegen zeigten erhebliche Schwankungen, zwischen 30 und 200 Bq/l. Diese Schwankungen sind eine Bestätigung früherer Untersuchungen (POHL & POHL-RUELIN; 1977) und vermutlich abhängig vom Luftdruck.

### **2.2 Radontransfer von Wasser und Dunst in die Exhalationsluft**

Um den Verlauf der Radonkonzentration in der Ausatemluft während und nach einer Radonanwendung darstellen zu können, wurde jeweils eine Testperson dem Thermalwasser, bzw. dem Radondampf ausgesetzt. 6 Minuten vor dem Bad beginnend wurde alle 3 Minuten eine Atemluftprobe in einem luftdichten, ca. 1,5 l fassenden Aluminiumsack genommen. Um sicherzustellen, dass nur Radon gemessen wird, das über die Haut aufgenommen wurde, wurden die Testpersonen bei allen Messungen mit Frischluft von Außerhalb bzw. über eine Pressluftflasche versorgt. Die Proben wurden in einer Lucaszelle und einem Pylon AB5 Messgerät, einem Szintillationszähler, gemessen (HOFMANN et al. ; 1999 GRUNEWALD et al.; 1999)

Ähnliche Ergebnisse wurden in früheren Arbeiten für andere Testpersonen erzielt.

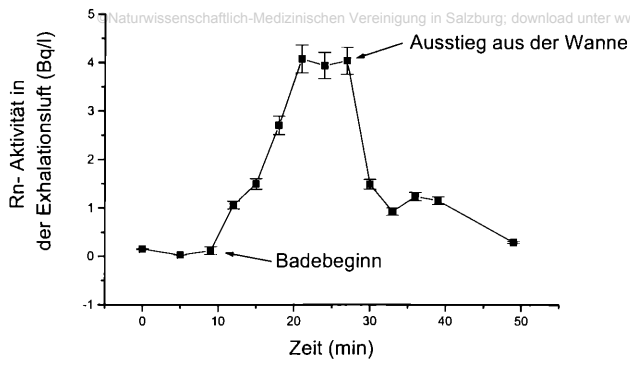


Abb. 1: Verlauf der Radonkonzentration vor, während und nach einem Wannenbad mit einer Rn – Aktivität von 830 Bq/l

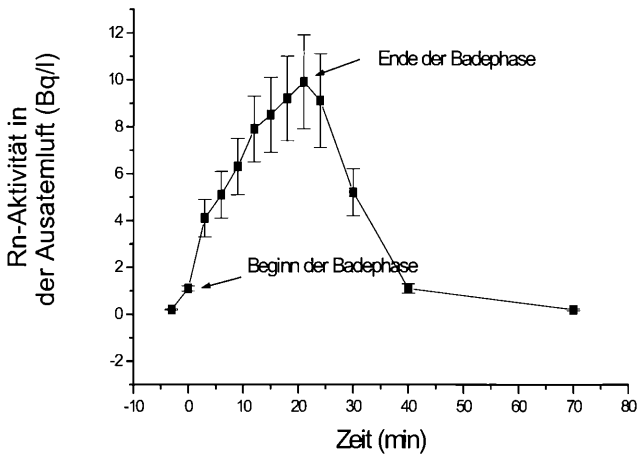


Abb. 2: Verlauf der Radonkonzentration vor, während und nach einem Radon-Dunstab mit einer Rn – Aktivität von 35 Bq/l

## 2.3 Inter- und intrapersonelle Variabilität

Um die individuellen Schwankungen darstellen zu können, die sich von Testperson zu Testperson ergeben, wurden jeweils 5 Personen dem Thermalwasser bzw. dem Dunst exponiert und die Radonkonzentration in der Exhalationsluft beim Ausstieg wie in Abschnitt 2.2. beschrieben gemessen (Abbildung 3).

Die Rolle der „Tagesverfassung“ einer Einzelperson wurde untersucht, indem eine Testperson (männlich, Alter 27 Jahre) 20 mal an verschiedenen Tagen dem Radonwasser und dem Dunst exponiert wurde (Abbildung 4).

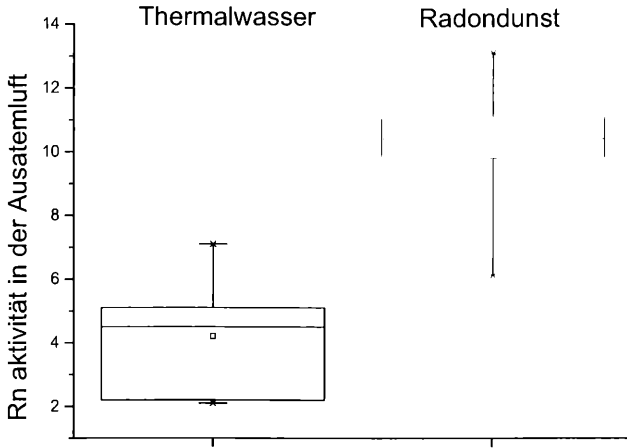


Abb. 3: Vergleich der Schwankung der Radonexhalation in beiden Kureinrichtungen

## 2.4 Radon im Blut

Um den Radontransfer vom Umgebungsmedium (Wasser bzw. Dunst) über die Haut ins Blut bestimmen zu können, wurde einer Gruppe von Testpersonen jeweils unmittelbar nach der Exposition eine Probe von 30 ml venösem Blut abgenommen und in einem Citratpuffer gelöst. Die Rn Aktivität wurde danach in der Ionisationskammer gemessen.

Die Rn Aktivitäten im Blut von 3 Testpersonen (1Mann, 2 Frauen) waren nach einem Thermalbad 6,5; 7,8; 5,9 Bq/l (die Rn Aktivitäten im Wasser betragen 855 Bq/l, 970 Bq/l, 630 Bq/l).

2 männlichen Testpersonen wurde jeweils nach Dunstbädern Blut abgenommen (bei einer Rn Aktivität von 45 Bq/l), die Radonaktivitäten im Blut betragen 8,4 und 10,3 Bq/l.

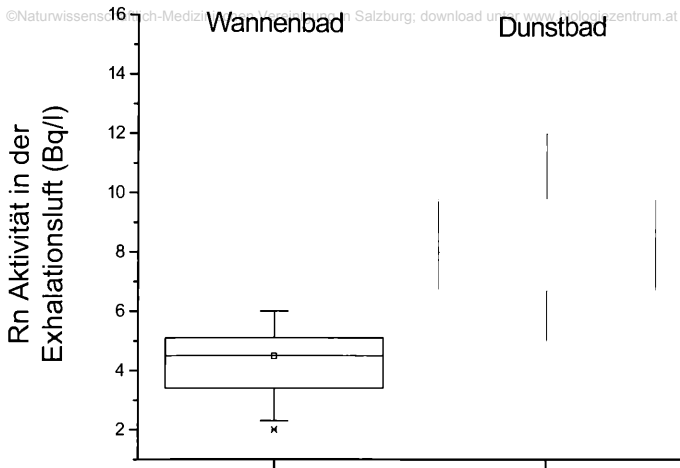


Abb. 4: Vergleich der Schwankungsbreite der Radonexhalation bei einer einzelnen Testperson (n=20)

### 3 Diskussion

Diese Arbeit beabsichtigt nicht, die zellulären Mechanismen der Radontherapie zu klären. Dennoch ist die Abklärung des Radontransfers unerlässlich, um nach möglichen Wirkungsmechanismen suchen zu können.

Die Arbeit zeigt, dass die bisher wenig beachtete Aufnahme von Radon durch die Haut eine durchaus große Rolle zu spielen scheint.

Die Tatsache, dass Radon offenbar im Dunst besser durch die Haut aufgenommen wird, ist durch die größere Beweglichkeit des Radons zu erklären.

Wodurch die bemerkenswerten Schwankungen zwischen einzelnen Testpersonen und die Tagesschwankungen bei ein und der selben Person zu erklären sind, ist noch genauer zu untersuchen. In Frage kommen Parameter wie der Zustand der Haut im Bezug auf Fettigkeit (Radon ist lipophil), die Dicke des Unterhautfettgewebes, das Oberflächen- Volumenverhältnis der Testpersonen, die Weite der peripheren Kapillaren usw.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Wege untersucht, auf denen das radioaktive Edelgas Radon bei den verschiedenen Therapieanwendungen in Gastein durch den Körper der Patienten transportiert wird. Besonderes Augenmerk lag auf dem Radon, das durch die Haut aufgenommen wird.

Radonmessungen im Thermalwasser ergaben sehr konstante Aktivitäten von  $980 \pm 92$  Bq/l, die Aktivitäten im Dunst des Heilstollens und des Gasteiner Dunstbades schwankten zwischen 30 und 200 Bq/l.

Die Messung des durch die Haut aufgenommenen Radons, das über die Lungen ausgeatmet wird, ergab Aktivitäten zum Zeitpunkt des Ausstiegs aus der Wanne von ca. 4 Bq/l, im Dunstbad von ca. 11 Bq/l beim Verlassen der Kabine. Die Schwankungen sowohl von Person zu Person als auch von Messung zu Messung bei ein und der selben Person erwiesen sich als durchaus bemerkenswert (ca. um den Faktor 3) Die Radonaktivität im Blut bei Ende der jeweiligen Therapieanwendung liegt bei etwa 6 Bq/l im Wannenbad, bei ca. 11 Bq/l im Dunstbad.

Es wird kein Radon über den Urin ausgeschieden.

Aufgrund des enorm hohen Messaufwandes waren nur wenige Messungen möglich. Daher können die angegebenen Werte lediglich als Richtwerte dienen. Dennoch ist durchaus eine gute Übereinstimmung mit der Literatur vorhanden.

## **5 Summary**

In the present work, the uptake of the radioactive rare gas radon in the human body during a bathing therapy in Gastein was examined. Special attention was given to the Radon taken up via skin.

Radon measurements in the thermal water showed constant values of about  $980 \pm 92$  Bq/l, activities in the thermal gallery and in the vapour bath ranged between 30 and 200 Bq/l.

Radon activities in exhaled air at the moment of leaving the bathtub were about 4 Bq/l, in the vapour bath the activities were about 11 Bq/l. The inter- and intrapersonal variability was found to be remarkably high (up to a factor 3).

The radon activities in blood at the end of exposure in both facilities were 6 Bq/l in the bathtub and 11 Bq/l in the vapour bath.

No radon was found to be excreted via kidneys and bladder.

Due to the relatively high measuring effort, only a relatively small number of experiments could be conducted. Therefore all the results must be considered only as describing a tendency. Yet the correspondence with data found in literature is very good.

Das vorliegende Projekt wurde vom Forschungsinstitut Gastein-Tauernregion im Rahmen der Forschungsprojekte FPK 109 und 110 finanziell unterstützt.

## 7 Literatur

- GRUNEWALD W. A., H. V. PHILIPSBORN AND G. JUST (1999): Radon und Gesundheit / Radon and Health, Lang, Frankfurt 93-101
- HOFMANN W., H. LETTNER, R. WINKLER AND W. FOISSNER (1999): Radon und Gesundheit / Radon and Health, Lang, Frankfurt 83-91
- MA J., YONEHARA H., IKEBUCHI M., AOYAMA T. (1996): Effect of radon exposure in superoxide dismutase (SOD) activity in rats. J Radiat Res (Tokyo) Mar; 37(1):12-9; Departement of Experimental Radiology, Shiga University of Medical Science
- POHL E. AND J. POHL-RUELING (1977): Health Phys, 32 552 –555

Anschrift der Verfasser:

Universität Salzburg  
Institut für Physik und Biophysik  
Hellbrunnerstraße 34  
A-5020 Salzburg

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Schober Anton, Tempfer Herbert, Lettner Herbert, Hofmann Werner

Artikel/Article: [DIE WEGE DES RADONS DURCH DEN ORGANISMUS IN DER GASTEINER BÄDERTHERAPIE. 161-167](#)