

# Der Luftschwefelwasserstoff in den Badehäusern des Heilbades Baden bei Wien

Von

W. KOSMATH und E. JEKEL

Mit einer Figur im Text

(Eingegangen am 15. 7. 1941. Vorgelegt in der Sitzung am 9. 10. 1941)

## 1. Einleitung.

In dieser Arbeit werden die Ergebnisse der Bestimmungen des Schwefelwasserstoffgehaltes in der Luft der Baderäume der Badehäuser, der Trinkhalle und des Inhalatoriums von Baden bei Wien, die in der Zeit vom 1. August bis 15. Oktober 1940 durchgeführt worden sind, veröffentlicht. Da mit vier Sauganordnungen gearbeitet wurde, war es möglich, in dieser kurzen Zeit ein zur Ermittlung brauchbarer Mittelwerte hinreichendes Beobachtungsmaterial zu sammeln. Der Luftschwefelwasserstoff (Schwefelwasserstoff verteilt in Luft) ist in Konzentrationen über 1  $\gamma$ /Liter bereits biochemisch wirksam und in Konzentrationen über 150  $\gamma$ /Liter bei einer Aufenthaltsdauer von  $\frac{1}{2}$  bis 1 Stunde schädlich.

## 2. Methode.

Zur Bestimmung des Gehaltes der Luft an Schwefelwasserstoff wird von der Möglichkeit einer chemischen Absorption desselben durch eine kaltgesättigte Lösung von Natriumhydrocarbonat in Kohlensäureatmosphäre Gebrauch gemacht. Die Reaktion verläuft bei kleinen  $H_2S$ -Mengen nach der Gleichung:



Da dieser Vorgang als ein reversibler Prozeß gilt, war es notwendig, sich von dem richtigen Verlauf der chemischen Reaktion d. h. von der tatsächlichen vollständigen Bindung des Schwefelwasserstoffes durch die Bicarbonatlösung unter den vorliegenden Untersuchungsbedingungen zu vergewissern. Zu diesem Zwecke wurden mehrere Vorversuche an Ort und Stelle unter Verwendung der unten beschriebenen und in Skizze gezeigten Apparatur vorgenommen. Bei diesen Vorversuchen wurde mit zwei in Serie geschalteten Waschflaschen gearbeitet. Nach Durchleiten von

10 Liter schwefelwasserstoffhaltiger Luft wurde der Inhalt beider Waschflaschen auf Schwefelwasserstoff geprüft. Während in der Waschflasche, wo die durchgesaugte Luft zuerst eintritt, Schwefelwasserstoff maßanalytisch bestimmt werden konnte, enthielt die zweite Waschflasche Schwefelwasserstoff auch nicht in Spuren. Die gleichen Ergebnisse wurden auch bei einer Reihe entsprechender Laboratoriumsversuche erhalten.

Dadurch ist erwiesen, daß unter den vorliegenden experimentellen Bedingungen der Luftschwefelwasserstoff, wenn die Natriumhydrocarbonatlösung noch freies Kohlendioxyd enthält, von ihr vollständig gebunden wird und dann maßanalytisch durch Titration mit Jodlösung bestimmt werden kann. Gearbeitet wurde mit einer  $n/100$ -Jodlösung unter Verwendung von Stärke als Indikator. Die Titration erfolgt mit einer Mikrobürette.

Es war nötig, eine für die vorliegenden Zwecke geeignete leicht transportable Vorrichtung zu schaffen, die es ermöglicht, größere Luftmengen zu verarbeiten, da mit kleinen  $H_2S$ -Konzentrationen gerechnet werden mußte.

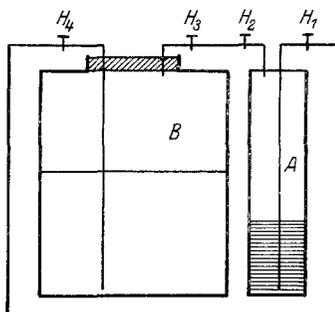
Nach einer Reihe von Versuchen hat sich die nebenstehende schematisch wiedergegebene Apparatur bewährt.

Sie gestattet 10 Liter Luft oder ein Vielfaches davon in kurzer Zeit mit der Bicarbonatlösung in Berührung zu bringen und das darin

enthaltene  $H_2S$  vollständig zu absorbieren.

Die Waschflasche, die ähnlich der nach FOLIN konstruiert ist — nur hat sie noch einen zweiten Glockenaufsatz, um eine bessere Verteilung der Luftblasen in der Absorptionsflüssigkeit zu ermöglichen — dient zugleich als Titriergefäß.

Man füllt die Maßflasche B mit Wasser voll, gibt in die Waschflasche 100  $cm^3$  der kalt gesättigten  $NaHCO_3$ -Lösung nebst 2  $cm^3$  Salzsäure nach CLERGET und läßt durch Öffnen der entsprechenden Hähne  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  und  $H_4$  das Wasser ausfließen. Dadurch erfolgt das Ansaugen der Luft und das in ihr enthaltene  $H_2S$  gelangt in die Waschflasche A, worin die Absorption vor sich geht. Nach Beendigung der Luftprobenentnahme von 10 Liter nimmt man die geschlossene Waschflasche aus der Apparatur heraus, lüftet langsam den Schriffansatz, spült diesen



mit wenig destilliertem Wasser durch, spritzt die Glocke auch von außen ab und titriert sofort den ganzen Inhalt der Waschflasche nach Zugabe von etwas Stärkelösung mit einer  $n/100$ -Jodlösung bis zur bleibenden Blaufärbung. Von den verbrauchten Kubikzentimetern der Jodlösung sind die in einem Blindversuch sich ergebenden Kubikzentimeter abzuziehen. Die Titration ist in einem Arbeitsraum durchgeführt worden, in dessen Luft  $H_2S$  nicht nachgewiesen werden konnte.

Die benützte Apparatur ist leicht transportabel und ermöglicht auch eine Luftentnahme in verschiedenen Höhen; dazu hat man nur an die Waschflasche eine entsprechende Glasrohrverlängerung anzubringen.

Aus dem bekannten Volumen der zur Messung angesaugten Luftmenge und den bei der Titration verbrauchten Kubikzentimetern der  $n/100$  Jodlösung sind die jeweiligen Luft-Schwefelwasserstoffkonzentrationen, ausgedrückt in  $\gamma$ /Liter, zu berechnen, da  $1\text{ cm}^3$   $n/100$  Jodlösung  $170\ \gamma$  Schwefelwasserstoff entsprechen.

### 3. Experimenteller Teil.

#### *A) Der Luftschwefelwasserstoff in den Einzelbädern (Kabinenbädern) in Baden bei Wien während des Badens.*

Bei den „gewöhnlichen Bädern“ werden die Badewannen (Volumen der Badewannen: 800—1000 Liter) mit Thermalwasser nicht sprudelnd von unten in 5 Minuten gefüllt. Die Kabinen im „Herzoghof“ sind einander kongruent, ebenso die Kabinen im Badehotel „Johannesbad“. Den Kabinen wurden an verschiedenen Tagen zu verschiedenen Tagesstunden mehrmals aufeinanderfolgend je 3 Luftproben entnommen: Die erste Luftprobe jeder Meßserie wurde nach vorangegangener gründlicher Lüftung der Kabine bei geschlossener Kabinentür und geschlossenem Kabinenfenster über dem Ruhebett vor Beginn der Wannenfüllung abgesaugt. Bis zur Beendigung der dritten Luftprobeentnahme blieben Tür und Fenster der Kabine geschlossen. Die zweite Luftprobe der Meßserie wurde nach Beendigung der Wannenfüllung  $10\text{ cm}$  über der Wasseroberfläche des Badewassers abgesaugt. Die Saugdauer betrug bei jeder Luftprobenentnahme 6 Minuten. So liefert dieses Verfahren nicht den augenblicklichen Luft- $H_2S$ -Gehalt, sondern nur den Durchschnittswert über die Saugzeit. Dieser Wert wird dem Mittelpunkt der Saugdauer zugeordnet, die Konzentration der 2. Luftprobe einer Meßserie dem Zeitpunkt  $5$  Minuten nach Beendigung der Wannenfüllung

und die Konzentration der 3. Luftprobe einer Meßserie, die an derselben Stelle ungefähr 20 Minuten später ebenfalls 10 cm über der Oberfläche des Badewassers entnommen wurde, dem Zeitpunkt 20 Minuten nach Beendigung der Wannenfällung.

Will man aus diesen Werten den Mittelwert unmittelbar nach Beendigung der Wannenfällung erhalten, so gelingt dies durch Extrapolation geometrisch aus den Schaubildern, in denen man den mittleren zeitlichen Verlauf des Luft-H<sub>2</sub>S in den Kabinenbädern darstellt. Diese extrapolierten Werte sind ge-

Tabelle 1.

Name des Bades	Luftschwefelwasserstoff in $\gamma$ /Liter			Dosis in $\gamma$ /l. Stunden für 40 Min.	Mittlere Luft-H <sub>2</sub> S. Konzentration in $\gamma$ /Liter	Zahl der Meßserien	
		vor	nach				später
<i>Herzoghof</i> gewöhnl. Bad, Fällung von unten	Mittel	3	6 (6)	6	4'0	6	10
	Maxim.	4	9	9			
	Minim.	2	3	3			
	Schwankung	2'0	3'0	3'0			
<i>Herzoghof</i> gewöhnl. Bad, Fällung sprudelnd von oben	Mittel	3	13 (15)	10	7'4	11	10
	Maxim.	5	18	18			
	Minim.	2	10	7			
	Schwankung	2'5	1'8	2'5			
<i>Herzoghof</i> Strombad Fällung von unten	Mittel	3	9 (8)	12	6'8	10	10
	Maxim.	5	16	20			
	Minim.	2	4	7			
	Schwankung	2'5	4'0	2'8			
Johannesbad gewöhnl. Bad, Fällung von unten	Mittel	10	20 (20)	20	10'7	16	10
	Maxim.	15	31	31			
	Minim.	6	14	10			
	Schwankung	2'5	2'2	3'1			
Johannesbad Strombad Fällung von unten	Mittel	7	25 (16)	47	23'3	35	10
	Maxim.	9	42	77			
	Minim.	3	15	24			
	Schwankung	3'0	2'8	3'2			

klammert in der Spalte „nach“ der Tabelle 1 eingetragen, worin die Ergebnisse der Luft-H<sub>2</sub>S-Messungen in den Einzelbädern von Baden bei Wien zusammengestellt sind.

Bei den „*Strombädern*“ strömt das Thermalwasser nach der Füllung der Badewanne während der ganzen Dauer des Bades dieser ständig zu und durch den Abfluß wieder ab. Zu- und Abfluß sind so reguliert, daß die Höhe des Wasserspiegels in der Badewanne erhalten bleibt.

Um festzustellen, daß sowohl die mittlere Luft-H<sub>2</sub>S-Konzentration als auch der zeitliche Verlauf derselben während eines „gewöhnlichen Bades“ in den Kabinen von der Füllungsart der Badewanne, ob diese von oben sprudelnd oder nicht sprudelnd von unten gefüllt wird, abhängt, ist in einer Kabine des „Herzoghofes“ die Wannenföüllung sprudelnd von oben vorübergehend für diesen Zweck eingerichtet worden. Im „Johannesbad“ war es technisch leider nicht möglich, diese Füllungsart von oben zu improvisieren.

Die Luft-H<sub>2</sub>S-Konzentrationen sind in der Tabelle 1 in  $\gamma$ /Liter vermerkt, und zwar in der Spalte „vor“ die Mittelwerte, sowie Extremwerte der ersten Luftproben, in der Spalte „nach“ diese der zweiten Luftproben und in der Spalte „später“ dieselben der dritten Luftproben der Meßserien. Unter „Schwankung“ ist das Verhältnis des Maximums zum Minimum zu verstehen. Zur balneologischen Kennzeichnung der einzelnen Bäder hinsichtlich des Luft-H<sub>2</sub>S werden weiters die beiden Größen „Luftschwefelwasserstoffdosis  $D$ “ und „Mittlere Luftschwefelwasserstoffkonzentration  $Km$ “ verwendet. Die Größe  $D$  wird durch die

Gleichung (1)  $D = \int_0^T K dt$  und die Größe  $Km$  durch die Gleichung

(2)  $Km = \frac{D}{T}$  erklärt. Darin ist  $T$  die Aufenthaltsdauer, bzw. Badezeit ausgedrückt in Stunden und  $K$  die Luft-H<sub>2</sub>S-Konzentration in  $\gamma$ /Liter. Hiemit wird  $D$  in  $\gamma$ /l.Stunden gemessen. In der Tabelle 1 ist  $D$  für eine Aufenthaltsdauer von 40 Minuten berechnet (Badezeit von 20 Minuten + Ruhezeit von 20 Minuten).

Beim „*gewöhnlichen Bad*“ im „*Herzoghof*“ mit der Wannenföüllung von unten steigt der Luft-H<sub>2</sub>S-Gehalt im Mittel während der Füllung der Badewannen in 5 Minuten von 3  $\gamma$ /Liter auf 6  $\gamma$ /Liter, einen Wert, der während des nachfolgenden Wasserbades von 20 Minuten erhalten bleibt.

Beim „*gewöhnlichen Bad*“ mit einer „*Wannenföüllung von oben*“

*sprudelnd*“ steigt dagegen im „Herzoghof“ die Luft-H<sub>2</sub>S-Konzentration während der Wannenfällung vom gleichen Anfangswert von 3  $\gamma$ /Liter auf 13, bzw. (15)  $\gamma$ /Liter, einem Wert, der ungefähr doppelt so groß ist, wie der Wert beim „gewöhnlichen Bad“ mit der Wannenfällung von unten 5 Minuten nach Beendigung derselben. Während des Wasserbades sinkt dann das Luft-H<sub>2</sub>S beim gewöhnlichen Bad mit der Wannenfällung von oben von 13 bzw. (15)  $\gamma$ /Liter innerhalb 20 Minuten auf 10  $\gamma$ /Liter. Dadurch ist gezeigt, daß die Fällungsart der Badewanne nicht nur den Luft-H<sub>2</sub>S-Gehalt während des Badens, sondern auch den zeitlichen Verlauf desselben ausschlaggebend beeinflusst.

Beim „*Strombad*“ in den Kabinen des „*Herzoghofes*“ steigt das Luft-H<sub>2</sub>S von 3  $\gamma$ /Liter auf 9  $\gamma$  bzw. (8)  $\gamma$ /Liter während der Wannenfällung an und dann während des Wasserbades innerhalb 20 Minuten weiter auf 12  $\gamma$ /Liter, einen Wert, der 1½ mal größer ist als der Wert unmittelbar nach Beendigung der Wannenfällung. Dieser Wert von 12  $\gamma$ /Liter ist doppelt so groß wie der „Nachwert“ beim gewöhnlichen Bad mit der Wannenfällung von unten. Vergleicht man die Werte der Dosis *D* und der mittleren Konzentrationen *K<sub>m</sub>* der eben besprochenen Bäderarten miteinander, so sieht man, daß hinsichtlich des Luft-H<sub>2</sub>S im Badehotel „Herzoghof“ das „*Strombad*“ dem „gewöhnlichen Bad mit der Wannenfällung von oben“ balneologisch äquivalent ist.

Im „*Johannesbad*“ steigt beim „*gewöhnlichen Bad*“ (Wannenfällung von unten) das Luft-H<sub>2</sub>S während der Wannenfällung in 5 Minuten von 10  $\gamma$ /Liter auf 20  $\gamma$ /Liter an und verbleibt dann während des nachfolgenden Wasserbades auf dieser Konzentration. Beim „*Strombad*“ dagegen steigt das Luft-H<sub>2</sub>S im „*Johannesbad*“ von 7  $\gamma$ /Liter auf 25 bzw. (16)  $\gamma$ /Liter bei der Wannenfällung und dann während des Wasserbades noch weiter auf 47  $\gamma$ /Liter an. Dieser Wert ist ungefähr doppelt so groß wie der „Nachwert“ beim gewöhnlichen Bad im „*Johannesbad*“ und der „Nachwert“ beim „*Strombad*“. Die Luft-H<sub>2</sub>S-Konzentrationen in den Kabinenbädern im „*Johannesbad*“ sind ungefähr 3 mal so hoch wie die entsprechenden Werte im „*Herzoghof*“.

Die Werte der „*Schwankung*“ liegen sowohl im „*Johannesbad*“ als auch im „*Herzoghof*“ zwischen 2 und 4. Diese verhältnismäßig starken zeitlichen Schwankungen sind im „*Herzoghof*“ dadurch verursacht, daß die Kabinen eines Bädertraktes durch quadratische Ausschnitte, die oben in den Seitenwänden

der Kabinen eingebaut sind, miteinander verbunden sind, so daß zwischen einer Kabine und ihren benachbarten Kabinen ein mehr oder minder reger Luftaustausch stattfinden kann, wodurch die Luft- $H_2S$ -Werte auch von den Vorgängen in den benachbarten Kabinen beeinflußt werden können.

Die ebenso starken Luft- $H_2S$ -Schwankungen in den Kabinenbädern im „Johannesbad“ sind dadurch bedingt, daß der einströmende Wasserstrahl hinsichtlich seines Gasgehaltes sehr starken Schwankungen unterworfen ist. Bei der Wannenföüllung weist das einströmende Thermalwasser in kurzen aufeinanderfolgenden Zeitstrecken des öfteren einen derart hohen Gasgehalt auf, daß der einströmende Wasserstrahl infolge der enthaltenden Gasbläschen weiß erscheint und durch das Entweichen derselben das in der Wanne aufgefangene Thermalwasser explosionsartig aufschäumt. Dies wirkt auf das Thermalwasser stark gasentbindend. Durch die Zahl und die Dauer dieser explosionsartigen Gasentweichungen wird die Luft- $H_2S$ -Konzentration bei den Kabinenbädern im „Johannesbad“ ausschlaggebend beeinflußt.

In den Einzelbädern im „Johannesbad“ und „Herzoghof“ ist bei den „gewöhnlichen Bädern mit der Wannenföüllung von unten“ die  $H_2S$ -Exhalation aus dem Badewasser während des Badens gerade hinreichend, um den  $H_2S$ -Verlust aus der Luft der Badekabine durch den Luftaustausch in den Gang und ins Freie aufzuheben. Daher bleibt das Luft- $H_2S$  während des Wasserbades in diesen Kabinen zeitlich konstant. Der Luft- $H_2S$ -Verlust durch den Luftaustausch ist um so größer, je größer die durchschnittliche Luft- $H_2S$ -Konzentration im Kabinenraum ist.

Beim „Strombad“ wird durch den Zu- und Abfluß des Thermalwassers die Wasseroberfläche des Badewassers andauernd in einer stärkeren welligen Bewegtheit gehalten. Dadurch wird die exhaliierende Oberfläche des Badewassers um ein Vielfaches gegenüber der Oberfläche beim gewöhnlichen Bad vergrößert, d. h. die Exhalation verstärkt, wodurch das Luft- $H_2S$  bei den Strombädern im „Herzoghof“ und „Johannesbad“ ansteigt.

Im „Herzoghof“ sind beim „gewöhnlichen Kabinenbad mit der Wannenföüllung von oben sprudelnd“ während des Wasserbades eine höhere Luft- $H_2S$ -Konzentration und ein Absinken derselben festgestellt. Bei dieser Föüllungsart verliert das Thermalwasser während des Einströmens in die Wanne, wobei es stark sprudelt, viel mehr  $H_2S$  als bei der Föüllung von unten nicht sprudelnd. Daher müssen auch bei dieser Föüllungsart nach

Beendigung der Wannenfällung in der Luft höhere Schwefelwasserstoffkonzentrationen vorhanden sein, und geringere  $H_2S$ -Konzentrationen im Badewasser. Infolge dieser höheren Luft- $H_2S$ -Konzentrationen ist der Luft- $H_2S$ -Verlust durch den Luftaustausch aus dem Kabinenraum größer und andererseits die  $H_2S$ -Exhalation aus dem Badewasser infolge seines geringeren  $H_2S$ -Gehaltes kleiner als beim gewöhnlichen Bad mit einer Wannenfällung von unten, die gerade dazu hinreicht, um die zeitliche Konstanz des Luft- $H_2S$  in diesem Fall während des Wasserbades aufrecht zu erhalten. Dadurch erklärt sich das Abklingen der Luft- $H_2S$ -Konzentration während des Badens bei einem gewöhnlichen Bad mit einer Wannenfällung sprudelnd von oben.

In den *Kabinenbädern* im „*Herzoghof*“ und im „*Johannesbad*“ liegen die Luft- $H_2S$ -Konzentrationen 10 cm über der Oberfläche des Badewassers während des Badens zwischen 3  $\gamma$ /Liter und 77  $\gamma$ /Liter in einem Bereich, in welchem das Luft- $H_2S$  schon bei ganz kurzer Aufenthaltsdauer biologisch wirksam ist. Dazu muß bemerkt werden, daß die Luft- $H_2S$ -Konzentrationen und -Dosen, denen ein Kurgast bei einer Badekur in diesen Bädern exponiert ist, unterhalb der unteren Grenze, bei welcher Schädigungen beginnen können, liegen.

*B) Das Luft- $H_2S$  in den Baderäumen der Pizzen von Baden bei Wien.*

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der Tabelle 2 eingetragen.

An verschiedenen Tagen wurden zu verschiedenen Tagesstunden Luftproben während des Badebetriebes an verschiedenen Stellen 10 cm über der Wasseroberfläche abgesaugt. Das Luft- $H_2S$  ist in diesen Bädern verhältnismäßig starken örtlichen und zeitlichen Schwankungen unterworfen, die durch Schwankungen der Bäderfrequenz sowie den meteorologischen Faktor „Wind“ verursacht werden. Die Luftschwefelwasserstoffkonzentrationen liegen in diesen Bädern zwischen 0,4  $\gamma$ /Liter und 43  $\gamma$ /Liter, in einem biologisch wirksamen Bereich unterhalb der unteren Grenze, bei der Schädigungen auftreten können.

*C) Das Luft- $H_2S$  in der Trinkhalle von Baden bei Wien.*

Das Mittel aus 20 Messungen in der Nähe des Trinkbrunnens beträgt 2  $\gamma$ /Liter, das Maximum 6  $\gamma$ /Liter und das Minimum 1  $\gamma$ /Liter (Tabelle 2).

Tabelle 2.

Name des Bades bzw. Raumes	Luftschwefelwasserstoff in $\gamma$ /Liter			Schwan- kung: Maxim. Minim.	Dosis in $\gamma$ /l. Stunden für 20 Minuten	Mittlere Luft- $H_2S$ - Konz. in $\gamma$ /Liter	Zahl d. Messungen
	Mittel	Maxim.	Minim.				
Mariazellerhof Herrenbad	4	9	0'4	22'0	1'3	4	20
Mariazellerhof Damenbad	4	8	1	8'0	1'3	4	20
Sauerhofbad	8	15	3	5'0	2'6	8	20
Karolinenbad	9	14	5	2'8	3'0	9	20
Johannesbad	10	13	3	4'3	3'3	10	20
Frauenbad	11	17	5	3'4	3'6	11	20
Engelbad	14	20	8	2'5	4'6	14	20
Antonbad	16	22	11	2'0	5'3	16	20
Peterbad	20	41	13	3'1	6'6	20	20
Herzogbad	33	40	20	2'0	11'0	33	20
Ferdinandbad	36	43	22	2'0	12'0	36	20
Trinkhalle	2	6	1	6'0	—	2	20
Römerquelle	4	7	1	7'0	—	4	20
Inhalatorium	115	176	48	3'7	38'0	115	20

*D) Das Luft- $H_2S$  bei der Römerquelle.*

Von der Trinkhalle führt ein längerer Gang zum Ursprung der Römerquelle. Das Quellbecken ist mit einer Glasplatte abgedeckt. Darüber ist ein Mittel von 4  $\gamma$ /Liter, ein Maximum von 7  $\gamma$ /Liter und ein Minimum von 1  $\gamma$ /Liter festgestellt worden (Tabelle 2).

*E) Das Luft- $H_2S$  im Inhalatorium von Baden bei Wien.*

An verschiedenen Tagen zu verschiedenen Tagesstunden und an verschiedenen Stellen wurden während des Betriebes in Nasenhöhe insgesamt 20 Luftproben abgesaugt. Das Mittel beträgt 115  $\gamma$ /Liter, das Maximum 176  $\gamma$ /Liter und das Minimum 48  $\gamma$ /Liter.

In diesem Raum wird die untere Grenze, bei der Schädigungen beginnen können, erreicht. Daher soll im allgemeinen die Aufenthaltsdauer in diesem Inhalatorium 20 Minuten nicht übersteigen.

#### 4. Zusammenfassung.

In dieser Arbeit werden erstmalig die Luft- $H_2S$ -Verhältnisse in den verschiedenen Baderäumen der Badehäuser, in der Trinkhalle und im Inhalatorium von Baden bei Wien zur ersten Orientierung untersucht. Die *Luft- $H_2S$ -Konzentrationen* liegen in diesen Räumen in einem *biologisch wirksamen Bereich*, jedoch bis auf das Inhalatorium überall unterhalb der unteren Grenze, bei der Schädigungen eintreten können. Im Inhalatorium wird diese untere Grenze berührt.

Diese Arbeit ist von der Wiener Akademie der Wissenschaften durch eine Subvention aus der SCHOLZ-Stiftung gefördert worden. Die Verfasser danken auch an dieser Stelle der Akademie wärmstens für diese Förderung.

#### Literaturverzeichnis.

W. KOSMATH u. O. GERKE. Das radioaktive Klima und radioaktive Milieu von Badgastein, seine bioklimatische und balneologische Bedeutung. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Abt. II a, Bd. 144, S. 339, 1935.

W. KOSMATH, V. HARTMAIR u. O. GERKE. Pflanzenphysiologische Beiträge zur Beurteilung der biologischen, bzw. balneologischen Bedeutung der Radioaktivität der Kur von Badgastein. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Abt. I, Bd. 145, S. 101, 1936.

W. KOSMATH u. V. HARTMAIR. Pflanzenphysiologische Beiträge zur Beurteilung der biologischen, bzw. balneologischen Bedeutung des Schwefelwasserstoffes im Badewasser bei einer Badekur in Baden bei Wien. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Abt. I, Bd. 146, S. 207, 1937.

W. KOSMATH. Die Radioaktivität im Luftmilieu von Badgastein, der Budapester Radiumbäder: Szent Gellert, Szent Imre und Rudas und neuartige biologische Versuche in Baden bei Wien. Comptes-rendu des Travaux du Ier Congrès International des Stations Balnéaires, Budapest 7. bis 14. Oktober 1937.

W. KOSMATH u. A. WEBER. Die Radonkonzentration im Luftmilieu der Budapester Radiumbäder Szent Gellert, Szent Imre und Rudas. Math. und naturwiss. Anzeiger der Ungar. Akad. d. Wiss. in Budapest, Bd. 57, S. 593, 1938.

W. KOSMATH. Das Luftradon in den Heilbädern Baden bei Wien. Akad. Anzeiger d. Akad. d. Wiss. in Wien, Nr. 18 und 19, 1939.

W. KOSMATH. Das Luftradon in den Badehäusern von Baden bei Wien. „Der Balneologe“, 7. Jahrgang 1940, Heft 12.

*Handbuch der Lebensmittel-Chemie.* Verlag Springer 1941, Bd. VIII/III, Untersuchung und Beurteilung des Mineralwassers Dr. R. FRESSENIUS-DICKHARTMANN.

E. MALIWA, Wirkungsweise und Indikationen der Schwefelbäder. Zeitschrift für wissenschaftliche Bäderkunde, 1927, Heft 6.

E. MALIWA. Über eine direkte Wirkung des Schwefelwasserstoffes auf die Kapillaren. Wiener klinische Wochenschrift, 1933, Nr. 22.