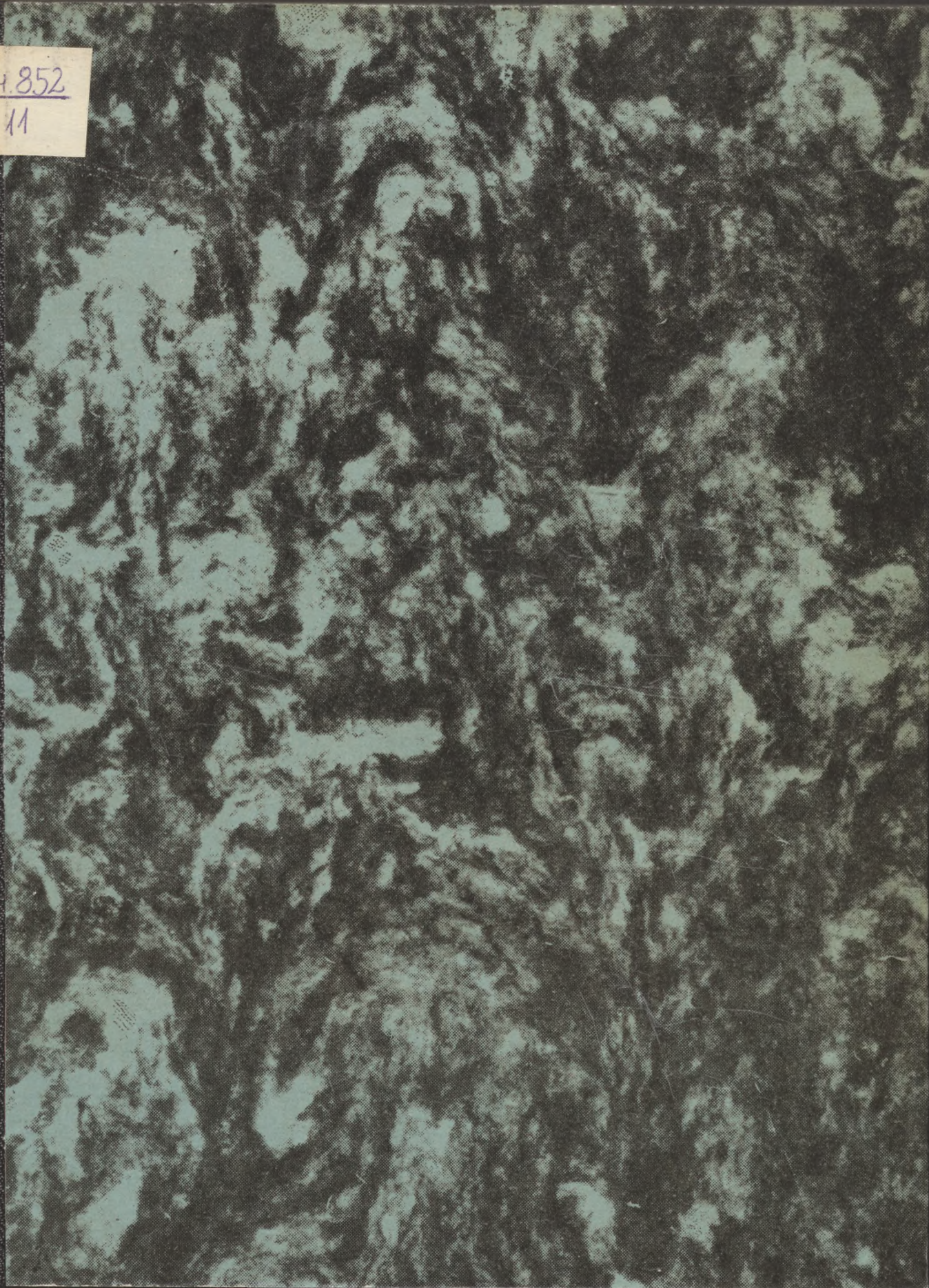
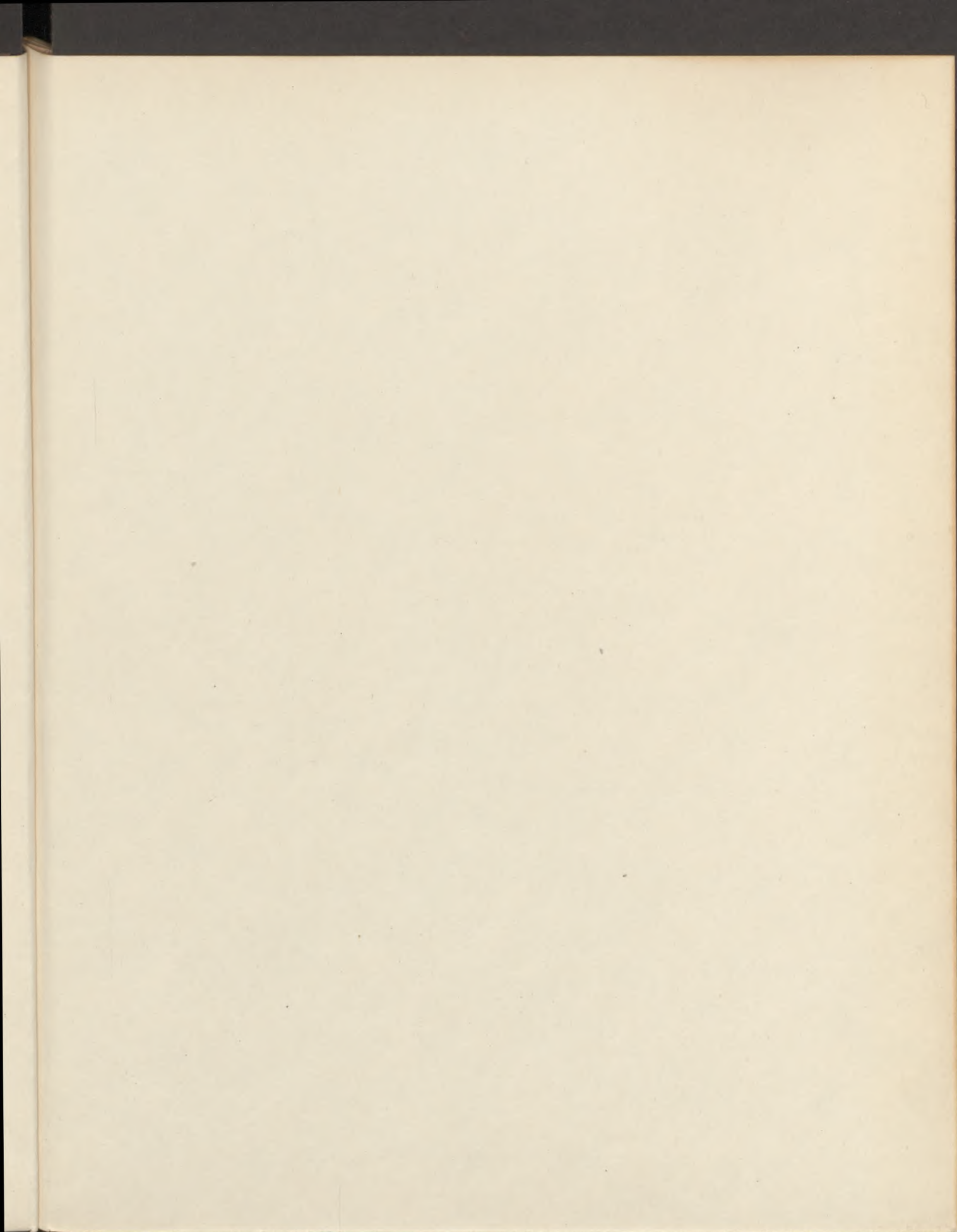


14.852

11







Untersuchungen über die biologische Wirkung der kurzwelligen Strahlung der Elemente.

Mitteilungen II.,¹⁾ III., IV. und V.

Aus dem Botanischen Institut der kgl. ung. Universität für Technische und Wirtschaftliche Wissenschaften. Sopron, Ungarn.

Von: D. Fehér.

II. Mitteilung.

Die Bestimmung der Strahlungsstärke der Elemente: Thulium (*Tu*), Scandium (*Sc*) und Ytterbium (*Yb*) und die Einordnung ihrer Strahlungswerte in das periodische System.

Die Strahlungsintensität der erwähnten drei Elemente wurde aus ihren Verbindungen Tu_2O_3 , Sc_2O_3 und $YbBr_3$ mit der üblichen reizphysiologischen Methode bestimmt. Mit Rücksicht darauf, daß wir nur über geringe Mengen verfügen konnten, so wurden sie in dünnes Papier eingewickelt, als punktförmige Strahler untersucht. Die Messung erfolgte durch zeitlich und räumlich getrennt durchgeführten Parallelbestimmungen, deren Ergebnisse in der Abbildung 1 mitgeteilt werden.

Bezüglich der Berechnung möge hier als Beispiel die Berechnung des Tu_2O_3 angeführt werden:

$$0.5 \text{ gr } Tu_2O_3, \text{ Mol. Gew. } 169 \times 2 + 16 \times 3 = 386$$

Es sind hier also rund 88% *Tu* und 12% *O* vorhanden. Die Strahlung des Hüllpapiers 0.0025 FE und des Sauerstoffes ($0.0015 \text{ FE} \times 0.12$) konnten infolge ihrer geringen mengenmäßigen Anteilnahme vernachlässigt werden.

$$x_0 = 15-16 \text{ cm} \quad 0.15^2 = 0.023 \text{ FE}, \quad 0.16^2 = 0.0256 \text{ (0.026) FE}$$

$$100 : 88 = 1.14 \times \text{für } Tu \quad 0.023 \times 1.14 = 0.0263 \text{ FE},$$

$$0.026 \times 1.14 = 0.0296 \text{ (0.030) FE.}$$

Daraus ergibt sich $0.0263 \times 2 = 0.0526 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$ und

$$0.0300 \times 2 = 0.0600 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$$

oder $526 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$ — $600 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$, woraus dann die Durchschnittswerte von $0.0563 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$, bzw. $563 \text{ FE cm}^2\text{g}^{-1}$ resultieren.

Auf dem gleichen Wege wurden aus 1 gr Sc_2O_3 bei $x_0 = 22-24 \text{ cm}$ die Intensitätswerte des *Sc* mit $0.0720-0.0870 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$, bzw. $720-870 \text{ FE}$

¹⁾ Bezüglich der I. Mitteilung siehe Jahrgang 1942 dieser Zeitschrift. Eine kurze Zusammenfassung dieser Arbeit wird in dem Anhang beigefügt. Hier wurde auch das ausführliche Schrifttum bis 1943 mitgeteilt.

m^2g^{-1} im Durchschnitt $0.0795 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$, bzw. $795 \text{ FE cm}^2\text{g}^{-1}$ ermittelt und die Strahlungsstärke des Yb aus der Verbindung Yb_3 (0.5 gr) bei $x_0 = 17-19 \text{ cm}$ mit $0.1392-0.1728 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$ oder $1392-1728 \text{ FE cm}^2\text{g}^{-1}$, bzw. im Durchschnitt mit $0.156 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$, bzw. $1560 \text{ FE cm}^2\text{g}^{-1}$ berechnet. Da der halbe Öffnungswinkel „ u^* “) kleiner als 25° ausgefallen ist, so war bei diesen Versuchen eine weitere Korrektur nicht notwendig gewesen.

Mit Rücksicht darauf, daß infolge der heute obwaltenden zeitbedingten Schwierigkeiten die Anschaffung und Untersuchung weiterer Elemente vorläufig kaum möglich sein dürfte, habe ich in den Tabellen I und II nochmals zusammenfassend die Annäherungswerte der bisher untersuchten Elemente zusammengestellt. Von den älteren Daten wurden nur die Intensitätswerte des Cr korrigiert, da diese in den Tabellen der I. Mitteilung irrtümlich aufgenommen wurden.

Desgleichen teile ich jetzt auch das vorläufig abgeschlossene Bild (Abbildung 2) der Einordnung der Strahlungswerte der bisher untersuchten Elemente in das periodische System. Da ich in diesem Belange vorläufig keine weitgehende und bindende Folgerungen abzuleiten gedenke, so möchte ich jetzt nur orientierungsweise darauf hinweisen, daß in jenen Gruppen des Systems, wo die Strahlungswerte mehr oder weniger lückenlos bestimmt und eingereiht werden konnten, der periodische Verlauf der Änderungen der Intensitätswerte deutlich wahrgenommen werden kann. Ich möchte dabei auch auf den Umstand hinweisen, daß der Strahlungswert des *Scandiums*, der letztthin ermittelt wurde, sehr gut und passend zwischen die Intensitätswerte des Ca und Ti eingereiht werden konnte. Bei den Gruppen II und III läßt sich auch beobachten, daß sich die Kulminationen im allgemeinen bei Anfang und Ende und die Depressionen ungefähr in der Mitte der einzelnen Gruppen befinden. So kulminieren die Intensitätswerte der Gruppe II mit den Strahlungswerten der Be und Ne , wobei die Depression bei dem, sich ungefähr in der Mitte der Periode befindlichen, O zum Vorschein kommt.

Innerhalb der Gruppe III befindet sich die Kulmination bei den Elementen Na , Mg und Al , am Anfang und bei dem Element Ar am Ende der Gruppe. Die tiefste Depression kann auch hier in der ungefähren Mitte bei dem Element Si festgestellt werden.

Bei der Gruppe IV finden wir die erste Kulmination etwas nach dem Anfange bei dem Element Ti und genau am Ende bei dem Element Kr , wobei die Depression der Intensitätswerte, etwas verschoben bei dem Element Fe liegt. Da die restlichen Gruppen noch lückenhaft sind, so dürfte die Verallgemeinerung der jetzt abgeleiteten Schlüsse noch nicht als hinreichend begründet erscheinen.

*) Bezüglich der Bedeutung von „ u “ siehe die Angaben der I. Mitteilung, wo die Strahlungswerte von 72 Elementen ermittelt wurden.

III. Mitteilung.

Die neuerliche Bestimmung des Strahlungswertes des Si.

Silicium wurde im Laufe der früheren Forschungen als Element bestimmt. Ihr Strahlungswert beträgt nach diesen Bestimmungen 2—4 $FE\text{ cm}^2\text{g}^{-1}$, bzw. 0'0002—0'0004 m^2g^{-1} , oder im Durchschnitt 3 $FE\text{ cm}^2\text{g}^{-1}$, bzw. 0'0003 $FE\text{ m}^2\text{g}^{-1}$.

Diese Werte wurden in der ersten Mitteilung (Tabelle I) bereits angegeben. Um sicherer vorgehen zu können, so haben wir die Strahlungsstärke dieses Elements nochmals und räumlich verschiedenartig bestimmt. In der Abbildung 3 wird auch das Resultat dieser Bestimmung dargestellt.

Wir wandten hier 100 gr Si in einer Petrischale mit 0'06 FE Eigenstrahlung an. x_0 lag in der Mitte des Umschlagbereiches von 30—32 cm, also bei 31 cm im Durchschnitt. Da $0'31^2 = 0'096$, $0'096 - 0'060 = 0'036$, $0'036 : 100 = 0'00036\text{ }FE\text{ m}^2\text{g}^{-1}$. Das Resultat stimmt daher, in Anbetracht der Fehlergrenzen der Methode sehr gut mit den früher ermittelten Werten überein.

Um die Brauchbarkeit dieser Werte weiter kontrollieren zu können, so wurde neuerlich Si auch aus seiner, am häufigsten vorkommenden, Verbindung, SiO_2 bestimmt.

Das Material wurde hierzu vom *Haereus* in der Form von chemisch reinem Quarzglas geliefert.

Die Strahlungswerte des Sauerstoffes wurden in der I. Mitteilung ebenfalls angegeben. Sie wurden seinerzeit durch gleichläufige Versuche aus den Verbindungen SiO_2 , Fe_2O_3 und MgO berechnet. Ihre Größe beträgt 12—20 $FE\text{ cm}^2\text{g}^{-1}$, bzw. 0'0012—0'0020 $FE\text{ m}^2\text{g}^{-1}$ im Durchschnitt aller Versuche 15 $FE\text{ cm}^2\text{g}^{-1}$, bzw. 0'0015 $FE\text{ m}^2\text{g}^{-1}$. Die vier Bestimmungen der Strahlungswerte des SiO_2 wurden zeitlich und räumlich getrennt durchgeführt. Ich zeige in der Abbildung 2 alle vier Versuche in vergleichender Darstellung. Die Grenze des negativen Bereiches x_0 lag bei 12, 12, 13 und 13 cm. Sie wurde mit 12—13 cm angenommen, wobei das Gewicht der angewendeten Quarzplatte 15 gr betrug. Die Berechnung ging dann, wie folgt, weiter. Mol. Gew. von SiO_2 $28 + 32 = 60$, also 53% O und 47% Si. Daher $100 : 47 = 2'1$. Der halbe Öffnungswinkel „u“ war bei allen Versuchen kleiner als 25° , womit die übliche Korrektur vernachlässigt werden konnte. Die bereits ermittelte durchschnittliche Strahlungsstärke des Sauerstoffes beträgt nach Tabelle I der I. Mitteilung 15 $FE\text{ cm}^2\text{g}^{-1}$, bzw. 0'0015 m^2g^{-1} . Es sind daher $0'0015 \times 0'53 = 0'00079$, also rund 0'0008 $FE\text{ m}^2\text{g}^{-1}$ abzuziehen.

Wenn $x_0 = 13$, so werden

$$\begin{array}{ll} 0'13 \times 0'13 = 0'0169\text{ }FE, & 0'017 : 15 = 0'0011\text{ }FE\text{ m}^2\text{g}^{-1}, \\ 0'0011 - 0'0008 = 0'0003, & 0'0003 \times 2'1 = 0'00063\text{ }FE\text{ m}^2\text{g}^{-1}, \end{array}$$

$$\text{und wenn } x_0 = 12 \text{ cm, } 0'12 \times 0'12 = 0'014, \quad 0'014 : 15 = 0'0009, \\ 0'0009 - 0'0008 = 0'0001, \quad 0'0001 \times 2'1 = 0'00021 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}.$$

Es wurden somit für die Strahlungsstärke des *Siliciums* in guter Übereinstimmung die Werte von $0'00021$ — $0'00063 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$ ermittelt. Also im Durchschnitt $0'00042 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$. Wir können also mit vollem Rechte feststellen, daß die aus der Strahlungsintensität des SiO_2 berechnete, mittlere Strahlungsstärke des Si fast vollkommen mit jenem durchschnittlichen Intensitätswert übereinstimmt, der auf Grund der räumlich und zeitlich getrennten Untersuchung des Elementes früher und jetzt nochmals ermittelt wurde.

In der I. Mitteilung wurde an einigen typischen Beispielen gezeigt, daß das Vermögen der Strahlenemission eine spezifische Eigenschaft der bis dahin untersuchten 69 Elemente²⁾ darstellt, die sich der Masse des Senders proportional verhält und sich linear im Sinne des Entfernungsgesetzes verbreitet und als spezifische Eigenschaft auch dann unverändert bleibt, wenn die Elemente sich in ihren Verbindungen befinden. Ich führte dort u. a. auch die zeitlich und räumlich getrennte Bestimmung des Cd von verschiedener Herkunft als festen Metalls und als Pulvers, die Bestimmung des Be aus $\text{Be}_2\text{CO}_3 \cdot \text{OH}$ und aus einer Legierung von Cu—Be mit einem Be-Gehalt von 2'5%, weiter die Bestimmung des Cl aus NaCl , KCl und CCl_4 .

Das jetzt ausführlich dargestellte Beispiel der Vergleichsbestimmung des elementaren Si, und aus seiner Verbindung SiO_2 , gibt eine wertvolle Ergänzung und Erweiterung dieser Untersuchungsergebnisse und gibt uns gleichzeitig auch einen weiteren klaren Beweis dafür, daß das Vermögen der Strahlenemission im Lichte der Ergebnisse der bisher geleisteten Tatsachenforschung eine spezifische Eigenschaft der Elemente bildet, die sie auch in ihren Verbindungen unverändert beibehalten.

In diesem Belange möchte ich hier auch auf die an und für sich nicht unmögliche Annahme hinweisen, die ich bereits in der I. Mitteilung erwähnte und die nachher im Schrifttum³⁾ auch von anderer Seite bezüglich der Metalle hervorgehoben wurde, wonach die Strahlenemission der Elemente durch Beimengungen von radiaktiven Stoffen hervorgerufen werden könnte.

Ich habe schon in der I. Mitteilung betont, daß diese Annahme auf Grund der bisher ermittelten Forschungsergebnisse nicht bestätigt werden konnte. Ich zeigte dort, daß falls diese Voraussetzung zutreffen sollte, so müßten z. B. 100 gr des Elementes *Silicium*, das nach der Angabe der Tabelle II der I. Mitteilung nach seiner Strahlungsstärke zwischen den

²⁾ Mit den zuletzt untersuchten Elementen (Tu, Sc und Yb) sind bis heute die Strahlungswerte von 72 Elementen ermittelt worden.

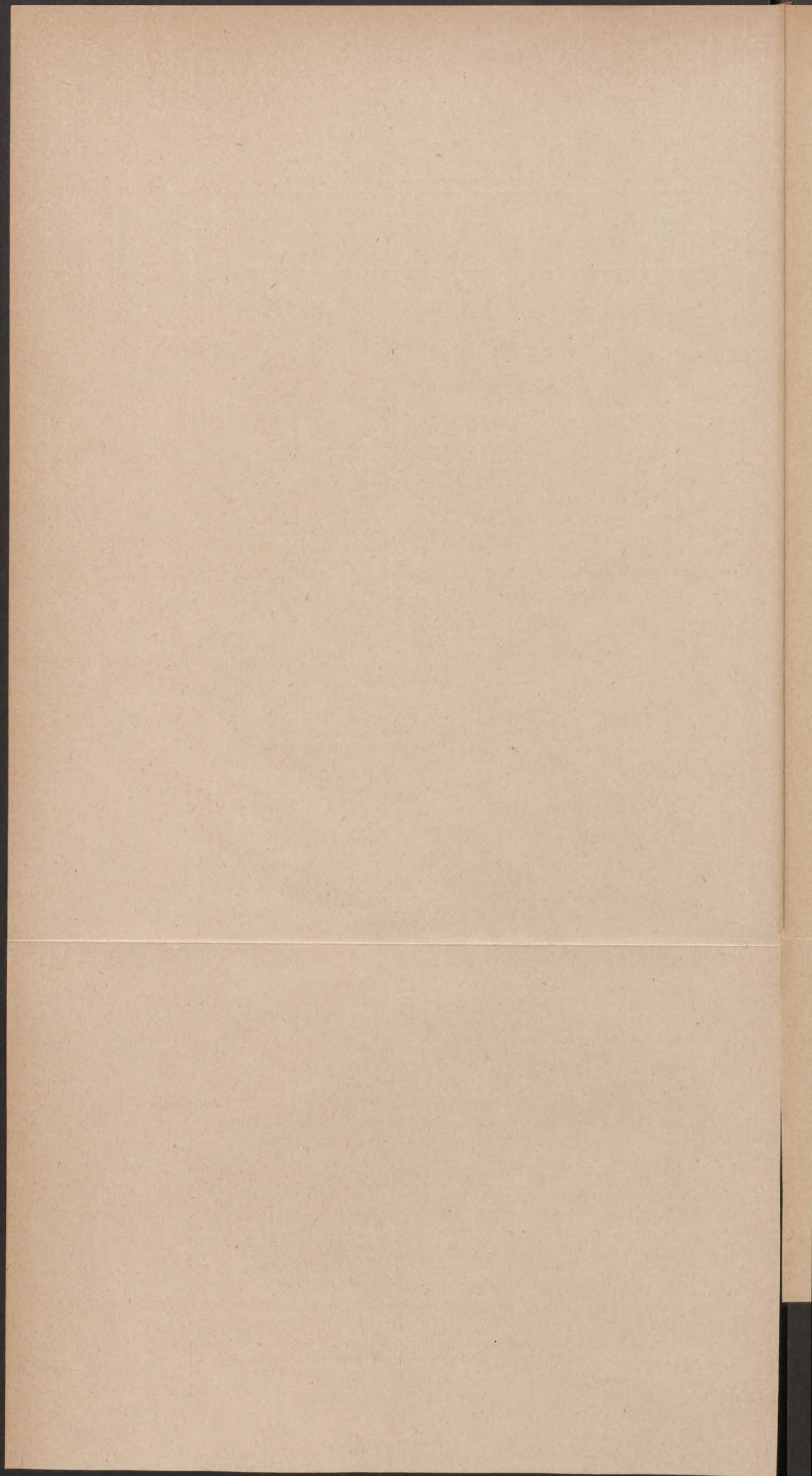
³⁾ Schmiedt: Ber. d. d. Bot. Ges. 1943.

I. táblázat. — Tabelle I.

A megvizsgált elemek sugárzásának erőssége FE egységekben betűrend szerinti sorrendben.

Die Intensitätswerte der (untersuchten) Elemente nach alphabetischer Reihenfolge.

Sorrend Odnungs- zahl	Név Name	Atomsúly Atom- gewicht	Atom- volumen	A sugárzás összége Intensität de Strahlung	
				Közép Mittel FE cm ² gr ⁻¹	FE max.—min. m ² gr ⁻¹
89.	Ac.	227.0	—	—	—
47.	Ag.	107.88	10.3	0.85	0.0007—0.00010*
13.	Al.	26.97	9.9	250.0	0.022—0.028*
18.	Ar.	39.944	28.0	1100.0	0.08—0.14*
33.	As.	74.91	13.1	65.0	0.0059—0.0072*
79.	Au.	197.2	10.2	42.0	0.0028—0.0055*
5.	B.	10.82	6.3	72.0	0.0060—0.0084
56.	Ba.	137.36	38.2	110.0	0.0097—0.012
4.	Be.	9.02	4.09	1200.0	0.10—0.14
83.	Bi.	209.0	21.3	1.2	0.00007—0.00016*
35.	Br.	79.916	25.4	92.0	0.0084—0.010*
6.	C.	12.010	5.2	30.0	0.0026—0.0033*
20.	Ca.	40.08	25.9	38.0	0.0033—0.0042*
48.	Cd.	112.41	13.0	14.0	0.0011—0.0017*
58.	Ce.	140.13	20.6	240.0	0.021—0.027
17.	Cl.	35.457	23.5	260.0	0.022—0.029
71.	Cp.	174.99	—	—	—
24.	Cr.	52.01	7.8	34.00	0.0032—0.0036
35.	Cs.	132.91	71.0	56.0	0.0047—0.0065
29.	Cu.	63.57	7.1	17.0	0.0015—0.0019*
27.	Co.	58.94	6.7	7.1	0.00057—0.00085*
66.	Dy.	162.46	—	—	—
86.	Em.	222.0	—	—	—
68.	Er.	167.2	35.2	1700.0	0.15—0.19
63.	Ev.	152.0	—	—	—
9.	F.	19.0	16.7	130.0	0.011—0.015
26.	Fe.	55.84	7.1	3.5	0.00030—0.00040*
31.	Ga.	69.72	11.8	150.0	0.014—0.016*
32.	Ge.	72.6	13.9	170.0	0.015—0.018*
64.	Gd.	156.2	—	—	—
1.	H.	1.008	13.21	65.0	0.0050—0.0081
2.	He.	4.003	2.7	3000.0	0.28—0.32*
80.	Hg.	200.61	14.1	0.13	0.000010—0.000016*
72.	Hf.	178.6	—	—	—
67.	Ho.	164.944	35.2	—	—
49.	In.	114.76	15.8	—	—
77.	Ir.	193.1	8.6	—	—
53.	J.	126.92	25.7	220.0	0.018—0.025*
19.	K.	39.096	45.5	85.0	0.007—0.010*
36.	Kr.	83.7	38.5	1200.0	0.10—0.14*
57.	La.	138.92	22.8	410.0	0.038—0.043
3.	Li.	6.940	13.0	220.0	0.019—0.023
43.	Ma.	—	—	—	—
12.	Mg.	24.32	14.0	310.0	0.027—0.035*
25.	Mn.	54.93	7.5	24.0	0.0022—0.0026*
42.	Mo.	95.95	9.4	220.0	0.018—0.025*
7.	N.	14.008	13.6	280.0	0.024—0.031
11.	Na.	22.997	23.7	230.0	0.020—0.026*
41.	Nb.	92.91	7.4	70.0	0.0065—0.0075*
60.	Nd.	144.27	20.7	130.0	0.010—0.015
10.	Ne.	20.183	—	1500.0	0.13—0.16*
28.	Ni.	58.69	6.7	33.0	0.0030—0.0036
8.	O.	16.0	11.3	15.0	0.0012—0.0020
76.	Os.	190.2	8.5	280.0	0.023—0.033
15.	P.	30.98	13.3	12.0	0.0011—0.0013
82.	Pb.	207.21	18.3	2.3	0.00022—0.00024*
91.	Pa.	231.0	—	—	—
46.	Pd.	106.7	9.3	330.0	0.030—0.036
84.	Po.	210.0	—	—	—
59.	Pr.	140.92	21.8	150.0	0.013—0.016
78.	Pt.	195.23	9.1	30.0	0.0025—0.0034*
88.	Ra.	226.05	—	—	—
37.	Rb.	85.48	56.2	440.0	0.039—0.048
75.	Re.	186.31	—	580.0	0.053—0.062*
45.	Rh.	102.19	8.5	460.0	0.038—0.054
44.	Ru.	101.17	8.3	600.0	0.05—0.07
16.	S.	32.06	15.5	41.0	0.0035—0.0047*
51.	Sb.	121.76	18.14	23.0	0.0023—0.0024*
21.	Se.	45.10	—	795.0	0.0720—0.0870
34.	Se.	78.96	16.5	12.0	0.0010—0.0014*
14.	Si.	28.06	12.0	3.0	0.0002—0.0004*
62.	Sm.	150.43	19.4	—	—
50.	Sn.	118.70	16.3	41.0	0.00439—0.00372
38.	Sr.	87.63	34.5	20.0	0.0017—0.0022
73.	Ta.	180.88	—	93.0	0.0076—0.011*
65.	Tb.	152.2	—	—	—
52.	Te.	127.61	20.6	48.0	0.0044—0.0052*
90.	Th.	232.12	21.1	500.0	0.044—0.055
22.	Tl.	47.90	10.7	450.0	0.043—0.046
81.	Tl.	204.39	17.2	640.0	0.059—0.069
69.	Tu.	169.4	—	563.0	0.0526—0.060
92.	U.	238.07	12.7	330.0	0.030—0.036*
23.	V.	50.95	9.1	15.0	0.0014—0.0016*
74.	W.	138.92	9.6	90.0	0.0085—0.0095*
54.	X.	131.3	37.0	—	—
39.	Y.	88.92	—	230.0	0.022—0.024
70.	Yb.	173.04	—	1560.0	0.1392—0.1728
30.	Zn.	65.38	9.2	40.0	0.003—0.005*
40.	Zr.	91.22	14.3	24.0	0.0022—0.0025*

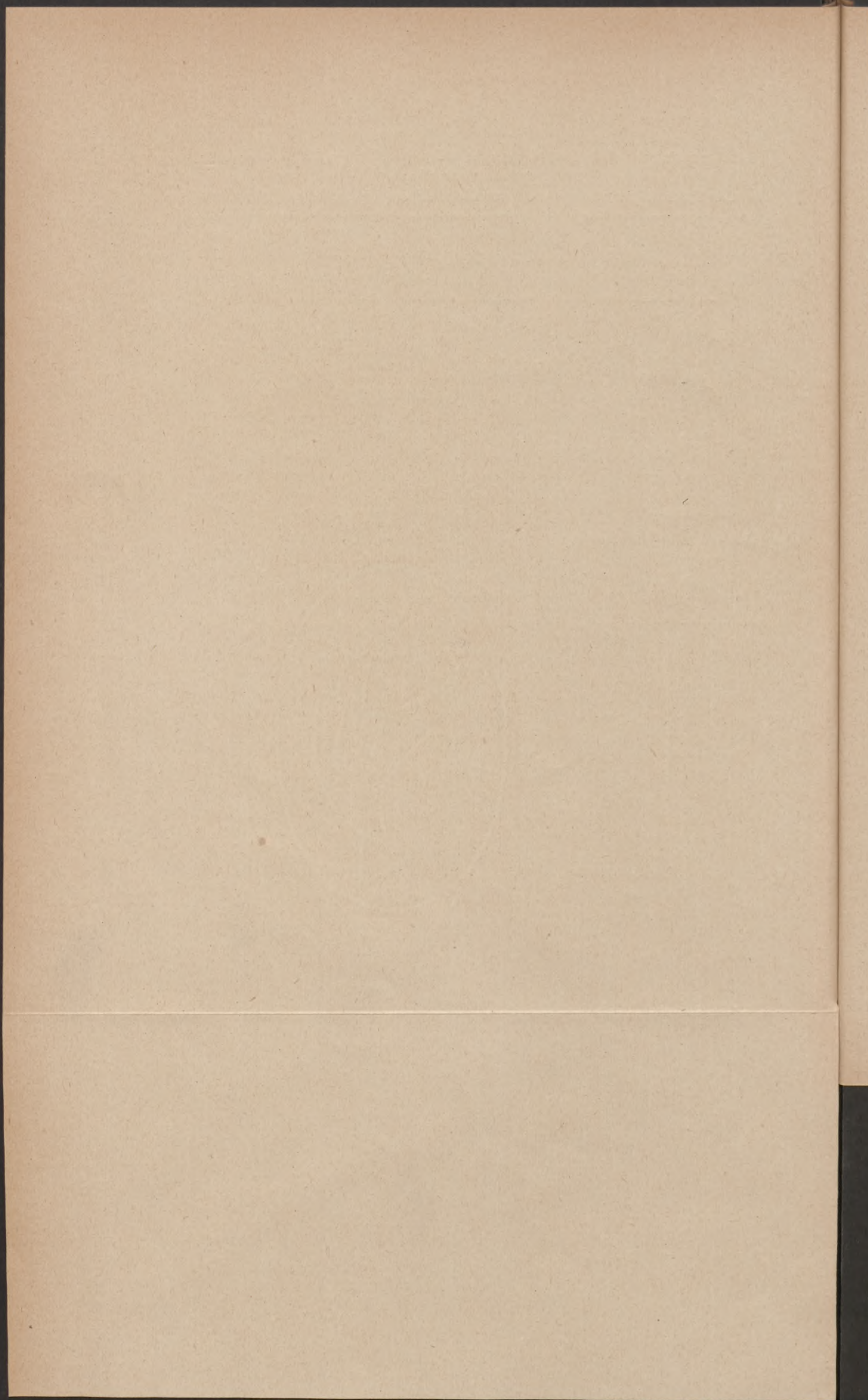


II. táblázat. — Tabelle II.

A megvizsgált elemek sugárzásának erőssége FE egységekben nagyság szerinti sorrendben.

Die Intensitätswerte der (untersuchten) Elemente nach Größenordnung.

Sorrend Ordnungs- zahl	Név Name	Atomsúly Atom- gewicht	Atom- volumen	A sugárzás erőssége Intensität der Strahlung	
				Átlagos Durchschnittliche FE cm ² gr ⁻¹	FE max. — min. m ² gr ⁻¹
2.	He.	4.003	2.7	3000.0	0.28—0.32
68.	Er.	167.2	35.2	1700.0	0.15—0.19
70.	Yb.	173.04	—	1560.0	0.1392—0.1728
10.	Ne.	20.183	—	1500.0	0.13—0.16*
4.	Be.	9.02	40.9	1200.0	0.10—0.14
36.	Kr.	83.7	38.5	1200.0	0.10—0.14*
18.	Ar.	39.944	28.0	1100.0	0.08—0.14*
21.	Sc.	45.10	—	795.0	0.0720—0.0870
81.	Tl.	204.39	17.2	640.0	0.059—0.069
44.	Ru.	101.17	8.3	600.0	0.05—0.07
75.	Re.	186.31	—	580.0	0.053—0.062*
69.	Tu.	169.4	—	563.0	0.0526—0.0600
90.	Th.	232.12	21.1	500.0	0.044—0.055
45.	Rh.	102.19	8.5	460.0	0.038—0.054
22.	Ti.	47.90	10.7	450.0	0.043—0.046
37.	Rb.	85.48	56.2	440.0	0.039—0.048
57.	La.	138.92	22.8	410.0	0.038—0.043
92.	U.	238.07	12.7	330.0	0.030—0.036
46.	Pd.	106.7	9.3	330.0	0.030—0.036
12.	Mg.	24.32	14.0	310.0	0.027—0.035*
7.	N.	14.008	13.6	280.0	0.024—0.031
76.	Os.	190.2	8.5	280.0	0.023—0.033
17.	Cl.	35.457	23.5	260.0	0.022—0.029
13.	Al.	26.97	9.9	250.0	0.022—0.028*
58.	Ce.	140.13	20.6	240.0	0.021—0.027
39.	Y.	88.92	—	230.0	0.022—0.024
11.	Na.	22.997	23.7	230.0	0.020—0.026*
3.	Li.	6.940	13.0	220.0	0.019—0.023
53.	J.	126.92	25.7	220.0	0.018—0.025*
42.	Mo.	95.95	9.4	220.0	0.018—0.025*
32.	Ge.	72.6	13.3	170.0	0.015—0.018*
31.	Ga.	69.72	11.8	150.0	0.014—0.016*
59.	Pr.	140.92	21.8	150.0	0.013—0.015
9.	F.	19.0	16.7	130.0	0.011—0.015
60.	Nd.	144.27	20.7	130.0	0.010—0.015
56.	Ba.	137.36	38.2	110.0	0.0097—0.012
73.	Ta.	180.88	—	93.0	0.0076—0.011*
35.	Br.	79.916	254.0	92.0	0.0084—0.010*
74.	W.	183.92	9.6	90.0	0.0085—0.0095*
19.	K.	39.096	45.5	85.0	0.0070—0.010
5.	B.	10.82	6.3	72.0	0.0060—0.0084
41.	Nb.	92.91	7.4	70.0	0.0065—0.0075*
33.	As.	74.91	13.1	65.0	0.0059—0.0072*
1.	H.	1.0081	13.2	65.0	0.0050—0.0081
55.	Cs.	132.91	71.0	56.0	0.0047—0.0065*
52.	Te.	127.61	20.6	48.0	0.0044—0.0052*
79.	Au.	197.2	10.2	42.0	0.0028—0.0055*
16.	S.	32.06	15.5	41.0	0.0035—0.0047*
50.	Sn.	118.70	16.3	41.0	0.00439—0.00372*
30.	Zn.	65.38	9.2	40.0	0.003—0.003*
20.	Ca.	40.08	25.9	38.0	0.0033—0.0042*
24.	Cr.	52.01	7.8	34.0	0.0032—0.0036
28.	Ni.	58.69	6.7	33.0	0.0030—0.0036
6.	C.	12.010	5.2	30.0	0.0026—0.0033*
78.	Pt.	195.23	9.1	30.0	0.0025—0.0034*
40.	Zr.	91.22	14.3	24.0	0.0022—0.0025
25.	Mn.	54.93	7.5	24.0	0.0023—0.0026*
51.	Sb.	121.76	18.14	23.0	0.0023—0.0024*
38.	Sr.	87.63	34.5	20.0	0.0017—0.0022
29.	Cu.	63.57	7.1	17.0	0.0015—0.0019*
8.	O.	16.0	11.3	15.0	0.0012—0.0020
23.	V.	50.95	9.1	15.0	0.0014—0.0016*
48.	Cd.	112.41	13.0	14.0	0.0011—0.0017*
15.	P.	30.98	13.3	12.0	0.0011—0.0013*
34.	Se.	78.96	16.5	12.0	0.0010—0.0014*
27.	Co.	58.94	6.7	7.1	0.00057—0.00085*
26.	Fe.	55.84	7.1	3.5	0.00030—0.00040*
14.	Si.	28.06	12.0	3.0	0.0002—0.0004*
82.	Pb.	207.21	18.3	2.3	0.00022—0.00024*
83.	Bi.	209.0	21.3	1.2	0.00016—0.00057*
47.	Ag.	107.88	10.3	0.85	0.00007—0.000010*
80.	Hg.	200.61	14.1	0.13	0.000010—0.000016*



dort aufgezählten Elementen die 65. Stelle einnimmt und somit recht inaktiv ist, schon 1 gr Uran oder die äquivalente Menge von rund $3'4 \times 10^{-7}$ Ra⁴⁾ enthalten, um die bei dem Si ermittelte Strahlenemission erzeugen zu können. U- oder Ra-Mengen, die in dem Einfadenelektrometer, mit dem wir alle unsere geprüften Stoffe vorher untersuchten und mit der Ausnahme der bisher als radioaktiv erkannten Elemente inaktiv fanden, ohne weiteres hätten nachgewiesen werden können.

Noch naheliegender wird die vorläufige Unhaltbarkeit dieser Annahme, wenn wir bedenken, daß nach den Angaben der Tabelle II bisher mehrere Elemente ermittelt wurden, deren Strahlungsstärke die des *Urans* und auch des *Thoriums* sogar ein mehrfaches übersteigt, oder zumindest ihr gleichkommt.

Sollte also die Strahlenemission dieser, bis jetzt aus dem Standpunkte der Radioaktivität inaktiv gehaltenen Elemente, auf die Wirkung der in ihnen, als Beimengungen vorhandenen, anderen radioaktiven Elemente, und zwar vornehmlich auf das Vorhandensein der Elemente der Radiumreihe zurückzuführen sein, so müßten diese in dem Elektrometer eine deutliche und leicht meßbare Aktivität zeigen. Da diese nicht vorhanden ist, so bleibt eben nichts anderes übrig, als vorläufig anzunehmen, daß wir hier eine neue Strahlenart vor uns haben, die auch die radioaktiven Elemente emittieren und die wenigstens bis heute auf elektrophysikalischem Wege noch nicht nachgewiesen und nur durch die methodische Erfassung der Reaktionen des äußerst empfindlichen, reizphysiologischen Apparates der pflanzlichen Zelle wahrgenommen werden konnte.

Es dürfte weiter auch der jetzt beschriebene Fall der Ermittlung der Strahlenemission des Si als Element und die Bestimmung ihrer Strahlungsstärke aus seiner Verbindung SiO₂ und die gute Übereinstimmung der, auf verschiedenen Wegen aus ihren Verbindungen abgeleiteten, Werte anderer Elemente darauf hinweisen, daß hier wohl nicht die Wirkung einer zufälligen, radioaktiven Beimengung, deren Größe bei einem und demselben Element zwangsmäßig immer konstant bleiben müßte, sondern die Strahlenemission als eine spezifische und unveränderliche Eigenschaft der Elemente zur Wirkung kommen dürfte.

Besonders deutlich wird die Unhaltbarkeit der erwähnten Annahme, wenn wir das Verhalten der im Laufe unserer Forschungen als strahlungsaktiv erkannten, nicht radioaktiven, gasförmigen Elemente betrachten. Wir haben bisher die Strahlungsstärke der Edelgase *He*, *Ne*, *Ar* und *Kr* in elementarem, gasförmigen Zustand bestimmt und die Aktivität des *H*, *Cl*, *O* und *N* aus den Strahlenwerten ihrer Verbindungen ermittelt. Hier folgen ihre mitt-

⁴⁾ Das Ra/U-Verhältnis wird von *Stoklasa* (Biologie der Radiums, S. 262) mit $3'33 \cdot 10^{-7}$, von *St. Meyer* (Radioaktivität S. 276) mit $3'4 \cdot 10^{-7}$ angegeben. *Przibram* führt auch diese Zahl an (Radioaktivität S. 97). Ich entschloß mich daher mit dem Wert von $3'4 \cdot 10^{-7}$ zu rechnen.

leren Intensitätswerte nach ihrer quantitativen Reihenfolge in $FE \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$: *He* 3000, *Ne* 1500, *Kr* 1200, *Ar* 1100, *N* 280, *Cl* 250, *H* 65 und *O* 15. Die auf biologischem Wege bestimmte Aktivität der Edelgase ist also weitaus stärker, als die des Urans (330) und des Thoriums (500). Da es sich hier um gasförmige Elemente handelt, so können wir für ihre eventuellen radioaktiven Beimengungen nur die drei gasförmigen radioaktiven Elemente: *Radon*, *Actinon* und *Thoron* in Betracht ziehen. Von diesen fallen *Actinon* und *Thoron* infolge ihrer außerordentlichen kurzen Lebensdauer (*Thoron* mit einer Halbwertszeit von 54.5 sec. und *Actinon* mit einer Halbwertszeit von 3.92 sec.⁵⁾) gleich aus. Es kann also als die einzige verbleibende Stütze der Annahme nur *Radon* mit seiner an und für sich auch geringen Halbwertszeit von 3.82 Tage ernstlich in Erwägung gezogen werden. *Radon* ist aber zusammen mit *Thoron* und *Actinon* ein reiner Alfastrahler, der die durchdringende Biostrahlung der gasförmigen Elemente naturgemäß nicht verursachen könnte.

Noch weniger kann sich die erwähnte Annahme halten, wenn wir bedenken, daß *Cl*, *N*, *H* und *O* ihre spezifische Aktivität auch dann beibehalten, wenn sie in ihre Verbindungen eintreten. So wurde z. B. die Strahlenemission des *Cl* aus *NaCl*, *KCl* und *CCl₄* (siehe I. Mitteilung, Abb. 10) mit gut übereinstimmenden Werten bestimmt und in der letzten Zeit die Strahlungswerte dieser Elemente auch im gasförmigen Zustande ermittelt. Darüber wird demnächst ausführlich berichtet werden.

Daß der veränderliche, bzw. kurzlebige, gasförmige *Radon*, als Beimengung, mit diesen Elementen nicht in ihre festen Verbindungen eintreten und sich dort in einem konstanten und spezifischen Gewichtsverhältnis halten kann, ist derart klar, daß es hier kaum näher erörtert werden müßte. Ganz abgesehen davon, daß — wie gesagt — *Radon* als reiner Alfastrahler die durchdringende Fernwirkung (siehe Abb. 42 und S. 32 der I. Mitteilung) dieser Elemente weder hervorzurufen, noch zu unterhalten vermöchte. Dabei sollte natürlich die Möglichkeit der etwaigen Existenz noch unbekannter strahlungsaktiver Isotope nicht vornhinein ausgeschlossen werden. Aber auch in diesem Falle müßten wir die jetzt beschriebene Strahlenemission als eine spezifische Eigenschaft der Elemente erkennen.

Da die nähere physikalische Natur dieser Strahlen noch nicht erfaßt werden konnte, so möchte ich auch hier nochmals den vorläufigen und nicht bindenden Charakter der jetzt erfolgten Erörterungen betonen.

Die endgültige Lösung dieser Probleme wird erst die weitere Vertiefung der künftigen, einschlägigen, atomphysikalischen Forschungsarbeit erbringen können.

⁵⁾ Siehe Přibram: Radioaktivität I. c. 1932.

IV. Mitteilung.

Die Ergebnisse der neuerlich durchgeführten Vegetationsversuche.

a) Gefäßversuche.

Ich möchte hier vor allem zunächst unsere Versuche zwecks Erfassung der biologischen Strahlenwirkung der Kohle besprechen. Als Versuchsobjekt wurde die Tabakpflanze in einem sandigen Lehm Boden mit 0.2% CaCO_3 -Gehalt, mit einem Reaktionsgrad von $\text{pH} = 6.5$ und mit einer Strahlungsstärke von $0.0012 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$ verwendet.

Dazu möge aber noch folgendes bemerkt werden. Bei Anlage und Durchführung dieser Versuche sollte auf die möglichste Gleichmäßigkeit der Versuchsbedingungen ein besonderes Augenmerk gerichtet werden.

Es müssen also zunächst die Gefäße vorher auf ihre Strahlungsgleichheit sorgfältig geprüft werden. Der Versuchsboden muß sodann gesiebt und gründlich durchgemischt werden, wobei alle festen, noch ergreifbaren größeren Körper ebenfalls entfernt werden müssen. Es ist unbedingt zu vermeiden an den Boden der Gefäße, wie es oft üblich ist, eine Schicht von größeren Kieselsteinen zur Regulierung des Wasserhaushaltes zu legen. Diese entwickeln ja eine konzentrische, je nach ihrer Beschaffenheit mehr oder weniger intensive Strahlung, deren Gleichhaltung fast unmöglich ist. Es ist daher am besten, die Versuchsgefäße gänzlich mit Erde zu füllen und ihren Wasserhaushalt, durch Begießen von oben her zu regulieren. Die möglichste Konstanzhaltung des Wassergehaltes geschieht am zweckmäßigsten dadurch, daß die maximale Wasserkapazität des Bodens je nach den einzelnen Versuchspflanzen auf 60—80% gesättigt wird.⁹⁾

Um zu beweisen, daß hier vorwiegend die biologische Wirkung der Strahlenemission der Kohle zur Geltung kommt, wandte ich vor allen Tierkohle in parallelen Versuchsreihen an. Es wurde hierbei zunächst Tierkohle in Reagenzgläsern verwendet. Die geschlossenen Gläser wurden in der Mitte der Gefäße bis zu ihrem obersten Rande in den Boden versenkt. Bei der zweiten Gefäßreihe wurde dann die Sendermaterie in die Mitte der Gefäße in zylindrische Bohrungen frei, ohne Behälter eingesetzt und oben mit Erde zugedeckt. Die zylindrischen Bohrungen entsprachen den Reagenzröhren und wurden einfach durch Eindringen derselben hergestellt. Da wir hier mit Lehm Boden arbeiteten, so blieben dann die Bohrlöcher nach Entfernung der Reagenzröhren zur Aufnahme der Sendersubstanzen offen. Die letzteren lagen also hier genau so, wie in den Reagenzröhren.

Die Ergebnisse dieser Versuche zeigt die Abbildung 4. Die zugehörigen Trockensubstanzbestimmungen werden hier und bei den folgenden Versuchen in der Tabelle III mitgeteilt. Die Resultate beweisen die Tatsache.

⁹⁾ Siehe hierzu: D. Fehér und M. Frank: Das R-Gesetz. Sopron, Röttig-Romwalter. 1942.

Tabelle III.

Die Ergebnisse der Trockensubstanzbestimmungen in %-n, bezogen je auf das kleinste Gewicht der Kontrollversuche der einzelnen Reihen.

a) Gefäßversuche.

Abbildung 4. — Versuchsnummer 97.

	K	K	K	Tierkohle frei in der Mitte der Gefäße in geballter Form										Δ % max.
				0.25	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	
				G		r		a		m		m		
Tabak	100	100	100	115	123	101	125	125	123	105	103	122	108	25

Abb. 4. — Versuchsnummer 100.

	K	K	K	K ₁	Tierkohle in Reagenzgläsern										$\Delta\%$ max.
					0.25	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	
					G		r		a		m		m		
Tabak	100	100	100	112	112	118	127	98	108	98	111	114	107	102	27

Abb. 5. — Versuchsnummer 99.

	K	K	K	Schwarze Stückkohle ohne Behälter											$\Delta\%$ max.
				0.25	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	400	
				G		r		a		m		m			
Tabak	102	100	102	133	128	135	144	109	121	123	111	113	146	109	46

Abb. 5. — Versuchsnummer 103.

	K	K	Schwarze Stückkohle ohne Behälter											$\Delta\%$ max
			0.25	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	400	
			G		r		a		m		m			
Sumac sorgo	100	102	122	122	131	126	127	115	121	100	113	135	118	35

Abb. 7. — Versuchsnummer 95.

	K	K	K	K ₁	K ₁	Stickstoffdünger (Petersalz) 17% N. in Reagenzgläsern										Δ% max.
						0.25	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	
						G		r		a		m		m		
Mais	100	102	103	108	101	103	106	120	124	115	113	105	99	111	108	24
Mais	100	100	103	111	121	115	123	133	132	128	126	115	118	116	116	33

Abb. 8 — Versuchsnummer 87.

	K	K	K	K ₁	K ₁	Stickstoffdünger (Petersalz) 17% N. in Reagenzgläsern										Δ% max.
						0.25	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	
						G					r		a		m	
Erbse	100	103	104	132	129	129	125	116	114	126	135	132	124	121	110	35
Erbse	100	102	100	124	123	124	128	116	110	124	125	120	119	114	112	28

Abb. 9. — Versuchsnummer 107.

	K	K	K ₁	Superphosphat in Reagenzgläsern									Δ % max.
				0.25	0.5	1	2	5	10	20	50	100	
				G r a m m									
Sumac sorgo	102	100	114	122	119	123	120	114	100	120	118	112	23

Abb. 9. — Versuchsnummer 105.

	K	K	K	K	K ₁	K ₁	Superphosphat in Reagenzgläsern									Δ% max.
							0.25	0.5	1	2	5	10	20	50	100	
							G r a m m									
Buchweizen	109	110	100	105	135	153	173	168	133	134	120	120	143	164	151	73
Buchweizen	117	106	100	109	147	173	183	174	141	141	126	133	160	177	169	83

b) Freilandversuche.

Abb. 10. — Versuchsnummer 5.

	K	Schwarze Stückkohle ohne Behälter									$\Delta\%$ max.
		0.25	0.5	1	2	5	10	20	50	100	
		G r a m m									
Sonnenblume (Sopron)	100	114	105	108	135	141	110	82	144	120	44

Abb. 10 — Versuchsnummer 6.

	K	K ₁	Schwarze Stückkohle in Reagenzgläsern								$\Delta\%$ max.
			0.5	1	2	5	10	20	50	100	
			G r a m m								
Sonnenblume (Sopron)	100	101	108	111	124	131	102	63	95	103	31

Abb. 10. — Versuchsnummer 7.

	K.	Pulverisierte Schwarzkohle in den Boden vermengt									$\Delta^0/\%$ max.
		0.25	0.5	1	2	5	10	20	50	100	
		G r a m m									
Sonnenblume (Sopron)	100	145	174	188	237	225	217	125	137	147	137

Abb. 11. — Versuchsnummer 3.

	K	Schwarze Stückkohle ohne Behälter						$\Delta^{\circ}/_{\text{max.}}$	U.*)	
		1	2.5	5	10	25	50			
		G r a m m								
Ricinus (Sopron)	{	100	127	123	145	133	120	138	45	7
		100	114	126	146	138	127	131	46	0
		100	113	113	129	129	109	211	111	7

Abb. 12. — Versuchsnummer 8.

	K	Braunkohlenstücke ohne Behälter									$\Delta\%$ max.	U.	
		1	2	5	10	20	50	100	250	500			
		G r a m m m m											
Hirse (Fürged)	{	100	111	121	115	107	96	106	114	119	116	21	0
		100	113	116	118	115	110	114	118	123	117	23	5
		100	107	110	120	106	106	107	116	113	115	20	2

Abb. 13. — Versuchsnummer 4.

	K	Gips ohne Behälter in Kugelform								$\Delta\%$ max	U.	
		0.5	1	2	5	10	20	50	100			
		G r a m m										
Hirse (Sopron)	{	100	119	183	199	224	266	200	221	200	166	5
		100	112	154	200	203	212	175	215	195	115	0

Abb. 14. — Versuchsnummer 4/a.

	K	Aluminiumplatten ohne Behälter								$\Delta\%$ max.	U.	
		0.5	1	2	5	10	20	50	100			
		G r a m m										
Hirse (Sopron)	{	100	121	128	126	117	118	128	146	135	46	0
		100	111	116	119	114	118	126	146	142	46	10

*) Unterschiede der Kontrollen in %-en auf das kleinste Gewicht bezogen.

daß die mit der angegebenen Versuchsanordnung erzielten Ergebnisse vorwiegend durch die biologische Strahlenwirkung der Kohle verursacht wurden.

Es kann auch hier der bereits in der I. Mitteilung beschriebene zweigipfelige Kurvenverlauf beobachtet werden. In Ergänzung der diesbezüglich bereits in der I. Mitteilung gemachten Feststellungen möge noch bemerkt werden, daß in der letzten Zeit C. Gillern, der die Reizwirkung von *Thoriumnitrat* untersuchte, ebenfalls den gleichen zweigipfeligen Ertrag- bzw. Wachstumskurven fand.⁷⁾

Auffallend ist dabei, daß bei der Versuchreihe I infolge der Eigenstrahlung der Glasbehälter die Lage der Kulminationen und Depressionen etwas nach links verschoben wurde, d. h. die erste Kulmination und die folgende Depression sich infolge der zusätzlichen Glasstrahlung etwas früher entwickelten. Die Ergebnisse dieser Versuche stimmen übrigens sehr gut mit den Resultaten der mit der Erbse und Robinie durchgeführten Kohlenversuche (siehe Abb. 21 und 29 in der Mitteilung I) überein.

Anschließend an diese Versuchsreihen haben wir auch die biologische Strahlenwirkung der Stückkohle untersucht. Es wurden hierzu ganze Kohlenstücke in ungefähr 10–15 cm Tiefe in der Mitte der Gefäße in den Boden versenkt. Um auch das Verhalten von verschiedenen Pflanzenarten erfassen zu können, wurden hier parallele Versuchsreihen mit der Tabakpflanze und mit der, in Ungarn neuerlich eingeführten, *Sumac sorgo* angelegt. Beide Pflanzen erwiesen sich bei den Voruntersuchungen als recht strahlenempfindlich.

Die Ergebnisse stellte ich in der Abbildung 5 zusammen. Eine nähere vergleichende Betrachtung der mitgeteilten Resultate zeigt zunächst, daß auch überall dort, wo die Sendersubstanzen ohne Behälter verwendet wurden, nach dem ersten, sich bei den kleinen Dosen einstellenden Optimumbereich die Depression bei mittleren Gaben zu konstatieren ist. Diese Lage des Optimumbereiches ist auch dann die gleiche, wenn Tierkohle frei in geballter Form verabreicht wird. Dies zeigt uns auch die, in der Abbildung 4 dargestellte Versuchsreihe. In der Abbildung 6 wird nun eine Versuchsreihe mit der Tabakpflanze gezeigt, wo die Tierkohle in Pulverform in die oberste cca 10 cm betragende Bodenschicht frei ohne Behälter eingemengt wurde.

Die Ergebnisse dieses Versuches weisen übrigens auch darauf hin, daß — wie ich dies schon in der I. Mitteilung betonte, die Strahlenwirkung neben der Förderung und Erhöhung der assimilatorischen Stoffherzeugung gleichzeitig auch die Ausbildung der Blüten und somit auch die Frucht-reife beschleunigt.

Ich zeige noch in der Abbildung 7 zwei Parallelversuche mit dem be-

⁷⁾ C. Gillern: Bodenkunde und Pflanzenernährung. 27. Bd., H. 4. 1942

kannten ungarischen Stickstoffdünger, mit dem sogenannten „Pétersalz“, das in Reagenzröhren verabreicht wurde. Hier wurde als Versuchspflanze der Mais herangezogen.

In der Abbildung 8 zeige ich anschließend die Wirkung der gleichen, in Reagenzgläsern verabreichten Gaben auf die Stoffproduktion der Erbse. Die vergleichende Betrachtung der Versuchsergebnisse weist darauf hin, daß bei diesem Sender wahrscheinlich nicht alle Pflanzenarten gleichmäßig reagieren dürften. Ich führe dieses typische Beispiel absichtlich an, um dabei auf die Vielseitigkeit und damit auf die Notwendigkeit der zwangsläufigen, weiteren Vertiefung der künftigen Forschungen hinweisen zu können.

In der Abbildung 9 zeige ich dann ergänzend zwei typische Versuchsreihen mit ebenfalls in Reagenzröhren verabreichten Superphosphatdosen. Die Gaben wurden auch hier in Reagenzgläsern verabreicht. Als Versuchspflanze wurde hier Buchweizen (*Fagopyrum sagittatum*) und Sumac sorgo verwendet.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen zeigen eine gute Übereinstimmung mit den Resultaten der früheren Superphosphatversuche, die in der I. Mitteilung (Abb. 25, 26 und 29) angeführt wurden. Die Optima stellten sich bei allen diesen Versuchen im Bereiche der schwachen Gaben (0.25—1 gr), bzw. bei der Robinie bei den Gaben 1—2 gr ein. Darauf erfolgte eine Depression, die ungefähr im Bereiche der Gaben von 5—10 gr festzustellen war und dem dann, entsprechend dem üblichen Versuchsverläufe, im Bereiche der stärkeren Gaben von etwa 20—100 gr, ein zweites Optimum folgte.

Auch diese Ergebnisse weisen deutlich auf die durchdringende Strahlennatur der hier zur Wirkung kommenden Energieemission der Elemente.

Die Versuche mit Kohle geben auch dafür ein gutes Beispiel ab, daß bei ihrer wachstumsfördernden Wirkung, auf die übrigens schon u. a. von *Berkner* hingewiesen wurde, vorwiegend die Strahlenemission zur Geltung kommen dürfte. Die Berechtigung dieser Annahme wird durch den Umstand, daß Kohle, auch in Glasbehältern verabreicht, die gleiche Wirkung, wie frei in den Boden versetzt, hervorruft, hinreichend erhärtet.

Ich möchte noch auf den Umstand hinweisen, daß die jetzt beschriebenen und die früher mitgeteilten, mit verschiedenen Pflanzen (Erbse, Tabak, Robinie, Sumac, Buchweizen) räumlich und zeitlich durchgeführten Superphosphatversuche bezüglich der Lage der Optima und der Depressionen ihrer Ertragskurven gute Übereinstimmung zeigen.

⁸⁾ *Berkner*: Braunkohle als Düngemittel. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, Bd. 44, H. 4/6, 1936. Daß *Berkner* dabei zu keinen befriedigenden Resultaten gekommen ist, dürfte nach meiner Ansicht vorwiegend auf den Umstand zurückzuführen sein, daß er seinerzeit den wellenartigen Verlauf der einschlägigen Ertragskurven noch nicht kannte und somit die optimalen Gaben seiner Versuche nicht ermitteln konnte. Bei derartigen Versuchen ist es unbedingt notwendig, vorerst die Lage der Optima durch Voruntersuchungen festzustellen.

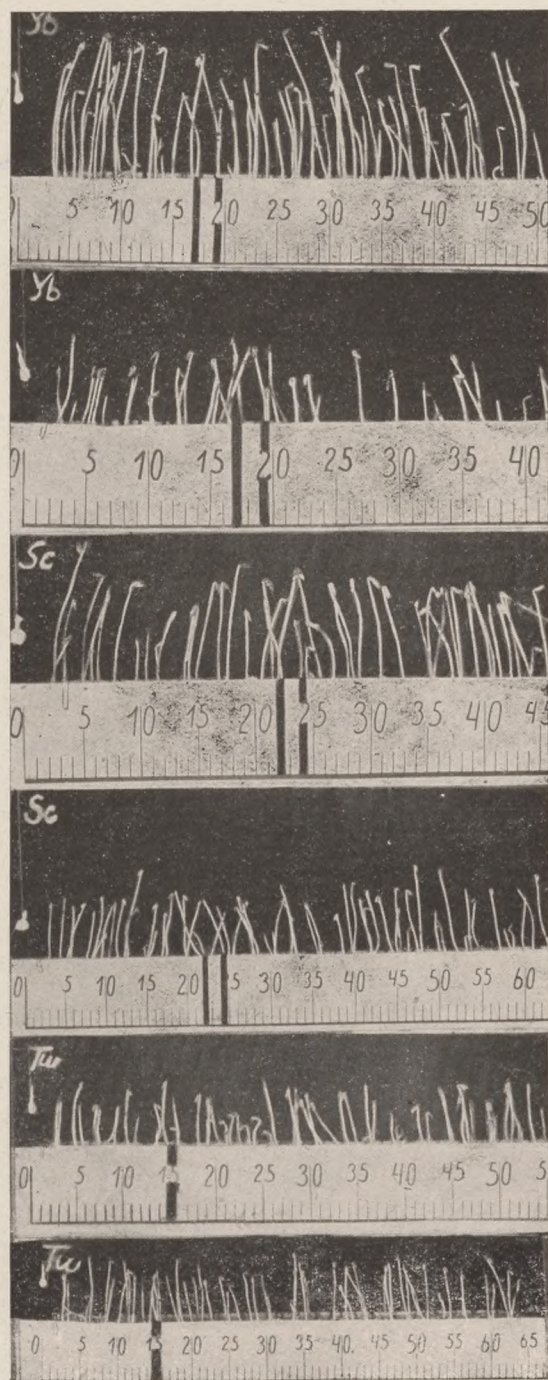


Abb. 1.

Die Bestimmung der Strahlenintensität des *Tu*, *Sc* und *Yb*.

$Tu_2O_3 = 15-16$ cm	0'156 FE m ² g ⁻¹
$Sc_2O_3 = 22-24$ cm	0'0563 FE m ² g ⁻¹
$YbBr_3 = 17-19$ cm	0'0795 FE m ² g ⁻¹

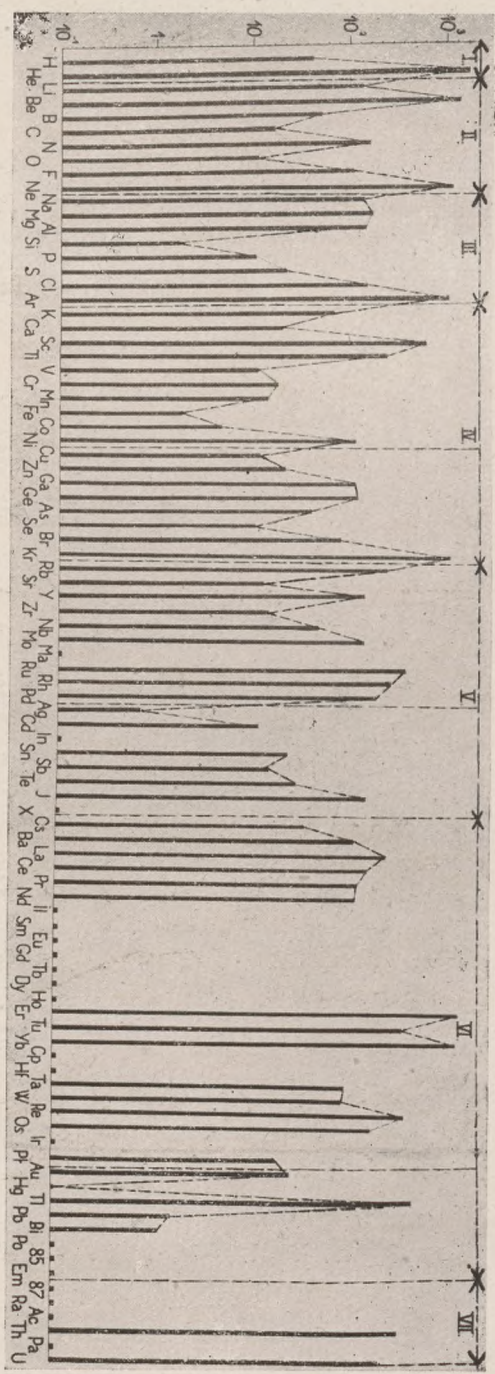


Abb. 2.
Die Einordnung der Strahlungswerte der bisher untersuchten Elemente in das periodische System.

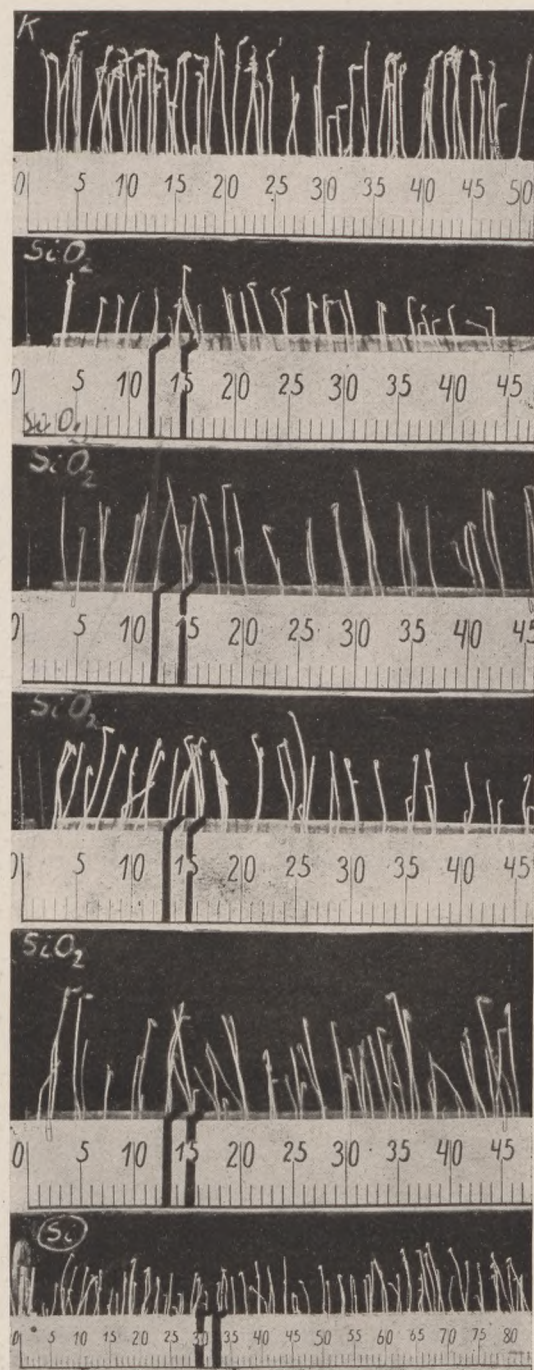


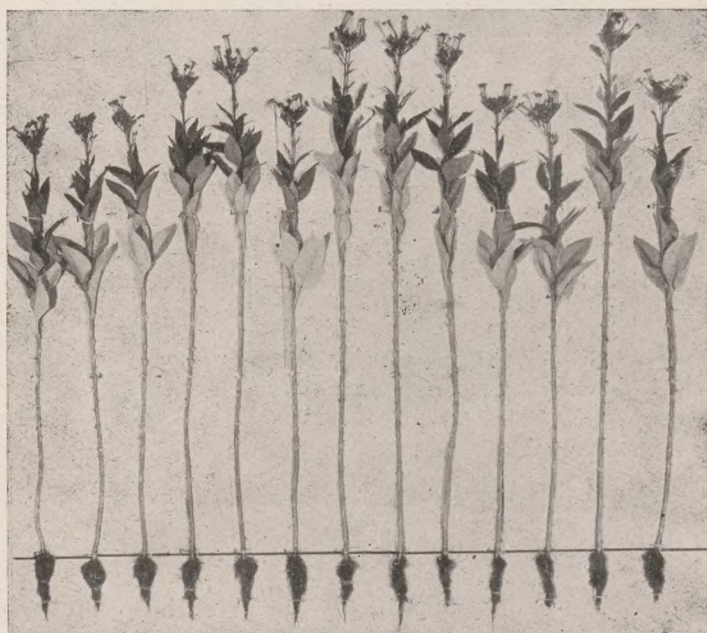
Abb. 3.

Vergleichende Bestimmung des Siliciums aus SiO_2 und als Elemente.

K = Kontrollversuch.



C. K K K K₁ 0'25 0'5 1 2 5 10 20 50 100 200 g

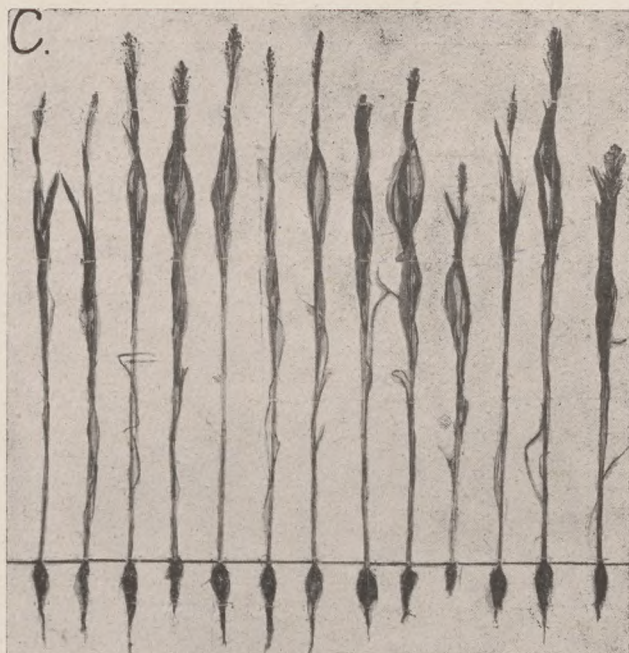


C. K K K 0'25 0'5 1 2 5 10 20 50 100 200 g

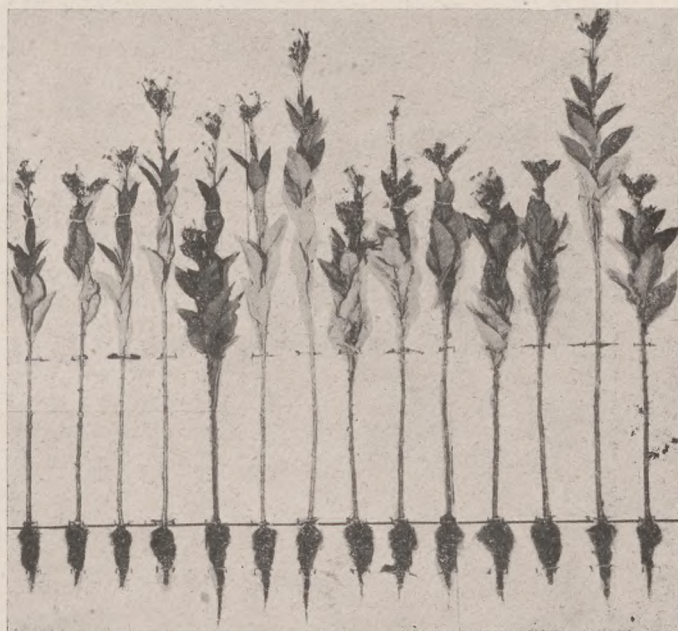
Abb. 4.

Oben: Tierkohle in Reagenzgläsern. — Unten: Tierkohle frei in der Mitte in geballter Form. Lehm Boden. Tabak.*)

*) Hier und bei den folgenden Versuchen bedeuten: K = Kontrollversuch und K₁ = Kontrollgefäß mit leerer Reagenzröhre.



C. K K 0'25 0'5 1 2 5 10 20 50 100 200 400 g



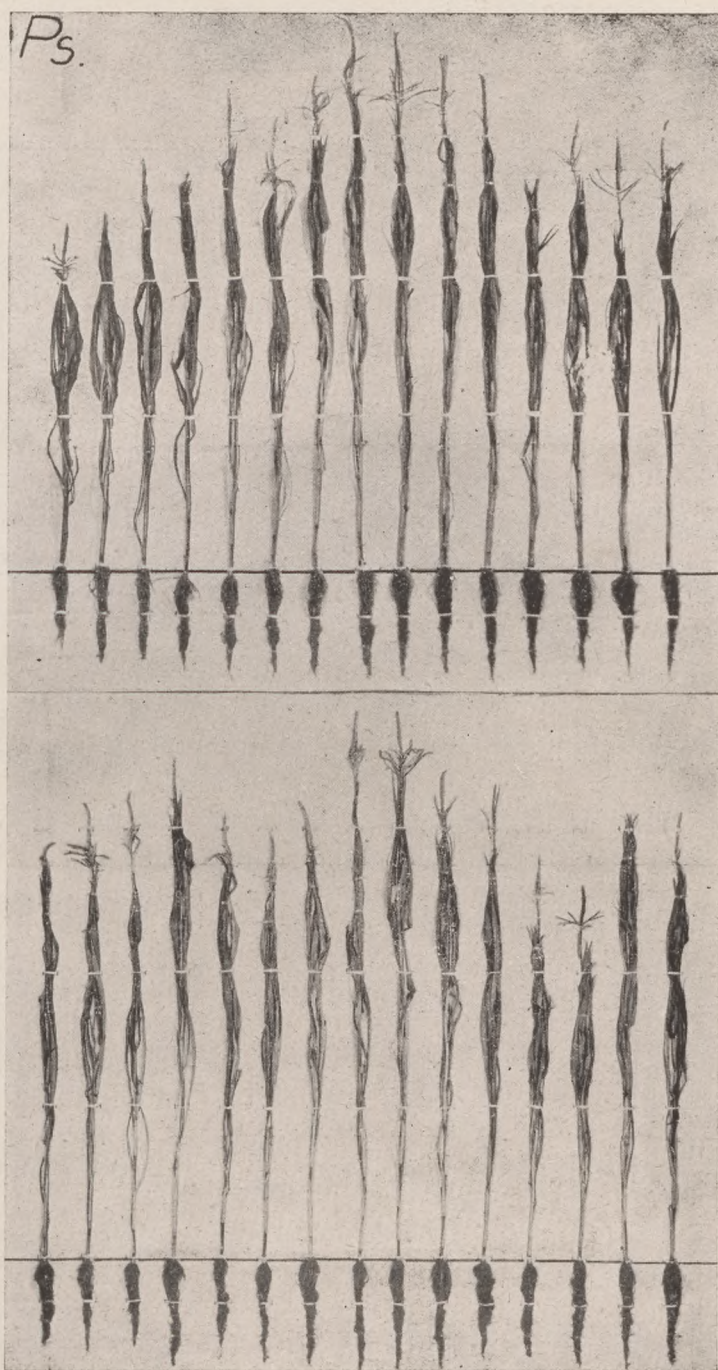
C. K K K 0'25 0'5 1 2 5 10 20 50 100 200 400 g

Abb. 5.

Schwarze Stückkohle frei in Boden versetzt. — Oben: Sumac sorgo. — Unten: Tabak.



Abb. 6.
Tierkohle in den Boden vermengt. Tabak.

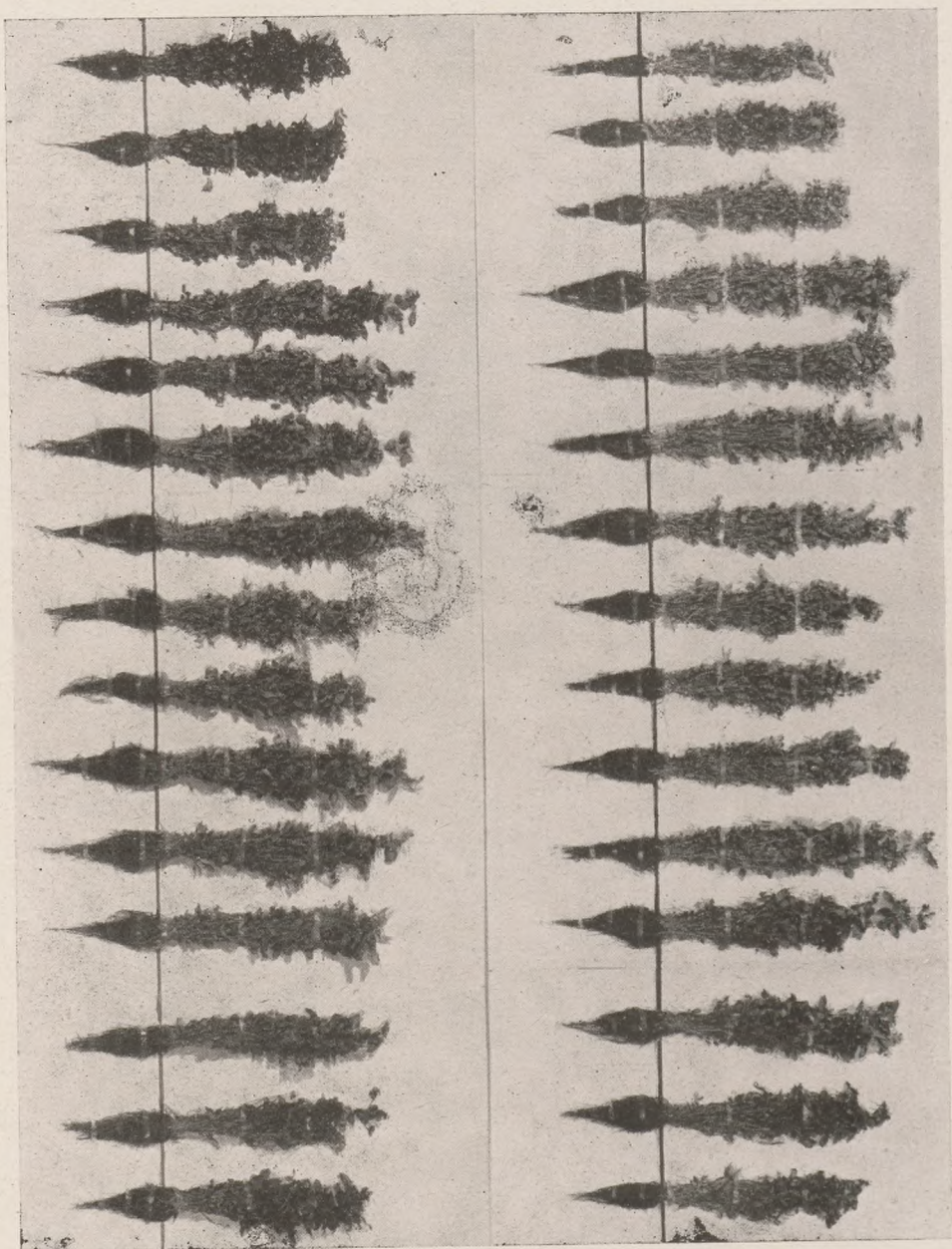


Ps. K K K K₁ K₁ 0'25 0'5 1 2 5 10 20 50 100 200 g

Abb. 7.

Stickstoffdünger (Pétersalz) mit Mais. Parallelversuche.
Gaben in Reagenzgläsern.





Ps. K K K K₁ K₁ 0.25 0.5 1 2 5 10 20 50 100 200 g

Abb. 8.

Stickstoffdünger (Petersalz) mit Erbse. Parallelversuche.
 Geben in Reagenzgläsern.



Sp. K K K K K₁ K₁ 0.25 0.5 1 2 5 10 20 50 100 g

Abb. 9.

Superphosphatversuch. — Oben: Sumac sorgho. — Unten: Parallelversuche mit Buchweizen.
Gaben in Reagenzgläsern.



K 0'25 0'5 1 2 5 10 20 50 100 g



K 0'25 0'5 1 2 5 10 20 50 100 g



K K₁ 0'5 1 2 5 10 20 50 100 g

Abb. 10.

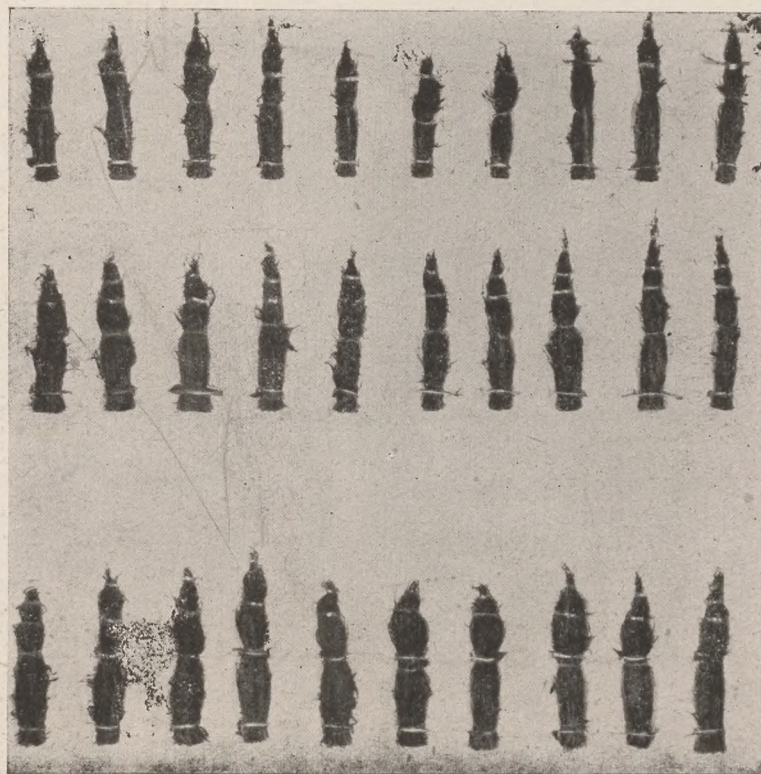
Freilandversuch mit Schwarzkohle. — Versuch 7: Pulverisierte Kohle in den Boden vermengt. Versuch 5: Stückkohle. Versuch 6: Stückkohle in Reagenzgläsern.
Versuchspflanze: Sonnenblume.



C. K 1 2.5 5 10 25 50 g

Abb. 11.

Freilandversuch mit Stückkohle. *Ricinus communis*.
Drei Parallelreihen.



C. K 1 2 5 10 20 50 100 250 500 g

Abb. 12.

Freilandversuch in Fürged. Braune Stückkohle. Hirse.

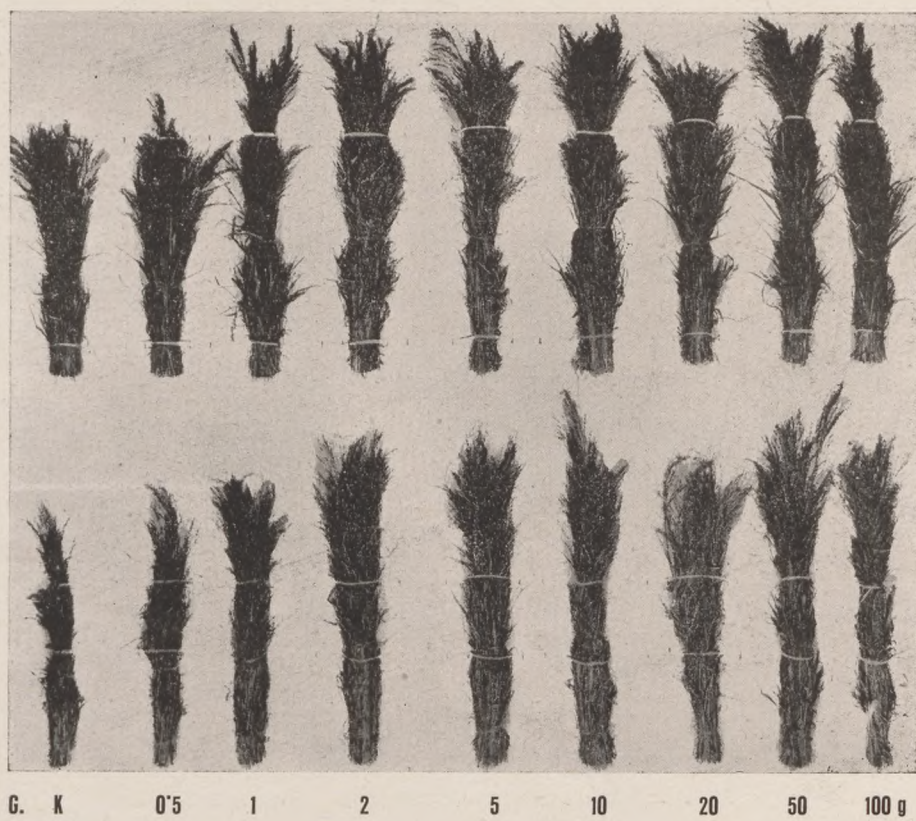


Abb. 13.
Freilandversuch mit Gips. Hirse

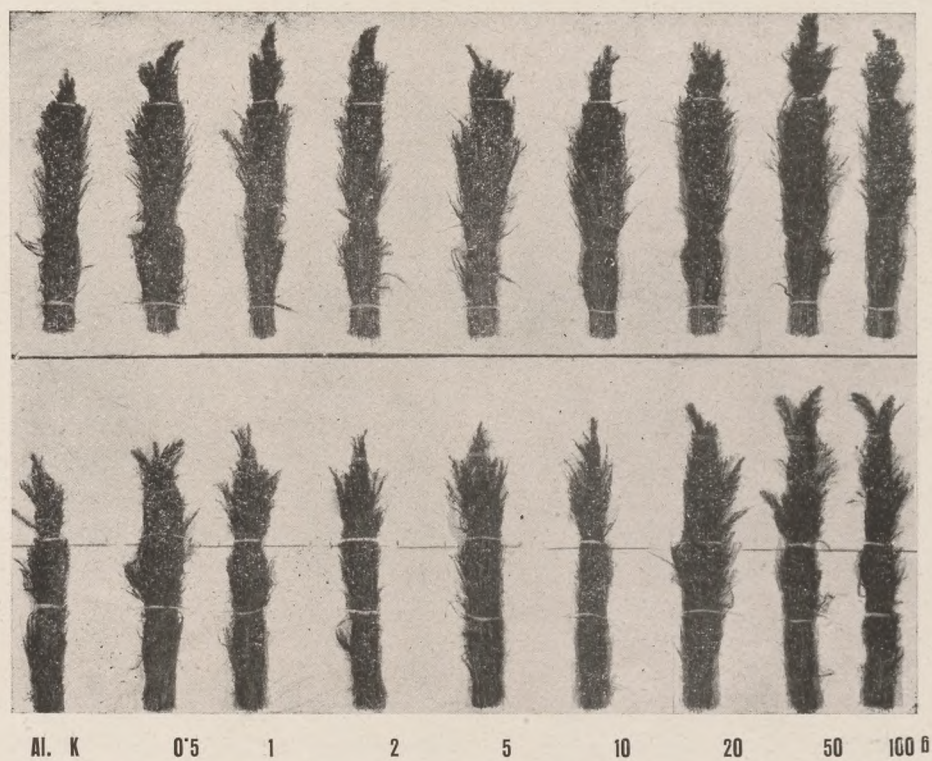


Abb. 14.
Freilandversuch mit Aluminium. Hirse.

Ob dann auch die übrigen, noch zu untersuchenden Pflanzen auch die gleiche Empfindlichkeit haben werden, wird erst die künftige Versuchsbearbeitung entscheiden können.

V. Mitteilung.

Die Ergebnisse der ersten, orientierenden Freilandversuche.

Im Sommer des Jahres 1943 versuchten wir erstmalig die biologische Wirkung der Biostrahlen einiger Elemente auch durch eine Reihe von Freilandversuchen zu untersuchen.

Da diese Versuche zunächst vornehmlich dazu dienten, um die Wirkung der biologischen Strahlenwirkung auch in der freien Natur überhaupt nachweisen zu können, so sind die bisher erzielten Ergebnisse noch nicht dazu geeignet, um aus ihnen auch bezüglich ihrer Anwendungsmöglichkeiten auf dem Gebiete des praktischen Pflanzenbaues weitgehende Folgerungen ableiten zu können. Dazu müssen erst durch eigene, dieser Zielsetzung angepaßte, weitere Versuche die nötigen Grundsätze erfaßt und durch systematische Fortsetzung der Forschungen erhärtet werden.

Die bis jetzt verwendete Versuchsanlage wurde denkbar einfach angelegt. Die Untersuchungen wurden auf den eigens hierzu vorbereiteten Versuchsfeldern des botanischen Gartens durchgeführt. Nur einige Orientierungsarbeiten führten wir auf unserem Versuchsfelde in der Domäne Fürged durch. Der lehmige, etwas mit Sand vermengte Boden des Versuchsfeldes in Sopron dessen $pH = 6.5$, $Wk = 29$ Gew.% und $CaCO_3$ -Gehalt $= 0.2\%$ betrug, wurde zunächst gründlich bearbeitet und durchgemischt, wobei alle größere, noch erfaßbare Steine und eventuell vorhandene, tote, organische Reste, die eine störende Strahlenwirkung hätten entfalten können, entfernt wurden. Wir haben hierauf in Längsreihen Quadrate angelegt, deren Kantenlängen 50 cm betrugen und voneinander ebenfalls auf je 50 cm entfernt waren.

Die Strahlensender wurden meistens in fester Form verwendet. Wir setzten sie in die Mitte der Quadrate in 18–20 cm Tiefe ein. Die Längsreihen selbst wurden in ost-westlicher Richtung derart angelegt, daß die Versuchspflanzen frei und ohne jede Schattenwirkung, von der Sonne beleuchtet werden konnten. Der Wassergehalt der Parzellen wurde durch Begießung auf der cca 70–80%-igen Sättigungsstufe der Wk gehalten.

Um die Versuche den gleichlaufend angesetzten Gefäßversuchen im Gewächshaus unmittelbar anschließen zu können, so wurden als Strahlensender Kohle, Gips und Aluminium mit und ohne zusätzliche Behälter verwendet. Der Boden des Versuchsfeldes stimmte auch mit dem Boden der Gefäßversuche überein.

Die Versuchsergebnisse teile ich in den Abbildungen 10, 11, 12 und 13

und die Ergebnisse der Trockensubstanzbestimmungen in der Tabelle III mit.

Im Anschlusse an unsere bereits in der I. Mitteilung mitgeteilten Gefäßversuche, haben wir in der ersten Versuchsreihe die Strahlenwirkung der Kohle auf die Sonnenblume untersucht.

Wir setzten hierzu zunächst Kohle⁹⁾ in geschlossenen Reagenzgläsern in den Boden, dann folgte eine Serie mit Stückkohle und eine mit Kohlenpulver der bis cca 15—20 cm Tiefe mit dem Boden gründlich vermengt wurde. Die Ergebnisse zeigen uns die Abbildung 10 und die Tabelle III. Die deutlichste Wirkung wurde bei allen drei Serien bei den Gaben von 2—5 gr Kohle erreicht

Die Depression erfolgte bei allen Reihen übereinstimmend bei der mittleren Gabe von 20 gr. Ein Vergleich der Ergebnisse der beiden Serien mit Kohle ohne Behälter mit den Resultaten des Versuches mit Kohle im Reagenzglas und mit den Resultaten der in den Abbildungen 4, 5, 6 dargestellten Gefäßversuche zeigt uns, daß hier vorwiegend die Strahlenwirkung der Kohle zur Geltung kam. Die stärkste Wirkung konnte bei den mit dem Boden vermengten Gaben festgestellt werden.

Bei den zweiten Versuchsreihen wandten wir nur Stückkohle in drei parallelen Reihen an. Als Versuchspflanze diente hier *Ricinus communis*.

Die Ergebnisse sind in der Abbildung 11 und in der Tabelle III dargestellt. Die Kulmination trat hier bei den Gaben von 5—10 gr auf. Die Depression erfolgte hart nach der Kulmination bei der Dose von 25 gr Stückkohle.

Wenn wir von der geringen Verschiebung des Kulminationsbereiches bei der *Ricinus*pflanze, die vielleicht auf die anders geartete Strahlenempfindlichkeit der letzteren zurückgeführt werden könnte, absehen, so können wir auch hier eine weitgehende Gleichläufigkeit der Ergebnisse feststellen.

In der Abbildung 12 und in der Tabelle III zeige ich dann die Ergebnisse einer Versuchsreihe mit drei parallelen Serien, die mit Stückkohle (Braunkohle aus dem Revier Dorog) auf dem Versuchsfelde in Fürged angelegt wurde.

Diesem Versuch dürfte umsoweit eine Bedeutung zukommen, da dieses Versuchsfeld rund 200 km südlich von der Soproner Anlage unter ganz anderen klimatischen Bedingungen lag (trockene und wärmere Lage). Sein Boden ist ein etwa mit Sand gemischter Lehm Boden mit einer 40%-igen CaCO_3 -Gehalt und mit einer *Wk* von 31 Gew.%. Alle drei Serien zeigen das gänzlich übereinstimmende Bild: Kulmination im Bereiche der niedrigen (2—5 gr) und der höchsten (100—500 gr) Gaben und eine Depression im Bereiche der mittleren (10—50 gr) Dosen. Ein Befund, der im ganzen

⁹⁾ Schwarzkohle aus dem Revier Pécs.

und großen mit den Ergebnissen der Soproner mit Ricinus und Helianthus abgewickelten Freilandversuche übereinstimmt.

Trotz dieser Gleichläufigkeit möchte ich vorläufig auf Grund dieser Resultate keine allgemeine und endgültige Folgerungen bezüglich der Strahlenempfindlichkeit, bzw. der allgemeinen Lage der Maxima und Minima ableiten. Dies wird erst nach der weiteren Vertiefung unserer Forschungsarbeit möglich sein.

Auf dem Umstand jedoch, daß das jetzt beschriebene Verhalten der Freilandversuche mit dem Verlaufe der mit der Tabak- und Maispflanze durchgeführten Gewächshausversuche (Abbildungen 10 und 11) ohne weitere identifiziert werden konnte, sollte noch ausdrücklich hingewiesen werden.

Gleichzeitig mit diesen Versuchen wurde auch die Einwirkung von Al und von Gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) erprobt. Al besitzt nach der Tabelle I der I. Mitteilung eine Strahlenstärke von $0.025 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$ und Gips die Intensität von $0.0025 \text{ FE m}^2\text{g}^{-1}$. Al ist also rund zehnmal aktiver, als Gips. Gips wurde in Kugel- und Al in Plattenform in den Boden, in die bereits angegebenen Tiefe von 15–20 cm versetzt. Um die Möglichkeit einer eventuellen Diffusion infolge der allmählichen Auflösung des Gips durch die Bodensäuren zu vermeiden, wurde hier die kurzlebige Pflanze Hirse als Versuchsobjekt verwendet.

Die Ergebnisse der hierzu angelegten parallelen Versuchsreihen zeigen uns die Abbildungen 13 und 14 und die Angaben der Tabelle III. Die Resultate sind derart überzeugend und übereinstimmend, daß bezüglich dem allgemeinen Versuchsverlauf keine besondere Erörterungen notwendig sind.

Mit Nachdruck sollte aber hervorgehoben werden, daß die gesteigerte Wirkung des fast zehnmal stärkeren Aluminiums deutlich zum Ausdruck kommt, indem die erste Kulmination hier bei den Gaben von 0.5 und 1 gr und die darauffolgende Depression schon bei den Dosen von 5–10 gr sich eingestellt hat, im Gegensatz zu den Resultaten des Gipsversuches, wo die erste Kulmination erst im Bereiche der Gaben von 2–10 gr und die Depression bei der Dose von 20 gr festgestellt werden konnte. Die mit dem Al erzielten Versuchsergebnisse stimmen übrigens auch mit den bereits in der I. Mitteilung (Abb. 20) dargestellten Resultaten der früheren Gewächsversuche, die mit der Tabakpflanze und mit der Erbse durchgeführt werden, gut überein.

Zusammenfassung der wichtigsten Resultate der I. Mitteilung.

Durch die Vertiefung und zielbewußte Fortsetzung der sich seit acht Jahren im Gange befindlichen Forschungen des Verfassers gelang es, die biologische Strahlungsstärke von 69 bisher untersuchten Elementen mit einer eigenen, hierzu ausgearbeiteten

reizphysiologischen Methode zu ermitteln und auch mengenmäßig zu erfassen.

Im Laufe der weiteren Forschungen gelang es auch, durch entsprechend angelegte ernährungsphysiologische Versuche auch den Einfluß dieser, vorläufig als Biostrahlung benannten, energetischen Einwirkung der Elemente, bzw. ihrer Verbindungen, auch auf das Wachstum und auf die assimilatorische Stoffproduktion der höheren Pflanzen nachzuweisen.

Zwecks reizphysiologischen Messung der Strahlungsintensität wurde die *F*-Einheit (*FE*) aufgestellt. Auf Grund der bisherigen Forschungen konnte weiters auch der Beweis erbracht werden, daß nicht nur die bisher als radioaktiv erkannten Elemente, sondern auch die übrigen, eine biologisch recht wirksame, durchdringende und allem Anschein nach kurzweilige Strahlung aussenden. Diese Strahlung hängt mit der Masse des jeweiligen Senders zusammen und ihre Stärke verhält sich mit den Quadraten der Entfernung umgekehrt proportional. Sie ist außerdem eine spezifische Eigenschaft der Elemente, die auch dann, wenn diese in Verbindungen eintreten, immer konstant bleibt.

Da es bis jetzt noch nicht gelungen ist, diese Strahlung auf rein physikalischem Wege zu erfassen, so wurden zwecks ihrer näheren physikalischen Charakterisierung mit der Zuhilfenahme der oben erwähnten biologischen Meßmethode Absorptionsversuche mit Blei durchgeführt, die künftig weiter vertieft werden sollten. Über die näheren atomphysikalischen Zusammenhänge, sowie über die exakte Charakterisierung der physikalischen Natur dieser Strahlung sind noch weitere Forschungsarbeiten notwendig, die bereits im Gange sind. Bezüglich der näheren Einzelheiten wird an die ausführlichen Angaben der Arbeit verwiesen.

Vizsgálatok az elemek által kibocsátott átható biosugárzás biológiai hatásáról.

A m. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Növényteni Intézetéből
Sopron.

Írta: Dr. Fehér Dániel.

II., III., IV. és V. sz. közlemény.

II. közlemény.

A Thulium, az Ytterbium és a Scandium sugárzásának a meghatározása.

Ezeket az elemeket vegyületek alakjában vizsgáltuk, mégpedig a Thuliumot Tu_2O_3 , a Scandiumot Sc_2O_3 és az Ytterbiumot $YbBr_3$ formában. Minthogy viszonylag kis mennyiség állott a rendelkezésünkre, az anyagot vékony papírba göngyöltük és úgy, mint ezt az I. közleményben már leírtuk, mint pontalakú sugárforrást vizsgáltuk meg. A Tu_2O_3 mennyisége 0.5 gr volt. Negatív hatótávolsága pedig 15–16 cm-t tett ki. Az $YbBr_3$ mennyisége 0.5 volt és negatív hatótávolsága 17–19 cm-t tett ki. A Sc_2O_3 nál 1 grammal dolgoztunk 22–24 cm negatív hatótávolság figyelembevételével. Az eredményeket a szokásos módon kiszámítva,¹⁾ a következő intenzitásértékeket kaptuk: Tu (0.0526–0.0600) 0.0563 $FE\ m^2g^{-1}$, Yb (0.1392–0.1728) 0.156 $FE\ m^2g^{-1}$, Sc (0.720–0.0870) 0.0795 $FE\ m^2g^{-1}$. A méréseket egyébként az 1. sz. rajzban mutatjuk be fényképben. Mindegyik elemből időben és térben különbözően több párhuzamos vizsgálatot csináltunk. Ezek közül elemenként 2–2-t mutatok be. Az I. közleményben már kifejtettem, hogy idáig 69 elem sugárzását sikerült megmérnünk. E három elem mérésével összesen 72 elem vizsgálatát tudtuk idáig befejezni. Minthogy egyelőre nem sok valószínűsége van annak, hogy a hiányzó elemek közül valamelyiket is meg tudnánk szerezni, ezért a vizsgálatokat ez irányban legalább is egyelőre lezártnak tekintjük és ezért az I. és II. táblázatban most már az eddig mért adatokat közlöm mégpedig betűsoros és erősségi sorrendben.

Az eddig elért eredményeket egyúttal a periodikus rendszerbe is be-
rajzoltam. Az így nyert képet a 2. sz. rajzábrán közlöm. Különösen jel-

¹⁾ A számítás menetét, a képeket és a táblázatokat lásd a német szövegben 321. és következő oldalakon. Az I. közlemény, amely az irodalmi adatokat is tartalmazza, e folyóirat 1942. évi kötetében jelent meg.

lemző az a körülmény, hogy a Scandiumot minden nehézség nélkül be lehetett illeszteni helyére. Ezekből az adatokból még messzebbmenő következtetéseket levonni nem igen lehet, mert hiszen különösen a ritka föld-fémeknél még sokat nem tudtunk meghatározni. De néhány radioaktív elem is hiányzik. Épen ezért azt az összeállítást egyelőre csak tájékozásnak szabad tekinteni. Nagy vonalakban meg lehet azonban már most is állapítani, hogy ügylőszik a sugáraktivitás az elemeknek szintén periodikusan változó sajátsága lesz.

III. közlemény.

A Silicium újólagos ellenőrző meghatározása.

A Silicium biológiai szempontból a fontosabb elemek közé tartozik, mert hiszen a földkéreg összetételében viszonylag nagy mennyiségben szerepel. Ezért sugárzásának meghatározása élettani szempontból is különösen figyelmet érdemel. Eddig sugárzását elemi alakban határoztuk meg, mégpedig kémiai tisztaságban. Most ellenőrzésül meghatároztuk a Siliciumot SiO_2 alakjában is. Az oxygént, amint már az I. közleményben említettem, korábban Fe_2O_3 és H_2O vegyületéből határoztuk. A korábbi határozások adatait már az első közlemény idevonatkozó táblázatában közöltem. A mostani meghatározás alapjául egy a *Haereus*-cég részéről külön e célra készített gondosan tisztaságban előállított kvarc-lemez szolgált. Ennek sugárzását térben és időben elválasztva, több párhuzamos kísérletben vizsgáltuk. Az eredményeket, illetve a vizsgálatok lefolyását a 3. sz. képen mutatom be. A Silicium korábban meghatározott sugárzási értéke (0'0002—0'0004) átlag 0'0003 $\text{FE m}^2\text{g}^{-1}$ volt. A mérések alapján a Si sugárzása (miután a negatív távolság határa 12—13 cm-t tett ki), 0'00021—0'00063, átlag 0'00042 FE értékű volt. Amint látjuk, ez az ellenőrző kísérlet azzal a megnyugtató eredménnyel végződött és azt bizonyítja, hogy amint ezt egyébként már az I. közleményben is több világos példával igazoltam, az elemek sugárzási képessége ezek állandó specifikus sajátsága, amely még akkor is változatlan marad, ha ezek egymással kémiai úton vegyületeket alkotnak (l. 3. képet).

IV. közlemény.

Az újabb tenyészedény kísérletek eredményei.

Az I. közleményben ismertetett kísérletek után újabb kiterjedt vizsgálatokat végeztünk és ezekből a legjellemzőbbeket és fontosabbakat a 4—9. képekben ismertetem, a száraz anyagmeghatározásokat pedig a III. sz. táblázatban közlöm. A hatóanyagokat szabadon a földbe helyezve és üvegtartókban elhelyezve alkalmaztuk. E kísérleteinknél csak olyan ható-

anyagokat helyeztünk szabadon a földbe, amelyek ott legalább is a kísérletek viszonylag rövidebb tartama alatt nagyobb változáson nem mennek át és a talaj vegyületeibe sem lépnek be. Főleg a szénnel végzett kísérleteimre szeretnék itt rámutatni, amelyeknél ellenőrzésül a szenet párhuzamosan poralakban és kémcsövekbe zárva is adagoltuk. Az eredmények világosan mutatják és igazolják, hogy a szénnel elért hatás még akkor is, ha ezt az anyagot szabadon, tartó nélkül rakjuk a talajba, túlnyomórészen a szén sugárzásának biológiai hatására vezethető vissza. A szénnel végzett kísérleteket a 4—6. sz. képek mutatják, bemutatom azután a pétisóval és szuperfoszfáttal végzett kísérleteimet is a 7—9. képeken. Az eredmények általában a múlt évben végzett kísérletek eredményeit erősítik meg és mutatják az elemek sugárzásának a növények asszimilatorikus anyagtermelésére gyakorolt hatását, amely hatás a legtöbb esetben ez alkalommal is kétszecsű termésgörbék alakjában nyilvánul meg.

V. közlemény.

Az első szabadföldi kísérletek eredményei.

(L. 10—14. képeket és a III. táblázatot.)

Ez évben végeztük az első szabadföldi kísérleteket, részben a soproni botanikus kert kísérleti telepén, részben a fürgei uradalomban e célra kijelölt területeken. Úgy a tenyészedény kísérletek, mint e kísérletekre vonatkozólag szeretném nyomatékosan hangsúlyozni, hogy ezek csak a sugárzás tényének és körülményeinek felderítésére és bizonyítására szolgálnak. Ezekből tehát a gyakorlati növénytermesztés szempontjából legalább egyelőre, messzemenő következtetéseket még levonni nem lehet. Csak a kutatások további rendszeres folytatása fogja majd e téren a szükséges felvilágosításokat megadni. A vizsgálatok végzésénél egyelőre a tenyészedény kísérletek rendszerét követtük, amennyiben a növényeinket szabadföldön, természetesen minden tenyészedény nélkül, 50 cm-es négyzetalakú, előre kijelölt kockákba ültettük, amely kockák hosszanti sorokban úgy voltak elhelyezve, hogy az egymástól való kölcsönös távolságuk szintén 50—50 cm-t tett ki. Az eredményeket 10—14 képekben és a III. sz. táblázatban közlöm. Hatóanyagul itt elsősorban a tenyészedény kísérletekhez csatlakozóan szenet használtunk szabadon és kémcsövekbe zárva, illetve egyes esetekben a talajba körülbelül 15—25 cm mélységig belekeverve.

Kísérleteket végeztünk ezenfelül még a talajban szabadon elhelyezett gipszgömbökkel és alumíniumlemezekkel, továbbá kémcsövekben adagolt szuperfoszfáttal és pétisóval. A gipsznél rövidebb életű növényt, kölest alkalmaztunk, hogy az anyag esetleges átdiffundálását lehetőleg a minimumra szorítsuk. E vizsgálatok a továbbiak szempontjából különös fontossággal bírnak, mert beigazolták, hogy az üvegházi tenyész-

edény kísérleteknél, tehát mesterséges körülmények között lefolytatott kísérletek alapján levezetett összefüggések, dacára a klíma és termőhelyi tényezők erős változandóságának, szabadföldön is megállják helyüket. Az eddigi eredményeket egyébként, amint már hangsúlyoztam, tájékozásul kell tekintenünk, amelyeknek kiterjesztését és elmélyítését majd az ezután következő kutatómunka fogja lehetővé tenni.

On the biological effect of the penetrating rays of the elements.

D. Fehér

The Botanical Institute of the Hungarian Technical University. Sopron (Hungary).

In seven publications, the author has proved that 69 of the known chemical elements and their combinations develop a biologically effective, penetrating radiation; 65 of these elements have so far been considered as non radio-active. By means of physiological excitation experiments, the quantitative intensity of the radiation was measured, and its physiological effect on alimention was determined by tests carried out in pots and in the open. A more exact determination and definition of the radiation through the application of the traditional physical methods has so far remained unsuccessful. Therefore, merely biological methods are being applied for the time being. This radiation probably consists of particularly effective penetrating quanta; it not only causes tropic, physiologically stimulating movements of the plants but also stimulates their productivity of assimilatory matter and their growth, and accelerates blossoming. As to the inner mechanism of the physiological effectiveness of the bio-rays, nothing definite can as yet be stated. It is to be presumed that the quanta not only penetrate the soil, thus reaching the roots of plants, but also incite on their way a progressive secondary radiation of the soil particles which, in turn, produces a further physiological effect. The results of the experiments made permit the statement that at first the living cells of the root absorb the impulse of the radiation and that they later transmit it, in primary and secondary conduction, to the tissues and organs influencing growth and the production of matter. For some time now, the author has been working on experiments with the feebly active elements lead as absorbent; these experiments will probably ensure a better knowledge of the nature and, in particular, of the wavelength of the bio-rays.



