

Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung
Nr. 186

Über die Verfärbung des Steinsalzes durch
Becquerelstrahlen

Von

Maria Bělař

(Mit 7 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. März 1926)

Die vorliegende Arbeit bildet eine Fortsetzung der bereits früher veröffentlichten Untersuchungen über die Verfärbung von Steinsalz mittels Radiumstrahlen.¹ Hauptzweck der Untersuchung war, die Abhängigkeit des Sattwertes der Verfärbung von der Intensität der Bestrahlung festzustellen. Es wurden sechs Steinsalzplatten ($12 \times 6 \times 1.5 \text{ mm}$) von der Firma B. Halle's Nachfolger, Berlin-Steglitz — nach Angabe der Firma aus Wieliczka stammend —, in entsprechenden Entfernungen von der Präparatachse aufgestellt, und zwar: 7.2 mm , 10.6 mm , 14.0 mm , 21.5 mm , 46.5 mm und 65.5 mm . Diese Entfernungen entsprechen den relativen Intensitäten 1, 0.52, 0.31, 0.137, 0.024 und 0.012; die ersten vier sind der Intensitätskurve in der Veröffentlichung von K. Przi Bram und E. Kara-Michailova entnommen,² die zwei letzten als verkehrt proportional dem Quadrate der Entfernung berechnet. Der Kürze halber seien im folgenden die Krystalle mit 1, 2, 3, 4, 5, 6 bezeichnet, was den Intensitäten 1, 0.52, 0.31, 0.137, 0.024, 0.012 entsprechen soll. Die Platten befanden sich in mit Stiften versehenen Klammern; die Stifte paßten in Löcher einer Grundplatte, die in den angegebenen Entfernungen vom Präparat (Standard V, 612 mg Ra-Element, in doppeltem Glasrohr von zirka $\frac{1}{2} \text{ mm}$ Gesamtwandstärke, das durch einen entsprechenden Träger in vertikaler Stellung gehalten wurde) angebracht waren, so daß immer gleiche Stellung gesichert war. Die Messung der Absorption geschah mittels des Glan'schen Spektrophotometers. Auch hier wurde die gleiche Stellung dadurch gesichert, daß die Krystalle mittels des Stiftes an einem festen Bügel vor dem Spalt angebracht wurden.

¹ M. Bělař, Mitteilungen aus dem Inst. f. Radiumforschung Nr. 154, Wiener Ber. (II a), 132, 45, 1923. K. Przi Bram und M. Bělař, Mitteilungen aus dem Inst. f. Radiumforschung Nr. 157, Wiener Ber. (II a), 132, 261, 1923.

² Mitteilungen aus dem Inst. f. Radiumforschung Nr. 149, Wiener Ber. (II a) 131, 511, 1922.

Die Krystalle wurden nahezu ein Jahr lang (340 Tage) bestrahlt und anfangs täglich, später in größeren Intervallen gemessen. Den Anstieg der Verfärbung zeigen die Fig. 1 und 2, und zwar

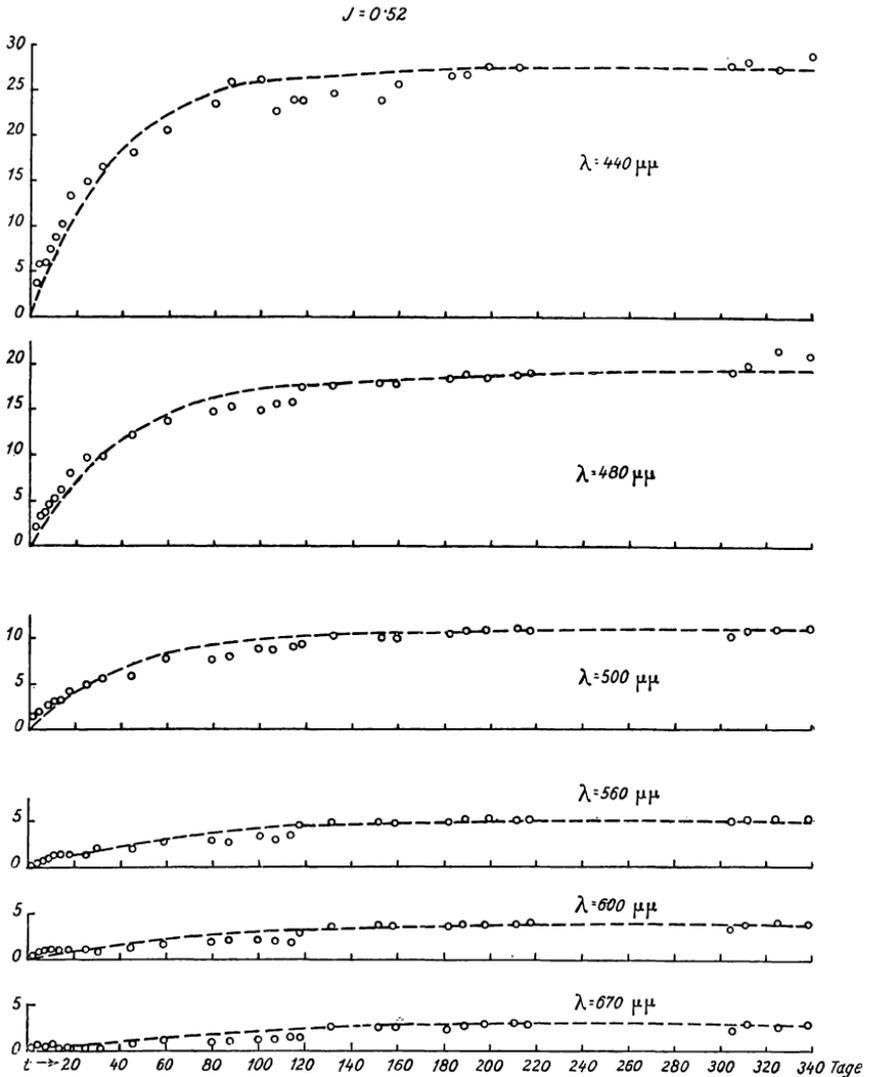


Fig. 1.

Fig. 1 für die Intensität 0.52 und sechs verschiedene Wellenlängen, Fig. 2 für die Wellenlänge 480 und sechs verschiedene Bestrahlungsintensitäten. Der Zusammenhang zwischen Sattwert und Intensität ist aus Fig. 3 und der folgenden Tabelle ersichtlich.

Eine Darstellung des Anstieges der Absorption mit der Bestrahlungsdauer mittels einer einfachen e -Potenz gelang nicht, da die gemessenen Anfangswerte sämtlich höher liegen als die ent-

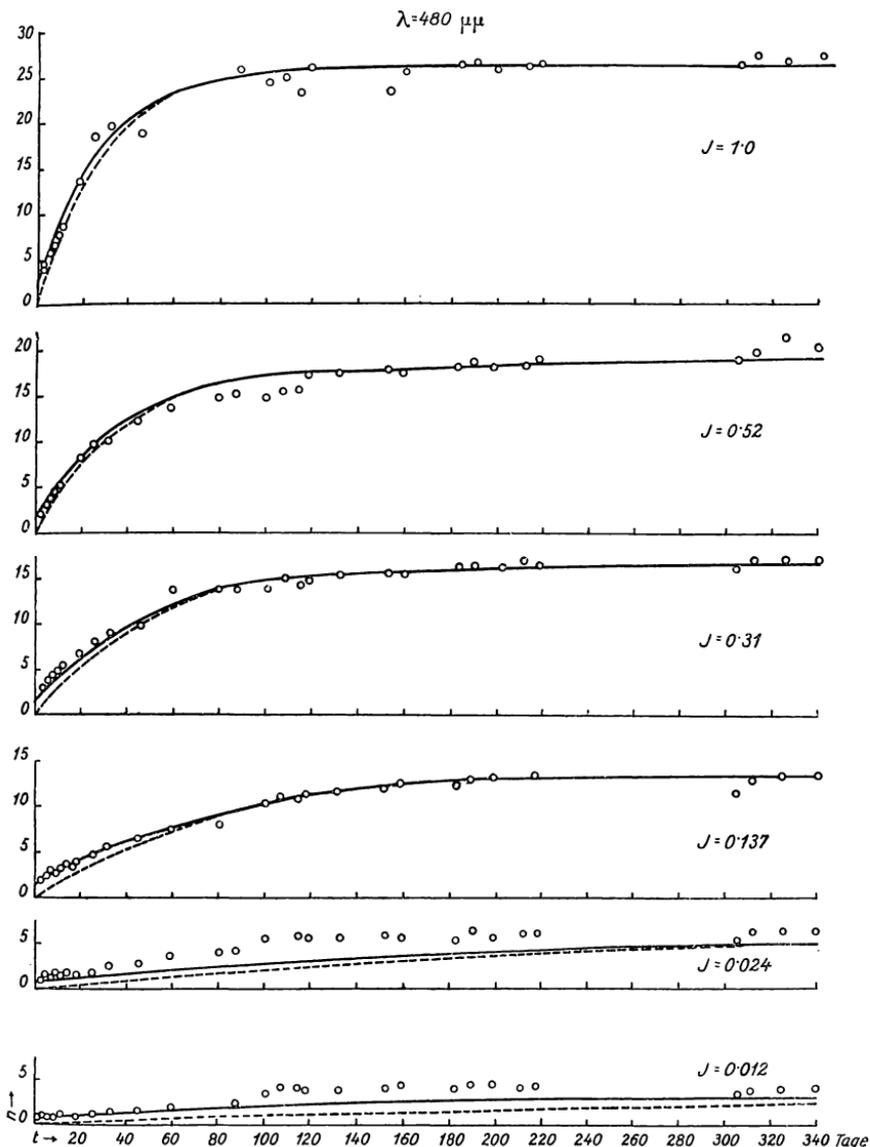


Fig. 2.

sprechenden Werte der berechneten Kurve. Den Beobachtungsfehlern ist dies nicht zuzuschreiben, wie die durchgeführte Fehlerberechnung ergab. Die Messung wurde dadurch erschwert, daß sich in den

Krystallen bald nach Beginn der Bestrahlung hellere und dunklere Streifen auszubilden begannen.¹

Die theoretische Behandlung des hier mitgeteilten Beobachtungsmaterials wird in der folgenden Mitteilung von K. Pržibram² durchgeführt. Die in den Fig. 1 und 2 eingezeichneten Kurven sind die daselbst theoretisch abgeleiteten.

Die Krystalle wurden hierauf über drei Monate (100 Tage) im Dunkeln belassen und ihre etwaige Entfärbung messend verfolgt. Krystall 1 zeigt im Violett, Blau und Blaugrün keine Änderung, im

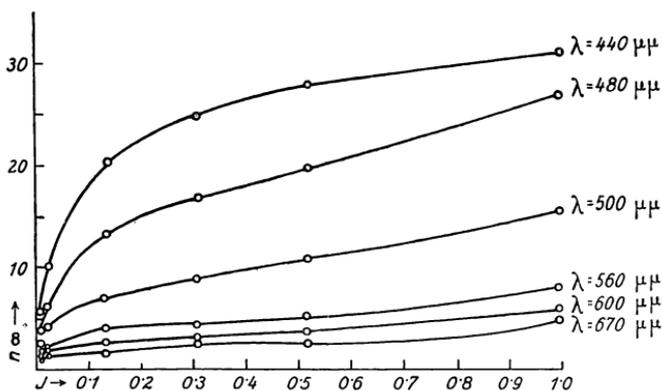


Fig. 3.

Tabelle 1

Sattwerte der Absorptionskoeffizienten.³

$\lambda \rightarrow$ Intensität	670	600	560	500	480	440
1.0	5.0	6.0	8.0	15.5	27.0	31.0
0.52	2.0	3.5	5.2	10.7	20.0	27.7
0.31	2.0	3.2	4.5	8.7	17.0	24.5
0.137	1.5	2.7	4.0	7.0	13.5	20.2
0.024	1.3	1.7	2.2	4.0	6.5	10.0
0.012	1.0	1.2	1.7	2.5	4.2	5.7

¹ Dies ist vielleicht der Grund der größeren Streuung unserer Messungen, verglichen mit den von den Herren P. Ludewig und F. Reuther nach dem Ostwald'schen Farbmeßverfahren ausgeführten (Zeitschr. f. Phys., 26, 45, 1924).

Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung Nr. 187.

³ Der Absorptionskoeffizient μ ist wieder wie in früheren Arbeiten durch $J = J_0 e^{-\mu d}$ definiert.

Grün, Gelb und Rot eher einen leichten Anstieg des Absorptionskoeffizienten. Die Krystalle 2, 3, 4 haben auch einen leichten Anstieg im Rot und Gelb, im Grün, Blaugrün, Blau und Violett hingegen deutlichen Abfall. Die Krystalle 5 und 6 zeigen für alle Wellenlängen eine Abnahme der Absorption mit der Zeit (Fig. 4). Die aus der Dunkelreaktion nach der Gleichung $n = n_{\infty} e^{-\delta t}$ berechnete Konstante δ wird mit abnehmender Bestrahlungsintensität größer, wie die folgende Tabelle zeigt.

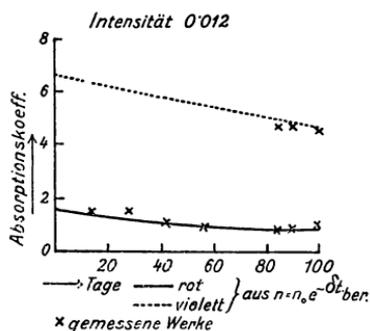


Fig. 4.

Tabelle 2.

Exponent δ der Dunkelreaktion.

Intensität $\lambda \rightarrow$	670	600	560	500	480	440
0.52	—	—	0.001	0.001	0.001	0.001
0.31	—	—	0.005	0.001	0.001	0.001
0.137	—	—	0.009	0.005	0.002	0.001
0.024	0.004	0.005	0.005	0.004	0.003	0.001
0.012	0.006	0.012	0.008	0.008	0.005	0.003

Nun wurden die Krystalle im elektrischen Ofen erwärmt, und zwar zunächst nur die bei den vier größten Intensitäten verfärbten. Der Ofen bestand aus zwei übereinandergelagerten Heizspiralen, zwischen welche eine durchscheinende Quarzplatte geschoben war. Auf dieser lagen die Krystalle auf einem entsprechend durchlochtem Träger, so daß man bei Belichtung von unten die Farbänderung während des Erwärmens beobachten konnte. Die Krystalle wurden in den schon auf 200° erwärmten Ofen gebracht und das erstmal nach 45 Minuten im abgekühlten Zustand gemessen. Die Krystalle 1, 2, 3 hatten im Rot, Gelb, Grün und Grünblau eine erheblich stärkere Absorption, im Blau und Violett Verminderung der Absorption.

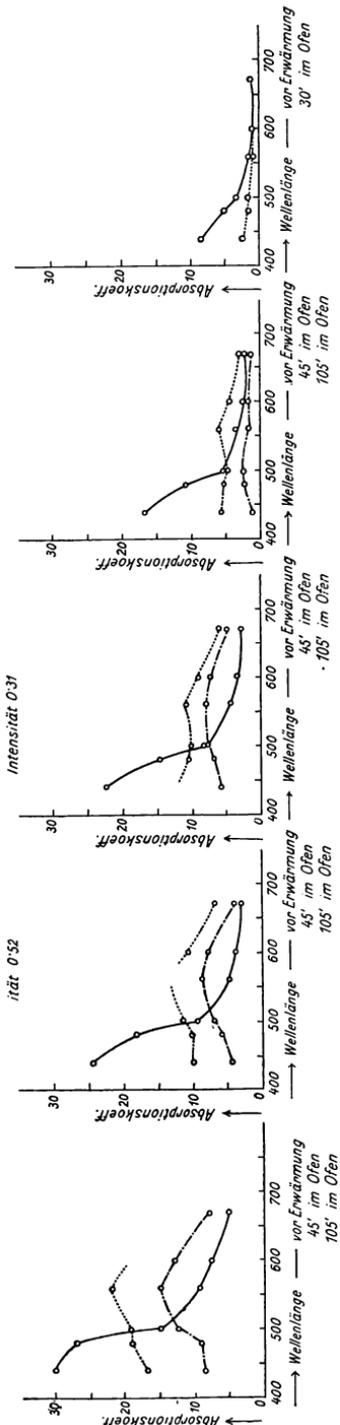


Fig. 5.

Krystall 4 zeigte eine Erhöhung der Absorption nur im Rot, Gelb und Grün, Verminderung im Blaugrün, Blau und Violett. Was die Farbe betrifft, waren nur 1 und 2 rein violett, 3 und 4 wiesen noch einen etwas bräunlichen Ton auf. Nachdem die Krystalle weitere 30 Minuten bei 200° geblieben waren, wurden sie abermals gemessen. Die Krystalle 1, 2, 3 zeigten erhöhte Absorption nur noch im Rot, Gelb und Grün, in den übrigen Farben Verminderung des Absorptionskoeffizienten; Krystall 4 hatte nur mehr im Gelb eine höhere Absorption als vor der Erwärmung. Die letzte Messung wurde nach abermaliger Erwärmung von 30 Minuten Dauer vorgenommen. Der Absorptionskoeffizient war gegen den letztgemessenen etwas gesunken, bei 1, 2, 3 aber noch immer höher im Rot, Gelb und Grün als vor der Erwärmung überhaupt. Bei Krystall 4 war der Absorptionskoeffizient durchwegs unter den vor der Erwärmung erhaltenen Wert gesunken, die Kurve war bereits sehr flach, das Absorptionsmaximum im Blaugrün. Fig. 5 zeigt graphisch die Veränderung des Absorptionskoeffizienten durch Erhitzen.

Bei all diesen Stücken zeigte es sich, daß die Violettfärbung vorwiegend in parallelen Schichten erfolgt, die durch wesentlich schwächer gefärbte Schichten getrennt sind. Es ist dies auf die schon im braunen Stadium kenntliche Inhomogenität der Verfärbung zurückzuführen, die beim Umschlag in Violett wesentlich auffallender wird.¹ Die Streifen verlaufen den Würfelflächen parallel, und zwar bei den hier untersuchten Stücken vorwiegend in Ebenen senkrecht zur Präparatachse, doch sind auch Streifen parallel zur Präparatachse zu sehen, so daß die Stücke stellenweise kariert erscheinen.

Nun wurde auch Krystall 5 erwärmt und nach 30 Minuten gemessen. Er hatte einen ganz hellen gelblichen

¹ Vgl. K. Przibram, Wiener Ber. (II a), 134, 250, 1925.

Ton, ohne wie die andern violett geworden zu sein. Die Messung ergab fast durchwegs verminderte Absorption, doch noch mit einem deutlichen Absorptionsmaximum im Violett. Hier scheint also die zur Violettverfärbung erforderliche Strahlendosis noch nicht erreicht worden zu sein.

Tabelle 3.

Änderung des Absorptionskoeffizienten infolge Erwärmung.

Intensität	$\lambda \rightarrow$	670	600	560	500	480	440
1·0	Vor Erwärmung	5·0	7·6	9·3	14·9	27·0	30·0
	45 Min.	12·5	19·5	22·0	19·3	19·1	16·7
	75	8·3	13·2	15·8	12·4	11·3	9·4
	105	7·7	12·7	14·9	12·3	9·1	8·5
0·52	Vor Erwärmung	3·0	4·0	4·9	9·5	18·2	24·5
	45 Min.	7·0	10·6	13·2	11·5	10·1	10·0
	75	4·0	7·7	8·7	7·7	6·0	4·4
	105	4·0	7·7	8·7	7·0	5·8	4·4
0·31	Vor Erwärmung	3·0	3·5	4·5	8·3	14·9	22·5
	45 Mi	6·1	9·3	11·0	10·3	10·4	12·4
	75	5·7	8·1	9·0	8·6	8·2	6·7
	105	5·0	7·5	8·0	7·8	6·8	5·8
0·137	Vor Erwärmung	2·4	2·4	3·6	5·4	10·8	16·6
	45 Min.	2·8	4·4	5·9	5·0	5·2	5·6
	75	1·7	2·9	3·4	2·8	2·5	1·8
	105	1·4	1·7	1·7	2·4	2·3	1·3
0·024	Vor Erwärmung	1·3	1·0	1·5	3·2	5·0	8·5
	30 Min.	1·3	1·0	1·3	1·7	1·7	2·5

Der sechste Krystall (Intensität 0·012) wird noch weiter im Dunkeln belassen.

Bei Gelegenheit wurden auch jene Krystalle gemessen, die den Gegenstand früherer Untersuchungen gebildet hatten.¹ Es waren

¹ K. Przibram und M. Bělař, l. c.

Krystalle, die seinerzeit der Sonnenbelichtung ausgesetzt worden und seither, etwa zweieinhalb Jahre (32 Monate), im Dunkeln geblieben waren, und zwar: ein natürlich blauer (56 Stunden an der Sonne), ein natürlich violetter (51 Stunden an der Sonne), ein mit Natrium violett (53 Stunden an der Sonne), und ein mit Natrium gelb gefärbter (56 Stunden an der Sonne), ein durch Radiumbestrahlung und nachträgliche Erwärmung violett gefärbter Krystall

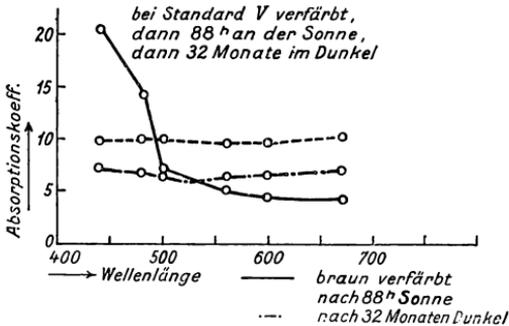


Fig. 6.

(Angaben über die Dauer und Intensität der Bestrahlung sowie Dauer und Temperatur bei der Erwärmung sind nicht vorhanden) und ein Krystall, der 85 Tage bei Standard V gewesen und hierdurch braun gefärbt worden war (88 Stunden an der Sonne). Die natürlich verfärbten Krystalle zeigten keine Änderung im Verlaufe der Kurven, nur ist bei dem natürlich violetten das durch die

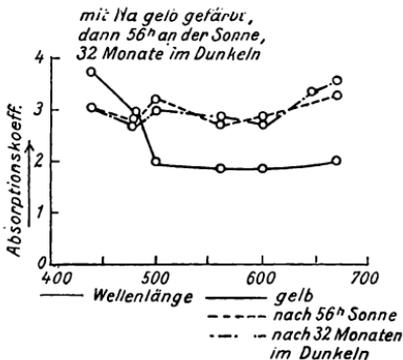


Fig. 7.

Sonnenbelichtung etwas verflachte Absorptionsmaximum wieder so scharf geworden wie vor der Belichtung. Auch die mit Natrium violett gefärbten zeigten keine Änderung. Die Unterschiede in den Werten der Absorptionskoeffizienten sind darauf zurückzuführen, daß die Krystalle sehr unklar waren. Der durch Radiumbestrahlung und nachträgliche Erwärmung violett gefärbte Krystall hat das Absorptionsmaximum nunmehr im Gelb, während es vor der Sonnenbelichtung im Grün lag, nach der Belichtung im Blaugrün. Der bei Standard V braun verfärbte Krystall war infolge der

Sonnenbelichtung grau geworden, wie aus der flachen Kurve ersichtlich. Jetzt zeigt die Kurve denselben Verlauf, nur ist der Absorptionskoeffizient gesunken (Dunkelreaktion), Fig. 6. Bemerkenswert ist, daß der mit Na-Dampf gelb gefärbte Krystall durch Sonnenlicht ebenfalls grau geworden war, aber keine Dunkelreaktion zeigt. Fig. 7. Dieses Fehlen der Dunkelreaktion ist leicht erklärlich, da die Färbung hier durch einen Überschuß an Natrium bewirkt wird.

Es wurden auch Versuche angestellt, einen eventuellen Einfluß der Bestrahlung auf den Brechungsquotienten von Steinsalz zu ermitteln, doch diese verliefen resultatlos.

Zusammenfassung.

Die Änderung der Lichtabsorption von Steinsalz durch β - γ -Strahlung mit der Zeit wurde für sechs verschiedene Bestrahlungsintensitäten und sechs verschiedene Wellenlängen während eines Jahres messend verfolgt. Es wird die Abhängigkeit des Sattwertes der Verfärbung von der Bestrahlungsintensität quantitativ festgestellt. Der Anfangsanstieg der Verfärbung erfolgt rascher als einer einfachen e -Potenz entspräche. Nach Schluß der Bestrahlung zeigen stark verfärbte Stücke keine Abnahme der Verfärbung im Verlaufe von 100 Tagen, im langwelligen Gebiet sogar eine Zunahme; die schwächer verfärbten im kurzwelligen Gebiet eine Abnahme, im langwelligen keine; die am schwächsten verfärbten durchwegs Abnahme. Der Farbumschlag in Violett beim Erhitzen wird beobachtet, und es wird wieder gefunden, daß er unterhalb einer gewissen Dosis ausbleibt. Es werden weitere Angaben über die Einwirkung von Sonnenlicht auf verfärbtes Salz gemacht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [135_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Belar Maria

Artikel/Article: [Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung Nr. 186. Über die Verfärbung des Steinsalzes durch Becquerelstrahlen. 187-195](#)