Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung
Nr. 237

Ein Schema der Verfärbungserscheinungen bei Steinsalz

Von

Karl Przibram

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Juli 1929)

Röntgenanalytische Versuche hatten A. Schleede[1] auf einen Zusammenhang der Phosphoreszenz mit Gitterstörungen geführt. Der weitgehende Parallelismus zwischen Phosphoreszenz und Verfärbung ließen den Verfasser[2] vermuten, daß auch für die Verfärbung gestörte Stellen des Gitters in Betracht kommen werden. Zu der gleichen Ansicht sind B. Gudden und R. Pohl[3] bei ihren Versuchen über die lichtelektrische Leitfähigkeit verfärbter Salze gelangt. A. Smekal[4] schließlich hat bei seinen umfassenden Untersuchungen über den Bau der Realkrystalle die für die Verfärbung maßgebenden Störungen mit den »Lockerstellen« identifiziert, die nach seiner ausgiebig begründeten Ansicht ein konstitutives Merkmal der wirklichen Krystalle bilden.

Die im Institut für Radiumforschung ausgeführten Arbeiten[5] über Verfärbung haben ergeben, daß in einem Krystall stets Störungsstellen sehr verschiedener Eigenschaften zugegen sind, die sich durch die verschiedene Stabilität und Färbung der durch Bestrahlung an ihnen ausgebildeten Farbzentren zu erkennen geben.

Insbesondere hat die Analyse der Anstiegskurve der Verfärbung des Steinsalzes zur Annahme von mindestens drei Arten von Zentren geführt und zu demselben Ergebnisse kam Fräulein Zekert[6] beim Studium der Entfärbung des verfärbten Steinsalzes bei verschiedenen Temperaturen. Die Verfärbungsversuche an gepreßtem Steinsalz ließen ebenfalls, und zwar besonders deutlich drei verschiedene Zentrenarten erkennen und so scheint es an der Zeit zu versuchen, wie weit man bei der Deutung der sehr mannigfaltigen Farben des

---

1 A. Schleede (Zeitschr. f. Phys., *18*, 109, 1923).

2 K. Przibram (Wiener Ber. [IIa], *134*, 248, 249, 250, 1925).

3 Siehe z. B. A. Schilling, Neues Jahrb. f. Min. usw., *A*, 1926, 245; B. Gudden, Lichtelektrische Erscheinungen, Berlin 1928, 150.

4 A. Smekal (Wiener Anz., *62*, 191, 1925), neuerdings Zeitschr. f. Phys., *55*, 289, 1929.

5 Siehe die Zusammenfassung in Zeitschr. f. Phys., *41*, 833, 1927.

6 B. Zekert, Wiener Ber. (IIa), *136*, 341, 1927.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Steinsalzes mit der Annahme dreier Zentrensorten bestimmter Eigenschaften kommen kann.[1]

Es mögen zunächst Definitionen dafür gegeben werden, was unter einem Verfärbungszentrum und einem Farbzentrum zu verstehen ist. Hierauf seien die Eigenschaften der verschiedenen besonders bezeichneten Zentren und die Veränderungen, die sie durch verschiedene Agentien erleiden, angeführt und schließlich eine tabellarische Übersicht über die Verfärbungserscheinungen und ihre Deutung auf Grund dieser Sätze gegeben.

Definitionen.

Verfärbungszentrum (VZ) ist ein Ion, dessen Neutralisierung zur Verfärbung Anlaß gibt, zusammen mit seiner nächsten Umgebung, die seine Beweglichkeit bestimmt.

Farbzentrum (FZ) ist ein neutrales Atom zusammen mit seiner nächsten, notwendigerweise gestörten Umgebung, die seine Beweglichkeit bestimmt und sein Absorptionsspektrum beeinflußt.

Entstehung eines Farbzentrums.

Ein Farbzentrum entsteht:

A. durch Neutralisierung eines Natriumions in einem VZ durch Bestrahlung,

B. durch Einführung eines Natriumatoms in ein VZ durch Behandlung mit Natriumdampf, Elektrolyse usw.

Drei verschiedene Zentrenarten.

Nach zunehmender Störung geordnet, sollen Zentren erster bis dritter Art unterschieden werden.

Dabei sind die nach *B* gebildeten FZ stets stabiler als die nach *A* gebildeten, da bei ersteren kein dem Na-Atom entsprechendes Cl-Atom zugegen ist, wie dies bei letzterem der Fall ist.

Zentren mit höherer Nummer werden in dem folgenden als höhere Zentren bezeichnet und umgekehrt. VZ und FZ mit gleicher Nummer werden als einander entsprechende Zentren bezeichnet.

Eigenschaften der drei Zentrenarten.

VZ 1 stabilst gegen Wärme, unempfindlich gegen Licht, farblos.

VZ 2 labiler

VZ 3 labilst

---

[1] Die Untersuchung wäre auch auf die Ionenleitfähigkeit des Steinsalzes auszudehnen, siehe A. Smekal, Zeitschr. f. techn. Phys., *7*, 535, 1926; J. Gingold, Zeitschr. f. Phys., *50*, 633, 1928; Z. Gyulai und D. Hartly, Zeitschr. f. Phys., *51*, 378, 1928; F. Quittner und A. Smekal, Zeitschr. f. phys. Chem. (*B*), *3*, 162, 1929.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

FZ 1 stabilst gegen Wärme, stabilst gegen Licht, gelb.
FZ 2 labiler labilst rötlichgelb.
FZ 3 labilst stabiler als FZ 2, labiler als FZ 1 gegen Licht, violett bis blau.

Dazu kommen noch kolloide Komplexe größter Stabilität, um so stabiler, je größer sie sind, violett bis blau, die sich aus dem FZ 3 bilden können. Die kolloiden Teilchen unterscheiden sich von den FZ 3 außer durch ihre Stabilität und dem ultramikroskopischen Befund auch noch darin, daß einseitiger Druck bei ersteren Pleochroismus erzeugt,[1] bei letzteren nicht.[2]

Die Zentren einer Art sind nicht einheitlich; wahrscheinlich sind alle Abstufungen vorhanden, die Ziffern bezeichnen nur besonders auffallende Gruppen. Insbesondere sind die FZ 3 je nachdem, ob die Störung kleiner oder größer ist, mehr violett oder reiner blau, im folgenden mit FZ 3 und FZ 3′ bezeichnet. Die kolloiden Teilchen sind je nachdem, ob sie kleiner oder größer sind, ebenfalls mehr violett oder reiner blau. Ob bei den amikroskopischen FZ 3 die Farbunterschiede auch auf Größenunterschiede (Atomkomplexe) zurückgeführt werden können, läßt sich noch nicht entscheiden.[3]

Wirkungen.

I. Wirkung der Bestrahlung.

a) Verwandelt die VZ in die entsprechenden FZ (Verfärbung durch Strahlung).

b) Verwandelt die FZ in die entsprechenden VZ (Entfärbung durch Strahlung).

c) Verwandelt die weniger gestörten niedrigeren VZ in stärker gestörte, höhere VZ (Auflockerung durch Strahlung).

d) Verkleinert kolloide Teilchen.[4]

II. Wirkung der Wärme.

(Die hier angeführten Vorgänge können auch bei Zimmertemperatur vor sich gehen, nur mit geringerer Geschwindigkeit.)

a) Verwandelt niedrigere VZ in höhere VZ (thermische Auflockerung).

b) Verwandelt höhere VZ in niedrigere VZ (Rekrystallisation).

c) Verwandelt die FZ in die entsprechenden VZ (thermische Entfärbung).

---

1 F. Cornu, Neues Jahrb. f. Min., 1907, 166, 1908, 32.

2 Dies erscheint durch wiederholte sorgfältige Versuche des Verfassers sichergestellt.

3 Herr H. Siedentopf hat mich gesprächsweise darauf aufmerksam gemacht, daß die Mie'sche Theorie eine Wiederholung der im ultramikroskopischen Gebiet auftretenden Farbenfolge im amikroskopischen zuläßt.

4 Dies ist wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit aus der Abnahme der Absorption im Rot und Gelb bei der Bestrahlung des natürlichen Blausalzes zu schließen (K. Przibram und M. Belar, Wiener Ber. [IIa], *132*, 269, 1923).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

d) Verwandelt die FZ in niedrigere VZ (Rekrystallisationsentfärbung).

e) Findet bei sehr starker Verfärbung (großer FZ-Konzentration) eine Umwandlung von FZ 1 in FZ 3 statt, so kann, ehe Entfärbung eintritt, ein Zusammenballen der Atome der FZ 3 zu kolloiden Komplexen großer Stabilität erfolgen (thermischer Blauumschlag).

f) Vergrößert kolloide Teilchen.

g) Verkleinert kolloide Teilchen bis zur Überführung in niedrigere FZ.

III. Wirkung des einseitigen Druckes (plastische Deformation).

a) Verwandelt die niedrigeren VZ in höhere (Auflockerung).

b) Verwandelt die höheren VZ in niedrigere (Ausheilen unter Druck).

c) Verwandelt die niedrigeren FZ in höhere.

d) Verwandelt die höheren FZ in niedrigere.

e) Verkleinert kolloide Teilchen, führt sie aber nicht in niedrigere FZ über.

IV. Wirkung der Belichtung.

a) Verwandelt die FZ in die entsprechenden VZ (photoelektrische Entfärbung).

b) Überführt Elektronen von den optisch labileren FZ zu den optisch stabilere FZ ergebenden VZ.

c) Vergrößert kolloide Teilchen.[1]

d) Verkleinert kolloide Teilchen.[1]

Diese Übersicht zeigt, daß fast alle Wirkungen umkehrbar sind. Insbesondere ergibt sich für den höchsten Störungsgrad ein Maximum für eine bestimmte thermische oder plastische Behandlung.

Zu einigen dieser Punkte sind noch Erläuterungen erforderlich.

Zu I, *c*: In früheren Mitteilungen[2] war gezeigt worden, daß die von Fräulein Belar[3] gemessenen Anstiegskurven der Verfärbung des Steinsalzes in ihrer Abhängigkeit von der Bestrahlungsintensität richtig wiedergegeben werden können durch die Annahme 1. von Farbzentren, die rasch ihren Sattwert erreichen, also sehr labil sind; 2. von einer weit größeren Zahl stabilerer Zentren, die für den größten Teil der Verfärbung verantwortlich sind, und 3. Zentren, die sich mit der Zeit durch die Bestrahlung bilden und nur durch Dunkelreaktion, nicht oder richtiger nur in zu vernachlässigendem Betrage durch die Strahlung selbst entfärbt werden. Es spricht nichts gegen die Auffassung, daß die zuerst genannten nach der hier

---

[1] Siehe H. Siedentopf, Zeitschr. f. Elektrochem., *12*, 635, 1906.

[2] K. Przibram, Wiener Ber. (IIa), *135*, 197, 1926; siehe insbesondere p. 206, *136*, 679, 1927.

[3] M. Belar, ebenda, *135*, 187, 1926.

benützten Bezeichnung aus VZ 2 entstehen, die schon von Natur aus in geringer Zahl im Steinsalz enthalten sind, während die zuletzt genannten aus VZ 3 entstehen, die erst durch die Strahleneinwirkung gebildet werden. Das Überwiegen der Dunkelreaktion bei den stark gestörten FZ 3 gegenüber der Strahlungsentfärbung kann mit ihrer relativen Stabilität gegen Licht in Beziehung gebracht werden, siehe die Eigenschaften der Zentren: Während sie gegen Wärme labiler sind als die FZ 2, sind sie gegen Licht stabiler als diese. Die Beobachtungen von Fräulein Zekert über die Entfärbung des verfärbten Steinsalzes zeigen ebenfalls, daß die sich beim Erwärmen am raschesten entfärbenden Zentren die sind, die relativ mehr im langwelligen Gebiet absorbieren; man betrachte ihre Fig. 2, p. 339, die deutlich einen viel stärkeren Anfangsabfall für die Wellenlänge 670 $m\mu$ (bis auf etwa ein Drittel) zeigen als für 480 $m\mu$ und 440 $m\mu$ (um etwa 37%, beziehungsweise 28%).

Zu II, *c*: Die zur Abspaltung des Elektrons erforderliche Arbeit ergibt sich aus der Lage des Absorptionsmaximums des verfärbten Steinsalzes bei 460 $m\mu$ (Maximum der lichtelektrischen Leitfähigkeit nach Gudden und Pohl) bei Zimmertemperatur zu 2·7 Volt oder $4 \cdot 3 . 10^{-12}$ Erg. Die van't Hoff-Boltzmann'sche Gleichung: Geschwindigkeit $= Ae^{-\frac{E}{kT}}$ vorausgesetzt, sollte der Temperaturkoeffizient der Entfärbungsgeschwindigkeit $C = E/k = 3 \cdot 15 . 10^4$ sein. Nach B. Zekert ist er aber für die labileren Zentren nur = rund $5 . 10^3$, entsprechend einer etwa sechsmal kleineren Arbeit. Hieraus ist zu folgern, daß die thermische Entfärbung bei diesen labilsten Zentren nicht primär durch die Wärmeenergie am Farbzentrum erfolgt, sondern daß zunächst eine weniger Energieaufwand erfordernde Umordnung der Umgebung stattfindet, die eine lebhaftere Nähewirkung im Sinne Lenard's zur Folge hat. Je beweglicher die Teilchen, desto eher tritt die zur Nähewirkung (Übergang eines Elektrons vom Na-Atom zum Cl-Atom) günstige Konstellation ein. Dieselbe Bedingung, große Beweglichkeit der Teilchen, befördert aber auch die Rekrystallisation, womit der Parallelismus zwischen Rekrystallisation und Entfärbung gegeben ist. Die Versuche an gepreßtem Steinsalz ergeben für den Temperaturkoeffizienten C der Rekrystallisationsgeschwindigkeit tatsächlich auch Werte von der Größenordnung $5 . 10^3$. Nach neueren Versuchen ist der Koeffizient C für die Rekrystallisation sehr merklich vom Druck abhängig, dem das Steinsalz unterworfen worden war, und steigt von etwa $5 . 10^3$ für 5000 *kg* pro Quadratzentimeter bis $20 . 10^3$ für 200 *kg* pro Quadratzentimeter. Somit ist die Ablösearbeit der Ionen tatsächlich um so kleiner, je größer die Störung ist. Die in einer früheren Mitteilung[1] aufgeworfene Frage, ob durch Pressen nur die Zahl der gestörten Ionen oder auch der Grad der Störung vermehrt wird, ist also in letzterem Sinne beantwortet.

---

[1] K. Przibram, Mitt. d. Inst. f. Ra-Forsch. Nr. 232 den Wiener Ber. im Druck.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

d) Verwandelt die FZ in niedrigere VZ (Rekrystallisationsentfärbung).

e) Findet bei sehr starker Verfärbung (großer FZ-Konzentration) eine Umwandlung von FZ 1 in FZ 3 statt, so kann, ehe Entfärbung eintritt, ein Zusammenballen der Atome der FZ 3 zu kolloiden Komplexen großer Stabilität erfolgen (thermischer Blauumschlag).

f) Vergrößert kolloide Teilchen.

g) Verkleinert kolloide Teilchen bis zur Überführung in niedrigere FZ.

III. Wirkung des einseitigen Druckes (plastische Deformation).

a) Verwandelt die niedrigeren VZ in höhere (Auflockerung).

b) Verwandelt die höheren VZ in niedrigere (Ausheilen unter Druck).

c) Verwandelt die niedrigeren FZ in höhere.

d) Verwandelt die höheren FZ in niedrigere.

e) Verkleinert kolloide Teilchen, führt sie aber nicht in niedrigere FZ über.

IV. Wirkung der Belichtung.

a) Verwandelt die FZ in die entsprechenden VZ (photoelektrische Entfärbung).

b) Überführt Elektronen von den optisch labileren FZ zu den optisch stabilere FZ ergebenden VZ.

c) Vergrößert kolloide Teilchen.[1]

d) Verkleinert kolloide Teilchen.[1]

Diese Übersicht zeigt, daß fast alle Wirkungen umkehrbar sind. Insbesondere ergibt sich für den höchsten Störungsgrad ein Maximum für eine bestimmte thermische oder plastische Behandlung.

Zu einigen dieser Punkte sind noch Erläuterungen erforderlich.

Zu I, *c*: In früheren Mitteilungen[2] war gezeigt worden, daß die von Fräulein Belar[3] gemessenen Anstiegskurven der Verfärbung des Steinsalzes in ihrer Abhängigkeit von der Bestrahlungsintensität richtig wiedergegeben werden können durch die Annahme 1. von Farbzentren, die rasch ihren Sattwert erreichen, also sehr labil sind; 2. von einer weit größeren Zahl stabilerer Zentren, die für den größten Teil der Verfärbung verantwortlich sind, und 3. Zentren, die sich mit der Zeit durch die Bestrahlung bilden und nur durch Dunkelreaktion, nicht oder richtiger nur in zu vernachlässigendem Betrage durch die Strahlung selbst entfärbt werden. Es spricht nichts gegen die Auffassung, daß die zuerst genannten nach der hier

---

[1] Siehe H. Siedentopf, Zeitschr. f. Elektrochem., *12*, 635, 1906.

[2] K. Przibram, Wiener Ber. (IIa), *135*, 197, 1926; siehe insbesondere p. 206, *136*, 679, 1927.

[3] M. Belar, ebenda, *135*, 187, 1926.

benützten Bezeichnung aus VZ 2 entstehen, die schon von Natur aus in geringer Zahl im Steinsalz enthalten sind, während die zuletzt genannten aus VZ 3 entstehen, die erst durch die Strahleneinwirkung gebildet werden. Das Überwiegen der Dunkelreaktion bei den stark gestörten FZ 3 gegenüber der Strahlungsentfärbung kann mit ihrer relativen Stabilität gegen Licht in Beziehung gebracht werden, siehe die Eigenschaften der Zentren: Während sie gegen Wärme labiler sind als die FZ 2, sind sie gegen Licht stabiler als diese. Die Beobachtungen von Fräulein Zekert über die Entfärbung des verfärbten Steinsalzes zeigen ebenfalls, daß die sich beim Erwärmen am raschesten entfärbenden Zentren die sind, die relativ mehr im langwelligen Gebiet absorbieren; man betrachte ihre Fig. 2, p. 339, die deutlich einen viel stärkeren Anfangsabfall für die Wellenlänge 670 $m\mu$ (bis auf etwa ein Drittel) zeigen als für 480 $m\mu$ und 440 $m\mu$ (um etwa 37%, beziehungsweise 28%).

Zu II, *c*: Die zur Abspaltung des Elektrons erforderliche Arbeit ergibt sich aus der Lage des Absorptionsmaximums des verfärbten Steinsalzes bei 460 $m\mu$ (Maximum der lichtelektrischen Leitfähigkeit nach Gudden und Pohl) bei Zimmertemperatur zu 2·7 Volt oder $4 \cdot 3 . 10^{-12}$ Erg. Die van't Hoff-Boltzmann'sche Gleichung: Geschwindigkeit $= A e^{-\frac{E}{kT}}$ vorausgesetzt, sollte der Temperaturkoeffizient der Entfärbungsgeschwindigkeit $C = E/k = 3 \cdot 15 . 10^4$ sein. Nach B. Zekert ist er aber für die labileren Zentren nur = rund $5 . 10^3$, entsprechend einer etwa sechsmal kleineren Arbeit. Hieraus ist zu folgern, daß die thermische Entfärbung bei diesen labilsten Zentren nicht primär durch die Wärmeenergie am Farbzentrum erfolgt, sondern daß zunächst eine weniger Energieaufwand erfordernde Umordnung der Umgebung stattfindet, die eine lebhaftere Nähewirkung im Sinne Lenard's zur Folge hat. Je beweglicher die Teilchen, desto eher tritt die zur Nähewirkung (Übergang eines Elektrons vom Na-Atom zum Cl-Atom) günstige Konstellation ein. Dieselbe Bedingung, große Beweglichkeit der Teilchen, befördert aber auch die Rekrystallisation, womit der Parallelismus zwischen Rekrystallisation und Entfärbung gegeben ist. Die Versuche an gepreßtem Steinsalz ergeben für den Temperaturkoeffizienten C der Rekrystallisationsgeschwindigkeit tatsächlich auch Werte von der Größenordnung $5 . 10^3$. Nach neueren Versuchen ist der Koeffizient C für die Rekrystallisation sehr merklich vom Druck abhängig, dem das Steinsalz unterworfen worden war, und steigt von etwa $5 . 10^3$ für 5000 *kg* pro Quadratzentimeter bis $20 . 10^3$ für 200 *kg* pro Quadratzentimeter. Somit ist die Ablösearbeit der Ionen tatsächlich um so kleiner, je größer die Störung ist. Die in einer früheren Mitteilung[1] aufgeworfene Frage, ob durch Pressen nur die Zahl der gestörten Ionen oder auch der Grad der Störung vermehrt wird, ist also in letzterem Sinne beantwortet.

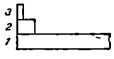
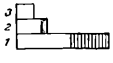
---

[1] K. Przibram, Mitt. d. Inst. f. Ra-Forsch. Nr. 232 den Wiener Ber. im Druck.

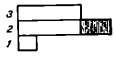
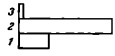
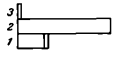
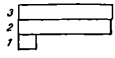
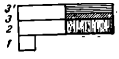
©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

lichen Krystalle, die Verfärbung der aus der Schmelze gezogenen Krystalle aber bei NaCl labiler, bei KCl stabiler ist als bei den natürlichen Krystallen.[1] Indessen bedarf der Fall des Sylvins noch eingehenderer Untersuchung.

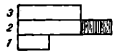
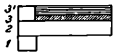
A. Übersicht über die Verfärbungserscheinungen an Steinsalz bei Bestrahlung.

Nr.	Bezeichnung des Steinsalzes und seiner Behandlungsweise	Graphische Veranschaulichung der relativen Zentrenzahlen und des Störungsgrades	Bemerkungen	Farbe	Beobachter der Färbung mit Literaturangabe
1	Natürliches, farbloses Steinsalz, z. B. Wieliczka oder Friedrichshall		starkes Überwiegen der VZ 1	farblos	
2	Dasselbe, schwach bestrahlt		Überwiegen der VZ 1 und FZ 1. I, *a*	gelb	E. Becquerel (Kathodenstrahlen), C. R., *101*, 205, 1885
3	Dasselbe, stark bestrahlt		relative Zunahme der FZ 2 und 3, fortschreitende Gitterstörung durch die Strahlung. I, *a*; I, *c*	braun	Die relative Zunahme der Absorption für lange Wellen und zunehmender Strahlendosis ergibt sich aus den Messungen von M. Belar, Wiener Ber. (IIa), *135*, 187, 1926
4	Dasselbe, Dunkelreaktion gleich nach der Bestrahlung		rascheres Verschwinden der FZ 3 und FZ 2. II, *c*	rascherre Abnahme der Absorption für lange Wellen	B. Zeckert, Wiener Ber. (IIa), *136*, 339, Fig. 2, 1927
	Dasselbe, Belichtung nach der Bestrahlung		Bildung von FZ 3 auf Kosten von FZ 2. IV, *b*	grau	D. Goldstein, Wied. Ann., *54*, 380, 1895

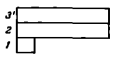
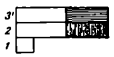
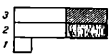
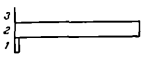
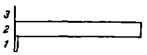
[1] Siehe E. Jahoda, 1.

Nr.	Bezeichnung des Steinsalzes und seiner Behandlungsweise	Graphische Veranschaulichung der relativen Zentrenzahlen und des Störungsgrades	Bemerkungen	Farbe	Beobachter der Färbung mit Literaturangabe
6	Dasselbe, vorsichtiges Erhitzen nach dem Belichten des bestrahlten Salzes		rasche Abnahme der FZ 3 und FZ 2, auch Abnahme der VZ 3 und VZ 2 durch Rekrystallisation. II, *c*; II, *b*	gelb	K. Przibram, Wiener Ber. (IIa), *135*, 205, 1926
	Dasselbe (3), starkes Erhitzen nach starker Bestrahlung		thermische Auflockerung, Bildung kolloider Teilchen. II, *e*	blau	E. Goldstein, Wied. Ann., *60*, 499, 1897
8	Dasselbe, Pressen des bestrahlten Salzes		Umwandlung der VZ 1 und FZ 1 in VZ 2 und 3' und in FZ 2. III, *a*; III, *c*	gelb	
9	Dasselbe, Belichtung des nach der Bestrahlung gepreßten Salzes		Bildung von FZ 3' auf Kosten der FZ 2. IV, *b*	blau	F. Cornu, Neues Jahrb. f. Min., 1908, 32
10	Dasselbe (1), vor der Bestrahlung schwach gepreßt		Bildung von VZ 2 auf Kosten der VZ 1. III, *a*	farblos	
11	Dasselbe, schwach gepreßtes Salz bestrahlt		starkes Überwiegen der FZ 2. I, *a*	gelb	K. Przibram, Wiener Ber. (IIa), *136*, 47, 1927
12	Belichtung des schwach gepreßten und dann bestrahlten Salzes		rascher Rückgang der FZ 2. IV, *a*	entfärbt	Derselbe, ebenda
13	Dasselbe, vor der Bestrahlung stark gepreßt		starke Zunahme der VZ 2 und 3 und 3' auf Kosten der VZ 1. III, *a*	farblos	
14	Dasselbe, stark gepreßtes Salz bestrahlt		Zahlreiche FZ 2 und FZ 3 und 3'. I, *a*	grün	Derselbe, Wiener Ber. (IIa), *136*, 44, 1927

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Nr.	Bezeichnung des Steinsalzes und seiner Behandlungsweise	Graphische Veranschaulichung der relativen Zentrenzahlen und des Störungsgrades	Bemerkungen	Farbe	Beobachter der Färbung mit Literaturangabe
15	Dasselbe, Erhitzen des stark gepreßten und dann bestrahlten Salzes		rasches Verschwinden der FZ 3'. II, *b*	gelb	K. Przibram, bisher unveröffentlichte Beobachtung
16	Dasselbe, stark gepreßtes und dann bestrahltes Salz belichtet		Bildung von FZ 3' auf Kosten der FZ 2. IV, *b*	blau	Derselbe, Wiener Ber. (IIa), *136*, 45, 1927
17	Blaues Preßsalz (16) nochmals gepreßt		Rückgang der Störung, Verwandlung von FZ 3' in FZ 2 und FZ 1 und von VZ 3' und VZ 2 in VZ 1. III, *b*; III, *d*	gelb	Derselbe, Wiener Ber. (IIa), *136*, 436, 1927
18	Nochmals gepreßtes blaues Preßsalz (17) belichtet		Bildung von FZ 3 auf Kosten der FZ 2. IV, *b*.	blaugrau	Derselbe, ebenda
19	Dasselbe, extrem gepreßt		Verschwinden der VZ 3 durch Ausheilung beim Fließen. III, *d*	farblos	
20	Dasselbe, extrem gepreßt, bestrahlt		fast keine FZ 3. I, *a*	gelb	Derselbe, Wiener Ber. (IIa), *136*, 50, 1927; *137*, 410, 1928
21	Dasselbe, blaues Preßsalz (16), rekrystallisiert		Verwandlung der FZ 3 in FZ 2 und FZ 1, ebenso das VZ 3 in VZ 2 und VZ 1. Von Fall zu Fall können bald mehr FZ 2, bald mehr FZ 1 sich bilden. II, *b*	gelb	Derselbe, Wiener Anz., *66*, 8, 1929
22	Dasselbe, rekrystallisiertes, verfärbtes Salz belichtet		Verschwinden der FZ 2. Je nachdem hauptsächlich FZ 1 oder FZ 2 vorhanden waren, wird das Stück gelb oder farblos. II, *c*	gelb oder farblos	Derselbe, ebenda

© Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Nr.	Bezeichnung des Steinsalzes und seiner Behandlungsweise	Graphische Veranschaulichung der relativen Zentrenzahlen und des Störungsgrades	Bemerkungen	Farbe	Beobachter der Färbung mit Literaturangabe
23	Dasselbe, gepreßtes Steinsalz mäßig erhitzt		stärkere Störung, Verwandlung der VZ 3 in VZ 3', II*a*	farblos	
24	Dasselbe, gepreßtes, mäßig erhitztes Salz (23) bestrahlt		stärkere Störung. Fehlen der violetten FZ 3; nur FZ 3' und FZ 2 vorhanden. I, *a*	blaugrün	K. Przibram, Mitt. d. Inst. f. Ra-Forsch., Nr. 232, in den Wiener Ber. im Druck
25	Dasselbe, gepreßtes, mäßig erhitztes, dann bestrahltes Salz (24) belichtet		Nur FZ 3'. IV, *b*	rein blau	Derselbe, ebenda
26	Dasselbe, gepreßtes Salz stark, aber nicht bis zur Rekrystallisation erhitzt		Rückgang der Störung. Kein VZ 3', sondern VZ 3. II, *b*	farblos	
27	Dasselbe, gepreßtes, stark erhitztes Salz (26) bestrahlt		FZ 3 und FZ 2. I, *a*	grau	Derselbe, ebenda
28	Dasselbe, gepreßtes, stark erhitztes und bestrahltes Salz belichtet		Bildung von FZ 3 auf Kosten der FZ 2. IV, *b*	violett	Derselbe, ebenda
29	Aus der Schmelze gezogenes NaCl		fast nur VZ 2	farblos	
30	Dasselbe, bestrahlt		hauptsächlich FZ 2. I, *a*	rötlichgelb	E. Jahoda, Wiener Ber. (IIa), *135*, 675, 1926; W. Flechsig, Zeitschr. f. Phys., *36*, 605, 1926
31	Dasselbe, nach der Bestrahlung belichtet		Verschwinden der FZ 2. IV, *a*	farblos (nicht grau)	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Nr.	Bezeichnung des Steinsalzes und seiner Behandlungsweise	Graphische Veranschaulichung der relativen Zentrenzahlen und des Störungsgrades	Bemerkungen	Farbe	Beobachter der Färbung mit Literaturangabe
32	Dasselbe, schwach gepreßt		Praktisch keine Vermehrung der VZ 2 und VZ 3	farblos	
33	Dasselbe, schwach gepreßt, bestrahlt		wie bei 30. I, *a*	rötlichgelb	K. Przibram, Wiener Ber. (IIa), *136*, 409, 1928
34	Dasselbe, stark gepreßt		starke Zunahme der VZ 3'. III, *a*		
35	Dasselbe, stark gepreßt, bestrahlt		FZ 2 und FZ 3'. I, *a*	schwärzlich rotbraun	Derselbe, ebenda
36	Dasselbe, stark gepreßt, bestrahlt und belichtet		Zunahme der FZ 3' auf Kosten der FZ 2. IV, *b*	blau	Derselbe, ebenda
37	Dasselbe, bestrahlt (30), erhitzt		Verschwinden der FZ 2. Keine Bildung kolloider Teilchen wegen zu großer Labilität. II, *c*	farblos	E. Jahoda, Wiener Ber. (IIa), *135*, 675, 1926

B. Färbung des Steinsalzes durch Natriumdampf.

Es treten im wesentlichen dieselben Färbungen wie bei *A* auf, nur sind sie stabiler (siehe oben) und die Farbteilchen treten leichter zu kolloiden Komplexen zusammen. Daraus ergeben sich alle beobachteten Unterschiede.

Die Fig. 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9 lassen sich ohne weiteres auf die Färbung durch Natriumdampf anwenden. Hingegen gibt mit Natriumdampf kolloidal blau gefärbtes Salz nach dem Pressen eine violette, nicht eine gelbe Farbe wie bei 17, weil nach III, *e* der Druck die kolloiden Teilchen nur verkleinert (Übergang von Blau nach Violett), aber nicht in niedrigere FZ (gelb) verwandelt. Dasselbe gilt für das natürliche blaue Steinsalz mit seiner kolloidalen Färbung.[1] Sind aber infolge nicht hinreichenden Erhitzens noch amikroskopische FZ in

[1] F. Cornu, Neues Jahrb. f. Min., 1907, 166, 1908, 32; A. Smekal, Wiener Anz., *64*, 47, 1927.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

dem mit Natriumdampf gefärbten Salz vorhanden, so tritt auch bei ihm beim Pressen die gelbe Farbe auf.[1]

Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß während Erhitzen in beiden Fällen *A* und *B* nach 7. die gelbe Farbe in die blaue überführt, in dem mit Natriumdampf kolloidal gefärbten weiteres Erhitzen wieder einen Übergang über Violett nach Gelb bewirkt (II, *g*), das durch Bestrahlung und Erwärmen blau gewordene, aber wegen seiner geringeren Stabilität (Chlor!) sich entfärbt, ohne daß die gelbe Farbe wieder erlangt wird. Wie das letztere verhält sich im wesentlichen, aus demselben Grunde, auch das natürliche blaue Steinsalz; die Angaben hierüber in der Literatur sind etwas schwankend,[2] bei eigenen Versuchen konnte der Verfasser nur bei sehr dunkelblauem natürlichem Salz Andeutungen des Gelbwerdens nach der Erhitzung feststellen, im wesentlichen nur den Übergang in Violett, Purpur und dann Entfärbung.

Zusammenfassung.

Auf Grund der durch verschiedene Beobachtungen nahegelegten Annahme von drei Zentrenarten verschiedenen Störungsgrades wird ein Schema aller bisher bekannter Verfärbungserscheinungen an Steinsalz entworfen.

---

[1] K. Przibram, Wiener Ber. (IIa), *137*, 411, 1928.

[2] Siehe die übrigens nicht immer ganz dem heutigen Stande der Forschung entsprechende Zusammenstellung bei C. Doelter, Handbuch der Mineralchemie, Dresden und Leipzig 1928, Bd. IV, p. 1108 u. s. f.

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: 1929

Band/Volume: 138_2a

Autor(en)/Author(s): Przibram Karl

Artikel/Article: Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung Nr. 237. Ein Schema der Verfärbungserscheinungen bei Steinsalz. 483-495