

## Beitrag zur Haltbarkeit der mit Fluoriden imprägnierten Holzmaste.

Von Ing. ROBERT NOWOTNY, Wien.

(Eingeg. 3./10. 1924.)

Vor etwa zwei Jahrzehnten begann man, Fluoride zur Konservierung von hölzernen Leitungsmasten zu verwenden. Als eine der ersten ließ die altösterreichische Staatstelegraphenverwaltung während mehrerer Jahre eine Reihe von Imprägnierungsversuchen in größerem Maßstabe ausführen, wobei einige tausend Telegraphenstangen mit Fluoriden nach verschiedenen Verfahren konserviert wurden. Später wurde das Interesse an solchen wasserlöslichen Fluoriden wohl zurückgedrängt, weil Imprägniermittel von noch stärkerer Wirkung auf den Markt kamen, deren Hauptbestandteil allerdings auch wieder ein Fluorid, nämlich das Natriumfluorid, war. Das von Bas. Malenković angegebene Basilit (Bellit), ein Gemisch von Natriumfluorid und Dinitrophenolanilin, eröffnete diese Reihe, verschiedene andere Mittel ähnlicher Zusammensetzung folgten.

Immerhin mag es Interesse bieten, einiges über die Wirksamkeit der zuerst angewandten Fluorverbindungen zu erfahren. Im Laufe mehrerer Jahre waren die namentlich von 1907 an in Österreich erzeugten Telegraphenmaste in verschiedenen Baustrecken eingebaut worden; die Praxis ergab jedoch, daß das genaue Auseinanderhalten des bei den verschiedenen Versuchen gewonnenen Materials in der Stangenstatistik nicht möglich war, weil sich dies als zu umständlich erwies. Man mußte die Hölzer in zwei größere Gruppen: Zinkfluorid und Natriumfluorid, zusammenfassen. In kleinerem Maßstabe war aber die weitere Beobachtung der verschiedenartig zubereiteten Hölzer auf einem Versuchsfelde in Schwarzenau (N.-Öst.) möglich, das im Jahre 1909 geschaffen wurde und auf dem die dort eingesetzten Hölzer bis jetzt erhalten blieben und beobachtet werden konnten. Ich habe über das dort eingebaute Material und die Ergebnisse der Untersuchung desselben im Jahre 1913 in dieser Zeitschrift berichtet<sup>1)</sup>.

Herr technischer Oberverwalter Padar von der Telegraphendirektion Wien hatte die Freundlichkeit, die noch vom Jahre 1909 vorhandenen Versuchsstempel in Schwarzenau im Juli d. J. genau zu untersuchen und mir die Ergebnisse zur Verfügung zu stellen. Der Besprechung dieser Untersuchungsergebnisse muß ich ein paar Worte über das Material und seinen Einbau vorausschicken. Es kamen Stangenabschnitte von 2,5 m Länge aus Kiefern und Fichten zur Verwendung, die 50 cm tief in den Boden eingegraben wurden. Außer den mit Fluoriden zubereiteten Hölzern waren zum Vergleich auch einige roh belassene Hölzer, ferner mit Kupfervitriol und Zinkchlorid behandelte eingestellt worden. Die Holzstümpfe standen in sandigem, ziemlich feuchtem Boden, Auslaugung konnte also leicht erfolgen. Man beabsichtigte bei der Schaffung des Versuchsfeldes eine beschleunigte Einwirkung von Holzfäulnis, weshalb in die Stangenrunden Abfälle von verfaulten Holzstangen mitverstampft wurden. Das Material stand daher von vornherein in Pilz-

herden, eine Erneuerung des infizierten Materials fand später nicht statt. Es ist daher zu beachten, daß sich die Ergebnisse in unverpilztem Boden wohl etwas günstiger gestaltet hätten als hier. Das Auftreten verschiedener größerer Abweichungen in den Werten beim selben Imprägnierverfahren wird auf die Einwirkung dieser beschleunigten, verschieden starken Pilzangriffe zurückzuführen sein.

Von jeder Kategorie kamen drei Stangenabschnitte zum Einbau, die immer aus demselben Stamme geschnitten waren; so war Gelegenheit geboten, je drei zusammengehörige Werte zu gewinnen, wodurch der Einfluß einzelner, stärker abweichender Ergebnisse weniger wirksam wurde.

Bei der diesjährigen Untersuchung der Holzstempel wurden so wie früher folgende Gesichtspunkte beachtet: 1. Holz vollkommen gut erhalten, was jetzt bei keinem der 60 Stempel wahrzunehmen war. 2. Stellenweiser Pilzbelag, Holz darunter gut erhalten, auch dies war jetzt nur ganz vereinzelt festzustellen. 3. Kleinere Stellen von Fäulnis ergriffen. 4. Sehr starke Fäulnis, Stange mußte ausgewechselt werden. Auch bei der diesjährigen Untersuchung fallen noch nicht alle Hölzer in die Gruppe 4; man kann deshalb nicht ohne weiteres von der Enduntersuchung ausgehen und etwa hieraus genauere Werte der Lebensdauer der einzelnen Typen berechnen wollen. Man muß das Auftreten stärkerer Fäulnis in den früheren Jahren mitberücksichtigen. Es erscheint mir daher zweckdienlicher, für die Ermittlung des Gütegrades der Hölzer ein anderes Verfahren anzuwenden, bei dem die Ergebnisse der Stempeluntersuchungen in den Jahren 1913 und 1916 Berücksichtigung finden. Ich benutze das Verfahren, das ich schon früher einmal bei der Darstellung der Ergebnisse von untersuchten Grubenhölzern angewandt habe<sup>2)</sup>.

In einem rechtwinkligen Koordinatensystem werden auf der Abszissenachse die Jahre aufgetragen; für die oben erwähnte Gruppe 1 gilt eine Ordinate mit dem Werte 3; der Gruppe 2 entsprechen Ordinaten mit zwei Einheiten, der dritten Gruppe solche mit einer Einheit und für die ganz faulen Hölzer gelten Ordinaten gleich Null. Verbindet man die den verschiedenen Beobachtungen bei einem Stempel entsprechenden Gütegrade durch Gerade und berechnet die Flächen unterhalb dieser Linie, so erhält man Zahlenwerte, die man als Haltbarkeit der Stempel in diesen beliebig angenommenen Einheiten ansprechen kann. Natürlich kann es sich dabei auch nur um angenäherte Werte handeln, weil zwischen den Jahren 1916 und 1924 doch ein ziemlich langer Zeitraum liegt, innerhalb dessen die jetzt wahrgenommene Stangenbeschaffenheit auch schon früher hätte eintreten können. Die Werte sind daher in einzelnen Fällen möglicherweise zu hoch. Indes ergab eine Schätzung solcher Werte, daß sie im ungünstigsten Falle etwa nur um eine Einheit zu hoch sein dürften. Ich belasse daher der Einfachheit halber die unkorrigierten Werte.

Die nachstehende Zusammenstellung gibt eine Übersicht der im Versuchsfelde eingestellten Hölzer mit den zugehörigen Angaben über das Imprägnierverfahren und sonstige Einzelheiten, ferner die Werte der Haltbarkeit und Mittelwerte derselben.

<sup>1)</sup> „Erfahrungen aus der Praxis der Holzimprägnierung mit Fluoriden“, Z. ang. Ch. 26, 694 [1913]. S. auch R. Nowotny, „Über die Haltbarkeit der mit Fluoriden imprägn. Hölzer“, Öst. Chemikerztg. 1917, S. 173.

<sup>2)</sup> „Über praktische Erfahrungen mit Holzimprägnierungsmitteln“, Z. ang. Ch. 35, 217 [1922].

**Zusammenstellung**  
über das Verhalten der auf dem Versuchsfelde in Schwarzenau eingebauten Stempelabschnitte.

Fort- lau- fende Num- mer	Imprägnier- mittel	Imprägnier- verfahren	Nähere An- gaben hierüber	Holzgattung	Haltbarkeit			Mittlere geschätzte Lebens- dauer in Jahren		
					Einzel- werte	Mittel- werte	Gruppen- mittel	Einzel- werte	Mittel- werte	Gruppen- mittel
1	—	—	—	Rohe Kiefer	20	17	—	9	9	—
2	—	—	—	Rohe Fichte	14			9		
3	Kupfervitriol	Boucherie	1,5% ige Lösung	Kiefer	21	17		14	12	
4				Fichte	13			10		
5	Zinkchlorid	"	Lösung von	Kiefer	17,5	21		13	15,5	
6			4 - 4,2° Bé.	Fichte	24			18		
7	Saures Zinkfluorid	Tränkung	Zinkfluorid 10° Bé. 24 Std. kalt getränkt	Kiefer	16		20	9		12
8			Zinkfluorid 5,5° Bé. Tränkungsdauer 7 Tage		14	15		9	11	
9					16			13		
10			Zinkfluorid 10° Bé. 24 Std.	Fichte	21			13		
11		Boucherie	Zinkfluorid 5,5° Bé. 7 Tage		17	26,5	23,5	11	14	15
12					36			17		
13			Zinkfluoridlösung, 3,5—4° Bé.	Kiefer	25	24,5		15	14,5	
14				Fichte	24			14		
15	Natriumfluorid	Boucherie	NaF-Lösung, 2,6—3° Bé.	Kiefer	23	25		15	16	
16				Fichte	27			17		
17	Natriumfluorid	Boucherie	V Verfahren Malenković	Kiefer	35	31		22	19,5	
18	Natriumfluorid- Zinkchlorid		3,5—3,8° Bé.	Fichte	26,5			17		
19										
20										

Zur Besprechung der einzelnen Hölzer übergehend, muß der niedrige Wert für die Haltbarkeit der mit Kupfervitriol nach Boucherie behandelten Hölzer auffallen. Ich möchte dies darauf zurückführen, daß die mit diesem Kupfersalz imprägnierten Hölzer gegen den Angriff von Pilzmyzel der holzerstörenden Pilze sehr wenig widerstandsfähig sind. Erfahrungen darüber wurden vor Jahren in altösterreichischen Telegraphenstrecken sehr häufig gemacht; man fand, daß Boucheriestangen, die in pilzverseuchten Strecken eingestellt werden mußten, manchmal schon nach 2—3 Jahren zugrunde gingen.

Die Posten 5 und 6 beziehen sich auf Hölzer, die nach der Methode Boucheries mit Zinkchlorid zubereitet worden waren; die Wirkung war hierbei etwas stärker als bei Kupfervitriol. Hier haben sich die verwendeten Fichten sogar etwas besser gehalten als Kiefern, was auch bei den später angeführten Hölzern einige Male beobachtet werden konnte.

Die nächste größere Gruppe (Nr. 7—12) umfaßt die durch Trogtränkung mit Lösungen von saurem Zinkfluorid immunisierten Holzstempel. Die Aufnahmen sind naturgemäß beschränkt. Mit der Zeit spaltet sich wahrscheinlich Flußsäure ab, wodurch die antiseptische Kraft vermindert wird. Hier haben sich die Kiefern etwa so verhalten wie Rohholz, Fichten zeigten eine etwas größere Haltbarkeit, im Mittel war die Wirkung für diese Gruppe etwas größer wie beim unimprägnierten Holze. Diese Tränkungen sind später nicht mehr fortgesetzt worden.

Erheblich größere Aufnahmen wurden erzielt, als man die Saftverdrängungsmethode von Boucherie zur Imprägnierung mit saurer Zinkfluoridlösung benutzte; hier sind denn auch die Werte für die Haltbarkeit merklich

höher ausgefallen. Für die große Praxis der Holzmasten-imprägnierung erscheint jedoch die Verwendung der stark sauren Flüssigkeiten wegen des mit der Zeit wohl unvermeidlich starken Angriffes auf die eisernen Montierungsbestandteile der Gestänge nicht empfehlenswert.

Aus den Ergebnissen, die sich auf die Imprägnierungen mit Fluornatrium und dem Gemisch von Zinkchlorid und diesem Fluorid beziehen, ersieht man, daß mit diesen zwei Mitteln die höchsten Durchschnittswerte erzielt wurden; hierbei ist festzuhalten, daß wegen der Anwendung des Boucherieverfahrens bei Nr. 3—6 und 13—20 gut vergleichbare Werte vorlagen. Deutlich zeigt sich die Überlegenheit des Fluornatriums gegen Kupfervitriol und Zinkchlorid. Die kräftigere antiseptische Wirkung dieses Fluorids im Vergleich zu Zinkchlorid hat man auch in Nordamerika bestätigt gefunden, wo bekanntlich Zinkchlorid in sehr großen Mengen zur Holzimprägnierung verwendet wird. Lediglich der noch zu hohe Preis des Natriumfluorids hindert dessen allgemeinere Verwendung. Bei dem unter Nr. 19 und 20 erwähnten Verfahren ergaben sich in der Praxis bei Anwendung stärkerer Konzentrationen verschiedene Schwierigkeiten durch vorzeitige Bildung von unlöslichen Niederschlägen.

Ich hatte weiter oben erwähnt, daß noch nicht alle Stempel so stark angefault waren, um auswechslungsreif zu sein, man kann aber auf Grund des Verlaufes der Linien des Gütegrades schätzen, nach welcher Zeit auch sie abfallen könnten. Tut man das, so kann die wahrscheinliche mittlere Lebensdauer der Stempel berechnet werden, wobei auch hier beachtet werden muß, daß forcierte Angriffe geschaffen worden waren. Die Zusammenstellung enthält die so erhaltenen Näherungswerte der Lebensdauer für die verschiedenen Stangen-

typen. Verhältnismäßig hoch fallen die Werte für die rohen Hölzer aus. Für die mit Kupfervitriol und Zinkchlorid imprägnierten Stempel ergeben sich Werte (12 und 15,5 Jahre), die den mittleren Lebensdauern von Telegraphenstangen dieser Kategorien nahestehen (14,3 und 12,2 Jahre). Telegraphenstangen, die mit Zinkfluoriden und Natriumfluorid nach verschiedenen Methoden zubereitet worden waren, kamen in Österreich seinerzeit in größerem Maßstabe zum Einbau. Eine schätzungsweise Vorausberechnung der Lebensdauer solcher Stangen, die aber nur Durchschnittswerte für die Gesamtheit der angewendeten Verfahren sein können, ergab die Werte von 20,2 und 22 Jahren<sup>3)</sup>. Aus den Holzstempeln des Versuchsfeldes ergaben sich die Mittelwerte 15,5 und 16 Jahre. [A. 223.]

## Zur Umwandlung von Quecksilber in Gold.

Von Dr. A. GASCHLER, Berlin.

(Eingeg. 30./11. 1924.)

In Nr. 42 dieser Zeitschrift \*) äußert sich A. v o n A n t r o p o f f in einer gleichbetitelten Arbeit dahin, daß nach seiner Ansicht bei der Umwandlung des Quecksilbers in Gold kein Zerfall des Quecksilberatoms vorliegt, sondern daß es sich bei diesem Prozeß höchstwahrscheinlich um eine Anlagerung eines Elektrons an den Kern des Quecksilberatoms handelt. Eine ähnliche Ansicht vertritt S o d d y in einem Artikel, der vor einiger Zeit in einer Nummer der „Nature“ erschienen ist. In Anbetracht des allgemeinen Interesses und im Hinblick darauf, daß ich zahlreiche Experimente mit Quecksilberbogenlampen in den letzten Jahren ausgeführt habe<sup>1)</sup>, sei es mir erlaubt, einige Erfahrungen mitzuteilen, die mich zu einer ganz anderen Erklärung des Umwandlungsprozesses geführt haben, als S o d d y und A n t r o p o f f angeben.

Der Quecksilberlichtbogen hat bekanntlich im Druckgebiet bis zu einer Atmosphäre einen sehr geringen Widerstand und kann mit relativ wenig elektrischer Energie unterhalten werden. Infolge der hohen Temperatur, des Stoßionisationsprozesses und der ultravioletten Strahlung sind in dem Quecksilberlichtbogen zahlreiche freie Elektronen, und zwar solche von relativ geringer Geschwindigkeit vorhanden. Da gerade die langsamen Elektronen befähigt sein sollen, sich an den Atomkern anzulagern, versteht man nicht, warum in den zahlreichen im Handel befindlichen Höhensonnenquarzlampen, die teilweise viele Jahre im Betrieb sind, bis jetzt keine Spur einer Atomumwandlung bzw. die Entstehung von Gold beobachtet werden konnte. So verlockend die Anlagerungshypothese ist, im Falle der Quecksilberumwandlung scheint der Vorgang nach meiner Erfahrung ein wesentlich anderer zu sein.

Es ist mir aufgefallen, daß bei normalen Belastungen der Quecksilberlampen überhaupt keine Atomumwandlung erfolgt, eine solche vielmehr erst nachweisbar wird, wenn man die Lampe derart überlastet, daß es mehr oder weniger dem Zufall zu verdanken ist, wenn die Quarzapparatur nicht zerstört wird. Man kann in dieser Hinsicht die unangenehmsten Überraschungen erleben, wenn man mit niedriger Spannung arbeitet.

Durch starke Belastung, besonders unter Druck, wird die Temperatur und damit der Ionisationsprozeß im Innern der Versuchsröhre enorm gesteigert. Es unterliegt für mich kaum einem Zweifel, daß es hierbei besonders in unmittelbarer Nähe der Elektroden zu Mehrfachionisationen kommt, und daß die Abtrennung mehrerer Elek-

tronen vom Atomverband unter gewissen Bedingungen zu einer Kernumwandlung führt. In dieser Ansicht wurde ich bestärkt durch einen Versuch, den ich im September dieses Jahres mit einer kleinen Aronschen Quecksilberbogenlampe ausführte. Bei einer Belastung, bei der sonst mit Sicherheit kein Atomumwandlungseffekt auftrat, konnte ein solcher Effekt bereits nach 7 stündigem Betrieb nachgewiesen werden, wenn der Lichtbogen intensiver Röntgenbestrahlung ausgesetzt wurde. Dieses Verhalten kann meines Erachtens nur so erklärt werden, daß durch die Einwirkung der Röntgenstrahlen ein geringer Teil der bereits ionisierten Atome in einen höheren Ionisationszustand übergeht, und dieser die Ursache der Kernumwandlung ist. Im normalen Zustande des Atoms ist die positive Kernladung vollständig durch Außenelektronen neutralisiert. Die einzelnen Kernbestandteile stoßen sich meiner Ansicht nach nur deswegen nicht gegenseitig ab, weil ihre positive Ladung teils durch Kernelektronen, teils durch Außenelektronen kompensiert wird. Diese Annahme kann durch einen einfachen Versuch veranschaulicht werden. Nähert man den positiven Pol eines Magnetstabes dem positiven Pol eines zweiten Magneten, so findet eine Abstoßung statt. Die Abstoßung unterbleibt, wenn man in die Umgebung der beiden positiven Polenden einen genügend starken negativen Pol eines dritten Magneten bringt. Offenbar tritt dann eine Ablenkung bzw. Neutralisierung der positiven Kraftlinien ein, so daß die positiven Pole einander wie unmagnetische Körper genähert werden können. Ganz ähnlich verhält es sich meiner Ansicht nach bei den Atomkernen. Durch allseitige Einwirkung der negativen Elektronensphäre findet eine Neutralisierung der positiven Kraftlinien statt, so daß die Kernbestandteile sich wie neutrale Körper verhalten. Eine Entfernung dieser Bestandteile voneinander ist nicht möglich ohne erhebliche Störung des magnetischen bzw. elektrostatischen Gleichgewichtszustandes in der Umgebung des Kerns. Ganz andere Verhältnisse treten aber auf, wenn dem neutralen Atom negative Ladungseinheiten in Form von Elektronen entzogen werden. Nach Abtrennung je eines Elektrons entsteht im Kern eine freie positive Ladung. Wirken mehrere ungebundene positive Ladungseinheiten aufeinander ein, so findet eine Abstoßung statt, deren Ausmaß um so größer ist, je geringer der Abstand der Ladungsträger ist. Der Zerfall des Kerns ist höchstwahrscheinlich auf diese gegenseitige Abstoßung benachbarter freier positiver Ladungseinheiten zurückzuführen. Nach dieser Auffassung ist zum mindesten eine zweifache bzw. vierfache Ionisation zur künstlichen Beeinflussung des Atomzerfalls notwendig, je nachdem es sich um Abspaltung von Wasserstoff- oder Heliumkernen handelt. Praktisch wird jedoch nur eine vielfache Ionisation zum Ziele führen, da keine Möglichkeit zur Lokalisierung des Ionisationsprozesses auf benachbarte Elektronengruppen besteht und außerdem auch die Anwesenheit freier Elektronen in der Umgebung des Atoms das Auftreten freier positiver Ladungen im Kern verhindert. Die Wahrscheinlichkeit eines Kernzerfalls ist demnach um so größer, je mehr Elektronen aus dem Atomverband losgelöst werden, und je vollständiger es gelingt, Rekombinationsprozesse auszuschalten.

Die Bohr-Rutherford'sche Atomtheorie wird durch die vorgetragene Anschauung nicht wesentlich berührt. Die Umwandlung des Quecksilbers in Gold ist also so zu erklären, daß infolge mehrfacher Ionisation der einzelnen Atome eine positive Ladung in Form eines Wasserstoffkerns aus dem Quecksilberkern abgespalten wird, wodurch aus dem Element mit der Ordnungszahl 80 das Element der Ordnungszahl 79 entsteht. [A. 262.]

<sup>3)</sup> R. Nowotny, „Über praktische Erfahrungen bei der Holzkonservierung mit Fluoriden“, Z. ang. Ch. 37, 439 [1924].

<sup>\*)</sup> Vgl. Z. ang. Ch. 37, 827 [1924].

<sup>1)</sup> Vgl. Z. ang. Ch. 37, 666 [1924].