

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Band:** 83/84 (1924)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Ein Beitrag zum Kapitel Abrostung  
**Autor:** Höhn, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-82823>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.10.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Ein Beitrag zum Kapitel Abrostung.

Von E. Höhn, Obering. des Schweiz. Vereins von Dampfkesselbesitzern, Zürich.

Anlässlich der Befahrung eines Dampfkessel eines ostschweizerischen Elektrizitätswerkes (Zweikammer-Wasserrohrkessel von 200 m<sup>2</sup> Heizfläche, mit einem Oberkessel, Betriebsdruck 13 at) wurde im Oberkessel ein sogenannter „Wellenbrecher“ angetroffen, von dem einige Bleche sehr stark angerostet waren, während andere fast keine Abrostung zeigten. Ein solcher Wellenbrecher bezweckt, das von unten her aus einer Kammer aufsteigende, mit Dampfblasen gemischte Wasser so zu führen, dass der Wasserspiegel möglichst wenig beunruhigt und die Ablesung am Wasserstandszeiger nicht erschwert wird. Der Wellenbrecher besteht aus einem offenen viereckigen Kasten, der aus mehreren dünnen Blechen (4 mm) zusammengebaut und im Oberkessel über der Wasserkammer aufgesetzt ist. Abb. 1 zeigt die Stirnseite dieses Wellenbrechers, aus der Ax-Richtung des Oberkessels gesehen. Wie man sieht, ist das untere Blechstück nur wenig<sup>1)</sup>, das obere dagegen stark verrostet. Diese Bleche sind laut Aussage der Werkleitung seit der Inbetriebsetzung des Kessels (1904), nicht verändert worden; sie unterlagen somit ganz gleichen äusseren Einflüssen. Der Kessel stand den grössten Teil des Jahres gefüllt aber kalt in Bereitschaft.

Die aussergewöhnliche Erscheinung eines verschiedenen Abrostungsgrades veranlasste den Verfasser, ihren Ursachen nachzuforschen. Mit den mir vom betreffenden Werk freundlicherweise zur Verfügung gestellten Blechen, sowie dem Kessel-Rohwasser (in diesem Fall Speisewasser), wurden folgende Untersuchungen vorgenommen (im Jahr 1920): 1. Analyse des Speisewassers durch die Eidg. Prüfungsanstalt für Brennstoffe, Zürich; 2. Chemische Analyse des Materials der Bleche 1 und 2 durch die Eidg. Materialprüfungsanstalt, Zürich; 3. Mikroskopische Untersuchung des Gefüges der Bleche durch die zuletzt genannte Anstalt; 4. Elektrolytische Untersuchung im Kessel-Speisewasser als Elektrolyten, vorgenommen im physikalischen Laboratorium von Brown, Boveri & Cie., Baden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen waren folgende:

### 1. Speisewasser-Analyse.

Aussehen: farblos, klar; Reaktion auf Lakmus: neutral.

|                                     |          |                                  |                     |
|-------------------------------------|----------|----------------------------------|---------------------|
| Gehalt an Chlor                     | 0,3 mg/l | an Nitraten                      | 1,2 mg/l            |
| „ „ freier CO <sub>2</sub>          | 5,5 „    | an aggressiver CO <sub>2</sub>   | 1,3 „               |
| „ „ O <sub>2</sub>                  | 10,3 „   | an O <sub>2</sub> , b. 0°/760 mm | 7,2 cm <sup>3</sup> |
| Härte, in französischen Härtegraden |          |                                  |                     |
| Magnesiashärte                      | 1,9      | vorübergehende Härte             | 12,7                |
| Kalkhärte                           | 12,1     | bleibende Härte                  | 1,3                 |
| Gesamthärte                         | 14,0     |                                  |                     |

Erforderlicher Sodazusatz (98%ige Soda):

a) auf 1 m<sup>3</sup> Frischwasser 151 gr b) auf 1 m<sup>3</sup> Speisewasser 14 gr

Es handelt sich hier um ein normales Speisewasser. Kohlenstoff- und Sauerstoffgehalt sind mässig, Chlorgehalt sehr gering.

### 2. Chemische Analyse der beiden Eisenbleche.

|             | Blech Nr. 1   |               |        | Blech Nr. 2   |               |        |
|-------------|---------------|---------------|--------|---------------|---------------|--------|
|             | 1. Bestimmung | 2. Bestimmung | Mittel | 1. Bestimmung | 2. Bestimmung | Mittel |
|             | %             | %             | %      | %             | %             | %      |
| Kohlenstoff | 0,17          | 0,18          | 0,175  | 0,15          | 0,16          | 0,155  |
| Silicium    | 0,01          | 0,01          | 0,01   | 0,01          | 0,01          | 0,01   |
| Schwefel    | 0,08          | 0,08          | 0,08   | 0,09          | 0,09          | 0,09   |
| Phosphor    | 0,07          | 0,07          | 0,07   | 0,11          | 0,11          | 0,11   |
| Mangan      | 0,44          | 0,45          | 0,45   | 0,56          | 0,54          | 0,55   |

Daraus geht hervor, dass das wenig angerostete Blech mehr Kohlenstoff, aber weniger Schwefel, Phosphor und Mangan enthält, als das stark angegriffene. Die beiden Bleche entstammen also offenbar nicht der gleichen Charge. Im übrigen genügte die Güte weder von Blech 1 noch von Blech 2 den üblichen Ansprüchen, denn Schwefelgehalte von 0,08 und 0,09% sind vielleicht noch erlaubt bei Handelsware, gutes Konstruktionsmaterial darf höchstens 0,02 bis 0,04% Schwefel enthalten. Auch der Phosphorgehalt (0,07 bis 0,11%) ist zu hoch; gutes Blech besitzt nicht mehr als 0,02 bis 0,05%. Da beide Bleche, wie Aetzproben zeigten, im Innern sehr starke Saigerungstreifen aufweisen, kann man mit Sicherheit annehmen, dass dort der P- und S-Gehalt (in der Aetzung dunkel erscheinend) wesentlich höher ist, als die gefundenen Zahlen, die

<sup>1)</sup> Infolge der Behandlung der Bleche mit Kreide vor dem Photographieren sind einige kleine Rostflecken verwischt worden, ganz rostfrei war Blech 1 nicht.

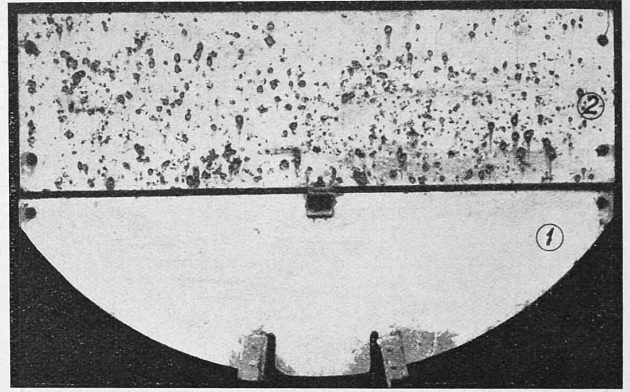


Abb. 1. Ansicht des untersuchten Wellenbrechers.

dem Durchschnitt zukommen. Beide Bleche zeigen ferner in ungeätztem Zustand im vergrösserten Bild mässig viele und entsprechend der Walzrichtung langgestreckte Schlacken-Einschlüsse. (Damit soll dem Kesselsteller nicht der Vorwurf der Verwendung minderwertigen Materials gemacht werden, denn für die Zweckerfüllung dieses Wellenbrechers reichte Handelsware aus.)

### 3. Mikroskopische Untersuchung des Gefüges.

Die beiden Bleche wurden der Länge nach gehälft, die Längsschnittflächen poliert und mit 5%iger alkohol. Salpetersäure geätzt.

Das Blech Nr. 1 zeigt mikroskopisch in ungeätztem Zustand, wie erwähnt, mässig viele, langgestreckte Schlacken-Einschlüsse; in geätztem Zustand (Abb. 2) kommen etwas grosse Ferritkörner zum Vorschein, und daneben zahlreiche sehr kleine, ganz ungleich verteilte Gebilde von unregelmässiger Form (Perlit?).

Bei Blech Nr. 2, das mikroskopisch in ungeätztem Zustand, gleich wie Nr. 1, mässig viel langgestreckte Schlacken-Einschlüsse zeigt, weist in geätztem Zustand eine etwas anormale Struktur auf (Abb. 3); der Perlit zeigt deutliche Zeilenstruktur, was wahrscheinlich mit dem hohen Phosphorgehalt des Eisens zusammenhängt.

Die Struktur von Blech Nr. 1 weicht also von der normalen eines Flusseisens mit 0,17% C stark ab. Während bei solchem Eisen der Perlit (eutektische Mischung von Ferrit und Zementit) von den polygonalen weissen Ferritafeln scharf getrennt und meistens in den Ecken der Ferritkörner, da wo solche zusammenstossen, eingelagert ist, sehen wir hier die polygonale Ferrit-Struktur nur undeutlich ausgebildet, dagegen über die ganze Fläche hin zerstreut zahlreiche helle, kleine, meistens unregelmässige ringförmige Gebilde. Es kann sich kaum um etwas anderes handeln, als um anormal ausgeschiedenen Perlit. Bei Blech Nr. 2 dagegen ist die Ferrit-Struktur deutlich ausgeprägt. Der Perlit (dunkel) zeigt deutliche zeilenartige Anordnung, was mit den dunklen Saigerungstreifen zusammenhängt, denn es ist bekannt, dass diese aus gestreckten Schlacken-Einschlüssen, oder aus stark schwefel- und phosphorhaltigem Eisen bestehend, für die Perlit-Ausscheidung keimbildend wirken. Zeilenartige Anordnung des Perlits findet man häufig.

4. Elektrolytische Abrostungsversuche. Zwei Blechstücke, die gleichen, an denen die mikroskopischen Untersuchungen stattfanden, wurden in Speisewasser, das dem Kessel entnommen wurde, auf ihre elektro-motorische Kraft gegen Zink untersucht, sowohl in angeliefertem Zustand, als auch bei völlig blanker Oberfläche. Das Ergebnis war folgendes:

| Metallkombination  | EMK in Volt nach 15 min | + Elektrode |
|--|-------------------------|-------------|
| Nr. 1 Eisen wenig angegriffen (angeliefert) gegen Zink . . . . . | 0,7857                  | Eisen       |
| Nr. 2 Eisen stark angegriffen (angeliefert) gegen Zink . . . . . | 0,5887                  | Eisen       |
| Beide gegen einander . . . . .                                   | 0,2254                  | Nr. 1       |
| Nr. 1 Eisen wenig angegriffen (blank) gegen Zink . . . . .       | 0,3094                  | Eisen       |
| Nr. 2 Eisen stark angegriffen (blank) gegen Zink . . . . .       | 0,3123                  | Eisen       |
| Beide gegeneinander . . . . .                                    | 0,0165                  | Nr. 2       |

Dass das Eisen Nr. 1 (wenig angegriffen) in angeliefertem Zustand eine höhere EMK gegenüber Zink besitzt, als das Eisen Nr. 2 (stark korrodiert), ist für die vorliegende Untersuchung weniger

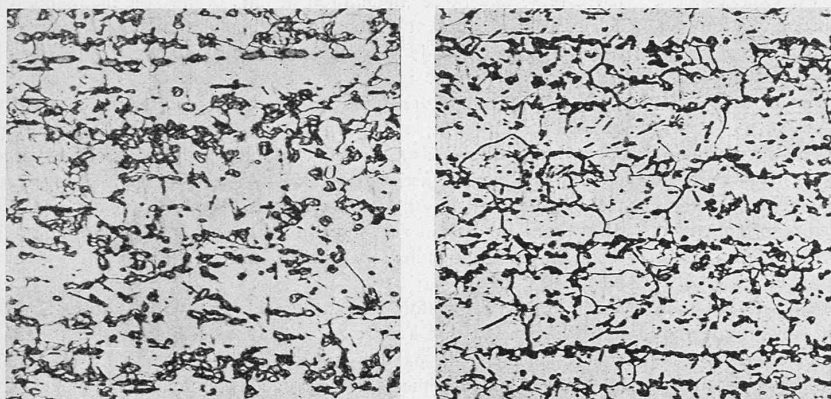


Abb. 2. Gefügebild von Blech 1. — 160-fach vergrössert. — Abb. 3. Gefügebild von Blech 2.

wichtig. Das hauptsächlichste Ergebnis ist, dass, sobald beide Bleche in angeliefertem rauhem Zustande einander gegenüber gestellt werden, *Nr. 1 zum positiven, Nr. 2 zum negativen Pol wird*, und dass zwischen beiden eine nicht unbedeutende EMK entsteht (0,2254 V).

#### 5. Folgerungen.

Wir haben es somit im Kessel mit einer Kombination zu tun, die einem galvanischen Element gleicht. Der Strom geht im Elektrolyten vom Metall niederer Spannung (auch unedleren Metall) zu dem höherer Spannung (auch edleren Metall), bzw. vom negativen Pol zum positiven. Dabei wird das Metall niederer Spannung, d. h. der negative Pol angegriffen. Wie wir gesehen haben, enthält das Kesselwasser Sauerstoff, Kohlensäure, Chlor und Nitrate; darunter befinden sich Stoffe, die es zum Elektrolyten machen. Dem Kesselwasser wurden Alkalien, z. B. Soda, die der Wirkung der Säuren entgegengearbeitet hätte, nicht zugefügt; der Kessel stand in kalter Bereitschaft. Beide Platten, als Pole betrachtet, waren kurz geschlossen durch die Befestigungswinkel. Das Material der Platten war verschieden, Strom war gemäss Untersuchung 4 vorhanden; er bewegte sich durch das Wasser vom stark angegriffenen Blech 2 (— Pol) nach 1 (+ Pol). Die Anfrassungen von 2 sind damit in natürlicher Weise begründet<sup>1)</sup>.

Im Widerspruch hierzu erscheint die Tatsache, dass bei den gleichen Eisenstücken, nachdem sie blank poliert waren, gemäss Untersuchung 4 das stark angegriffene Blech Nr. 2 den + Pol bildete. Die Oberflächen-Beschaffenheit ist allgemein von grossem Einfluss auf Grösse und Richtung der EMK; dies ist bekannt. Beide Platten zeigten gegen Zink beinahe die gleiche EMK, sodass ein Polwechsel nach einiger Zeit, wenn das Material eine rauhere Oberfläche bekommen hat, nicht nur möglich, sondern wahrscheinlich ist.

Es wäre auch möglich, dass es sich hier um „Autokorrosionen“ handelt. Diese Bezeichnung wird hie und da auf Abzehrungen angewendet, die an Metallgegenständen entstehen, ohne dass das Schema eines galvanischen Elementes vorliegt, z. B. wenn ein Metall allein in die Flüssigkeit taucht. Auch dann finden Abzehrungen statt; sie werden von den einen mehr als solche chemischer, von den andern elektrolytischer Natur bewertet. Das Eisen besteht aus Eisenkörnern von verschiedener Beschaffenheit, die Eisensorten sind nach neuerer Anschauung Legierungen. Auch andere Metalle zeigen eine Körnerstruktur, zudem ist Handelsware nicht chemisch rein. Chemisch reine Metalle verhalten sich in der Säure anders als verunreinigte, z. B. wird Handelszink, in verdünnte Schwefelsäure getaucht, heftig angegriffen, chemisch reines Zink in viel geringerem Masse. Wir können ein Eisenstück als aus Gruppen verschiedener Metallkörner aufgebaut denken, die unter sich kurz geschlossen sind. Treten elektro-motorische Kräfte auf, hervorgerufen durch einen Elektrolyten (im vorliegenden Fall das Speisewasser), so bewegt sich der Strom durch diesen von einem Korn zum andern, wobei diejenigen Körner angegriffen werden, von denen der Strom ausgeht (örtliche Korrosionen).

Es wäre nun möglich, dass wir es in Platte 2 mit einem Material zu tun haben, bei dem vermög seiner Beschaffenheit ein Elektrolyt solche starke örtliche Ströme hervorzurufen im Stande

<sup>1)</sup> Einige Aufschlüsse über den elektrolytischen Abrostungsprozess findet man in der Druckschrift: „Die Bekämpfung von Rost und Abzehrungen an Dampfkesseln“, abh. Bericht 1918 des Schweizer. Vereins von Dampfkessel-Besitzern.

war, was bei Platte 1 viel weniger in die Erscheinung trat.

Leider ist dieses Gebiet der Autokorrosionen noch dunkel. Diese Fragen sollten noch besser abgeklärt werden; es wäre dies Sache besonderer Fachleute. (Sofern das hier beschriebene Blechmaterial weiteres Interesse bietet, wäre noch davon vorhanden.)

### Korrespondenz.

Ueber die *Affäre der Dixence-Konzessionserteilung*, in der die Aluminium-Industrie A.-G. Neuhausen, wie es scheint begründetermassen, eine Verletzung ihrer Rechte hinsichtlich des Borgne-Kraftwerks im Wallis erblickt, hatten wir auf Seite 210 letzten Bandes (am 3. Mai d. J.) eine Mitteilung des Präsidenten der A. I. A. G., Herrn Oberst Dr. Ing. G. Naville,

abgedruckt. Hierzu erhielten wir zur Veröffentlichung nachstehendes Schreiben des Herrn Ing. A. Boucher. Daran anschliessend geben wir Kenntnis von der Rückäusserung der A. I. A. G., aus der die eigenartige Rechnungsmanier des Eidg. Amtes für Wasserversorgung schon deutlicher hervorgeht. Die beiden Schreiben lauten wie folgt:

Monsieur le Rédacteur,

Le 3 Mai dernier, vous avez publié un extrait du rapport à l'Assemblée générale de la *Société pour l'Industrie de l'Aluminium* de Neuhausen („A. I. A. G.“). Cet extrait a trait à la décision que venait de prendre le Conseil fédéral au sujet de l'utilisation des forces motrices de la Dixence (Valais). Vous l'avez fait suivre de certains commentaires qui prennent à partie le Service fédéral des Eaux à Berne. Vous estimez, comme la A. I. A. G., que cette décision fédérale doit être portée devant l'opinion publique, et c'est pour cette raison que nous croyons bien faire de vous adresser les lignes qui suivent. Elles ont pour but de rectifier certaines affirmations et allégations de la A. I. A. G. qui sont tendancieuses et même contraires à la vérité.

#### Utilisation de la Dixence.

Le Conseil fédéral avait à se prononcer entre deux solutions. „*La Dixence*“ (S. A. suisse) prévoyait l'utilisation totale sous une chute unique d'environ 1750 mètres, alors que l'autre solution envisageait un palier intermédiaire, soit deux chutes superposées appartenant à deux compagnies différentes, et cela rendait impossible une utilisation rationnelle des eaux accumulées au barrage du Val des Dix.

Le Service fédéral des Eaux a étudié longuement et très en détail les deux solutions, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique, et le Conseil fédéral s'est prononcé en faveur de la chute unique. C'est en toute connaissance de cause, et certainement sans aucun parti-pris, qu'il a pris cette décision.

Les chiffres donnés par la A. I. A. G., spécialement en ce qui concerne les gains d'énergie et les prix de revient du projet à chute unique, sont de la plus haute fantaisie et complètement discordants de ceux déterminés par le Service fédéral des Eaux, étant donné qu'il faut bien tenir compte que les eaux de la Dixence peuvent être accumulées chaque année complètement de manière à pouvoir produire de l'énergie d'hiver (des kilowatts-heures) dont la valeur est infiniment supérieure à celle de l'énergie d'été.

La A. I. A. G. affirme, d'une part, que la solution de la chute unique ne réalise qu'un gain d'énergie minime, alors que d'après elle le prix de revient de l'installation serait de 20 à 25% plus élevé et, d'autre part, que la *Société La Dixence* n'aurait demandé cette concession à chute unique que dans un but spéculatif et afin de pouvoir disposer d'une concession de plus grande valeur et plus facilement négociable. Ce sont là deux affirmations aussi fausses que contradictoires.

#### Exportation d'Énergie.

Il est étrange, et même révoltant, de voir la A. I. A. G. reprocher à la *Société La Dixence* de vouloir faire de l'exportation d'énergie, alors qu'elle le fait elle-même sur une grande échelle, mais par une voie plus ou moins détournée et en se cachant derrière un tiers. En effet, sur leur demande, les *Bernische Kraftwerke* („B. K. W.“), en Juillet 1921 et Novembre 1922, ont obtenu