

Negativ

Mineralabscheidungen aus „magnetisiertem“ Wasser*)

Von Professor Dr. *Germann Müller* und *Hannelore Marschner*, Heidelberg

Seit einigen Jahren werden von verschiedenen Firmen Geräte zur magnetischen Wasseraufbereitung angeboten, die eine Bildung von Wasserstein verhindern und sogar zu einer Wiederabtragung bereits vorhandenen Altsteins ohne chemische Zusätze führen sollen.

Der von der Firma Epuro, Antwerpen (deutsche Vertretung: Fa. Dr. F. A. Friedel und Sohn, 6239 Fischbach/Ts.), vertriebene „CEPI-Apparat“ (CEPI = Conditionnement Electromagnétique par Induction) arbeitet nach der von dieser Firma herausgegebenen Firmenschrift¹⁾ „Magnetische Wasseraufbereitung“ „mit sehr starken magnetischen Feldern, die auf das den Apparat durchströmende Wasser einwirken, und er bewirkt, daß die im Wasser gelösten Salze in ihrer Kristallisationsform dahingehend geändert werden, daß sie bei Erwärmung etc. nicht in Steinform (Makrokristall), sondern in feinkristalliner pulveriger Form ausfallen“.

Die in verschiedenen Dimensionen hergestellten CEPI-Apparate bestehen aus zylindrischen Röhren, die im Innern Permanentmagnete enthalten. Die Magnete sind so angeordnet, „daß ihre Felder das durchfließende Wasser in einem rechten Winkel zu deren Kraftlinien schneiden. Auf diese Weise entsteht ein maximaler Induktionseffekt. Teils auf dem Wege über eine Verstärkung des mikromagnetischen Feldes am Wassermolekül, teils über einen direkten Einfluß auf die Härtebildner-Ionen wird hierdurch eine Deformation des sich später bildenden Kristallgitters der Härtebildner erreicht“.

Bei den „deformierten Härtekristallen“ sollen die Grenzflächen nicht exakt ausgebildet sein und dadurch ein Aneinanderwachsen verhindern. Außerdem soll durch dieses Verfahren „ein Eingriff in die Kristallgitter bestehender Ablagerungen“ stattfinden, das zu einem Zerfall derselben führt.

In Großversuchen, durchgeführt im Auftrag des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern (DVGW) sowie des Bayerischen Landesamtes für Wasserversorgung und Gewässerschutz konnte dagegen diese von den Herstellern derartige Geräte angegebene Wirkungsweise nicht bestätigt werden²⁾. Parallelversuche in Elektroboilern ergaben keinerlei Unterschiede im Absatz von Kesselstein aus behandeltem und unbehandeltem Wasser. Auch von anderer Seite³⁾ mitgeteilte Versuche zeigten, daß eine Krustenbildung durch Magnetapparate nicht beeinflußt wird.

Ebenfalls negative Ergebnisse brachten die sehr ausführlichen Untersuchungen von Eliassen, Skrinde u. Davis⁴⁾, bei denen Magnetisierungsgeräte

*) In Phys. Bl. 22, 45 (1966) war auf russische Untersuchungen über „magnetisiertes Wasser“ aufmerksam gemacht und gebeten worden, „die Experimente der Moskauer Autoren nachzuprüfen und uns über die Ergebnisse zu berichten.“ In Phys. Bl. 22, 333 (1966) wurde ein Überblick über Zuschriften und Literatur (bei der wichtigen Arbeit von L. Rybach Schweizer Maschinenmarkt Nr. 44 (1960) wurde das Zitat vergessen!) gegeben und auf die klärende Untersuchung von Prof. Müller und Dr. Marschner hingewiesen. Hier legen die Autoren nun ihre Untersuchungen vor. Herausgeber

- 1) Fa. S. A. Epuro, Prospekt über den CEPI-Apparat (1964)
- 2) K. E. Oehler, Z. Sanitär- und Gas-Installateur 9, 2 (1966)
- 3) L. Junghahn, Z. Chemie-Ing.-Techn. 36, 60 (1964)
- 4) R. Eliassen, R. T. Skrinde, W. B. Davis, J. Am. Water Works Ass. 50, 1371 (1958)

zweier amerikanischer Firmen (Packard, Evis) und der Firma Epuro geprüft wurden.

Durch „magnetisiertes“ Wasser sollen jedoch nicht nur Kristallgröße und Kristallform verändert und damit das Zusammenwachsen der „Härtekristalle“ verhindert, sondern auch eine „Verschiebung der Kristallisationsform vom Calcit zum Aragonit“ bewirkt werden. Friedel⁵⁾ bezieht sich hierbei auf die von Rybach⁶⁾ beschriebenen Laboratoriumsversuche.

Rybach dampfte jeweils ca. 5 Liter unbehandeltes und „Epuro“-behandeltes („magnetisiertes“) Züricher Leitungswasser bei „ca. 85 bis 90 °C“ auf dem Wasserbad ein und untersuchte die Trockenrückstände röntgenographisch. Er stellte fest, daß

1. in beiden Fällen ein Mineralgemisch Calcit+Aragonit vorliegt,
2. „durch die «Epuro»-Behandlung eine äußerst deutliche Mineralumwandlung Calcit→Aragonit auftritt“, und berechnete, „daß die ursprüngliche Zusammensetzung des Trockenrückstandes (ca. 80 % Calcit, 20 % Aragonit) sich zugunsten des Aragonits auf Kosten des Calcits verändert (70 % Aragonit, 30 % Calcit) hat“.

Eigene Untersuchungen

Diese, sich in ihren Ergebnissen widersprechenden Darstellungen ließen eine erneute Überprüfung des Einflusses wünschenswert erscheinen, den eine magnetische Behandlung von Wasser auf Modifikation, Korngröße und Kornverband bei Erwärmung daraus sich abscheidender Salze ausübt. Im folgenden sind die dafür durchgeführten Versuche kurz beschrieben.

Untersuchte Wässer. Für sämtliche Versuche wurde Heidelberger Leitungswasser (Entnahmeort: Mineralogisch-Petrographisches Institut, Mai 1966) verwendet, außerdem zu einem Kontrollversuch Wasser aus dem Bodensee (Mischproben von verschiedenen Entnahmeorten, November 1965 und Januar 1966). Die chemische Zusammensetzung der Wässer ist in Tab. 1 aufgeführt.

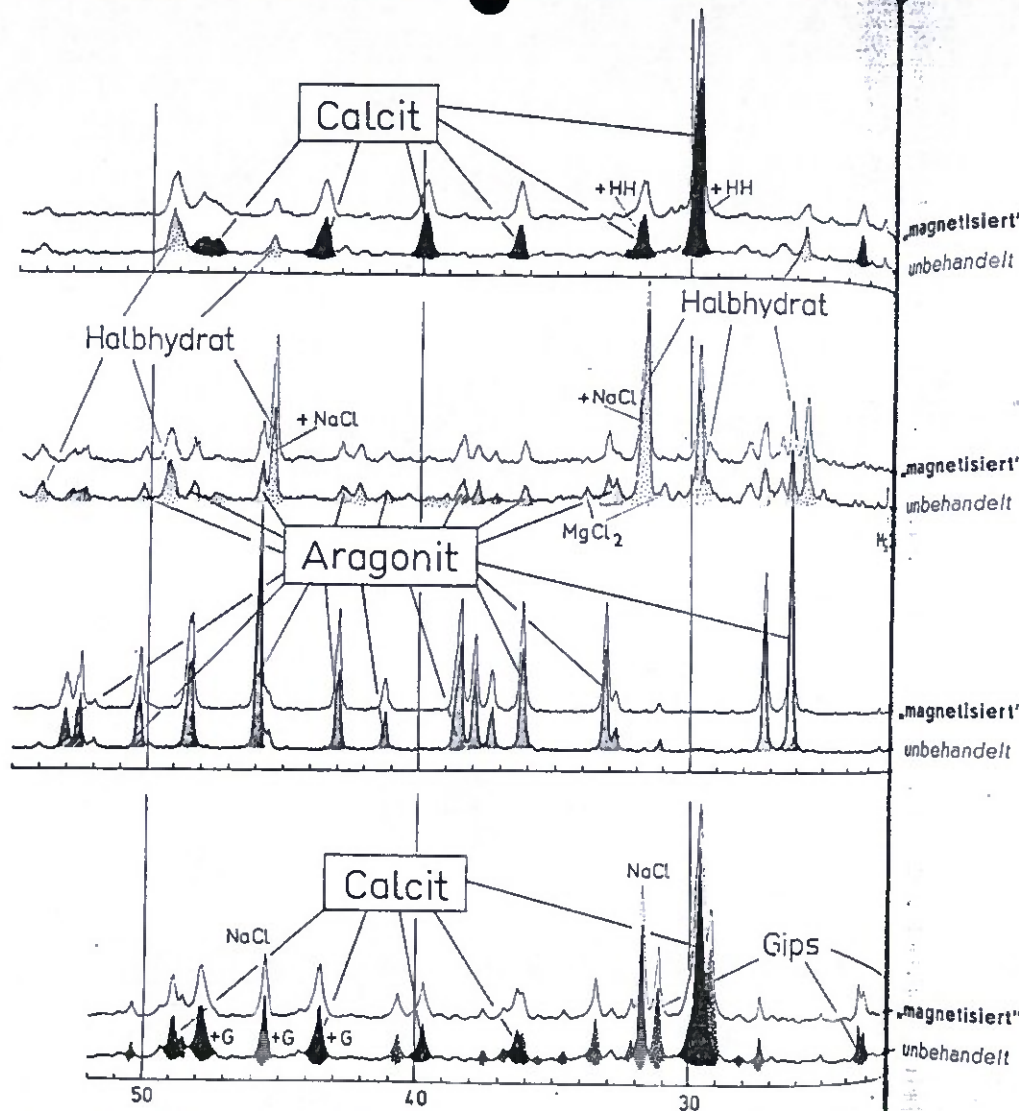
| | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Na ⁺ | HCO ₃ ⁻ | SO ₄ ⁻⁻ | Cl ⁻ | °dH |
|---------------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------|
| Leitungswasser Heidelberg | 127 | 23.8 | 55.2 | 293.6 | 172.9 | 83.2 mg/l | 21.7 |
| Bodenseewasser | 27.3 | 4.9 | 3.0 | 61.0 | 39.2 | 3.1 mg/l | 4.9 |

Tab. 1: Wichtigste Kationen und Anionen in den verwendeten Wässern

Magnetisierungsgerät. Zur „Magnetisierung“ wurde ein CEPI-Apparat, Typ BW 1/2 MR der Firma Epuro verwendet, der nach Angaben der Firma eine Maximalleistung von 16 l/min besitzt. Für unsere Versuche wurde ein Wasserdurchfluß von 2 l/min gewählt. Der Apparat wurde von der Rohrleitung durch Polyäthylen isoliert.

Versuchsdurchführung. Sämtliche Versuche wurden als Parallelversuche mit magnetisiertem und unbehandeltem Wasser durchgeführt. In offenen Gefäßen wurden jeweils ca. 10 l Wasser bei Temperaturen von 60, 75, 80, 90 und 95 °C auf einer Heizplatte mit automatischer Temperaturregelung ein-

- 5) F. A. Friedel jr., Z. Haustechn. Rundschau 59, Heft 11 (1960)
- 6) L. Rybach, Z. Schweizer Maschinenmarkt 44 (1960)



Tafel 1: Vergleich der Kristallabscheidungen aus unbehandeltem und magnetisiertem Wasser. Die Röntgendiffraktometer-Aufnahmen zeigen, daß die Magnetisierung keinen Einfluß auf die Art der Kristallbildung hat. (Statt $MgCl_2$ lies genauer $MgCl_2 \cdot 6H_2O$)

gedampft. Dabei wurden einmal die nach dem Verdampfen von ca. 5 l Wasser gebildeten Salzkrusten untersucht, zum anderen der Gesamtrückstand nach völligem Verdampfen des Wassers. Ein weiterer Versuch erfolgte in einem Gefriertrockengerät (Fa. Christ), in dem die Salze bei einer Temperatur von $<0^\circ C$ auskristallisierten.

| Abb. | Wasser | Vorgang | Kristallphasen | |
|------|-----------------------------|--|----------------|--|
| | | | Karbonat | Sulfat u.a. |
| 1 | Bodensee-wasser | eingedampft bei $75^\circ C$ Trockenrückstand | Calcit | Halbhydrat |
| 2a | Heidelberger Leitungswasser | eingedampft bei $75^\circ C$ Trockenrückstand nach Verdampfen des ganzen Wasservolumens | Aragonit | Halbhydrat wenig Gips NaCl $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ |
| 2b | Heidelberger Leitungswasser | Kristallisiert nach Verdampfen des halben Wasservolumens | Aragonit | — |
| 3 | Heidelberger Leitungswasser | sublimiert bei $<0^\circ C$ | Calcit | Gips NaCl |

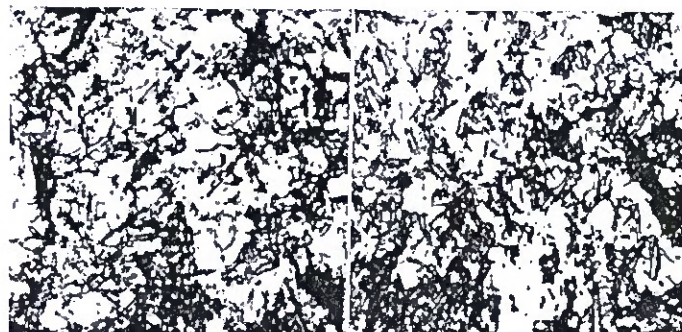
Methoden zur Untersuchung der Abscheidungen. Die Zusammensetzung der Salzabscheidungen wurde röntgenographisch an Zählrohrgoniometer-Aufnahmen ($Cu K_\alpha$ -Strahlung) von homogenisierten Pulverpräparaten bestimmt. Die Untersuchung von Korngröße und Kornverband erfolgte mikroskopisch. Als Präparat dafür wurden Objektträger verwendet, die sich während des Eindampfvorganges auf dem Gefäßboden befanden und auf denen sich Krusten absetzten, die denen des Gefäßbodens entsprachen. Diese Präparate wurden sowohl während des Eindampfens (ca. 7 l eingedampft) als

auch nach völligem Eintrocknen des Wassers zur Untersuchung herausgenommen.

Ergebnisse

Zusammensetzung. Sämtliche Versuche ergaben jeweils für magnetisiertes und unbehandeltes Wasser bei sonst gleichen Versuchsbedingungen eine völlige Übereinstimmung in der Art und Ausbildung der Abscheidungen (Abb. 1—3). Dagegen wirkte der Wechsel der Versuchstemperaturen stark verändernd auf die Abscheidungen. Neben Chloriden, die nicht zu den Härtebildnern des Wassers zählen, schieden sich Calciumkarbonat, je nach Temperaturbereich als Aragonit (orthorhombisch), Calcit (trigonal) oder Mischungen von beiden ab, sowie Calciumsulfat als Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Halbhydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$), Anhydrit (CaSO_4) oder Mischungen derselben.

Die Grenztemperaturen der Ausfällungsbereiche für die einzelnen Modifikationen hängen wesentlich von der Gesamtionen-Zusammensetzung des Wassers ab. Die Temperaturgrenze Aragonit/Calcit wird nach Angaben in der Literatur⁷⁾ in starkem Maße vom Gehalt an Mg^{++} und Cl^- bestimmt. Daraus erklärt sich auch, daß bei der gleichen Behandlungstemperatur von 75 °C aus dem Heidelberger Leitungswasser das Calciumkarbonat in Form



a. unbehandelt

b. „magnetisiert“

Abb. 4: Korngröße und Kornverband von Salzausscheidungen aus Heidelberger Leitungswasser, eingedampft bei 90 °C (Vergr.: 170fach)

von Aragonit, aus dem Bodenseewasser dagegen in Form von Calcit auskristallisierte (Abb. 2 und 1). Die bei dem Heidelberger Wasser kritische Abscheidungstemperatur für Calcit/Aragonit lag bei 60 °C (> 60 °C ausschließlich Aragonit, < 60 °C starkes Hinzutreten von Calcit). Bereits Temperaturänderungen von wenigen Graden bewirkten in diesem Bereich eine erhebliche Veränderung des Mengenanteils der beiden Calciumkarbonatmodifikationen. Im Bereich von 90 °C trat erneut ein derartiger, allerdings durch das nur untergeordnete Auftreten von Calcit weniger markanter Wechsel auf.

Bei den Calciumsulfaten kristallisieren mit steigender Temperatur die wasserärmeren Glieder aus.

7) Y. Kitano, J. Geoph. Res., 67, 4873 (1960)

8) A. G. Ostroff, Geoch. Cosm. Acta, 28, 1363 (1964)

Der Wechsel Gips - Anhydrit erstreckte sich über einen breiten Übergangsbereich mit dominierendem Auftreten von Hemihydrat. Anhydrit schied sich erst nach dem völligen Verschwinden von Gips bei Temperaturen > 90 °C ab⁸⁾.

Korngröße und Kornverband

Ebenso wie die Zusammensetzung der Abscheidungen erwies sich ihre Korngröße und ihr Kornverband innerhalb der Parallelversuche als identisch (Abb. 4). Erwartungsgemäß verringerte sich die Kristallgröße des Bodenkörpers mit steigender Eindampfungstemperatur. Gleichzeitig verstärkte sich die Haftung an der Gefäßwandung, besonders bei Temperaturen > 80 °C erheblich. Auch auf dieses Verhalten, das für die Kesselsteinbildung von ausschlaggebender Bedeutung ist, zeigte die magnetische Wasserbehandlung keinen Einfluß.

Schlußfolgerungen

Wie dargelegt wurde, ließ sich kein Einfluß der magnetischen Behandlung von Wasser auf die Art und Ausbildung der darin gelösten und bei Erwärmung sich abscheidenden Salze feststellen. Diese Ergebnisse widersprechen damit bezüglich der Modifikation den Feststellungen Rybachs, bezüglich der Korngröße und Gefäßwandhaftung den Angaben Friedels und der Firmenschrift für die CEPI-Apparate.

Es ist wahrscheinlich, daß der Versuch Rybachs in den für das benützte Wasser kritischen Temperaturbereich der Ausscheidungsgrenze Aragonit/Calcit fiel. Dabei können bereits, wie in den eigenen Untersuchungen festgestellt wurde, geringe Temperaturunterschiede beim Eindampfen zwischen dem behandelten und dem unbehandelten Wasser die beobachteten Veränderungen im Mengenverhältnis der beiden Modifikationen bewirkt haben. Sie gaben dann zu dem durch offenbar keine weiteren gleichartigen Versuche überprüften Schluß Anlaß, sie seien auf die magnetische Wasserbehandlung zurückzuführen.

Sowohl in der Veröffentlichung Friedels als auch in der Firmenschrift für den CEPI-Apparat sind Kristallabscheidungen aus magnetisiertem und unbehandeltem Wasser abgebildet, die der Demonstration des Unterschiedes von Kristallgröße und -gestalt durch die Wasserbehandlung dienen sollen. Dabei zeigt die Abbildung der aus magnetisiertem Wasser abgeschiedenen und als „deformiert“ bezeichneten Kristalle, soweit es sich erkennen läßt, eine für idiomorphe Calcitkristalle typische Ausbildung. Auf keinen Fall handelt es sich dabei jedoch um Aragonitkristalle, so daß diese Abbildung selbst den zitierten Angaben über einen Modifikationswechsel Calcit Aragonit durch magnetische Wasserbehandlung widerspricht.

Außerdem ist die Annahme, eine unterschiedliche Ausbildung des Habitus („deformierte Kristalle“) beeinflusse unter sonst gleichen Bedingungen ein Zusammenwachsen der Einzelkristalle, d. h. eine Krustenbildung, mineralogisch nicht haltbar.

Zusammenfassend läßt sich auf Grund unserer Untersuchungen feststellen, daß die bisher mitgeteilten, auf magnetische Wasserbehandlung zurückgeführten Effekte kritischer Betrachtung nicht standhalten.