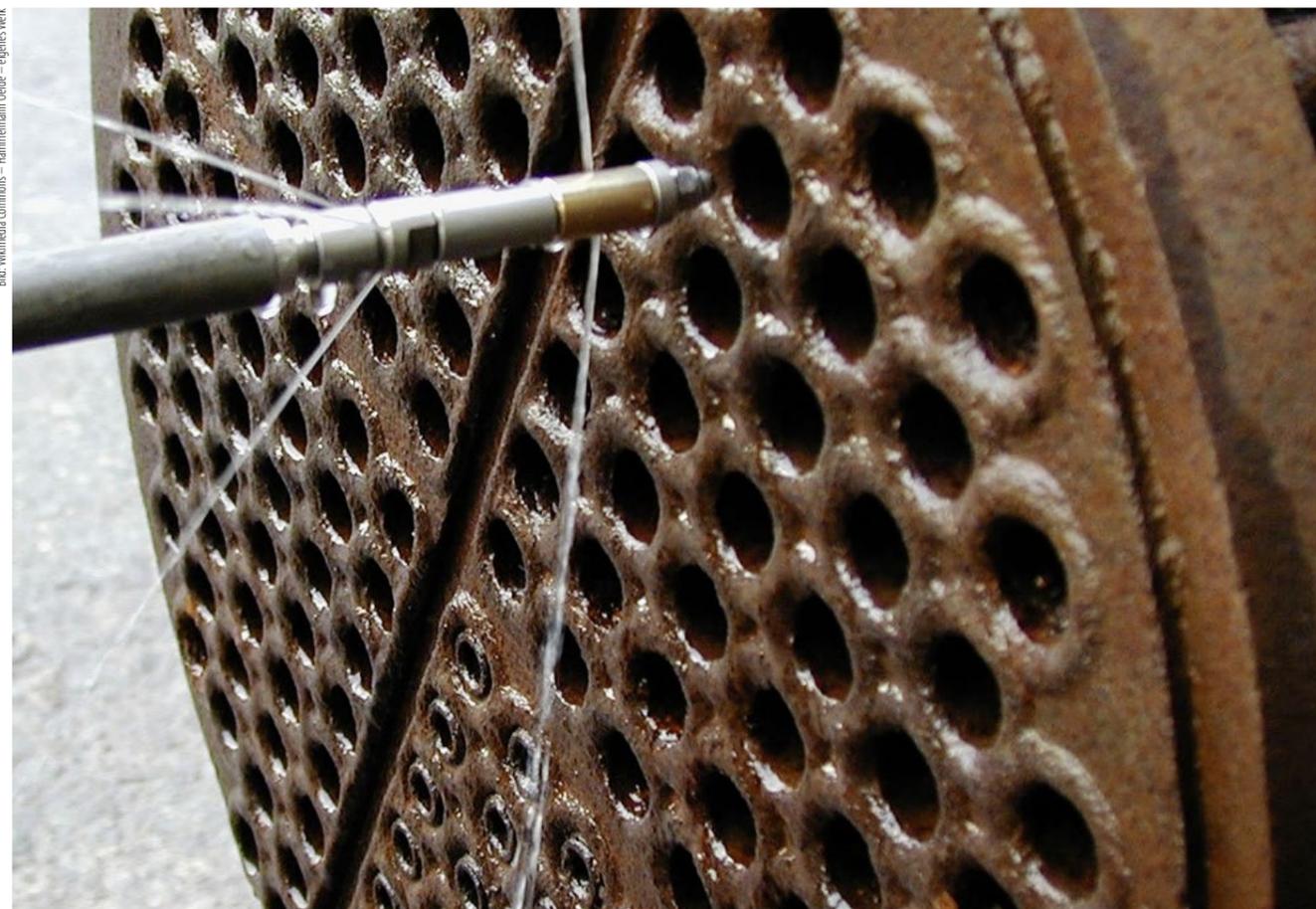


Forschung

# Neuartige Beschichtung verhindert Kalkablagerung

Wo heisses Wasser fliesst, lagert sich in Leitungen und Bauteilen mit der Zeit Kalk ab. In Haushalten ist das lästig, in thermischen Kraftwerken ein teures Problem. Ein Forscherteam der ETH Zürich hat vor kurzem eine Lösung präsentiert, wie sich der Kalkbesatz verhindern lässt.

Von Peter Rüegg\*



Kalkablagerungen beeinträchtigen die Effizienz von Wärmetauschern bei Grossanlagen. Weil sich Kalkkristalle auf den Oberflächen nicht festsetzen und eine einheitliche Schicht bilden können, sollen künftig Reinigungen ohne lange Stillstandzeiten und hohe Kosten möglich werden.

Das Problem stellt sich besonders in Gegenden mit hartem, also kalkreichem Wasser. Bei Haushaltsgeräten, die mit heissem Wasser in Kontakt kommen, bilden sich mit der Zeit Kalkablagerungen. Oft hilft dann nur der Griff zum Essig oder Spezial-Entkalker, um den steinharten Belag aufzulösen und das Gerät wieder funktionstüchtig zu machen. Im Haushalt ist das in erster Linie lästig, in thermischen Kraftwerken jedoch ein grosses, teures Problem. Denn auch solche Kraftwerke, beispielsweise zur Stromerzeugung, sind mit Kalkablagerungen

konfrontiert. Besonders in den Wärmetauschern bildet sich viel Kalk und mindert die Effizienz der Anlagen erheblich.

Bereits eine Kalkschicht von einem Millimeter in den Leitungen des Wärmetauschers senkt die Effizienz der Stromproduktion um rund 1,5 Prozent. Dies wiederum hat Folgen für den Energieverbrauch. Um den europaweiten Verlust auszugleichen, müssten 8,7 Millionen Tonnen Steinkohle zusätzlich verbrannt werden. Das ist schlecht für die CO<sub>2</sub>-Bilanz, das Klima und teuer für die Stromproduzierenden Unternehmen.

## Kristallbildung verhindern

Ein Forscherteam der ETH Zürich und der Universität Berkeley hat nun eine mögliche Lösung für dieses Problem gefunden: eine spezielle kalkabweisende Beschichtung. Diese weist mikroskopisch kleine Rippen auf, sodass die Anhaftung von Kalkkristallen verhindert werden kann. Die entsprechende Studie ist soeben in der Fachzeitschrift «Science Advances» erschienen.

Bisher gab es kaum Grundlagen für die Entwicklung von kalkabweisenden Oberflächen. Forscherinnen und Forscher um

den ehemaligen ETH-Professor Thomas Schutzius haben im Detail untersucht, welche Wechselwirkungen zwischen einzelnen wachsenden Kalkkristallen, der umgebenden Wasserströmung und der Oberfläche auf mikroskopischer Ebene bestehen. Aus den Erkenntnissen entwickelte die Forschungsgruppe mehrere Beschichtungen aus verschiedenen weichen Materialien, die im Labor an der ETH Zürich Tests unterzogen wurden.

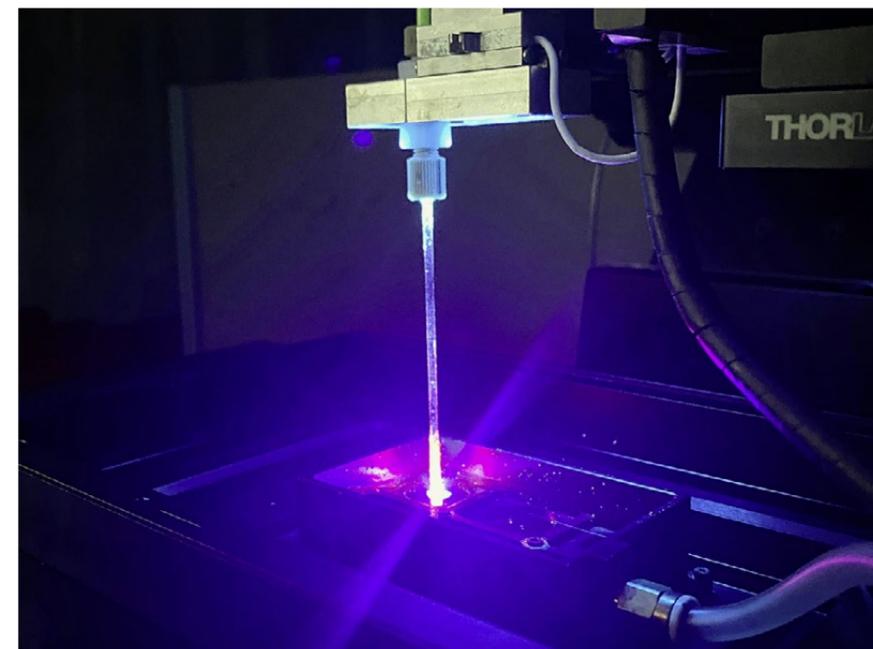
## Form wie Haifischschuppen

Dabei stellte es sich heraus, dass eine Beschichtung aus einem Polymer-Hydrogel Kalkablagerungen am wirksamsten verhindert. Unter Einsatz fotolithografischer Verfahren konnte das Forscherteam eine Oberfläche mit mikroskopisch kleinen Rippen kreieren. Die Mikrostruktur des Hydrogels weckt Assoziationen an die Schuppen von Haifischen. Die Schuppen bilden eine Art Rippenstruktur, welche die Bildung von Oberflächenbelägen unterdrückt.

Im Wasserkocher oder Heizkessel verhindert die mit mikroskopisch kleinen Rippen strukturierte Oberfläche, dass Kalkkristalle weniger Kontakt zur Oberfläche haben und sich nicht festsetzen können. Deshalb lassen sie sich besser ablösen. Konkret spült das Wasser, das über das Hydrogel und durch die Rippenstruktur fliesst, diese weg. Die Beschichtung kann zwar nicht verhindern, dass sich einige Kalkkristalle bilden. Durch das ständige passive Abtragen der mikroskopischen Kristalle wird jedoch vermieden, dass die Kristalle zu einer hartnäckigen Schicht zusammenwachsen.

## 98 % der Ablagerungen entfernt

In den verschiedenen Beschichtungen variierte das Forscherteam in erster Linie den Polymeranteil. Je geringer dieser ist und je höher der Wasseranteil, desto



Testanordnung, mit der die Forschenden prüften, wie Kalkkristalle auf verschiedenen Oberflächen anhaften.

schlechter haften die Kalziumkarbonat-Kristalle auf der Oberfläche. Versuche mit Modellpartikeln aus Polystyrol zeigen, dass die Oberflächenstrukturen der Beschichtung kleiner sein muss als die Partikel, die sich auf ihr ablagern. Dadurch wird die Kontaktfläche und somit die Adhäsionskraft reduziert.

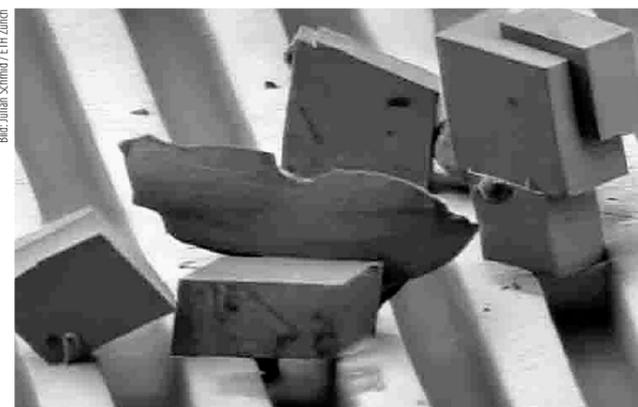
## Umweltschonende Lösung

Um eine grösste Effizienz zu erzielen, wurden mit Experimenten einerseits die Oberflächenstruktur des Materials variiert, andererseits die optimale Strukturgrösse der Kristalle ermittelt. Wie die Forschungen zeigten, ist eine Hydrogel-Beschichtung sehr effektiv: Bis zu 98 Prozent aller Kalkkristalle mit einer Grösse von etwa 10 Mikrometern, die zuvor auf einer mit Hydrogel beschichteten Oberfläche gewachsen

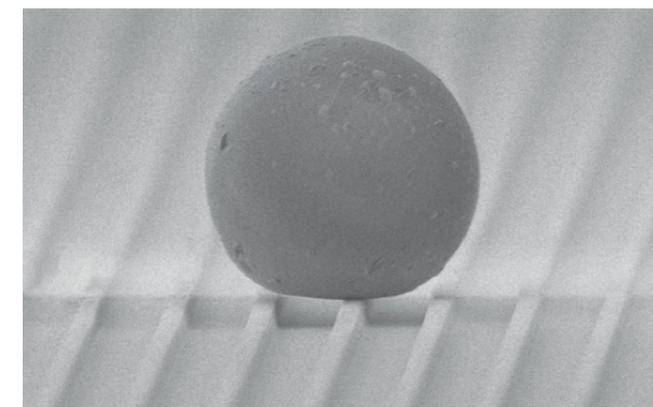
sind, wurden abgetragen. Die Forschenden betonen, dass ihre Lösung umweltschonender und effizienter ist als bisherige Ansätze zur Entkalkung. Dafür werden bis heute teilweise giftige und aggressive Chemikalien verwendet. Das Hydrogel ist hingegen biokompatibel und umweltfreundlich. Die Technik wäre auch skalierbar. Die Beschichtung aufzutragen wäre auf verschiedene Arten möglich, die die Industrie schon heute anwendet.

Auf ihre Entwicklung haben die Forscherinnen und Forscher bislang kein Patent erhoben. Stattdessen entschieden sie sich bewusst für eine Publikation in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift. Damit steht es allen Interessierten offen, die neue Beschichtung weiterzuentwickeln und nutzbar zu machen. ■

\* Der Artikel von Peter Rüegg ist zuerst in den ETH-News erschienen.



Nur wenige mikrometergrosse Kalkkristalle unter dem Elektronenmikroskop auf der gerillten Oberfläche.



Testobjekt Polystyrol-Kügelchen auf der speziell strukturierten Oberfläche, welche die Anhaftung von Kalk weitgehend verhindert.