

Kugelhähne und typische Schadensursachen

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin



A. Zunkel, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin.



Dr. J. W. Erning, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin.

Absperrhähne oder Armaturen, in denen eine drehbar gelagerte **Kugel** bewegt wird, werden deshalb als **Kugelhahn** bezeichnet. Die Drehung dieser Kugel und Betätigung in der Armatur beschränkt sich dabei auf eine Bewegung um 90° und findet im rechten Winkel zur Durchflussrichtung um eine Achse statt. Da die Kugel eine Durchgangsbohrung hat, ist durch die beiden

Endstellungen des Ventils der Durchfluss entweder vollständig geöffnet oder geschlossen. Die folgenden Bilder von der Schnittdarstellung eines Kugelhahns verdeutlichen diese Funktion.

Die ursprüngliche Konstruktion sollte lediglich die Absperrfunktion gewährleisten, jedoch werden Kugelhähne ebenso zum Regulieren der

Durchflussmenge angewendet.

Bei Kugelhähnen mit vollem Durchgang entspricht das Maß der Durchgangsbohrung in der Kugel der Nennweite der angeschlossenen Rohrleitung. Es gibt aber auch Kugelhähne mit reduziertem Durchgang.

Das Dichtungsprinzip beruht auf der Haftung zwischen einer sehr glatten Kugeloberfläche und dem anliegenden Material des Kugelsitzes.

Aufgrund des unkomplizierten Funktionsprinzips ist der Einsatz von Kugelhähnen weit verbreitet und daraus resultiert auch eine große Materialvielfalt.

In der Norm EN 13828 [1] sind Kugelhähne als Gebäudearmaturen für den Trinkwasserbereich beschrieben, wobei Werkstoffanforderungen für Gehäuse und Kugel wie Kupferlegierungen, entzinkungsbeständiges Messing und nichtrostende Stähle mit den entsprechenden Werkstoffbezeichnungen aufgeführt sind. Nach dieser

Regel muss die *Kugel aus Vollmaterial mit zylindrischem Durchgang ausgeführt sein*. Hier sind noch weitere Werkstoffanforderungen genannt wie z.B. *Kupfer-Zink-Legierung – verchromt, kunststoffbeschichtet und Sonderstahl nach der „EU-Richtlinie über die Qualität des für den menschlichen Gebrauch bestimmten Wassers“*. Die Anforderungen zur Sicherstellung der Korrosionsbeständigkeit insbesondere der Kugel sind damit aber sehr vage gehalten. Als besonders problematisch erweisen sich Kugeln mit metallischen Überzügen.

Außer der bereits oben genannten Durchgangsform wird in dieser technischen Regel auch noch eine Eckform als Beispiel für die Anschlussmöglichkeit beschrieben.

Neben dem Einsatz im Trinkwasserbereich sind Kugelhähne auch in anderen wasserführenden Installationen wie z.B. Feuerlösch-, Klima- oder Heizungsanlagen und diversen technischen Systemen verbreitet.

In der bisherigen Praxis lassen sich Probleme beim Einsatz von Kugelhähnen in verschiedene Kategorien einteilen, zum einen in korrosionsbedingte Funktionsstörungen und zum anderen – bei der Verwendung in Trinkwas-

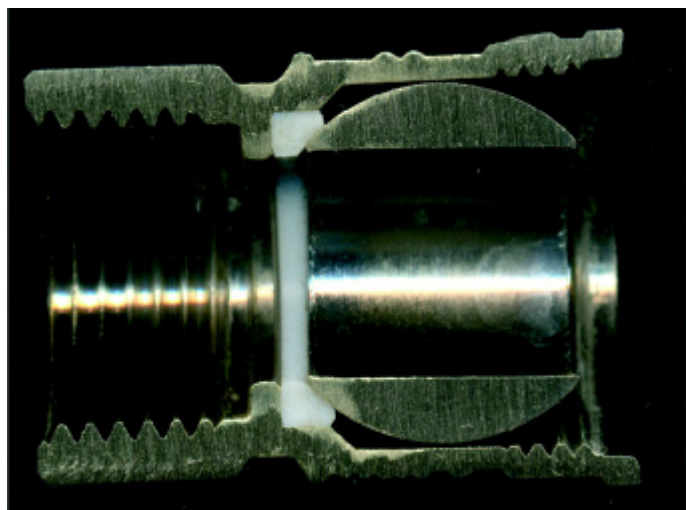


Bild 1: Ventil geöffnet.

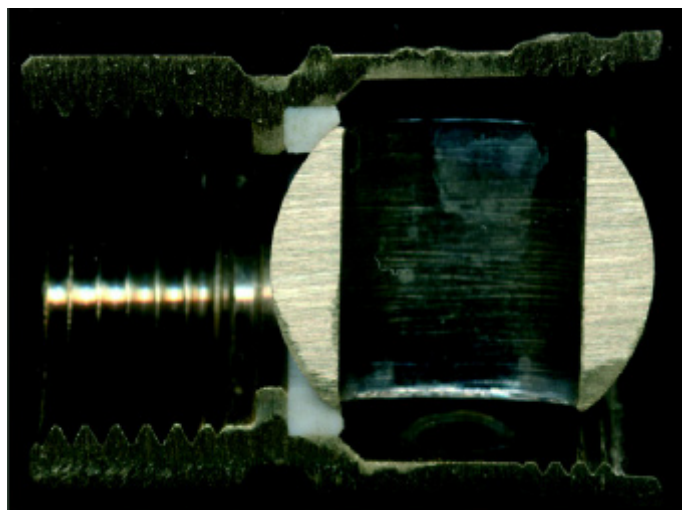


Bild 2: Ventil geschlossen.



Bild 3: Kugelhahn in Eckform mit Schäden am metallischen Überzug der Kugel.

serverteilungsanlagen – in wasserhygienische Störungen. Letztere Problematik hat in einer Erweiterung des Regelwerks Berücksichtigung gefunden [2]. Dabei geht es um das Wasservolumen, welches sich konstruktiv bedingt im abgeschlossenen Hohlraum hinter der Kugel befindet und bezüglich seiner chemischen Zusammensetzung nicht mehr den Anforderungen eines Trinkwassers entspricht. Diese Probleme lassen sich durch eine geeignete Konstruktion mit durchspültem Kugelhinteraum vermeiden.

Zusätzlich zu den Vorgaben an die Kugelhähne nach DIN 13828 sind im DVGW-Arbeitsblatt W 570-1 [2] weitere Anforderungen und Prüfungen vorgegeben. So müssen z.B. die Kugelhähne für Gebrauchstemperaturen von 65 °C geeignet sein, die Oberfläche der Kugel muss korrosionsbeständig sein und mögliche Hohlräume hinter der Kugel müssen bei geöffnetem Ventil einen ausreichenden Wasseraustausch gewährleisten. Alle diese Anforderungen gehen nach den Erfahrungen aus dem Markt nicht weit genug. Zudem existiert keine Prüfanforderung bezüglich der Korrosionsbeständigkeit.

Die nicht eindeutige Anforderung bezüglich der Korrosionsbeständigkeit zeigt sich besonders an Schäden, die an verchromten Kugeln aus Kupferwerkstoffen aufgetreten sind. Diese Schäden ent-

stehen durch Korrosion unter Beschichtungen oder Überzügen. Einzelne Fehlstellen, Poren oder Risse bewirken Korrosion des Grundwerkstoffes unter der Schicht, die entstehenden Korrosionsprodukte haben in der Regel eine weitere Schädigung der Beschichtung bzw. des Überzugs zur Folge.

Metallische Überzüge auf Sanitärarmaturen dienen vorwiegend dekorativen Zwecken. Für diese visuelle Wirkung ist vor allem das glänzende mechanisch sehr widerstandsfähige Chrom von Bedeutung, dessen Beständigkeit bereits durch die Passivierung an Luft bedingt ist. Die Herstellung derartiger Überzüge erfolgt vorwiegend auf galvanischem Wege. Dabei wird Chrom nur in einer sehr dünnen Schicht (< 1 µm) auf einer Zwischenschicht aus Nickel (10 bis 50 µm) abgeschieden. Auch Kupfer kommt als Unterschicht zur Anwendung. Der Aufbau, die Abfolge sowie die Technik der Herstellung des Überzugs sind von entscheidender Bedeutung für die Dauerhaftigkeit.

Überzüge sind generell porig, was theoretisch zu einer beschleunigten Korrosion der darunter liegenden Oberfläche und dem Abheben des Überzugs führen kann. Deswegen wurden in der Galvanotechnik Überzüge entwickelt, die unter optimaler Nutzung des Schichtwerkstoffes (der Zwischenschicht) einen möglichst flächenhaften Korrosionsabtrag des Überzugsmetalls zeigen. Mikrorisse und -poren in einem Chromüberzug sind also beabsichtigt, weil sie eine Vergrößerung der anodisch wirkenden darunter liegenden Nickel-Oberfläche darstellen. Die anodische Stromdichte als korrosionsbestimmender Faktor sinkt und der örtliche Korrosionsabtrag ist geringer. [3]/[4]

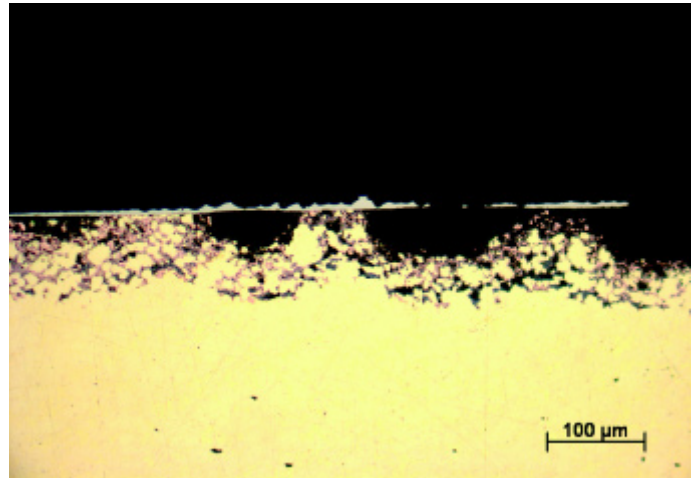


Bild 4: Entzinkung des Kugelwerkstoffes unter dem metallischen Überzug.

Als kritisch unter den Betriebsbedingungen einer Trinkwasserinstallation erweisen sich besonders Kugeln aus Messingwerkstoffen, die nur dünne Chromschichten ohne weitere Zwischenlagen aufweisen. Hier kommt es dann an den immer vorhandenen Poren schnell zu einer Ablösung des Überzugs mit darauf folgenden Schäden in Form von Undichtigkeiten oder Blockaden der Kugel. Dadurch ist die Funktion der Armatur nicht mehr gegeben. Kugeln mit hochwertig ausgeführten Überzügen sind deutlich korrosionsbeständiger, ebenso Kugeln aus nichtrostendem Stahl sowie aus Kunststoffen bzw. mit Kunststoffüberzügen. Derzeit finden Untersuchungen zur Beständigkeit unterschiedlich gefertigter Kugeln für derartige Armaturen statt.

Unabhängig vom durchströmenden Medium und dem dadurch berührten metallischen Werkstoff treten Korrosionsvorgänge bevorzugt in einem Spalt auf. Ein solcher Spalt existiert an der Dichtfläche zwischen Kugel und Sitzring in der Armatur konstruktiv bedingt. Die verschiedenen Materialkombinationen in diesem Bereich rufen unterschiedliche Korrosionsreaktionen hervor. In der Kombina-

tion werden ohnedies weniger beständige Kugeln im Spaltbereich der Dichtung bevorzugt korrodieren. Die Ablösung des Überzugs und die Ausbildung von Korrosionsprodukten des Grundmaterials führen dann zu den oben beschriebenen Schäden.

Folgende Beispiele wurden im Rahmen von Schadensanalysen gesammelt:

1. Kugelhahn mit Schäden an der Kugel

Ablagerungen von Korrosionsprodukten im Dichtspalt führen zu Undichtigkeiten und Schwergängigkeit der Armatur. Hier führte eine nicht ausreichende Qualität des Überzugs zum Schaden.

2. Kugelhahn als Absperrventil in einer Heizungsanlage

Das Ventil wird selten betätigt, infolgedessen ist es schwergängig auch wegen der entstandenen Korrosionsprodukte im Dichtspalt. Die dann zur Betätigung erforderliche Kraft hat einen Gewaltbruch an der konstruktiv bedingten Schwachstelle (geringe Wanddicke und scharfkantiger Waddickensprung) nach sich gezogen. Ursache war wiederum eine nicht ausreichend korrosionsbeständige Kugel. Der mechanische Scha-

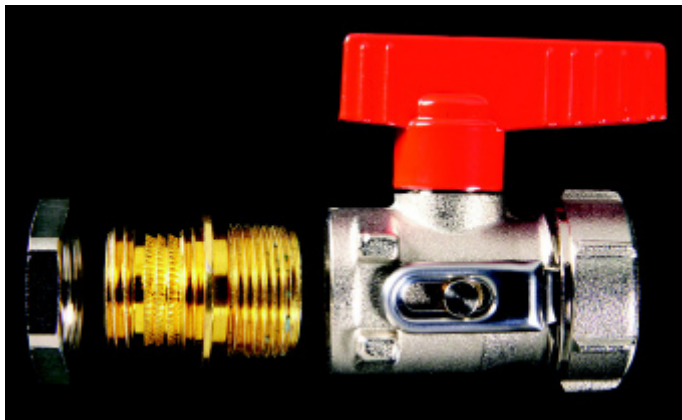


Bild 5: neuwertiges Vergleichsteil.

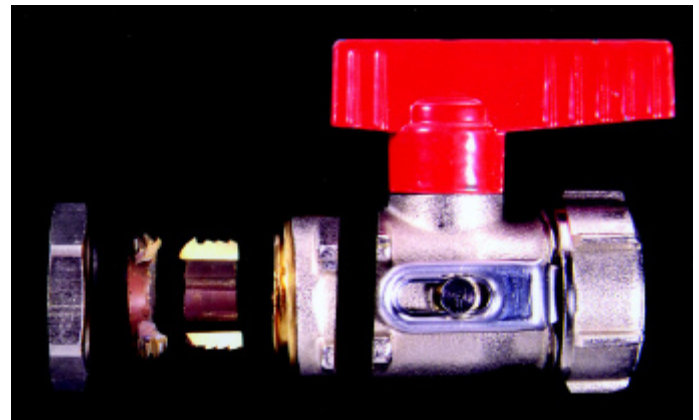


Bild 6: Schadensteil mit radialem Bruch an der gekennzeichneten Stelle.

den wurde durch konstruktive Mängel begünstigt.

3. Kugelhahn als Absperrarmatur in Soletransportleitung

Bei verchromten oder anders beschichteten Kugeln können Risse im (metallischen) Überzug zu örtlicher Korrosion des darunter liegenden Grundmaterials führen. Die entstehenden Korrosionsprodukte sprengen aufgrund ihres vergrößerten Volumens den Überzug oder die Schicht. Jeder Feststoffpartikel, der so in den Dichtspalt gelangt, erschwert die Betätigung der Kugel bzw. bewirkt eine Undichtigkeit. ◀

Literatur

- [1] DIN EN 13828: Handbetätigte Kugelhähne aus Kupferlegierungen und nicht rostenden Stählen für Trinkwasseranlagen in Gebäuden; Prüfungen und Anforderungen; Dezember 2003
- [2] DVGW-Arbeitsblatt W 570-1: Armaturen für die Trinkwasser-Installation Teil 1: Anforderungen und Prüfungen für Gebäudearmaturen; April 2007
- [3] Metallische und anorganische nichtmetallische Überzüge; Vorlesung 6/3 Passiver Korrosionsschutz; Vorlesungen über Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen; Teil II Korrosionsschutz; TAW-Verlag, Wuppertal 1997
- [4] Ulf Nürnberger: Korrosion und Korrosionsschutz im Bauwesen, Band 2; Bauverlag GmbH Wiesbaden und Berlin; 1995

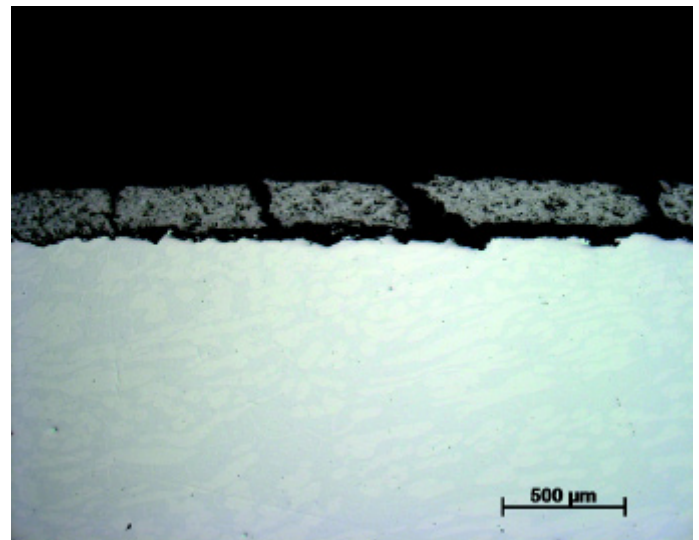
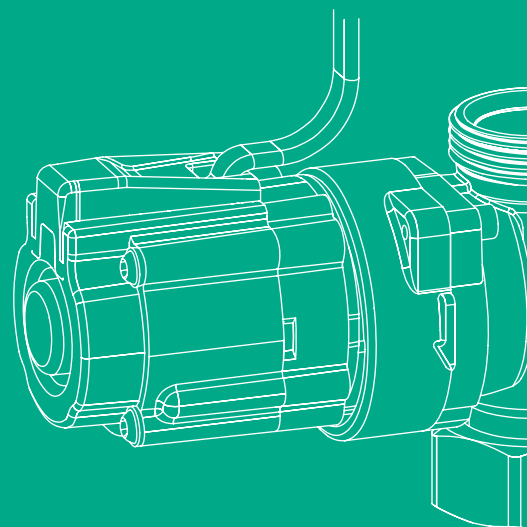


Bild 7: Metallografischer Querschliff durch eine beschichtete Kugel mit Rissen in der Beschichtung und darunter beginnender Korrosion.

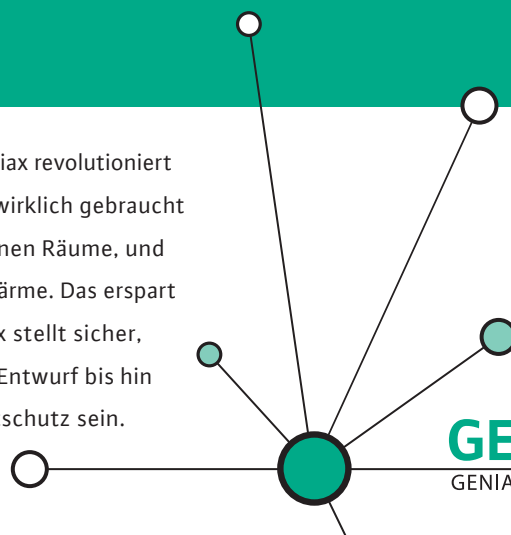


Ab jetzt wird gespart.



Weniger Energie, weniger Kosten: Das dezentrale Pumpensystem Wilo Geniax revolutioniert die Heizungstechnik. Ab jetzt fließt die Wärme nur dorthin, wo sie auch wirklich gebraucht wird. Eine intelligente Steuereinheit ermittelt den Heizbedarf der einzelnen Räume, und dezentrale Miniaturpumpen versorgen jeden Heizkörper individuell mit Wärme. Das erspart Ihren Kunden bis zu 25 % Energie. Und Ihnen eine Menge Stress. Geniax stellt sicher, dass alles genau so funktioniert, wie Sie es geplant haben – vom ersten Entwurf bis hin zum automatischen hydraulischen Abgleich. So intelligent kann Umweltschutz sein.

Genial dezentral – Wilo Geniax. Mehr Informationen unter www.wilo.de



GENIAX
GENIAL DEZENTRAL