



# W Auf den Spuren des Wassers

Wasser ist für uns wie selbstverständlich verfügbar. Wir öffnen den Wasserhahn und erhalten die in Deutschland immer noch wohlschmeckende Flüssigkeit. Zum Ärgernis wird Wasser dann, wenn es an anderer Stelle als dem Wasserhahn austritt und sich schließlich über Schimmelflecken oder Wasserränder zu erkennen gibt. Häufig ist eine umfangreiche Sanierung des Wasserschadens erforderlich – im schlimmsten Fall müssen die Wohnräume in einen rohbauähnlichen Zustand zurückversetzt werden. Es ist aber nicht immer Trinkwasser, das austritt, auch von außen eindringendes Schicht- und Regenwasser kann einen erheblichen Schaden im Gebäude anrichten (Bild 1). Manchmal führt auch eine Kondenswasserproblematik zur Schimmelbildung. Nicht immer ist die Wasserquelle bei einem Feuchteschaden ersichtlich. In diesem Beitrag soll aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten es gibt, unabhängig von der Leckageortung, die in den meisten Fällen, aber nicht immer zur Ursache des Feuchteschadens führt, der Ursache der Durchfeuchtung auf die Schliche zu kommen.

## Aus den Versicherungsbedingungen

Die Allgemeinen Wohngebäudeversicherungsbedingungen <sup>(1)</sup> schließen für die Gefahr „Leitungswasser“ folgende Schäden aus der Deckung aus.

- Regenwasser aus Fallrohren
- Plansch- oder Reinigungswasser
- Grundwasser, stehendes oder fließendes Wasser, Überschwemmung oder Witterungsniederschläge

Von außen eindringendes Grundwasser wäre demnach zum Beispiel nicht versichert. Im Sinne des Schutzes des Versicherungskollektives besteht daher auch bei den Versicherern ein großes Interesse daran, die genaue Herkunft des Schadwassers zu kennen. Durch eine Versicherung gegen Elementargefahren kann der Privatmann seinen Versicherungsschutz aber auch gegen Überschwemmung und Witterungsniederschläge erweitern. ▶

**Bild 1** / Wasser im Keller – nur wo kommt das Wasser her? Nicht immer ist es Leitungswasser, das für ein derartiges Schadenbild verantwortlich ist.

<sup>(1)</sup> Allgemeine Bedingungen für die Versicherung zusätzlicher Gefahren zur Feuerversicherung, Version 01.04.2014 GDV 1201



Bild 4



Bild 5



Bild 2

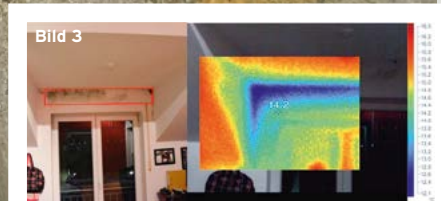


Bild 3

**Bild 2** / Unterschiedliche Abtrocknungshorizonte, wie sie bei lange einwirkenden Schäden durch Grund- bzw. Schichtwasser zu beobachten sind.

**Bild 3** / Kondensationsproblematik: An kalten Bauteilen (hier rechts durch eine Wärmebildkamera gekennzeichnet) kann die in der Raumluft enthaltene Feuchte auskondensieren. Dort kommt es dann zu Schimmelbildung (rote Markierung). In diesem Fall handelt es sich um ein Schlafzimmer einer Familie mit vier Kindern. Die Feuchtequelle ist damit die Atemluft der Bewohner, die Ursache für den Schimmel ist ein falsches Heiz- und Lüftungsverhalten.

**Bild 4** / Der Holzbalken weist in Richtung Außenwand zunehmende strukturelle Schädigung („Zerfaserung“) aufgrund einer feuchteinduzierten Holzzerstörung auf. Dies ist ein Hinweis für auf von Richtung Außenwand eindringende Feuchte.

**Bild 5** / Erdreich (rote Markierung) und lebende Ameisen (auf dem Bild nicht zu erkennen) sind ein sicheres Indiz für eine nach außen undichte Gebäudehülle.

## Spurensuche beim Ortstermin

Kann man dem Wasser nun ansehen, wo es herkommt? Mit dem bloßen Auge sicherlich nicht. Es gibt aber indirekte Hinweise, die bei der Schadenstellenuntersuchung beachtet werden sollten.

### Abtrocknungshorizonte

Da der Wasserstand von Grund- und Schichtwasser beziehungsweise von außen eindringendem Regenwasser periodischen Schwankungen unterliegt, können die Wandbereiche immer wieder abtrocknen. Bei neuen Niederschlägen oder bei einer Veränderung des Wasserstandes kommt es zu einer erneuten Durchfeuchtung, es bildet sich ein neuer Wasserrand ab. Mehrere Abtrocknungshorizonte sind daher ein Indiz für von außen eindringendes Wasser (**Bild 2**).

### Feuchtegradient und Schadensbild

Als schwaches Indiz kann der Feuchtegradient im Mauerwerk herangezogen werden. Am einfachsten ist dabei noch die Abgrenzung zur Kondensationsfeuchte, die nur an der Wandoberfläche zu finden ist. Schrittweise Feuchtemessungen, die den Wandquerschnitt erkunden, können dabei relativ sicher zeigen, ob eine Durchfeuchtung in der Substanz vorliegt oder eben nur an der Oberfläche. Mit der Wärmebildkamera kann dabei unterstützend festgestellt werden, ob zum Beispiel nur kühlere Bauteiloberflächen mit Schimmel bewachsen sind (**Bild 3**).

Auch die Feuchteverteilung insgesamt kann als Hinweis für von außen eindringende Feuchte gewertet werden. Ist zum Beispiel eine erdberührte Außenwand in der Fläche nass und zeigt sich kein ausgeprägter Gradient von unten nach

oben, so kann das ein Hinweis für ein strukturelles Problem im Bereich der Abdichtung der Wand sein.

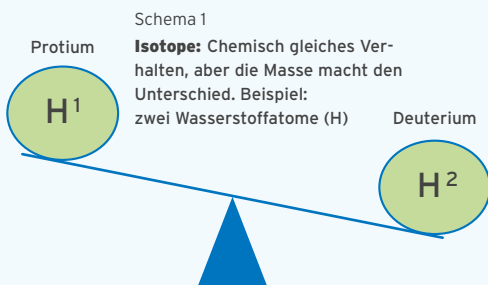
Auch Holzbauteile können Indizien liefern. Ist zum Beispiel die Holzzerstörung in Richtung Außenwand stärker ausgeprägt (**Bild 4**), so ist das als Hinweis für aus dieser Richtung eindringende Feuchtigkeit zu werten.

### Ameisen/Erdreich

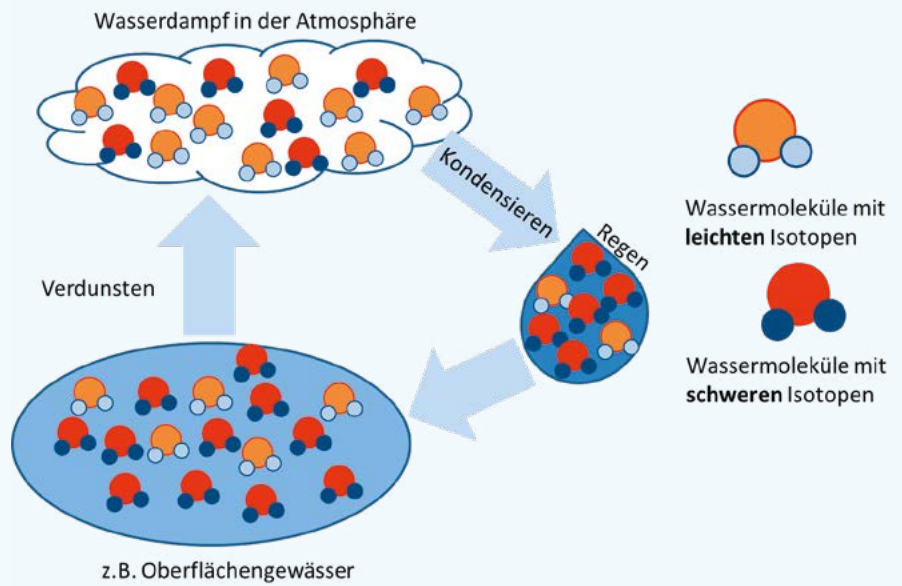
Immer wieder werden bei Schadenstellenuntersuchungen im Bodenaufbau Erdreich, Teile von Blättern und Nadeln und teilweise sogar lebendige Ameisen festgestellt (**Bild 5**). Letztere tragen dieses Material häufig erst in den Bodenaufbau ein. Können Ameisen die Gebäudehülle durchdringen, so kann es Wasser bestimmt auch. Diese „Fremdstoffe“ können als starkes Indiz getreu dem Motto „Wo Ameisen durchkommen, kommt Wasser auch rein“ gewertet werden.

**Schema 1 /** Schematische Illustration des Begriffs Isotop. Protium und Deuterium verhalten sich chemisch gesehen gleich, die unterschiedliche Masse wirkt sich aber auf physikalische Vorgänge wie zum Beispiel die Verdunstung aus.

**Schema 2 /** Stark vereinfachte Darstellung der isotopenfraktionierenden Verdunstungs- und Kondensationsprozesse von Wasser. Beim Verdunsten reichern sich Wassermoleküle mit leichteren Isotopen (exemplarisch in der Skizze orange/hellblau dargestellt) im Wasserdampf an. Nach dem Auskondensieren hingegen werden Wassermoleküle mit schwereren Isotopen angereichert. Der Grad der Anreicherung hängt dabei von Faktoren wie zum Beispiel dem örtlichen Klima und der Höhe über dem Meeresspiegel ab. Dadurch lassen sich verschiedene Niederschläge durch die Isotopensignatur unterscheiden.



Schema 2



**Was das „Wasser“ verraten kann**

Neben diesen indirekten Methoden gibt es auch verschiedene analytische Ansätze, um der in die Bauteile eingedrungenen Feuchtigkeit die Herkunft zu entlocken.

Am besten ist es dabei natürlich immer, wenn man freies Wasser als Probe zur Verfügung hat. Aber die für die Untersuchung eingesetzten Labore verfügen auch über Möglichkeiten, das Wasser aus durchfeuchteten Bauteilen (z. B. feuchter Gipskarton, Holz ...) zu gewinnen. Dies kann zum Beispiel durch Adsorption – also die physikalische Anbindung von Wassermolekülen an einen Feststoff wie zum Beispiel Kieselgel – erfolgen. Jeder kennt diese Trockengele, die in kleinen Tütchen bei zum Beispiel Elektronikprodukten in der Originalverpackung enthalten sind. Im Prinzip ist das das gleiche Verfahren.

Häufig wird zur Abklärung der Wasserherkunft die Isotopenanalyse eingesetzt, die nachfolgend kurz erklärt werden soll.

**Grundlagen der Isotopenanalyse**

**Was sind Isotope?**

Wasser – das ist ja nicht nur Chemikern vertraut – setzt sich aus drei Atomen zusammen: zwei Wasserstoffatomen und einem Sauerstoffatom – man spricht von H<sub>2</sub>O. Weniger bekannt dürfte dabei sein, dass jedes dieser Atome Isotope aufweist. Dabei handelt es sich, stark vereinfacht dargestellt, um Zwillingbrüder des Atoms, die rein äußerlich auf den ersten Blick wie Wasserstoff bzw. Sauerstoff aussehen. Schickt man die Zwillinge nun auf die Waage, so stellt man fest, dass ein Zwilling etwas schwerer als der andere ist (**Schema 1**).

Bei Wasserstoff zum Beispiel wiegt der Zwillingbruder (Deuterium genannt) doppelt so viel, tritt aber deutlich weniger häufiger auf: Deuterium ist etwa 10.000-mal seltener.<sup>(2)</sup> Bei den Wassermolekülen H<sub>2</sub>O ist es nun Zufall, welche der Zwillinge in das Molekül eingebaut ist.

**Die Isotopensignatur**

Unter der Isotopensignatur versteht man das Verhältnis schwerer und leichter Isotope im Wassermolekül. Der Delta-

wert (δ) gibt dabei das Verhältnis von schwerem zu leichtem Isotop wieder und wird dann noch in Bezug zu einem internationalen Standard gesetzt.

**Isotopeneinfluss auf die Verdunstung**

Die Isotopenzusammensetzung der Wassermoleküle, also die Tatsache, ob schwere oder leichtere Isotope vorhanden sind, hat einen Einfluss auf das Verdunstungsverhalten. Stark vereinfacht zusammengefasst: Leichtere Wassermoleküle verdunsten einfacher, das heißt über einer Wasserpfütze werden im Wasserdampf die leichteren Wassermoleküle angereichert – in der Pfütze selbst sind in der Konsequenz die schwereren Moleküle stärker vertreten. Beim Kondensieren stellt sich ein ähnlicher Effekt ein: Schwere Wassermoleküle kondensieren leichter (**Schema 2**).

Bei diesen Anreicherungsprozessen haben noch weitere Faktoren einen Einfluss auf das Verdunstungsverhalten, darunter das örtliche Klima und die relative Höhe über dem Meeresspiegel, bei dem diese Prozesse ablaufen. Dies alles spiegelt sich letztendlich in der Isotopensignatur der Flüssigkeit wider. ▶

<sup>(2)</sup> S. Wiesmaier, F. Eichinger, A. Voropaev, A. Rocholl, „Isotopenanalysen zur Klärung von Wasserschäden“, Bau SV Ausgabe 6/2017 S. 27 – 32.



Grundwasser ist nichts anderes als Regenwasser, das versickert ist und sich mit Regenwasser verschiedener Jahre vermischt hat. Regenwasser – bzw. Wolken, aus denen sich die Regentropfen durch Kondensation bilden – entsteht aufgrund von Verdunstung aus Meerwasser. Grundwasser bildet dabei einen Mittelwert über viele Niederschlagsvorgänge. In der Isotopensignatur spiegelt sich also die Historie des Wassers wider, die sich aus diversen Verdunstungs- und Kondensationsprozessen bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen zusammensetzt. Regen- und Schichtwasser unterscheidet sich daher in ihrer Signatur vom Grundwasser.

### Weitere Möglichkeiten zur Analyse von Wasser

Bei der Isotopenanalyse handelt es sich um ein komplexes Verfahren. Nicht immer muss es so kompliziert sein. Manchmal geht es eben nicht um die Unterscheidung Trinkwasser/Grundwasser, sondern um die Abgrenzung zu speziell aufbereitetem Trinkwasser. Hier muss man zunächst abklären, wie das Trinkwasser aufbereitet wurde und ob sich daraus ein chemisches Unterscheidungsmerkmal zum „normalen“ Trinkwasser ergibt. Es kann sich dabei zum Beispiel um Reinigungszusätze oder Chlorzusätze (Schwimmbad) handeln. Bei der Aufbereitung können aber auch Bestand-

teile entfernt werden, man denke nur an Entsalzungsanlagen. Sind diese Unterschiede erst erfasst, so können sie durch gezielte Analytik ermittelt werden.

Man darf dabei aber nie vergessen, dass das ausgetretene Schadwasser diverse Baustoffe (Gipskarton, Holzdämmung ...) passiert und dadurch auch eine Bandbreite an Stoffen aufnehmen kann. Es ist daher unerlässlich, sich über die zu erwartenden Konzentrationen im Klaren zu sein, um die gefundenen Gehalte sicher gegen Verunreinigungen abgrenzen zu können.

### ▲ Fallbeispiele

#### Beispiel 1 | Isotopenanalyse und Fäkalindikatoren

In den Kellerräumen eines medizinischen Versorgungszentrums ist es großflächig zu sichtbaren Feuchteschäden gekommen (**Bild 2 und Bild 6**). Neben Wasserständen an massiv ausgeführten Bauteilen kam es dabei an der Rückseite von Vorsatzschalen aus Gipskarton in den Lagerbereichen einer Apotheke sowie den Untersuchungsräumen einer Praxis zu ausgeprägtem Schimmelbefall. Zunächst wurde eine Leckage im Bereich einer Hebeanlage ausgemacht, die im Praxisbereich an die Spülmaschine für medizinisches Gerät aus Darmspiegelungen angeschlossen ist.

Aufgrund des Schadenbildes (**Bild 2**) mit ausgeprägten Abtrocknungshorizonten wurde aber als weitere Ursache auch von außen eindringendes Wasser vermutet.

Daraufhin wurde eine Untersuchung von Wasserproben aus verschiedenen Bereichen des Kellergeschosses durchgeführt. In diesem Fall wurden die Proben aus freiem Wasser in stark durchfeuchteter Mineralwolle dämmung gewonnen. **Grafik 1** zeigt das Ergebnis dieser Untersuchungen. Bei beiden Proben kann ein

alleiniger Zusammenhang mit Leitungswasser ausgeschlossen werden.

Ergänzende Untersuchungen von Proben aus dem Bodenaufbau zeigten, dass zumindest im Bereich der Praxisräume auch eine fäkale Belastung vorliegt. Hier hat sich das von außen eingedrungene Wasser wohl mit dem Abwasser aus der Hebeanlage vermischt. Daher liegt dieser Punkt in **Grafik 1** auch zwischen den Werten aus der Apotheke und der Leitungswasserreferenzprobe. Im Bereich der Lagerräume der Apotheke wurde aber keine fäkale Belastung festgestellt, hier dominieren die Schäden durch das von außen eingedrungene Schicht- oder Niederschlagswasser.

In der Folge wurde lediglich die Leckage an der Hebeanlage repariert, der Bodenaufbau wurde getrocknet und die Vorsatzschalen wurden erneuert.

Etwa zwei Jahre später musste der Gutachter wieder in das Gebäude: Es war schon wieder sehr viel freies Wasser im Bodenaufbau (**Bild 1**) – Hinweise für eine Leckage ergaben sich dieses Mal nicht.

Ohne Abdichtung der Gebäudehülle ist eine nachhaltige Sanierung in diesem Fall einfach nicht möglich.

#### Beispiel 2 | Mineralstoffe im Wasser

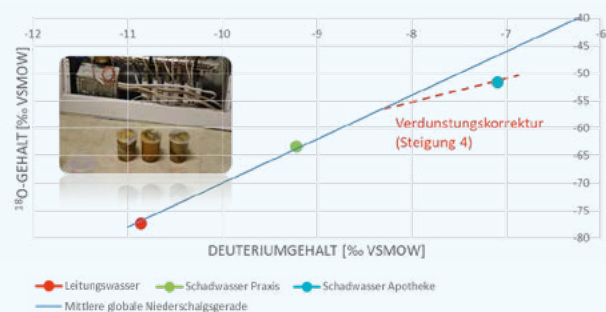
In einem Restaurant ist es im Küchenbereich zur Blasenbildung des verklebten Bodenbelags gekommen. Es wurde dabei vermutet, dass aus einer Umkehrosmoseanlage (**Bild 7**) vollentsalztes Wasser ausgetreten ist. Vollentsalztes Wasser enthält im Vergleich zu Trinkwasser keine Mineralstoffe mehr. Bei Spülwasser vermeidet man dadurch zum Beispiel die lästigen Kalkflecken auf dem Geschirr. Damit ergibt sich ein chemisches Unterscheidungsmerkmal. Tritt das vollentsalztes Wasser aus, so kann es zwar remineralisiert werden, da aber ein Zementestrich vorhanden ist, sollte das Element Magnesium nicht nachträglich in das vollentsalztes Wasser überführt werden können. In Leitungswasser ist Magnesium hingegen noch vorhanden.

Es wurden daher eine Wasserprobe aus dem durchfeuchteten Bodenaufbau (Schadwasser) und eine Referenzprobe des Leitungswassers genommen und auf den Magnesiumgehalt untersucht.

Probe	Magnesiumgehalt (mg/l)
Schadwasser	Unter der Bestimmungsgrenze (0,01 mg/l)
Leitungswasserreferenz	24 mg/l

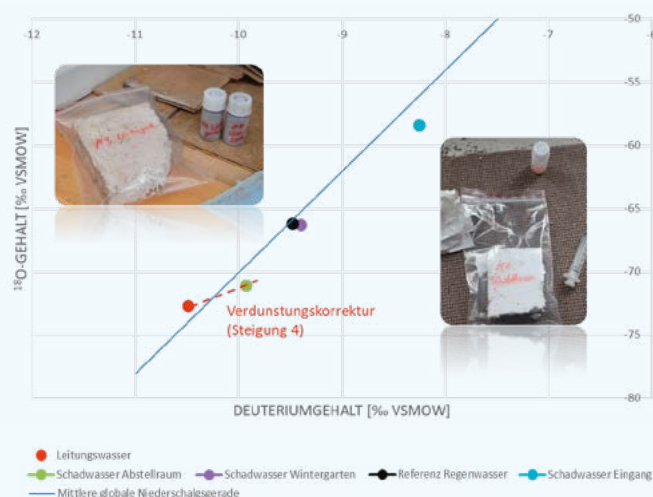


**Bild 6** / Fallbeispiel 1: Wasserränder im Treppenhaus des Versorgungszentrums: Hier liegen mehrere Schadensursachen vor.  
**Bild 7** / Durch eine chemische Untersuchung konnte geklärt werden, ob es sich um Leitungswasser oder Wasser aus dieser Entsalzungsanlage handelt.  
**Bild 8** / Fallbeispiel 3: Salzausblühungen im Bereich des Wintergartens.  
**Bild 9** / Fallbeispiel 3: Im Bereich des Wintergartens werden Erdreich (Pfeile) und lebende Ameisen gefunden.



**Grafik 1** / Fallbeispiel 1: Ergebnisse der Isotopenanalyse: Keine der Proben ist mit der Leitungswasserprobe identisch, Leitungswasser kann als alleinige Ursache ausgeschlossen werden.

**Grafik 2, rechts** / Fallbeispiel 3: Ergebnisse der Isotopenanalyse: Im Abstellraum liegt ein echter Leitungswasserschaden vor. Im Wintergarten entspricht die Isotopensignatur der Referenzprobe des Regenwassers. Das Schadwasser im Eingangsbereich ist ebenfalls auf eingedrungenes Regen- und Schichtwasser zurückzuführen.



Gemäß dem Befund enthält das Schadwasser im Gegensatz zum Leitungswasser kein Magnesium. Es ist daher sicher davon auszugehen, dass das Schadwasser vollentsalztes Wasser aus der Osmoseanlage ist.

### Beispiel 3 | Isotopenanalyse und Ameisen

In diesem Schadenfall kam es zu einem Riss der Warmwasserzirkulationsleitung im Abstellraum des Gebäudes. Im gesamten Gebäude werden aber ausgeprägte Feuchteschäden in Form von Wasser-

rändern und Salzausblühungen (**Bild 8**) festgestellt. Bei den Bauteilöffnungen in den Bodenaufbau wurden außerdem im Bereich einer Außenwand des Wintergartens Erdreich und lebende Ameisen (**Bild 9**) festgestellt. Es lagen also Indizien für zwei überlagerte Feuchteschäden vor. Es wurden daher Materialproben aus dem Abstellraum, dem Eingangsbereich und dem Wintergarten genommen. Als Referenz wurden eine Leitungswasserprobe sowie eine Probe von Wasser aus einer Wanne (Regenwasser) vor dem Gebäude genommen. Die Ergebnisse der Isotopenanalyse waren in diesem Fall eindeutig (**Grafik 2**). Im Abstellraum

liegt offenkundig ein Feuchteschaden durch das Trinkwasser vor. Im Wintergarten korreliert die dort im Bodenaufbau gefundene Feuchtigkeit mit der vom Regenwasser genommenen Probe. Es handelt sich also um von außen eingetragenes Regenwasser. Auch im Eingangsbereich liegt von außen eingetragene Feuchtigkeit vor.

Die Sanierung ist in diesen Bereichen (Wintergarten, Eingangsbereich) also nicht durch die gewöhnliche Leitungswasserversicherung (Infokasten S. 13) gedeckt. ▲

Dr. Stefan Schallmoser  
 Institut für Schadenverhütung  
 und Schadenforschung  
 der öffentlichen Versicherer e.V.  
 München