

Isotopenanalysen zur Klärung von Wasserschäden

1. Einleitung

Das Thema Wasserschaden in Gebäuden erzeugt immer wieder Unsicherheit. Im Schadensfall tauchen Fragen auf wie »Was ist genau passiert? Wie ist ein Schaden effizient und kostengünstig zu beheben? Wer ist schuld?« oder »Ist ein Schaden nicht nachhaltig saniert worden?«. Ganz gleich, ob Sie als Sachverständiger, Sanierer oder Versicherer, als Eigentümer, Mieter oder als Rechtsbeistand auftreten, dies sind die Fragen, die Sie beschäftigen werden.

Glücklicherweise ist die Ursache vieler Wasserschäden unkompliziert zu bestimmen. Wenn über Nacht im Keller plötzlich das Wasser 20 cm hoch steht, geht es in den meisten Fällen um einen Rohrbruch. Tropft Wasser durch ein Loch im Dach, wird das Dach abgedichtet, womit sich der Schaden erledigt. Vergleichsweise problemlos ist ein Wasserschaden also immer dann zu beheben, wenn die Ursache des Schadens sichergestellt werden konnte.

Wenn herkömmliche Diagnose-Maßnahmen aber versagen, ist dagegen meist die eigentliche Ursache des Schadens nicht offensichtlich. Bei einer Leckortung wird z. B. auf das Vorhandensein und den Ort eines Lecks geprüft. Jedoch kann dabei nicht festgestellt werden, ob stattdessen Kondenswasser oder Niederschlag für eine feuchte Wand verantwortlich ist. Hat eine Leckortung nichts ergeben, wird im Normalfall mit einer anderen Methode die nächstbeste Vermutung zur Schadensursache angegangen. Eine rasche und kosteneffektive Lösung ist so nur mit Glück und oftmals erheblichem Aufwand zu erzielen. Dagegen verspricht eine Analyse der Isotopen von Schadwasser eine objektive Herkunftsbestimmung. Verschiedene Wassertypen können anhand von Wasserproben (freies Wasser oder gewonnen aus Baumaterialien) voneinander unterschieden werden (z. B. Niederschlag, Leitungswasser, Kondenswasser). Damit bieten Isotopenanalysen bei der Diagnose von Wasserschäden eine fundierte Lösung, um schwierige Fälle besser einzuordnen.

Wie Isotopenanalysen dies zu leisten im Stande sind, möchten wir im Folgenden näher darlegen. Wir beginnen mit einem Abriss zu Isotopengutachten und dem praktischen Ablauf einer Gutachtenerstellung. Darauf folgen drei Fallbeispiele, gegliedert von einfachen nach komplexen Sachlagen, um die Auswertung eines Isotopengutachtens zu veranschaulichen. Im weiteren Text gehen wir im Detail auf die physikalischen Zusammenhänge ein,

die die Nutzung von Isotopenanalysen für die Wasserschadensdiagnose ermöglichen.

2. Überblick zu Isotopengutachten

In den Geowissenschaften werden Wasser- und Sauerstoffisotope schon seit mehreren Jahrzehnten genutzt, um z. B. das Erdklima der Vergangenheit zu rekonstruieren oder die Wasserkreisläufe unseres Planeten zu studieren [1]. Man macht sich zu Nutze, dass verschiedene Wassertypen unterschiedliche Anteile von leichten und schweren Wasserisotopen aufweisen. Genauso ist dies für die Diagnose von Wasserschäden anwendbar [2].

Isotopengutachten beruhen im Wesentlichen auf drei Säulen.

- Die Verteilung der Isotope von Wasser- und Sauerstoff zeigt systematische Veränderungen bei Verdunstung und Kondensation von Wasser [3]. Diese Veränderungen sind im Labor messbar, wodurch objektive Daten erzeugt werden.
- Das Fachwissen um dieses systematische Verhalten sowie die zugrundeliegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten erlaubt eine Rekonstruktion der isotopischen Entwicklung des Schadwassers. Der Fachmann setzt die Daten in einen Kontext aus fortlaufender Verdunstung und Kondensation.
- Die Daten werden für eine Schadensdiagnose mit Indizien aus der jeweiligen Schadenslage unterfüttert. So werden alle Faktoren, die für die Isotopie relevant sein können, miteinbezogen und das Gesamtbild der isotopischen Auswertung geprüft.

3. Ablauf einer Gutachtenerstellung

Der Ablauf einer Diagnose per Isotopenanalyse gliedert sich in Beprobung und Auswertung. Die Beprobung erfolgt entweder durch Aufnahme von Flüssigwasser, durch Aufnahme von Mauerfeuchte mittels Kieselgelpatronen, oder durch Extraktion von Schadwasser aus Baumaterialien (Abb. 1). Die Flüssigwasseraufnahme kann spontan stattfinden, während Kieselgelpatronen einige Tage Verweildauer im Mauerwerk benötigen, um verwertbare Daten zu liefern. Proben von Baumaterial müssen nach Ausbau luftdicht verschlossen werden, um später im Labor aufberei-



Abb. 1: a) Probengefäß für Flüssigwasser, vakuumversiegelt. b) Durchfeuchteter Dämmstoff als Probenmaterial. Die Porosität solcher Materialien bedingt eine direkte Beprobung des feuchten Materials. Die Extraktion des Schadwassers findet in solchen Fällen erst im Labor statt, um das isotopische Signal des Schadwassers möglichst unverfälscht messen zu können. c) Frische Kieselgelpatrone zur Beprobung von Mauerfeuchte, vakuumversiegelt, 20 mm Durchmesser, ca. 10 cm Länge. d) Die Kieselgelpatrone wird in eine Bohrung des feuchten Mauerwerks eingeführt und nach außen hin mit Silikon abgedichtet, um den verfälschenden Einfluss von Luftfeuchte auszuschließen.

tet zu werden. Die Art der Beprobung richtet sich dabei nach dem Schadensbild, oft werden mehrere Techniken gleichzeitig angewendet. Generell gilt die Strategie »so wenige Proben wie möglich, so viele Proben wie nötig« zu nehmen, um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erzielen. Weitere Details zur Probennahme sind in den nachfolgenden Fallbeispielen eingearbeitet.

Nach Analytik im Labor erfolgt die Auswertung der Daten, wenn möglich die Berechnung von Verdunstungs- und Kondensationsgeraden zur tiefgreifenden Schadensdiagnose sowie die Einbeziehung sämtlicher objektspezifischer Parameter (z. B. Lage und Ausmaß des Schadens im Objekt, Luftfeuchte, Temperatur, etc.). Fallbeispiele bereits bearbeiteter Fälle stehen in anonymisierter Form auf www.hydro-detect.de zur Ansicht zur Verfügung. Auf drei dieser Fallbeispiele wird im folgenden Text näher eingegangen.

4. Fallbeispiele

Um die Bandbreite der möglichen Leistungen exemplarisch abzudecken, beginnen wir bei einem einfach gelagerten Fall und erschließen danach komplexere Fälle.

4.1. Fall 1: Unterscheidung von Kondens- und Fremdwasser

Der erste Fall behandelt eine sehr einfache, doch oft wichtige Fragestellung: Handelt es sich bei einer Mauerfeuchte um Kondenswasser? Diese Frage ist ein häufiger Streitpunkt, wenn z. B. bei einem Mieter mangelhaftes Lüftungsverhalten vermutet wird.

Im EG eines Hauses in Kempten wurde eine feuchte Innenwand festgestellt. Eine Probe der Mauerfeuchte wurde mit Hilfe einer Kieselgelpatrone extrahiert und auf ihre Isotopenwerte analysiert. Die Isotopenwerte lagen im Isotopenvariationsdia-

gramm in einem Bereich, der eine Anreicherung von »schwerem« Wasser zeigt (Abb. 2). Die Bezugsgrößen, die dem Fachmann diese Interpretation ermöglichen, sind die isotopische Zusammensetzung von Meerwasser (»VSMOW«, [4]) und die isotopische Variabilität des globalen Niederschlagswassers (Abb. 2, Global Meteoric Water Line »GMWL«). Diese erhöhte Konzentration schweren Wassers entsteht durch bevorzugte Verdunstung von leichten Wassermolekülen aus der Mauerfeuchte. Kondenswasser hingegen wird aus leichtem Wasserdampf gebildet und wäre damit isotopisch leichter (siehe Abb. 2, Kondensationsgerade); trotz einer möglichen späteren Rückverdunstung könnte es nicht mehr schwerere Isotopenwerte annehmen. Die Mauerfeuchte ist damit als eingedrungenes Flüssigwasser erkannt und kann nicht aus der Luftfeuchte des Raumes stammen.

In einem einfachen Fall wie diesem ist von Kosten in Höhe von ca. 500 € für ein Isotopengutachten auszugehen. So kann vergleichsweise kostengünstig z. B. die Klärung eines Streitfalls herbeigeführt werden. Oft möchte man im gleichen Schritt wissen, welcher Typ Wasser in die Mauer eingedrungen ist, um entsprechende Maßnahmen zur Schadensvermeidung einleiten zu können. Für solche weiterführenden Diagnosen, z. B. ob das eindringende Wasser Leitungswasser oder Niederschlag ist, würde man bis zu drei Wasserproben benötigen. Beispiele für solche Fragestellungen finden Sie in den folgenden zwei Fallbeispielen.

4.2. Fall 2: Unterscheidung von Leitungswasser und Niederschlagswasser

Häufig taucht die Frage auf, ob eine Mauerfeuchte durch von außen eindringendes Niederschlagswasser verursacht wurde, oder ob eine defekte Wasserleitung innerhalb des Mauerwerks die Ursache war. Isotopenanalysen liefern auch hier zuverlässige

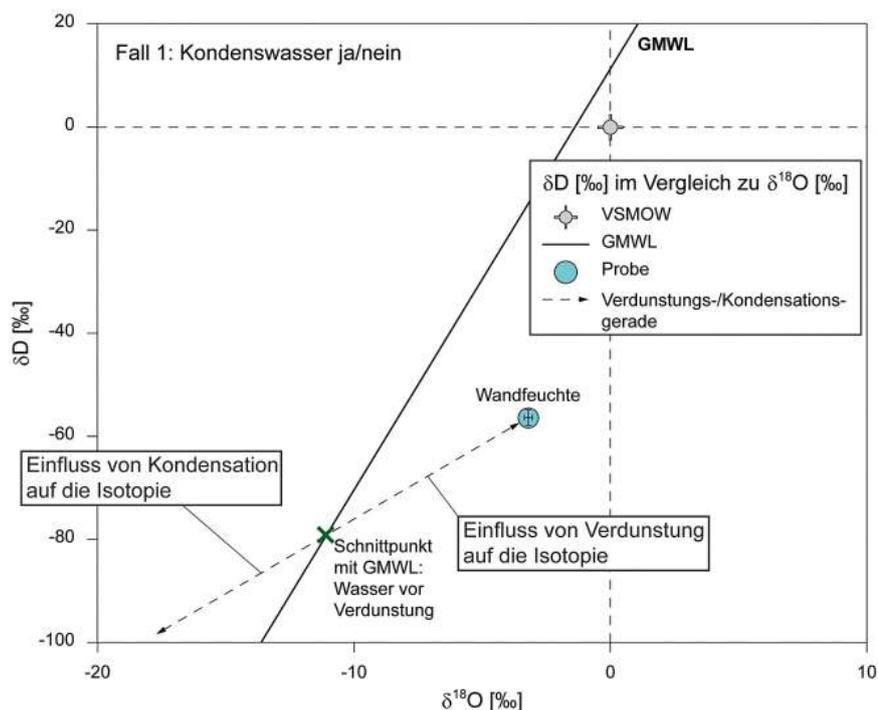


Abb. 2: Isotopenwerte einer Mauerfeuchteprobe aus einem Objekt in Kempten (Fall 1). Die Probe zeigt eine schwerere Isotopie im Vergleich zu Niederschlagswasser (Linie GMWL). Somit ist das Schadwasser eindeutig als verdunstendes Wasser bestimmt und kann nicht aus Kondensation herrühren, da Kondensation leichtere Isotopenwerte erzeugen würde.

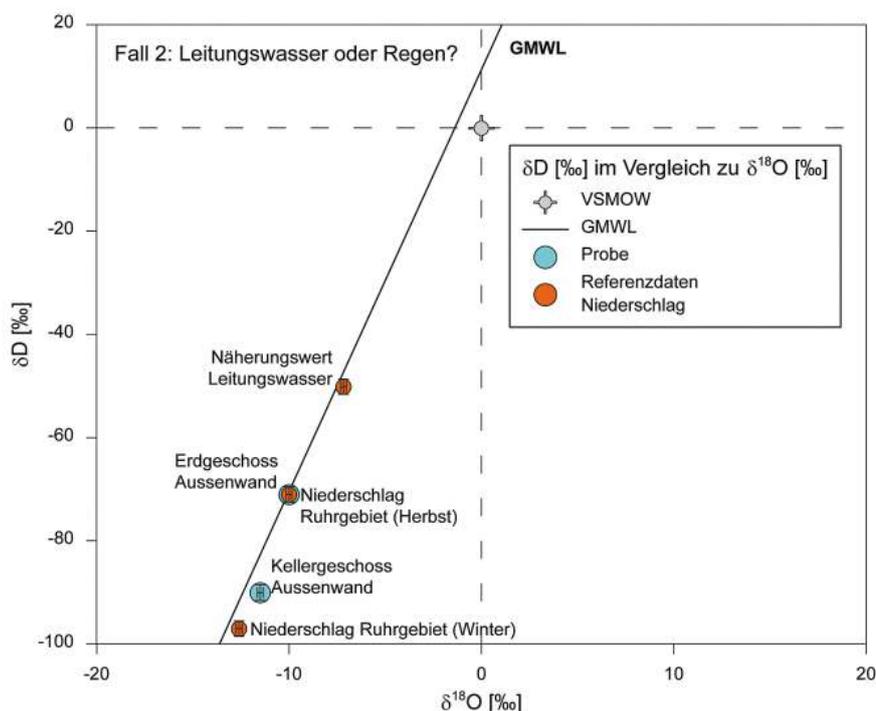


Abb. 3: Isotopenwerte zweier Mauerfeuchteproben aus einem Objekt in Oberhausen (Fall 2). In orange: Referenzdaten zum örtlichen Herbst- und Winterniederschlag, sowie ein Näherungswert für Leitungswasser (Jahresmittel des Niederschlags). Die Proben stimmen mit herbstlichem und winterlichem Niederschlagswasser überein ([5], Linie GMWL). Dagegen ist keine Übereinstimmung mit dem Näherungswert für Leitungswasser festzustellen.

Daten, die es ermöglichen, von Anfang an den richtigen Sanierungsansatz zu verfolgen.

In einem Objekt in Oberhausen (NRW) fand sich feuchtes Mauerwerk sowohl im Erdgeschoss als auch im Keller. Da durch die örtliche Lage des Schadens sowohl ein Leitungsschaden als auch eine Undichtigkeit des Gebäudes in Frage kam, wurden zwei Proben der Mauerfeuchte genommen, je eine im EG und im Keller. Die Isotopenwerte beider Proben zeigten Werte nahe der Linie des globalen Niederschlags (GMWL) (Abb. 3). Als Referenz finden sich im Diagramm Isotopendaten von typischen Winter- und Herbstniederschlägen im Ruhrgebiet (orangene Symbole), sowie des Durchschnitts der Jahresmittlerwerte der letzten Jahrzehnte (Näherungswert für Leitungswasser). Eine starke Diskrepanz der Daten zu diesem Mittelwert zeigte, dass ein Einfluss von Leitungswasser auszuschließen war. Eine Überschneidung der beprobten Wässer zeigte sich hingegen mit Niederschlag aus der Herbst- und Winterzeit in dieser Region, sodass bei beiden Mauerfeuchten von eindringendem Niederschlagswasser ausgegangen werden musste.

4.3. Fall 3: Komplexe Diagnose von mehreren überlagernden Schadwässern im gleichen Objekt

Sobald zwei oder mehr Schadwässer zu vermuten sind, ist von einem komplexen Fall zu sprechen. Auch hier liefern Isotopenanalysen Daten, die sehr gute Schadensdiagnosen ermöglichen. Ein Wasserschaden eines Hauses in München äußerte sich durch

- eine feuchte Wand im Keller, die an das Nachbargebäude angrenzt, sowie
- durch einen feuchten Boden im gleichen Kellerraum.

Die Wand war in voller Höhe durchfeuchtet und zeigte Trocknungsränder, Ausblühungen und Farbabbblätterungen, sowie auch Feuchte in der Oberkante und teilweise in der Decke. Der Boden zeigte teilweise Ausblühungen, die den Bodenbelag abblättern ließen, sowie hochziehende Feuchte an einer Zwischenwand bis ca. 20cm Höhe, auch hier begleitet von Ausblühungen und Farbabbblätterung.

Im angrenzenden Nachbarhaus hatte Monate zuvor ein Rohrbruch stattgefunden. Wurde die Feuchte der Wand also von diesem Leitungsschaden im angrenzenden Gebäude verursacht oder handelte es sich hier um Niederschlag, der durch Undichtigkeiten in der oberhalb liegenden

Hofeinfahrt eingedrungen war? Weiterhin sollte geklärt werden, ob die Feuchte des Bodens aus dem gleichen Schadwasser wie in der Wand entstanden war.

Kieselgelpatronen wurden an zwei Stellen der Wand auf ca. 1,80 m Höhe, sowie an einer Stelle des Bodens eingebracht. Beide Proben der Wand (MUC-01 und -02) überschneiden sich isotopisch in der analytischen Schwankungsbreite und sind somit als gleich anzusetzen. Dies spricht gegen einen Ursprung aus Niederschlag, welcher isotopisch von Regenfall zu Regenfall sehr unterschiedlich wäre. Dagegen erzeugte die Verdunstungsgerade für diese Proben einen Schnittpunkt mit dem Referenzwert für Leitungswasser im Münchner Westen. Die Steigung der Verdunstungsgerade ist dabei repräsentativ für die Verdunstungsbedingungen vor Ort [vgl. 6]. Die Analysen deuten damit auf die Herkunft der Proben aus Leitungswasser hin (Abb. 4). Da sonst keine weiteren Wasserleitungen in unmittelbarer Nähe des Schadens vorhanden waren, war das Schadwasser somit dem Wasserschaden im Nachbarhaus zuzuordnen.

Hingegen zeigte die Wasserprobe aus dem Boden (MUC-03) eine gänzlich verschiedene Isotopie. Die Verwendung ei-

ner Verdunstungsgerade gleicher Steigung wie beim Leitungswasser (gleiche Verdunstungsbedingungen) schneidet die Niederschlagslinie deutlich abweichend vom örtlichen Leitungswasser. Der Wasserschaden aus dem angrenzenden Haus konnte also nicht für die Feuchte im Boden verantwortlich gemacht werden. Leitungspläne des Objektes belegten, dass Abwasserleitungen oder Regenableitungen weit entfernt vom Schadensbereich verliefen. Aufgrund dieser Ausschlusskriterien ergab sich, dass das Schadwasser von unterhalb des Fundaments eindringen und somit Sickerwasser aus dem Erdreich sein musste. Dies passt zu den erhobenen Daten, da sich Sickerwasser letztlich aus Niederschlag erzeugt, sodass deren Isotopie per Verdunstungsgerade der Niederschlagslinie zuzuordnen ist. Als Ursache für die Feuchtigkeit der Bodenplatte konnte also Sickerwasser festgestellt werden.

In solch komplexen Fällen kann von Kosten von 1.000 – 1.500 € für ein Gutachten ausgegangen werden. Die Diagnose von multiplen Schadwässern erfordert einen deutlichen Mehraufwand bei Recherche, Analytik und Interpretation. Als Gegenleistung entsteht ein Gutach-

ten, welches alle das Objekt betreffende Umstände mit einbezieht (hier z.B. Leitungs- und Entwässerungspläne der Stadtwerke), über eine höhere Probenanzahl alle schadhaften Bereiche abdeckt und über umfangreiche Berechnungen von Verdunstungs- und Kondensationsgeraden diese Proben in Beziehung setzt.

Die obigen Fallbeispiele dienen dazu, das Grundprinzip der Wirkungsweise von isotopischen Gutachten zu veranschaulichen. Viele weitere Schadenskonstellationen sind auflösbar. Ein kurzer telefonischer oder schriftlicher Kontakt reicht oft aus, um einschätzen zu können, ob ein Isotopengutachten für die jeweilige Sachlage hilfreich ist. Der Grundgedanke hinter der Beauftragung eines isotopischen Gutachtens sollte dabei sein, eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die anstehende Sanierung zu schaffen.

5. Hintergrund – Physikalische Grundlagen der Wasserisotope

5.1. Isotope

Das Grundprinzip der Analyse von Wasserisotopen ist die Bestimmung der relativen Anteile der leichten und schweren Isotope von Wasserstoff und Sauerstoff in Wasser. Wasser hat die chemische Formel H_2O , d. h. es besteht zu zwei Teilen aus Wasserstoff und zu einem Teil aus Sauerstoff. Die einzelnen Atome von Wasser- und Sauerstoff können in der Natur unterschiedliche Masse besitzen, die sogenannten Isotope. So existieren z.B. zwei stabile Isotope von Wasserstoff: der normale Wasserstoff und das Deuterium, welches doppelt so schwer ist wie normaler Wasserstoff, aber auch 10000 Mal seltener. Tritium, das dritte Isotop von Wasserstoff, ist instabil und somit für unseren Zweck unbedeutend.

5.2. Verhalten der Isotope

Chemisch gesehen verhalten sich die Isotope eines Elements gleich, doch sie unterscheiden sich wegen ihrer unterschiedlichen Masse hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften. Vergleichbar wäre ein Elfmeterschießen mit einem Tennisball, einem Fußball oder einem Medizinball. In allen Fällen handelt es sich um Bälle, jedoch unterscheiden sie sich deutlich in ihren Flugeigenschaften und der Energie, die zu ihrer Beschleunigung aufgebracht werden muss.

Ähnliches geschieht in der Natur. Dort verdunsten z.B. Moleküle von »schwe-

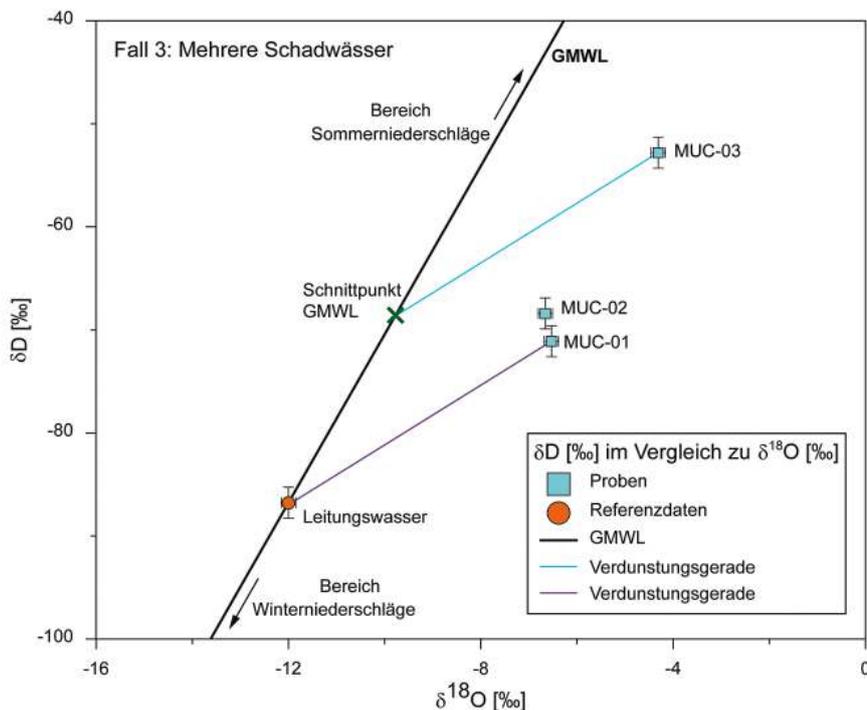


Abb. 4: Isotopenwerte mehrerer Feuchteproben aus einem Kellergeschoss in München (Fall 3). Die Probe MUC-01 und -02 zeigen eine Isotopie, die über eine Verdunstungsgerade auf Niederschlagswasser zurückzuführen ist. Probe MUC-03 zeigt hingegen schwerere Isotopie, die auf Sickerwasser aus dem Erdreich zurückzuführen ist.

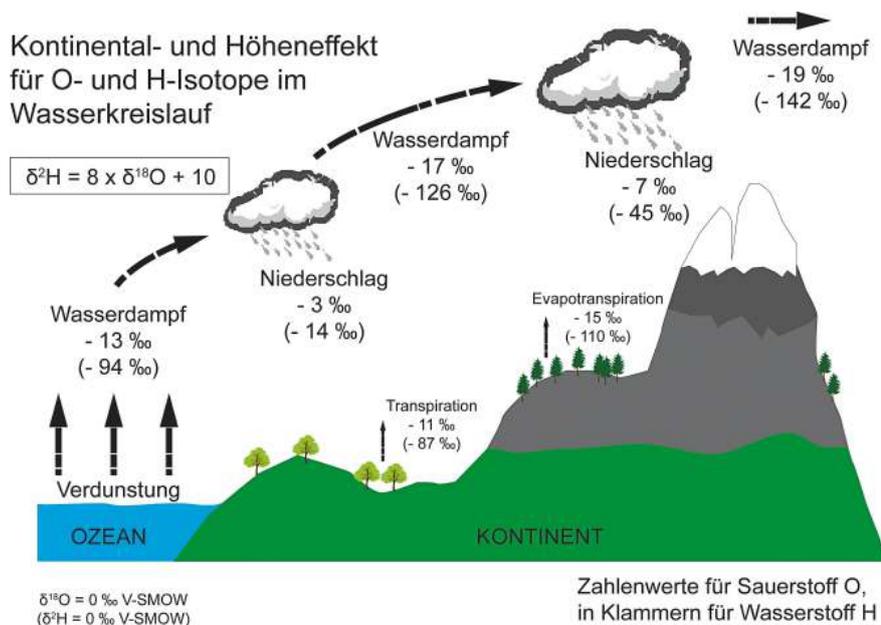


Abb. 5: Schematische Illustration des Kontinental- und Höheneffektes bei Wasserisotopen (nach [9]). Kontinentaleffekt: Wolken (Wasserdampf) entwickeln sich mit fortschreitender Wanderung über Kontinente (Abregnung) zu negativeren Isotopenwerten, werden also isotopisch leichter. Höheneffekt: größere Höhenlagen der Wolken (z. B. durch orografischen Aufstieg) bewirken kältere Temperaturen und ein bevorzugtes Abregnen schwerer Wassermoleküle, wodurch der verbleibende Wasserdampf isotopisch leichter wird. Der für die Wasserisotope $^2\text{H}/^1\text{H}$ und $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ international verbindliche analytische Standard ist Vienna Standard Mean Ocean Water (VSMOW, IAEA, Wien). Alle einschlägig befassenden Laboratorien verwenden in der täglichen Routineanalytik an VSMOW geeichte Laborstandards.

rem« Wasser deutlich langsamer und reichern sich somit in der Flüssigphase an. Der Wasserdampf über einer eintrocknenden Pfütze besteht deshalb vorwiegend aus leichten Wassermolekülen, während die Pfütze selbst kontinuierlich an schweren Wassermolekülen angereichert wird. Diese Aufteilung (oder auch Fraktionierung) der Isotopen bei Verdunstung und Kondensation ist der Schlüssel zur Wasserschadensdiagnose, da so charakteristische Verteilungen von leichten und schweren Isotopen in verschiedenen Wassertypen entstehen [7].

5.3. Bestimmung verschiedener Wassertypen

Jeder Typ Wasser hat eine ihm eigene Geschichte durchlaufen, was das Ausmaß von Verdunstung und Kondensation betrifft. Die Fraktionierung der leichten und schweren Wassermoleküle auf Dampf- und Flüssigphase ist durch die unterschiedliche Masse der Moleküle gewissermaßen physikalisch einprogrammiert. Auf diese Weise erzeugen Verdunstung und Kondensation systematische Isotopenwerte je nach Typ Wasser.

Niederschlag zum Beispiel entsteht global betrachtet aus Wolken, welche zum überwiegenden Teil aus verdunste-

tem Meerwasser entstehen. Auf regionalem Maßstab variiert die Isotopie der Wolken und des Niederschlags zwar, beispielsweise je nach Temperatur bei Verdunstung/Kondensation oder der Entfernung, die die Wolken vom Ozean zum Abregnungsort zurückgelegt haben (Abb. 5). Dies zeigt sich direkt in unterschiedlichen Mengen leichter und schwerer Wassermoleküle in verschiedenen Niederschlagsereignissen. Global betrachtet läuft diese Fraktionierung von Wasser- und Sauerstoff aber proportional ab. Dadurch bewegt sich die isotopische Zusammensetzung des globalen Niederschlags in charakteristischen Grenzen und kann in einem Diagramm der Isotopenwerte als Gerade dargestellt werden, der sogenannten Global Meteoric Water Line (GMWL, [8]).

Aber auch technische Besonderheiten beeinflussen die Isotopie von bestimmten Wassertypen. Dies lässt sich am Beispiel Leitungswasser sehr gut darstellen. Jedes Leitungswasser wird zwar grundsätzlich aus Niederschlag gespeist und liegt damit isotopisch auf der GMWL. Jedoch sammelt sich Niederschlag vor seiner Verwendung als Leitungswasser zunächst in Grundwasserleitern. Zusätzlich wird Wasser in Trinkwasserreservoirien gespeichert.

Die Isotopenwerte der verschiedenen Regenfälle, die z. B. durch Temperatur (saisonal) beeinflusst sind, vermischen sich somit zu einem Durchschnittswert des regionalen Niederschlags der letzten Jahre. Als Folge zeigt Leitungswasser regional relativ gleichbleibende Isotopenwerte. Mit Hilfe von Referenzproben des örtlichen Leitungswassers können somit Verdunstungsbeziehungen zu einem Schadwasser hergestellt werden. So kann z. B. geprüft werden, ob ein Wasserschaden aus einem Haarriss in einer Wasserleitung hervorging.

Mit ähnlichen physikalischen Beziehungen lassen sich auch jegliche weitere Wassertypen isotopisch abgrenzen. Beispielsweise ist Kondenswasser isotopisch leichter als Niederschlag, da es aus isotopisch leichter Luftfeuchte gebildet wird. Grundwasser oder Fließgewässer folgen der GMWL, aber durch die in Grundwasserleitern gegebene Durchmischung regional in engeren Grenzen. Wasser aus Heizkreisläufen und Fußbodenheizungen rangiert je nach Befüllungsalter und Dichtigkeit des Systems zwischen Leitungswasser und stark erkennbaren Verdunstungsverlusten.

5.4. Zusätzliche Faktoren

Um ein Schadwasser zuverlässig zu entschlüsseln, ist außerdem die Einbeziehung aller verfügbaren Informationen nötig. Diese können sein: z. B. Schadenshistorie, Lüftungs- und Trocknungsbedingungen, relative Luftfeuchte, Temperatur oder technische Gegebenheiten wie Lage des Schadens, Verlauf von Wasserleitungen, Präsenz von Taupunkten, etc. Diese Fak-

toren müssen nicht, können aber entscheidend sein für die Interpretation von Isotopendaten. Auch Referenzproben des vermuteten Schadwassers sind, sofern verfügbar, hilfreich. Welche dieser Informationen letztendlich wichtig sind, richtet sich immer nach der jeweiligen Sachlage.

Für sich alleine genommen wären Isotopendaten somit lediglich eine Momentaufnahme des beprobten Wassers. Aber unter Einbeziehung aller Indizien ergibt sich im Regelfall ein schlüssiges Bild der Schadenslage und der Ursache des Wasserschadens. So lässt sich eingrenzen, ob z. B. Niederschlagswasser, Kondenswasser, Leitungswasser oder ein anderer Typ Wasser vorliegt. Erst diese Unterfütterung von Isotopendaten mit a) Fachwissen und b) Indizien aus der Sachlage entfaltet das enorme diagnostische Potential von Wasserisotopen zur Diagnose von Wasserschäden.

Kritisch muss angemerkt werden, dass auch Isotopenanalysen kein Wundermittel darstellen. Wie in allen Bereichen des realen Lebens gibt es eine Restunsicherheit. So ist etwa eine zufällige Überschneidung von Isotopenwerten theoretisch möglich. In der Praxis sind solche Übereinstimmungen aber extrem selten. Sollte eine Übereinstimmung auftreten, kann der Schaden meist trotzdem noch auf wenige mögliche Ursachen eingeschränkt werden. Eine weiterführende Erklärung der physikalischen Mechanismen, die die Isotopenwerte von Wasser beeinflussen, finden Sie unter www.hydro-detect.de.

6. Zusammenfassung

Isotopenanalysen können im Kontext der Sachlage meist ein schlüssiges Bild der Schadensursache zeichnen, ganz gleich ob Niederschlagswasser, Leitungswasser, Kondenswasser, usw. Langwierige Ursachenforschung, die ansonsten nach dem Prinzip des Fehler-Ausschließens verfahren, werden somit verkürzt.

Dies hilft dem Eigentümer frühzeitig die richtigen Sanierungsmaßnahmen zu ergreifen. Infolgedessen kann sich auch der finanzielle Aufwand reduzieren, immer dann wenn durch Isotopenanalysen unnötige Maßnahmen oder Folgeschäden vermieden werden konnten. Für Versicherer zeigt sich schnell, ob im Schadensfall eine Police zum Tragen kommt. Der Sanierer, der einen schwierigen Auftrag bekommt, kann diesen vernünftig klären und somit das Vertrauen des Kunden gewinnen oder erhalten. Der Rechtsbeistand erhält eine physikalisch fundierte Aussage zur Sachlage, die, wenn von Gerichtsgutachtern bestellt, auch vor Gericht verwendet werden kann. Somit bieten Gutachten, die auf Isotopenanalysen beruhen, durch ihre Bestimmung von Wassertypen eine sachdienliche und im Vergleich kostengünstige Methode, um die Problematik Wasserschaden in die richtige Richtung zu lenken.

Literatur

- [1] Gat, J. R. (1996). Oxygen and hydrogen isotopes in the hydrologic cycle. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 24, pp. 225-262, doi: 10.1146/annurev.earth.24.1.225
- [2] Horn, P., Osswald, J., Voropaev, A., Heidinger, M. & Rocholl, A. (2012). Verwendung von Wasserisotopen in der Bauschadensanalytik – Theorie und Praxis. *Der Bausachverständige* 6, S. 29-37
- [3] Dansgaard, W. (1964). Stable isotopes in precipitation. *Tellus* 16, pp. 436-468, doi: 10.3402/tellusa.v16i4.8993
- [4] Gonfiantini, R. (1978). Standards for stable isotope measurements in natural compounds. *Nature* 271, pp. 534-536
- [5] IAEA/WMO (2017). Global Network of Isotopes in Precipitation. The GNIP Database. Accessible at: <http://www.iaea.org/water>
- [6] Gonfiantini, R. (1986). Environmental isotopes in lake studies. In: *The Terrestrial Environment, B* (eds. Fritz, P., Fontes, J. C.) Ch. 3, pp. 113-168 (Amsterdam: Elsevier)
- [7] Craig, H. & Gordon, L. I. (1965). Deuterium and oxygen 18 variations in the ocean and the marine atmosphere. In: *Stable isotopes in oceanographic studies and paleotemperatures*, pp. 9-130
- [8] Craig, H. (1961). Isotopic Variations in Meteoric Waters. *Science* 133, pp. 1702-1703, doi: 10.1126/science.133.3465.1702
- [9] Siegenthaler, U. (1979). Stable Hydrogen and Oxygen Isotopes in the Water Cycle. In: *Lectures in Isotope Geology* (eds. Jäger, E., Hunziker, J. C.) pp. 264-273 (Berlin: Springer)

Die Autoren

Dr. Sebastian Wiesmaier

Geowissenschaftler und Isotopengeochemiker
Hydro-Detect
Isotopengeochemie, Gutachten bei Wasserschäden
Enzianweg 13
83677 Reichersbeuern
Tel. 0173 89 76 371
info@hydro-detect.de
www.hydro-detect.de



Dr. Florian Eichinger

Hydroisotop GmbH
Woelkestraße 9
85301 Schweitenkirchen
fe@hydroisotop.de



Dr. Andrey Voropaev

Hydroisotop GmbH
av@hydroisotop.de



Alexander Rocholl

Helmholtz-Zentrum GFZ Potsdam
Telegrafenberg
14473 Potsdam
rocholl@gfz-potsdam.de

