

Farbe im Sprudel

20 JAHRE MARKIERUNGSVERSUCHE IM STUTTGARTER MINERALWASSER ALMUT OCHSMANN

Wer in Stuttgart ins Mineralbad geht, kommt in den besonderen Genuss eines sprudelnden Baderlebnisses: Natürliche Kohlensäure-Bläschen prickeln beim Schwimmen auf der Haut. Unter der Stadt befindet sich ein komplexes und das nach Budapest zweitgrößte Mineralwassersystem in Europa. Pro Sekunde schüttet es 500 Liter Wasser aus. Die staatlich anerkannten Heilquellen werden in den drei öffentlichen Mineralbädern Berg, Leuze und Bad Cannstatt genutzt: Das Wasser hilft unter anderem bei Herz-, Gefäß- und Atemwegserkrankungen sowie bei rheumatischen Erkrankungen. Reste römischer Badeanlagen zeugen davon, dass die Stuttgarter Mineralquellen schon seit Jahrtausenden vom Menschen

genutzt werden. Seitdem 1984 in dem wertvollen Wassersystem erstmals Schadstoffe nachgewiesen wurden, ist klar, dass es besonders geschützt werden muss. Dazu leisten Markierungsversuche einen wichtigen Beitrag.

Da die Quellen mitten in der Stadt liegen, ist es besonders schwierig, sie vor Verunreinigungen zu bewahren. Professor Wolfgang Ufrecht vom Amt für Umweltschutz der Stadt Stuttgart hat seit Jahrzehnten ein einzigartiges Schutzsystem erarbeitet. Er kennt das unterirdische Wassersystem, den Aquifer, wie seine Westentasche. Schon 1998 hat Ufrecht das KIT (damals Universität Karlsruhe) als Projektpartner gewonnen. Das Institut für

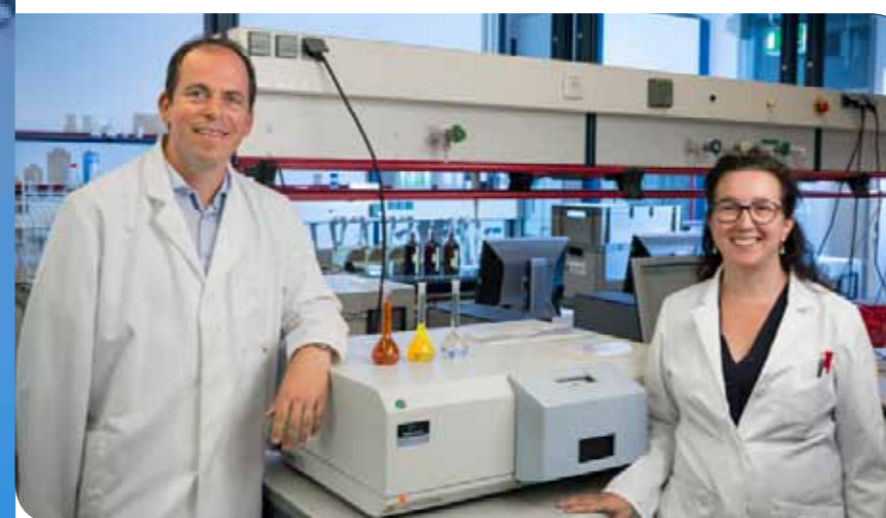
Angewandte Hydrogeologie erhielt den ersten Forschungsauftrag und führte die ersten beiden großen Markierungsversuche durch, um das Wassersystem zu erkunden. Professor Nico Goldscheider und Dr. Nadine Göppert waren damals als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Studentin daran beteiligt: „Wir freuen und, dass wir jetzt 20jähriges Jubiläum der ersten Markierung in Stuttgart feiern. Jetzt gerade haben wir den dritten großen Markierungsversuch abgeschlossen, den wir 2013 angefangen hatten“, sagt Nico Goldscheider.

Mit Markierungsversuchen können unterirdische Fließwege und Verbindungen nachgewiesen werden. „Wir geben den so

genannten Tracer an einer Stelle ein, und wenn er woanders ankommt, dann wissen wir sicher, dass es dort eine Verbindung gibt. Und wir wissen, wie schnell das Wasser fließt. Außerdem messen wir die Konzentration der eingegebenen Stoffe. Die Markierungsstoffe sind human- und ökotoxikologisch unbedenklich, man kann sie gut verwenden, um die Schadstoffausbreitung experimentell zu simulieren“, sagt Nadine Göppert. Die wichtigsten hoch mineralisierten Quellen sind diejenigen vom Berger-Bad, Leuzebad und Cannstatter Bad. Diese Quellen befinden sich links und rechts des Neckars im Stuttgarter Neckartal. Mit den ersten Markierungsversuchen konnte bewiesen werden, dass ihr unterirdischer Zustrom direkt unter der Stuttgarter Innenstadt hindurchläuft.

Im Vordergrund stand, das bedeutende Mineralwasservorkommen besser kennen zu lernen, um es zu schützen und zu bewirtschaften. Der Aquifer wird durch die darüber liegenden Schichten gut geschützt. Trotzdem gibt es im Untergrund der Großstadt viele Altlasten, es gibt sehr viel Industrie, unter anderem Autozulieferindustrie und Metall verarbeitende. Da stecken Jahrzehnte, wenn nicht Jahrhunderte urbaner Entwicklung dahinter. Es sind Kontaminationen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen aufgetreten, die auch schon in den Quellen in Spuren nachgewiesen wurden. Das zeigt, dass wir in diesem Grundwasserleiter sehr vorsichtig sein müssen.“ Die entsprechenden Stellen wurden in den letzten Jahrzehnten systematisch erfasst, untersucht und so weit wie möglich saniert, abgepumpt und eingekapselt.

Während mit den ersten beiden Markierungsversuchen die vermuteten Hauptfließwege zu den Mineralquellen bewiesen werden konnten, wurde mit dem jüngsten eine vermutete Trennstromlinie zwischen den hoch und den niedrig mineralisierten Quellen bestätigt. Genau auf dieser unterirdischen Wasserscheide haben die Hydrogeologen vom KIT den Tracer eingegeben: 75 kg Natrium-Naphthionat in körniger Form wurde in einem kleinen Tankwagen in 2000 Litern Wasser aufgelöst. Diese Mischung wurde dann mit einem langen Schlauch in den Aquifer eingeleitet. „Üblicherweise geben wir ungefähr ein Kilo ein. Die große Menge brauchten wir, weil das System sehr groß, langsam und träge ist. Wir haben in Stuttgart nicht den üblichen farbigen Fluoreszenz-Tracer, das grüne Ura-



Professor Nico Goldscheider und Dr. Nadine Göppert schauen auf zwanzig Jahre Forschungsarbeit über das Mineralwassersystem Stuttgarts zurück

Professor Nico Goldscheider and Dr. Nadine Göppert look back on twenty years of research into the mineral water system of the city of Stuttgart

...nin, genommen. Damit hätten wir sämtliche Berger-Quellen und das Schwimmbad für längere Zeit grün gefärbt. Natrium-Naphthionat ist nur im UV-Bereich färbig, aber für das menschliche Auge unsichtbar“, erklärt Nadine Göppert. Fünf Jahre lang wurden an verschiedenen Stellen Wasserproben genommen, etwa an Wasserhähnen im Keller der Bäder oder beim Haifischbecken in der Wilhelma. „Wir waren darauf vorbereitet, dass es lange dauert. Aber dass es so lange dauert, damit hätten wir nicht gerechnet“, sagt Nico Goldscheider. „Bei den Versuchen vor zwanzig Jahren sind die ersten Markierungsstoffe nach ein, zwei Wochen an den Quellen angekommen. Dieses Mal mussten wir drei Monate warten. Aus hydraulischen Gründen ist die Strömung auf einer Trennstromlinie verlangsamt.“ Üblicherweise wird bei Markierungsversuchen im Abstand von dreißig oder sechzig Minuten eine Wasserprobe genommen. Beim jüngsten Stuttgarter Versuch wurden anfangs drei Mal pro Woche Proben genommen, dann wöchentlich, später monatlich und zuletzt alle drei Monate.

Am Ende zeigen die Messkurven ein Plateau, das heißt die Konzentration des Tracers bleibt einige Jahre lang mehr oder weniger gleich. Genauso würden sich auch schädliche Stoffe sehr lange Zeit bei einer gleich bleibenden Konzentration halten. „Wir machen eine Pulseingabe“, sagt Nadine Göppert, „das heißt, wir geben den Farbstoff zu einem definierten Zeitpunkt innerhalb eines Tages ein. Die Schadstoffquellen aber haben in der Vergangenheit kontinuierlich Schadstoffe abgegeben. Sie wären deswegen höher konzentriert und viel länger nachweis-

Dye in Sparkling Mineral Water

20 Years of Tracer Experiments with Stuttgart Mineral Water

TRANSLATION: RALF FRIESE

The ground beneath the city of Stuttgart contains Germany's largest mineral water system. Protecting it from harmful contamination is a continuing challenge. Tracer experiments make important contributions to this effort. Dyes which are safe for humans and for eco-toxicology, so-called tracers, are added to the water system. When and if dye appears at some other point, the existence of a link between the points is demonstrated. Measurements also determine the speed at which water flows and the concentration of the materials added. This allows pollutant propagation to be simulated. Over the past twenty years, Professor Nico Goldscheider and Dr. Nadine Göppert of the Division of Hydrogeology of the Institute of Applied Geosciences performed several large tracer experiments in Stuttgart. They proved the existence of numerous underground flowpaths and connections. Among other findings, the first tracer experimentsshowed that the underground influx of the most important highly mineralized sources runs right below downtown Stuttgart. The most recent experiment just concluded confirms the existence of a presumed flow line separating highly and poorly mineralized springs. ■

Contact: nico.goldscheider@kit.edu and nadine.goeppert@kit.edu

bar.“ Die Versuche von 1999 haben sogar ergeben, dass Schadstoffe, die an bestimmten Stellen in den Aquifer gelangen, innerhalb weniger Wochen alle Quellen erreichen und dort mehrere Jahre nachweisbar sind. Außerdem konnte mit großer Beweiskraft gezeigt werden, wo das Zustromgebiet auf die hoch mineralisierten Quellen endet und wo die Trennstromlinie wirklich verläuft.

Nico Goldscheider ist froh über die Forschungsaufträge vom Stuttgarter Amt für Umwelt-

schutz: „Für uns ist es eine tolle Gelegenheit, an der Untersuchung dieses einzigartigen und überragend wichtigen, artesischen Mineralwassersystems beteiligt zu sein.“ Das Stuttgarter Mineralwasser ist sehr reich an gelösten Mineralstoffen. „Es gibt etliche Brunnen im Stadtgebiet, an denen die Stuttgarter ihre Flaschen abfüllen. Und darauf sind sie auch stolz. Es ist für alle ein großer Wert, den es zu schützen gilt.“ ■

Kontakt: nico.goldscheider@kit.edu und nadine.goeppert@kit.edu

ANZEIGE

HS Pforzheim

„Ich gewann viel praktische Erfahrung durch unsere Kurse, die industrie-spezifische Expertise unserer Professoren und Gastrednern“

BO ZHOU, Class of 2012
Senior Category Manager Business Partnering, Bayer AG



HS PF

MBA International Management in Pforzheim
Vollzeitstudium - intensives, relevantes Curriculum
Praxisnah - begegnen Sie über 25 Unternehmen
Interkulturell - ca. 12 Nationen in einem Jahrgang, englischsprachig

Mehr Informationen auf www.hs-pforzheim.de/mba

ANZEIGE



ESG Elektroniksys ist das führende Kompetenzcenter für die Bereiche IT, Cloud und Big Data + Mobile Services. Wir sind das Zentrum für Ihre Herausforderung in Systementwicklung, Systemintegration und Systemwartung mit über 20-jähriger Erfahrung und Know-how für Sie.

Wir suchen neue Kolleginnen und Kollegen mit dem Schwerpunkt IT, Systementwicklung, Systemintegration u.ä.

► Flexibilität ► Weiterbildungsmöglichkeit ► Arbeitsumgebung ► Diversität

An einem unserer Standorte haben wir Ihnen die Position eines selbstständigen Systementwicklers, Systemintegrators, Systemwarters, IT-Service- und Technology-Event-Entwicklers, IT-Service-Entwicklers und Systemintegrators anbieten. Sie sind ein Experte, der einen Beitrag leisten möchte, um unsere Kunden mit ganzem Herz und Verstand zu unterstützen?

Übernehmen Sie diese Stelle gleich oder jobs@esg.de

ESG: ELECTRONIKSYS | BERGSTRASSE 10 | 70372 STUTTGART | TEL: 07141 300-1000 | WWW.ESG.DE