



Die Täter entlarven

Seminar: Forensische Methoden in der Altlastenbearbeitung

Katja Friedl

In den vergangenen Jahrzehnten wurden in Deutschland viele Altlastenverdachtsflächen erfasst und dokumentiert. Vielfach wurde bereits mit der Sanierung der Flächen begonnen, manche Projekte konnten zwischenzeitlich erfolgreich abgeschlossen werden. Da die Sanierung einer Altlast meist mit hohen Summen verbunden ist, stellt sich die Frage, wer für die Verunreinigung verantwortlich war. Dies ist besonders dann von Interesse, wenn nicht der Eigentümer selbst, sondern Mieter die Schadstoffeinträge verschuldet haben.

Autorin: Dipl.-Chem. Katja Friedl, Redakteurin TerraTech, Vereinigte Fachverlage GmbH, Mainz

Mithilfe forensischer Methoden können für die Altlastenbearbeitung wichtige Informationen über die räumliche bzw. stoffliche und zeitliche Herkunft einer Boden- und Grundwasserverunreinigung gewonnen werden. Außerdem kann bei bestimmten Randbedingungen mit diesen Methoden der mikrobiologische Schadstoffabbau quantifiziert und das Verständnis der hydrogeologischen Standortsituation präzisiert werden. Damit können nicht nur die Verursacher rekonstruiert, sondern es können auch Zusatzinformationen für die Gefährdungsabschätzung und die Sanierungsplanung abgeleitet werden.

Das Seminar in historischer Kulisse im Heidelberger Rathaus knüpfte im Januar 2013 an die Veranstaltungen des Fortbildungsverbandes Boden und Altlasten, Baden-Württemberg im Januar 2009 und 2011 an. Die Anwendungsmöglichkeiten forensischer Methoden wurden anhand neuer Fallbeispiele für die Ursachen- und Verursacheranalyse von Mineralölkohlenwasserstoff- und LCKW-Schäden diskutiert.

Am Anfang steht die Machbarkeitsstudie

Den Auftakt gab Dr. Helmut Dörr von Dr. Helmut Dörr Consult, Wiesloch. Er stellte in seinem Vortrag die Grundlagen forensischer Methoden bei der Ursachen- und Verursachersuche bei MKW-Schäden (MKW: Mineralölkohlenwasserstoffe) vor. Bei der forensischen Umweltwissenschaft geht es um die Suche nach dem Zeitpunkt der Entstehung und der räumlichen bzw. stofflichen Herkunft einer Verunreinigung und damit um die Ermittlung des Verursachers. Zusätzlich ist eine Quantifizierung des natürlichen Abbaus organischer Schadstoffe möglich.

Als Methoden stehen hierfür beispielsweise die GC- und GC-MS-Analytik zum Fingerprinting mineralölbürtiger Kohlenwasserstoffe sowie BTEX- (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol) und PAK- (Polycyclische aromatische Kohlen-

Der große Rathaussaal bot eine gediegene Kulisse für das Altlastenseminar

wasserstoffe)-Fingerprinting zur Verfügung. Auch die Isotopenanalytik und die Untersuchung von Additiven lässt Rückschlüsse auf die Schadstoffherkunft zu. Die Anwendbarkeit einzelner Methoden muss dabei immer vom Einzelfall, der Schadstoffgruppe sowie der jeweiligen Fragestellung abhängig gemacht werden.



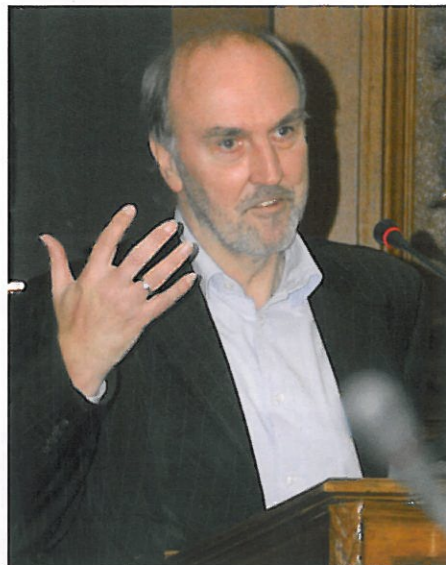
In jedem Fall sollte in einer forensischen Machbarkeitsstudie vorab ermittelt werden, welche konkreten Ziele die forensischen Untersuchungen verfolgen sollen. Dazu muss unter anderem geklärt werden, welche Aussagegenauigkeit die Ergebnisse haben müssen und welche Methoden überhaupt Einsatz finden können.

Dr. Helmut Dörr führte aus, dass beispielsweise das BTEX-Fingerprinting Rückschlüsse auf den Zeitpunkt des Schadens zulässt. So betrug der Benzolgehalt im Benzin bis 1920 ca. 80 %, ab 1940 dagegen nur noch ca. 6 %. Seit 1998 sind nur noch weniger als 1 % Benzol im Benzin zugelassen. Durch Verdunstung und mikrobiologischen Abbau ergeben sich charakteristische Profile, die sich bestimmten Schadensfällen zuordnen lassen.

Klärung komplexer geologischer Standortverhältnisse

Erwin Stefan Hiesl von der Deutschen Bahn AG, Karlsruhe, beschrieb den Einsatz forensischer Methoden zur Klärung komplexer geologischer und hydrogeologischer Standortverhältnisse im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung. Der Standort ist ein ehemaliger Güterbahnhof mit einer Fläche von ca. 4 ha in direkter Nachbarschaft zum Bodensee. Die gewerbliche Nutzungsdauer betrug rund 100 Jahre und in dieser Zeit wurden vorwiegend Kraftstoffe und Öle aller Art umgeschlagen. Die Lagerplätze und Tanklager waren überwiegend an andere Unternehmen vermietet.

Über die Nutzungsdauer traten über 100 Verdachtsmomente auf, die historisch do-



Dr. Helmut Dörr berichtet über Grundlagen forensischer Methoden



Erwin Stefan Hiesl stellt die Untersuchung des Standortes eines ehemaligen Güterbahnhofs vor



Dr. Ulrike Meyer konnte anhand der Untersuchungen eine Spedition als Verursacher eines Altlastenschadens ausschließen

kumentiert sind. Seit 1997 werden 15 verschiedene Altlastenverdachtsflächen erkundet, fünf Flächen befinden sich noch in der Detailuntersuchung. Als Schadstoffe wurden MKW, BTEX und PAK gefunden, die Einträge in Boden und Schichtwasser reichen 2-3 m unter GOK (Geländeoberkante). Im Rahmen einer Baugrunduntersuchung wurde ein Kies-Aquifer ab 6 m abgeschlossen.

Erwin Hiesl führte aus, dass die Untersuchung der regionalen Geologie ergab, dass der ehemalige Güterbahnhof teilweise auf einem Drumlin liegt. Drumlins sind längliche „Kies-Hügel“, die durch Gletscher entstanden sind. Der hier betrachtete Drumlin erstreckt sich unter dem östlichen Bereich des Güterbahnhofs, auf dem sich auch das intensiv genutzte Tanklager befand. Der Drumlin ist nach oben und seitlich durch Beckentone aus einer späteren Rückzugsphase des Rheingletschers abgedichtet. Durch Messungen konnte eine Interaktion zwischen Bodensee und Drumlin mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Verursachermittlung auf einem ehemaligen Tanklager

Über Möglichkeiten und Nutzen forensischer Methoden bei der Alters- und Verursachermittlung von BTEX-Kontaminationen auf einem ehemaligen Tanklager-Standort informierte Dr. Ulrike Meyer, Umweltkonzept Dr. Meyer, Berlin. Das Grundstück in Berlin wird seit knapp 120 Jahren industriell genutzt und beherbergt auf dem 3600 m² großen Areal ein ehemaliges Tanklager, Bürogebäude und eine Werkstatt.

Das Grundstück sollte verkauft werden, was sich aufgrund eines fehlenden aktuellen Gutachtens über die Altlastensituation jedoch als schwierig erwies. Der Eigentümer, ein Speditionsbetrieb, wollte im Rahmen der forensischen Untersuchung den Beweis erbringen lassen, dass er nicht der Verursacher der Kontamination (MKW, BTEX) war. Der Eigentümer nutzte das Gelände von 1974 bis 1997 für seinen Speditionsbetrieb, davor wurden auf der Fläche Tanklager betrieben.

Die Alterseingrenzung der MKW- und BTEX-Kontamination sollte u. a. mithilfe

von Chromatogrammen, Zeit-Näherungsalgorithmen für BTEX sowie der Bestimmung der Tetraethylblei- bzw. MTBE-Gehalte von BTEX erfolgen. Die Untersuchungen ergaben, dass MTBE nicht im Grundwasser nachgewiesen werden konnte. Dies spricht dafür, dass kein BTEX-Eintrag im Zeitraum ab 1980 erfolgt ist. Außerdem wurde klar, dass das Verteilungsmuster der MKW- und BTEX-Kontamination die Lage der ehemaligen Tanks und der Abfüllstation charakterisiert. Der aktuelle Eigentümer konnte damit als Versucher ausgeschlossen werden.

Unterscheidung mehrerer Schadensfälle durch Isotopenprofile

Welche Informationen die Untersuchung der C-Isotopen bei der Unterscheidung mehrerer Verursacherbeiträge zu einem CKW-Schaden beitragen kann, beleuchtete Dr. Helmut Dörr in seinem zweiten Vortrag. Im vorgestellten Anwendungsfall fand bereits eine hydraulische Sicherung eines

Durch forensische Methoden lassen sich Verursacher und Zeitpunkt eines Schadensfalls bestimmen

CKW-Grundwasserschadens statt. Bei der Sanierungsüberwachung kam der Verdacht auf, dass ein Fremdschaden erfasst und mitgesichert wird. Mithilfe forensischer Methoden sollte der Fremdschaden identifiziert und die Größenordnung festgestellt werden.

Grundlage für die Untersuchung war die Tatsache, dass sich die Primärsignatur rekonstruieren lässt. Dabei handelt es sich um die Isotopen-Zusammensetzung des Schadstoffs bei Eintritt in den Grundwasserleiter. Die eingesetzten Lösemittel können eine unterschiedliche Primärstruktur besitzen. Und unterschiedliche Primärstrukturen können trotz gleicher Produkte bei der Verwendung, der Lagerung und bei Schadenshergang entstehen. So findet bei der Verdunstung und beim mikrobiologischen Abbau eine Isotopenfraktionierung statt – bei beiden Varianten werden Moleküle mit den leichteren Isotopen bevorzugt.

Als Folge ist die Gasphase abgereichert, die in der flüssigen Phase zurückbleibenden LCKW reichern sich mit den schwereren Isotopenspezies an.

Ergebnis der Untersuchung war, dass beide Schäden unterschiedliche Primärsignaturen aufwiesen. Dr. Helmut Dörr führte aus, dass Anteile mit einer Bestimmungsgrenze von 20 bis 25 % identifiziert und quantifiziert werden konnten.

Neue Isotopenmethoden bei der Bearbeitung von CKW-Schäden

Dr. Siegmund Ertl von der Hydroisotop GmbH, Schweitenkirchen, ging in seinem Vortrag auf Grundlagen zur Interpretation von Bestimmung von Isotopen an LCKW ein. Neben ¹³C/¹²C werden hierbei auch die Isotopen-Verhältnisse von Chlor ³⁷Cl/³⁵Cl sowie Wasserstoff ²H/¹H betrachtet. Die Messung stabiler Isotope erfolgt dabei unter Verwendung von GC-IRMS. Bei Chlor kann zusätzlich die Probe mittels GC-MS untersucht werden. Damit die Messung der Isotope aussagekräftig ist, werden bestimmte Mindestkonzentrationen benötigt. Bei Kohlenstoff reicht eine Konzentration von > 1 µg/l, bei Chlor sollten mindestens 5 µg/l vorhanden sein. Wasserstoff ist erst ab Werten von > 200 µg/l sicher identifizierbar.

„Mit der Untersuchung der Isotope ²H, ¹³C und ³⁷Cl kann der biologische Abbau von LCKW nachgewiesen werden. Mit ¹³C kann es schwierig sein, reduktive und oxidative Prozesse zu unterscheiden. Hierfür sind die Isotope ²H und ³⁷Cl in Zusammenarbeit mit ¹³C hilfreich“, so Dr. Siegmund Ertl. Für die Isotope ²H und ³⁷Cl sei noch ein gewisser Forschungsaufwand notwendig. Beide Isotope sind noch nicht auf dem technischen Stand wie ¹³C.

Untersuchung von Bäumen grenzt Schadstofffahnen ein

Dendroforensische Methoden – Phytoscreening und die dendrochemische Altersdatierung – standen im Zentrum des Vortrags von Dr. Gustav Kobberger von der HPC AG, Krißfel. Bei Phytoscreening wird Splintholz untersucht. Im Splintholz findet insbesondere in den jüngsten, äußeren Jahresringen der Wassertransport statt. Durch diese Schicht werden auch Schadstoffe

transportiert, wenn der Baum auf einem belasteten Standort wächst. Neben leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen (LHKW) können auch BTEX, Naphthalin, MTBE sowie Schwermetalle in dem Gewebe nachgewiesen werden.

Dr. Gustav Kobberger führte aus, dass es sich bei Phytoscreening um eine qualitative und semi-quantitative Methode handelt, die im Ergebnis nicht zwischen Boden- und Grundwasserbelastung unterscheidet und deshalb kein 100%iger Ersatz für Boden- und Grundwasseruntersuchungen ist. Der große Vorteil der Methode ist, dass man einen schnellen, kostengünstigen Überblick über signifikante Untergrundkontaminationen erhält. So lassen sich Schadstoffeintragsstellen sowie Fahnen gut erkennen.

Bei der dendrochemischen Altersdatierung macht man sich zunutze, dass beim Wachstum des Baumes die Elemente, die als Marker das jeweilige Schadstoff-Expositions-Milieu im Untergrund widerspiegeln, „jährlich“ im Holz eingebaut werden. Deshalb kann das Holz als Gedächtnisrekorder für Veränderungen des Expositionsmilieus genutzt werden.

Einen ausführlichen Bericht zum Themengebiet Phytoscreening und dendrochemische Altersbestimmung finden Sie in TerraTech 4/12.

Nachweis von Schadensfällen ohne Schadstoffe

Molekularbiologische Methoden bei der Forensik, Sanierungsplanung, Überwachung und Monitored Natural Attenuation (MNA) stellte Dr. Thomas Held von der Arcadis Deutschland GmbH, Darmstadt, vor. Auch hierbei steht die Ermittlung der Verursacher sowie die Bestimmung des Alters des Ereignisses im Zentrum der Untersuchungen. Bei der Umwelt-Molekularbiologischen Diagnostik (UMD) finden Methoden wie die Polymerase-Kettenreaktion (PCR) Einsatz. Hiermit lassen sich auch aus kleinsten DNA-Spuren Bakterienspezies eindeutig nachweisen. So kann der Nachweis spezifischer, schadstoffabbauender Bakterien noch erbracht werden, auch wenn der Schadstoff selbst nicht mehr nachweisbar ist. Außerdem lässt sich die Frage beantworten, ob der aerobe Abbau funktioniert, indem die Probe auf spezi-



Neue Isotopenmethoden standen im Zentrum des Vortrags von Dr. Siegmund Ertl



Dr. Gustav Kobberger berichtete über dendroforensische Methoden und Anwendungsbeispiele

fische Enzyme im aeroben Abbau untersucht wird.

Dr. Thomas Helds Fazit: „Die Molekularbiologie bietet ein großes Arsenal an Methoden, die viele Fragen in der Forensik, Sanierung und MNA beantworten kann.“

Fortbildungsverband Boden und Altlasten Baden-Württemberg www.vfmz.net/3173260