



# KOMPAKT

Magazin der Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH

01/2022

IM FOCUS > MNA-MASSNAHMEN IN SEGNITZ

## MNA-Maßnahmen bei einem quellensanierten großflächigen Arsen-Grundwasserschaden

**Aktuelle Untersuchungsergebnisse zum vertieften Prozessverständnis des MNA-Potenzials am Altlastenstandort in Segnitz**

Am Standort der ehemaligen Farbenfabrik Heinemann (Herstellung des Farbpigmentes „Schweinfurter Grün“) im Altortsbereich von Segnitz am Main wird im Auftrag des Landratsamts Kitzingen unter Beteiligung der Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH (GAB) seit 2007 ein umfassendes Grundwassermonitoring (Monitored Natural Attenuation (MNA)) zur Überwachung der Arsen-Schadstofffahne eines ab 1993 quellensanierten, massiven Kupfer-/Arsen-Schadens durchgeführt (Bericht zur Grundwassersanierung s. GAB im Dialog 01/2007, s. Abb. 1).

Die Arsen-Grundwasserbelastungen erreichen im flurnahen Aquifer (quartäre Mainsande/-kiese) in der Kernzone V (Schadensherd) z. T. deutlich über 10 mg/l (bis max. ca. 40-80 mg/l) und nehmen in Grundwasserfließrichtung zum westlichen Ortsrand an der Fahnen spitze (Zone I) auf etwa 0,01 mg/l ab (entsprechend dem Stufe-1-Wert des LfW-Merkblattes 3.8/1 als Geringfügigkeitsschwelle). Am Außenrand der Quartärfahne liegen mehrere große Gärtnereibetriebe mit Beregnungsbrunnen, die bislang keine auffälligen Arsenbelastungen zeigen.

### Ausführung des MNA-Konzepts

Gemäß dem Forschungsverbundvorhaben "Nachhaltige Altlastenbewältigung unter Einbeziehung des natürlichen Reinigungsvermögens im Untergrund", beruht das MNA-Konzept auf einem durch Laborversuche an Bodenproben im Kontaminationsbereich nachgewiesenen Retentionspotenzial (Abbauvermögen) für insbesondere fünfwertiges Arsen (As(V)) durch bevorzugte Adsorption an unter oxidierenden Milieubedingungen stabilen Eisenmineralen (Fe(III)-Oxide/Hydroxide) in der quartären Bodenmatrix.

Das Forschungsverbundvorhaben wurde im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen, koordiniert durch die GAB, durchgeführt und im Jahr 2003 abgeschlossen.

Das aktuelle jährliche bis quartalsweise Monitoring (MNA) der Arsen-Schadstofffahne im Ortsgebiet und der südlich angrenzenden „Mainlände“ umfasst sowohl die Beprobung von bis zu 30 Grundwassermessstellen und privaten Hausbrunnen im quartären Porengrundwasserleiter und dem unterlagernden (schwächer arsenbelasteten) Muschel-

weiter auf Seite 2 >



Abb. 1: Ansicht des Altortsbereiches Segnitz am Main mit der Altlast ehem. Farbenfabrik Heinemann

kalkaquifer auf Arsen als auch die gezielte Erfassung von Redoxparametern (u. a. Differenzierung As(III)/As(V), Sauerstoffgehalt, Redoxpotenzial, Nitrat/Ammonium, Eisen(II)/Gesamteisen, Phosphat) an 13 ausgewählten Grundwassermessstellen und ehemaligen Sanierungsbrunnen zur Überprüfung und Verifizierung des MNA-Prozessverständnisses.

Die vom Gutachter in Jahresberichten vorgelegten Untersuchungsergebnisse werden regelmäßig in einem Fachgremium (Projektgruppensitzungen) unter Beteiligung von Wasserwirtschaftsamt, LfU Bayern und GAB erörtert und das weitere Vorgehen abgestimmt.

Es zeigte sich, dass in Mainnähe (zustromig) und der hochbelasteten Kernzone V teilweise noch schwach reduzierende Redoxverhältnisse herrschen, unter denen die As(III)-Spezies neben As(V) noch gelöst vorkommt. Im weiteren Abstrom (nordwestlich bis westlich, etwa parallel zum Main) wechselt die Redoxzonierung rasch in intermittierende bis zunehmend oxidierende Verhältnisse. Die Arsenbelastungen (ausschließlich als mobilere As(V)-Spezies vorliegend) nehmen auf kurze Distanz (< 100 m) drastisch ab.

Die Schadstofffahne mit den etwa konzentrischen Zonen I-V verhält sich mit gewissen saisonalen Schwankungen seit Beginn des Monitorings etwa stabil („stationär“) und weitet sich nicht merklich in Fließrichtung aus (s. Abb. 2).

Dies erklärt sich vorrangig mit zunehmend wirksamem Schadstoffabbau durch Adsorp-

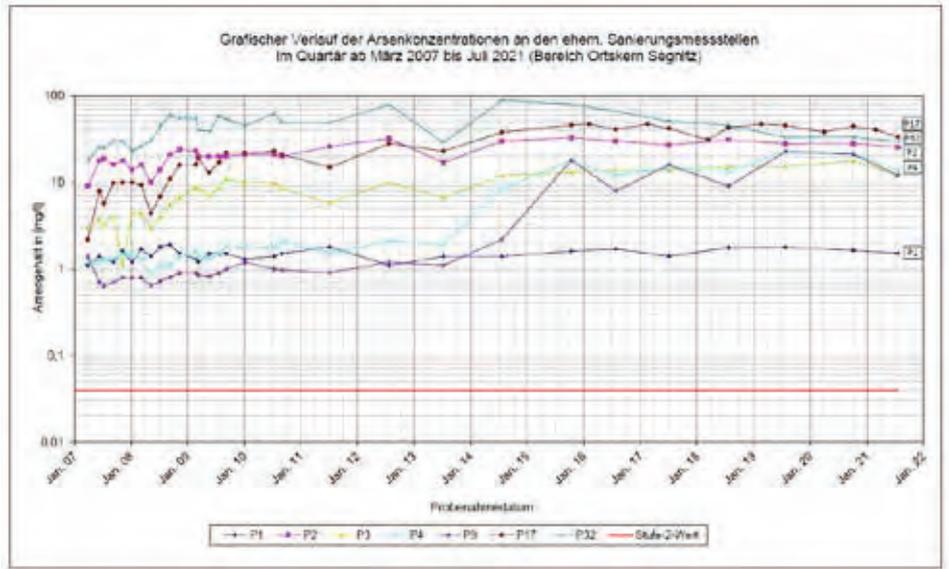


Abb. 3: Arsen-Konzentrationsentwicklung im bisherigen GW-Monitoring an den ehem. Sanierungsmessstellen

tionsprozesse, vermutlich in kausalem Zusammenhang mit Eisenmineralen, die bei allmählichem Übergang in die oxidierende Redoxzone (Oxidation von gelöstem Fe(II) zu geringer löslichen Fe(III)-Oxiden/-Hydroxiden) ausgefällt werden. Außerdem gibt es gewisse Dispersions- und Verdünnungseffekte innerhalb der mehr als 10 m tiefen Quartärrinne (flaches Grundwassergefälle und geringe Fließgeschwindigkeit).

Vor dem Hintergrund von dennoch in zahlreichen Beobachtungsmessstellen innerhalb der Kernzonen III-V und teilweise auch am äußeren Fahnenrand (Zone I) seit Jahren ansteigender Arsen-Trendentwicklungen (statistische Erfassung aller Monitoringdaten mittels des Mann-Kendall-Testverfahrens, s. Abb. 3

u. 4) und vereinzelt Überschreitungen von definierten Reaktionsplan-Schwellenwerten wurde bei der Projektgruppensitzung 2019 die langfristige Stationarität der Arsen-Schadstofffahne und die Wirksamkeit von Adsorptionsprozessen („MNA-Potenzial“) kontrovers diskutiert.

**Ergänzende Untersuchungen ab 2019**

Zur Verifizierung des Prozessverständnisses aus dem Forschungsverbundvorhaben wurde vereinbart, im Fahnenbereich aktuelle wissenschaftliche Vergleichsuntersuchungen (Bohrproben und Labortests) durchzuführen sowie das lokale Informationsdefizit bezüglich der Grundwasserverhältnisse und Schadstoffverteilung durch eine Nachverdichtung des Messstellennetzes mittels Errichtung von drei weiteren Quartärsmessstellen (P39-P41) am nordöstlichen und nordwestlichen Fahnenrand (Zonen I-III) zu minimieren.

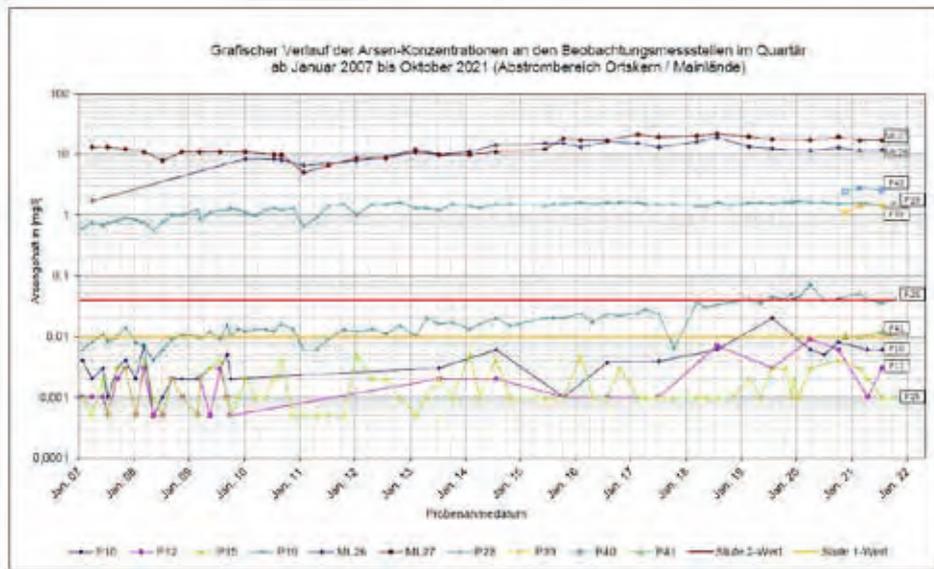
Die im Zuge der Messstellen-Bohrarbeiten im November 2020 (Abb. 5 bis 7) aus der wassergesättigten Bodenzone gewonnenen Liner-Bodenproben wurden in einem Speziallabor in Anlehnung an Testverfahren des Forschungsverbundvorhabens umfangreich untersucht. Neben herkömmlichen Feststoff- und Eluatanalysen auf Eisen, Mangan, Arsen und Kupfer wurde auch eine sequentielle Extraktion (Verfahren nach ZEIEN & BRÜMMER, 1989) in sechs Fraktionen (mit schrittweise zunehmend stärkeren Lösungsmitteln) durchgeführt, um die bevorzugte Bindungsform von Arsen zu erforschen.

Gemäß den Testergebnissen ist unter den im Untersuchungsgebiet herrschenden (weitgehend neutralen) pH-Bedingungen im Grundwasser gelöstes Arsen in seiner drei- und



Abb. 2: Lageplan zum Arsenschaden Segnitz mit Ausbildung der konzentrischen Fahnenzonen I-V der Mainlände und dem ehem. Fabrikgelände (schraffierte Bereiche, s. Legende) mit dem Grundwasserstrom nach Nordwesten bis Westen. Luftbild: © Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Abb. 4: Arsen-Konzentrationsentwicklung im bisherigen GW-Monitoring an quartären Beobachtungsmessstellen innerhalb und am Außenrand der Schadstofffahne



Ein Anteil von ca. 10 % (bis max. 20 %) des Arsens im Boden liegt in einer mobilen bzw. leicht nachlieferbaren Form vor. Dieser Befund verdeutlicht, dass im Untergrund des Schadensbereiches ein potenziell gutes Rückhaltevermögen („MNA-Potenzial“) für Arsen herrscht, nicht alles Arsen jedoch stabil an die Bodenmatrix fixiert vorliegt, was die z. T. deutlichen saisonalen Schwankungen der Grundwasserkontaminationen innerhalb der Schadstofffahne erklärt.

**Zwischenergebnis**

Unter Berücksichtigung der neuen Erkenntnisse und des aktuellen Schadensbildes ist zu schlussfolgern, dass im Ortsbereich Segnitz (ehem. Fabrikgelände) und an der südlich benachbarten Mainlände Arsen nach wie vor in Abhängigkeit der variierenden Grundwasserhältnisse (Infiltrationsbereich des Mainoberwassers) aus Restkontaminationen (gesättigte bis ungesättigte Bodenzone) stetig und in weiterhin großen Mengen mobilisiert und in Abstromrichtung deutlich nach Nordwesten / Westen verfrachtet wird. Offensichtlich reicht in der Schadens-Kernzone aufgrund der hier eher schwach reduzierenden bis intermittierenden Redoxzone das Dargebot an stabilen Adsorptionsoberflächen (Eisenoxide/Eisenhydroxide) für die dort im Quartärgrundwasser in hohem Maße gelösten As(V)- und (mobileren) As(III)-Spezies nicht aus, da unter den herrschenden Milieubedingungen ein Großteil des Eisens, als Fe(II), ebenfalls in Lösung bleibt. Die schwächere Arsen-Bindung an evtl. organische Substanzen oder sonstige Partikeloberflächen kann offensichtlich bereits bei geringen Redoxmilieu-Schwankungen zu einer Desorption bzw. Mobilisierung von Arsen führen, was die z. T. erheblichen Konzentrationsschwankungen an einzelnen Monitoring-GWM (und somit das ständige „Oszillieren“ der inneren Zonen-

fünfwertigen Oxidationsstufe (As(III) bzw. As(V)) stabil. Die fünfwertige Form liegt dabei als anionische Spezies ( $H_2AsO_4^-$  und  $HAsO_4^{2-}$ ) vor, bei einem pH-Wert < 9,2 ist das ungeladene  $H_3AsO_3$  die vorherrschende As(III)-Spezies. Weiterhin ist das Redoxpotenzial des Wassers für die Dominanz der entsprechenden Redoxspezies verantwortlich, wobei aufgrund der für die Schadstofffahne ermittelten, vorwiegend intermittierenden bis (schwach) oxidierenden Milieubedingungen die fünfwertige Form dominieren sollte (vgl. Abb. 8), was auch durch die bisherigen Arsendifferenzierungen bestätigt werden konnte. Unter reduzierenden bis schwach oxidierenden Redoxverhältnissen können jedoch auch As(III)-Spezies stabil vorkommen, die eine gegenüber As(V)-Verbindungen zehnfach höhere Löslichkeit (und damit deutlich erhöhte Mobilität im Grundwasser) aufweisen.

(Bodenpartikel) gesteuert, wobei insbesondere Eisenoxide / Eisenhydroxide (z.B. Goethit, vgl. Abb. 9) eine bedeutende Rolle spielen. Bei den dominierenden As(V)-Spezies nimmt diese mit auf < 8 abnehmenden pH deutlich zu, ist also unter den gegebenen pH-Bedingungen wirksam. Auch As(III)-Spezies können hierbei (in geringerem Maße) adsorbiert werden, soweit schwächer oxidierende Redoxbedingungen die Stabilität von As(III)- und Eisen(hydr)oxid-Verbindungen erlauben. Bei den aktuellen Lineruntersuchungen zum Arsenschaden Segnitz konnte gezeigt werden, dass in der wassergesättigten Bodenzone Eisenminerale dominieren bzw. deutlich erhöhte Gehalte (> 4.500 bis max. 28.000 mg/kg) aufweisen. Das bereichsweise in ebenfalls erhöhten Feststoffgehalten vorliegende Arsen (bis > 50 mg/kg) zeigt sich in den Extraktionstests zum Großteil (zu ca. 60-80 %) an schlecht kristalline bzw. kristalline Eisen(hydr)oxid-Partikeloberflächen adsorbiert. Der restliche Anteil ist zum Großteil an Manganoxide bzw. organische Substanzen gebundenes Arsen.

Neben der Löslichkeit wird die Arsen-Mobilität im Aquifer auch wesentlich durch Adsorptionsprozesse an vorherrschenden Mineralen



Abb. 5: Bohrarbeiten zur GWM P41 im Ortszentrum



Abb. 6: Gewinnung von Liner-Bodenproben an GWM-Bohrung P39



Abb. 7: Quartäres Schichtprofil der Bohrung P40

weiter auf Seite 4 >

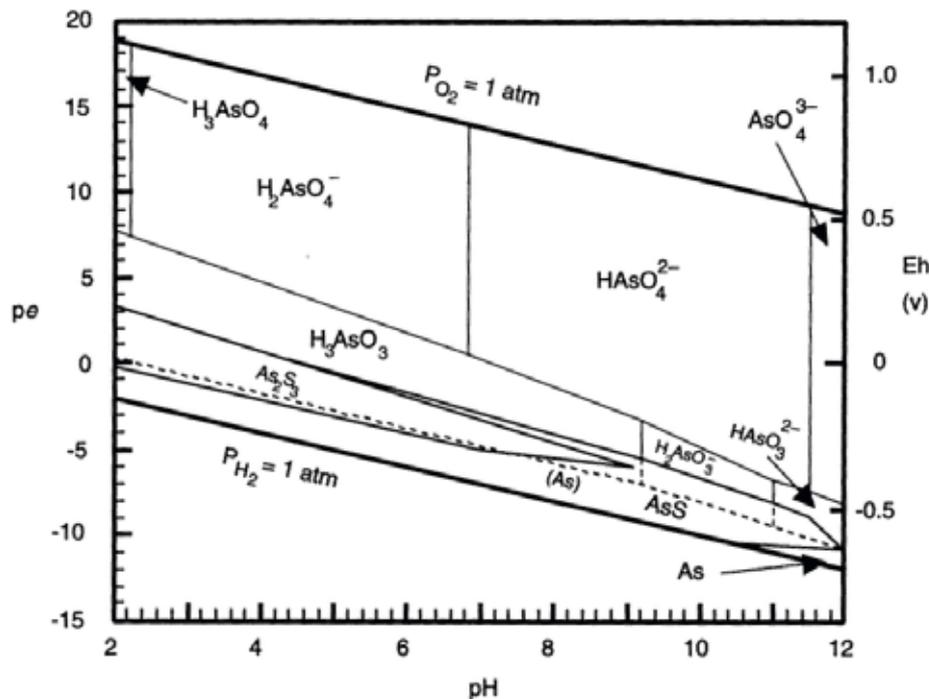


Abb. 8: Prädominanzdiagramm (pH/Eh) Arsen

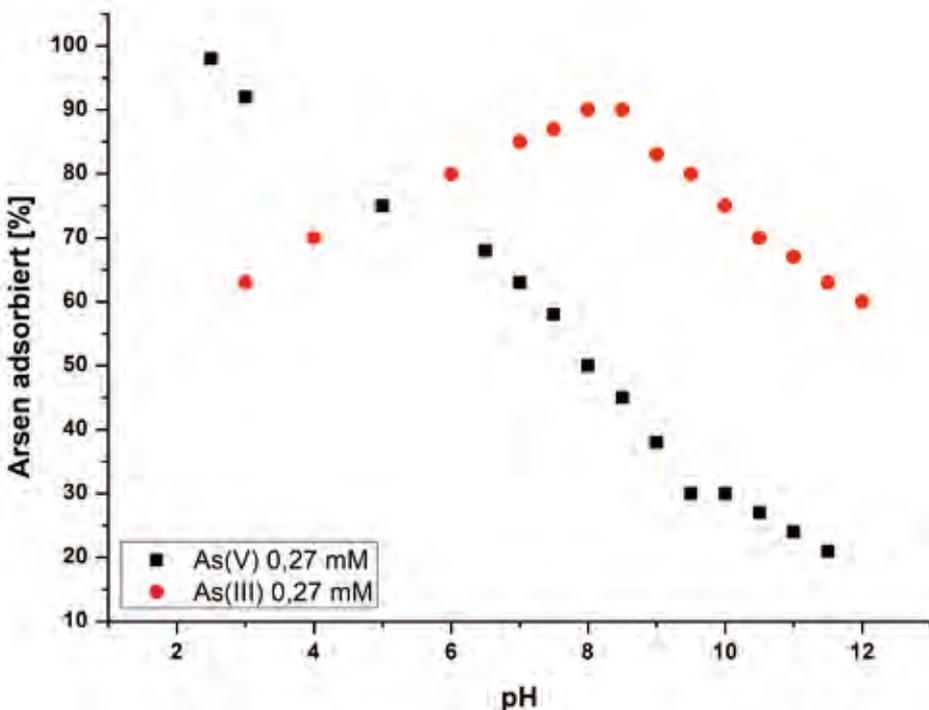


Abb. 9: pH-Abhängigkeit der Adsorption von As(III) und As(V) an Goethit

ränder) erklärt. Auch könnten lösliche Phosphor-Verbindungen bei Arsen-Desorptionsprozessen in Konkurrenz zu adsorbierenden Eisen(hydr)oxiden eine wichtige Rolle spielen.

In diesem Kontext ist nachzuvollziehen, dass die Arsengehalte im Schadenszentrum und den angrenzenden Belastungszonen (v. a. III-V) seit Jahren, ungeachtet kurz- bis mit-

telfristig fallender / stagnierender Trendentwicklungen, im statistischen Langzeittrend ansteigen, da im Quellbereich und direkten Abstrom offenbar keine ausreichenden Adsorptionskapazitäten vorliegen bzw. phasenweise Desorptionsprozesse bei bereits geringen Redoxmilieu-Verschiebungen wirksam werden. Das in der gesättigten Bodenzone gebundene drei- bis fünfwertige Arsen liegt dort

offensichtlich nicht ausschließlich in langfristig stabilen, unlöslichen Verbindungen fixiert vor. Damit kann sich der nordwestliche Fahnenrand in Abstromrichtung lokal ausbreiten / stärker oszillieren und ist als nicht dauerhaft stationär einzustufen.

Zum westlichen Außenrand der Schadstofffahne nimmt, unverändert seit Monitoringbeginn, mit dem sich hier stark verflachenden Grundwassergefälle und verringerter Fließgeschwindigkeit die Schadstofffracht im Quartärgrundwasser auf kurze Distanz deutlich ab. Die sich durch Dispersions- und Verdünnungseffekte im Grundwasserstrom vom Quellbereich aus natürlich verminderten Schadstoffgehalte werden offensichtlich durch das in Relation hohe und aufgrund hier zunehmend oxidierender Bedingungen auch stabilere Angebot an Eisenmineralen (Adsorptionsplätze für As(V)-Spezies) im Boden zusätzlich wirksam immobilisiert. Dies erklärt, warum im bisherigen Monitoring die Arsenfahnen spitze, abgesehen von temporären, kleinräumigen Oszillationen, nahezu stationär bleibt und sich nicht nachhaltig in westliche Abstromrichtung zu den dortigen Gärtnereibrunnen ausweitet. Dieser Befund wird auch durch die langfristig weiterhin stagnierenden Trendentwicklungen an den meisten Beobachtungsmessstellen am dortigen Fahnenrand gestützt.

**Ausblick**

Das Grundwassermonitoring (MNA) wird aufgrund der weiterhin hohen Arsen-Belastungen im bisherigen Umfang fortgesetzt und um vergleichende Frachtbetrachtungen im Schadenszentrum erweitert, um neben den statistischen Trendentwicklungen weitere Anhaltspunkte für die Beurteilung einer anhaltenden Stationarität oder allmählichen Ausdehnung der Schadstofffahne zu erlangen. Um die Arsen-Trendergebnisse im Hinblick auf anfängliche Reboundeffekte in den ersten Monitoringjahren nach Einstellung der Grundwasseranierung kritisch zu überprüfen, ist zudem ein alternativer Statistikansatz mit Limitierung der Analysedaten auf die letzten 10 Monitoringjahre vorgesehen.

**AUTOR >**  
 Dr. Harald Kunkel,  
 Genesis Umwelt Consult GmbH  
**BILDRECHTE >**  
 Genesis Umwelt Consult GmbH  
 Abbildung 1: Titelbild Bericht z. Forschungsverbundvorhaben, Bildquelle konnte nicht ermittelt werden.

# Sachverständigenfortbildung am 23. Februar 2022

Die GAB veranstaltete gemeinsam mit der Bayerischen Verwaltungsschule (BVS), in Kooperation mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) sowie dem Ingenieurtechnischen Verband für Altlastenmanagement und Flächenrecycling e. V. (ITVA), Regionalgruppe Bayern, auch in diesem Jahr eine Fortbildung für Sachverständige nach § 18 BBodSchG. Das Seminar fand coronabedingt zum zweiten Mal als reine Online-Veranstaltung statt und erreichte mit diesem Format erneut rund 150 Teilnehmende.



Schurf-Probenahme Ringversuch (Foto: Bayerisches Landesamt für Umwelt)

Zu Beginn der Veranstaltung begrüßten Herr Dr. Andreas Hofmann, Geschäftsführer der GAB, Herr Peter Nickol, Vertreter der ITVA Regionalgruppe Bayern und Herr Dr. Gernot Huber, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) die Teilnehmenden.

Herr **Dr. Gernot Huber** berichtete in Kürze über Neuerungen im LfU. Derzeit werden sieben der acht bayerischen LfU-Merkblätter überarbeitet. Diese stehen voraussichtlich im August 2023 mit Inkrafttreten der neuen Mantelverordnung zur Verfügung. Herr Dr. Huber hob hervor, dass in die Aktualisierung des Merkblatts 3.8/1 u. a. eine Änderung des Wertesystems sowie die Durchmischungszone verbunden mit einer Frachtbetrachtung eingehen werde. Das Merkblatt 3.8/8 soll in Zukunft Ausführungen zur Resorptionsverfügbarkeit enthalten. Herr Dr. Huber wies zudem darauf hin, dass der Bundes-Leitfaden zur PFAS-Bewertung in Bayern noch nicht eingeführt sei und bis auf Weiteres die Leitlinien zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden des LfU gelten.

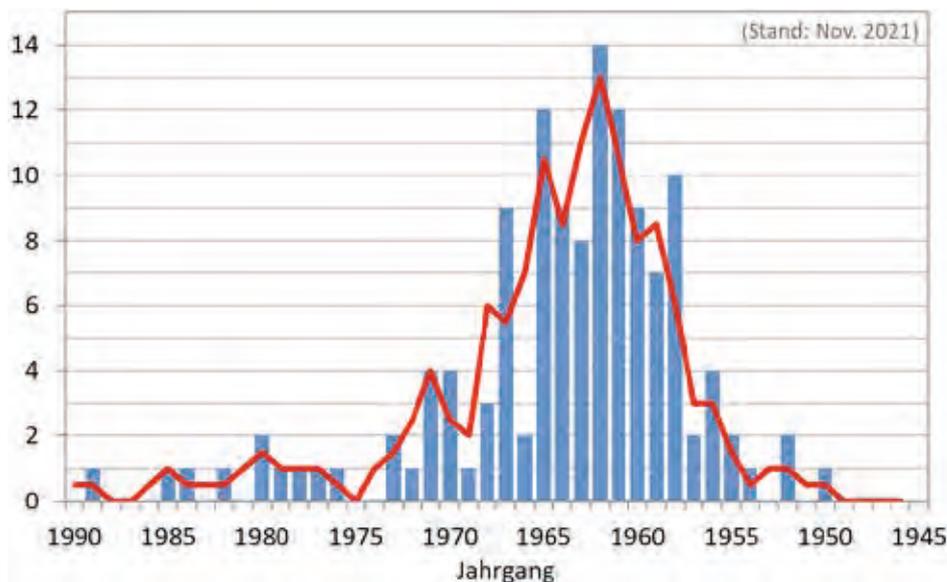
Im ersten Themenblock „Sachverständige und Untersuchungsstellen“ stellte Herr **Klaus Bücherl**, V18, die im Jahr 2015 als zentrale Interessensvertretung gegründete **V18 Vereinigung der Sachverständigen und Untersuchungsstellen nach § 18 BBodSchG** und ihre Ziele vor. Neben der Beratung der Mitglieder seien dies die Öffentlichkeitsarbeit im Interesse des Berufsstandes, die Förderung eines fairen und transparenten Wettbewerbs, die Förderung der bundesweit einheitlichen Umsetzung des § 18 BBodSchG, Stellungnahmen im Rahmen von Anhörungen und bei der Entwicklung neuer Arbeitshilfen, Verordnungen und Leitfäden sowie die Mitwirkung in Arbeitsgruppen. Hervorzuheben sei auch der fachliche Austausch in Form von kollegialen Projektbesprechungen und die geplante Stärkung der Nachwuchsförderung. Hierzu soll ein Fortbildungsprogramm aufgelegt werden, mit dem junge Kolleginnen und Kollegen auf die Zulassung als Sachverständige im Rahmen von Workshops im kleinen Teilnehmerkreis vorbereitet werden.

Anschließend berichtete Herr **Dr. Felix Geldsetzer**, LfU Hof, über **Aktuelles aus der Zulassungsstelle: Untersuchungsstellen**. Aktuell gibt es 60 durch Bayern zugelassene Untersuchungsstellen, wovon 7 ihren Sitz in anderen Bundesländern haben. Hauptthema seines diesjährigen Vortrags war die Vorstellung von Ringversuchen als Instrument der externen Qualitätssicherung. So schilderte er die technische Umsetzung und erste Erkenntnisse der Ringversuche Schurf-Probenahme (38 Teilnehmerteams, Durchführung durch ITVA im Auftrag des LfU), Baggerschaufel-Beprobung sowie des UBA-Ringversuchs zur Oberbodenprobenahme.

Die Präsentation der Ergebnisse und Best-Practices, so Herr Dr. Geldsetzer, werde auf dem diesjährigen GAB-Symposium im Juni 2022 erfolgen, zudem werde der Bericht kostenfrei im Internet veröffentlicht werden. Des Weiteren berichtete der Referent über die Beteiligung der Zulassungsstelle des LfU an der Überarbeitung des Fachmoduls Boden und Altlasten 2012, wies auf den geplanten Aufbau eines Internetbasierten Informationssystems zur Qualitätssicherung in der Altlastenbearbeitung hin und teilte mit, dass die Aktualisierung des LAWA-AQS-Merkblatts P 8.2 zur Probenahme von Grundwasser auf Basis der neu veröffentlichten DIN 38402-13 in Vorbereitung sei.

Im folgenden Vortrag berichtete Frau **Linda Dworak**, LfU Hof, über **Aktuelles aus der Zulassungsstelle: Sachverständige**. Zu Beginn zeigte Frau Dworak, dass 50 % der insgesamt 129 in Bayern zugelassenen Sachverständigen 59 Jahre und älter seien. Der Großteil der Sachverständigen sind für die SG2 und SG5, gefolgt von SG1 zugelassen. Für SG3, SG4 und SG6 gibt es nur wenige Zulassungen. Frau Dworak ging im Weiteren auf die Darstellung der Qualitätssicherung in der Sachverständigentätigkeit, auf die Verantwortung der Sachverständigen, auf die rechtlichen Grundlagen der Zulassung nach § 18 BBodSchG so

weiter auf Seite 6 >



Statistik – Altersverteilung: 50 % der Sachverständigen sind 59 Jahre oder älter (Grafik: Bayerisches Landesamt für Umwelt)

wie die Voraussetzungen für die Zulassung gemäß § 7 VSU sowie an die Anforderungen an die Sachkunde und gerätetechnische Ausstattung ein. Detailliert schilderte Frau Dworak den Ablauf des Zulassungsverfahrens von der Antragstellung, welche inzwischen digital über die Plattform des LfU erfolgen kann, über die Antragsprüfung bis zum abschließenden Fachgespräch. Abschließend wies sie auf Termine und Fristen im Zulassungsverfahren (Antrag jederzeit möglich) und im Verlängerungsverfahren (Antrag 6 Monate vor Zulassungsende) hin.

Im Themenblock „Wirkungspfad Boden-Pflanze“ berichtete Frau **Christa Müller** vom Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz des Bayerischen Landesamts für Landwirtschaft (LfL Freising) über die [Verwertung von Bodenmaterial und Baggergut auf landwirtschaftlichen Flächen](#). Eine Verwertung von Bodenmaterial und Baggergut auf landwirtschaftlichen Flächen, so Frau Müller, sei ausschließlich zur Bodenverbesserung möglich. Bei flächigen Bodenverwertungen sei dabei das Bodenschutzrecht (§ 12 BBodSchV) zu beachten. Bei Aufschüttungen mit einer Höhe von mehr als 2 m oder einer Fläche von mehr als 500 m<sup>2</sup> hingegen sei das Baurecht anzuwenden. Außerdem sei das Auf- und Einbringen von Bodenmaterial nur zulässig, wenn keine schädliche Bodenveränderung hervorgerufen (vorsorgender Bodenschutz) und die Bodenfunktion nachhaltig gesichert werde.

Wichtige Hinweise auf Ausschlussflächen sind dem UmweltAtlas Bayern zu entnehmen. Für eine schadlose Verwertung von Bodenmateri-

al sind die Vorsorgewerte der BBodSchV einzuhalten. Liegen keine Vorsorgewerte vor, so können zur Bewertung anorganischer Stoffe Hintergrundwerte und v. a. bei organischen Schadstoffen die ZO-Werte der LAGA (in Bayern gilt die LAGA M20 von 1997!) herangezogen werden. Des Weiteren verwies Frau Müller auf die DIN 19731, die wichtige Hinweise zur Materialbeschaffenheit, den physikalischen Eigenschaften sowie zur technisch erforderlichen Ausrüstung gibt.

Ebenfalls im Themenblock „Wirkungspfad Boden-Pflanze“ stellte Herr Thomas Osberghaus, HPC AG, Stuttgart, [Bewertungsgrundlagen und Fallbeispiele für die Gefährdungsabschätzung](#) vor. Die Handlungs- und Bewertungsgrundlagen für den Wirkungspfad Boden-Pflanze sind dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) sowie der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), deren Neufassung (Artikel 2 der Mantelverordnung) am 01.08.2023 in Kraft tritt, zu entnehmen. Dabei gibt die BBodSchV unterschiedliche nutzungsorientierte Beprobungstiefen für Ackerbau bzw. Nutzgärten (0-30 cm + 30-60 cm) sowie für Grünland (0-10 cm + 10-30 cm) vor. Ferner stellte Herr Osberghaus die Ableitung der Prüf- und Maßnahmenwerte sowie die Folgen bei deren Überschreitung dar.

Anhand eines Fallbeispiels ging der Referent auf die vermeintlich widersprüchliche Bewertung der Wirkungspfade Boden-Pflanze/Boden-Mensch ein und beschrieb als Lösungsansatz eine integrative Gefährdungsabschätzung beider Wirkungspfade. Überdies ging er auf die fehlende Korrelation zwischen

den geogenen Gesamtgehalten für Arsen, Cadmium und Blei (Königswasseraufschluss) und deren mobilen Gehalten (Ammoniumnitratextrakt) sowie bei Benzo(a)pyren bei den Gesamtgehalten versus den Pflanzengehalten ein. Ein ausführliches Literaturverzeichnis sei der LABO „Arbeitshilfe zur Expositionsabschätzung in der Detailuntersuchung, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze-Mensch“ zu entnehmen.

Im dritten Vortragsblock wurden vergaberechtliche Themen behandelt. Zunächst referierte Frau **Angelika Höß** vom Auftragsberatungszentrum Bayern e. V., München über [die Grundlagen der öffentlichen Beschaffung](#). Je nachdem, ob sich die geschätzte Vergabesumme ober- oder unterhalb der aktuellen EU-Schwellenwerte bewege, so Frau Höß, seien von der Vergabestelle demnach unterschiedliche Vergabeverfahren und Regelwerke für die verschiedenen Auftragsarten (Bauleistungen, Liefer-/Dienstleistungen und freiberufliche Leistungen) heranzuziehen.

Die Referentin ging ausführlich auf die Vergabe von Liefer- und Dienstleistungen sowie freiberuflichen Leistungen im Unterschwellenbereich ein und stellte auszugsweise die hierfür maßgeblichen Vergabegrundlagen (UVGO und sog. IMBek) vor. Dabei stellte sie Abläufe unterschiedlicher Vergabeverfahren dar. Im Rahmen der Vorstellung der Angebotswertung ging sie insbesondere auf die Eignungsprüfung der Bieter ein. Zum Schluss ihres Vortrags gab Frau Höß hilfreiche Tipps für die Angebotsabgabe.

Anschließend gab Herr **Dr. Heinrich Schoger**, GIBS geologen + ingenieure GmbH + Co. KG, Nürnberg einen Einblick in die [Angebotsanfragen und Kalkulation im Bereich der Altlastenbearbeitung](#). Einleitend schilderte er anschaulich, welche Arten von Angebotsanfragen bei einem im Altlastenbereich tätigen Ingenieurbüro eingehen können und gab Hinweise, welche Handlungshilfen den Vergabestellen für die Aufstellung von entsprechenden Leistungsbeschreibungen und Leistungsverzeichnissen hilfreich sein können. Standardisierte Anfragen hätten den Vorteil, dass sie routinierter abgearbeitet und besser kalkuliert werden können und bei sachgerechter Ausarbeitung rechtssicher seien.

Den Hauptteil seines Vortrags widmete Herr Dr. Schoger der Kalkulation. Er erläuterte für die Kalkulation kleinerer Aufträge (Historische Erkundungen, Orientierende Untersuchungen, Detailuntersuchungen) den Einfluss der „7 W“ – Warum? Was? Wieviel? Wo? Wie? Wann? Womit? – auf den Angebotspreis.

Demnach könne ein Auftrag umso günstiger kalkuliert werden, je genauer die zu erbringende Leistung beschrieben werde.

Ein weiterer Schwerpunkt seines Vortrags stellte die Erläuterung der Ermittlung des Ingenieurhonorars von Sanierungsplanungen und Sanierungen, d. h. in der Regel größeren Aufträgen im Geltungsbereich der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI), dar. Im Altlastenbereich, so Herr Dr. Schoger, sei in der Regel das Leistungsbild „Ingenieurbauwerke“ maßgeblich, die Einstufung des Sanierungsprojektes erfolge dann in die Honorarzone I bis V. Hierbei müsse immer der Unterschied zwischen Grundleistungen und Besonderen Leistungen beachtet werden.

Im letzten Themenblock präsentierte Herr **Thomas Struller**, LGA Institut für Umweltgeologie und Altlasten GmbH, Nürnberg in seinem Vortrag **Endet eine Sanierung? Argumentationshilfen und Strukturierung** zwei Praxisbeispiele aus seiner 29-jährigen Berufstätigkeit. Bei einem Beispiel handelte es sich um eine Grundwasser- und Bodenluftverunreinigung mit PAK, Naphthalin und BTEX auf einer Fläche von ca. 400 x 600 m. Seit 1989 wurden hier in drei Sanierungsphasen erhebliche Schadstoffmengen ausgetragen. Die Sanierungskosten beliefen sich allein seit 2015 auf ca. 2,2 Mio. Euro. Aus kaufmännischer Sicht und angesichts einer asymptotisch verlaufenden Austragskurve stellte der Sanierungspflichtige daher die Frage nach der Verhältnismäßigkeit der Sanierungsmaßnahme.

Sowohl im Fall dieses großflächigen Schadens als auch im Fall einer kleinräumigen LHKW-Grundwasserverunreinigung wurde die Verhältnismäßigkeit unter Anwendung der Arbeitshilfen "HNLUG (2018): Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen" und "LUBW (2020): Ermittlung fachtechnischer Grundlagen zur Vorbereitung der Verhältnismäßigkeitsprüfung von langlaufenden Pump-and-Treat-Maßnahmen" geprüft.



Druckinjektion für in-situ-Sanierungen (Foto: GEO-BOHRTECHNIK GmbH, Blaustein)

In seinem Fazit appellierte Herr Struller, die Verhältnismäßigkeit von langdauernden Sanierungen unter dem Aspekt der Schadstofffracht statt anhand reiner Konzentrationsbetrachtungen zu bewerten.

Im Rahmen der Diskussion wurde darauf hingewiesen, dass gemäß Newsletter des LfU vom 25.04.2019 in Bayern im Einzelfall ergänzend die geringe Fracht unter Zugrundelegung der Ausführungen der LAWA/LABO-Arbeitshilfe "Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen" auf Basis der Stufen-Werte angewendet werden kann.

Im letzten Vortrag der Veranstaltung präsentierte Herr **Benjamin Klock**, GEO-BOHRTECHNIK GmbH, Blaustein das Verfahren **Druckinjektion für in-situ Sanierungen**. Das Verfahren sei entwickelt worden, da konventionelle Sanierungstechniken wie Bodenluftabsaugung, Pump & Treat und ISCO-Verfahren bei hetero-

genen, gering durchlässigen Gesteinen nicht effizient einsetzbar seien. Bei der Druckinjektion komme ein einzementiertes Manschettenrohr zur Anwendung, über das auch mehrmals gezielt die Reagenzien in die kontaminierten bindigen Schichten injiziert werden können. Dieses Spezialtiefbau-Verfahren sei bei der Injektion hydraulischer Bindemittel Stand der Technik und sei von der GEO-BOHRTECHNIK GmbH für die in-situ-Sanierung adaptiert worden, um den jeweiligen Wirkstoff zum Schadstoff zu bringen. Injektionsversuche mit NaCl hätten in geringdurchlässigem Keuper-Mergel in einem 5 m-Radius um die Injektionsstelle noch Reagenzkonzentrationen zwischen 38 und 88 % ergeben. Herr Klock präsentierte Projektbeispiele mit FeSO<sub>4</sub> (Sanierung eines Chrom VI-Schadens), KMnO<sub>4</sub> und Melasse (ISCRAPID-Sanierung von LHKW-Schäden) und verwies darauf, dass auch Schäden unter Gebäuden mit Innenraum-Bohrgeräten wirkungsvoll injiziert werden können.

Die Resonanz auf die Veranstaltung war sehr positiv. Zu diesem schönen Erfolg trugen maßgeblich die Referierenden mit ihren interessanten und sehr aktuellen Vorträgen bei. Dafür an dieser Stelle nochmals ein besonderer Dank. Den Referenten und Moderatoren gilt auch ein Dank für die Zeit und Geduld, die sie für die Vorbereitung der Online-Veranstaltung aufgebracht haben. Ebenso ergeht ein Dank an die BVS für die hervorragende Organisation der Online-Veranstaltung, sowie natürlich auch an alle Teilnehmer für die rege Beteiligung und ihre Diskussionsbeiträge.

## IMPRESSUM >

### HERAUSGEBER:

Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH (GAB)

Innere Wiener Str. 11a, 81667 München  
Tel. 089 44 77 85-0, Fax 089 44 77 85-22  
gab@altlasten-bayern.de  
www.altlasten-bayern.de oder  
www.altlasten-bayern.bayern

### DRUCK:

panta rhei c.m., Martinsried

### KONZEPTION, LAYOUT UND SATZ:

CMS – Cross Media Solutions GmbH, Würzburg  
www.crossmediasolutions.de

### HINWEISE:

Gastbeiträge geben die Meinung bzw. den Informationsstand des Verfassers wieder. Kein Teil dieses Magazins darf vervielfältigt oder übersetzt weitergegeben werden ohne die ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH (GAB).



Gesellschaft zur Altlastensanierung  
in Bayern mbH (GAB)  
[www.altlasten-bayern.de](http://www.altlasten-bayern.de)



## KURZ NOTIERT >

## ANKÜNDIGUNG >

# Altlastensymposium der GAB am 29./30. Juni 2022 in Regensburg



Online-Anmeldung unter  
[www.altlasten-bayern.de/aktuell/  
altlastensymposium-2022/](http://www.altlasten-bayern.de/aktuell/altlastensymposium-2022/)

Für weitere Informationen steht Ihnen die  
GAB gerne zur Verfügung.  
Tel.: 089 44 77 85 0  
E-Mail: [gab@altlasten-bayern.de](mailto:gab@altlasten-bayern.de)

Die Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH (GAB) veranstaltet **am 29. und 30. Juni 2022** in Regensburg, MarinaForum, das diesjährige Altlastensymposium.

An zwei Tagen werden aktuelle Entwicklungen zu rechtlichen und fachlichen Aspekten der Altlastenbearbeitung präsentiert, Erfahrungen mit Datenmanagement vorgestellt sowie das Thema der Entsorgung beleuchtet. In einem weiteren Themenschwerpunkt sollen bundesweite Erfahrungen mit MNA diskutiert werden.

Als Blick über den Tellerrand stellt das Wasserwirtschaftsamt Regensburg am ersten Veranstaltungstag nachmittags das Hochwasserschutzkonzept der Stadt Regensburg vor. Dabei besteht zusätzlich die Möglichkeit der Besichtigung einer fußläufig erreichbaren Baumaßnahme.

Wir lassen den Tag im Brauhaus am Schloss ausklingen, wo bei einem gemeinsamen Abendessen Zeit und Gelegenheit für intensive Diskussionen und Kontaktpflege gegeben ist.

Das Altlastensymposium 2022 führt als Plattform für den interdisziplinären Informations- und Erfahrungsaustausch Entscheidungsträger/innen und Fachleute aus der wirtschaftlichen, kommunalen und regionalen Praxis, Sanierungspflichtige sowie Akteur/innen aus Politik, Verwaltung, Wissenschaft und Forschung zusammen.

Das Tagungsprogramm liegt als Flyer dieser Ausgabe der GAB Kompakt bei. Weitere Exemplare können bei der GAB bestellt werden. Eine pdf-Version kann unter [www.altlasten-bayern.de](http://www.altlasten-bayern.de) abgerufen werden.

