

REGIERUNGSPRÄSIDIUM  
DARMSTADT



# JOURNAL

## *Arbeitsschutz und Umwelt*



DIE RP-ABTEILUNGEN IV UMWELT DARMSTADT, FRANKFURT  
UND WIESBADEN UND ABTEILUNG VI ARBEITSSCHUTZ

November 2024

# INHALT

<b>VORWORT</b>		<b>3</b>
<b>ARBEITSSCHUTZ</b>	Der Tod öffnet „unbekannte“ Türen. Ein interdisziplinärer Fall der besonderen Art.	<b>4</b>
<b>GRUNDWASSER</b>	Grundwasser – Bewirtschaftung unserer wichtigsten Ressource am Beispiel der hessischen Untermainebene	<b>8</b>
<b>FACHÜBERGREIFEND</b>	High-Tech im Regierungspräsidium Darmstadt – Drohneinsatz unterstützt Überwachungstätigkeiten in der Wiesbadener Umweltabteilung	<b>12</b>
<b>GRUNDWASSER, BODENSCHUTZ</b>	Zum Weltwassertag 2024	<b>14</b>
<b>IMMISSIONSSCHUTZ</b>	Die Energiewende braucht Wasserstoff	<b>18</b>
<b>STRAHLENSCHUTZ</b>	Wenn Regierungspräsidium auf Feuerwehr trifft	<b>22</b>
<b>OBERFLÄCHENGEWÄSSER</b>	Praktikum in der Umweltabteilung des Regierungspräsidiums	<b>26</b>
<b>ARBEITSSCHUTZ</b>	Gewinnungssprengung nicht ohne Risiko	<b>28</b>
<b>UNSERE JOURNALE UND DIENSTSTELLEN</b>	Eine Übersicht	<b>34</b>
<b>IMPRESSUM</b>		<b>36</b>

# VORWORT

## LIEBE LESERINNEN UND LESER,

das Regierungspräsidium Darmstadt bündelt eine große Anzahl an Aufgaben. Einen kleinen Ausschnitt aus der großen Bandbreite der Aufgaben allein in den Bereichen des Arbeits- und des Umweltschutzes wollen wir Ihnen mit dieser neuen Ausgabe unseres Journals veranschaulichen.

So kommt moderne Technik in der Wiesbadener Umweltabteilung zum Einsatz: Vier Mitarbeiter haben den „Drohnen-Führerschein“ gemacht. Das erleichtert die Überwachung großer Flächen beispielsweise im Hinblick auf Ablagerungen deutlich.

Spannende Einblicke in einen eher ungewöhnlichen Arbeitsbereich liefert der Artikel „Der Tod öffnet ‚unbekannte‘ Türen“. Im Rahmen der Überwachung wurde festgestellt, dass bei der Einbalsamierung Verstorbener nicht nur gegen arbeitsschutzrechtliche Vorgaben verstoßen wurde, sondern sogar Chemikalien zum Einsatz kamen, die - importiert aus den USA - in der EU nicht mehr zugelassen sind.

Was würde passieren, wenn Spaziergänger in einem Park einen Behälter öffneten, in dem sich radioaktives Material befindet? Neben der Feuerwehr würden die Strahlenschutzfachkräfte des Regierungspräsidiums hinzugezogen werden. Sie entschieden über die Strahlenschutzmaßnahmen vor Ort. Dies alles wurde auf dem Parkplatz des Rebstockgeländes in Frankfurt „durchgespielt“ - eine Übung, die für den Ernstfall wichtig ist.

Engagierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter haben durch ihre Beiträge an der Gestaltung des neuen Journals mitgewirkt, das die tägliche Arbeit transparent und bürgernah präsentiert. Dafür danke ich ganz herzlich.

In diesem Sinne möchte ich Ihnen die Lektüre unseres Journals in der nun folgenden kalten Jahreszeit wärmstens empfehlen und wünsche Ihnen dabei viel Vergnügen

*Ihr Prof. Dr. habil. Jan Hilligardt*  
**Regierungspräsident**



## EIN INTERDISZIPLINÄRER FALL DER BESONDEREN ART

# DER TOD ÖFFNET *„unbekannte Türen“*

Als sich im November 2022 eine Mitarbeiterin der Chemikalienrechtlichen Marktüberwachung im Amt für Arbeitsschutz der Freien und Hansestadt Hamburg aufgrund einfacher Kennzeichnungsmängel an die Marktüberwachung Chemikaliensicherheit im Dezernat VI 63 im Regierungspräsidium Darmstadt wandte, war noch nicht absehbar, dass der sich daraus entwickelnde Vorgang am Ende an die Staatsanwaltschaft abgegeben werden musste. Die Kollegin berichtete, dass schon zu Beginn des Jahres 2022 ihre Behörde zusammen mit dem Hamburger Zoll die chemikalienrechtliche Kennzeichnung von Waren eines Hamburger Unternehmens kontrolliert und den Import aufgrund von Nichtkonformitäten gestoppt hatte.

Bei den beanstandeten Produkten, die von einem amerikanischen Hersteller bezogen wurden, handelte es sich um eine Reihe so genannter Enbalming-Produkte, die zur Einbalsamierung von Leichen vorgesehen sind. Die Gemische sollen beispielsweise der Austrocknung der Haut vorbeugen und ihr ein lebensechtes Aussehen sowie geschmeidige Strukturen verleihen. Bleichmittel können der nach dem Tode eintretenden unschönen Gelbfärbung wirksam entgegenwirken. Das laut Hersteller meistverkaufte seiner Produkte solle auch in „schwierigen“ Fällen bei Erfrierungen und Verwesungen die Haut „festigen“

und hinterlasse dabei ein langfristiges, natürliches Aussehen. Das hiesige Unternehmen verkauft diese Produkte über seine Onlineplattform von Deutschland aus nach ganz Europa.

Im Laufe des Jahres 2022 gab es einen Besitzerwechsel, in dessen Zuge das Handelsunternehmen aus der Hansestadt nach Südhessen, in den Zuständigkeitsbereich des Regierungspräsidiums Darmstadt, übersiedelte.

Die Marktüberwachung Chemikaliensicherheit am Standort Frankfurt nahm den Hinweis der norddeutschen Kollegen zum Anlass, die angebotenen Produkte genauer zu überprüfen, da nicht nur die Kennzeichnung selbst, sondern auch deren Präsentation im Internet chemikalienrechtliche Vorgaben offensichtlich nicht einhielt. Die entsprechenden Vorgaben ergeben sich aus der europäischen CLP-Verordnung für die „Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen“ und sollen in diesem Fall die Anwender der Chemikalien, also Bestatterinnen und Bestatter, vor möglichen Gesundheitsschäden warnen. Aufgrund der Vielzahl an offensichtlichen Mängeln erschien es sinnvoll, direkt einen Gesprächstermin mit den Verantwortlichen der Firma zu vereinbaren, bei dem auch geklärt werden sollte, wer die deutsch-

sprachige Kennzeichnung für die Nachetikettierung der ursprünglich amerikanischen Etiketten erstellt und wie die notwendige Sachkunde gewährleistet werden kann. Im Vorfeld wurde die ebenfalls beim Regierungspräsidium Darmstadt am Standort in Darmstadt ansässige und für das Unternehmen zuständige Betriebsüberwacherin im Dezernat VI 61 - Arbeitsschutz kontaktiert, um im Zuge des Besuchs auch die Arbeitschutzorganisation des Unternehmens sowie die Tätigkeitsbereiche der Beschäftigten und die Lagerung der Gefahrstoffe zu überprüfen.

Bei dem Besuch wurde eine Vielzahl von Mängeln festgestellt. Es wurde zum Beispiel keine systematische Beurteilung der Arbeitsbedingungen (Gefährdungsbeurteilung) durchgeführt, und die arbeitsmedizinische Vorsorge war nicht organisiert. Es existierten kein Gefahrstoffverzeichnis und keine Betriebsanweisungen. Weiterhin gab es keine Zugangsbeschränkungen für das Gefahrstofflager, obwohl krebserzeugende und akut toxische Stoffe gelagert wurden.

Vor Ort wurden schließlich auch eine Reihe von Einbalsamierungschemikalien auf Kennzeichnungsmängel hin überprüft. Die Hauptmangelpunkte waren meist eine zu kleine und dadurch schwer lesbare Schrift und zu kleine Gefahrenpiktogramme. Der neuen Geschäftsführung, die zuvor nicht in Bereichen, die unter das Chemikalienrecht fallen, tätig war, war nicht bewusst, dass sie als Importeurin der Ware in den Wirtschaftsraum der Europäischen Union eine Verantwortung für ihre Produkte hat. Weiterhin zeigten sich Mängel bei den zur Verfügung gestellten Sicherheitsdatenblättern, die gemäß Anhang II der REACH-Verordnung für die „Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien“ in deutscher Sprache zu erstellen sind und beispielsweise konkrete Angaben zu den zu tragenden Schutzhandschuhen geben müssen.

Zurück im Frankfurter Büro fiel dann bei der weiteren Sichtung der Sicherheitsdatenblätter ein besonderer Bestandteil eines der Einbalsamierungschemikalien auf. Das halogenierte Lösungsmittel 1,2-Dichlorethan war dem Marktüberwacher bereits aus der 2021 durchgeführten Pilotierung des REF 9-Projektes (REACH-EN-Force) der Europäischen Union zur „Überprüfung und Durchsetzung der Einhaltung der REACH-Zulassungspflichten“ bekannt. In dem Projekt wurde die Einhaltung der Vorgaben hinsichtlich des Inverkehrbringens und der Verwendung von zulassungspflichtigen Stoffen aus Anhang XIV der REACH-Verordnung, überprüft. 1,2-Dichlorethan war einer dieser Stoffe, für die der Händler rechtzeitig eine Zulassung nach Artikel 56 REACH-Verordnung hätte beantragen müssen, um diesen Stoff weiter in der Europäischen Union nutzen zu dürfen oder mit ihm zu handeln. Selbst für die Einfuhr in den europäischen Wirtschaftsraum bedarf es schon einer Zulassung. Da das „sunset date“, also das letztmögliche Anmeldedatum für eine Zulassung zur Verwendung von 1,2-Dichlorethan in der Europäischen Union, bereits im Jahr 2017 abgelaufen war, waren sowohl das Inverkehrbringen und die Abgabe von Gemischen, die 1,2-Dichlorethan enthalten, als auch deren Verwendung durch nachgeschaltete Anwender nach dem Chemikaliengesetz (ChemG) unzulässig und strafbewehrt.

Der Händler wurde umgehend aufgefordert, zunächst einmal den Verkauf des Produktes zu stoppen. Da es sich bei dem Produkt unter anderem um ein Biozidprodukt nach Biozidverordnung handelte, und für die Abgabe an Dritte noch die Maßgaben der Chemikalienverbotsverordnung zu berücksichtigen waren, wurde im weiteren Verlauf der zuständige Kollege aus dem Dezernat IV/F 43.3 Chemikalienrecht einbezogen. Aufgrund der Komplexität des Sachverhaltes ließ sich die Geschäftsführung durch ein Beratungsunternehmen unterstützen. ▶

Im Folgetermin wurde versichert, dass Produkte mit verbotenen Inhaltsstoffen nicht mehr verkauft werden, und es wurde eine systematische Überprüfung aller Produkte hinsichtlich Einstufung und Kennzeichnung angestoßen. Produkte, die nur an Sachkundige veräußert werden dürfen, sollten vorerst nur im deutschsprachigen Raum verkauft werden, weil die Kennzeichnung nur in deutscher Sprache vorlag. Produkte, die unter den Geltungsbereich der Chemikalienverbotsverordnung fallen, mussten entsprechend gemeldet werden. Eine ältere Meldung existierte zwar, es musste aber überprüft werden, ob diese Meldung noch die aktuelle Produktpalette widerspiegelte. Da viele Produkte unter das Biozidrecht fielen, die wenigsten aber europaweit zugelassen waren, wurde klargestellt, dass es hierfür noch einer nationalen Zulassung oder Anmeldung bedarf. Des Weiteren muss der Händler in seinem Internetshop sicherstellen, dass bestimmte Produkte ausschließlich an gewerbliche Kunden veräußert werden.

Letztendlich stand immer noch das Inverkehrbringen eines zulassungspflichtigen Stoffes im Raum. Hierzu enthält der Artikel 56 der REACH-Verordnung zum Beispiel die folgenden Ausnahmetatbestände:

- eine Zulassung liegt vor beziehungsweise ein Zulassungsantrag wurde rechtzeitig eingereicht,
- ein entsprechender Eintrag im Anhang XIV REACH-Verordnung ist vorhanden,
- das „sunset date“ wurde noch nicht erreicht,
- bei der Verwendung handelt es sich um wissenschaftliche Forschung und Entwicklung,
- es handelt sich um ein Pflanzenschutzmittel, einen Motorkraftstoff, einen Brennstoff, ein kosmetisches Mittel oder
- es handelt sich um ein Biozid-Produkt im Anwendungsbereich der jetzigen Biozidverordnung **und** der biozide Wirkstoff ist in der Liste der identifizierten Wirkstoffe gelistet.

Das Unternehmen argumentierte zudem, dass es nicht für das Inverkehrbringen verantwortlich sei, da die Bestellung des Produktes noch von den alten Geschäftsführern veranlasst worden sei. Da sich die Waren aber aufgrund der festgestellten Mängel des Amtes für Arbeitsschutz Hamburg beim Wechsel der Geschäftsführung noch in der sogenannten zollamtlichen Überwachung befanden, hatte ein Inverkehrbringen zum Zeitpunkt des Wechsels in der Geschäftsführung noch gar nicht stattgefunden.

Nach intensiver Prüfung aller Ausnahmetatbestände sowie der vorgebrachten Informationen wurde festgestellt, dass das Unternehmen gesetzeswidrig gehandelt hatte. Da diese Zuwiderhandlung eine Straftat darstellt, musste der Sachverhalt an die zuständige Staatsanwaltschaft zur weiteren Verfolgung abgegeben werden.

Auch die Kunden, die das Produkt gekauft hatten, haben sich mit dessen Verwendung möglicherweise strafbar gemacht. Die entsprechenden Erkenntnisse mussten an die für die Bestatterinnen und Bestatter zuständigen Behörden weitergeben werden.

Aus behördlicher Sicht liegen keine Erkenntnisse vor, dass der Händler oder die Kunden vorsätzlich gehandelt haben. Der Händler konnte glaubhaft vermitteln, dass er keine Kenntnis von der Zulassungspflicht gehabt habe. Auf Grund der Überarbeitung der Sicherheitsdatenblätter Anfang 2022 durch einen externen Dienstleister sei er davon ausgegangen, dass alle Anforderungen eingehalten seien. Schließlich passierten die Waren einschließlich des 1,2-Dichlorethan-haltigen Produkts dann auch den Hamburger Zoll. Dass sich die Beanstandungen durch den Zoll beziehungsweise die Marktüberwachungsbehörde Hamburg lediglich auf die Kennzeichnung nach CLP-Verordnung sowie die Sicherheitsdatenblätter nach REACH-Verordnung und nicht auf die ganzheitliche Prüfung des Produktes bezogen, sei dem Händler nicht bewusst gewesen.

Embalmingprodukte stellen selbst im Bestattungswesen Nischenprodukte dar. Verstorbene werden in der Regel nur dann einbalsamiert, wenn sie überführt werden müssen oder wenn die Angehörigen eine offene Aufbahrung im Sarg wünschen. Die Einbalsamierung erfolgt in solchen Fällen durch einem sogenannten Thanatopraktiker. Dieser verfügt durch seine spezielle Ausbildung unter anderem über umfangreiche Kenntnisse hinsichtlich anatomischer Grundlagen des menschlichen Körpers, der hygienischen Totenversorgung und Einbalsamierungstechniken. Insgesamt verfügen in Deutschland die wenigsten Bestatterinnen und Bestatter über diese Zusatzqualifikation.



Verpackung Embalming-Produkt 1,2-Dichlorethan-haltig  
(Quelle: RP Darmstadt)

Es ist geplant, die gewonnenen Erkenntnisse noch als Information an die zuständige hessische Handwerkskammer sowie die einschlägigen Verbände weiterzugeben.

Zwischenzeitlich bot der amerikanische Hersteller des in der Europäischen Union nicht zugelassenen Produktes dieses auf der eigenen Homepage selbst in deutscher Sprache an und informiert seine Kunden dabei nicht, dass diese bei einer Bestellung möglicherweise eine Straftat begehen würden. Mittlerweile ist aber auch dieses auf den deutschen Markt ausgerichtete Angebot entfernt worden.



Beispielhafte Ausrüstung zur Einbalsamierung von Leichen mit Pulsator zum Austausch von Körperflüssigkeiten

- *Dr. Martin Berberich*  
martin.berberich@rpda.hessen.de  
**DEZERNAT VI 63**
- *Maren Dornbusch*  
maren.dornbusch@rpda.hessen.de  
**DEZERNAT VI 61**

# BEWIRTSCHAFTUNG UNSERER WICHTIGSTEN RESSOURCE *am Beispiel der hessischen Untermainebene*

Die Trinkwasserversorgung in Südhessen ist gut aufgestellt – allein im Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main werden über 2,4 Millionen Menschen aus einem Leitungsnetz von über 337 Kilometern Länge mit der lebenswichtigen Ressource Wasser versorgt. Die Trinkwasserversorgung speist sich dabei im Allgemeinen aus Grundwasser. Bei einem durchschnittlichen, täglichen Pro-Kopf-Verbrauch im Jahr 2022 von 125 Litern pro Einwohner wurden in besagtem Jahr im gesamten Regierungsbezirk Darmstadt circa (ca.) 63,4 Millionen Kubikmeter (m<sup>3</sup>) an Grundwasser gefördert und hiermit 4,08 Millionen Einwohner versorgt. Inklusive Wasserbezügen von außerhalb lag das gesamte Aufkommen an verbrauchtem Wasser in dieser Region bei ca. 236 Millionen m<sup>3</sup>. Neben der öffentlichen Trinkwasserversorgung, welche Aufgabe der Kommunen im Rahmen der Daseinsvorsorge ist, kommt Grundwasser auch für landwirtschaftliche Beregnung und für einzelne Industriebetriebe für Brauch- und Prozesswasser zum Einsatz.

Bedeutsame Gewinnungsgebiete für die Region Rhein-Main sind unter anderem das Hessische Ried sowie die Hessische Untermainebene. Diese tiefen Porengrundwasserleiter sind in der Lage, große Mengen an Wasser zu speichern. Sandige Böden sorgen für relativ schnelle Versickerung aus den oberen Bodenschichten in den Untergrund. Darüber hinaus lässt sich das hydraulische Verhalten von Porengrundwasserleitern relativ gut simulieren und nachvollziehen, was wasserwirtschaftliche Planungen vereinfacht.

Im Hessischen Ried wird bereits seit dem Jahr 1989 Grundwasser künstlich angereichert, indem Wasser aus dem Rhein entnommen, zu nahezu Trinkwasserqualität aufbereitet und anschließend nach Verteilung über ein erdverlegtes Leitungssystem an einzelnen Infiltrationsbauwerken versickert wird. Dieses System ermöglicht eine gesteuerte Bewirtschaftung der Grundwasserressource. So ist es möglich, gleichermaßen auf Entwicklungen des Klimas wie auch auf Entwicklungen des Bedarfes zu reagieren.



Dadurch gelingt es, die Grundwasserstände im zentralen Bereich des hessischen Rieds innerhalb einer relativ geringen Schwankungsbreite zu steuern. Zu hohe Grundwasserspiegel können zu Vernässungen, zu niedrige hingegen zu Setzrissschäden im Boden führen. Im Fall zu niedriger Grundwasserstände können auch Teile des Naturhaushaltes den Anschluss an das Grundwasser verlieren, auf den er normalerweise angewiesen ist.

Aus der hessischen Untermainebene werden bis zu einer halben Million Menschen in Stadt und Kreis Offenbach sowie Teilen des Kreises Darmstadt-Dieburg mit Trinkwasser versorgt. Auch hier kommt Grundwasser für die öffentliche Trinkwasserversorgung sowie für weitere Zwecke, zum Beispiel im Bereich der Industrie und der Landwirtschaft, zum Einsatz. Bereits seit Jahrzehnten wird die Region der Untermainebene intensiv bewirtschaftet. Im Gegensatz zum Hessischen Ried wird hier das Grundwasser jedoch nicht künstlich angereichert.

Aufgabe der Wasserbehörden ist es, die Nutzung der Grundwasserressourcen in der Form zu gestalten und zu überwachen, dass diese gemäß den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sowie des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) einen guten mengenmäßigen und chemischen Zustand erreichen. Die Grundwasserbewirtschaftung hat dabei ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu gewährleisten. Derzeit befinden sich sämtliche Grundwasserkörper in Hessen noch in einem guten mengenmäßigen Zustand. Anders sieht es bei einigen Grundwasserkörpern, vor allem in Südhessen, mit dem guten chemischen Zustand aus. Dies bemisst sich an vorgefundenen Konzentrationen von Pflanzenschutzmittel, Ortho-Phosphat, Nitrat, Chlorid, Ammonium und Sulfat.



Grundwassermessstelle (Quelle: RP Darmstadt)

Während der mengenmäßige Zustand für den Grundwasserkörper der hessischen Untermainebene aktuell als gut eingestuft wird, ist zu bedenken, dass seit über 20 Jahren große Mengen an Wasserrechten in dieser Region vergeben sind, welche das vorhandene Grundwasserdargebot zu einem beträchtlichen Anteil ausnutzen. So kommt das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) zu dem Ergebnis, dass die mittleren tatsächlichen Grundwasserentnahmen der Jahre 2015 - 2017 in diesem Grundwasserkörper bereits 89 % der mittleren Grundwasserneubildung aus Niederschlag (Mittelwert der Jahre 1981 - 2010) entsprechen. Dies bedeutet, dass ein Großteil des Grundwassers, welches über Niederschlag neu gebildet wird, über Entnahmen wieder abgeschöpft wird. Zu beachten ist bei dieser Gegenüberstellung auch, dass die Grundwasserneubildung in Hessen vor allem ab dem Jahr 2003 flächendeckend im Mittel deutlich zurückgegangen ist. Ein Worst-Case-Szenario geht von im Jahresmittel rückläufigen Grundwasserneubildungen aus (bis maximal -15 % bis zum Jahr 2050). ▶

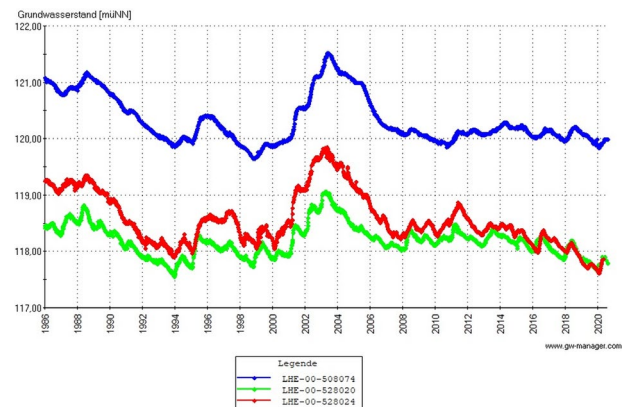
Dem gegenüber steht ein anhaltendes Bevölkerungswachstum vor allem im Landkreis sowie der Stadt Offenbach. Die Rückgänge bei den Pro-Kopf-Verbräuchen durch Wassersparmaßnahmen fallen dabei nicht so stark aus, dass sie den beobachteten Rückgang der Grundwasserneubildung ausgleichen könnten. Effekte des Klimawandels äußern sich neben einem Anstieg der Oberflächentemperaturen und der Verdunstung auch in stärker ausgeprägten Nass- und Trockenphasen.

Um unter den Herausforderungen der Zukunft einen ausgeglichenen Grundwasserhaushalt in der hessischen Untermainebene zu gewährleisten und hierbei weiterhin die Ansprüche unserer grundwasserabhängigen Landökosysteme an den Grundwasseranschluss zu erfüllen, ist eine großräumige Betrachtung der wasserwirtschaftlichen, hydrogeologischen und hydraulischen Verhältnisse in der Region erforderlich. Das Regierungspräsidium (RP) Darmstadt, Abteilung Umwelt, Dezernat IV/Da 41.1 Grundwasser, hat dafür im Jahr 2020 eine Studie in Auftrag gegeben, welche durch ein regional ansässiges Ingenieurbüro erarbeitet wurde. Diese Studie kam im März 2024 zu ihrem Abschluss.

Unter Ermittlung der naturschutzfachlichen und forstlichen Anforderungen an den Grundwasserhaushalt konnte festgestellt werden, auf welche Mengen sich das nutzbare Grundwasserdargebot in der Region beläuft. Unter Berücksichtigung aktueller klimatischer Verhältnisse (Jahre 2010 - 2019) und möglicher künftiger negativer Effekte des Klimawandels (bis zu 15 % reduzierte Grundwasserneubildung bis zum Jahr 2050) sowie der aktuellen Gewinnungsstrukturen (Lage der Brunnen für öffentliche Trinkwasserversorgung) wurde berechnet, bei welcher Entnahmemenge die erforderlichen Grundwasserstände für Landöko-

systeme eingehalten werden können. „Leitplanken“ waren hierfür in der Vergangenheit beobachtete Niedriggrundwasserstände, bei welchen existente Landökosysteme keine Schädigung erfahren haben.

Auch die chemische Belastungssituation des Grundwasserkörpers wurde analysiert. So wurden die Ergebnisse mehrerer Messprogramme der vergangenen Jahre zu Spurenstoffeinträgen in den Grundwasserkörper ausgewertet, verschiedene „Hot-spots“ bezüglich bestimmter Parameter ermittelt sowie mögliche qualitative Gefährdungsquellen beschrieben.



Grundwasserstand beziehungsweise Grundwasserlinien aus der Studie zur Grundwasserbewirtschaftung in der Untermainebene (Quelle: RP Darmstadt)

Im Ergebnis liefert die „Studie zur Grundwasserbewirtschaftung in der Untermainebene“ konkrete Zahlen zu dem langfristig gesicherten nutzbaren Grundwasserdargebot in der hessischen Untermainebene und verknüpft diese mit Grundwasserständen, welche über die Fläche verteilt einzuhalten sind. Diese können über ein hydrogeologisches Messnetz überwacht werden. Das RP Darmstadt, als obere Wasserbehörde, ist dann in der Lage, eine Bewertung der regionalen Verhältnisse über die einzelnen wasserrechtlichen Verfahren hinaus vorzunehmen, wodurch die behördlichen Entscheidungen im wasserrechtlichen Vollzug eine zusätzliche Basis bekommen. Des Weiteren stehen hiermit konkrete Bewirtschaftungsinstrumente in Form einzuhaltender Grundwasserstände für die Überwachung des nutzbaren Grundwasserdargebotes auf Grundlage aktueller Erkenntnisse zur Verfügung.

Für die Kommunen und Wasserversorger in der Region ermöglichen diese Ergebnisse zielgerichtete Planungen für die Sicherung der Wasserversorgung unter Berücksichtigung des zu erwartenden Zuwachses an Siedlungsfläche und der möglichen klimatischen Entwicklungen. Mögliche Maßnahmen sind vielfältiger Natur und Aufgabe der öffentlichen Daseinsvorsorge. So hat sich der Zweckverband Wasserversorgung Stadt und Kreis Offenbach (ZWO) bereits im vergangenen Jahr dem Wasserverband Hessisches Ried (WHR) angeschlossen und wird voraussichtlich ab dem Jahr 2025 Wasser über eine Fernleitung aus dem Gewinnungsgebiet der Hessenwasser GmbH & Co. KG beziehen.

Neben anderen Bezugsmöglichkeiten, wie zum Beispiel über Fernwasserversorgung, käme auch eine künstliche Grundwasseranreicherung aus Flusswasser nach dem Vorbild im Hessischen Ried und Frankfurter Stadtwald in Frage. Maßnahmen zu Einsparungen im Verbrauch, Rückhalt von Wasser in der Fläche, Steigerung der Versickerungsleistung sowie Verlustreduzierung leisten ebenfalls einen positiven Beitrag zur Grundwasserbewirtschaftung.

Das Land Hessen fördert kommunale Wasserkonzepte, welche sich mit der Erarbeitung solcher Maßnahmen beschäftigen. Durch die gemeinsamen Anstrengungen auf der Ebene des Landes sowie der Kommunen und Wasserversorger, hier am Beispiel der hessischen Untermainebene, wird auch in den kommenden Jahrzehnten eine nachhaltige und zukunftsorientierte Wasserversorgung in Südhessen betrieben werden können.

Abgerufen werden kann die Studie zur Grundwasserbewirtschaftung in der Untermainebene auf der Website des RP Darmstadt unter [Startseite / Umwelt und Energie / Gewässer- und Bodenschutz / Grundwasser und Wasserversorgung / Links - Downloads](#)

■ *Fabian Reichl*

fabian.reichl@rpda.hessen.de

**DEZERNAT IV/DA 41.1**

# DROHNENEINSATZ

## *unterstützt* *Überwachungstätigkeiten*



Die Abteilung Umwelt Wiesbaden des Regierungspräsidiums Darmstadt hat zur Unterstützung ihrer vielfältigen Überwachungstätigkeiten Ende 2023 eine Drohne angeschafft.

Das High-Tech-Fluggerät ist mit drei Kameras ausgestattet, wiegt weniger als ein Kilo und kann bis zu zwei Stunden in der Luft sein. Die Drohne kann dank Weitwinkelsensoren in allen Richtungen Flughindernisse erkennen und unterschiedlich schnell fliegen. Im so genannten Cine-Modus, der vor allem für Videoaufnahmen gedacht ist, beträgt die Fluggeschwindigkeit bis zu 5 Meter pro Sekunde, entsprechend 18 Kilometer pro Stunde.

Durch den Einsatz der Drohne können hervorragende Luftaufnahmen erstellt und die Überwachung von Betriebsanlagen damit erheblich erleichtert werden. Mögliche Einsatzgebiete werden dabei unter anderem im Bereich Oberflächengewässer, Deponien, Immissionsschutz und Bergbau gesehen.

Um den professionellen Umgang mit der Drohne zu erlernen, haben sich daher im Februar 2024 Kollegen der Wiesbadener Umwelta Abteilung aus allen Fachbereichen schulen lassen. Alle vier Mitarbeiter verfügen seitdem über den Führerschein, der für den Einsatz

der Drohne vorgeschrieben ist, denn Drohnen gelten - ähnlich wie motorisierte Modellflugzeuge - als unbemannte Luftfahrtsysteme (UAS).

Mit dem großen Fernpiloten-Führerschein (A2) dürfen Drohnen bis zur Klasse C2 gesteuert werden (bis zu vier Kilogramm). Die Drohne darf maximal 120 Meter über dem Boden fliegen. Bei Verbindungsverlust muss sie selbständig eine Notlandung einleiten können.



Flugübung (© RP Darmstadt)

Die Drohne ist auch bereits im Einsatz gewesen, nämlich zuerst im Dezernat 41.2 - Oberflächengewässer. Sie wurde genutzt zur genaueren Überwachung



der Hochwasserlage am Rhein im Mai 2024. Dieses Hochwasser war knapp unter einem Ereignis, welches statistisch alle 10 Jahre auftritt (HQ10).

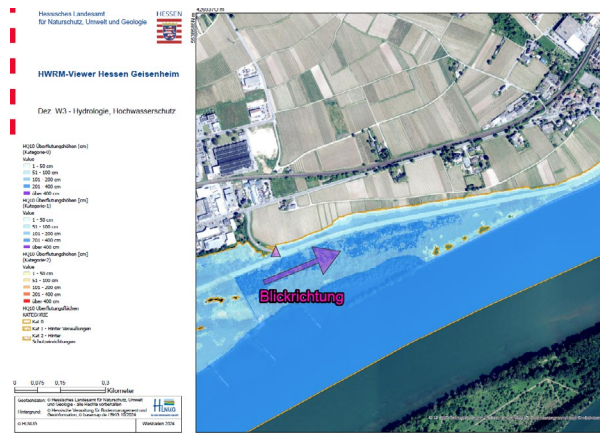
Auf Grundlage der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) waren für derartige Ereignisse unter anderem

Gefahrenkarten für die Kulissengewässer (wie den Rhein) mit den überfluteten Flächen berechnet worden. Diese Berechnungen konnten durch Einsatz der Drohne validiert werden. Die entsprechenden Aufnahmen zeigten weitreichende Übereinstimmungen mit den errechneten Karten. Durch das integrierte GPS und die Möglichkeit, die Kamera der Drohne im Flug um 90° zu senken, konnten sehr genaue Verläufe der Hochwasseranschlagslinie dokumentiert werden. Es zeigte sich dabei auch, dass weiterhin Flugübung erforderlich ist, damit die gewünschte Bild- und Filmqualität erreicht werden kann.



Hochwasserereignis am Rhein im Mai 2024, Blick von Geisenheim nach Winkel (© RP Darmstadt)

Die Kolleginnen und Kollegen aus dem Abfalldezernat konnten ebenfalls bereits erste Erfahrungen mit der Drohne sammeln. Eine großflächige Abfallablagerung wurde mit der Drohne überflogen. Aus der Vogelperspektive konnte so ein Überblick über das Ausmaß der Ablagerung verschafft werden.



HWRM Gefahrenkarte HQ10 in demselben Bereich (© HLNUG)

Mögliche weitere Einsatzgebiete werden bei der Renaturierung von Flüssen und Bächen, zum Beispiel in der „Vorher-Nachher-Darstellung“, gesehen. Auch im Immissionsschutz müssen die Mitarbeitenden künftig nicht mehr auf Dächer steigen, um Schornsteine von Industrieanlagen zu kontrollieren. Das Bergdezernat verspricht sich vom Einsatz der High-Tech-Drohne eine enorme Arbeiterleichterung und Zeitersparnis bei der Überwachung großer Tagebauflächen, einschließlich deren Gefahrenbereiche wie Böschungen und Rutschungen sowie schwer zugänglicher Anlagen wie Band- und Aufbereitungsanlagen. Weitere Einsatzmöglichkeiten in anderen Dezernaten sind jederzeit möglich und denkbar.

Andere Behörden hatten die Drohne empfohlen. Die Beschäftigten der Umwelta Abteilung in Wiesbaden freuen sich nun auf weitere Einsätze mit dem High-Tech-Fluggerät und die dadurch entstehenden Effizienz-Gewinne.

■ *Wolfram Weis*

wolfram.weis@rpda.hessen.de

**DEZERNAT IV/WI 44**

# ZUM *Weltwassertag 2024*

Der Weltwassertag der Vereinten Nationen ist alljährlich auf den 22. März terminiert. An diesem Tag soll die Aufmerksamkeit auf die weltweit über zwei Milliarden Menschen gelenkt werden, die keinen Zugang zu sauberem Wasser haben. Ebenso darauf, dass der globalen Wasserkrise mit lokal und regional jeweils angepassten Maßnahmen begegnet werden muss – als Beitrag und im Sinne des UN-Nachhaltigkeitsziels, für alle Menschen bis spätestens 2030 sowohl eine Wasserversorgung als auch eine Abwasserbeseitigung bereitgestellt zu haben.

Außerdem ist Wasser auch als Kern der Anpassung an den Klimawandel und als Beitrag zur Klima-Resilienz wesentlich: als Bindeglied zwischen natürlichen Klimasystemen, menschlichen Gesellschaften und der gesamten Umwelt.

In diesem Jahr lautete das Motto des Weltwassertags **WATER FOR PEACE**, also über den Beitrag des Wassers zum Frieden, beziehungsweise wie sich Wasser wirksam zum Friedenserhalt einsetzen lässt.

Das Regierungspräsidium (RP) Darmstadt wacht als obere Wasserbehörde über den Gewässerschutz in Südhessen – einen immer dichter besiedelten Raum mit einem immer größeren Wasserbedarf. Angesichts der anhaltenden Wachstumsdynamik achten die drei Umweltschutzabteilungen des RPs in Wiesbaden, Frankfurt und Darmstadt sorgsam darauf, dass das Wasser im Regierungsbezirk nachhaltig bewirtschaftet wird.

Gewisse Grundwasserstände – etwa am hessischen Untermain – sollen in der Zukunft nicht unterschritten werden. Denn auch bei uns sind die Ressourcen endlich – nicht zuletzt aufgrund des besonders in Südhessen schnell fortschreitenden Klimawandels.

Das RP Darmstadt schützt die Trinkwasserversorgung nicht nur in der Menge, sondern auch in ihrer Qualität. So weist die Behörde Schutzgebiete rund um Stollen, Brunnen und Quellen zur Wasser-Entnahme aus. Bereits im Vorfeld ihrer Entscheidungen bringt sie Land-, Forstwirtschaft und Weinbau mit den öffentlichen Wasserversorgern zusammen. Die gesellschaftlich befriedende Bedeutung solcher Plattformen für Interessen-Austausch und Konflikt-Lösung ist ein Wert an sich. In diesem Sinne könnte die Arbeit des Regierungspräsidiums durchaus als ein Beitrag zum Friedenserhalt hierzulande bezeichnet werden. Dieser wird umso wichtiger, je knapper auch in dieser Region die Ressourcen durch den Klimawandel werden.

Was in Deutschland selbstverständlich ist, ist andersorts häufig Mangelware und Anlass von Verteilungskämpfen. Selbst in einigen europäischen Ländern herrscht angesichts des Klimawandels zusehends Wasserknappheit. Umso wichtiger ist es, dass die Wasserbehörden hierzulande auf die wertvolle Ressource gut aufpassen.



Kampagnen-Poster des Weltwassertags 2024 (Quelle: <https://www.un.org/en/observances/water-day/resources>)

1. Angesichts der vielfältigen, unter anderem klima-bedingten Verteilungskämpfe um Wasser – wegen des globalen Bevölkerungswachstums auch noch bei steigendem Wasserbedarf – ist das Motto „Water for Peace“ im Detail erklärungsbedürftig:

- In vielen Staaten ist der Zugang der Menschen zu Wasser ungleich und ungerecht verteilt. Die Unfähigkeit von Staaten, eine zumindest grundlegende Wasserver- und Abwasserentsorgung über Wasserbehörden und andere Institutionen sicherzustellen, führt möglicherweise zu sozialen Unruhen – um Nahrungssicherheit, um Arbeitsplätze, um Migration
- Zuweilen wird Wasser nicht nur, aber auch, durch Staaten als politisches Machtinstrument genutzt, zum Beispiel beim Bau und Betrieb von Talsperren (unter anderem Ägypten/Äthiopien/Sudan:

Grand-Ethiopian-Renaissance-Dam, GERD) oder bei der Nutzung transnationaler Fließgewässer (unter anderem Türkei/Syrien/Irak: Euphrat und Tigris).

Wasser kann bei Konflikten Auslöser, Waffe oder Zwischenfall sein:

- **AUSLÖSER**, wenn unterschiedliche Wassernutzer unversöhnlich aufeinandertreffen;
- **WAFFE**, wenn mittels Wasser versucht wird, die Kontrolle über Land oder Menschen zu erlangen;
- **ZWISCHENFALL**, wenn Wasserressourcen, Wasserinfrastruktur oder dort Beschäftigte absichtlich (oder unabsichtlich) zum Angriffsziel werden.

Wie kann angesichts dieses Befunds Wasser ein Instrument oder gar Katalysator für Frieden sein?

2. Immerhin war in jüngster Zeit in keinem der zahlreichen, weltweit stattfindenden militärischen Auseinandersetzungen das Thema Wasser Hauptursache des Konflikts, wenngleich unerquickliche Spannungen und begrenzte Scharmützel immer wieder vorkamen und -kommen. Staaten favorisieren bei grenzüberschreitenden Wasserressourcen (Fließgewässer, Seen, Grundwasserkörper) eher zu kooperieren, als einen Krieg anzuzetteln. Es ist strategisch, wirtschaftlich und hydrologisch schon im klugen Eigeninteresse vorzugsweise, in internationalen Gewässer-Einzugsgebieten zu kooperieren und bi- oder multilaterale Verträge im Wassersektor abzuschließen: zum Beispiel über gemeinsame Institutionen, Datenaustausch, Dialogformate oder gemeinsame Trainings.

Denn mangelnde Kooperation bei der Nutzung gemeinsamer Wasserressourcen erschwert die nationale, qualitativ und quantitativ ausreichende Wasserversorgung, und gefährdet nebenbei auch die internationale Stabilität. ▶

Erfolgreiche Kooperationen zeichnen sich dadurch aus, dass sie integrativ, Sektor überschreitend und handlungsorientiert sind:

- Wasserressourcen dienen einerseits vielen Akteuren, werden aber auch andererseits durch viele Akteure beeinflusst - aus der Zivilgesellschaft, aus dem privaten Sektor sowie durch nationale, regionale und lokale Behörden. Kooperationen im Wassersektor sollten deshalb die unterschiedlichen Akteure mit ihren je eigenen Ausprägungen und Zielvorstellungen berücksichtigen.
- Wasserressourcen tragen durch gemeinsames Handeln dazu bei, rechtmäßige, ausgewogene und nachhaltige Ergebnisse zwischen Sektoren zu erzielen und dadurch wesentlich Ökosysteme zu schützen. Kooperationen im Wassersektor sollten deshalb weitere Disziplinen wie Energie, Landwirtschaft und Umwelt mitberücksichtigen, bekannt unter dem Stichwort „Nexus“ - als Zusammenhang und Verbindung zwischen Wassersicherheit, Energiesicherheit und Ernährungssicherheit.
- Wasserressourcen bieten Vielen Vorteile, zum Beispiel Kommunen, Sektoren, Ökosystemen und auch ganzen Ländern. Die Vorteile ergeben sich vor allem dann, wenn in Kooperationen konkrete Schritte eingeleitet werden, um finanzielle Lücken zu schließen, um Daten zu erheben und zugänglich zu machen, um Behörden zu koordinieren, um innovative Verfahren und Technologien zu etablieren. Oder auch, um die Rolle des Wassers zu Frieden, zu Stabilität und zu sozialer Gleichberechtigung in Schulen und Universitäten zu lehren.

Für Prozesse, die zur Ermöglichung technischer und politischer Zusammenarbeit zwischen vielen Akteuren bei gemeinsam genutzten Wasserressourcen führen, hat sich der Begriff **Water Diplomacy**, Wasserdiplomatie, etabliert. Hierdurch wird traditionell vorhan-

denes Misstrauen zwischen benachbarten Staaten, benachbarten Regionen oder benachbarten Fachgebieten vermindert und bestenfalls sogar ganz zum Verschwinden gebracht.

Zunehmende Unsicherheiten auf vielen Politikfeldern (zum Beispiel Klima, Sicherheit, Migration) erfordern zudem für einen dauerhaften Friedenserhalt, zwischenstaatlich und auch innerhalb eines Staates, unbedingt eine gute **Water Governance**, also eine aktive und aktivierende Regierungsführung im Wassersektor. Sie soll dafür sorgen, dass alle Akteure ihre Verantwortung übernehmen und schädigende Folgen durch Vernachlässigung oder Nicht-Handeln keinesfalls billigend in Kauf genommen werden. Zum Schutz der Wasserressourcen und letztendlich auch zum Erreichen von Klimazielen sind „Koalitionen der Willigen“ zu stärken, auch international als Klimaallianzen mit ihrer regulierenden Kraft.

Vor allem in fragilen Kontexten kann eine nachhaltige Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen zum Lebensunterhalt der Bevölkerung und zur Reduzierung bewaffneter Konflikte beitragen. In diesem Sinne ist auch eine gute Water Governance entscheidend: zum Schutz vor kriminellen Banden, Terrorgruppen und lokalen Militärs, bei denen die Gefahr besteht, „Land dauerhaft besetzen“ zu wollen, indem sie die Wasserressourcen kontrollieren.

**3.** Ganz prinzipiell jedenfalls ist bei den Institutionen im Wassersektor ein Bewusstsein vonnöten, dass die endliche Ressource Wasser mit Fokus auf den Menschenrechten - unter Einbeziehung aller Betroffenen und auf Basis allgemein zugänglicher, transparenter, verlässlicher und vertrauenswürdiger Daten - zu bewirtschaften ist; und dies gleich auf mehreren Ebenen:



- Kommunale und regionale Institutionen können die verschiedenen Wassernutzer und Inhaber von Wasserrechten bei einer gemeinsamen Problemstellung zusammenbringen, um eine Plattform für Dialog, Streitschlichtung und somit Friedensstiftung und -erhalt zur Verfügung zu stellen.
  - Staatliche Einrichtungen können zwischen verschiedenen wassernutzenden Sektoren koordinieren, sodass Kooperationen entstehen, die über die eigenen Partikularinteressen hinausgehen.
  - Zwischenstaatlich können bei der gemeinsamen Nutzung von Wasserressourcen Kooperationen Startpunkt sein für Verständigungen, und sogar für eine über das Thema Wasser hinausgehende Zusammenarbeit. Vor allem nach Beendigung zwischenstaatlicher Konflikte spielt Wasser oftmals die entscheidende Rolle beim Aufbau von Vertrauen und beim Fördern langanhaltender Stabilität, die die konkrete Grundlage für Zusammenarbeit darstellt und für ein gemeinsames Verständnis sorgt.
4. In aller Kürze: Kooperationen in wasserwirtschaftlichen Fragen, Wasserdiplomatie und gute Regierungsführung im Wassersektor können zum Frieden beitragen: Water for Peace!

**POSTSKRIPTUM.** Aus aktuellem Anlass sei, als böse Ausnahme in Europa, die keinesfalls die Regel und das Motto des Weltwassertags 2024 „Water for Peace“ erschüttern soll, die Donau genannt - ein internationales Gewässer mit fast 2.800 Kilometern Länge.

Hier ist eine zwischenstaatliche Organisation zur Regelung der Schifffahrt etabliert, im Einklang mit den Interessen und souveränen Rechten der Donauländer, und zur Festigung der wirtschaftlichen und kulturellen Bindungen zwischen den Donauländern untereinander und zu anderen Ländern: die „Donaukommission“. Mitglied dieser Kommission ist, obwohl nicht Donau-Anrainer, auch die Russische Föderation, zurückgehend auf eine 1840 geschlossene Konvention zwischen Österreich und Russland.

Durch die bereits seit 2022 andauernde militärische Aggression der Russischen Föderation gegenüber der Ukraine sind Gefahren entstanden, auch im Donaudelta und im Schwarzen Meer, die zu wirtschaftlichen Schäden für die Transport- und Umschlagaktivitäten entlang der gesamten Donau geführt haben. Konkret hat darüber hinaus die Russische Föderation mit einer Drohne ukrainische Donauhafeninfrastruktur in der Region Odessa in Brand gesetzt (unter anderem einen Getreidehangar), um die Ausfuhr von Agrarerzeugnissen aus der Ukraine zu stören.

Nun hat die Donaukommission alle Vertreter der Russischen Föderation von der Teilnahme an ihren Sitzungen und Arbeitsgremien ausgeschlossen. Den finanziellen Jahresbeitrag zur Kommission bezahlt die Russische Föderation nicht mehr. Frostige Zeiten.

■ *Dr. Thomas Ziegelmayr*  
 thomas.ziegelmayer@rpda.hessen  
 DEZERNAT IV/WI 41.1

Literatur:

1. Vereinte Nationen - Wasser, Genf: <https://www.unwater.org/our-work/world-water-day>
2. Stockholm International Water Institute, Stockholm: <https://siwi.org/whywater/why-is-water-important/>
3. Donaukommission, Budapest: <https://www.danubecommission.org/>

# DIE ENERGIEWENDE *braucht Wasserstoff*

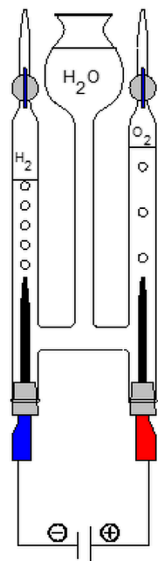


Eine zentrale Rolle bei der Energiewende spielen kommunale Wärmepläne sowie grüner Wasserstoff<sup>1</sup>. Die Ausweitung der Erzeugung von Wasserstoff und seine zunehmende Verwendung als vielseitiger chemischer Rohstoff und vor allem Energieträger sind zentrale Bausteine für die Gestaltung der Energie- und Wärmewende.

legt durch Elektrizität, die bis dahin zur mächtigen und leicht verwendbaren Kraft erwachsen sein wird...“

Wasserstoff wird bereits seit über 100 Jahren industriell hergestellt. Für die Nutzung im Rahmen der Energiewende ist aber trotzdem noch einiges zu klären, und bis zur Vision von Verne ist es wohl noch ein langer Weg. Unbeeindruckt davon soll gemäß dem Koalitionsvertrag der Bundesregierung beziehungsweise der nationalen Wasserstoff-Strategie auf Ebene des Bundes die heimische Elektrolyseleistung bis 2030 auf 10 Gigawatt (GW) ausgebaut werden.

Die gegenwärtige Elektrolyseleistung in Deutschland betrug vergangenes Jahr mit 68 Megawatt (MW)<sup>4</sup> einen Bruchteil dieses angestrebten Zielwerts. Wasserstoff wird gegenwärtig weltweit eher weniger durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger produziert, sondern vor allem durch katalytische Umwandlung fossiler Energieträger, vor allem Erdgas (Dampfreformierung). Man spricht hier daher nicht von „grünem“, sondern von „grauem“ Wasserstoff. Als farbloses Gas hat Wasserstoff an sich freilich keine Farbe; die Aufteilung in „grünen“, „blauen“, „orangenen“ oder „grauen“ Wasserstoff dient dazu, die Herstellungsarten und letztlich das Maß an Klimaneutralität des so erzeugten



Tatsächlich ist die Idee nicht ganz neu: Im Jahr 1800 entdeckte der Physiker Alessandro Volta, dass sich Wasser durch Strom in Wasserstoff und Sauerstoff aufspalten lässt<sup>2</sup>. Diverse Forscher (zum Beispiel Grove, Faraday, Siemens<sup>3</sup>) untersuchten in den folgenden Jahrzehnten unabhängig voneinander die Vorgänge, die sich bei der Elektrolyse von Wasser abspielen, und vielleicht ist dem einen oder der anderen noch der Hofmannsche Zersetzungsapparat aus dem Chemieunterricht bekannt.

Abbildung: Hofmannscher Zersetzungsapparat

Jules Verne lässt in seinem 1874 erschienenen Science-Fiction-Roman „Die geheimnisvolle Insel“ einen seiner Helden, den Ingenieur Cyrus Smith, sagen: „Das Wasser ist die Kohle der Zukunft“, also „das in seine Elementarbestandteile zerlegte Wasser, zer-

Gleichspannungsquelle

<sup>1</sup> LAI-Vollzugshilfe zur 4. BImSchV (Stand 27.09.2022)

<sup>2</sup> Wikipedia und andere - Geschichte der Elektrolyse

<sup>3</sup> Wikipedia und andere - Geschichte der Elektrolyse

<sup>4</sup> BEW Vortrag Heiko Lohmann Planung und Genehmigung von Wasserstoffelektrolyseuren, September 2023



Wasserstoffs zu unterscheiden. „Grauer Wasserstoff“ ist nicht klimaneutral. „Oranger Wasserstoff“ entsteht durch die Nutzung von Biomasse oder Strom aus Abfallverwertungsanlagen wie Müllheizkraftwerken. Er kann vor allem übergangsweise genutzt werden, um beispielsweise den Fuhrpark des Abfallentsorgers zu dekarbonisieren, bis langfristig auch im Verkehrssektor mehrheitlich „grüner Wasserstoff“ verwendet werden soll<sup>5</sup>.

Es gibt somit zwei Herausforderungen: erstens: die Energie für die Elektrolyse auf nachhaltiger Basis zur Verfügung zu stellen und zweitens: die Elektrolyse von Wasserstoff selbst zu steigern.

Bleiben wir bei der zweiten oben genannten technischen Herausforderung: Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen zur Herstellung von Wasserstoff bedürfen nach aktueller Rechtslage ab einer bestimmten Leistung einer Genehmigung nach § 4 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Das deshalb notwendige Genehmigungsverfahren

kann bei Anlagen mit einer Produktionsleistung von 50 Tonnen Wasserstoff pro Tag, da die Öffentlichkeitsbeteiligung (jedenfalls) obligatorisch ist, abhängig von der Zahl etwaiger Einwenderinnen und Einwender, auch länger dauern als die vom Gesetzgeber vorgesehene Verfahrensdauer von sieben Monaten. Falls gegen die Genehmigung dann Klagen erhoben werden, können die Gerichtsverfahren die Inbetriebnahme der Anlage noch weiter verzögern.

Am 4. August 2024 ist eine Novelle der IE-RL<sup>7</sup> in Kraft getreten, die die Elektrolyse von Wasser zur Herstellung von Wasserstoff bis zu einer Kapazität von 50 Tonnen pro Tag aus der europarechtlichen Genehmigungspflicht entlassen hat. Diese Produktionskapazität entspricht etwa einer elektrischen Nennleistung von 100 MW. Hierdurch sind Spielräume für eine weitere sachgerechte Ausgestaltung im deutschen Recht eröffnet worden. ▶

<sup>5</sup> ECO Journal EnBW Unternehmen, [www.enbw.com/unternehmen](http://www.enbw.com/unternehmen)

<sup>6</sup> BGBl. I Nr. 3.55 S. 1

<sup>7</sup> Richtlinie (EU) 2024/1785 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. April 2024 zur Änderung der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) und der Richtlinie 1999/31/EG des Rates über Abfalldeponien vom 24. April 2024 (ABl. L 2024/1785 vom 15.07.2024)

Diese Übertragung in deutsches Recht hat mit der Bekanntgabe der 3. Verordnung zur Änderung der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen vom 12.11.2024<sup>6</sup> nunmehr stattgefunden, aufgrund derer zukünftig für Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von weniger als 5 MW keine BImSchG-Genehmigung mehr notwendig ist und Anlagen mit einer Produktionskapazität von weniger als 50 Tonnen Wasserstoff je Tag in einem vereinfachten Genehmigungsverfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung genehmigt werden können. Vor diesem Hintergrund stellen sich die Fragen: Mit welcher Bedeutung wird

die Wasserstoffstrategie zukünftig in Hessen gefördert werden? Ist unsere Verwaltung leistungsfähig genug, um das vorgegebene Ziel mit den vorhandenen Ressourcen zu erreichen? Der Weg zur weitgehenden Substitution fossiler Energieträger durch Wasserstoff ist also lang und ambitioniert, aber laut Lao-Tse beginnt ein Weg von tausend Meilen bekanntlich mit einem Schritt. Mit der Überreichung des Genehmigungsbescheides für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur am Standort Darmstadt, genauer für die Errichtung und den Betrieb einer Anlage zur Erzeugung, Speicherung und Abfüllung von Wasserstoff durch Regierungspräsident Prof. Dr. habil. Jan Hillgardt am 21. März 2024 wurde einer dieser ersten Schritte getätigt.

Der in der neuen Anlage der ENTEGA AG erzeugte Wasserstoff soll im ÖPNV, für die Befüllung von Müllsammelfahrzeugen und von LKW-Trailern eingesetzt werden. Der erzeugte Wasserstoff könnte zum Teil Diesel im Verkehrssektor verdrängen, kann aber auch das bei An- und Abfahrvorgängen für die Stützfeuerung des benachbarten MHKW's verwendete Erdgas ersetzen. Auch eine Wasserstoffbeimischung ins Erdgasnetz ist nicht ausgeschlossen.



Beispielfoto einer Wasserstofftankstelle (Air Liquide) für PKW in Offenbach (Quelle: Wikipedia, Foto von L. Willms)



Brennstoffzellenbus (Wasserstoffbetrieb) des Herstellers Van Hool in Gießen Quelle: RMV/ Katrina Friese (Vielen Dank an rmv für die Bereitstellung des Fotos)

Kern der Wasserstoffproduktion sind zwei aus einzelnen Stacks aufgebaute PEM (Protonen-Austausch (Exchange)-Membran)-Elektrolyseure, die mit einer Stromaufnahme von 6 MW bis zu 2.700 Kilogramm Wasserstoff pro Tag produzieren. Benötigt werden 1,5 Kubikmeter (m<sup>3</sup>) Trinkwasser pro Stunde.

Der in den PEM-Elektrolyseuren abgetrennte, gereinigte und getrocknete Wasserstoff tritt mit einem Druckniveau von circa (ca.) 30 bar aus und wird in einem Niederdruckspeicher mit ca. 13 m<sup>3</sup> bei ca. 30 bar gespeichert, bevor er, mittels Mitteldruckkompressoren auf maximal 530 bar verdichtet, in drei LKW-Trailer abgefüllt und abtransportiert wird. Zusätzlich zum Abtransport per LKW-Trailer werden am Standort Abfüllstationen für Müllsammelfahrzeuge und Busse des ÖPNV entstehen. Die Power Units der Elektrolyseure werden aus dem 20-kV-Netz des MHKW über eine Mittelspannungshauptverteilung versorgt. Die Elektrolyseure verfügen jeweils über einen eigenen Transformator sowie Gleichrichter.

Das Genehmigungsverfahren wurde – wie dies vor Inkrafttreten der Änderung der 4. BImSchV noch notwendig war – mit Öffentlichkeitsbeteiligung, diversen Gutachtern und Beteiligung einer Vielzahl an Stellen innerhalb und außerhalb der Genehmigungsbehörde durchgeführt und war von Einwendungen sowie diversen juristischen und personellen Herausforderungen begleitet.

Bis 2026 sollte das Gesamtprojekt umgesetzt sein, und bis dahin sollten die Nutzer des ÖPNV in den Genuss kommen, sich mit wasserstoffbetriebenen Bussen auch durch Darmstadt kutschieren zu lassen.

■ *Thomas Heß*  
[thomas.hess@rpda.hessen.de](mailto:thomas.hess@rpda.hessen.de)  
**DEZERNAT IV/DA 43.2**

# WENN RP *auf Feuerwehr trifft*

Zu den vielfältigen Aufgaben der Umweltabteilung des Regierungspräsidiums Darmstadt gehört auch der Strahlenschutz. Die Mitarbeitenden im Strahlenschutz sind dabei nicht nur in der Aufsicht tätig. In Notfällen, so genannten Zwischenfällen, sind sie als Strahlenschutzfachkräfte im Einsatz. Dabei arbeiten sie häufig auch mit Feuerwehren zusammen.

### SCHRECK BEIM SPAZIERGANG

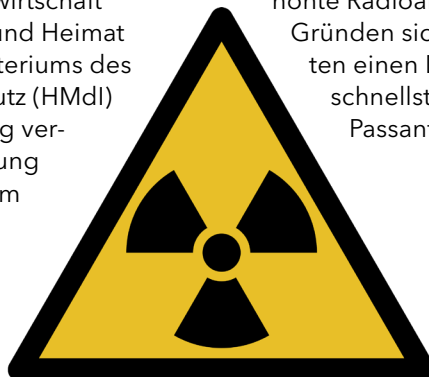
Eine wilde Müllablagerung liegt mitten auf dem Parkplatz des Rebstockgeländes in Frankfurt am Main. Ein Spaziergänger wird neugierig und schaut nach, was sich in den Kunststoffbehältern befindet. Er versucht, die Behälter zu öffnen, erkennt aber viel zu spät die warnenden Aufkleber. „Achtung Radioaktiv“ steht auf dem gelben Schild zu lesen, darüber das „Flügelrad“. Da er die Behälter bereits berührt hat, bekommt der Mann Panik. Er befürchtet, „verstrahlt“ zu sein, wählt den Notruf und aktiviert somit die Rettungskette.

### ALLES NUR ÜBUNG

Der Ernstfall blieb zum Glück aus. Die Szenerie war der Beginn einer Übung der zuständigen Stellen zur Bewältigung von Zwischenfällen mit radioaktiven Stoffen. Diese sind in Hessen sowohl im Ressort des Hessischen Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat (HMLU) als auch des Hessischen Ministeriums des Inneren, für Sicherheit und Heimatschutz (HMdl) angesiedelt, die gemeinsam die Übung verantworteten. Teilnehmende dieser Übung waren die Berufsfeuerwehr Frankfurt am Main und die Strahlenschutzfachkräfte des Dezernates Strahlenschutz, Chemikalienrecht (IV/F 43.3) des Regierungspräsidiums Darmstadt.

Die Übung wurde mit echten, umschlossenen, radioaktiven Quellen unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt. Die Planung und Organisation dieser Übung übernahm im Wesentlichen das Hessische Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (HLNUG).

Die ersten Einheiten, die bei dieser Übung an der Einsatzstelle eintrafen, gehörten zur Berufsfeuerwehr Frankfurt am Main. Deren Aufgabe ist die unmittelbare Gefahrenabwehr. Sie erkundeten die Lage und konnten schnell feststellen, dass die Person tatsächlich kontaminiert war. Die Feuerwehren sind für solche Einsätze mit Messgeräten ausgerüstet, welche es Ihnen erlauben, Radioaktivität zu messen und Kontaminationen – also flüchtige Verschmutzungen mit radioaktiven Stoffen – zu erfassen. So konnten die Feuerwehrleute im Rahmen ihrer Ersterkundung auch feststellen, dass in der Nähe der Fässer eine erhöhte Radioaktivität vorhanden war. Aus diesen Gründen sicherten sie das Gelände und richteten einen Dekontaminationsplatz ein, um sich schnellstmöglich um den kontaminierten Passanten kümmern zu können.



## DAS REGIERUNGSPRÄSIDIUM KOMMT INS SPIEL

Da es sich bei der vorgefundenen Lage um eine illegale Beseitigung radioaktiver Stoffe handelte, war bei diesem Übungsszenario von einem so genannten „Zwischenfall mit radioaktiven Stoffen“ auszugehen. Dieser ist im Erlass „Maßnahmen bei Zwischenfällen mit radioaktiven Stoffen oder ionisierender Strahlung“ definiert. Der Erlass regelt die Zusammenarbeit der verschiedenen Behörden bei der Bewältigung solcher Zwischenfälle. Dort ist ebenfalls festgelegt, dass die zuständige Behörde für Angelegenheiten des Strahlenschutzes bei solch einem dargestellten Szenario das örtlich zuständige Regierungspräsidium ist.

Kurz nach der Alarmierung der Feuerwehr wurden demnach die Strahlenschutzfachkräfte über die im Erlass geregelte Meldekette alarmiert. Allerdings verfügen die Strahlenschutzfachkräfte der Regierungspräsidien über keine Rufbereitschaft. Außerhalb der regulären Dienstzeit werden diese über ihre privaten Telefone alarmiert. Bei einem echten Zwischenfall würden sich die Strahlenschutzfachkräfte nach der telefonischen Alarmierung in die Dienststelle begeben, die Schutzausrüstung, Strahlenschutzmesstechnik und Bergungsmaterial holen und dann zur Einsatzstelle fahren.



Die Strahlenschutzfachkräfte Dr. Michael Endres (mit blauer Weste links) und Marcel Goeden (mit blauer Weste rechts) (Quelle: HLNUG)

Um diesen zeitlichen Verzug realitätsnah abzubilden, wurde durch die Übungsleitung eine knappe Stunde nach Übungsbeginn die Ankunft der Strahlenschutzfachkräfte – Herr Dr. Michael Endres und Herr Marcel Goeden – eingespielt.

Damit sich die Strahlenschutzfachkräfte einen Überblick der Lage verschaffen konnten, wurde umgehend zusammen mit der Einsatzleitung der Feuerwehr eine Lagebesprechung durchgeführt. Während Herr Dr. Michael Endres anschließend mit dem Einsatzleiter das weitere Vorgehen abstimme, zog sich Herr Goeden die notwendige persönliche Schutzausrüstung an, um die Feuerwehrleute im Absperrbereich anzuleiten.

## GEMEINSAM ÜBEN FÜR DEN ERNSTFALL

Der Fokus aller Einsatzkräfte lag selbstverständlich auf der Versorgung des Passanten. Dieser wurde durch die Feuerwehr zuerst dekontaminiert. Dabei wurden die Hände über einer Tonne mit Wasser und Seife gewaschen. Danach konnten bei ihm keine erhöhten Werte mehr festgestellt werden, und er wurde fiktiv dem Rettungsdienst übergeben. Die angenommenen Kontaminationen wurden übrigens bei ihm durch das HLNUG mit Leuchtfarbe simuliert, so dass die eingesetzten Feuerwehrleute mit einer UV-Lampe „messen“ konnten. Im Einsatzfall kommen so genannte Kontaminationsnachweisgeräte zum Einsatz. Diese geben den Feuerwehrleuten einen Messwert zurück. Liegt dieser über dem Dreifachen der natürlichen Untergrundstrahlung, geht man von einer Kontamination aus. ▶



Ausrüstung der Strahlenschutzfachkräfte. Links: Bergebehälter, Mittig: Koffer mit Schutzausrüstung. In offener Schublade: Dosisleistungsmessgeräte, zur Suche nach radioaktiven Stoffen und zur Messung der erhaltenen Dosis. Darunter (Orange): Kontaminationsnachweisgeräte. Rechts: Gammaskontaminationsmessgerät zur Nuklididentifikation. (Quelle: RP Darmstadt)

Besonders im Blick war bei der Übung die Zusammenarbeit zwischen den Strahlenschutzfachkräften des Regierungspräsidiums und der Feuerwehr. Geregelt ist diese im oben erwähnten Erlass. Dieser basiert aber auch auf den gesetzlichen Regelungen, also dem Strahlenschutzgesetz. So ist jeder Fund oder jeder Verdacht, einen radioaktiven Stoff zu besitzen, nach Strahlenschutzgesetz der zuständigen Behörde zu melden. Durch die im Erlass festgeschriebenen Meldekettens ist sichergestellt, dass auch bei einem Anruf über die 112 (Notruf/Feuerwehr) oder 110 (Polizei) die zuständigen Regierungspräsidien informiert werden.

Die Strahlenschutzfachkräfte haben beim Einsatz auch die „radiologische Einsatzleitung“. Sie entscheiden folglich über die Strahlenschutzmaßnahmen vor Ort. Auch dies basiert auf gesetzlichen Befugnissen der Regierungspräsidien als Strahlenschutzbehörden. So sind die Strahlenschutzfachkräfte zwar einerseits im Rahmen eines Notfalls, also des Zwischenfalls, gemeinsam mit der Feuerwehr praktisch tätig, führen aber gleichzeitig amtliche Handlungen durch. So ist zum Beispiel die Freigabe des Einsatzortes und die Feststellung, dass kein radioaktiver Stoff vorhanden ist beziehungsweise keine Kontamination vorliegt, eine amtliche Handlung.

Dies wurde auch in der Übung so praktiziert. Herr Dr. Michael Endres traf die nötigen amtlichen Anordnungen und kommunizierte direkt mit der Einsatzleitung der Feuerwehr. Er stellte aufgrund der Messung der Feuerwehr amtlich fest, dass der Passant nicht mehr kontaminiert war.

Herr Marcel Goeden hatte inzwischen die Schutzausrüstung angelegt und begutachtete mit den Feuerwehrleuten die wilde Müllablagerung. Bereits nach den ersten Messungen stellte sich heraus, dass hier verschiedene Strahler entsorgt wurden. Nach der Separierung der radioaktiven Stoffe wurde die Aktivität und das Nuklid der Strahler bestimmt. Diese Informationen sind wichtig, damit das HLNUG die richtigen Vorkehrungen treffen kann, um die Quellen ordnungsgemäß zur Hessischen Landessammelstelle für radioaktive Stoffe transportieren zu können. Gefunden wurden drei unterschiedliche Strahler (Cs-137, Eu-152 und Ba-133), wobei der stärkste Strahler eine Aktivität von 0,75 Gigabecquerel hatte. Mit der Anforderung eines entsprechenden Transportes durch die Strahlenschutzfachkräfte endete die Übung.





Marcel Goeden sucht in der Müllablagerung nach radioaktiven Quellen (Quelle: HLNUG)

## FUNDE UND ZWISCHENFÄLLE IN DER REALITÄT

Übungen, wie die am Rebstockbad, sind wichtig, denn trotz der strahlenschutzrechtlichen Aufsicht beim Umgang mit radioaktiven Stoffen durch die zuständigen Behörden kann der Verlust eines Strahlers oder der Fund einer herrenlosen Strahlenquelle nicht vollständig ausgeschlossen werden. So wurden in den Jahren 2009 bis 2017 bundesweit 226 Meldungen über den Verlust beziehungsweise Fund von Strahlenquellen aufgezeichnet. Gefunden wurden diese Strahlenquellen häufig in Schrott- oder Müll-Containern während der Anlieferung bei entsprechenden Verwertungsbetrieben oder Deponien. Nach Einschätzung der Dezernatsleiterin Frau Tanja Herwig wird die Anzahl von Funden herrenloser Quellen zunehmen. Aus den im Dezember 2019 veröffentlichten Schlussfolgerungen der „Besten Verfügbaren Techniken“ in Bezug auf die Abfallverbrennung wurden die Betreiber solcher Anlagen verpflichtet, eine Radioaktivitätserkennung einzubauen.

Im Aufsichtsbezirk des Dezernates IV/F 43.3 gingen zwei dieser Portalmessanlagen Ende April 2024 in Betrieb.

Auch Funde im privaten Bereich sind keine Seltenheit. So sind zum Beispiel „Radiumtrinkbecher“ in Umlauf. Diese Becher sollten Wasser als sogenannte „Trinkkur“ mit dem radioaktiven Gas Radon anreichern, das durch den Zerfall des im Becher enthaltenen Radiumpräparats freigesetzt wird. Solche Präparate unterliegen nach heutigem Recht der Genehmigungspflicht. Solche Funde können während der Dienstzeit direkt bei den Regierungspräsidien gemeldet werden. Die Strahlenschutzfachkräfte beraten, stellen die Stoffe sicher und leiten die fachgerechte Entsorgung ein. Wird aber, wie im Übungsszenario, eine akute Gefährdung vermutet, so sollte direkt die Feuerwehr alarmiert werden.

Die Behörden sind nach Strahlenschutzgesetz zu regelmäßigen Übungen verpflichtet, damit im Ernstfall das Zusammenspiel aller beteiligten Kräfte reibungslos gelingt.

■ *Dr. Michael Endres*  
[michael.endres@rpda.hessen.de](mailto:michael.endres@rpda.hessen.de)  
**DEZERNAT IV/F 43.3**

■ *Marcel Goeden*  
[marcel.goeden@rpda.hessen.de](mailto:marcel.goeden@rpda.hessen.de)  
**DEZERNAT IV/F 43.3**

Einen kurzen Videoclip über diese Übung des Sat.1 Regionalmagazins finden sie unter folgendem QR-Code:



# PRAKTIKUM IN DER *Umweltabteilung*

Ein Erfahrungsbericht von Hannes Eder, Student an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Studiengang Umweltingenieurwesen, Schwerpunkt Wasser- und Kreislaufwirtschaft.

Am 22. Mai 2023 startete mein 22-wöchiges Praktikum im Dezernat IV/Wi 41.2 - Oberflächengewässer der Umweltabteilung Wiesbaden, welches Teil meines Studiums Umweltingenieurwesen mit Fachrichtung Wassertechnik ist. Ziel des Praktikums war das Erwerben erster Berufserfahrungen und das Anwenden erlernter Studieninhalte. Da mich die Gewässerökologie und -struktur besonders interessiert, war ich sehr froh, die Möglichkeit zu bekommen, Arbeitsabläufe im Dezernat Oberflächengewässer in der Umweltabteilung Wiesbaden kennenzulernen.

Die Dezernatsleiterin Frau Tremper hatte bereits im Vorfeld eine Projektidee, welche mir eine freie Gestaltung bei der Umsetzung ermöglichen sollte. Hauptaufgabe während meines Praktikums war die Aktualisierung der Einträge in das Fachinformationssystem (FIS) Wanda. Dieses Fachinformationssystem ist eine **Datenbank**. Sie liefert eine Übersicht der bestehenden **Wanderhindernisse** am Gewässer, lokalisiert diese und bewertet deren Passierbarkeit für unterschiedliche Fischarten und Makrozoobenthos<sup>1</sup>.

Wanderhindernisse umfassen alle Typen von Querbauwerken (beispielsweise Abstürze, Wehre, Massivsohlen), die die Hydromorphologie und Durchgängigkeit des Gewässers beeinflussen.

In den letzten Jahren wurden in Deutschland - aufgrund der Wasserrahmenrichtlinie und einem steigenden Bewusstsein für den Wert von naturnahen Gewässern - eine Vielzahl an Renaturierungsprojekten umgesetzt.

Meine Aufgabe war es nun, die Querbauwerke, an denen Renaturierungen umgesetzt wurden, über weitere Fachinformationssysteme wie zum Beispiel den Wasserrahmenrichtlinien-Viewer und FIS MaPro (Fachinformationssystem Maßnahmenprogramm) zu ermitteln sowie in FIS Wanda nachzuführen. Diese Veränderungen beziehen sich dabei beispielsweise auf die Bauart, die Substratmerkmale, hydraulische Randbedingungen oder die Funktion des Bauwerks (Wasserentnahme, Sohlenstabilisierung, Hochwasserschutz). Eine Ortsbesichtigung ist dabei unerlässlich. So konnte ich umfangreich die Fließgewässer und deren Einzugsgebiete im Zuständigkeitsbereich der Wiesbadener Umweltabteilung kennenlernen. Zudem bot sich mir ein abwechslungsreicher Arbeitsalltag, der sowohl im Büro als auch am Gewässer stattfand. Besonders interessant waren dabei die individuellen Ansätze bei der Renaturierung und Unterhaltung von Fließgewässern, die sich je nach Verhältnissen und Restriktionen vor Ort aber auch je nach Landkreis und Kommune stark unterschieden haben.



Umgebautes Wanderhindernis (Quelle: RP Darmstadt)

Ein weiteres spannendes Arbeitsfeld tat sich durch die Begleitung des hydrologischen Messdienstes auf. Dabei konnte ich die unterschiedlichen Messtechniken der Niederschlags-, Grundwasser-, und Pegelmessstellen kennenlernen und Wartungsarbeiten auf abwechslungsreichen Außendienstseinsätzen begleiten.

Ich hatte ein sehr schönes Praktikum mit großartigen Arbeitskolleginnen und Arbeitskollegen, die stets eine lockere Atmosphäre verbreiteten. Daher bin ich im Besonderen dem Dezernat sehr dankbar für die herzliche Aufnahme ins Team. Es herrschte stets ein freundliches Miteinander und große Offenheit bei Rückfragen.

Ein Nachteil ist für mich der fehlende finanzielle Anreiz für Praktikanten, da das Regierungspräsidium das Praktikum weder vergüten noch eine Aufwandsentschädigung beispielsweise in Form eines Landestickets bereitstellen konnte. Auch wenn ich darüber vorab in Kenntnis gesetzt wurde, denke ich, dass es gerade im Hinblick auf die Nachwuchsförderung hilfreich wäre, die Praktika zu vergüten.

■ *Hannes Eder*

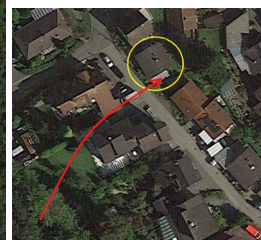
Praktikant im Dezernat IV/Wi 41.2 Mai bis Oktober 2023

# GEWINNUNGSSPRENGUNG *nicht ohne Risiko*

Nach einer Sprengung klingelte das Telefon beim Betriebsleiter eines Steinbruchs. Der Bewohner einer naheliegenden Ortschaft teilte mit, dass ein Stein das Vordach seines Wohnhauses durchschlagen habe. Der Betriebsleiter fragte nach der Adresse und stellte fest, dass das Wohnhaus etwa 600 bis 700 Meter (m) von der Sprengstelle entfernt liegt. Der große Abstand sorgte für Ungläubigkeit.

Betriebsleiter und Sprengmeister machen sich umgehend auf den Weg zur genannten Adresse. Die Ungläubigkeit wich schnell der Sprachlosigkeit. Ein Stein mit einem Gewicht von etwa 10 Kilogramm (kg) hatte das Vordach durchschlagen, den Stützbalken touchiert und war fast vollständig in den Erdboden nahe der Hauswand eingedrungen. Eine konstruktive Verbindung dieser 3 Punkte wies Richtung Steinbruch. Die Entfernung zur Sprengstelle betrug sogar 750 m. Glücklicherweise war nur ein Sachschaden in Höhe von etwa 5000 € entstanden.

Weitere Steinfunde in der Umgebung wurden nicht gemeldet. Durch das Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Arbeitsschutz, Dezernat 61 – Sprengstoffrecht, wurde eine genaue Untersuchung der Steinflugursache veranlasst. Ein Großteil der Flugstrecke führt über unzugängliches bewaldetes Gebiet. Für die Ursachenforschung wurden die Unterlagen zur Planung der Sprenganlage, die Sprengstelle und das Haufwerk in Augenschein genommen. Ein Gutachter für Sprengtechnik wurde mit der Untersuchung des Vorfalls beauftragt.



Übersichts- und Detailansicht mit Steinflugrichtung und Distanzangabe (Quelle: Geoportal Hessen, Kartendarstellung und Präsentationsgraphiken: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie)



Detail „Einschlagstelle“ Vordach (Quelle: RP Darmstadt)



Detailansicht des Steins (Quelle: RP Darmstadt)

### Einführung: Steinbruch Gewinnungssprengen

Im Prinzip ist ein Steinbruch ein großes Loch, das durch den Abbau von Gesteinen entsteht. In dem betroffenen Steinbruch wird das gewonnene Gestein gebrochen, um daraus Schotter und Splitt herzustellen. An den Wänden des Steinbruchs gibt es Terrassen, die nach unten hin treppenartig angeordnet sind. Die Höhe von einer Terrasse zur nächsten beträgt zwischen 20 und 25 m.

Das hier eingesetzte Sprengverfahren nennt sich Großbohrlochsprengung. Dazu bohrt man am Rand einer Terrasse, der sogenannten Bruchwandkante, mit einem vorgegebenen Abstand von circa (ca.) 2,5 bis 4 m zur Abbruchkante mehrere Löcher von ca. 10 Zentimeter Durchmesser bis in die Tiefe zur nächsten Sohle, welche Terrassenboden genannt wird. Meist werden Bohrungen in mehreren Reihen hintereinander durchgeführt. Im Steinbruch sind aus Sicherheitsgründen keine senkrechten oder sogar überhängenden Wände erwünscht. Daher werden die Bohrungen leicht geneigt in einem Winkel von ca. 80° vorgenommen.

Die Härte des Gesteins bestimmt die Menge des Sprengstoffs pro Kubikmeter Stein. Setzt man zu viel Sprengstoff ein, kann es zu Erschütterungen oder gefährlichem Steinflug kommen. Zu wenig Sprengstoff zertrümmert das Gestein nicht ausreichend. Große Erschütterungen darf eine Sprengung in der Umgebung besonders dann nicht erzeugen, wenn sich in der Nähe Wohnbebauungen befinden, denn Gebäude könnten Risse bekommen.

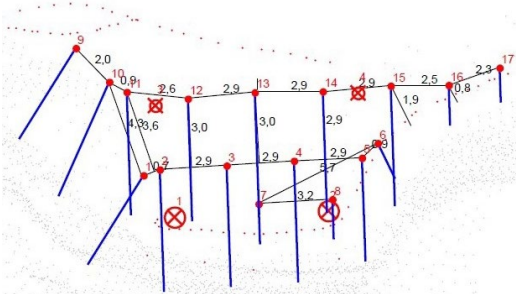
Sind alle Löcher gebohrt, werden diese mit Zünder bestückt und mit Sprengstoff gefüllt. Zunächst wird eine 0,5 m lange Sprengstoffpatrone mit einem verkabelten Zünder zum Boden jeder Bohrung abgesenkt. Danach wird das Bohrloch mit einem flüssigen Sprengstoff gefüllt. Der Sprengstoff wird als Emulsion direkt am Bohrloch zusammen gemischt und ins Bohrloch gepumpt. Durch die Anzahl und die Tiefe der gebohrten Löcher kommen schnell einige Tonnen Sprengstoff zusammen. Das Bohrloch wird nicht bis zum Rand mit Sprengstoff gefüllt, sondern der obere Bereich mit Splitt vom Bohren ergänzt. So wird die Sprengladung in einem Sprengbohrloch verdämmt und das Bohrloch verschlossen, damit der Sprengstoff beim Zünden nicht einen Teil seiner Energie über die Bohrlochöffnung verliert. An einer fertig geladenen Sprengstelle schauen nur noch die Zünderkabel aus dem Boden. In verschiedenen Zeitstufen (in mehreren Millisekunden) wird der Sprengstoff dann Bohrloch für Bohrloch der Reihe nach gezündet. ▶



Terrassen in einem Steinbruch (Quelle: RP Darmstadt)  
Bohren der Sprenglöcher (Quelle: RP Darmstadt)

## Vorbereitung der Sprenganlage, Vermessen, Planung, Bohren und Prüfen der Bohrlöcher

Zunächst muss die Bruchwand genau vermessen werden. Der Sprengberechtigte stellt einen Bohrplan auf, der jede einzelne Bohrung enthält. Dazu schreibt er eine Bohranweisung für den Bohrgeräteführer (Bohrlochtiefe und Winkel). Der Bohrgeräteführer bohrt die Löcher und protokolliert Besonderheiten in der Bohranweisung - zum Beispiel, ob Bohrlöcher verlaufen sind. Löcher, die 20 m tief in den Felsen gebohrt werden, können in ihrer Richtung verlaufen und sich beispielsweise einem anderen Bohrloch derart nähern, dass beim Laden mit Sprengstoff an dieser Stelle weniger Sprengstoff eingebracht werden muss, um keine gefährliche Situation zu erzeugen oder das Sprengergebnis zu gefährden.



Bohrplan (Quelle: Arbeitgeber)

Bohrloch-Nr.	Ordnung	Länge	Winkel	Verlauf	Winkel	Verlauf	Winkel	Verlauf	Winkel	Verlauf
1	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
2	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
3	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
4	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
5	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
6	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
7	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
8	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
9	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
10	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
11	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
12	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
13	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
14	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
15	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
16	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0
17	200	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0

Bohranweisung (Quelle: Arbeitgeber)

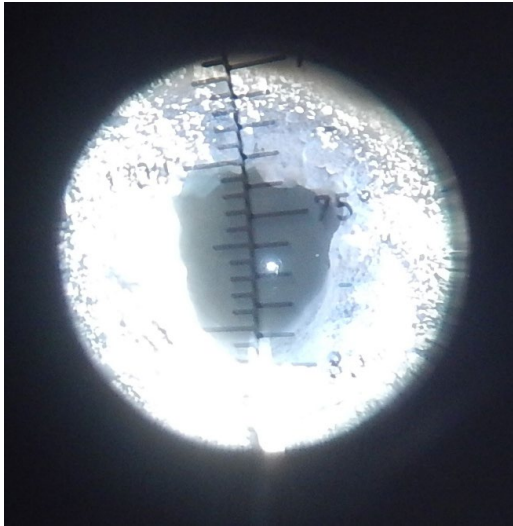
Bohranweisung (Quelle: Arbeitgeber)

## Schwierigkeiten und Unwägbarkeiten an dieser Sprengstelle

Im vorliegenden Fall wurde eine „alte“ Bruchwand gesprengt. Diese war aufgrund jahrelanger Witterungseinflüsse inhomogen und zum Teil auch überhängend. Das erschwert die optimale Berechnung der Position und Winkel der Bohrlöcher untereinander. Die Sprenganlage bestand aus 17 Bohrlöchern, die aufgrund der verwitterten, teils überhängenden Wand stark abweichende Längen zwischen 7 und 22 m hatten. Dabei ist es in einem Bereich zu zwei Durchbohrungen gekommen, da die Bohrlöcher zur überhängenden Bruchwand hin verlaufen sind. Das bedeutet, dass die Bohrlöcher nach unten hin offen waren. Oben eingefülltes Material wäre unten wieder herausgefallen, wenn dies nicht bemerkt worden wäre.

Die Richtung und Neigung eines Bohrlochs wurden mit einem einfachen Messverfahren überprüft. Hierbei wird eine nach oben leuchtende Taschenlampe an einem Maßband in das Bohrloch abgelassen. Mit einem Gefällemesser, durch den man von oben in das Bohrloch auf die Taschenlampe schaut, lässt sich dann der Winkel des Bohrlochs bestimmen. Wenn das Licht der Taschenlampe verschwindet, ist klar, dass an dieser Stelle das Bohrloch verlaufen ist. Man erkennt zwar, in welcher Tiefe das Bohrloch verlaufen ist, jedoch ist unbekannt, wie stark der Verlauf bis zum tiefsten Punkt des Bohrlochs tatsächlich ist. Auch ist nicht ersichtlich, wie nah ein verlaufenes Bohrloch an ein anderes Bohrloch herankommt. Theoretisch könnten sich auch zwei Bohrungen in der Tiefe treffen.

Die Tiefe, der Verlauf von Bohrungen und durchgebohrte Bohrungen werden in der Bohranweisung protokolliert. Diese Informationen muss der Sprengmeister beim Einbringen des Sprengstoffs berücksichtigen. Er strebt das Optimum zwischen möglichst geringen Erschütterungen, dem Verhindern von Steinflug sowie ausreichend zertrümmertem Gestein an.



Detailansicht Bohrloch mit Taschenlampe  
(Quelle: RP Darmstadt)



Überprüfung Richtung und Neigung eines Bohrloches inkl. Blick in das Bohrloch (Quelle: RP Darmstadt)

Im vorliegenden Fall wurden die durchgebohrten Löcher im unteren Bereich verschlossen. Mit Splitt gefüllte Kunststoffschläuche, sogenannte Besatzpatronen, wurden an Draht befestigt und bis kurz vor die Durchbohrung abgesenkt. Dann wurde noch ca. 2-3 m Splitt darauf gefüllt. Weiterhin wurde die Sprengladung in

den durchgebohrten Bohrlöchern „gestreckt“, indem man anstatt des flüssigen Sprengstoffs nur Sprengstoff-Patronen einsetzt und die „Ladesäule“ – das mit Sprengstoff befüllte Bohrloch – gleichmäßig mit Besatz unterbricht. Vereinfacht stellt sich der Aufbau als wiederholte Abfolge von 0,5 m langen Sprengstoffpatronen und 1-2 m Splitt dar.

### Sprengstelle, Haufwerk, Wurfrichtung und Steinflugrichtung

An dieser Sprengstelle wurde das Gestein durch die Sprengung in die östliche Richtung geworfen. Der Steinflug erfolgte in nördlicher Richtung ca. 90° versetzt. Das Haufwerk lag in Wurfrichtung auf einer Länge von ca. 30 m – 80 m. Hierbei ist ein Teil auch auf die nächst tiefer gelegene Sohle geworfen worden.



Sprengstelle mit Steinflugrichtung und Auswurfriechung der Sprengung (Quelle: RP Darmstadt)

### Mögliche Ursache, Auszüge aus dem Gutachten

Der Gutachter kommt unter Berücksichtigung bestimmter, definierter Angaben auf eine erforderliche Anfangsgeschwindigkeit von ca. 115 Meter pro Sekunde beziehungsweise 414 Kilometer pro Stunde. Dies entspricht annähernd der Abschussgeschwindigkeit einer Pistolenkugel. ▶

In Anbetracht der ungleichmäßigen Form des Steines wird die tatsächliche Anfangsgeschwindigkeit jedoch deutlich größer gewesen sein. Aufgrund der erheblichen Energie, die dafür benötigt wird, ist eine punktuell massive Sprengstoffüberladung zu vermuten.

Bei der Umsetzung von gewerblichen Sprengstoffen entsteht innerhalb weniger Millisekunden aus 1 kg Sprengstoff ca. 800 - 1000 Liter Gasvolumen. Diese Volumenvergrößerung wird durch den schlagartigen Temperaturanstieg um einige tausend Grad im Bereich der Sprengstoffdetonation noch einmal um ein Vielfaches gesteigert. Es ergeben sich Gasdrücke von 20.000 bar bis 30.000 bar in den Sprengbohrlöchern. Diesem Gasdruck stehen der Gebirgszusammenhalt und die Massenträgheit des Gesteins zwischen dem Sprengbohrloch und der freien Fläche an der Bruchwand gegenüber.

Bei üblichen abbautechnischen Voraussetzungen wird das zertrümmerte Gestein je nach Vorgabe und Wandhöhe 30 bis 80 m weit geworfen. Einzelne Steine können noch bis zu 25 m weiter rollen.

Der eingesetzte spezifische Sprengstoffaufwand lag im vorliegenden Fall mit 740 Gramm pro Kubikmeter Gestein im üblichen Rahmen. Bei einem Steinflug von 750 m muss die eingesetzte Sprengstoffmenge punktuell wesentlich höher gewesen sein, als es der normale Gewinnungsbetrieb vorsieht. Daher müssen andere Gegebenheiten für den Vorfall ursächlich sein.

Bei einer Zwei-Reihensprengung, wie sie hier gezündet wurde, können nach der Sprengung nur eventuell verbliebene Spuren der zweiten Reihe begutachtet werden. Spuren aus der ersten Reihe sind nicht mehr vorhanden. Insofern lassen sich zur Entstehung des Steinflugs nur Schlussfolgerungen und Vermutungen aus den Planungsunterlagen und den Auskünften der Beteiligten treffen. In diesem Fall sind selbst aus der zweiten Reihe nur wenige Spuren erkennbar.

Die Ursache für den Steinflug wird hier in der vorderen Bohrlochreihe gelegen haben. Hochgeschwindigkeitsaufnahmen verschiedener Sprengstoffhersteller haben in der Vergangenheit gezeigt, dass sich bei Zündzeiten, wie sie hier gewählt worden sind, das zertrümmerte Gestein (Haufwerk) der vorderen Reihe noch in der Luft befindet, wenn die hintere Reihe geworfen wird. Somit bildet das Gestein der vorderen Reihe eine Art Vorwand, einen Schirm, der den Steinflug aus den hinteren Reihen abfängt.

Im vorliegenden Fall trafen einige Besonderheiten zusammen:

- Die Sprengung fand im Bereich einer alten Bruchwand statt, die von Klüften durchzogen und durch die lange Standzeit entsprechend verwittert war.
- Aufgrund der ungleichmäßigen Kubatur des zu sprengenden Bereichs wurden die Sprengbohrlöcher mit unterschiedlichen Längen, Richtungen und Abständen untereinander geplant.
- Die durchgebohrten Sprengbohrlöcher waren bei 10 m beziehungsweise 8 m Tiefe aus der Wand ausgetreten und mussten im unteren Lochbereich verfüllt werden.
- Es steht zu vermuten, dass im unteren Bereich der nachträglich verfüllten Sprengbohrlöcher die Gebirgsvorgabe vor der Ladesäule deutlich zu gering war. Dafür spricht, dass die Löcher beim Bohren aus der Wand ausgetreten sind. Möglicherweise ist auch die Verfüllung eines dieser Bohrlocher zusammen mit der Ladesäule unbemerkt nach unten abgerutscht, so dass ein Teil der Ladesäule in Bereiche mit sehr kleiner Vorgabe gelangt ist.

Eine Kombination unglücklicher Umstände in Verbindung mit Messergebnissen, die aufgrund der gewählten (üblichen) Messverfahren nicht aussagekräftig genug waren, um bei dieser Sprenganlage die Gefahr zu erkennen, und ein mögliches Verrutschen



der „gestreckten“ Ladung haben wohl zur Überladung geführt. Nach der Rekonstruktion wäre statt der üblicherweise für dieses Gestein zur Zertrümmerung erforderlichen spezifischen Sprengstoffmenge durch Verrutschung eine 25-fache höhere Sprengstoffmenge möglich gewesen. Diese versehentliche massive Überladung würde einen solchen Steinflug erklären.

### Getroffene Maßnahmen

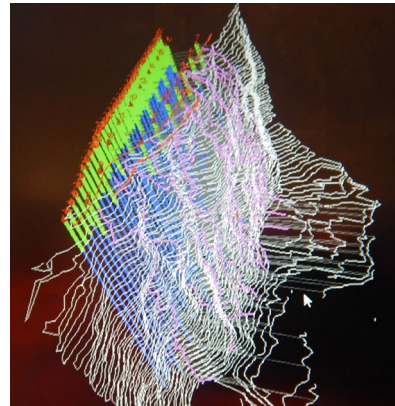
Bei der Abschlussbesprechung wurden das „alte“ Bohrloch-Messverfahren (Gefällmesser mit Taschenlampe am Maßband) und die Vorteile des „moderner“ EDV-gestützten Bohrlochverfahrens erörtert und die zukünftige Vermessung der Bohrlöcher besprochen.

Grundsätzlich muss vor jeder Sprengung eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Gemäß den Vorschlägen des Gutachters werden für den Steinbruch folgende Maßgaben angewendet:

- Der Sprengberechtigte kontrolliert die Außen-Bohrlöcher nach dem Bohren mittels EDV-gestützter Bohrlochvermessung mit einer Bohrlochsonde auf Ansatzpunkt, Richtung und geraden Verlauf. Die Ergebnisse der Wandvermessung und der Bohrlochvermessung werden zusammengeführt und in Profildarstellungen und Tabellen für jedes Sprengbohrloch, das eine freie Fläche zur Bruchwand hat, dargestellt. Dies betrifft in der Regel die erste Bohrlochreihe sowie die seitlichen Bohrungen. Anhand der Unterlagen wird die korrekte Anordnung der Sprengbohrlöcher überprüft.
- Falsch positionierte oder beim Bohren zur freien Fläche verlaufene Bohrlöcher dürfen nicht geladen werden.



10 a+b: EDV-gestützte Bohrlochvermessung mit einer Bohrlochsonde - Aufstellung der Bohrlochsonde (Quelle: RP Darmstadt)



10 c: EDV-gestützte Bohrlochvermessung mit einer Bohrlochsonde - dreidimensionales Ergebnis der Messung: die Bohrlöcher mit Besatz (grün) und Sprengstoff (blau) sind als senkrechte Linien dargestellt, die Felskontur ist in weißen und rosa Linien abgebildet (Quelle: Arbeitgeber)

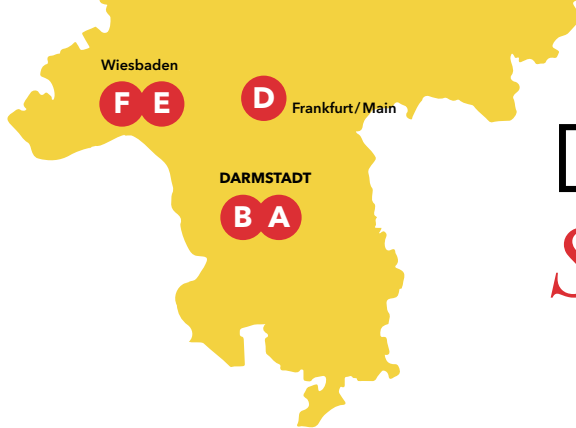
■ *Thomas Hagner*  
[thomas.hagner@rpda.hessen.de](mailto:thomas.hagner@rpda.hessen.de)  
**DEZERNAT VI 61**

# UNSERE JOURNALE für Arbeitsschutz und Umwelt



Seit dem Jahr 2000 gibt es unsere Journale zu Umweltthemen, seit 2010 Journale für Arbeitsschutz und Umwelt. Alle Ausgaben sowie eine Übersicht aller Hefte und der darin enthaltenen Beiträge können Sie auf unserer Internetseite unter [Publikationen / Arbeitsschutz und Umwelt / Alle Ausgaben des Journals für Arbeitsschutz und Umwelt](#) finden.

**WIR FREUEN UNS AUF IHR FEEDBACK!**



# DIENSTSTELLEN- *Standorte*

MEHR INFOS:

<https://rp-darmstadt.hessen.de/ueber-uns/kontakt-und-anfahrt>



## STANDORTE DARMSTADT

### **A** KOLLEGIENGEBÄUDE Sitz der Behördenleitung

Luisenplatz 2  
64283 Darmstadt

#### **Abteilung VI Arbeitsschutz**

- › VI 61 Arbeitsschutz Darmstadt, Sprengstoffrecht
- › VI 62 Arbeitsschutz Darmstadt, Fahrpersonalrecht, NiSG

### **B** WILHELMINENHAUS

Wilhelminenstraße 1-3  
64283 Darmstadt

#### **Abteilung IV/Da Umwelt Darmstadt**

- › Fachbereiche: Abfallwirtschaft, Bodenschutz, Immissions- und Strahlenschutz, Wasserwirtschaft

## STANDORT FRANKFURT

### **D** Gutleutstraße 114 60327 Frankfurt am Main

#### **Abteilung IV/F Umwelt Frankfurt**

- › Fachbereiche: Abfallwirtschaft, Bodenschutz, Immissions- und Strahlenschutz, Wasserwirtschaft

#### **Abteilung VI Arbeitsschutz**

- › VI 63 Marktüberwachung Produkt- und Chemikaliensicherheit, Heimarbeit
- › VI 64 Arbeitsschutz Frankfurt, Kündigungsverfahren
- › VI 65 Arbeitsschutz Frankfurt

## STANDORTE WIESBADEN

### **E** Abteilung IV/Wi Umwelt Wiesbaden Kreuzberger Ring 17 a+b 65205 Wiesbaden

- › Fachbereiche: Abfallwirtschaft, Bergaufsicht, Bodenschutz, Immissions- und Strahlenschutz, Wasserwirtschaft

### **F** Abteilung VI Arbeitsschutz Kreuzberger Ring 17 65205 Wiesbaden

- › VI 66 Arbeitsschutz Wiesbaden
- › VI 67 Arbeitsschutz auf Baustellen und im Baugewerbe,
- › VI 68 Fachzentrum für medizinischen Arbeitsschutz / Landesgewerbearzt

# IMPRESSUM

Das **JOURNAL ARBEITSSCHUTZ UND UMWELT** wird herausgegeben von:

Regierungspräsidium Darmstadt  
Abteilungen IV Umwelt Darmstadt, Frankfurt und Wiesbaden, Abteilung VI Arbeitsschutz

## REDAKTIONSTEAM:

Ruth Feldmann (IV/Wi Umwelt Wiesbaden - Chefredaktion)  
Dr. Adrian Jung (IV/Da Umwelt Darmstadt)  
Ute Herrlett (IV/F Umwelt Frankfurt)  
Joy Seibert & Claudia Greb (Presse, Dokumentation und Kommunikation - Layout)  
V.i.S.d.P: Matthias Schaidler

## HERAUSGEBER UND DRUCK:

Regierungspräsidium Darmstadt  
Presse, Dokumentation und Kommunikation  
Luisenplatz 2, 64283 Darmstadt

Druck: Layout- und Druckzentrum Regierungspräsidium Darmstadt

Nachdruck oder sonstige Reproduktion - auch auszugsweise -  
sind nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung der Redaktion  
beziehungsweise der Autorinnen und Autoren erlaubt.

## BILDNACHWEIS

Foto Herr Prof. Dr. habil. Hilligardt: Rahel Welsen  
RP Darmstadt, iStock, AdobeStock, Pixabay

**STAND:** November 2024

<https://rp-darmstadt.hessen.de>

