



JAHRESBERICHT 2024



JAHRESBERICHT 2024

des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Wiesbaden, 2025



Für eine lebenswerte Zukunft

VORWORT

Liebe Leserin, lieber Leser,

mit dem hier vorliegenden Jahresbericht für das Jahr 2024 möchten wir Ihnen wieder einen Überblick über die vielfältigen Aufgaben unserer Fachbereiche Wasser, Naturschutz, Luft, Klimawandel sowie Geologie und Boden geben.

Der Klimawandel ist längst auch in Hessen angekommen und schreitet voran. Extremwettererscheinungen wie Starkregen, Sturm, Hitze und Dürre sind keine Seltenheit mehr und nehmen an Intensität zu. Das HLNUG unterstützt Landkreise, Kommunen und auch alle Bürgerinnen und Bürger dabei, sich an die Auswirkungen des Klimawandels anzupassen. Im Rahmen des Projekts „Klimaprax Krisenvorbereitung“ begleiten wir hessische Verwaltungen dabei, ihre Abläufe und Zuständigkeiten zu klären, damit sie in klimawandelbedingten Krisensituationen handlungsfähig bleiben. Dazu organisiert unser Fachzentrum Klimawandel und Anpassung (FZK) realitätsnahe Stabsrahmenübungen zu meteorologischen Extremwetter Szenarien, die anhand eines Drehbuchs mit den Verwaltungsstäben von Landkreisen und Regierungspräsidien durchgespielt werden. So lassen sich Schwachstellen definieren, außerdem werden Kommunikation und Zusammenarbeit, zwischen Behörden, aber auch mit den Betreibern Kritischer Infrastrukturen, verbessert.

Spürbare Auswirkungen des Klimawandels, die solche Krisensituationen hervorrufen können, gab es in Hessen auch im Jahr 2024: Dazu zählen das extreme Unwetter mit Starkregen in Nordhessen, das im August 2024 unter anderem den Ort Trendelburg schwer verwüstet hat. Ebenso die sogenannte Vb-Wetterlage mit heftigen Dauerregenfällen und Starkregen, die zwischen Ende Mai und Anfang Juni 2024 den Süden Deutschlands heimsuchte. Sie führte vor allem in Bayern und Baden-Württemberg zu massiven Überflutungen und kostete dort mehrere Menschen das Leben. Auch in Hessen kam es zu Hochwasser, was jedoch vergleichsweise glimpflich ablief. In solchen Fällen ist die Arbeit der Hochwasservorhersagezentrale am HLNUG von immenser Bedeutung – sichert sie doch Behörden, Einsatzkräften und Menschen in Hessen einen Zeitvorsprung, um sich auf bevorstehendes Hochwasser vorzubereiten. Eine Übersicht über die Hochwasserereignisse in Hessen im Jahr 2024 finden Sie ebenfalls in diesem Heft.



Eine weitere Erscheinung, die der Klimawandel mit sich bringt, sind invasive Tier- und Pflanzenarten, die sich durch die zunehmende Erderwärmung bei uns ansiedeln und heimische Arten verdrängen können. Eine invasive Art, die uns in Hessen im Jahr 2024 besonders beschäftigt hat, ist die Asiatische Hornisse: Sie wurde 2014 erstmals in Hessen nachgewiesen und breitet sich seit 2019 hier aus. 2024 verzeichnete unser Online-Portal so viele Meldungen für Hessen wie noch nie, zahlreiche Nester mussten entfernt werden.

Positive Nachrichten gibt es vom Fischotter: Vor etwas mehr als einem Jahrzehnt galt er in Hessen noch als ausgestorben. Nun ist er wieder an unsere Gewässer zurückgekehrt und damit eine der wenigen Arten, bei denen eine Umkehr des negativen Trends gelungen ist.

Ein weiterer Beitrag stellt Ihnen das Hessische Luftmessnetz vor, denn auch die Überwachung der Luftqualität in Hessen gehört zu den gesetzlichen Aufgaben des HLNUG: Welche Schadstoffe werden dabei erfasst und wonach wird entschieden, wie und wo gemessen wird? Und welche Veränderungen hat es in der Vergangenheit im Hessischen Luftmessnetz gegeben?

Auch die Beobachtung der Erdbebenaktivität ist eine unserer Aufgaben. Die Haupterdbebenregion Hessens stellt aktuell die Region westlich von Bad Schwalbach im Taunus dar. Seit Januar 2018 kommt es in der Nähe der hessisch-rheinlandpfälzischen Grenze zu einer erhöhten seismischen Aktivität.

Neben den hier kurz vorgestellten und weiteren Themen informieren wir Sie im Jahresbericht 2024 auch über besondere Ereignisse, Neuigkeiten und Publikationen aus dem HLNUG.

Ich danke den Autorinnen und Autoren für ihre Beiträge und wünsche Ihnen eine interessante Lektüre.



A handwritten signature in blue ink that reads "Thomas Schmid". The signature is written in a cursive, flowing style.

Prof. Dr. Thomas Schmid
Präsident des Hessischen Landesamtes
für Naturschutz, Umwelt und Geologie

INHALT



- 4 Inhalt
- 6 Organigramm
- 8 Zahlen und Fakten zum HLNUG im Jahr 2024
- 10 Das HLNUG im Jahr 2024



- 16 Wie gut sind hessische Verwaltungen auf klimawandelbedingte Krisen vorbereitet?
- 24 Das hessische Luftmessnetz im Wandel



- 32 Geruch – eine schwer zu messende Luftverunreinigung
- 43 CO₂-Diary – Ihr Weg zu einem klimafreundlichen Alltag
- 49 Abteilung I im Internet



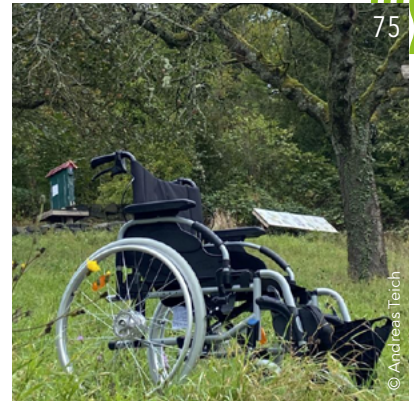
- 51 10 Jahre Fischottermonitoring in Hessen
- 61 Die Asiatische Hornisse und ihre Verbreitung in Hessen



© Steffen Kahl

69

- 69 Ausbildung als Streuobstfachwart/in in der Naturschutzakademie Hessen
- 75 Naturschutzakademie Hessen vermittelt Wissen zu inklusiver Naturschutzarbeit
- 80 Abteilung N im Internet



75

© Andreas Tösch



©

82

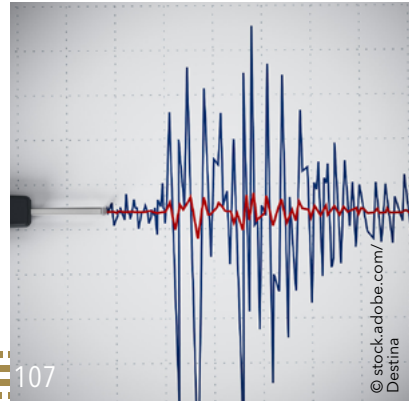
- 83 Eventbasiertes Phosphor-Monitoring - Pilotstudie
- 95 Hochwasserereignisse des Hydrologischen Jahres 2024
- 106 Abteilung W im Internet



94

© HLNUG

- 108 Aktuelle Erkenntnisse zu Erdbeben westlich von Bad Schwalbach im Taunus
- 115 Neubebauung trotz Grundwasserkontamination?
- 123 Abteilung G im Internet



107

© stock.adobe.com/ Destina



114

© stock.adobe.com/Vasily Merkushev



© Digitaler/Heibel



- 125 Neues aus dem HLNUG
- 130 Anhang
- 136 Impressum

ORGANIGRAMM

PRÄSIDENT Präsidialbüro/Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Innenrevision, Betriebliches Gesundheitsmanagement				
ABTEILUNG I Immissions- und Strahlenschutz, Klimawandel	ABTEILUNG N Naturschutz – Zentrum für Artenvielfalt	ABTEILUNG W Wasser	ABTEILUNG G Geologie und Boden, Geologischer Landesdienst	ABTEILUNG Z Zentrale Aufgaben
DEZERNAT I1 Fachzentrum Klimawandel und Anpassung	DEZERNAT N1 Lebensräume	DEZERNAT W1 Gewässerökologie	DEZERNAT G1 Geologische Grundlagen	DEZERNAT Z1 Finanzen
DEZERNAT I2 Luftreinhaltung: Immissionen	DEZERNAT N2 Arten	DEZERNAT W2 Gewässergüte	DEZERNAT G2 Geologische Belange der Landesplanung, Georisiken	DEZERNAT Z2 Organisation
DEZERNAT I3 Luftreinhaltung: Emissionen	DEZERNAT N3 Staatliche Vogelschutzwarte	DEZERNAT W3 Hydrologie, Hochwasserschutz	DEZERNAT G3 Boden und Altlasten	DEZERNAT Z3 Personal, Recht
DEZERNAT I4 Lärm, Erschütterungen, Abfall, Luftreinhaltung: Anlagen	DEZERNAT N4 Naturschutzdatenhaltung	DEZERNAT W4 Hydrogeologie, Grundwasser	DEZERNAT G4 Rohstoffgeologie und Geoenergien	DEZERNAT Z4 Informationstechnik
DEZERNAT I5 Strahlenschutz	DEZERNAT N5 Naturschutzakademie, Freiwilligendienste			



ZAHLEN UND FAKTEN ZUM HLNUG IM JAHR 2024

3 500 
Meldungen sind für die Asiatische Hornisse beim HLNUG seit 2019 in etwa eingegangen

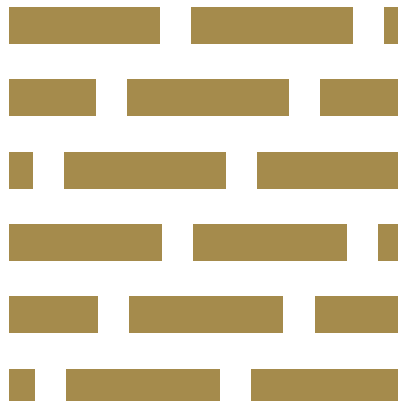
550 
Datenanfragen aus Wirtschaft und Öffentlichkeit beantwortet

21 000 
Bohrungen und geologische Untersuchungen

Rund 7 500 
Stickstoffbodenuntersuchungen (N_{min}) in den hessischen WRRL-Maßnahmeräumen

727 
Einträge auf der interaktiven Karte zur Ressourcenschonung

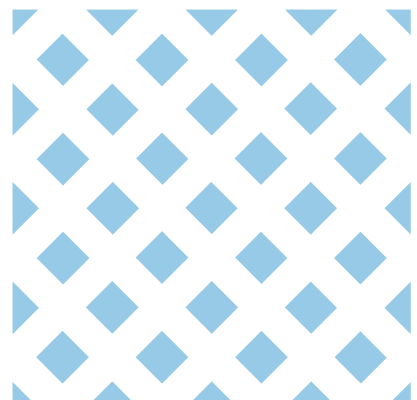
Über 300 
ehrenamtliche Beauftragte der Vogelschutzwarte erhalten neue Ausweise



**HLNUG -
Gesamt-
budget:
50,5 Mio. €** 

**An 73 Stand-
orten in
Hessen die
Luftqualität
überwacht** 

8 429 
Proben von Oberflächengewässern gesammelt



431 Menschen waren 2024 im HLNUG beschäftigt



717 verschiedene Spurenstoffe untersucht, 365 wurden nachgewiesen



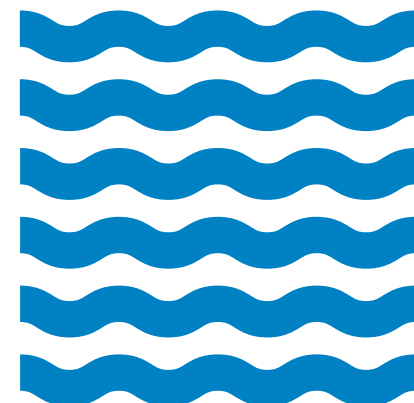
1 125 Teilnehmende in den Online-Seminaren der Reihe „Klimaanpassung konkret“ seit 2020



416 Erdbeben in Hessen lokalisiert



In Hessen gibt es Streuobstwiesen auf etwa 9 100 Hektar Fläche



976 Anmeldungen zur Mittelgebirgskonferenz, davon allein 395 aus Hessen



200 Sammlungsobjekte - Fossilien, Gesteine, Bohrkerne - als 3D-Modelle digitalisiert



117 Grundwassermessstellen senden täglich automatisiert ihre Daten in das HLNUG-Messdatenportal



81 zertifizierte Streuobstfachwartinnen und Streuobstfachwarte wurden seit 2020 in der NAH ausgebildet



DAS HLNUG IM JAHR 2024

Die Mittelgebirgskonferenz 2024

Am 6. März 2024 fand die Mittelgebirgskonferenz der Klimakompetenzzentren der vier Bundesländer Baden-Württemberg, Hessen, Rheinland-Pfalz und Thüringen statt. An der Online-Veranstaltung nahmen fast 1 000 Personen teil. In drei parallelen Themenworkshops zu „Landwirtschaft“, „Forstwirtschaft“ und „Wasser und Stadtplanung“ wurden in kurzen Impulsvorträgen Best Practice Beispiele vorgestellt und jeweils anschließend Fragen dazu beantwortet und diskutiert. Die Konferenz zeigte das große Interesse an Klimaanpassung in Mittelgebirgsregionen. Es gab großes Interesse der Teilnehmenden an den vorgestellten Beispielen als Anregungen und Ideen für die eigene Kommune. So hat die Konferenz dazu beigetragen,



voneinander zu lernen und gute Ideen zu verbreiten.

<https://www.hlnug.de/themen/klimawandel-und-anpassung/veranstaltungsarchiv/dokumentation-mittelgebirgskonferenz>

Weltwassertag 2024

Der internationale Weltwassertag 2024 stand unter dem Motto „leveraging water for peace“ – Wasser für Frieden nutzen. Unter diesem Motto luden die Landesumweltämter Rheinland-Pfalz und Hessen in die Rheinwasser-Untersuchungsstation Mainz ein. Thematisiert wurde die faire Nutzung der Ressource Wasser sowie die vergleichsweise hohen Verbräuche in Landwirtschaft und Industrie. Große Herausforderungen entstehen zudem durch Extremwetterereignisse, die zu Dürren und Hochwasser führen können. Zudem wurde den Besucherinnen und Besuchern der ökologische und chemische Zustand des Rheins vorgestellt. Eine Führung durch die Rheinwasser-Untersuchungsstation zeigte auf, welche Nähr- und Spurenstoffe in Gewässern kontinuierlich untersucht und überwacht werden und woher diese Stoffe stammen. Unsere



Expertinnen und Experten informierten anhand von Postern und Modellen über aktuelle Themen zum Gewässerschutz.

<https://www.hlnug.de/themen/wasser/veranstaltungen/weltwassertag>

Das HLNUG auf dem Hesstentag 2024 in Fritzlar

Beim Hesstentag in Fritzlar war das HLNUG wieder prominent vertreten. In der Sonderausstellung „Natur auf der Spur“ konnten Besucherinnen und Besucher spannende Einblicke in die Umwelt und Natur Hessens gewinnen. So konnte man verschiedene Vogel-Höhlen – etwa von Eulen und Spechten – bestaunen. Ein besonderes Highlight, vor allem für Kinder, war der gläserne Bach mit heimischen Wasserlebewesen. In der Landesausstellung wurde die ganze Bandbreite der HLNUG-Themen prä-



sentiert: von aktuellen Grundwasserständen auf einem Monitor bis hin zur Bedeutung des Lahnmarmors, den man sogar im Empire-State-Building finden kann. Auch Staatssekretär Ruhl informierte sich über die aktuellen Projekte und Messergebnisse.

13. Hessischer Klimaempfang

Der 13. Hessische Klimaempfang wurde am 04. Juni 2024 vom hessischen Minister für Landwirtschaft und Umwelt, Ingmar Jung, an einem schönen, frischen Frühsommertag im Schloss Biebrich in Wiesbaden eröffnet. Fast 500 Gäste aus Politik, Gesellschaft, Wissenschaft und Forschung fanden sich im Schloss Biebrich ein, um sich, angeregt durch einen Vortrag von Prof. Maja Göpel, über den Klimawandel und die Anpassung daran zu informieren und sich auszutauschen. Frau Prof. Dr. Maja Göpel, stellte in ihrem Vortrag dar, dass klimaschonendes und damit auch nachhaltiges Handeln in erster Linie uns Menschen dient und die Voraussetzung dafür ist, dass wir



auch in Zukunft gut und gesund leben können.

<https://www.hlnug.de/themen/klimawandel-und-anpassung/veranstaltungsarchiv/13-hessischer-klimaempfang>

30 Jahre Freiwilliges Ökologisches Jahr in Hessen

2024 feierte das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) gemeinsam mit dem HMLU und den anderen Trägern ein besonderes Ereignis: 30 Jahre Freiwilliges Ökologisches Jahr (FÖJ) in Hessen! Als größter Träger des FÖJ im Bundesland bietet das HLNUG jungen Menschen die Möglichkeit, sich intensiv für Natur- und Umweltschutz sowie gesellschaftliches Engagement einzusetzen. Dieses Jubiläum wurde am 27. Juni mit einer festlichen Veranstaltung und einem abwechslungsreichen Aktionstag im Botanischen Garten Frankfurt gewürdigt. Die Feier brachte aktuelle und ehemalige Freiwillige, Einsatzstellen, Trägerorganisationen und Interessierte zusammen, um die Erfolge des Programms zu feiern und die vielfältigen Möglichkeiten des FÖJ zu präsentieren. Das



Jubiläum unterstrich die zentrale Rolle des FÖJ für junge Menschen auf dem Weg zu persönlichem Wachstum, Berufsorientierung und aktivem Umweltengagement.

<https://www.foej.hlnug.de>

Altlastenseminar in Marburg

Am 25. und 26. Juni 2024 fand das Altlastenseminar des HLNUG „Altlasten und Schadensfälle – neue Entwicklungen“ im Technologie- und Tagungszentrum in Marburg statt, welches gemeinsam mit dem Bildungsseminar Rauschholzhausen ausgerichtet wurde. In Fachvorträgen von Referenten aus Wirtschaft und öffentlicher Hand wurden den ca. 100 Teilnehmenden Einblicke in neue Entwicklungen zu den Themenkomplexen Innovative Erkundungs- und Sanierungstechniken, Analytik, Arbeitshilfen und weiteren aktuellen Themen mit Bezug zu Altlasten und Bodenschutz vermittelt. Mit den



Vorträgen des Altlastenseminars wurde ein Seminarband erstellt, welcher auf der Homepage des HLNUG abrufbar ist.

<https://www.hlnug.de/themen/altlasten/arbeitshilfen/altlasten-annual>

IB-Green Online-Seminarreihe: Blau-grüne Zukunft mit klimaangepassten Gewerbegebieten

Diese dreiteilige Seminarreihe im Rahmen des Projektes „IB Green: Gewerbegebiete – klimaresilient und fit für die Zukunft!“ informiert über Grundlagen, Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten von Klimaanpassungsmaßnahmen in Gewerbegebieten. Ziel des Projektes ist es, mehr blau-grüne Infrastrukturen in Gewerbequartieren zu schaffen. Den Teilnehmenden wird in diesem Rahmen die Problematik und der Handlungsbedarf durch Klimaveränderungen verdeutlicht und es werden die Lösungspotenziale integrierter blau-grüner Infrastruktur (IGG) aufgezeigt. Dabei bleibt es nicht nur theoretisch, sondern den Teilnehmenden werden mögliche Maßnahmen zur Implementierung und Förderung von blau-grünen Infrastrukturen anhand von Planungsmöglichkeiten und Beispielen präsentiert. Auf der eigens geschaffenen Projektseite werden alle Veranstaltungsunterlagen zur



Verfügung gestellt. Die Seminare von September bis Dezember 2024 bauen auf einander auf: 1. Grundlagen, 2. Maßnahmen, 3. Umsetzungsmöglichkeiten.

<https://www.hlnug.de/?id=23302>

Internationale Schlafmaus-Tagung in der Naturschutzakademie

Haselmaus und Co. genau im Blick – Vom 3. bis zum 6. September trafen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus aller Welt in der Naturschutzakademie Hessen des HLNUG in Wetzlar, um bei der 12. Internationalen Schlafmauskonferenz (ICD) die neuesten Forschungsergebnisse zu den faszinierenden Schlafmäusen zu präsentieren und Strategien für ihren Schutz zu erarbeiten. Die Konferenz, die alle drei Jahre abgehalten wird, war eine besondere Gelegenheit, den Blick auf die ökologische Bedeutung und die Schutzbedürfnisse dieser kleinen Säugetiere zu lenken. Höhepunkte waren neben Fachvorträgen und Workshops auch Exkursionen zur Grube Messel und zu Lebensräumen



des Gartenschlängers. Für das HLNUG war die Ausrichtung dieser Veranstaltung ein wichtiger Beitrag, um den internationalen Austausch im Naturschutz zu fördern und die Bedeutung der Artenvielfalt in Hessen zu unterstreichen.

10. Wiesbadener Grundwassertag – Wasserwirtschaft trifft Kommunikation: Erfahrungen aus Hessen und darüber hinaus

Der „Wiesbadener Grundwassertag“ wird seit 2014 durch das Dezernat W4 „Hydrogeologie, Grundwasser“ organisiert, um aktuelle, grundwasserrelevante Themen vorzustellen und fachlichen Austausch zu ermöglichen. Im Jahr 2024 lag der Fokus auf der Wirksamkeit guter Kommunikation im Bereich der Wasserwirtschaft, die eine zentrale Rolle spielt, um verschiedene Akteure zu informieren, zu vernetzen und zu sensibilisieren. Nach einer musikalischen Einleitung und einer Begrüßung durch den Präsidenten Prof. Dr. Schmid widmete sich der Vormittag den Erfahrungen aus Hessen mit Beiträgen aus dem HLNUG und HMLU sowie zum Dialogforum „Spurenstoffe Hessisches Ried“ und zum „KlimaRhön“-Projekt. Am Nachmittag folgten Beiträge aus anderen Bun-



desländern, u. a. zum niedersächsischen Projekt „NetzwerkeWasser“ und zur Kommunikationsstrategie im Rheinischen Braunkohlrevier. Auf großes Interesse stieß auch die Vorführung des physischen Grundwassermodells in den Pausen.

Gemeinsamer Bevölkerungsschutztag von Bund und Ländern in Wiesbaden

Am 21. September 2024 fand der diesjährige Tag des Bevölkerungsschutzes in der Landeshauptstadt Wiesbaden statt. An zahlreichen Ständen auf dem Wiesbadener Schlossplatz wurde die breite Palette des Bevölkerungsschutzes sowie des Brand- und Katastrophenschutzes präsentiert. Interessierte Bürgerinnen und Bürger konnten u. a. umfassend über die Themen Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge informieren. Das Hessische Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat (HMLU) stellte zusammen mit dem HLNUG vor Ort auch das neue Hochwasserportal des Landes und die Hochwasservorhersagezentrale vor. Zudem wurde auch der neue Starkregenviewer präsentiert, der mit den so genannten Fließpfadkarten eine individuelle Einschätzung der Gefährdung durch lokale



Starkregen (Gewitter, Schauer) ermöglicht. Die Besucherinnen und Besuchern zeigten großes Interesse an den Angeboten des HLNUG, die als wertvolle Informationsquellen für den Schutz vor Naturgefahren geschätzt wurden.

Fachtagung „Hessens Wälder im Wandel“ – Impulse für den Naturschutz der Zukunft

Am 23. September 2024 fand in Darmstadt die Fachtagung „Hessens Wälder im Wandel“ des Lore-Steubing-Instituts (LSI) statt. Forschende präsentierten aktuelle Ergebnisse aus den geförderten Projekten u.a. zu Themen wie der Bodenfauna, genetischem Monitoring beim Feldhamster oder dem Insektenschutz durch Wildpflanzen. Impulsvorträge und eine Podiumsdiskussion boten Einblicke in die Herausforderungen und Chancen des Waldnaturschutzes in Zeiten des Klimawandels. Die Veranstaltung unterstrich die Bedeutung interdisziplinärer Ansätze und die Rolle des wissenschaftlichen Austauschs für den praktischen Naturschutz in Hessen. Ein besonderer



Dank gilt den Vortragenden und Teilnehmenden, die die Tagung zu einem inspirierenden Erfolg gemacht haben. <https://www.hlnug.de/themen/naturschutz/lore-steubing-institut/veranstaltungen>

Digital-Gipfel 2024 in Frankfurt – Ein Blick in die Zukunft der digitalen Transformation

Der Digital-Gipfel 2024 am 21. und 22.10.2024 in den Frankfurter Messehallen hat einmal mehr gezeigt, wie wichtig der Austausch und die Zusammenarbeit in der digitalen Welt sind. Über 1.500 Teilnehmende aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft kamen zusammen, um über Digitalthemen und Lösungsansätze zur digitalen Transformation zu diskutieren – und das HLNUG war dabei. Auf dem Markt der Digitalen Möglichkeiten haben wir die Themen Echtzeit-Grundwassermonitoring (Messdatenportal) und Erstellung interoperabler und dienstebasierter geologischer 3D-Modelle als Teil von urbanen digitalen Zwillingen ausgestellt. Damit konnte das HLNUG zwei innovative Ansätze zur Nutzung und digitalen Bereitstellung behördlicher Umweltdaten präsentieren. Neben



dem vielfältigen Themenangebot haben vor allem der Austausch und die Diskussionen mit den Expertinnen und Experten neue Perspektiven eröffnet. Es war eine hervorragende Gelegenheit, Kontakte zu knüpfen und wertvolle Einblicke zu gewinnen.

Fortbildung „Bodenerosion durch Wasser“

Am 29. Oktober 2024 fand die Fortbildungsveranstaltung „Bodenerosion durch Wasser – Neue Erkenntnisse aus Wissenschaft und Praxis“ in der Waggonhalle in Marburg statt, die mit Unterstützung des Bildungsseminars Rauischholzhausen ausgerichtet wurde. Die Veranstaltung richtete sich in erster Linie an Bodenschutzbehörden, die für den Vollzug des BBodSchG und insbesondere der Gefahrenabwehr von Bodenerosion in Hessen zuständig sind. Im Rahmen von Fachvorträgen wurden neue, vollzugrelevante Erkenntnisse der Bewertung von Bodenerosion durch Wasser vorgestellt. Darüber



hinaus wurden Möglichkeiten und Hilfsmittel zum Erosionsschutz aufgezeigt. Letztlich bot die Veranstaltung auch eine Plattform zum gemeinsamen Austausch von Erfahrungen hinsichtlich der Gefahrenabwehr von Bodenerosion in Hessen.

8. Hessische Landesnaturschutztagung

Die 8. Hessische Landesnaturschutztagung am 5. November 2024 in Gießen stellte unter dem Motto „KI, Fernerkundung & eDNA – Naturschutzmonitoring der Zukunft“ den Einsatz moderner Technologien im Naturschutz in den Fokus. Mit 500 Teilnehmenden vor Ort und weiteren 400 online war die Veranstaltung ein voller Erfolg. Fachvorträge, Praxisstände und eine Posterausstellung zeigten, wie Künstliche Intelligenz, Fernerkundung und Umwelt-DNA dazu beitragen, Arten und Lebensräume effizienter zu überwachen und zu schützen. Besonders beeindruckten Projekte wie die KI-gestützte Vogelstimmenanalyse, 3D-Modelle von Streuobstwiesen aus Satellitendaten und eDNA-gestützte Artenerfassungen. Die Tagung verdeutlichte, wie diese Technologien den Naturschutz revolutionieren



können, während sie gleichzeitig Herausforderungen und Grenzen beleuchtete. Ein inspirierender Austausch für Wissenschaft und Praxis! <https://www.hlnug.de/themen/naturschutz/veranstaltungen-und-ausstellungen/landesnaturschutztagung>

Hessische Ressourcenschutzkonferenz – Produkte länger nutzen – aber wie?


Die Verlängerung der Nutzungsdauer von Produkten ist ein Schlüssel, um Ressourcen zu schonen, Abfälle zu reduzieren und unsere Umwelt zu entlasten. Die diesjährige hessische Ressourcenschutzkonferenz hat sich deshalb am 19. November mit diesem Thema befasst. Es kamen Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung zusammen, um Maßnahmen und Infrastrukturen zur Förderung von Reparatur, Wiederverwendung und einer zirkulären Beschaffung zu diskutieren. Zu den Kernthemen der Konferenz gehörten innovative Ansätze zur Integration der Produktlanglebigkeit in öffentlichen Beschaffungsprozessen, das Potenzial von Ökodesign, aber auch das „Recht auf Reparatur“ und die Rolle von Infrastrukturen, die Verbraucherinnen



und Verbraucher zur Reparatur und Wiederverwendung motivieren. Die Veranstaltung fand im Rahmen der Europäischen Woche der Abfallvermeidung statt und setzte damit ein starkes Signal für den Schutz der natürlichen Ressourcen.

ABTEILUNG I

Immisions- und Strahlenschutz, Klimawandel



Luftverunreinigungen, Lärm und ionisierende Strahlung können in erheblichem Umfang das Klima, die Umwelt oder die menschliche Gesundheit beeinflussen. Um diese Auswirkungen zu minimieren und zu kontrollieren, werden Emissionsquellen erfasst, Emissionsmessungen kontrolliert und Immissionen dokumentiert. Die Erfassung und Bewertung dieser Emissionen und der zugehörigen Immissionen, der regionalen Auswirkungen des Klimawandels sowie die Information darüber stellen die zentralen Aufgaben der Abteilung Immissions- und Strahlenschutz dar.

FACHZENTRUM KLIMAWANDEL UND ANPASSUNG

Wie gut sind hessische Verwaltungen auf klimawandelbedingte Krisen vorbereitet?

Christine Kolbe & Aljoscha Kreß



Das Projekt „KLIMPRAX Krisenvorbereitung“ (KLIMPRAX = Klimawandel in der Praxis) hilft hessischen Verwaltungen, ihre Abläufe und Zuständigkeiten zu klären, bevor es ernst wird. Mit realitätsnahen Stabsrahmenübungen und meteorologischen Extremwitterszenarien unterstützt das Fachzentrum Klimawandel und Anpassung (FZK) am HLNUG hessische Verwaltungen dabei, Verantwortlichkeiten zu klären und die Zusammenarbeit in Krisensituationen zu stärken. So wird auch die Kommunikation zwischen Behörden und Betreibern Kritischer Infrastrukturen verbessert – für eine schnellere und effektivere Krisenbewältigung.

i

Wieso bearbeitet das FZK ein solches Projekt?

Während Katastrophenstäbe in Hessen regelmäßig Übungen durchführen, sind Verwaltungsstäbe wenig bis nicht vorbereitet. Das Projekt KLIMPRAX Krisenvorbereitung ändert dies und führt mit den Verwaltungen Übungen zu klimawandelbedingten Szenarien durch.

„Wer ist da jetzt zuständig?“ – eine klassische Frage im öffentlichen Dienst. In Krisensituationen ist jedoch keine Zeit, um Fragen wie diese zu klären. Alle Verantwortlichen müssen in einer Krisensituation wissen, wann sie wofür zuständig sind und mit wem wann kommuniziert werden muss. Typischerweise erscheinen bei dem Begriff »Krise« vor dem inneren Auge Bilder von Blaulichteinheiten, die mit lauten Sirenen und hohen Geschwindigkeiten unterwegs sind. Darüber hinaus gibt es aber weitere Institutionen, die nach außen weniger sichtbar sind und die ihre Aufgaben und Verantwortlichkeiten in Krisensituationen ebenso kennen müssen. Dies gilt selbstverständlich für Betreiber Kritischer Infrastrukturen (KRITIS), die für die Aufrechterhaltung wichtiger gesellschaftlicher Funktionen verantwortlich sind, aber auch Behörden müssen ihren Pflichten nachkommen. Ist das in Hessen klar geregelt? Funktioniert die Zusammenarbeit zwischen den Behörden und KRITIS bzw. den Behörden untereinander? Um diese und weitere Fragen dreht sich das 2021 ins Leben gerufene Projekt „KLIMPRAX (Klimawandel in der Praxis) Krisenvorbereitung“, das zur Aufgabe hat, Lücken im Zusammenspiel von KRITIS und den hessischen Behörden zu identifizieren, sogenannte Kaskadeneffekte vorzusehen sowie Abläufe und Verantwortlichkeiten zwischen Verwaltungen und den Betreibern von KRITIS zu verbessern. Zu diesem Zweck führt das Fachzentrum Klimawandel und Anpassung (FZK) am HLNUG sogenannte Stabsrahmenübungen durch, bei denen die Krisenstäbe der Verwaltungen (sog. Verwaltungsstäbe) eines Regierungspräsidiums (RP) mit je einem Landkreis gemeinsam für die Dauer von einem Arbeitstag üben. Die Erfahrungen und Ergebnisse der Übungen werden im Anschluss festgehalten und veröffentlicht. Sie sollen auch Behörden eine Hilfe sein, die nicht an den Übungen teilgenommen haben.

Das Projekt wurde im Mai 2022 mit einem Online-Kick-Off-Workshop begonnen und wird regelmäßig von einem Begleitkreis sowie weiteren Expertinnen und Experten beraten. Dazu zählen das Hessische Innen-



ministerium (HMdl), die Hessische Landesfeuerweherschule (HLFS), die für KRITIS fachlich zuständigen Ministerien (Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat (HMLU), Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Wohnen und ländlichen Raum (HMWW), Hessisches Ministerium für Arbeit, Integration, Jugend und Soziales (HMSI), Hessisches Ministerium für Digitalisierung und Innovation (HMinD) und Hessisches Kultusministerium (HKM), die Bundeswehr, das Technische Hilfswerk, das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, der Landesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Hessen/Rheinland-Pfalz e V., die Deutsche Telekom AG, die Merck KGaA, der Deutsche Wetterdienst, die oberen und unteren Katastrophenschutzbehörden, aber auch das LOEWE-Zentrum emergent City und das Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Main.

Den Startschuss für das erste Übungsszenario zum Thema Hitze und Dürre gaben eine gemeinsam mit dem HMLU abgehaltene Pressekonferenz am 07.11.2022 sowie ein landesweites Online-Seminar am 14.11.2022. Die erste Übung zum Extremwetterszenario Hitze und Dürre wurde im Frühjahr 2023 mit dem Landkreis Kassel und dem Regierungspräsidium Kassel durchgeführt. Indem sich die Verantwortlichen besser kennenlernen („In Krisen Köpfe kennen“ = 3K-Regel), können Zuständigkeiten, Kompetenzen und Abläufe im Vorhinein geklärt werden, um im Krisenfall die Reaktionszeit zu verbessern.

So laufen die Stabsrahmenübungen des FZK ab

Es üben immer ein Regierungspräsidium und ein dazugehöriger Landkreis zusammen, um die Zusammenarbeit zwischen diesen beiden Verwaltungsebenen zu verbessern. Darüber hinaus können KRITIS-Betreiber und weitere Behörden teilnehmen. Durchgeführt wird die Übung von einer Übungssteuerung, bestehend aus den Kolleginnen und Kollegen des FZK und einigen Vertreterinnen und Vertretern der Ministerien und anderen Behörden. Diese spielen vorgefertigte Meldungen aus einem Drehbuch via Telefon oder E-Mail an die Übungsteilnehmenden ein. Für Rückmeldungen und Fragen von den Übenden simuliert die Übungssteuerung alle KRITIS-Betreiber oder Behörden der Außenwelt, die nicht an der Übung teilnehmen. In der Übungssteuerung arbeiten etwa 14 Personen. In den Regierungspräsidien und Landkreisen üben an einem Tag durchschnittlich etwa 80 Personen. In der ersten Übung wurde die Übungssteuerung am Ort des Landkreises eingerichtet, um die räumliche Nähe zum Landkreis zu nutzen. Seitdem arbeitet die Übungssteuerung im HLNUG und steuert per E-Mail und Telefon. Die Übungsteilnehmenden führen die Übung von ihren Dienstorten aus durch – so wie in einem realen Krisenfall.



Hitze und Dürre als Krisenszenario

Für das meteorologische Szenario der ersten Übung sollten zunächst Daten aus Klimaprojektionen für die Zukunft verwendet werden. Wegen der großen Auswirkungen der extremen Sommer 2003, 2018, 2019 und 2020 wurden dann aber vor allem Daten aus 2003 genutzt.

Die drei meteorologischen Szenarien, welche in den Stabsrahmenübungen behandelt werden, sind:

- Hitze und Dürre (2023 und 2024; abgeschlossen),
- Starkregen (geplant für 2025 und 2026) und
- Schnee und Sturm (geplant ab 2026).



© stock.adobe.com/Dr. Jürgen Tenckhoff



© stock.adobe.com/MIKHAIL



© stock.adobe.com/mitifoto

Jedem Szenario geht ein Online-Seminar mit der Dauer von einem Arbeitstag voraus. Themen darin sind neben den meteorologischen Szenarien und potentiellen Wirkketten u. a. die Erläuterungen der Bundeswehr und des THW zu ihren Tätigkeitsbereichen sowie Vorträge aus Ministerien wie dem Hessischen Innenministerium, Behörden wie dem Deutschen Wetterdienst oder KRITIS-Betreibern. Die Vorträge der Online-Seminare werden aufgezeichnet und auf Nachfrage Interessierten zur Verfügung gestellt.

Abb. 1: Übersicht über die Teilnehmenden der Stabsrahmenübungen. Bisher wurden drei Übungen abgeschlossen, sechs Übungen stehen noch aus.

		Meteorologische Szenarien		
		Hitze & Dürre	Starkregen	Schnee & Sturm
		2023 / 2024	2025 / 2026	2026 / 2027
		Online Seminar	In Vorbereitung Online Seminar	Online Seminar
Regierungspräsidenten	RP Kassel	+ LK Kassel ✓	In Vorbereitung + LK Hersfeld-Rotenburg	+ LK ?
	RP Gießen	+ LK Lahn-Dill ✓	+ LK ?	+ LK ?
	RP Darmstadt	+ Wetteraukreis ✓	+ LK ?	+ LK ?
		Landkreise		



Die meteorologischen Szenarien bilden die Grundlage für das jeweilige Drehbuch, in dem die Einwirkungen der extremen Wetterbedingungen auf KRITIS abgebildet werden. Das Drehbuch besteht aus der Darstellung der meteorologischen Lage, den Wirkketten und den Einspielungen. Eine Wirkkette ist ein Handlungsstrang zu einem bestimmten Thema. Diese erstreckt sich über die verschiedenen Zeitpunkte, welche im Drehbuch abgehandelt werden. Die Wirkketten werden als Zusammenfassung den Einspielungen im Drehbuch vorangestellt und nur mit den an der Übungssteuerung teilnehmenden Personen geteilt. Einspielungen sind die Emails, die während einer Übung an den Landkreis, das RP oder an beide gesendet werden. Die Drehbücher werden auf jeden Übungsstandort angepasst, um die räumlichen Gegebenheiten desselben zu berücksichtigen und ggf. abgewandelte Wirkketten unterzubringen. KRITIS oder andere Behörden werden, wenn sie nicht aktiv in die Übung eingebunden sind, von der Übungssteuerung simuliert.

Das folgende Beispiel verdeutlicht, welche Wirkketten bzw. Kaskadeneffekte auf die Landkreise und Regierungspräsidien zukommen können:

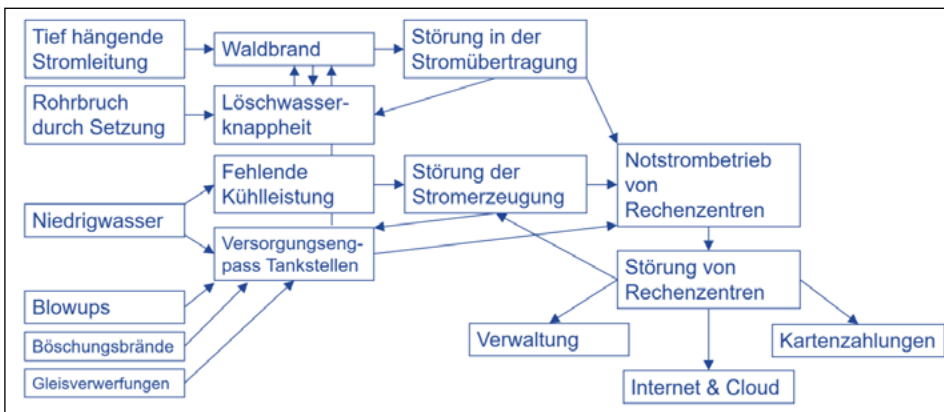


Abb. 2: Beispiel für Kaskadeneffekte im Szenario Hitze und Dürre

Abbildung 2 zeigt den komplexen Zusammenhang der Wirkketten: Hitze und Dürre können beispielsweise dafür sorgen, dass Stromleitungen tief hängen. Dies kann einen Waldbrand zur Folge haben. Hitze und Dürre können außerdem zu Rohrbrüchen durch Setzungsrisse führen. Dies wiederum kann eine Löschwasserknappheit nach sich ziehen, was im Fall eines Waldbrands verheerende Folgen hätte. Darüber hinaus kann es zu einer Störung der Stromübertragung kommen, die wiederum das Problem mit der Löschwasserknappheit verstärkt, weil Pumpen ausfallen und Rechenzentren durch die Störung dazu gezwungen werden, auf den Notstrombetrieb zurückzugreifen. Diese Störung kann auch durch Niedrigwasser, beispielsweise im Rhein, verursacht werden, da fehlende Kühlleistung sich auf die Stromerzeugung auswirkt. Durch Niedrigwasser

kann es auch zu einem Versorgungsengpass an Tankstellen kommen, weil die Schifffahrt gestört wird. Wenn Störungen in Rechenzentren auftreten, kann sich dies auf verschiedene Bereiche des Lebens auswirken, etwa Verwaltung, Internet und Clouddienste sowie Kartenzahlungen. Weitere Faktoren, die zu Versorgungsengpässen an Tankstellen führen können, sind Blowups auf den Straßen, Böschungsbrände oder Gleisverwerfungen. Die Abbildung macht mit den verschiedenen Zusammenhängen und unterschiedlichen Abhängigkeiten deutlich, dass es um komplexe Probleme und deren Auswirkungen geht, die in sogenannten Kaskadeneffekten gipfeln können. Dabei prallen verschiedene stärker werdende Probleme aufeinander und schaukeln sich gegenseitig auf. Dies geht soweit, dass in einem Krisenfall Entscheidungen getroffen werden müssen, welche das eine Problem lösen, aber andere Thematiken ungelöst lassen. Im Krisenfall muss ein Verwaltungsstab in der Lage sein, solche Abwägungen zu treffen.



Bisherige Veranstaltungen:

- Szenarien-Workshop 20.05.2022
Im Mai 2022 wurde die erste Serie an Stabsrahmenübungen zum Szenario „Hitze & Dürre“ mit einem Kick-Off-Workshop zur Erstellung des Drehbuchs eröffnet.
- Pressekonferenz 09.11.2022
Eine gemeinsam mit dem hessischen Umweltministerium abgehaltene Pressekonferenz fand am 07.11.2022 statt. [Pressemitteilung](#)
- Landesweites Seminar zum Thema „Hitze & Dürre“ 14.11.2022
Das erste [landesweite Seminar](#) zum Thema „Hitze & Dürre“ wurde online abgehalten und stellt den Startschuss für die erste Serie an Übungen zum Szenario „Hitze und Dürre“ dar.



- 1. Stabsrahmenübung 15.03.2023
Die erste Stabsrahmenübung zum Szenario „Hitze und Dürre“ fand zusammen mit dem Landkreis Kassel und dem Regierungspräsidium Kassel am 15.03.2023 statt. [Pressemitteilung](#)
- 2. Stabsrahmenübung 22.04.2024
Die zweite Stabsrahmenübung zum Szenario „Hitze und Dürre“ fand zusammen mit dem Lahn-Dill-Kreis und dem Regierungspräsidium Gießen am 22.04.2024 statt. [Pressemitteilung](#)
- 3. Stabsrahmenübung 01.07.2024
Die letzte Stabsrahmenübung zum Szenario „Hitze und Dürre“ fand zusammen mit dem Wetteraukreis und dem Regierungspräsidium Darmstadt am 01.07.2024 statt. [Pressemitteilung](#)
- In Planung: landesweites Online-Seminar zum Thema „Starkregen“ am 16. September 2025

Die Veranstaltungen zum Projekt werden auf der [Homepage](#) aufgeführt und laufend aktualisiert. Die nächste Übung zum Extremweterszenario Starkregen findet mit dem RP Kassel und dem Landkreis Hersfeld-Rotenburg am 06.11.2025 statt. Das RP Gießen und das RP Darmstadt werden 2026 gemeinsam mit je einem Landkreis die Übungen zu Starkregen absolvieren. Die Übungen zu Schnee und Sturm sind für 2026 bzw. 2027 geplant.

Ist Krisenvorbereitung nicht das Thema des Hessischen Innenministeriums?

Grundsätzlich liegen Katastrophenschutz und Krisenmanagement in der Zuständigkeit des Hessischen Innenministeriums. Mit dem Klimaplan 2025 entstand für das FZK die Aufgabe, sich mit dem Thema Katastrophenschutz und Klimawandel auseinanderzusetzen. Daraus ist in enger Abstimmung und Zusammenarbeit mit dem Hessischen Innenministerium das Projekt „KLIMPRAX Krisenvorbereitung“ entstanden. Es befasst sich mit Krisenvorbereitung und nicht mit klassischem Katastrophenschutz, der die Blaulichteinheiten im Fokus hat. Das Projekt fokussiert sich auf die vor wenigen Jahren neu gegründeten Verwaltungsstäbe, die bisher in ihrer Zusammensetzung nicht viel gemeinsam geübt haben. Darüber hinaus steht das Projekt im Kontext des Klimawandels - und dafür ist das FZK zuständig. Die Kolleginnen und Kollegen vom Hessischen Innenministerium haben zusammen mit weiteren Expertinnen und Experten aus der Krisenvorsorge über die Jahre hinweg wertvolle Ideen und Impulse im Projekt gesetzt und sind auch immer in der Übungssteuerung während einer Stabsrahmenübung vertreten.



Wie geht's weiter?

Wir suchen Betreiber Kritischer Infrastrukturen, welche in den Übungen mitwirken, um sich besser zu vernetzen. Bei Interesse freuen wir uns über Ihre Kontaktaufnahme!

Erste Erkenntnisse der drei Hitze- und Dürre-Übungen

Direkt im Anschluss an die Übungen zu Hitze und Dürre fand jeweils eine Online-Nachbesprechung statt, in der alle Beteiligten die Gelegenheit hatten, ihre ersten Gedanken zur Übung, zu den Wirkketten oder dem Übungsverlauf zu äußern. Dies waren Lob, Fragen, Wünsche, aber auch Kritik, die wichtig für das Projekt sind, um die nächsten Übungen besser vorzubereiten. Mit etwas zeitlichem Abstand finden weitere Besprechungen mit Regierungspräsidium und Landkreis getrennt voneinander statt. Ziel dieser Besprechungen ist es herauszufinden, was sich seit den Übungen getan hat. Welche Informationen zu Hitze und Dürre waren neu? Gab es Änderungen oder Anpassungen in der Stabsdienstordnung oder der Zusammensetzung der Verwaltungsstäbe? Welche Veränderungen oder Themen wurden durch die Übungen angestoßen? Eine bereits jetzt bekannte und wichtige Erkenntnis aus den Übungen ist, dass Lücken nur dann identifiziert werden können, wenn Verwaltungsstäbe in Form von Übungen die Gelegenheit haben, gemeinsam Aufgaben zu lösen. Weitere Erkenntnisse und Empfehlungen des FZK werden mit dem Abschluss der Übungen festgehalten.



Fazit

Das Projekt „KLIMPRAX Krisenvorbereitung“ leistet einen Beitrag zur verbesserten Vorbereitung von hessischen Verwaltungen auf unterschiedliche klimawandelbedingte Krisen. Die Stabsrahmenübungen bieten den Übungsteilnehmenden eine solide Grundlage, um ihre Verwaltungsstäbe unter realitätsnahen Bedingungen zu testen, klimawandelbedingte Wirkketten kennenzulernen und ihre eigenen Abläufe und Prozesse zu optimieren. Auch wenn die Übungen einen großen Organisations- und Abstimmungsaufwand bedeuten, sind sie das richtige Mittel, um Lücken im Zusammenspiel von verschiedenen Akteuren zu identifizieren und den Übenden damit die Möglichkeit zu geben, auf konkrete Herausforderungen und kritische Szenarien in einem sicheren Übungsumfeld zu reagieren. Das Projekt trägt somit nicht nur zur Steigerung der Resilienz der Verwaltungen bei, sondern fördert auch ein besseres Verständnis für die Folgen des Klimawandels und die Notwendigkeit einer vorausschauenden Planung. Die aus den Übungen gezogenen Erkenntnisse und Empfehlungen werden mit dem Ende des Projektes zusammengefasst und veröffentlicht.

DEZERNAT LUFTREINHALTUNG: IMMISSIONEN

Das hessische Luftmessnetz im Wandel

Diana Rose



Das HLNUG hat die gesetzliche Aufgabe, die Luftqualität in Hessen zu überwachen. Dafür wird die Belastung der Außenluft mit Schadgasen und Partikeln an vielen Standorten verteilt über ganz Hessen gemessen. Die Messwerte werden unter anderem im Internet über das Messdatenportal oder in den lufthygienischen Monats- und Jahresberichten veröffentlicht. Wer die Veröffentlichung der Daten regelmäßig verfolgt, stellt fest, dass sich die Anzahl der Standorte, an denen gemessen wird, in den letzten Jahren für einige Luftschadstoffe erhöht und für einige reduziert hat. Doch wonach wird entschieden, wo und wie engmaschig gemessen wird? Und welche Änderungen des Messnetzes gab es in der Vergangenheit und welche stehen in den nächsten Jahren bevor?



Die obere und untere Beurteilungsschwelle

(oBS und uBS) ist für jeden Luftschadstoff einzeln festgelegt. Es gilt folgendes: Überschreiten die Messwerte in einem Gebiet oder Ballungsraum die oBS, müssen ortsfeste Messungen durchgeführt werden, unterschreiten sie die uBS genügen Modellierungen oder objektive Schätzungen, liegen sie zwischen der oBS und der uBS kann eine Kombination aus ortsfesten Messungen und anderen Methoden angewendet werden.

Das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) und die 39. Verordnung zur Durchführung des BImSchG (39. BImSchV) bilden in Deutschland die gesetzliche Grundlage für die Luftqualitätsüberwachung. Diese basiert wiederum auf europäischen Richtlinien, u.a. auf der Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa (2008/50/EG).

Die 39. BImSchV legt fest, welche Luftschadstoffe überwacht und welche Grenz- oder Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit oder zum Schutz der Vegetation eingehalten werden müssen. Sie regelt außerdem, wie viele Standorte für jeden Schadstoff eingerichtet werden müssen. Die Grundlage für die Mindestanzahl an Messpunkten bildet die sogenannte untere und obere Beurteilungsschwelle, die für jeden Luftschadstoff separat festgelegt ist. Liegt die Schadstoffbelastung darüber, gibt die Verordnung je nach Schwelle und Einwohnerzahl in einem Gebiet oder Ballungsraum die Mindestmenge an Messpunkten vor. Je höher die Konzentration und je größer die betroffene Bevölkerungsgruppe, desto mehr Standorte müssen eingerichtet werden (vgl. 39. BImSchV, Anlagen 2 und 5). Außerdem leitet sich danach ab, wie genau die Ermittlung der Luftschadstoffkonzentration erfolgen muss. Neben der ortsfesten Messung, die als kontinuierliche Erfassung erfolgt, sind nämlich auch objektive Schätzungen, Modellrechnungen oder orientierende Messungen möglich bzw. geboten.

Weil der Ausstoß von Luftschadstoffen durch den Einsatz effizienterer Technik und verbesserter Abgasreinigung vor allem in der Industrie und bei Kraftfahrzeugen stark gesunken ist, hat sich die Luftqualität in Hessen in den letzten Jahrzehnten im Allgemeinen deutlich verbessert. Sinkt die Konzentration eines Schadstoffs so weit, dass dadurch die Beurteilungsschwellen unterschritten werden, so reduziert sich die notwendige Anzahl an Messstandorten für diesen Schadstoff.



Reduzierung der Standorte für Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid

Abbildung 1 zeigt, dass die Konzentration von Schwefeldioxid (SO_2) in der Außenluft in den vergangenen 20 Jahren erheblich gesunken ist. Für das Schutzziel der menschlichen Gesundheit sind für SO_2 ausschließlich Kurzzeitgrenzwerte gesetzt, die in Hessen schon lange nicht mehr überschritten wurden. Weil die Konzentrationen an allen beurteilungsrelevanten Stationen unter den gesetzlich definierten Schwellen liegen, besteht in Hessen keine Verpflichtung mehr für eine kontinuierliche Messung. Für Kohlenmonoxid (CO) stellt sich die Situation ähnlich dar.

Dennoch muss für beide Komponenten sichergestellt sein, dass die Beurteilungsschwellen auch in Zukunft unterschritten bleiben. Die Situation muss also weiter im Blick behalten werden. Nach fachlichen Erwägungen wurde deshalb entschieden, die Messungen an den meisten Messstellen einzustellen und nur noch an vereinzelt Standorten weiterhin SO_2 und CO im kontinuierlichen Verfahren zu erfassen. Damit wird weiterhin eine Abschätzung zur räumlichen Verteilung gewährleistet und die Ergebnisse dienen außerdem zur Plausibilisierung von anderen Komponenten.

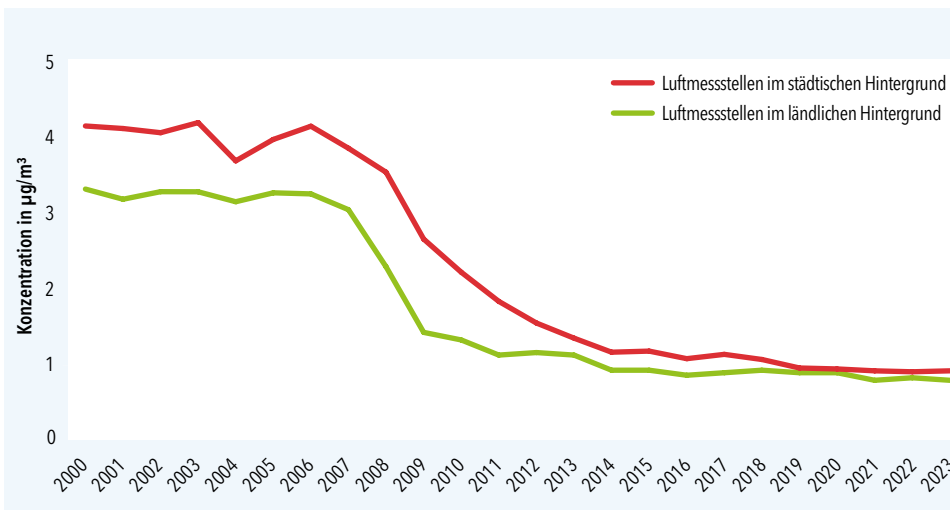


Abb. 1: Entwicklung der Schwefeldioxidkonzentration in Hessen als Mittelwert über alle Luftmessstellen im ländlichen und alle im städtischen Hintergrund

Erweiterung der Standorte für Feinstaub

Beim Feinstaub der Fraktionen PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ ist die Konzentration ebenfalls deutlich zurückgegangen.

Der Jahresmittelwert für PM_{10} konnte an allen Standorten in Hessen seit 2002 in etwa halbiert werden. Der aktuell gültige Grenzwert für den Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird somit überall sicher eingehalten. Die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen für den Tagesmittelwert wird inzwischen ebenfalls an allen Stationen in Hessen eingehalten (vgl.

Abbildung 2 am Beispiel der Station Frankfurt Friedberger Landstraße). Dennoch besteht für PM_{10} weiterhin die Verpflichtung zur ortsfesten Messung.

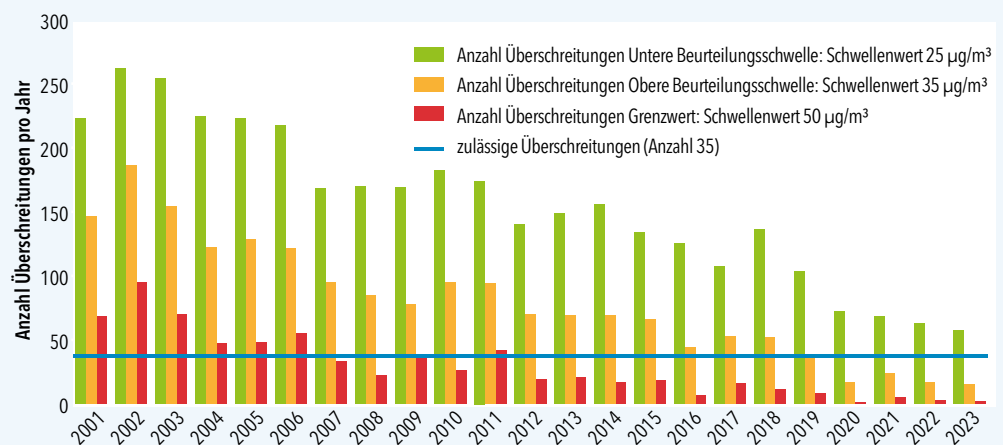
Die $PM_{2,5}$ -Konzentration hat sich ähnlich entwickelt. Auch hier wird der Grenzwert an allen Messstellen in Hessen sicher eingehalten. Laut der gesetzlichen Vorgaben würde es ausreichen, $PM_{2,5}$ über eine objektive Schätzung zu erfassen, weil die Werte sogar unter der unteren Beurteilungsschwelle liegen.

Es liegen aber inzwischen bessere Kenntnisse über die Gesundheitsrelevanz von Partikeln und speziell der kleinen $PM_{2,5}$ -Fraktion vor, weshalb es wichtig ist, diesen Luftschadstoff weiterhin flächendeckend zu beobachten. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat in ihren 2021 veröffentlichten Luftqualitätsleitlinien die Empfehlung gegeben, die Feinstaubkonzentration deutlich zu reduzieren. Basierend auf den Empfehlungen der WHO hat die Europäische Union Ende 2024 ihre Luftqualitätsrichtlinie überarbeitet. Damit werden ab 2030 deutlich strengere Grenzwerte eingeführt. Dies wird voraussichtlich dazu führen, dass die Anzahl der vorgeschriebenen Messstandorte bald wieder steigen wird.

Dazu kommt, dass sich die Messtechnik für Feinstaub dahingehend verändert hat, dass inzwischen nicht mehr zwei Messgeräte erforderlich sind, um PM_{10} und $PM_{2,5}$ an einem Standort zu ermitteln, sondern dass dies in einem Gerät erfolgen kann. Im hessischen Luftmessnetz wurde in den letzten Jahren die Ausstattung der Stationen sukzessive auf den neuen Messgerätetyp umgestellt. Somit wird mittlerweile an allen Standorten in Hessen, an denen PM_{10} gemessen wird, auch die Konzentration von $PM_{2,5}$ überwacht.

Neben fachlichen Erwägungen spielen bei all diesen Entscheidungen auch Praktikabilitätsüberlegungen eine Rolle. Das früher standardmäßig zum Einsatz gebrachte Messgerät für Feinstaub war durch den

Abb. 2: Entwicklung der Überschreitungen des Tagesmittelwertes von Feinstaub PM_{10} an der Messstation Frankfurt Friedberger Landstraße



eingebauten radioaktiven Strahler besonders zu behandeln – vom Transport und der Lagerung bis hin zur Wartung. Dass man auf ein anderes Verfahren ohne Strahler umstellen konnte, ist auch im Hinblick auf die Gewährleistung der Arbeitssicherheit von Vorteil.

Zusätzliche Überwachung der NO₂-Konzentration mit Passivsammlern

Für Stickstoffdioxid (NO₂), ein Luftschadstoff der seinen Ursprung hauptsächlich im Kfz-Verkehr hat, wurde im Jahr 2010 ein Grenzwert für den Jahresmittelwert von 40 µg/m³ eingeführt. Dieser wurde an vielen Standorten in Hessen jahrelang teils deutlich überschritten. Als Konsequenz mussten Luftreinhaltepläne erstellt werden, in denen Maßnahmen für Emissionsminderungen formuliert wurden.

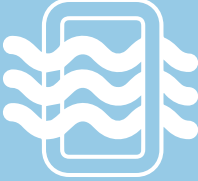
Das HLNUG erhöhte in diesem Zuge die Anzahl an Messstellen für NO₂ deutlich. Zum einen, um festzustellen, welche Bereiche in den Städten die höchsten Belastungen mit NO₂ aufweisen und zum anderen, um in den Folgejahren die Wirksamkeit der Minderungsmaßnahmen zu überprüfen. Zusätzlich zu den bereits bestehenden, vollautomatisierten Messstationen wurden in den Städten zahlreiche sogenannte Passivsammler zur Messung von NO₂ installiert. Die fingergroßen Röhrchen können praktisch überall aufgehängt werden. Sie benötigen im Gegensatz zu einer Luftmessstation keinen Aufstellplatz und keinen Strom, was ein entscheidender Vorteil gegenüber den Messcontainern ist. Die Passivsammlerröhrchen werden über eine bestimmte Zeit beaufschlagt, manuell getauscht und später in einem Labor analysiert, was personell sehr aufwendig ist. Deshalb ist man auch hier bestrebt, die Anzahl der Standorte zu reduzieren, sobald die Belastung durch NO₂ nicht mehr so hoch ist.

Da sich die Abgastechnik bei den Dieselfahrzeugen in den letzten Jahren deutlich verbessert hat und immer mehr sauberere Fahrzeuge in den Umlauf gekommen sind, haben sich die NO₂-Emissionen deutlich reduziert. Zusätzlich tragen die vielseitigen Maßnahmen, die die Städte eingeführt haben, z. B. die Stärkung des öffentlichen Personennahverkehrs und des Radverkehrs, die Elektrifizierung von Bussen, Verkehrslenkung und teilweise Verkehrsbeschränkungen, dazu bei, dass die NO₂-Konzentrationen deutlich zurückgegangen sind. Seit 2021 werden erstmals überall in Hessen die NO₂-Grenzwerte eingehalten. Diese Verbesserung der Luftqualität führte dazu, dass viele der Passivsammler wieder abgebaut werden konnten. Während die Anzahl der NO₂-Messstellen im Luftmessnetz vor einigen Jahren noch bei über 70 lag, wurden 2024 nur noch 61 betrieben.

Abb. 3: Passivsammlerröhrchen für NO₂



Von den 24
Passivsammler-
messstellen für
NO₂ lagen 19
an Verkehrsschwerpunkten




Sondermessprogramm „Ultrafeine Partikel“

Stärkere Berücksichtigung im hessischen Luftmessnetz findet in den vergangenen Jahren die Ermittlung von ultrafeinen Partikeln. Nachdem sich herausgestellt hat, dass der Frankfurter Flughafen eine bedeutende Quelle für die besonders kleinen Feinstaubpartikel ist, wurden um den Flughafen herum mehrere Messstellen aufgebaut, an denen die Anzahlkonzentration und die Größenverteilung der Partikel gemessen wurde

- auch ohne dass es eine gesetzliche Verpflichtung zur Überwachung dieser Partikelfraktion gibt. An den Messungen besteht ein besonderes öffentliches Interesse, denn die ultrafeinen Partikel stellen ein potentielles Gesundheitsrisiko dar. Aufgrund ihrer geringen Größe können sie sehr tief in die Lunge eindringen und in den Blutkreislauf gelangen. Wie der genaue Zusammenhang zwischen dem Auftreten dieser Partikel und ihrer gesundheitlichen Wirkung ist, ist jedoch noch nicht genügend erforscht, weshalb es auch noch keine Empfehlungen oder gar Grenzwerte für die Konzentration in der Außenluft gibt.

Das Sondermessprogramm umfasst nach der vieljährigen Bestandsermittlung an wechselnden Standorten inzwischen drei feste Standorte. Die Daten des HLNUG gehen unter anderem in epidemiologische Untersuchungen ein und bilden mit anderen forschenden Instituten Grundlagen für die gesundheitliche Bewertung.

Durch die zukünftige Einbeziehung einer Messverpflichtung für ultrafeine Partikel in die neue EU-Richtlinie wird diese Forschungstätigkeit zur gesetzlichen Messaufgabe.

Meteorologische Parameter als Ergänzung zu den Luftschadstoffen

Zur Plausibilisierung der Luftschadstoffmessungen werden mit Temperatur, Feuchte und Wind meteorologische Größen an einigen Messstationen erfasst. Zuletzt wurden die Messungen von Luftdruck, Globalstrahlung und Niederschlag im Jahr 2024 eingestellt, weil diese Größen für die Luftqualitätsüberwachung nicht notwendig und nach der 39. BImSchV auch nicht gefordert sind. In der Vergangenheit wurden diese Messungen zwar durchgeführt, der messtechnische Aufwand für diese zusätzlichen Parameter ist jedoch sehr hoch. Insbesondere sind für die Messung von Luftschadstoffen Standortkriterien der 39. BImSchV einzuhalten. Die Vorgaben an den Standort für meteorologische Messungen unterscheiden sich jedoch davon und können deshalb nicht gleichzeitig erfüllt werden. Das kann dazu führen, dass so erzeugte Messwerte mit anderen Werten (z. B. des Deutschen Wetterdienstes) eventuell nicht vergleichbar sind.

Fazit

Die Anzahl der Standorte, an denen die Luftqualität in Hessen überwacht wird, hat sich in den letzten Jahren immer wieder verändert. Für einige Schadstoffkomponenten sind neue Standorte dazugekommen, für einige sind Standorte weggefallen. All



Ultrafeine Partikel (UFP)

sind Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 100 Nanometern. UFP sind also die kleinsten festen und flüssigen Teilchen in unserer Luft. Das HLNUG betreibt seit 2017 ein Sondermessprogramm zur Untersuchung der UFP im Umfeld des Flughafens Frankfurt. Mehr Informationen dazu finden Sie hier: <https://www.hlnug.de/?id=14862>

diese Entwicklungen erfolgen im Einklang mit den gesetzlichen Vorgaben. Das HLNUG überprüft die Standortwahl regelmäßig, um sicherzustellen, dass die Auswahlkriterien stets aktuell und dauerhaft optimal sind. Dabei muss gewährleistet werden, dass die Messungen ein möglichst vollumfängliches Bild von der Schadstoffbelastung in Hessen ergeben. Da nicht überall gemessen werden kann, werden die Standorte so ausgesucht, dass sie möglichst repräsentativ für große Gebiete und damit für die Exposition großer Teile der Bevölkerung sind. Modellierungen, das heißt Berechnungen der Belastung, helfen dabei, dieses Bild zu vervollständigen.

Ende 2024 wurde die europäische Luftqualitätsrichtlinie überarbeitet und an neue Erkenntnisse der Wirkungsforschung angepasst. Sie sieht ab 2030 eine deutliche Absenkung der Grenzwerte und Beurteilungsschwellen für die meisten Schadstoffe vor, um die Bevölkerung noch besser vor den Luftschadstoffen zu schützen. Damit ändern sich auch die Anforderungen an die Mindestanzahl an Standorten. Es ist möglich, dass die jetzige Messabdeckung gegenüber den definierten Schwellen nicht mehr ausreicht und das Messnetz ausgebaut werden muss. Dies muss auf Grundlage der neuen Bestimmungen neu evaluiert werden.

DEZERNAT LUFTREINHALTUNG: EMISSIONEN

Geruch – eine schwer zu messende Luftverunreinigung

Jens Cordes, Dominik Wildanger



■ Von allen Verunreinigungen der Luft ist Geruch die am schwersten zu quantifizierende. Die Emission von Gerüchen aus gewerblichen Anlagen ist gesetzlich reglementiert und wird mit Hilfe eines standardisierten Messverfahrens überwacht. Das HLNUG führt seit mittlerweile mehr als acht Jahren Ringversuche zur Qualitätssicherung dieser Geruchsmessungen durch. Die dabei gesammelten Erkenntnisse zeigen, dass Geruchsmessungen eine deutlich höhere Unsicherheit haben als bislang angenommen.

Hintergrund

Geruchsstoffe unterscheiden sich von den vielen anderen Stoffen, die wir als „Luftverunreinigung“ bezeichnen [1] dadurch, dass sie meist nicht unmittelbar schädlich für die Umwelt oder die menschliche Gesundheit sind, sondern primär über ihre Wirkung als Geruch Unbehagen auslösen. Gerüche werden bei vielen verschiedenen Tätigkeiten und Prozessen freigesetzt, und ihre Wirkung auf Menschen kann sich von Person zu Person stark unterscheiden. Je nach Art und Stärke des Geruchs kann die Wirkung von „angenehm“ oder einfach nur „wahrnehmbar“ über „störend“ bis hin zu einer massiven Einschränkung der Lebensqualität („unerträglicher Gestank“) reichen. Deshalb wird die Freisetzung von Gerüchen gesetzlich geregelt [2], und an besonders geruchsintensiven Anlagen werden regelmäßig Messungen durchgeführt, um die dort freigesetzten Gerüche zu quantifizieren [3]. Dabei gibt es das Problem, dass Gerüche nicht aus einer oder auch nur wenigen chemischen Verbindungen bestehen, sondern oft tausende Stoffe gleichzeitig freigesetzt werden und zum Geruchseindruck beitragen. Hinzu kommt, dass verschiedene Stoffe extrem unterschiedlich stark riechen. Die Bandbreite reicht hier von vollkommen geruchlosen Stoffen bis zu solchen, die schon in winzigen Mengen von Menschen sehr stark wahrgenommen werden. Es ist daher bis heute nicht möglich, aus der Zusammensetzung einer Luftprobe auf die zu erwartende Geruchswahrnehmung von Menschen zu schließen. Das macht die Quantifizierung von Geruchsemissionen zu einer Herausforderung, die mit den üblicherweise im Umweltmonitoring verwendeten Messgeräten nicht gelöst werden kann.

Wie misst man Geruch?

Weil sich Geruch (zumindest bislang) nicht mit technischen Mitteln quantifizieren lässt, können Geruchsmessungen nur mit echten menschlichen Nasen als Detektoren durchgeführt werden. An der Emissionsquelle (z. B. einem Schornstein oder Abluftkanal) wird dazu ein geruchsneutraler



Menschen können
ungefähr **10 000**
verschiedene Gerüche
unterscheiden.

Beutel mit ca. 20 Liter Abgas gefüllt. Dieser Beutel wird dann in einen geruchsfreien Raum gebracht und dort an ein sogenanntes Olfaktometer angeschlossen. Das Olfaktometer verdünnt Teilmengen der Abgasprobe nacheinander mit verschiedenen, genau bekannten Anteilen geruchsfreier Luft und bietet diese Mischungen den menschlichen Prüfern zur sensorischen Beurteilung an. In der Regel wird die Abgasprobe zunächst extrem stark verdünnt, z.B. um den Faktor 16 000. Schrittweise wird dann die Verdünnung immer weiter gesenkt, die Prüfer am Olfaktometer riechen also an immer weniger stark verdünnten Abgasproben (z.B. 8 000-fache Verdünnung, 4 000-fache Verdünnung, 2 000-fache Verdünnung, u.s.w.). Die Prüfer geben zu jeder Verdünnungsstufe jeweils unabhängig voneinander eine Rückmeldung, ob sie einen Geruch wahrnehmen oder nicht. In mehreren Versuchen wird so die Verdünnung ermittelt, bei der der Übergang von „kein Geruch erkennbar“ zu „Geruch wird wahrgenommen“ erfolgt. Der so erhaltene Verdünnungsfaktor entspricht der Geruchskonzentration, die in Geruchseinheiten pro Kubikmeter (GEE/m³) angegeben wird. Die Anzahl der Geruchseinheiten gibt also an, in welchem Verhältnis das Abgas verdünnt werden muss, damit der darin enthaltene Geruch nicht mehr wahrnehmbar ist. Stößt eine Anlage z.B. 400 Geruchseinheiten pro Kubikmeter aus, müsste jeder Kubikmeter Abgas aus dieser Anlage mit mehr als 400 Kubikmetern Umgebungsluft vermischt werden, damit der Geruch der Anlage „verfliegt“.

Die Geruchswahrnehmung ist aber nicht bei allen Menschen gleich, sondern variiert teilweise stark von Person zu Person. Dies ist eine der



Anders als z. B. für das Sehen (rot, grün, eckig, ...) oder Fühlen (rau, glatt, weich, ...) gibt es in unserer Sprache für das Riechen keine eigenen Begriffe. Um Geruchserlebnisse zu beschreiben, werden meist einfach Begriffe aus anderen Sinneswahrnehmungen verwendet, z.B. süßlich, säuerlich, stechend, beißend, scharf... Es ist aber fast unmöglich, damit jemandem einen Geruch zu beschreiben, den diese Person selbst noch nie gerochen hat. Hundekot riecht einfach nach Hundekot, und Blumen riechen ganz anders.



© stock.adobe.com/suliti/photos



Erdgas besteht fast vollständig aus dem geruchlosen Gas Methan (CH_4) und hat deshalb auch keinen Eigengeruch. Nach vielen verheerenden Explosionsunfällen wurden die Gasversorger verpflichtet, dem Erdgas stark riechende Geruchsstoffe zuzumischen. Seitdem kann ein Gasleck schnell am „Gasgeruch“ erkannt werden.

Hauptfehlerquellen der Olfaktometrie, bei der versucht wird, mit den teils sehr unterschiedlichen Nasen verschiedener Menschen vergleichbare und reproduzierbare Geruchsmessergebnisse zu erzielen. Um überhaupt ansatzweise einheitliche Ergebnisse zu bekommen, gibt das Normverfahren für Geruchsmessungen (DIN EN 13725 [4]) vor, dass die Prüfer am Olfaktometer zunächst mit dem Referenzgeruchstoff *n*-Butanol getestet werden. Nur wenn das Geruchsempfinden einer Person für diesen Stoff in einem bestimmten Bereich liegt, ist sie als Prüfer für die Olfaktometrie geeignet. Weil trotz dieser Vorauswahl die Empfindlichkeit der eingesetzten Nasen für andere Geruchsstoffe noch immer über einen weiten Bereich streuen kann, müssen bei jeder Geruchsmessung mindestens vier Prüfer am Olfaktometer eingesetzt werden. Die unterschiedlichen Geruchsempfindlichkeiten der Prüfpersonen sollen sich so möglichst ausgleichen. Diese Strategie wird allerdings immer wieder hinterfragt, denn wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass selbst Menschen mit gleicher Sensitivität für *n*-Butanol drastisch unterschiedliche Empfindlichkeiten für andere Geruchsstoffe besitzen können.

Geruchsmessungen im gesetzlich geregelten Bereich

Verschiedene gewerbliche Anlagen, die Geruchsbelästigungen verursachen können (wie z.B. Kläranlagen, Kompostieranlagen, Anlagen zur Müllsortierung oder große Tierställe) bekommen mit der Betriebsgenehmigung die Auflage, bestimmte Abgasgrenzwerte (meist 500 GEE/ m^3) einzuhalten. Ob die freigesetzten Gerüche auch tatsächlich unterhalb der genehmigten Grenze bleiben, wird regelmäßig durch olfaktometrische Messungen überprüft. Diese Emissionsmessungen werden von unabhängigen Messinstituten durchgeführt, die dafür eine Bekanntgabe nach der „Bekanntgabeverordnung“ (41. BImSchV, [5]) von der zuständigen Landesbehörde benötigen. Um eine solche Bekanntgabe zu erlangen und damit die Einhaltung von Grenzwerten im gesetzlich geregelten Bereich des Immissionsschutzes überprüfen zu dürfen, muss



© stock.adobe.com/alho007



© stock.adobe.com/magnificat



© stock.adobe.com/GerdonGrano



ein Messinstitut die dafür erforderliche Fachkunde, Zuverlässigkeit und Unabhängigkeit nachweisen.

Zu den Pflichten eines bekanntgegebenen Messinstituts gehört, die Fachkunde und die Zuverlässigkeit regelmäßig durch die erfolgreiche Teilnahme an Ringversuchen nachzuweisen. Im Rahmen eines Ringversuches analysieren unterschiedliche Messinstitute dieselbe Probe. Die Zusammensetzung der Probe und damit das richtige Ergebnis sind dabei (zum Zeitpunkt der Messung) nur dem Veranstalter des Ringversuches bekannt. Die Auswertung der Teilnehmerergebnisse erlaubt sowohl Rückschlüsse auf die Richtigkeit der Ergebnisse der einzelnen Teilnehmer, als auch auf die Kenngrößen des Verfahrens. Das HLNUG ist seit vielen Jahren Anbieter für Emissionsringversuche [6] und bietet seit 2016 auch Ringversuche für Geruchsemissionen an seinem Schornsteinsimulator (ESA) an [7].

Der Geruchsringversuch des HLNUG

Im Geruchsringversuch des HLNUG werden Messungen mit dem Referenzgeruchsstoff *n*-Butanol und drei weiteren Gerüchen durchgeführt, wobei versucht wird, möglichst realistische Gerüche zu verwenden. Zuletzt wurden neben *n*-Butanol noch Tetrahydrothiophen (wird als Geruchszusatz für Erdgas verwendet), eine Mischung von Organischen Lösungsmitteln (wie z. B. von Lackierbetrieben verwendet) und ein künstlicher Schweinestallgeruch verwendet. Es gibt zwar keine realen Anlagen, die reines *n*-Butanol emittieren, anhand der Messergebnisse zu diesem Stoff lassen sich aber grundsätzliche Probleme bei der Durchführung der Olfaktometrie sehr gut feststellen. Die Prüfer am Olfaktometer werden ausgewählt anhand ihrer persönlichen Geruchsschwelle für den Referenzgeruchsstoff *n*-Butanol. Die Messergebnisse für eine Abgasprobe, die nur *n*-Butanol in Luft enthält, sollten deshalb bei korrekter Durchführung der Probenahme und Olfaktometrie zuverlässig nahe an dem jeweils richtigen Wert liegen.

Seit 2016 haben an den Ringversuchen des HLNUG bisher 37 verschiedene Messinstitute teilgenommen, diese haben in 162 Teilnahmen insgesamt 1944 Geruchsproben untersucht. Damit verfügt das HLNUG über einen weltweit einmaligen Datenschatz in Bezug auf Geruchsmessungen nach dem Normverfahren. Diese Daten wurden in den letzten Jahren intensiv ausgewertet. Dabei konnten wir zahlreiche Ansatzpunkte für mögliche Verbesserungen der Geruchsmessungen identifizieren und in Fachartikeln veröffentlichen [8, 9]. Dabei trat auch zu Tage, dass das Verfahren der Geruchsmessungen eine deutlich schlechtere Performanz aufweist als bisher von Messinstituten und Behörden angenommen.



Manche Stoffe haben extrem niedrige Geruchsschwellen: Beim z. B. in Knoblauch enthaltenen Gas Methanthiol können Menschen schon bei 0,002 ppm einen Geruch wahrnehmen. Das ist ein Milliliter Methanthiol-Gas (ungefähr 0,0017 Gramm) gleichmäßig verteilt auf 500 Kubikmeter Luft, was in etwa einem kompletten Einfamilienhaus entspricht (10 m x 10 m x 5 m).

i

Gerüche werden von uns, genau wie Geräusche, nicht linear, sondern auf einer logarithmischen Skala wahrgenommen. Beide Größen werden deshalb oft in Dezibel angegeben. Für Geräusche führt eine Steigerung um 10 Dezibel (also 10-facher Schalldruck) zu einem „doppelt so laut“ wahrgenommenen Geräusch. Gerüche müssen bei einer Zunahme der Konzentration um 10 Dezibel 10-mal so stark verdünnt werden, um die Wahrnehmungsschwelle zu erreichen. Der Intensitätseindruck lässt sich für Gerüche aber nicht so leicht beschreiben wie bei Geräuschen.

Die im Ringversuch beobachtete Streuung der Messwerte ist größer als erwartet

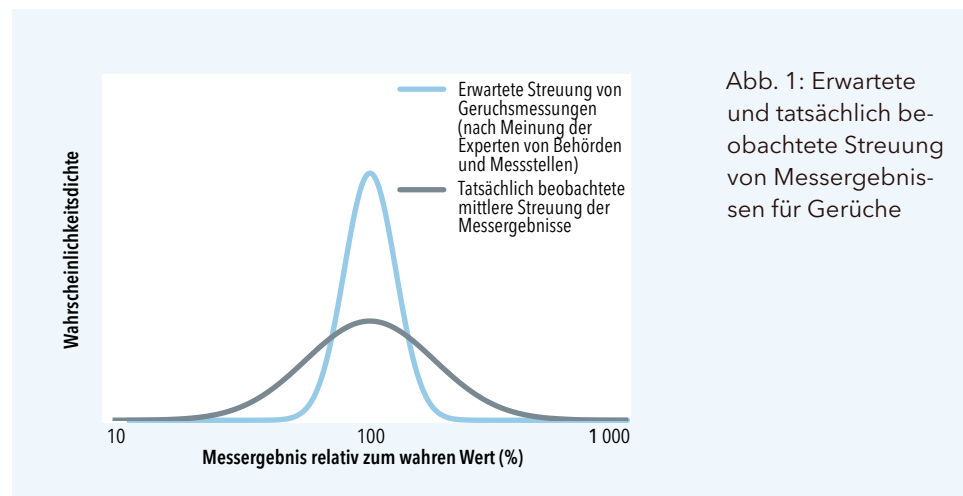


Abb. 1: Erwartete und tatsächlich beobachtete Streuung von Messergebnissen für Gerüche

Bei der Konzipierung des Geruchsringversuchs des HLNUG wurden verschiedene Olfaktometrie-Experten von Behörden und Messinstituten einbezogen. Die einhellige Meinung dieser Fachleute war, dass gemessene Geruchskonzentrationen grundsätzlich nicht mehr als um den Faktor zwei vom wahren Wert abweichen. Das heißt, wenn eine Reihe von Messinstituten an einer Anlage mit einer tatsächlichen Geruchsemission von 100 GEE/m³ messen, müssten mindestens 95 Prozent der Messergebnisse unabhängig vom durchführenden Institut im Bereich zwischen 50 GEE/m³ und 200 GEE/m³ liegen (siehe Abbildung). Dementsprechend wurde das Kriterium für eine erfolgreiche Teilnahme am Ringversuch so gewählt, dass Abweichungen bis zu einem Faktor zwei akzeptabel sind und nur Teilnehmer, deren Ergebnisse um einen noch größeren Faktor abweichen, beim Ringversuch durchfallen. Diese Festlegung ist auch in guter Übereinstimmung mit den Angaben der Messinstitute, die in ihren Messberichten zur Überprüfung von gewerblichen Anlagen üblicherweise erweiterte Messunsicherheiten von 2 Dezibel angaben, was einem Faktor von nur ca. 1,6 entspricht.

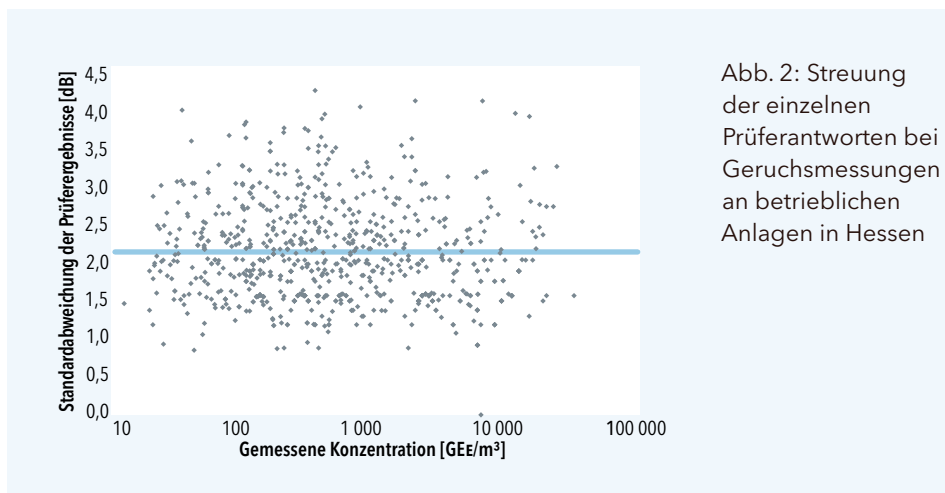
Wenn die von den Messinstituten angegebene Messunsicherheit von Faktor 1,6 realistisch geschätzt ist (bei einem Messergebnis von z.B. 100 GEE/m³ würde die tatsächliche Geruchsemission mit 95 Prozent Wahrscheinlichkeit irgendwo zwischen 63 GEE/m³ und 160 GEE/m³ liegen) und die Ringversuche an der ESA repräsentativ für olfaktometrische Messungen sind (Messungen an echten Anlagen also adäquat nachbildet), dann sollten bei den Ringversuchen des HLNUG deutlich weniger als 5 Prozent der Teilnehmer Probleme mit den Anforderungen an die Messergebnisse haben. Tatsächlich mussten wir aber feststellen, dass im Schnitt 30 Prozent der Teilnahmen nicht erfolgreich war.



Für diese überraschend große Abweichung gibt es zwei mögliche Erklärungen. Entweder die Messungen an unserem Schornsteinsimulator sind nicht repräsentativ, also nicht auf die Messung an echten betrieblichen Anlagen übertragbar. Oder aber die Unsicherheit der Messergebnisse der Messinstitute ist deutlich größer als von diesen angegeben.

Falls sich die Messungen im Ringversuch von den Messungen an realen Anlagen unterscheiden, müsste sich dies in unterschiedlichen Streuungen der einzelnen Prüferantworten zeigen. Wäre es z. B. deutlich schwerer, die Geruchsemissionen am Schornsteinsimulator ESA zu quantifizieren, müssten die Einzelergebnisse der Prüfer im Ringversuch deutlich stärker streuen als bei Messungen an echten Anlagen.

Um diese Frage zu klären, haben wir mehr als 700 Emissionsmessberichte zu Geruchsmessungen an Anlagen in Hessen aus den Jahren 2016 bis 2022 ausgewertet. Die Standardabweichung der Prüferergebnisse lag hier im Mittel bei 2,1 Dezibel. Damit liegen durchschnittlich 95 Prozent aller Prüfer-Einzelergebnisse in einem Bereich von 38–264 Prozent um das zugehörige Messergebnis.



In der menschlichen Nase befinden sich etwa 20–30 Millionen Riechzellen, die etwa 400 verschiedene Rezeptoren tragen, die alle unterschiedliche Arten von Geruchsstoffen „erkennen“ können. Gerüche bestehen oft aus sehr vielen verschiedenen Geruchsstoffen, und viele Geruchsstoffe aktivieren gleich mehrere verschiedene Rezeptoren.

In 125 der ausgewerteten Messberichte waren auch detaillierte Ergebnisse zu Messungen an *n*-Butanol-Prüfgas aufgeführt. Dabei handelt es sich um Gasflaschen, die den Referenzgeruchsstoff *n* Butanol in einer genau bekannten Konzentration enthalten. Solche Prüfgase werden zur Überprüfung des Geruchsmessverfahrens eingesetzt. Bei diesen Messungen lag die Standardabweichung der Prüferergebnisse im Mittel bei 2,2 Dezibel. Damit liegen durchschnittlich 95 Prozent aller Probanden-Einzelergebnisse in einem Bereich von 36–275 Prozent um das zugehörige Messergebnis.

Mit diesen Ergebnissen aus Messungen an echten Anlagen und an Prüfgasen konnten wir nun die Messungen im Ringversuch vergleichen.



Für Wohngebiete regelt die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, dass Geruchsemissionen von betrieblichen Anlagen zumutbar sind, wenn sie höchstens 10 % der Zeit auftreten. Das entspricht im Schnitt ca. 2-3 mal pro Tag (wenn der Geruch jeweils für weniger als eine Stunde auftritt), ca. 17 Stunden pro Woche oder 36 Tage pro Jahr (wenn der Geruch immer mal wieder für einen ganzen Tag auftritt). Für Gerüche von landwirtschaftlichen Betrieben in ländlichen Gegenden gelten 15 % der Zeit als zumutbare Obergrenze. (TA Luft Anhang 7, Abschnitt 3.1)

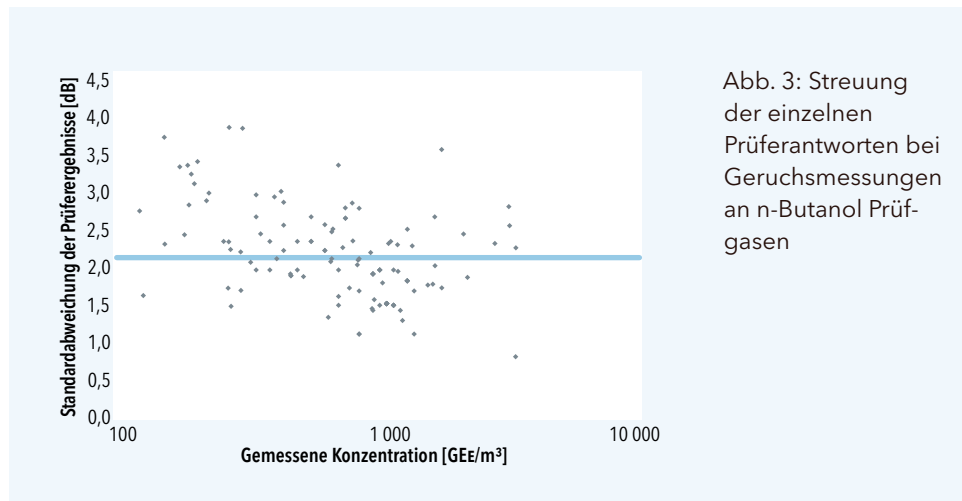


Abb. 3: Streuung der einzelnen Prüferantworten bei Geruchsmessungen an n-Butanol Prüfgasen

Bei 193 n-Butanol-Messungen in HLNUG-Ringversuchen (zwischen 2016 und 2022) lag die Standardabweichung der Prüferergebnisse im Mittel bei 2,1 Dezibel. Die Streuung der Prüferergebnisse im Ringversuch ist damit identisch mit der Streuung bei Messungen an Prüfgasen oder bei Routinemessungen an Anlagen.

Für die Messungen anderer Gerüche im Ringversuch (hier wurden 555 Messungen aus den Jahren 2016 bis 2022 ausgewertet) lag die Standardabweichung der Prüferergebnisse im Mittel ebenfalls bei 2,1 Dezibel. Die Streuung der Prüferergebnisse im Ringversuch ist damit auch für andere Gerüche als n Butanol identisch mit der Streuung bei Messungen an Prüfgasen oder bei Routinemessungen an Anlagen.

Es zeigt sich also, dass die Streuung der einzelnen Prüferantworten bei Messungen vor Ort, an Prüfgasen und im Ringversuch gleich ist. Ein Unterschied zwischen Einzelstoffen, Geruchsmischungen und Umweltgerüchen in Bezug auf das Prüferverhalten ist nicht erkennbar. Daraus ergibt sich, dass die Kenngrößen aus den Ringversuchen repräsentativ

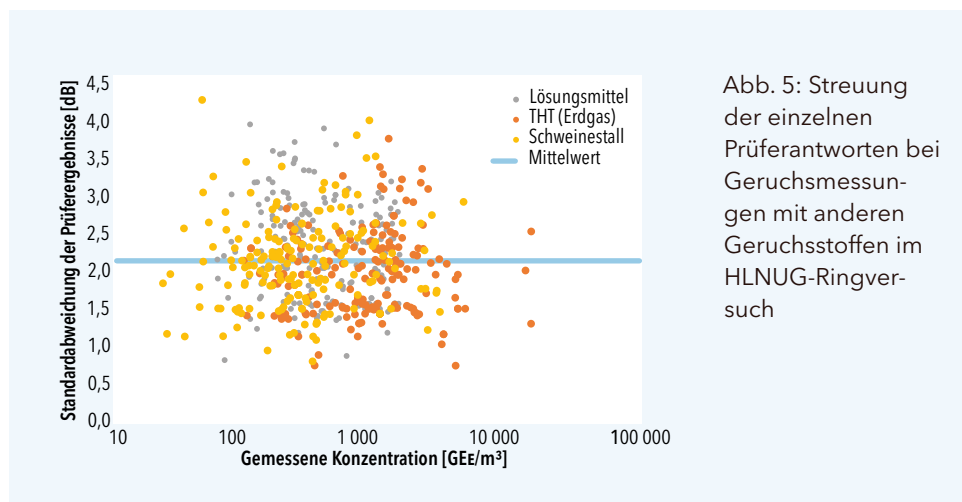


Abb. 5: Streuung der einzelnen Prüferantworten bei Geruchsmessungen mit anderen Geruchsstoffen im HLNUG-Ringversuch



sind für alle Geruchsmessungen. Die Leistungsfähigkeit der Olfaktometrie ist demnach deutlich geringer als angenommen.

Durch die nachgewiesene Übertragbarkeit der Ergebnisse aus dem Ringversuch auf die Messungen an Industrieanlagen ergibt sich die Möglichkeit, aus den umfangreichen Ringversuchsdaten die Leistungskenngrößen der Olfaktometrie belastbar abzuleiten.

Kenngößen der Olfaktometrie

Um die Leistungsfähigkeit eines Messverfahrens wie der Olfaktometrie zu beschreiben, können eine Reihe von Kenngrößen berechnet werden, wie zum Beispiel die Richtigkeit, Präzision und Vergleichbarkeit. Die Richtigkeit gibt an, wie groß die mittlere Abweichung vom wahren Wert der Messgröße ist. Die Präzision gibt an, wie sehr die Messergebnisse bei Wiederholung der Messung unter identischen Bedingungen (gleiche Probe, gleiches Labor) schwanken. Die Vergleichbarkeit gibt an, wie sehr sich die Messwerte unterscheiden, wenn unterschiedliche Laboratorien die gleiche Probe untersuchen (gleiche Probe, verschiedene Labore). Zu all diesen Kenngrößen können wir Angaben aus den Messergebnissen in unserem Ringversuch berechnen.

Bei Wiederholung der Messung unter identischen Bedingungen (gleiche Probe, gleiches Labor, gleiche Probanden) beträgt die Standardabweichung 0,53 Dezibel, unabhängig vom Geruch. Unter Wiederholbedingungen schwankten die Messwerte eines Labors demnach im Mittel um ca. $\pm 1,1$ Dezibel, also zwischen 78 Prozent und 128 Prozent des mittleren Ergebnisses für dieses Labor. Für verschiedene Gerüche wurden Schwankungen von $\pm 0,9$ Dezibel (80–125 Prozent) bis $\pm 1,3$ Dezibel (75–135 Prozent) beobachtet.

Wenn unterschiedliche Laboratorien die gleiche Probe untersuchen, beträgt die mittlere Standardabweichung für den Referenzgeruchsstoff *n*-Butanol 1,9 Dezibel, für andere Gerüche ca. 2,6 Dezibel. Dass die Abweichung für *n* Butanol deutlich geringer ist, überrascht nicht. Immerhin werden die Prüfer von allen Messinstituten anhand ihres Riechvermögens für *n* Butanol ausgewählt. 95 Prozent der Messergebnisse von zwei verschiedenen Messstellen an der gleichen Anlage sollten damit im Bereich von 30 Prozent bis 330 Prozent um den gemeinsamen Mittelwert liegen. Dieser Faktor 3,3 entspricht einer erweiterten Messunsicherheit von ca. 5,2 Dezibel. Unterschiede um den Faktor 10 sind dadurch unwahrscheinlich, aber nicht unplausibel.

Bei einem durch den VDI (Verein Deutscher Ingenieure e.V) organisierten Ringversuch an einer echten Anlage (in diesem Fall eine Anlage zur



Bei Beschwerden, die Emissionen von betrieblichen Anlagen betreffen, können Sie sich in Hessen an Ihr zuständiges Regierungspräsidium wenden. Die zuständige Stelle prüft vor Ort, ob Lärm, Luftverunreinigungen oder Gerüche die Nachbarschaft erheblich belästigen und veranlasst die erforderlichen Maßnahmen.
https://portal-civ-hel.ekom21.de/civ-hel.public/start.html?oe=00.00.HE.RP&mode=cc&cc_key=lmNbb1



Bei rund 30 % der Nachbarschaftsbeschwerden gegenüber betrieblichen Anlagen geht es um schlechte Gerüche. Damit ist Geruch nach Lärm der zweithäufigste Beschwerdegrund.
<https://cordis.europa.eu/article/id/429868-a-citizen-driven-approach-to-tackle-odour-pollution/de>

Trocknung von Klärschlamm) wurde eine Streuung der Messergebnisse beobachtet, die mit den Ergebnissen an der ESA vergleichbar ist [10]. Wie schon aus unserer Auswertung von Messberichten zu echten Anlagen zu vermuten war, hat also auch hier die Beprobung einer echten Geruchsemissionsquelle keine anderen Ergebnisse ergeben als die Messung von simulierten Geruchsemissionen an unserem Schornstein-Simulator.



Fazit

Die Verfahrenskenngrößen der Olfaktometrie nach dem Normverfahren DIN EN 13725 sind unabhängig davon, ob die Geruchsmessungen an Umweltproben oder künstlich hergestellten Proben durchgeführt werden. Die im Ringversuch gemessenen Verfahrenskenngrößen entsprechen weder den Erwartungen der Experten, noch den eigenen Angaben der Messstellen.

Statt der bislang angenommenen erweiterten Messunsicherheit von 2 Dezibel liegt die erweiterte Messunsicherheit tatsächlich eher bei 4 Dezibel. Für ein Messergebnis von z. B. 300 Geruchseinheiten könnte man folglich, anders als zuvor angenommen, nicht mit Sicherheit davon ausgehen, dass ein Grenzwert von 500 Geruchseinheiten eingehalten wird. Diese enorme Schwankungsbreite wirft die Frage auf, inwieweit Olfaktometrie-Messergebnisse für Entscheidungen der Genehmigungsbehörden überhaupt sinnvoll verwendbar sind.

In dieser Situation ergeben sich nun zwei mögliche Optionen: Entweder die Durchführung der Olfaktometrie wird verbessert, z. B. durch den Einsatz von mehr als 4 Prüfern. Dadurch würde sich die Qualität und die Treffsicherheit der Messergebnisse deutlich verbessern, allerdings würden sich die Messungen dadurch wahrscheinlich verteuern. Die Alternative dazu ist, die enormen Unsicherheiten bei Messergebnissen von Geruchsemissionen hinzunehmen. In diesem Fall müssen die Unsicherheiten aber zumindest in den Messberichten korrekt beziffert werden. Die Frage nach der Verwendbarkeit solcher Messergebnisse bleibt in diesem Fall natürlich bestehen.



Literatur

- 1 GÖRNER, K. & HÜBNER, K. (2002): Gasreinigung und Luftreinhaltung; Heidelberg (Springer Berlin).
- 2 Brancher, M., Griffiths, K.D., Franco, D. & De Melo Lisboa, H. (2017): A review of odour impact criteria in selected countries around the world. - Chemosphere, 168: 1531-1570. (doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.11.160)
- 3 Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 18. August 2021 (GMBI. Nr. 48-54 vom 14.09.2021 S. 1050) (www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_18082021_IGI25025005.htm)
- 4 DIN EN 13725:2022 - Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration durch dynamische Olfaktometrie und die Geruchsstoffemissionsrate; Deutsche Fassung EN 13725:2022. (Stationary source emissions - Determination of odour concentration by dynamic olfactometry and odour emission rate; German version EN 13725:2022). Berlin : Beuth-Verlag.
- 5 41. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Bekanntgabeverordnung - 41. BlmSchV) vom 2. Mai 2013 (BGBl I, 2013, Nr. 21, S. 1001-1010) (www.gesetze-im-internet.de/bimschv_41/)
- 6 CORDES, J., STOFFELS, B. & WILDANGER, D. (2015): Die neuen Emissionsringversuche des HLUG - größer, schneller, besser. - Jahresbericht 2014 des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie: 99-104, Wiesbaden. (www.hlnug.de/?id=13369)
- 7 CORDES, J., STOFFELS, B. & WILDANGER, D. (2016): Geruchsringsversuche an der Emissionssimulationsanlage - Jahresbericht 2015 des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie: 77-82, Wiesbaden. (www.hlnug.de/?id=13369)
- 8 STÖCKEL, S., CORDES, J., STOFFELS, B. & WILDANGER, D. (2018): Scents in the stack: olfactometric proficiency testing with an emission simulation apparatus. - Environ Sci Pollut Res, 25: 24787-24797. (doi.org/10.1007/s11356-018-2515-z)
- 9 ANTONSSON, E., CORDES, J., STOFFELS, B. & WILDANGER, D. (2024): Odor emission measurements: The role of *n*-butanol as a reference material and origins of large inter-laboratory variability. - Atmospheric Environment, 327: 120509. (doi.org/10.1016/j.atmosenv.2024.120509)
- 10 BRUYN, G. & ZIMMERMANN, B. (2023): Validierung der methodischen Vorgaben zur Bestimmung der Messunsicherheit der Olfaktometrie entsprechend der neuen DIN EN 13725:2022. In: VDI-Berichte Nr. 2430, 2023, S. 161-174. Düsseldorf : VDI-Verlag GmbH.

DEZERNAT LÄRM, ERSCHÜTTERUNGEN, ABFALL,
LUFTREINHALTUNG: ANLAGEN

CO₂-Diary – Ihr Weg zu einem klima- freundlichen Alltag

Mareike Becker



Die erste App des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) „CO₂-Diary“ hilft dabei, den persönlichen CO₂-Fußabdruck zu verstehen und zu reduzieren. Durch die Erfassung täglicher Aktivitäten zeigt die App, wie bereits kleine Verhaltensänderungen einen Beitrag zum Klimaschutz leisten können. Basierend auf einer Datenbank ermöglicht sie die CO₂-Berechnung und macht die Auswirkungen alltäglicher Entscheidungen sichtbar.

Die fortschreitende Veränderung des Klimas hat ökologische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Auswirkungen und stellt uns vor erhebliche Herausforderungen. Deshalb sind wir auf allen gesellschaftlichen Ebenen zum Handeln aufgefordert.

Der Klimaschutz ist seit vielen Jahren eines der wichtigsten Ziele in Politik und Gesellschaft. Die CO₂-Neutralität steht weit oben auf der Agenda. Im Juni 2021 wurde ein neues Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) beschlossen, worin das deutsche Treibhausgasmineralsziel für das Jahr 2030 auf minus 65 Prozent gegenüber 1990 angehoben wurde. Bis 2040 müssen die Treibhausgase um 88 Prozent gemindert und bis 2045 Treibhausgasneutralität verbindlich erreicht werden¹.

Ein entscheidender Faktor im Kampf gegen den Klimawandel ist die Verringerung der CO₂-Emissionen, die auch durch den individuellen Lebensstil beeinflusst werden kann. Der CO₂-Fußabdruck, der die Menge an CO₂ und anderen Treibhausgasen misst, die durch menschliche Aktivitäten in die Atmosphäre abgegeben werden, ist dabei eine der zentralen Messgrößen. Im Zuge der zunehmenden Bewusstseinsbildung ist es daher von großer Bedeutung, dass jeder Einzelne in der Lage ist, seinen persönlichen Beitrag zur Reduktion dieser Emissionen zu leisten. Eine Möglichkeit, diese Herausforderung zu meistern, ist es, die täglichen Handlungen messbar zu machen und deren Einfluss auf die persönliche CO₂-Bilanz aufzuzeigen.

Die Entstehung der App „CO₂-Diary“

So entstand die Idee zur Entwicklung eines „CO₂-Rechners“. Mit den meisten bereits verfügbaren CO₂-Rechnern kann der persönliche – typischerweise jährliche – CO₂-Verbrauch anhand von Verhaltens- und Verbrauchsangaben berechnet werden. Die damit berechneten CO₂-Fußabdrücke geben einen guten Überblick über den jeweiligen Gesamt-CO₂-Verbrauch für ein Jahr und diese können auch die Lebens-

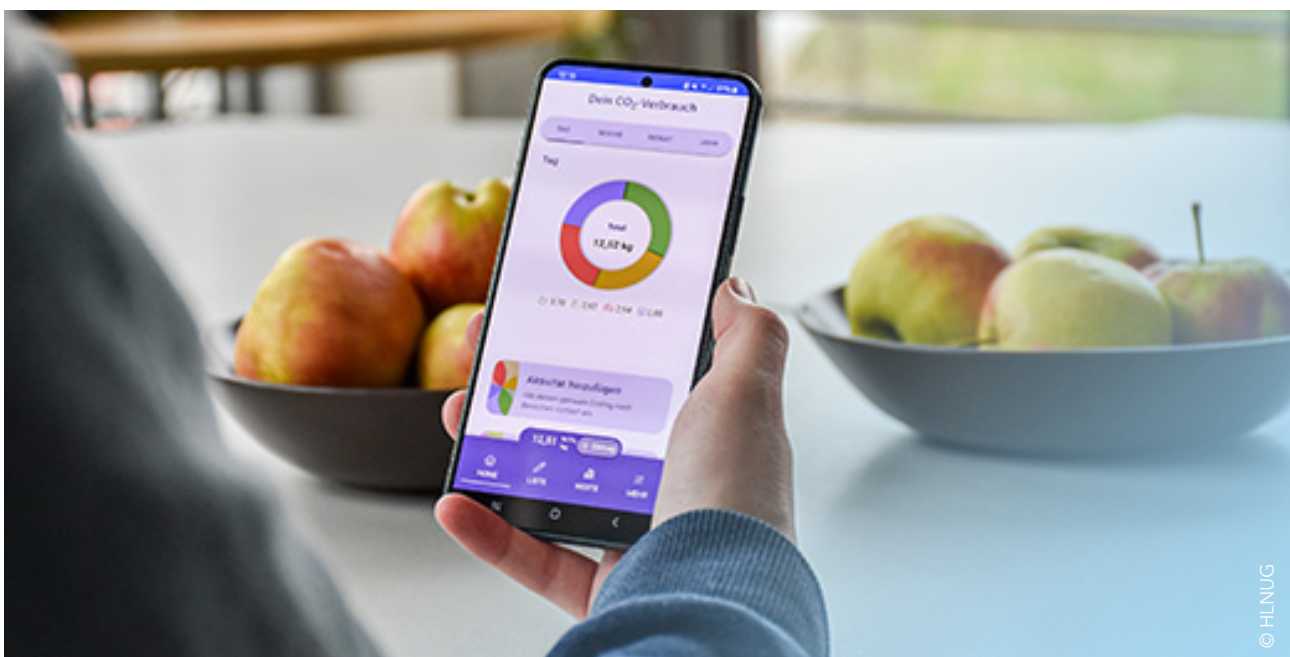
¹ <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-deutsche-klimaschutzpolitik.html> (Zugriff 26.02.2025)

und Verhaltensbereiche abbilden, in denen Einsparpotentiale möglich sind. Zur Nutzung dieser Einsparpotentiale sind i. d. R. grundsätzliche Verhaltensänderungen erforderlich wie z. B. der Verzicht auf Flugreisen oder die Reduzierung der Wohnfläche. Neben diesen generellen Lebensstiländerungen, die sich positiv auf den CO₂-Fußabdruck auswirken, können aber auch bereits kleine und weniger aufwendige Veränderungen im Alltag einen positiven Beitrag auf den CO₂-Fußabdruck haben, ohne dass der Lebensstil generell verändert werden muss.

Vor diesem Hintergrund wollte das HLNUG einen „CO₂-Rechner“ entwickeln, der es den Nutzenden ermöglicht, ihre täglichen Aktivitäten zu dokumentieren und ihren persönlichen CO₂-Fußabdruck anhand eines Tagesablaufs zu berechnen. Ziel war es, ein Werkzeug zu schaffen, das den Alltag der Nutzenden nicht nur dokumentiert, sondern ihnen auch die Möglichkeit gibt, ihren persönlichen CO₂-Fußabdruck zu verstehen und zu verbessern.

Erste Schritte: Die Datenrecherche

Der erste Schritt zur Umsetzung der App war eine umfassende Recherche und Sammlung von Daten zu den CO₂-Emissionen, die durch verschiedene alltägliche Aktivitäten entstehen. Hierzu wurde ein typischer Tagesablauf im Leben eines Menschen analysiert. Die gesammelten Daten wurden zunächst in einer einfachen Excel-Liste dokumentiert, um die Informationen zu ordnen und auszuwerten. Schon in diesem frühen Stadium kristallisierten sich vier Hauptkategorien heraus, die fortan als Grundlage der App dienen sollten: „Nahrungsmittel, Bad, Mobilität und Haushalt“.



Die technische Umsetzung: Vom Excel-Rechner zur App

Nach der ersten Sammlung von Daten folgte der Schritt, diese Informationen technisch umzusetzen. Um die gesammelten Werte erstmals zu testen, wurde in Excel ein einfacher Rechner entwickelt, der den CO₂-Fußabdruck auf Basis der täglichen Aktivitäten ermittelte. Dieser erste „CO₂-Rechner“ ermöglichte es, verschiedene alltägliche Handlungen einzugeben, wie zum Beispiel die Menge an verzehrten Nahrungsmitteln oder die zurückgelegte Strecke mit dem Auto oder der Bahn. Die Ergebnisse wurden grafisch aufbereitet, sodass die Testpersonen schnell erkennen konnten, in welcher Kategorie ihre Emissionen am höchsten waren. Diese erste Version des CO₂-Rechners wurde kontinuierlich getestet und überarbeitet, um Fehler zu identifizieren und zu beheben. Feedback von Testpersonen war hierbei von großer Bedeutung, da es auf fehlende oder fehlerhafte Daten hinwies, die im weiteren Verlauf der Entwicklung korrigiert werden mussten.

Mit der fortschreitenden Entwicklung des CO₂-Rechners wurde schnell deutlich, dass der ursprüngliche Plan, den CO₂-Fußabdruck anhand eines Tagesablaufs darzustellen, nicht vollständig umgesetzt werden konnte. Zwar funktionierte die Kategorisierung gut, jedoch musste der Rechner weiterentwickelt werden, um den täglichen CO₂-Ausstoß noch detaillierter abzubilden.

Entscheidung zur Plattform: Web oder App?

Ein zentraler Punkt in der Entwicklung war die Wahl der richtigen Plattform für die App. Zunächst stand die Frage im Raum, ob der CO₂-Rechner als Web-Anwendung oder als native App entwickelt werden sollte. Dabei mussten verschiedene Faktoren berücksichtigt werden, wie zum Beispiel IT-Sicherheitsanforderungen und Datenschutzvorgaben, da das HLNUG als Behörde an strikte Regularien gebunden ist.

Nach intensiven Beratungen mit der Datenschutzbeauftragten, der IT-Sicherheitsbeauftragten und den zuständigen Fachabteilungen im HLNUG wurde entschieden, den CO₂-Rechner als „Progressive Web App“ (PWA) zu entwickeln. Diese hybride Lösung vereint die Vorteile einer App, während sie gleichzeitig den Anforderungen des Datenschutzes gerecht wurde.

Die technische Umsetzung der App und das Design der App-Oberfläche wurde an externe Dienstleister vergeben.

Die App-Nutzung: Zwei Wege zur CO₂-Berechnung

Aus der Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern entwickelten sich zwei verschiedene Wege, die App zu nutzen und den CO₂-Fußabdruck zu ermitteln: den Tages-Assistenten und den detaillierten CO₂-Rechner.

Der Tages-Assistent ermöglicht eine einfache Eingabe der täglichen Aktivitäten. Er leitet die Nutzenden beispielhaft durch einen Tag und stellt verschiedene Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung. Das Ergebnis liefert erste Einblicke in den persönlichen CO₂-Verbrauch.



Der detaillierte CO₂-Rechner bietet hingegen ein genaueres Ergebnis der einzelnen Aktivitäten und berechnet den CO₂-Ausstoß für jede Tätigkeit separat. Von der ersten Tasse Kaffee bis zum abendlichen Medienkonsum wird jede Handlung des Tages festgehalten.

Die Ergebnisse beider Wege werden am Ende des Tages in der App in einer Art Tagebuch dargestellt. Davon wurde auch der Name „CO₂-Diary“ inspiriert, da die App den Nutzenden eine detaillierte Dokumentation des CO₂-Verbrauchs über den Tag hinweg bietet.

Welche Schritte unternommen werden, um den eigenen CO₂-Verbrauch zu verbessern, bleibt den Nutzenden überlassen - „CO₂-Diary“ zeigt auf, wie sich diese Entscheidungen auf den persönlichen CO₂-Fußabdruck auswirken.

Veröffentlichung und weitere Informationen

Die App wurde Anfang Oktober 2024 veröffentlicht. Weitere Informationen zur App sind auf der Homepage des HLNUG zu finden: <https://www.hlnug.de/co2-diary>

Der Download der App erfolgt auf der Homepage des HLNUG. Eine Anleitung zur Installation und Nutzung der App ist dort ebenfalls beschrieben.

Kurze Zeit nach der Veröffentlichung wurden bereits erste Anfragen zu der App gestellt. In der Folge wurde die App in mehreren Radio-Beiträgen und in der Fernsehsendung „alle wetter!“ des hr vorgestellt. Diese Medienberichterstattung trug maßgeblich dazu bei, die App einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen und das Bewusstsein für die Bedeutung des individuellen CO₂-Fußabdrucks weiter zu schärfen.



Fazit

Mit der „CO₂-Diary“-App bietet das HLNUG ein praxisnahes und innovatives Werkzeug, das den Nutzenden dabei hilft, ihren CO₂-Ausstoß zu verstehen und nachhaltig zu reduzieren. Durch eine sorgfältige Datenrecherche, technische Entwicklung und enge Zusammenarbeit mit externen Partnern konnte eine benutzerfreundliche App geschaffen werden, die informativ, anwendungsfreundlich und datenschutzkonform ist. Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Anpassung der App-internen Datenbank wird sicherstellen, dass die App auch in Zukunft einen wertvollen Beitrag zur Reduzierung von CO₂-Emissionen leisten kann.



ABTEILUNG I IM INTERNET

Starkregenviewer

Der Starkregenviewer zeigt in kompakter Form die Starkregen-Hinweiskarte und die kommunalen Fließpfadkarten für Hessen. Die Starkregen-Hinweiskarte für Hessen wird zur Identifizierung von besonders durch Starkregen gefährdeten Kommunen bereitgestellt. Zusätzlich können kommunale Fließpfadkarten dabei helfen, gefährdete Gebiete in der Kommune selbst zu ermitteln. Beide Produkte helfen dabei, das Überflutungsrisiko in der Kommune zu analysieren, um Maßnahmen einleiten zu können. <https://umweltdaten.hessen.de/mapapps/resources/apps/starkregenviewer/index.html?lang=de>

Tool Asiatische Tigermücke – Einschätzung des Etablierungspotenzials in hessischen Kommunen

Die Asiatische Tigermücke hat schon seit geraumer Zeit den Sprung nach Europa geschafft, der weltweite Waren- und Personenverkehr hat ihr diese weite Reise ermöglicht. Inzwischen findet sie durch den klimawandelbedingten Temperaturanstieg auch bei uns in Hessen geeignete Lebensbedingungen vor und kann sich immer häufiger dauerhaft etablieren. Da die Stechmücke in ihrer Heimatregion als Überträgerin zahlreicher Krankheiten bekannt ist, sollte ihre Ansiedlung vor allem in Siedlungsnähe möglichst verhindert werden. Das neue Tool ermöglicht es Städten und Gemeinden, anhand detaillierter Abfragen zu Einschleppungswegen und möglichen Brutstätten das Risiko für eine Etablierung der Art abzuschätzen und gibt wertvolle Hinweise zum Umgang mit ihr. <https://www.hlnug.de/themen/klimawandel-und-anpassung/handlungshilfen/tool-asiatische-tigermuecke>

Klimareport Hessen

In Zusammenarbeit mit dem DWD ist der Klimareport Hessen erschienen. Dieser informiert umfassend und gleichzeitig leicht verständlich über das Klima im Bundesland Hessen. Neben allgemeinen Grundlagen zu Klima, Klimavariabilität, Extremereignissen und Grundlagen zu Klimamodellen werden wichtige Einzelparameter betrachtet. Das hessische Klima der Vergangenheit und Zukunft wird anhand der Parameter Temperatur, Niederschlag, Schneebedeckung, Sonnenschein, Wind, Verdunstung und der Wasserbilanz beschrieben, gefolgt von Abschnitten zu den Veränderungen der Pflanzenentwicklung im Jahresverlauf (Phänologie) und Extremereignissen der Zukunft. Ein Begriffskompass Klima schließt die Arbeit ab. https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/Klimareport_Hessen_2024.pdf

ABTEILUNG N

Naturschutz



Als Fachdienststelle für Naturschutz in Hessen erfasst und bewertet die Abteilung Naturschutz die Vorkommen von gesetzlich geschützten Tier- und Pflanzenarten sowie Biotop- und Lebensraumtypen. Auf der Grundlage der Daten erfolgt eine Beratung und Information von Politik, Medien und Fachverwaltungen zu Fragen des Natur- und Artenschutzes.

DEZERNAT ARTEN

Zehn Jahre Fischottermonitoring in Hessen

Irene Glatzle, Inga Hundertmark, Berardino Cocchiararo



»»» Vor etwas mehr als einem Jahrzehnt galt der Fischotter in Hessen noch als ausgestorben. Nun ist er wieder an unsere Gewässer zurückgekehrt und damit eine der wenigen Arten, bei denen eine Umkehr des negativen Populationstrends gelungen ist. Die Monitoringergebnisse und genetischen Untersuchungen der letzten zehn Jahre zeigen auf, woher die hessischen Fischotter stammen und wie sie sich in Hessen ausbreiten.

Der Fischotter damals und heute

Der Eurasische Fischotter (*Lutra lutra*) gehört zur Gruppe der Marderartigen und stellt die global am weitesten verbreitete Otterart dar. Sein Verbreitungsgebiet erstreckt sich über fast ganz Europa sowie Asien und bis ins westliche Nordafrika. Im 19. Jahrhundert war der Fischotter in nahezu allen Gewässerlebensräumen dieser Region zu finden, bis ein dramatischer Rückgang zum Aussterben der Populationen in Teilen Westeuropas führte (WEINBERGER & BAUMGARTNER 2018).

Während in Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Berlin sowie in Sachsen im 20. Jahrhundert noch stabile Populationen vorhanden waren, fanden sich in anderen Bundesländern Deutschlands lediglich Restbestände (ROLLER 1997). In einigen davon, darunter Hessen, starb die Art in den 50iger und 60iger Jahren aus. Die Gründe für den starken Rückgang sind vielfältig, jedoch allesamt anthropogenen Ursprungs. Vor allem die gezielte und umfangreiche Bejagung sowie der Habitatverlust durch Lebensraumzerstörung, etwa durch den technischen Ausbau der Gewässer, führten in vielen Teilen Deutschlands zu starken Bestandseinbrüchen. 1968 wurde der Fischotter ganzjährig unter Schutz gestellt, so dass die Gefährdung durch die direkte Verfolgung eingedämmt werden konnte. Die steigende Schadstoffbelastung der Gewässer stellte jedoch weiterhin ein Problem dar, weshalb der Fischotter in weiteren Teilen Deutschlands ausstarb. Die Kehrtwende erfolgte erst in den 90iger Jahren. Seit 1992 wird die Art in den Anhängen II und IV der Europäischen Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (FFH-RL) geführt. Dadurch besteht die rechtliche Verpflichtung, die Fischotterpopulation in einem „günstigen Erhaltungszustand“ zu bewahren oder Schutzmaßnahmen für die Rückkehr der Art zu ergreifen. Seitdem nimmt die Zahl der in Deutschland lebenden Fischotter wieder zu und auch jahrzehntelang unbesiedelte Bundesländer wie Hessen weisen wieder Vorkommen des scheuen Wassermarders auf. Dabei profitiert der Fischotter neben der jagdlichen Schonung auch von Maßnahmen zur Gewässerrenaturierung und Lebensraumvernetzung. Gleichzeitig stellt heutzutage der Straßenverkehr die Hauptgefährdung für den Fischotter dar und in einigen Bun-

i

Die häufigste Todesursache für Fischotter stellt in Mitteleuropa der Verkehrstod dar. Der Grund sind in der Regel für Fischotter unpassierbare Gewässerdurchlässe oder Gewässerbüchsen ohne Uferstreifen, die Fischotter häufig dazu verleiten, die Straße zu überqueren.

desländern kann ihm auch die Reusenfischerei zum Verhängnis werden (WEINBERGER & BAUMGARTNER 2018). Konflikte mit Fischottern im Zusammenhang mit fischereilicher Nutzung sind dagegen in Hessen bisher nicht aufgetreten und auf die Fischfauna natürlicher Gewässer hat der Fischotter aufgrund seiner Lebensweise als Einzelgänger in großen Territorien in der Regel keinen negativen Einfluss (SCHMALZ 2020).

Dem Wassermarder auf der Spur

Um den Zustand und die Entwicklung der hessischen Fischotterpopulation beurteilen und den Fortbestand der Art langfristig sicherstellen zu können, ist ein systematisches Monitoring erforderlich. In Hessen werden alle Fischotternachweise vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) in der Hessischen Biodiversitätsdatenbank (HEBID) dokumentiert und für Berichtszwecke ausgewertet.

Die Erfassung von Fischotterbeständen stellt allerdings eine besondere Herausforderung dar. Durch die nachtaktive und scheue Lebensweise des Fischotters sind direkte Beobachtungen äußerst selten (WEINBERGER & BAUMGARTNER 2018). Das Monitoring erfolgt daher am effektivsten über den Nachweis von Kot, der sich gut anhand seines Geruchs und meist sichtbarer Nahrungsreste wie Fischgräten oder -schuppen identifizieren lässt (WEINBERGER & BAUMGARTNER 2018). Fischotter setzen ihre Exkremente, die auch der innerartlichen Kommunikation dienen, bevorzugt an exponierten und höhlenartigen Stellen ab. Insbesondere vegetationsfreie und nicht zu hohe Brücken werden gerne als Markierplatz genutzt und eignen sich daher zur gezielten Spurensuche (KRANZ & POLEDNÍK 2019). Zusätzliche Nachweise können Trittsiegel im feuchten Uferschlamm liefern. Anhand solcher Spuren kann jedoch lediglich die Anwesenheit eines Fischotters belegt werden. Selbst mit Wildkameras ist es kaum möglich, einzelne Fischotter desselben Geschlechts und Alters sicher voneinander zu unterscheiden (Abb. 1). Genetische Analysen können hier weiterhelfen. Sie ermöglichen die individuelle Unterscheidung einzelner Tiere und können Aufschluss über deren Herkunft geben (NOWAK & COCCHIARARO 2014).

Vor diesem Hintergrund beauftragt das HLNUG in regelmäßigen Abständen (zuletzt 2019) im Rahmen der FFH-Berichtspflicht großflächige Erhebungen in den potentiell besiedelten Gebieten Hessens die nach europäischer Standardmethode erfolgen (BFN & BLAK 2017). Hierbei werden pro 10 x 10 km-Quadrant mehrere Querbauwerke (Brücken) auf Fischotternachweise kontrolliert. So können die Ergebnisse auch international mit den Daten anderer Regionen verglichen und langfristige Veränderungen in der Population dokumentiert und bewertet werden.

i

Fischotter melden:

Beobachtungen von Fischottern in Hessen können direkt über das Meldeportal des HLNUG gemeldet werden, bestenfalls mit Bildnachweis (hlnug.de/themen/naturschutz/tiere-und-pflanzen/arten-melden/fischotter).

Hilfe bei der Artbestimmung bietet z. B. das Web-Portal otterspotter.de der Aktion Fischotterschutz. Die HGON bietet zudem jährlich eine Schulung zur Biologie und Erfassung des Fischotters an (hgou.de/veranstaltungen).



Abb. 1: Wildkameraaufnahme eines Fischotters unter einer Brücke im Landkreis Wetterau am 09.03.2021 (Erfassung der HGON in Kooperation mit dem Forstamt Nidda, © HGON)

Darüber hinaus fließen in die HEBID auch Daten externer Akteure ein. So führt die Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz e. V. (HGON) seit 2018 Erfassungen des Fischotters durch, wobei sowohl stichprobenartig, als auch in einzelnen Landkreisen flächendeckend Daten erhoben werden. Auch Otterfunde von Bürgerinnen und Bürgern werden über das Meldeportal des HLNUG erfasst, wobei aufgrund der Verwechslungsgefahr mit anderen semiaquatischen Säugern Bildnachweise unerlässlich sind. Letztlich ermöglichen die Daten, die Wiederbesiedlung Hessens durch den Fischotter unmittelbar mit zu verfolgen sowie Gefährdungen und Konfliktpotentiale frühzeitig zu erkennen und bestenfalls abzuwenden.

Die Wiederausbreitung in Hessen

Zwar galt der Fischotter offiziell seit Mitte des 20. Jahrhunderts in Hessen als ausgestorben, doch gab es seither immer wieder Meldungen von gesichteten Individuen oder Fischotterspuren. So meldete RÖBEN (1974 aus ROLLER 1997) Restvorkommen aus Büdingen, Main-Taunus, Fulda, Frankenberg und Kassel. Zur Verifizierung dieser Hinweise führte die HGON in den 90iger Jahren eine Untersuchung durch, die den immer wieder auftauchenden Meldungen systematisch durch gezielte Erfassungen und Umfragen nachging (ROLLER 1997). Dabei konnte lediglich ein 1996 an der Eder fotografiertes Trittsiegel sicher als Nachweis eines Fischotters bestätigt werden. Positive Rückläufe der Umfragen wiesen keine sicheren Belege auf. So konnten keine etablierten Vorkommen der Art mehr verzeichnet werden.

Die ersten gesicherten Nachweise des Fischotters gab es fast zwei Jahrzehnte später. 2013 gelang dem HLNUG die Aufnahme eines Fischotters im Rahmen des Luchsmonitorings im Vogelsberg. Etwa

zeitgleich erfolgten weitere Nachweise aus Hersfeld-Rotenburg (Lösungsfund – SCHWAIGER & WÖLFL 2014) sowie die Aufnahme einer Wildkamera im Spessart. Daraufhin wurden in zwei unabhängigen Untersuchungen die Vorkommen von Fischottern im Landkreis Vogelsbergkreis und Main-Kinzig-Kreis bestätigt, wobei letzteres Vorkommen mit der bayerischen Population zusammenhängt (KRANZ & POLEDNÍK 2013, SCHWAIGER & WÖLFL 2014, NOWAK & COCCHIARARO 2014).

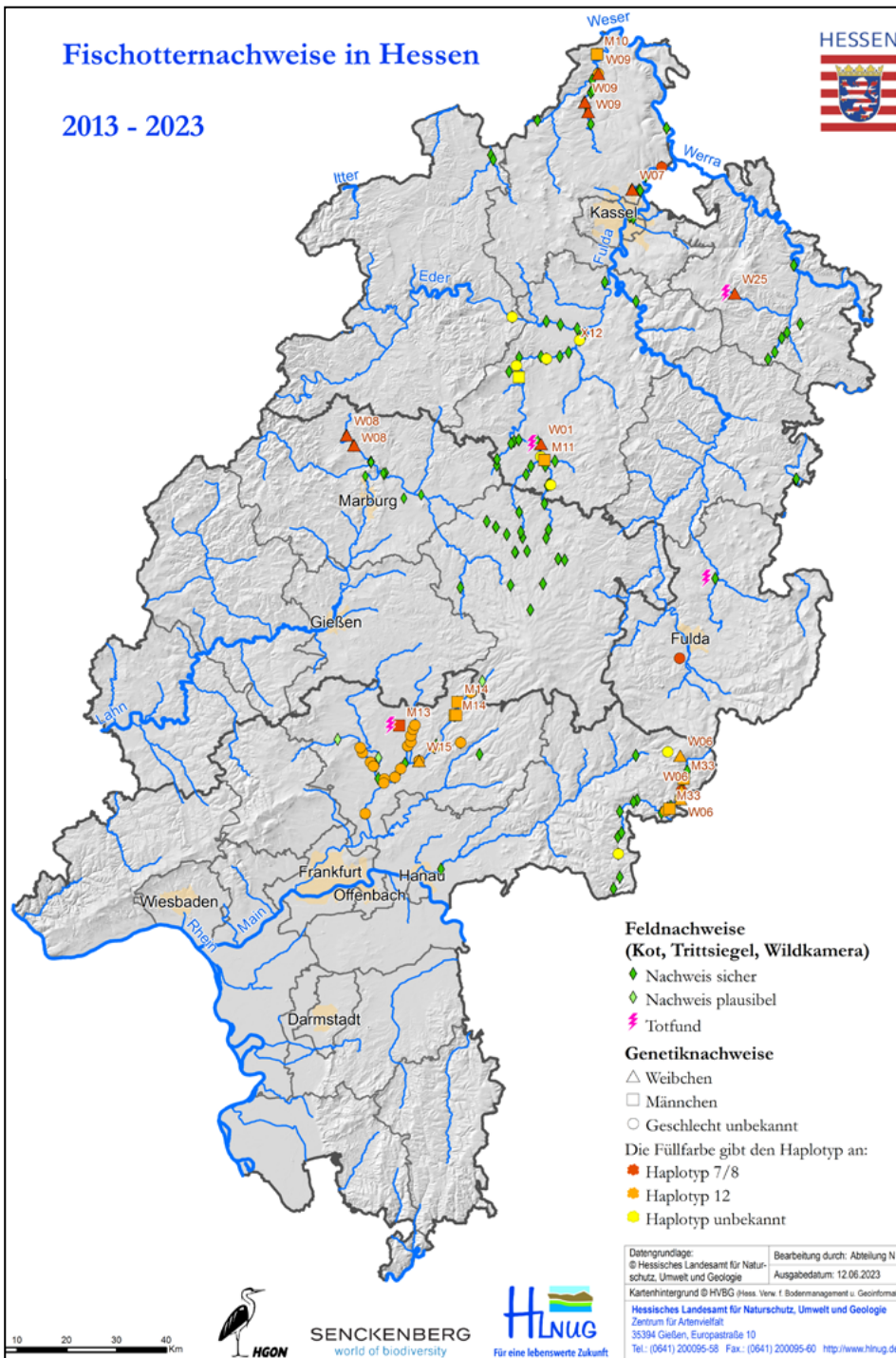


Abb. 2: Darstellung der zwischen 2013 und 2023 erfassten Fischotternachweise in Hessen. Bei den Genetknachweisen zeigt die Symbolform das Geschlecht und die Farbgebung den Haplotyp an (siehe Legende).

i

Projekt Otterland:
 Ende des Jahres 2023 ist das Verbundprojekt „Deutschland wieder Otterland“ der Deutschen Umwelthilfe e. V. mit zehn beteiligten Bundesländern gestartet. Für Hessen ist die HGON als Kooperationspartner im Projekt tätig. Ziel ist die Unterstützung der Wiederausbreitung des Otters in Deutschland und eine Stärkung der vorhandenen Populationen durch die Förderung eines Biotopverbunds, die Beseitigung von Gefahrenstellen sowie begleitende Öffentlichkeitsarbeit.



Abb. 3: Losung eines Fischotters mit sichtbaren Fischschuppen © HGON

Im Rahmen weiterer Erfassungen in den Folgejahren konnte gezeigt werden, dass auch der Schwalm-Eder-Kreis wieder besiedelt ist, dessen Bestand mit dem Vogelsberger Vorkommen verbunden ist (KRANZ & POLEDNÍK 2015, HUNDERTMARK 2018). Zu diesem Zeitpunkt galten weite Teile Ost- und Nordosthessens weiterhin als unbesiedelt. In den darauffolgenden Jahren folgten weitere Wiederbesiedlungen in Kassel sowie in der Wetterau. Während das Hauptvorkommen der Art im Bereich Vogelsberg und Schwalm-Eder konstant blieb, schrumpfte das Vorkommen im Spessart (KRANZ & POLEDNÍK 2019, HUNDERTMARK 2020). Gleichzeitig konnte anhand von weiteren Nachweisen der HGON (HUNDERTMARK unveröff.) sowie durch Totfunde bestätigt werden, dass sich auch in den nordosthessischen Landkreisen Hersfeld-Rotenburg (2018, 2019), Werra-Meißner-Kreis (2021, 2022) und Fulda (2022) zeitweise wieder Fischotter aufhielten. Neben den Nachweisen über Losungen, Trittsiegel oder Wildkameras hat das Land Hessen bisher vier bestätigte Totfunde zu vermelden: 2017 im Schwalm-Eder-Kreis, 2019 im Wetteraukreis, 2021 im Werra-Meißner-Kreis, 2022 im Landkreis Fulda. Zuletzt konnte die Rückkehr des Fischotters im Landkreis Marburg-Biedenkopf beobachtet werden, wo aufgrund wiederholter Nachweise (KRANZ & POLEDNÍK 2019, HUNDERTMARK unveröff. 2022 & 2023) mittlerweile von einem dauerhaften Vorkommen ausgegangen werden kann. Im Jahr 2024 wurden zudem erste Nachweise im Landkreis Gießen an Lumda und Horloff erzielt (HUNDERTMARK unveröff. 2024).

Genetisches Fischottermonitoring

Kotproben sind essentiell für genetische Fischotteranalysen. Das angeborene Verhalten des Fischotters, sein Revier mit Kot und Analsekret zu markieren, ermöglicht das Sammeln von Proben für genetische Untersuchungen. Die Frische dieser sogenannten nichtinvasiv gesammelten Kotproben ist gerade für die Fischottergenetik entscheidend. Viele auf Fischotterkot basierende genetische Studien (HÁJKOVÁ 2006 & 2009 und darin zitierte Publikationen) zeigen hohe Ausfallraten, insbesondere je älter die untersuchten Losungen waren. Trotz des dadurch erhöhten Aufwands bei der Probensammlung und Laboranalyse, ermöglicht die nichtinvasive Genetik auf Basis von Kotproben, die Anzahl der Fischotter, deren Geschlecht und Verwandtschaftsverhältnisse sowie ihre Herkunft zu ermitteln. Eine grundlegende Voraussetzung für die Herkunftsbestimmung ist das Vorhandensein von Vergleichsproben aus in Frage kommenden Quellpopulationen, um die Fischotter unbekannter Herkunft zuordnen zu können.

Die Kotproben von Fischottern besitzen eine sehr geringe DNA-Qualität und -Menge, die für routinemäßige Analysen mit modernsten

Methoden nicht ausreicht, weshalb man auf klassische Analyseverfahren zurückgreift (COCCHIARARO et. al 2021). Zudem lassen sich bei der Herkunftsbestimmung nur einige der bekannten Haplotypen aufschlüsseln, die durch Analysen von Gewebeproben mit guter DNA-Qualität ermittelt werden können.

Eine erste Pilotstudie zur genetischen Untersuchung des Fischottervorkommens im hessischen Spessart wurde 2014 im Auftrag des RP Darmstadt durchgeführt (NOWAK & COCCHIARARO 2014). Im Zentrum für Wildtiergenetik des Forschungsinstituts Senckenberg in Gelnhausen (senckenberg.de/zentrum-fuer-wildtiergenetik) wurden hierfür Vergleichsproben aus etablierten Fischotterbeständen in Tschechien, Österreich, Bayern und Sachsen zusammengetragen und zwischen Oktober 2013 und November 2014 Fischotterlosungen im hessischen sowie bayerischen Spessart gesammelt und anschließend analysiert. Die Ergebnisse zeigten, dass es sich beim Fischottervorkommen im Spessart um insgesamt fünf Tiere (vier im hessischen und eines im bayerischen Spessart) handelte. Die genetische Geschlechtsbestimmung war zu diesem Zeitpunkt noch nicht etabliert, weshalb das Geschlecht der Fischotter unbekannt blieb. Zwei Kotproben waren letztlich für eine Herkunftsanalyse geeignet, die darauf hindeutete, dass die Fischotter aus der bayerisch-tschechischen Population stammten.

Zwischen 2017 und 2022 wurden in Hessen weitere 14 Fischotter (sieben Weibchen und fünf Männchen; zwei Geschlechtsbestimmungen zu unsicher) genetisch nachgewiesen. Darunter befanden sich drei Totfunde. Die Proben von 13 dieser Fischotter waren für eine Herkunftsanalyse

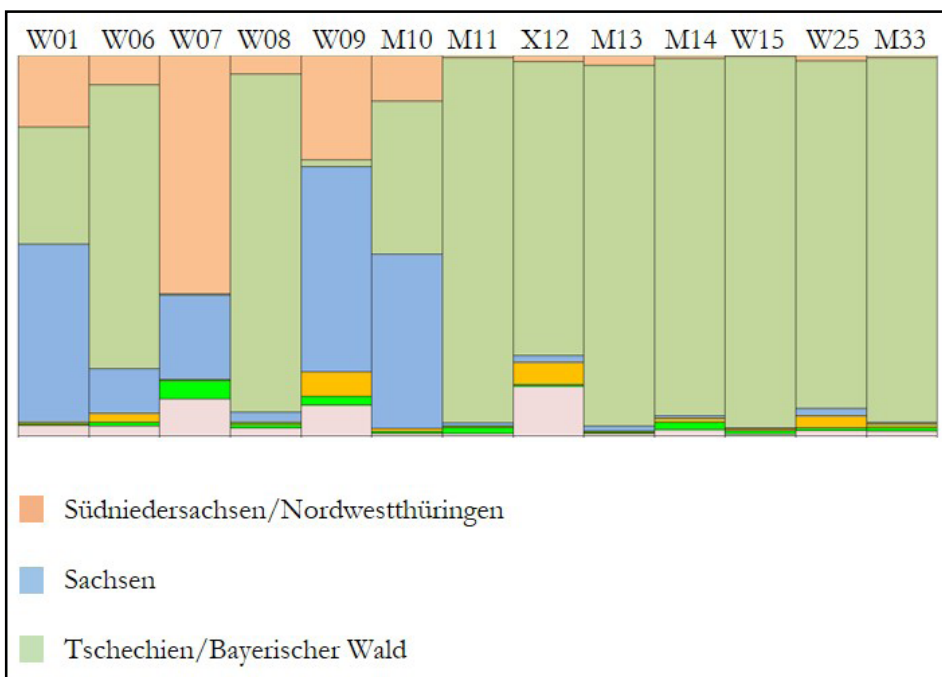


Abb. 4: Auf den Mikrosatelliten-Genotypen basierende statistische Zuordnungsanalyse von 13 zwischen 2017 und 2022 genetisch nachgewiesenen Fischottern in Hessen. Die individuellen Genotypen sind als Balken in genetisch zusammenhängenden Gruppen (Cluster) dargestellt. Die Farben zeigen die Zuordnungswahrscheinlichkeit eines Genotyps zu einer bestimmten Herkunftspopulation an (Farbzuordnung in Legende nur für die relevanten Quellpopulationen angegeben). Die Bezeichnungen der Individuen entsprechen denen in Abb. 2.

geeignet. Diese wurde mittels der Software Structure 2.3.4. (PRITCHARD et. al 2000) unter Einbezug von Vergleichsproben aus den Niederlanden, Tschechien, Dänemark, Österreich und des nahezu gesamten aktuellen deutschen Verbreitungsgebiets durchgeführt. Ein repräsentatives Ergebnis ist in Abb. 4 dargestellt. Der Großteil der hessischen Fischotter zeigt eine hohe Zuordnungswahrscheinlichkeit zu den drei Quellpopulationen in Sachsen, dem südlichen Niedersachsen/Nordwestthüringen sowie dem Bayerischen Wald bzw. Tschechien. Der Genpool der Bestände in Südniedersachsen und Nordwestthüringen stammt selbst auch überwiegend aus Sachsen, was in einer anderen Studie (COCCHIARARO et. al 2022) gezeigt wurde.

Auch die Fischotter-Haplotypen können Hinweise auf die Herkunftspopulation geben. So kommt der Haplotyp 12 mit hoher Frequenz in den bayerischen und der Haplotyp 7/8 in allen sächsischen, aber auch relativ häufig in den bayerisch-tschechischen und den südniedersächsisch-thüringischen Referenzproben vor. Bis auf ein Tier trugen die in Hessen genetisch nachgewiesenen Fischotter alle die zwei genannten Haplotypen 12 und 7/8. Diese Tatsache unterstützt das Ergebnis der Zuordnungsanalyse mittels Mikrosatelliten-Genotypen, dass die Zuwanderung hauptsächlich aus Bayern und über Thüringen aus Sachsen sowie von nördlicher Richtung aus den Beständen in Südniedersachsen erfolgt.



Fazit

Die letzten Jahre haben gezeigt, dass sich der Fischotter auch ohne aktive Wiederansiedlung durch den Menschen seine ehemaligen Lebensräume in Hessen zurückerobert. Die Ausbreitung erfolgt jedoch aufgrund seiner Ökologie nur langsam und die aktuell noch kleinen, isolierten Populationen in Hessen können bereits durch den Tod einzelner Tiere wieder erlöschen. Umso wichtiger wird es zukünftig sein, Gefahrenstellen wie z.B. nicht fischottergerechte Brücken frühzeitig zu erkennen, und erforderlichenfalls durch bauliche Maßnahmen Abhilfe zu schaffen. Trotz der Gefährdungslage ist aufgrund der gesunden Populationen in den angrenzenden Nachbarländern davon auszugehen, dass entstehende Verluste, die nicht durch eigene Reproduktion der hessischen Vorkommen kompensiert werden können, langfristig durch Zuwanderung ausgeglichen werden und sich der Fischotter sukzessive weiter ausbreiten wird.

Literatur

- BFN & BLAK (HRSG.) (2017): Bewertungsschemata für die Bewertung des Erhaltungsgrades von Arten und Lebensraumtypen als Grundlage für ein bundesweites FFH-Monitoring. Teil I: Arten nach Anhang II und IV der FFH-Richtlinie (mit Ausnahme der marinen Säugetiere). – Bundesamt für Naturschutz (BfN) und Bund-Länder-Arbeitskreis (BLAK) FFH-Monitoring und Berichtspflicht. Skript 480, S. 314–315.
- COCCHIARARO, B., PUDER, Y., EURICH, J., RUPPEL, A., ROLSHAUSEN, G., NOWAK, C. (2022): Populationsgenetische Charakterisierung des Fischottervorkommens im südlichen Niedersachsen. Abschlussbericht für die Aktion Fischotterschutz e.V., Sudendorfallée 1, 29386 Hankensbüttel.
- COCCHIARARO, B., POLEDNÍK L., KÜNZELMANN B, BERAN, V., NOWAK, C. (2021): Genetische Struktur der Fischotterpopulation im Erzgebirge. Bulletin Vydra 19: 26–35
- HÁJKOVÁ, P., ZEMANOVÁ, B., BRYJA, J., HÁJEK, B., ROCHE, K., TKADLEC, E., ZIMA, J. (2006): Factors affecting success of PCR amplification of microsatellite loci from otter faeces. *Molecular Ecology Notes* 6: 559–62.
- HÁJKOVÁ, P., ZEMANOVÁ, B., ROCHE, K., HÁJEK, B. (2009): An evaluation of field and noninvasive genetic methods for estimating Eurasian otter population size. *Conservation Genetics* 10, 1667–1681.
- HUNDERTMARK, I. (2018): Fischotter-Untersuchung 2018: Schwalm-Eder-Kreis. Bericht im Auftrag des Arbeitskreises Schwalm-Eder-Kreis der Hessischen Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz e.V. (HGON). 14 S.
- HUNDERTMARK, I. (2020): HGON Fischotter-Erfassung 2019/2020. Bericht der Hessischen Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz e.V. (HGON). 12 S.
- NOWAK, C., COCCHIARARO, B. (2014): Pilotstudie zur genetischen Charakterisierung und Herkunftsbestimmung des Fischottervorkommens im hessischen Spessart. Im Auftrag des Regierungspräsidium Darmstadt. 15 S.
- KRANZ, A., POLEDNÍK L. (2013): Zum Fischotter: Lebensraum & Vorkommen in Osthessen. Untersuchungen 2013 in Spessart und Rhön. Bericht im Auftrag des Regierungspräsidium Darmstadt. 71 S.
- KRANZ, A., POLEDNÍK L. (2015): Kartierung von Fischottervorkommen in Nord- und Osthessen. Untersuchungen 2015 an Werra, Weser, Ulster, Fulda, Eder, Ohm, Nidda, Kinzig, Lohr und Sinn und deren Zuflüssen. Bericht im Auftrag von HessenForst FENA. 51 S.

- KRANZ, A., POLEDNÍK L. (2019): Landesmonitoring des Fischotters in Hessen 2019. Bericht im Auftrag des Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG). 65 S.
- PRITCHARD, K., STEPHENS, M., DONNELLY, P. (2000): Inference of population STRUCTURE using multilocus genotype data. *Genetics* 155: 945-959.
- ROLLER, S. (1997): Verifizierung der Fischotterhinweise in Hessen - Abschlußbericht. Bericht im Auftrag der Stiftung Hessischer Naturschutz. Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz e.V. (HGON). 216 S.
- ROY, A., SCHMALZ, M., METZ, M., SCHULZ, S. (2021): Fischotterschutz und Teichwirtschaft in Deutschland - Eine Orientierungshilfe zur Vermeidung und Reduktion von Konflikten. Deutsche Umwelthilfe, Berlin. 40 S.
- SCHMALZ, M. (2020): Einflüsse verschiedener Faktoren auf die Fischfauna der Fließgewässer in Thüringen zwischen 2005 und 2018. Deutsche Umwelthilfe, Berlin. 40 S.
- SCHWAIGER, M., WÖFL, S. (2014): Gezielte Nachsuche auf Hinweise zu Fischottervorkommen (*Lutra lutra*) (Art des Anhangs II und IV der FHH-Richtlinie) in Hessen in den Regionen Vogelsberg und Hersfeld-Rotenburg im Jahr 2014. Bericht im Auftrag von HessenForst FENA. 20 S.
- WEINBERGER, I., BAUMGARTNER, H. (2018): Der Fischotter - Ein Heimlicher Jäger kehrt zurück. Haupt-Verlag. 256 S.
- .

DEZERNAT ARTEN

Die Asiatische Hornisse und ihre Verbreitung in Hessen

Katharina Albert



Die Asiatische Hornisse (*Vespa velutina*) wurde erstmals 2014 in Deutschland nachgewiesen und breitet sich seit 2019 auch in Hessen aus. Sie ist mittlerweile unter anderem in den Regionen Bergstraße, Taunus, Odenwald sowie dem Rhein-Main-Gebiet anzutreffen. Die Ausbreitungstendenz ist zunehmend. Bürgerinnen und Bürger können ihre Sichtungen der Asiatischen Hornisse seit 2019 über das Meldeportal des HLNUG melden. So kann die Verbreitung der Art erfasst und die Nester zeitnah identifiziert und beseitigt werden.

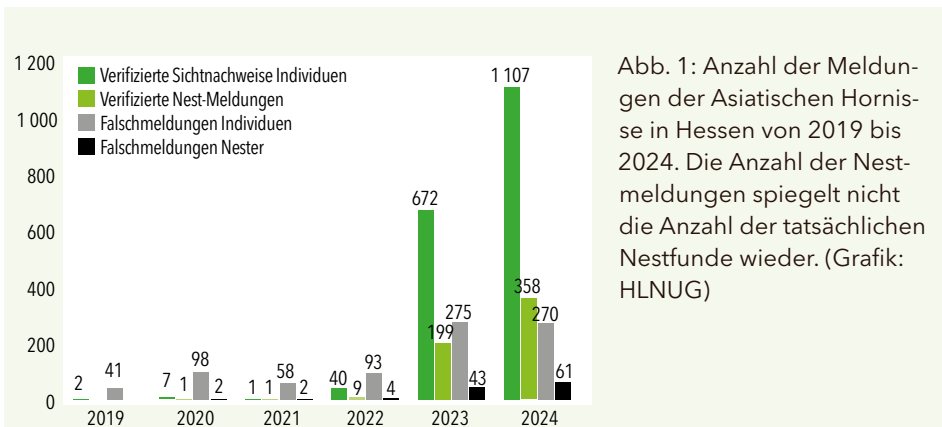
Für die Asiatische Hornisse sind beim HLNUG seit 2019 in etwa **3 500** Meldungen eingegangen (davon 330 per E-Mail und 3 200 via Meldeportal).



Die Asiatische Hornisse (*Vespa velutina*) stammt aus Südostasien und ist dort mit mehreren Unterarten vertreten. Die bei uns vorkommende und nach EUROPÄISCHER VERORDNUNG (EU-VO) 2014 als invasiv gebietsfremde Art der sogenannten Unionsliste eingestufte Unterart *Vespa velutina nigrithorax* wurde vermutlich 2004 über Importware nach Europa eingeschleppt. Bei invasiven Arten handelt es sich um gebietsfremde Arten, die durch den Menschen, mit oder ohne Absicht, in ein Ökosystem eingetragen wurden und die diesem Ökosystem oder einzelnen Arten des Ökosystems schaden können. Die Asiatische Hornisse unterlag bis März 2025 als Art nach Artikel 16 EU-VO 2014 der „frühen Phase der Invasion“ einer Melde- und Beseitigungspflicht, der das Land Hessen nachkommen musste (BFN O. J.).

Das Beutespektrum der Asiatischen Hornisse besteht aus Insekten, wie z. B. Honigbienen und Wespen und zu einem großen Teil aus Dipteren (Fliegen, Mücken), Käfern und ähnelt dem der heimischen Europäischen Hornisse (*Vespa crabro*). Da Wildbienen und andere Beute-Insekten im Regelfall nicht in Massen an einem Punkt vorkommen, ist nach derzeitigem Stand keine Gefahr für die Bestände von Wildbienen und anderen wildlebende Insektenarten zu erkennen. Die Hauptgefährdung dieser Arten ist vielmehr der fortschreitende Lebensraumverlust und eine Verarmung an Acker-Begleitflora. Da mögliche Auswirkungen auf Bienenvölker oder auf die Europäische Hornisse bisher noch nicht wissenschaftlich erforscht sind, ist es wichtig, die Verbreitung der Asiatischen Hornisse zu dokumentieren und über ihr Vorkommen zu informieren.

Es gibt Studien aus Frankreich, die aufzeigen, dass die Asiatische Hornisse vor allem in Siedlungsnähe vermehrt auf Honigbienen als Beute zurückgreift (ROME et.al 2011). Die Asiatische Hornisse ist ein effektiver Jäger von Honigbienen. Allerdings muss festgehalten werden, dass die Verfügbarkeit von Honigbienen im Siedlungsraum im Vergleich zu heimischen Wildbienen und anderen Insektenarten stark



zunimmt. Ein einzelnes Nest der Asiatischen Hornisse wird nach bisheriger Erfahrung kaum einen Einfluss auf die Honigbienenvölker der Umgebung haben. Bei einer hohen Nestdichte steigt der Druck auf die Honigbienen, wobei geschwächte oder kranke Völker bevorzugt angegriffen werden.

In Deutschland wurde die Asiatische Hornisse 2014 erstmals in Baden-Württemberg nachgewiesen. Seitdem hat sich die Asiatische Hornisse in Baden-Württemberg, Hessen, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen und dem Saarland ausgebreitet. Für Bayern, Niedersachsen, Hamburg und Berlin gibt es bereits Einzelnachweise.

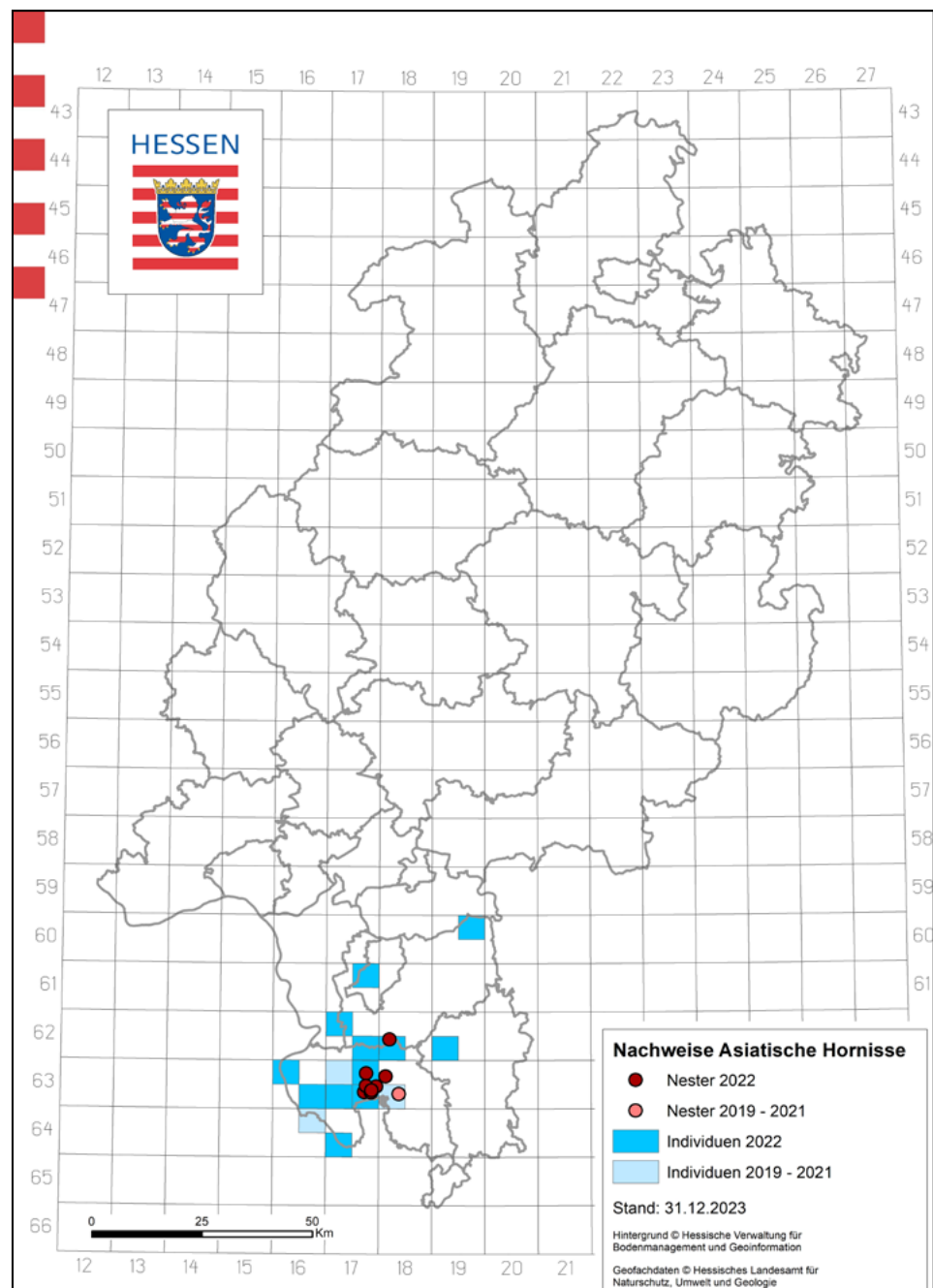
Das HLNUG hat 2019 ein Citizen Science Projekt zum Thema „Invasive Arten“ ins Leben gerufen. Seitdem können Bürgerinnen und Bürger ihre Sichtungen invasiver Arten in Hessen über das Meldeportal des Landes melden. Die Meldungen der Asiatischen Hornisse werden überprüft und nach fachlicher Bestätigung von Nestmeldungen an die Regierungspräsidien sowie Expertinnen und Experten weitergegeben, damit die Nester zeitnah beseitigt werden. Das zuständige Regierungspräsidium beauftragt die Entfernung der Nester.

Seit 2019 sind für die Asiatische Hornisse etwa 3500 Meldungen, davon etwa 330 per E-Mail und 3200 via Meldeportal beim HLNUG eingegangen (im Folgenden wird nicht zwischen den beiden Formen der Meldung unterschieden). Insgesamt wurden 75 Prozent der Meldungen als Asiatische Hornisse verifiziert. Die verbleibenden 25 Prozent konnten überwiegend als Europäische Hornisse (*Vespa crabro*) und als weitere Verwechslungsarten, wie z. B. Mittlere Wespe (*Dolichovespula media*), andere Wespenarten sowie als Hornissenschwebfliege (*Volucella zonaria*), bestimmt werden. Über die Jahre ist der Anteil an Falschmeldungen gesunken.

Zwischen 2019 und 2022 gab es 61 verifizierte Meldungen zur Asiatischen Hornisse, dem Gegenüber standen 298 falsche Meldungen

(Abb. 1). 2019 wurde die Asiatische Hornisse erstmals im Landkreis Bergstraße in Hessen nachgewiesen und hat sich seitdem in Südhessen und darüber hinaus ausgebreitet - insbesondere in den Landkreisen Bergstraße, Groß-Gerau, Darmstadt-Dieburg sowie in der Stadt Darmstadt (Abb. 2). Die Art verbreitet sich vor allem entlang der warmen Rheinebene Richtung Norden. Der Klimawandel, mit seinen besonders warmen, trockenen Sommern und den milden Wintern, wirkt sich günstig auf die Verbreitung der Asiatischen Hornisse aus. In den Jahren 2020 und 2021 gab es jeweils eine Nestmeldung. Zwischen den Jahren 2021 und 2022 konnte ein leichter Anstieg an Meldungen

Abb. 2: Verbreitung der Asiatischen Hornisse anhand der Daten des hessischen Meldeportals von 2019 bis 2022. (Quelle: HLNUG)



verzeichnet werden (Abb. 1). 2022 wurden bereits 9 Nester in Südhessen, überwiegend im Landkreis Bergstraße, gefunden und gemeldet (Abb. 2).

Im Jahr 2023 kam es zu einem sprunghaften Anstieg an Meldungen der Asiatischen Hornisse: insgesamt erreichten das HLNUG in 2023 1 189 Meldungen - mit 871 verifizierten Meldungen von gesichteten Individuen und Nestern, im Vergleich zu den Vorjahren gab es allerdings wesentlich weniger Falschmeldungen durch Verwechslungsarten. In 199 Fällen handelte es sich um Nestmeldungen, wobei nach

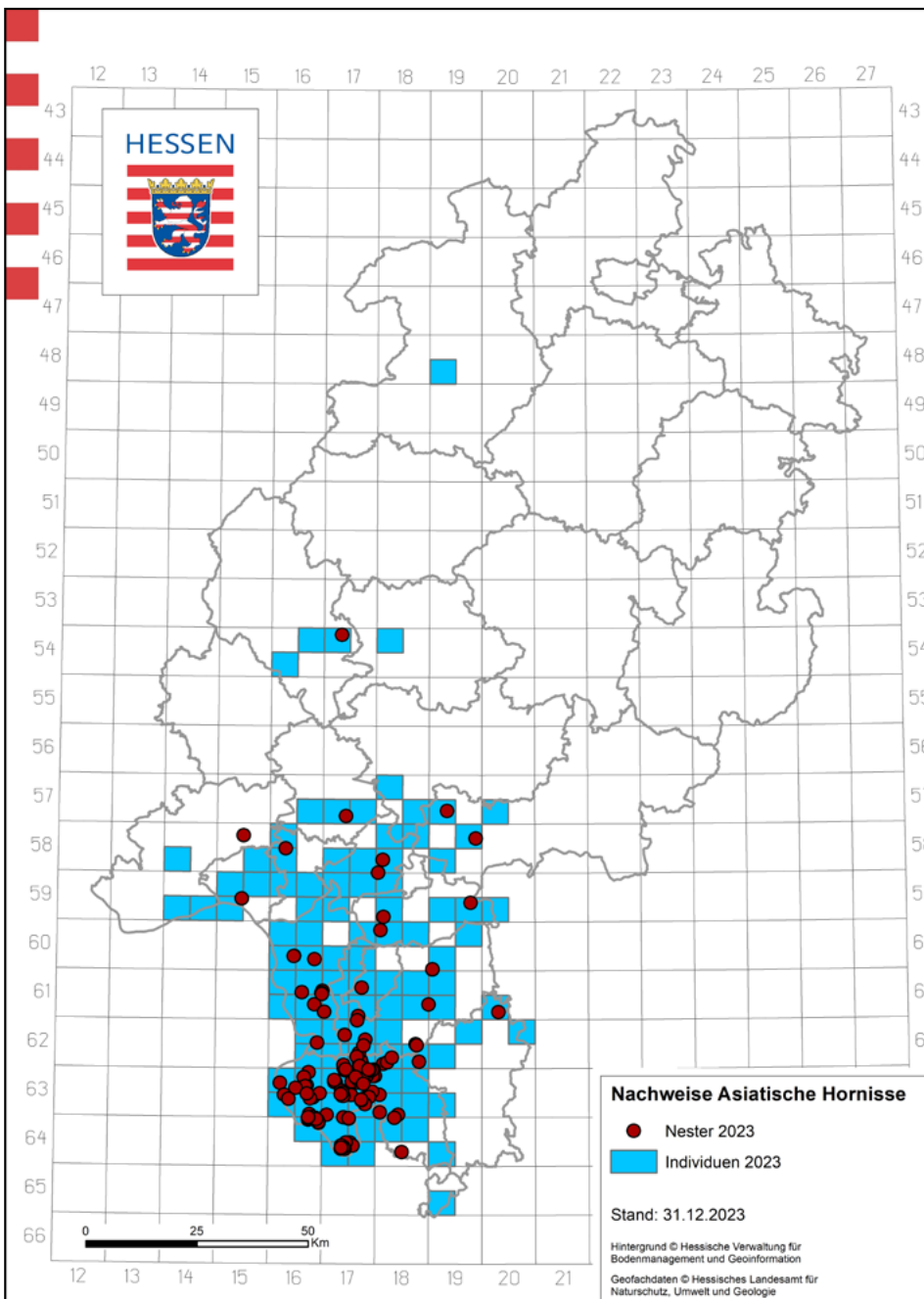
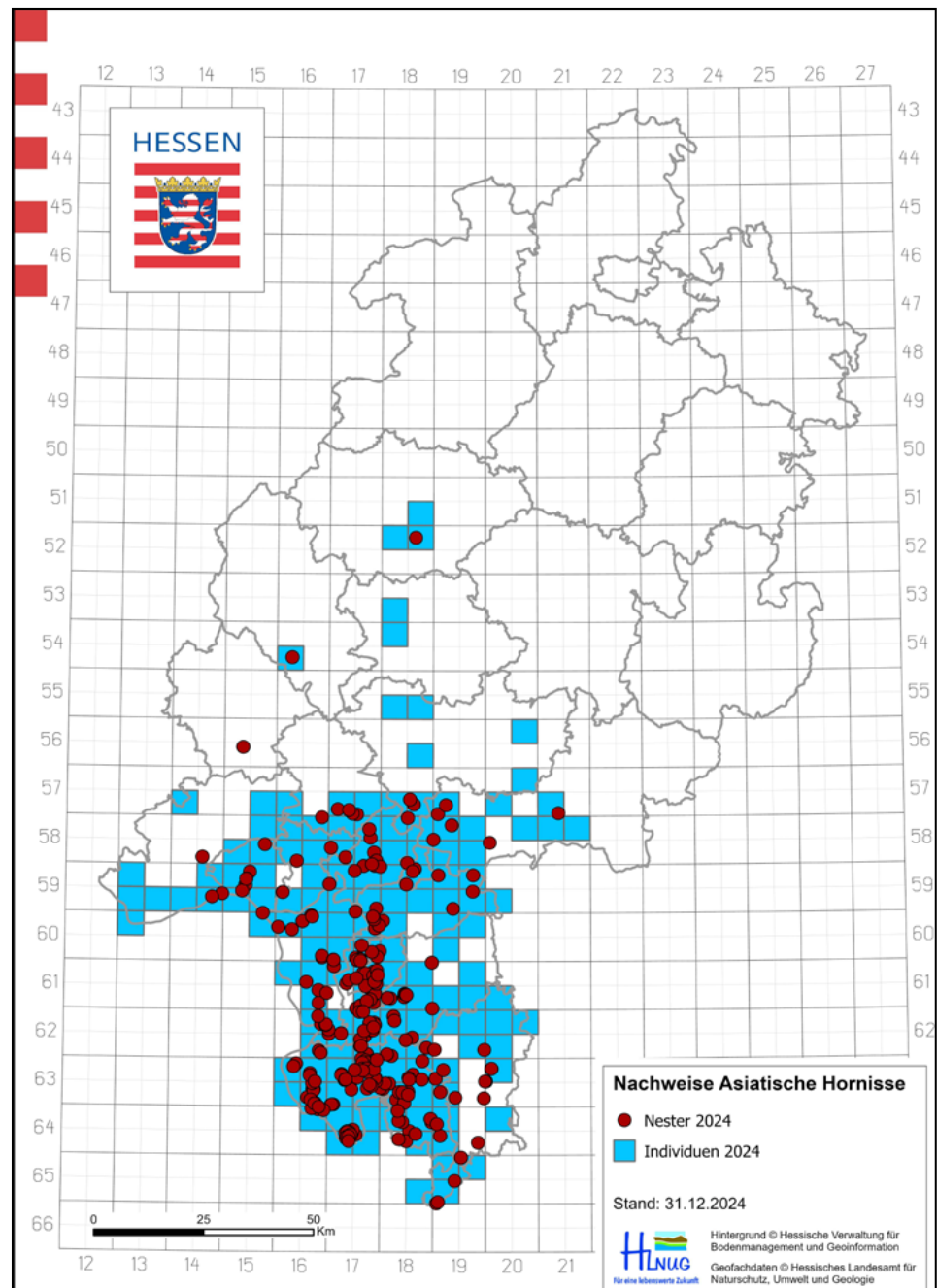


Abb. 3: Verbreitung der Asiatischen Hornisse anhand der Daten des hessischen Meldeportals aus 2023. (Quelle: HLNUG)

Streichung doppelter Nestmeldungen 150 Nester als gefunden und gemeldet in die Statistik eingingen. Funde im Taunus sowie rund um Frankfurt, im Main-Kinzig-Kreis und im Odenwaldkreis waren 2023 keine Seltenheit mehr. Wenige Funde gibt es bisher aus Mittelhessen (Lahn-Dill-Kreis). Die nördlichste uns bekannte Sichtmeldung eines Individuums der Asiatischen Hornisse liegt westlich von Frankenu im Landkreis Waldeck-Frankenberg, ein Vorkommen der Art konnte in 2024 in diesem Landkreis jedoch nicht erneut bestätigt werden (Abb. 3 und 4).

Abb. 4: Verbreitung der Asiatischen Hornisse anhand der Daten des hessischen Meldeportals aus 2024. (Quelle: HLNUG)



Für das Jahr 2024 kann ein erneuter Anstieg der Meldungen verzeichnet werden. Insgesamt erreichten das HLNUG etwa 1 800 Meldungen zur Asiatischen Hornisse, davon konnten ca. 1 460 Meldungen als Individuum oder Nest der Asiatischen Hornisse verifiziert werden (Abb. 1). Es gab 358 Nestmeldungen, hier sind jedoch viele Mehrfachmeldungen enthalten. Nach Bereinigung der Anzahl wurden im vergangenen Jahr 280 Nester in Hessen gefunden und gemeldet. Mehrfachmeldungen kamen insbesondere dann zustande, wenn die Nester an sehr präsenten Orten hängend, z.B. an Bundesstraßen oder Bahntrassen, gesichtet wurden.

Gründe für den Anstieg an Meldungen können neben der tatsächlichen Ausbreitung auch die mediale Aufmerksamkeit der Presse und das zunehmende Wissen von Bürgerinnen und Bürger durch Informationen durch Behörden, Imkervereine sowie Vortrags- und Schulungsangebote von Hornissenberaterinnen und Hornissenberatern sein.

Abbildung 4 zeigt im Vergleich zu den Vorjahren, wie stark sich die Asiatische Hornisse in den vergangenen sechs Jahren in Hessen ausgebreitet hat. Wurde die Art noch in 2021 überwiegend im Kreis Bergstraße nachgewiesen, so ist sie bereits 2023 bis in den Taunus (Rheingau-Taunus-Kreis, Hochtaunuskreis), den Lahn-Dill-Kreis, den Wetteraukreis sowie den Main-Kinzig-Kreis verbreitet. Im Vergleich zum Jahr 2023 gab es 2024 vor allem in den Landkreisen Odenwaldkreis, Main-Taunus-Kreis und Rheingau-Taunus-Kreis eine Zunahme an Meldungen der Asiatischen Hornisse (Abb. 4). Zudem gibt es mehrere Sichtmeldungen und drei Nestmeldungen im Regierungsbezirk Gießen. Betroffen sind die Landkreise Marburg-Biedenkopf, Limburg-Weilburg, Lahn-Dill-Kreis und Gießen. Für 2025 wird eine weitere Ausbreitung der Asiatischen Hornisse in Mittelhessen erwartet.

Sollten Sie Individuen der Asiatischen Hornisse oder Nester sehen, melden Sie diese bitte mit Foto über unser Meldeportal auf unserer Homepage: hlnug.de/hornissemelden

Fazit

Die Asiatische Hornisse (*Vespa velutina*) breitet sich in Hessen zunehmend aus und ist mittlerweile in mehreren Regionen wie dem Taunus, dem Odenwaldkreis und Mittelhessen präsent. Eine weitere Ausbreitung wird erwartet. Seit ihrem ersten Nachweis in Deutschland 2014 hat sich die Art insbesondere entlang

der warmen Rheinebene verbreitet, welche aufgrund des Klimawandels wärmere Bedingungen zur Folge hat. Die Auswirkungen auf Wildbienen und andere Insekten sind bislang nicht vollständig erforscht. Für die Honigbienen kann die Asiatische Hornisse bei hoher Nestdichte eine Bedrohung darstellen – aber auch das ist wissenschaftlich noch nicht abschließend geklärt. Die Bürgerbeteiligung durch das Meldeportal des HLNUG trägt maßgeblich dazu bei, die Ausbreitung der Asiatischen Hornisse zu überwachen und Nester schnell zu entfernen. Innerhalb der letzten sechs Jahre gab es einen deutlichen Anstieg an Meldungen, was auf eine weiter zunehmende Verbreitung und ein wachsendes Bewusstsein in der Bevölkerung hinweist

Literatur

- BFN (O. J.) – Bundesamt für Naturschutz: Gebietsfremde und invasive Arten in Deutschland. Unionsliste. Art. 16: Früherkennung. Bonn. <https://neobiota.bfn.de/unionsliste/art-16-frueherkennung.html> (Letzter Zugriff: 20.12.2024)
- ROME, Q.; PERRARD, A.; MULLER, F.; VILLEMANT, C. – Monitoring and control modalities of a honeybee predator, the Yellow legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae). *Aliens Invasive Spec. Bull.* 2011, 31, 7 15.
- EUROPÄISCHE VERORDNUNG (EU-VO) 2014: Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten.

NATURSCHUTZAKADEMIE

Ausbildung als Streuobst- fachwart/in in der Natur- schutzakademie Hessen

Steffen Kahl & Andreas Teich



Seit über 30 Jahren finden Seminare zum naturgemäßen Obstbaumschnitt in der Naturschutzakademie Hessen in Wetzlar statt. Im Laufe der Zeit wurden darüber hinaus verschiedene Praxismodule entwickelt, die das Seminarangebot im Bereich der fachgerechten Obstbaumpflege ergänzen. Dazu gehören beispielweise Module zu den Themen Baumgesundheit, Altbaumpflege oder Planung und Anlage von Streuobstwiesen. Seit 2020 wird ein Zertifikatslehrgang zur Streuobstfachwartin und zum Streuobstfachwart mit sieben Modulen angeboten. Dieser Zertifikatslehrgang ist mittlerweile weit über die Grenzen Hessens bekannt und jährlich ausgebucht.

81



zertifizierte Streuobstfachwärtinnen und Streuobstfachwarte wurden seit 2020 in der NAH ausgebildet.

Streuobstwiesen bieten Lebensraum für viele gefährdete Tier- und Pflanzenarten, versorgen uns mit alten und regionalen Obstsorten und sind Teil unserer hessischen Kulturlandschaft. Allerdings ist das Kulturgut „Streuobstwiese“ und seine wertvollen Funktionen gefährdet, da viele Flächen überaltern, nicht mehr gepflegt werden oder aber auch wegfallen, weil sie Siedlungsfläche weichen müssen. Gleichzeitig fehlt vieler Orts das Wissen darüber wie alte Bestände gepflegt oder auch neue Streuobstwiesen angelegt werden können. Um diese Wissenslücke zu schließen, bietet die Naturschutzakademie Hessen seit 2022 den Zertifikatslehrgang „Streuobstfachwartin und Streuobstfachwart“ an in welchem die Teilnehmenden die fachliche und praktische Grundlage für die Pflanzung und Pflege von hochstämmigen Streuobstbäumen vermittelt bekommen.

Der naturgemäße Obstbaumschnitt basiert auf den natürlichen Wachstumsgesetzen und grundlegenden Schnittregeln der baumschonenden Obstbaumpflege. Die einzelnen Seminare stehen in einem ausgewogenen Verhältnis von Theorie und Praxis, wobei die Teilnehmenden die Möglichkeit haben, das Gelernte unter fachlicher Anleitung in die Tat umzusetzen. Letztlich werden alle Phasen von der Entstehung (Veredlung) eines Obstbaumes, der Pflanzung, Jugend-, Ertrags- und Altersphase sowie der Anlage von Streuobstwiesen fachlich fundiert behandelt. Neben dem fachlichen Aspekt, wird auf das Thema Arbeitssicherheit, der Umgang mit Leitern und Schnittwerkzeugen sowie der Einsatz von Gurt und Kurzsicherung Wert gelegt. Gleichzeitig spielen ökologische Faktoren des Biotoptyps Streuobstwiese sowie der Erhalt der genetischen und kulturhistorischen Vielfalt alter Obstsorten (Pomologie) eine wichtige Rolle. Außerdem werden Möglichkeiten der Verwendung und Verarbeitung von einheimischen Obstarten- und Sorten nähergebracht.



Abb. 1: Der erste Schritt, die Baumbegutachtung: Ziele festlegen
© Steffen Kahl

Die Fortbildung richtet sich an alle Personen, die Obstgehölze fachgerecht schneiden und Streuobstwiesen anlegen und pflegen möchten. Insbesondere an diejenigen, die ein Interesse an einer zusätzlichen Qualifikation im Bereich der naturnahen Obstgehölzpflege haben und gleichzeitig eine effektive und professionelle Arbeitsweise erlernen wollen.

Angesprochen werden u.a. Streuobstwiesenbesitzende, Landwirte und Landwirtinnen, Naturschützer, Hobbyobstanbauende, Mitarbeitende von Bauhöfen, Landschaftspflegeverbänden, Naturschutzbehörden und anderen Verwaltungsbereichen sowie die Berufsgruppen Gartenbau, Natur- und Landschaftspflege und Forstwirtschaft.

Die Ausbildung besteht aus den folgenden sieben Modulen:

Modul 1: Grundlagen und Jungbaumpflege

Obstbäume sind Kulturpflanzen und benötigen ein Mindestmaß an Pflege. Unter Beachtung der natürlichen Wuchsgesetze und Schnittregeln werden die Grundlagen mit Schwerpunkt auf Jung- und Ertragsbäume vermittelt. Die Fortbildung zeigt, welche Schnittmaßnahmen in Bezug auf die Obstart, Jahreszeit und Baumalter durchgeführt werden können. Ziel ist die Entwicklung eines tragfähigen Kronengerüsts. Ein fachgerechter Pflanzschnitt, eine systematische Kronenerziehung (Erziehungsschnitt) und die Behandlung in der Ertragsphase sind die Kerninhalte. Außerdem werden wichtige Tipps zu Werkzeugen, Leitern und anderen Materialien gegeben. Nicht zuletzt fließen die Erfahrungen des Referenten in Bezug auf die ökologische Bedeutung der Obstwiese, die Sortenkunde und die Pflanzengesundheit in das Seminar ein.



Abb. 2: Schnitt- und Sicherungsmaterial
© Steffen Kahl

Modul 2: Altbaumpflege und Schnittpraxis

Alte Obstbäume sind ökologisch besonders wertvoll. Aus obstbaulicher Sicht sind sie in der Regel ungepflegt, nicht mehr vital oder instabil. Auf der Grundlage der natürlichen Wachstumsgesetze und Schnittregeln (Modul 1), wird die fachgerechte Obstbaumpflege von der Ertrags- bis zur Altersphase behandelt. Es wird vermittelt, wie die z. T. jahrelang nicht mehr gepflegten Altbäume systematisch geschnitten und somit stabilisiert und vitalisiert werden können.

In der Praxis werden das sichere Arbeiten mit Leitern und der Einsatz der Kurzsicherung in Verbindung mit dem Klettergurt gezeigt.

Modul 3: Obstbäume Veredeln, Obstsorten erhalten

Schon 1000 v. Chr. kultivierten die Phönizier in ihren Obstgärten veredelte Bäume und Hippokrates berichtete über eine alte gärtnerische Tätigkeit – das Okulieren. Das Veredeln der Obstgehölze ist eine Art der ungeschlechtlichen Vermehrung. Dabei werden verschiedene Verfahren angewendet, weil die Obstarten und Sorten nur in Ausnahmefällen durch Samen sortenecht vermehrt werden können. Gerade beim Kernobst sind im Laufe der Jahrhunderte viele wertvolle Sorten entstanden, die bis heute nur durch das Veredeln erhalten werden können.

Wie durch das Veredeln dieses Genreservoir gesichert werden kann, wird anhand unterschiedlicher Techniken demonstriert.

Modul 4: Baumgesundheit

Grundlage für einen erfolgreichen Obstbau ist die Baumgesundheit. In diesem Modul geht es um Maßnahmen, die zum Erhalt und zur Wiederherstellung der Vitalität der Obstbäume beitragen.

Klimaveränderungen und andere Stressfaktoren strapazieren die Widerstandsfähigkeit und es können neue (invasive) Schadorganismen auftreten. Verschiedene Maßnahmen die zur Förderung der Vitalität und der Baumgesundheit dienen, wie z. B. der Stammanstrich werden vorgestellt und praktisch ausprobiert. Die wichtigsten Obstkrankheiten und Schädlinge werden vorgestellt und umweltschonende Bekämpfungsmaßnahmen vermittelt.

Modul 5: Sommerbehandlung

Einen wesentlichen Teil der Obstgehölzpflege stellt der Kronenschnitt dar, wobei sich die Maßnahme in der Regel auf den Winter (Ruhephase) konzentriert. Dass Obstbäume erfolgreich in der Vegetationsperiode geschnitten werden können, beweist nicht nur der früher bedeutsame Formobstbau (Obstspalier). Aus baumbiologischer Sicht kann die Sommerbehandlung eine gute Alternative sein. Ein frühzeitiger „Sommerriß“ steuert das Wachstum und verhindert aufwändige Schnitte im Winter.

Der klassische Sommerschnitt beruhigt die Triebleistung. Speziell der Schnitt an gummiflussgefährdeten Süßkirschen und der Walnuss haben sich bei der Ernte oder nach abgeschlossenem Wachstum im August/September als vorteilhaft herausgestellt. Darüber hinaus geht es um die Kontrolle und Beurteilung der im Winter geschnittenen Bäume sowie um Bewässerungsmaßnahmen.

Modul 6: Pomologie

Hochstämmige Obstbaume prägen noch vielerorts unsere Kulturlandschaft. Dabei spielen die alten Obstsorten einer Streuobstwiese, in Bezug auf ihre Robustheit und Widerstandskraft, eine wesentliche Rolle. Doch wer kennt sie noch, die guten alten Sorten? Sie verschwinden fast unmerklich aus der Landschaft und mit ihnen wertvolle Eigenschaften, wie Krankheitsresistenz, Geschmack, Verarbeitungsfähigkeit. Ebenso geht ein Stück kulturhistorische und pomologische Geschichte verloren. Sie gilt es, ebenso wie die genetische Vielfalt der Streuobstwiese, zu erhalten.

Ein erster Schritt in die Obstsortenbestimmung ist das Studium der äußeren und inneren Merkmale einer Frucht – die Pomologie.

Modul 7: Anlage von Streuobstwiesen – planen, pflanzen, pflegen

Streuobstbestände zu verjüngen und zu bewahren ist eine wichtige Aufgabe zum Erhalt der Kulturlandschaft und Biodiversität. Grundlage für einen zukunftsfähigen Streuobstanbau sind die optimalen Standortbedingungen, eine gute Sortenwahl, ein entsprechendes Nutzungskonzept sowie die richtige Pflege. Die Veranstaltung zeigt, welche Überlegungen und Maßnahmen in Bezug auf die Planung, Pflanzung und Pflege von jungen Obstbäumen nötig sind.

Über die sieben Module der Fortbildungsreihe hinaus, werden weitere relevante „Obst-Seminare“ wie zum Beispiel Kompaktkurse für kommunale Angestellte; Obstsortenbestimmung und Sortenerhalt; Seminare zum Thema Birnen in der Landschaft oder Ernte, Verarbeitung und Lagerung sowie ein Erfahrungsaustausch Streuobstpflanze angeboten. Diese Zusatzseminare ergänzen das Angebot und sollen die Weiterbildung im Rahmen der hessischen Streuobststrategie praxisorientiert unterstützen.



Fazit

Seit 2020 wurden in der Naturschutzakademie bereits 81 zertifizierte Streuobstfachwartinnen und Streuobstfachwarte ausgebildet. Diese fachlich fundierte aber dennoch kompakte Weiterbildung trägt dazu bei, dass in Hessen die Anlage und Erhaltung von bestehenden Streuobstwiesen oder einzelnen Obstbäumen in der Landschaft langfristig gefördert wird. Gerade die Erhaltung und Pflege von Altbeständen ist aus ökologischen Gründen wichtig und sichert somit einen speziellen Lebensraum für viele gefährdete Tier- und Pflanzenarten. Ein weiterer Fokus wird auf die zukunftsfähigen Neuanlagen und Jungbäume gelegt, die insbesondere durch den Klimawandel, Stressfaktoren und mangelnde Nutzung eine intensive Pflege benötigen. Eine Streuobstwiese anzulegen und zu pflegen ist somit ein nachhaltiges und ökologisches Projekt. Es bietet die Möglichkeit, die Artenvielfalt zu fördern, alte und regionale Obstsorten zu erhalten sowie gesunde und naturbelassene Lebensmittel zu produzieren. Damit ist es ein Projekt für mehrere Generationen, die Freude und Nutzen haben.

NATURSCHUTZAKADEMIE, FREIWILLIGENDIENSTE

Naturschutzakademie Hessen vermittelt Wissen zu inklusiver Naturschutz- arbeit

Andreas Teich



||||| Rund 85 % aller Menschen in Deutschland haben keine Einschränkungen (BMAS 2021). Viele Menschen haben daher auch keine oder nur wenige Berührungspunkte mit Menschen mit Einschränkungen. Dementsprechend fehlt an vielen Stellen das Wissen darüber, wie Veranstaltungen barrierearm gestaltet werden können, so dass alle Menschen daran teilhaben können. Dabei bedeutet barrierearm viel mehr, als dass nur der physische Zugang zu einer Veranstaltung durch beispielsweise eine Rampe gesichert ist. Welche Faktoren es für eine barrierearme Naturschutzveranstaltung zu berücksichtigen gilt, wo wir in Hessen positive Beispiele finden und wie es sich anfühlt spezifische Einschränkungen zu haben, vermittelt die Naturschutzakademie seit 2022 in Online-Seminaren und Workshops.



In Deutschland gilt die Inklusion von Menschen mit Einschränkungen als Menschenrecht. Da viele Menschen aber keine oder nur wenige Berührungspunkte mit Menschen mit Einschränkungen haben, fehlt in vielen Bereichen noch das Wissen darüber, wie Veranstaltungen gestaltet werden müssen, so dass eine gleichberechtigte Teilnahme möglich ist.

Wie Veranstaltungen im Naturschutz geplant und durchgeführt werden müssen, damit alle Menschen daran teilhaben können, vermittelt die Naturschutzakademie Hessen (NAH) in speziell dafür konzipierten Seminaren. Dabei arbeitet sie mit 3 Bausteinen::

1. Sensibilisieren und Wissen vermitteln
2. Ausbildung von Multiplikatoren
3. Workshop zur Netzwerkbildung

Sensibilisieren und Wissen vermitteln

Als Einstieg in die Thematik wurde eine Online-Seminarreihe „Veranstaltungen barrierearm gestalten“ mit fünf Seminaren von jeweils 3 Stunden Dauer entwickelt.

Dabei werden zunächst verschiedene Einschränkungen vorgestellt und die rechtlichen Grundlagen erläutert. Ein weiteres Themenfeld ist die Erstellung von barrierearmen Dokumenten. Dabei wird aufgezeigt, worauf beispielsweise bei barrierearmen Faltblättern, Plakaten oder auch Einladungen zu achten ist. Außerdem werden noch weitere Themenbereiche wie beispielsweise die Nutzung von Hilfsmitteln im Outdoorbereich thematisiert.



Die Online-Seminarreihe wird mittlerweile zweimal jährlich im Frühjahr vormittags und im Herbst abends angeboten. Somit wird sichergestellt, dass auch Mitarbeitende in der ehrenamtlichen Naturschutzarbeit die Kurse besuchen können. Mittlerweile kommen die Teilnehmenden nicht nur aus Hessen, sondern aus dem gesamten Bundesgebiet.

Ausbildung von Multiplikatoren und Multiplikatorinnen

Als Zusatzausbildung werden eintägige Seminare für Multiplikatoren und Multiplikatorinnen (z.B. Naturführende, Lehrende oder Erziehende) angeboten, bei denen nach theoretischer Einführung die Arbeit mit Menschen mit Einschränkungen praktisch im Naturbereich auf einer Exkursion erfahren werden kann.

Durch z.B. Brillen oder Gehörschutz werden die verschiedensten Einschränkungen von den Teilnehmenden durch Selbstanwendung erfahren. Mit diesen Einschränkungen wird dann versucht, an praktischen Übungen der Vermittlung von Naturerlebnissen im Outdoorbereich teilzunehmen. Die Vorstellungspunkte werden von einzelnen Teilnehmenden in Eigenregie für die Menschen mit den simulierten Einschränkungen vorbereitet.

Des Weiteren werden unterschiedliche Hilfsmittel für den Outdoor-Einsatz vorgestellt und während der Exkursion von den Teilnehmenden ausprobiert.

Um auch Menschen mit Einschränkungen die Teilnahme an den Seminaren für Multiplikatoren zu erleichtern, finden sie im Wechsel in Nord-, Mittel- und Südhessen statt.

Workshop zur Netzwerkbildung

Es gibt in Hessen schon viele Beispiele aus den unterschiedlichsten Bereichen der inklusiven Naturschutzarbeit, bei denen sich viele Menschen engagieren und dabei sehr gute Ergebnisse erzielt haben.

Bei diesem Workshop werden einzelne dieser guten und bewährten Beispiele aus Hessen vorgestellt. Sie sollen die Teilnehmenden dazu anregen, die inklusive Naturschutzarbeit im eigenen Wirkungsumfeld zu integrieren oder auszuweiten.

Zusätzlich wird jeder Workshop unter das Motto einer anderen Einschränkung (z. B. Seh-, Bewegungs-, Höreinschränkung) gestellt. Nach einem kurzen Vortrag zu der jeweiligen Einschränkung und dem Umgang mit dieser, können die Teilnehmenden die Einschränkungen



durch den Einsatz von Simulationsmitteln selbst erfahren und dann den Umgang praktisch mit den vorgestellten Hilfsmitteln erproben.

2024 stellte eine Waldpädagogin von HessenForst eindrucksvoll vor, welche Möglichkeiten es gibt komplexe Naturschutzthemen einfach und spannend darzustellen, um diese auch Menschen mit Lernschwierigkeiten oder geistigen Einschränkungen nahezubringen.

Eine Lehrkraft von einer Schule für Jugendliche mit geistigen, psychischen und körperlichen Einschränkungen bereichtete von den praktischen Arbeitseinsätzen mit seiner Klasse im Nationalpark Kellerwald-Edersee.

Für die Bewerbung von Veranstaltungen und für die Kommunikation mit Menschen mit Einschränkungen ist es unbedingt notwendig, unter anderem Webseiten, Plakate und Mails barrierefrei zu gestalten, um potentielle Teilnehmende mit Einschränkungen zu erreichen. Hierzu hat die Landesbeauftragte für barrierefreie IT eine sehr informative Präsentation mit vielen Hinweisen zu Lernprogrammen zum Erstellen barrierefreier Dokumente gehalten.

Nach einem Vortrag von Mitarbeitenden der Blindenstudienanstalt Marburg (Blista) über die respektvolle und Gelände angepasste Begleitung von sehingeschränkten Menschen, bestand die Möglichkeit, mit diesen das Erfahrene im Haus, im öffentlichen Verkehrsraum und im Obstwiesengelände in die Praxis umzusetzen. Hierzu standen unter anderem Brillen für die verschiedenen Seheinschränkungen zum Ausprobieren in den verschiedenen Geländen zur Verfügung.

Der Netzwerk Workshop wird einmal jährlich angeboten.

Fazit

Mit der Etablierung der Stelle für inklusive Naturschutzarbeit im Jahr 2022 wurden die Möglichkeiten der Sensibilisierung und Ausbildung von Mitarbeitenden in der hessischen Naturschutzarbeit an der Naturschutzakademie Hessen geschaffen. Mit den oben beschriebenen Aktivitäten wird der gesetzlich verankerte Auftrag (§6 Hessisches Naturschutzgesetz), Menschen mit Behinderungen die Teilhabe auch an der Naturschutzarbeit zu ermöglichen, nun umgesetzt. Die Angebote werden von den beruflichen und ehrenamtlichen Naturschutzmitarbeitenden sehr gut, auch über die Grenzen Hessens hinaus, angenommen. Besonders betont wird von den Teilnehmenden an den Veranstaltungen, dass ihnen durch die Seminare und Workshops die Ängste und oft Vorbehalte durch Unwissenheit im Umgang mit Menschen mit Einschränkungen genommen werden konnten und sie jetzt ein „Grundrüstzeug“ auch für die inklusive Naturschutzarbeit erhalten haben. Viele Maßnahmen bei der inklusiven Naturschutzarbeit nutzen nicht nur Menschen mit Behinderung, sondern sind für alle Nutzenden eine Erleichterung. Zusätzlich wird mit der Beteiligung von Menschen mit Einschränkungen bei den Veranstaltungen ein Gewinn für alle Beteiligten, z. B. in den Bereichen respektvoller Umgang miteinander, Empathie füreinander und Unterstützung untereinander, erreicht. Somit stellt die inklusive Naturschutzarbeit eine umfangreiche Aufgabe dar, sie bietet aber auch viele Chancen zum Nutzen der Naturschutzarbeit in Hessen.

Literatur

Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) 2021: Dritter Teilhabebericht der Bundesregierung über die Lebenslagen von Menschen mit Beeinträchtigungen, abrufbar unter <https://www.bmas.de/DE/Service/Publikationen/Broschueren/a125-21-teilhabebericht.html>

ABTEILUNG N IM INTERNET

Wissenschaft(f)t Praxis Neues digitales

In dem neuen digitalen Format der Naturschutzakademie Hessen werden in Kooperation mit hessischen Hochschulen und wissenschaftlichen Institutionen aktuelle Ergebnisse aus der Naturschutzforschung vorgestellt. Einmal im Quartal, immer mittwochs von 11 bis 12.30 Uhr, können Sie sich auf spannende Forschungsprojekte und die neuesten Erkenntnisse für die Praxis freuen und zeitgleich den umsetzungsrelevanten Bezug für Hessen erfahren. <https://www.hlnug.de/themen/naturschutz/naturschutzakademie/bildungsprogramm-1/formate>

WISSENSschafft
PRAXIS

100 mal für den Naturschutz in Hessen

Jedes Jahr führt die Naturschutzakademie über 100 Veranstaltungen rund um die Themen Natur- und Artenschutz sowie Biodiversität durch. Die größte unter ihnen ist die Landesnaturschutztagung, aber auch weitere Tagungen zu aktuell politisch relevanten Themen sowie Seminare, Workshops, Exkursionen, IT-Schulungen und vieles mehr finden sich in unserem Repertoire. Neugierig? Das vielfältige Fortbildungsprogramm der Naturschutzakademie Hessen finden Sie online unter: <https://www.hlnug.de/themen/naturschutz/naturschutzakademie/veranstaltungen>

Feuersalamander-Meldeportal und Bsal in Hessen

Das Projekt ist eine Kooperation des HLNUG, der Arbeitsgemeinschaft Amphibien- und Reptilienschutz in Hessen e. V. (AGAR) und der Hermann-Hoffmann-Akademie der Justus-Liebig-Universität Gießen. Gemeinsam wurde mit dem Feuersalamander-Meldeportal ein wichtiges Citizen-Science-Projekt in Hessen etabliert. Mit dem Feuersalamander-Meldeportal haben wir die Möglichkeit, mehr über die Verbreitung des Salamanders zu erfahren, um aktuelle Verbreitungskarten für Hessen zu erstellen. Auch die Verbreitung des für den Feuersalamander tödlichen Hautpilz Bsal kann durch das ehrenamtliche Netzwerk entdeckt werden, um schnell und gezielt Maßnahmen durchführen zu können. Weitere Informationen zum Feuersalamander-Meldeportal und dem Hautpilz Bsal finden Sie unter: <https://www.hlnug.de/themen/naturschutz/tiere-und-pflanzen/arten-melden/feuersalamander>

ABTEILUNG N IM INTERNET

Best of Landesnaturschutztagungen (LNT)

Haben Sie die LNT verpasst? Kein Problem. Zu all unseren Landesnaturschutztagungen können die Programme und Vorträge auf unserer Homepage abgerufen und in unserem Youtube Kanal nochmal erlebt werden - egal, ob Sie sich für die ganze Tagung oder nur einzelne Vorträge interessieren oder den Tag einfach nochmal Revue passieren lassen wollen - all dies ist möglich. <https://www.hlnug.de/themen/naturschutz/veranstaltungen-und-ausstellungen/landesnaturschutztagung>

Aufruf zur Meldung des Igels in Hessen

Der einst häufige sogenannte Braunbrustigel ist in den letzten Jahren leider immer seltener in Hessen zu sehen. In der Roten Liste der Säugetiere Hessens von 2023 wird der Igel daher bereits in der Vorwarnliste geführt. Der Bestandstrend ist offensichtlich abnehmend, das genaue Ausmaß und die Ursachen hierfür sind jedoch nicht genauer bekannt, da bisher keine systematische Erfassung der Igelvorkommen in Hessen durchgeführt wird.

Um diese Wissenslücke zu schließen und die Datengrundlage zu verbessern, rufen das HLNUG und das Institut für Tierökologie und Naturbildung alle interessierten Bürgerinnen und Bürger auf, Igel-Beobachtungen und -Totfunde über das Meldeportal des HLNUG zu melden. Das Beifügen von Fotos sowie Anmerkungen zum Zustand der Tiere sind dabei ausdrücklich erwünscht und können helfen ein genaueres Bild zu erhalten.

Weitere Informationen zum Meldeportal des Igels und wie sie einen igelfreundlichen Garten gestalten können, finden Sie unter: <https://www.hlnug.de/themen/naturschutz/tiere-und-pflanzen/arten-melden>

ABTEILUNG W

Wasser



Wasser ist für Menschen, Tiere und Pflanzen lebensnotwendig. Die Abteilung Wasser erfasst und veröffentlicht Gewässerdaten zum Erhalt und zur Wiederherstellung naturnaher Fließgewässer, Seen und Grundwasservorkommen sowie zum Wasserhaushalt und Hochwasserschutz. Sie führt die Anerkennung von Sachverständigen durch und unterstützt die Behörden u. a. bei der Überwachung und Bewertung.

DEZERNAT GEWÄSSERGÜTE

Eventbasiertes Phosphor-Monitoring – Pilotstudie

Lea Müller & Marc Pelzer



☞ Phosphor ist ein essentieller Nährstoff für Wasserpflanzen, der in hohen Konzentrationen Gewässer belasten kann. Während Starkregenereignissen kann er in großen Mengen in Fließgewässer eingetragen werden und dort zu kurzfristigen Belastungsspitzen führen. Im herkömmlichen Gewässermonitoring mittels regelmäßiger Stichproben können solche kurzfristigen Einträge nur unzureichend erfasst werden. Um die Gewässerbelastung realitätsnäher zu erfassen, wurde im Jahr 2023 daher ein eventbasiertes Monitoring als Pilotstudie durchgeführt, mit welchem gezielt die auftretenden Spitzen in der Phosphorkonzentration beprobt wurden.

Hintergrund

Nährstoffe stellen im Gewässer die Grundlage für das Wachstum von Wasserpflanzen und Algen dar. Natürlicherweise fungiert dabei der Nährstoff Phosphor in seiner gelösten Form als ortho-Phosphat als limitierender Faktor. Ein Überangebot von ortho-Phosphat im Gewässer kann daher zu einem übermäßigen Wachstum von Wasserpflanzen und Algen führen, welches mit dem sauerstoffzehrenden Abbau von abgestorbener Pflanzenmasse einhergeht. Das kann zu einem Sauerstoffmangel im Gewässer führen. Dieser als Eutrophierung bezeichnete Prozess kann zu einer Abnahme der Biodiversität und zu einer Verschlechterung des ökologischen Zustands des Gewässers führen.

Ein Eintrag von Phosphor in Fließgewässer kann über punktuelle sowie über diffuse Eintragspfade erfolgen. Als Punktquellen zählen insbesondere Kläranlagen, durch die gereinigtes Abwasser in die Gewässer eingeleitet wird. Weitere Punktquellen stellen Regenwassereinleitungen und Mischwasserentlastungsanlagen dar, die bei Niederschlag Regenwasser bzw. ein Gemisch aus Schmutz- und Regenwasser aus dem Kanalnetz in Fließgewässer einleiten.

Als diffuse Eintragspfade werden die Einträge aus der Fläche über Erosion, Abschwemmung, Drainagen sowie der Zustrom aus dem Grundwasser und über den Zwischenabfluss und atmosphärische Ablagerungen auf der Gewässeroberfläche betrachtet.

Die Eintragspfade Kläranlagen, Mischwasserentlastung und Regenwassereinleitung werden der Siedlungswasserwirtschaft zugerechnet. Die Eintragspfade Wassererosion, Abschwemmung und Drainagen von landwirtschaftlichen Flächen werden hingegen als landwirtschaftlich bedingte Eintragspfade angesehen.



Abb. 1: Kleines Fließgewässer mit Eutrophierungserscheinung
© HLNUG



Einige der Einträge erfolgen kontinuierlich, wie der Eintrag über den Ablauf von Kläranlagen, andere Einträge treten nur unter bestimmten Bedingungen, z. B. Niederschlag, auf.

Der Zustand der Nährstoffbelastung im Gewässer wird entsprechend der Vorgaben der Oberflächengewässerverordnung und im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) fortlaufend überwacht. Dabei werden 392 repräsentative Messstellen in Hessen in regelmäßigen Abständen beprobt.

Die Phosphoreintragspfade Erosion, Abschwemmung und Drainagen, aber auch der Eintrag über Mischwasserentlastungen können vor allem während Niederschlagsereignissen zu kurzfristigen Anstiegen der Phosphorkonzentration im Gewässer führen. Diese Konzentrationsspitzen können durch die monatlich erfolgende Stichprobenahme nur unzureichend erfasst werden. Zudem sind Rückschlüsse auf die Herkunft der beobachteten Nährstoffbelastung anhand der Stichproben schwierig. Um eintragspfaddifferenzierte Aussagen über die Gewässerbelastung durch Phosphor treffen zu können, wird in Hessen eine Modellrechnung herangezogen. Mit dem Modell MEPhos vom Forschungszentrum Jülich erfolgt dabei eine pfad- und flächendifferenzierte Berechnung der Phosphoreinträge in die Oberflächengewässer (TETZLAFF et al. 2020). Der Berechnung werden die bestverfügbaren Eingangsdaten zugrunde gelegt und die Ergebnisse anhand von Messergebnissen validiert.

Zum Schutz der Oberflächengewässer vor Eutrophierung sind zum einen die Phosphoreinträge aus kommunalen Kläranlagen mit der Umsetzung



Eutrophierung:

Ein Überangebot von Nährstoffen im Gewässer kann zu einem übermäßigen Wachstum von Wasserpflanzen und Algen führen, welches mit dem sauerstoffzehrenden Abbau von abgestorbener Pflanzenmasse einhergeht. Das kann zu einem Sauerstoffmangel im Gewässer führen. Dieser als Eutrophierung bezeichnete Prozess kann zu einer Abnahme der Biodiversität und zu einer Verschlechterung des ökologischen Zustands des Gewässers führen.



MEPhos:

Das Modell MEPhos vom Forschungszentrum Jülich ist Bestandteil des deutschlandweiten Modellverbands AGRUM-DE, mit welchem Nährstoffflüsse vor dem Hintergrund des landwirtschaftlichen Gewässerschutzes berechnet werden können. MEPhos bildet pfad- und flächendifferenziert Phosphoreinträge aus diffusen und punktuellen Quellen in Oberflächengewässern ab. Eine zuletzt erfolgte Modellierung ergab einen mittleren jährlichen Phosphoreintrag in die hessischen Oberflächengewässer von 946 Tonnen, davon stammen 346 Tonnen aus kommunalen Kläranlagen, 211 Tonnen aus Erosion, 194 Tonnen aus Mischwasserentlastungen und 195 Tonnen aus weiteren Eintragspfaden (TETZLAFF et al. 2020).

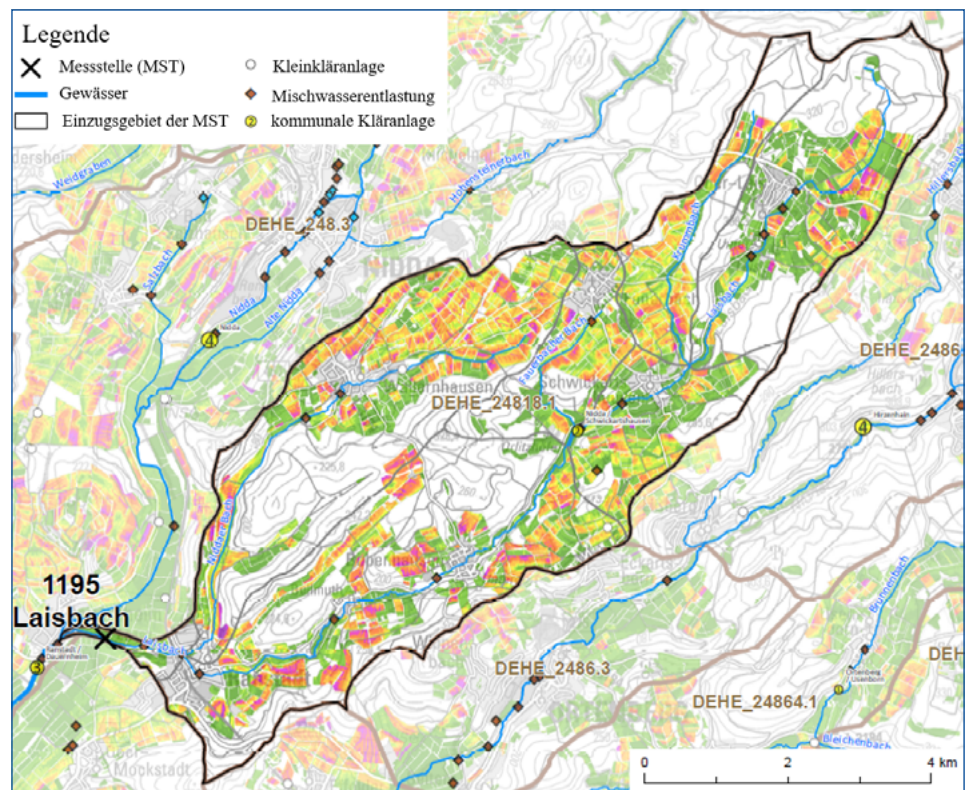
Abb. 2: Einzugsgebiet des Laisbachs mit der Messstelle 1195 (Koordinaten 50.361355, 8.967391); die Erosionsgefährdung der landwirtschaftlichen Flächen wird von grün nach lila zunehmend dargestellt © HLNUG

des WRRL-Maßnahmenprogramms reduziert worden. Zum anderen werden mit der Umsetzung der Düngeverordnung (DüV 2021) Einzugsgebiete oder Teileinzugsgebiete von Gewässern (Oberflächenwasserkörper), die aufgrund landwirtschaftlich bedingter Phosphorbelastungen keinen guten oder sehr guten ökologischen Zustand aufweisen als eutrophierte Gebiete ausgewiesen, in denen bestimmte Regelungen für die Ausbringung von phosphorhaltigen Düngemitteln gelten, wie die Einhaltung von erweiterten Aufbringungsabständen zu Gewässern.

Im Jahr 2023 ist durch das HLNUG erprobt worden, ob es mittels einer eventbasierten Probenahme möglich ist, auftretende Spitzen in der Phosphorkonzentration während Starkniederschlagsereignissen zu erfassen, um die Belastungssituation im Gewässer und die Relevanz der einzelnen Eintragspfade besser abzubilden.

Methodik

Als Untersuchungsgebiet wurde der Oberflächenwasserkörper Laisbach ausgewählt. Der Wasserkörper liegt in der Wetterau und ist aktuell als eutrophiertes Gebiet nach der DüV ausgewiesen. Das Einzugsgebiet ist 43,79 km² groß, landwirtschaftlich geprägt und weist eine geringe Besiedlungsdichte auf.



Laut dem hessischen Erosionsatlas 2023 (Boden-Viewer, HLNUG 2024) weisen die Ackerflächen vorwiegend eine mittlere bis extrem hohe Erosionsgefährdung auf.

Der Standort am Gewässer für die eventbasierte Probenahme befindet sich bei Flusskilometer 0,8 zwischen den Ortschaften Dauernheim und Ranstadt (Messstellen-ID 1195).

Oberhalb der Messstelle befinden sich entlang des Laisbachs und dessen Nebengewässern mindestens 16 Punktquellen. Bei Flusskilometer 9,8 befindet sich die Kläranlage Schwickartshausen mit einer Gesamtschmutzfracht von 2200 Einwohnergleichwerten (siehe Marginalspalte). Darüber hinaus gibt es 14 Mischwasserentlastungsanlagen (MWE), eine Kleinkläranlage sowie einige Regenwassereinleitungen (WRRL-Viewer, HLNUG 2024).

Der Laisbach gehört dem Fließgewässertyp 5 (grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach) an, für welchen die Oberflächengewässerverordnung in Anlage 7 (OGewV 2016) einen Orientierungswert für den guten ökologischen Zustand für ortho-Phosphat-Phosphor von 0,07 mg/l und für Gesamtphosphor von 0,1 mg/l angibt.

Im aktuellen Bewirtschaftungsplan zur Umsetzung der WRRL 2021–2027 wird der ökologische Zustand des Laisbachs als unbefriedigend bewertet. Der chemische Zustand wird als schlecht bewertet. In Hinblick auf die allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter wurden in den Messjahren 2018–2019, die dem aktuellen Bewirtschaftungsplan zugrunde liegen, die Orientierungswerte für ortho-Phosphat-Phosphor und Gesamtphosphor überschritten. Darüber hinaus werden laut den MEPhos Modellergebnissen 42,5 Prozent des Gesamtphosphoreintrags aus landwirtschaftlichen Quellen (Erosion, Abschwemmung und Drainagen) eingetragen (TETZLAFF et al. 2020).

Eventbasierte Probenahme

Eine eventbasierte Beprobung erfolgte bei Niederschlagsereignissen mit einer Niederschlagsmenge von mindesten 10 l/m². SCHWERTMANN et al. (1990), das Umweltbundesamt (UBA, 2020) und die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (2022) geben an, dass ab dieser Niederschlagsmenge eine Bodenerosion auftreten kann.

Die Probenahme erfolgte mittels zwei automatischen Probenehmern an der Messstelle 1195 bei Flusskilometer 0,8 und im Ablauf der Kläranlage Schwickartshausen.

Die Probenahme beider Geräte wurde ereignisgesteuert und synchron bei steigendem Wasserstand über einen Schwimmschalter im Gewässer an der Messstelle 1195 automatisch ausgelöst.



Einwohnergleichwerte:

Maß für die Schmutzfracht im Abwasser, bemessen nach angeschlossenen Einwohnern und Gewerbe. Der Einwohneregleichwert gibt an, welcher Einwohnerzahl die Belastung entspricht.



Auf Basis von ausgewerteten Niederschlagsereignissen aus der Vergangenheit wurde ein Probenahmezeitraum von zwölf Stunden gewählt, wobei die Probenahme halbstündlich erfolgte.

Im Mittelpunkt der Analytik standen die Konzentrationen der Parameter ortho-Phosphat-Phosphor ($\text{o-PO}_4\text{-P}$) und Gesamtphosphor (P_{ges}).

Außerdem wurden Durchflussmessungen bei unterschiedlichen Wasserständen durchgeführt, um eine Abflusskurve zu erstellen, welche die Beziehung zwischen Wasserstand und Durchfluss beschreibt. Anhand der gemessenen Konzentrationen, dem Wasserstand zum Zeitpunkt der Probenahme und der Abflusskurve konnten so Stofffrachten für Phosphor (als P_{ges} und $\text{o-PO}_4\text{-P}$) näherungsweise bestimmt werden.

Niederschlagsdaten wurden von im näheren Umkreis befindlichen Niederschlagsmessstationen herangezogen.

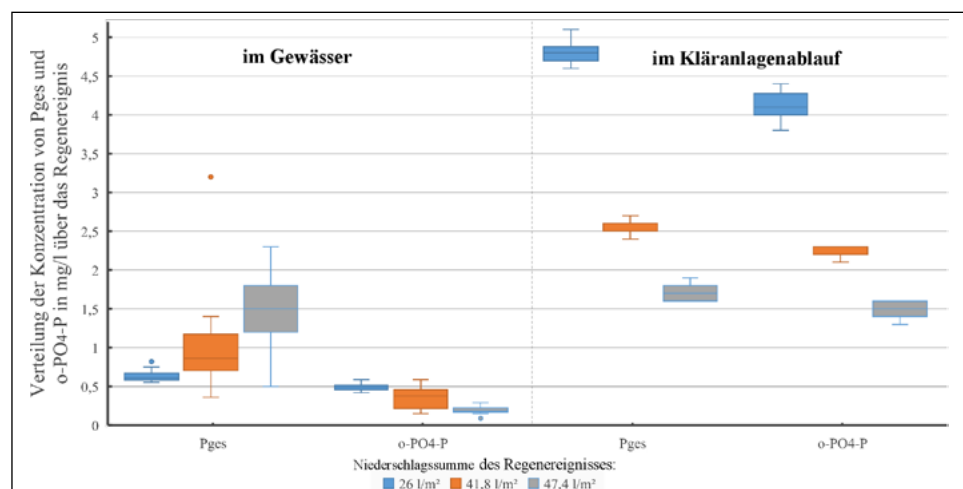
Darüber hinaus wurden im Anschluss von Starkregenereignissen Begehungen von stark erosionsgefährdeten Flächen im Einzugsgebiet sowie Befliegung dieser Flächen mit einer Drohne (DJI Mini 3 Pro) durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Zwischen dem 27. Juli und dem 17. August 2023 konnten am Laisbach drei Starkniederschlagsereignisse (Events) mit Gesamtniederschlagsmengen von 26–47 Litern pro Quadratmeter erfasst werden. Die Niederschlagsintensitäten lagen zwischen 1 l/h und 13,5 l/h.

Die Konzentrationen von P_{ges} und $\text{o-PO}_4\text{-P}$ lagen während der Events dauerhaft über den Orientierungswerten von 0,1 mg/l für P_{ges} und 0,07 mg/l für $\text{o-PO}_4\text{-P}$ (OGewV 2016). Ein Vergleich mit den Hintergrundkonzentrationen, die sich aus den monatlichen Stichproben der Jahre 2017–2022

Abb. 3: Konzentrationen von Gesamtphosphor (P_{ges}) und ortho-Phosphat-Phosphor ($\text{o-PO}_4\text{-P}$) im Gewässer und im Kläranlagenablauf während drei Events mit Niederschlagssummen von 26 l/m², 41,8 l/m² und 47,4 l/m²
© HLNUG



ergeben, zeigt, dass diese für P_{ges} (0,332 mg/l) ebenfalls dauerhaft überschritten wurde. Die Hintergrundkonzentration für $o\text{-PO}_4\text{-P}$ (0,233 mg/l) ist in 64 Prozent der Proben überschritten worden.

Ein Vergleich der gemessenen Konzentrationen im Gewässer zwischen den drei Regenereignissen mit unterschiedlichen Niederschlagssummen zeigt, dass die P_{ges} -Konzentration mit der Niederschlagssumme zunimmt. Sowohl in Hinblick auf die erreichten Maximalkonzentrationen als auch im Mittel über das Event. Anders sieht dies bei der $o\text{-PO}_4\text{-P}$ -Konzentration aus. Hier nehmen die mittleren Konzentrationen der Events mit zunehmender Niederschlagssumme ab (Abbildung 3). Dies deutet auf eine Verdünnung hinsichtlich $o\text{-PO}_4\text{-P}$ im Gewässer bei höheren Niederschlagssummen hin, sowie darauf, dass durch hohen Niederschlag zwar Phosphor eingetragen wird, aber weniger in Form von $o\text{-PO}_4\text{-P}$. Es kann angenommen werden, dass der überwiegende Eintrag von P_{ges} in Form von partikulär gebundenem Phosphor erfolgt, welcher sich aus der Differenz der Konzentrationen von P_{ges} und $o\text{-PO}_4\text{-P}$ ergibt.

Die Konzentrationen im Kläranlagenablauf sind grundsätzlich höher als im Gewässer, insbesondere bei geringeren Niederschlagssummen. Im Kläranlagenablauf nehmen jedoch sowohl die Konzentration von P_{ges} als auch von $o\text{-PO}_4\text{-P}$ mit zunehmender Niederschlagssumme im Mittel der Events ab. Dies ist ein Hinweis darauf, dass der hohe Eintrag von partikulär gebundenem Phosphor während der Events nicht aus dem Kläranlagenablauf stammt.

Eine Betrachtung der Stofffrachten ermöglicht sowohl einen Blick auf die tatsächlich vorliegenden Stoffmengen im Gewässer, bereinigt um Verdünnungseffekte durch größere Wassermengen, als auch eine Abschätzung der Gesamtstofffrachten während des Niederschlagsereignisses (Abbildung 4).

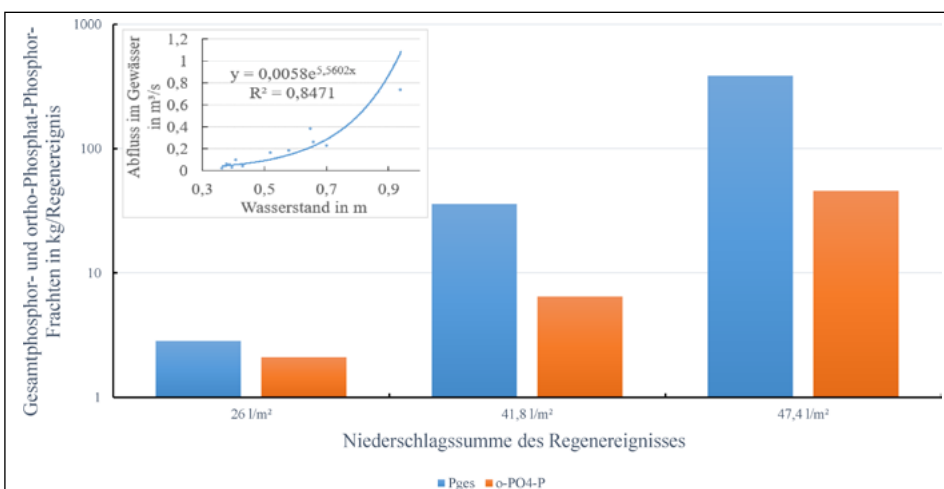
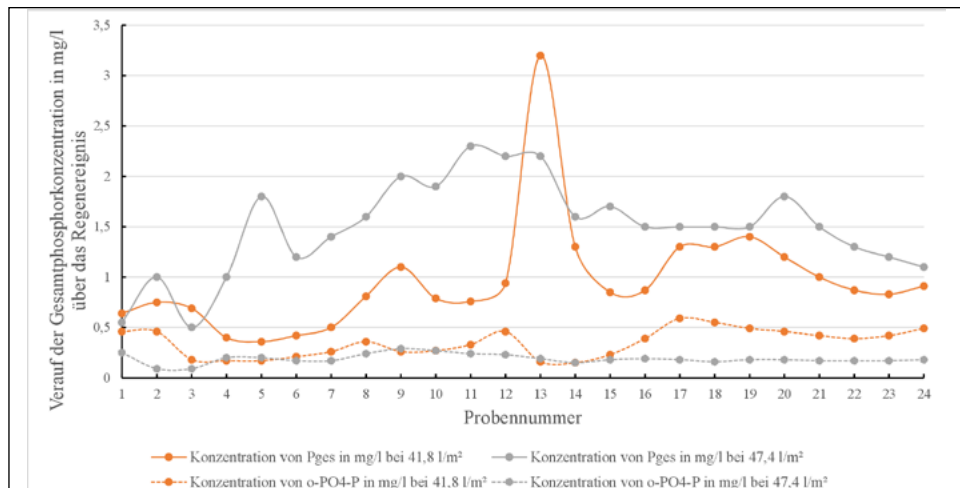


Abb. 4: Gesamtstofffrachten von P_{ges} und $o\text{-PO}_4\text{-P}$ der einzelnen Events im Gewässer; links oben: aufgenommene Abflusskurve, auf deren Basis die Frachten berechnet wurden.
© HLNUG

Abb. 5: Gegenüberstellung des Verlaufes der Konzentrationen von Gesamtphosphor (P_{ges}) und ortho-Phosphat-Phosphor ($o\text{-PO}_4\text{-P}$) im Gewässer der beiden Events mit über 40 l/m^2 Niederschlag.
© HLNUG



Es zeigt sich, dass die Frachten beider Parameter mit der Niederschlagssumme zunehmen, d. h. obwohl die Konzentration von $o\text{-PO}_4\text{-P}$ durch die Verdünnung abnimmt, liegt neben dem Eintrag von partikulärem Phosphor auch ein erhöhter Eintrag und somit eine erhöhte Fracht von $o\text{-PO}_4\text{-P}$ vor. Wobei die Stofffracht von P_{ges} mit der Niederschlagssumme deutlich stärker zunimmt als die von $o\text{-PO}_4\text{-P}$.

Neben der Erfassung von niederschlagsbedingten Belastungen sind Rückschlüsse auf die Herkunft der Einträge grundsätzlich schwierig, da niederschlagsabhängige Eintragsprozesse oft parallel auftreten und sich gegenseitig überlagern (FUCHS et al. 2022). Nach TATE et al. (1999) machen solche niederschlagsbedingten Einträge aber einen großen Anteil der jährlichen Frachten im Gewässer aus. Dies wird im Rahmen dieser Studie auch an den Mittelwerten der Gesamtphosphorkonzentrationen der Events gegenüber den monatlichen Stichproben deutlich, welche um das Zwei- bis Vierfache erhöht sind.

In Abbildung 5 ist zu erkennen, dass bei den Regenereignissen mit über 40 l/m^2 Niederschlag parallele Verläufe der Konzentrationen von P_{ges} und $o\text{-PO}_4\text{-P}$, aber auch nichtparallele Verläufe vorliegen.

Während eine hohe P_{ges} -Konzentration ohne Zusammenhang mit einer hohen $o\text{-PO}_4\text{-P}$ -Konzentration auf erosive Einträge (z. B. von Ackerflächen) hindeutet, deutet ein positiver Zusammenhang zwischen den Konzentrationen von P_{ges} und $o\text{-PO}_4\text{-P}$ typischerweise auf häusliche Abwässer hin, welche bei Starkregen ungereinigt mit Niederschlagswasser vermischt werden und über Mischwasserentlastungen ins Gewässer gelangen können (ALLION et al. 2021, FUCHS et al. 2017, FUCHS et al. 2018, FUCHS et al. 2022, GEBEL et al. 2021, MEYER 2021). Anhand der Kurvenverläufe in Abbildung 5 ist davon auszugehen, dass während der dargestellten Niederschlagsereignisse, neben erosiven Einträgen, auch Mischwasserentlastungen erfolgt sind.



Phosphor-Einträge in den Laisbach:

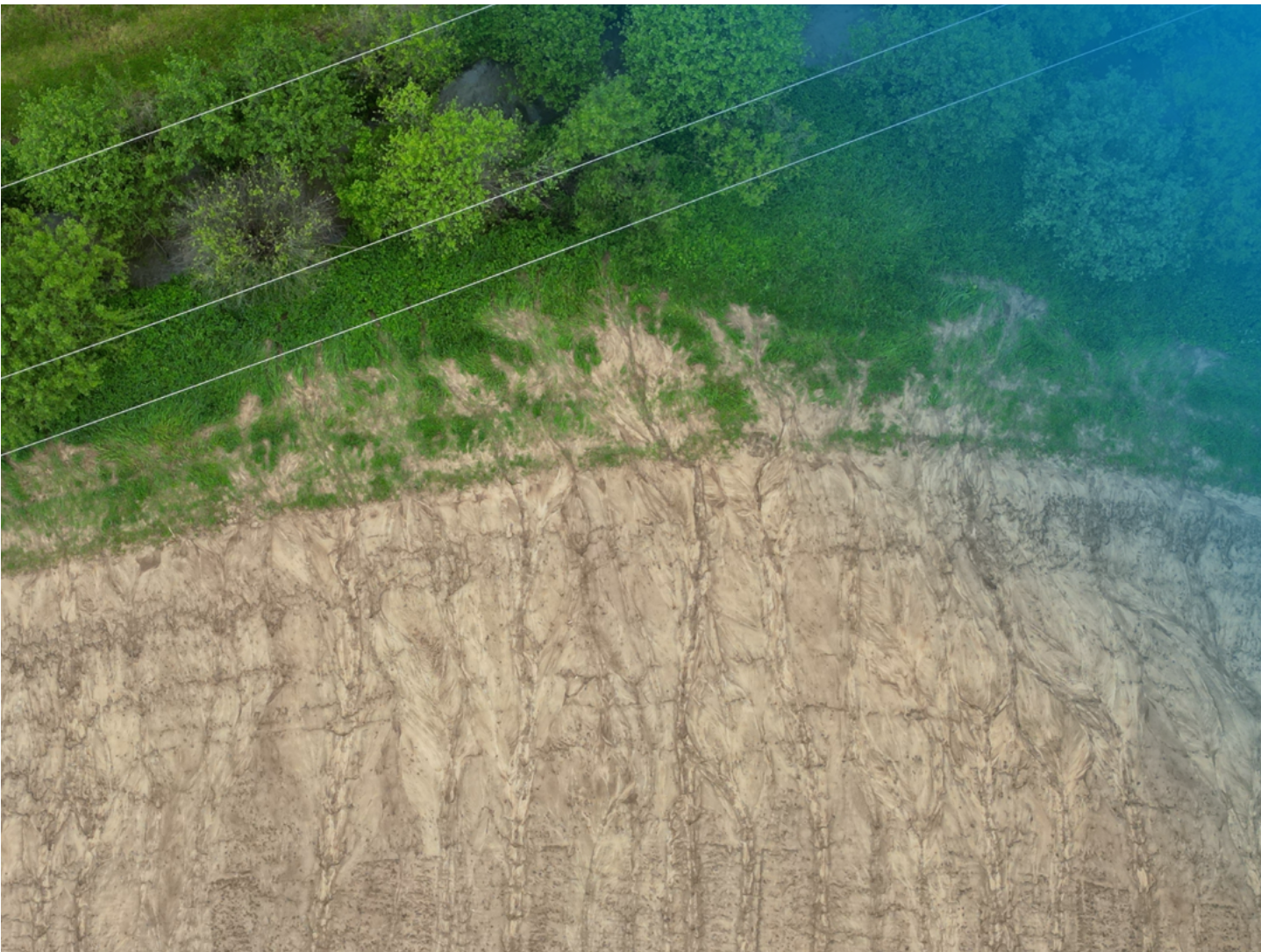
Das Modell MEPhos berechnet für den Laisbach einen mittleren jährlichen Phosphoreintrag von 2,26 Tonnen, davon stammen 0,9 Tonnen aus Erosion, 0,82 Tonnen aus der kommunalen Kläranlage und 0,23 Tonnen aus Mischwasserentlastungen und 0,32 Tonnen aus weiteren Eintragspfaden (TETZLAFF et al. 2020).

Bei den Begehungen von erosionsgefährdeten Flächen im Einzugsgebiet des Laisbachs konnten insbesondere auf Ackerflächen, die frisch bearbeitet waren oder mit Kulturen mit großem Reihenabstand bestellt waren, Erosionsrillen und Verschlammungskrusten festgestellt werden. Es konnten sowohl erosive Bodenabträge festgestellt werden, die auf breiten Grünflächen zwischen Acker und Gewässer sedimentiert sind, d.h. sich abgesetzt haben, als auch Bodenmaterial, dass über schmale Pufferstreifen hinweg in das Gewässer eingetragen wurde (Abbildung 6).

Bei niedrigen Niederschlagsintensitäten sedimentiert erodiertes Bodenmaterial zum Teil bereits auf angrenzenden Flächen und gelangt nicht bis in das Gewässer (FUCHS et al. 2017, FUCHS et al. 2018). Hier können begrünte Pufferstreifen entlang von Gewässern einen wirksamen Schutz für die Gewässer darstellen. Die Fließgeschwindigkeit des Oberflächenabflusses wird dort gebremst und mobilisiertes Feinmaterial kann vor einem Übertritt in das Gewässer sedimentieren.

Abb. 4: Deutliche Bodenerosion auf einer Fläche mit einer frisch eingesäten Ackerfrucht; das erodierte Bodenmaterial gelangt über den Grünstreifen bis in das Gewässer.

© HLNUG



Mit zunehmender Niederschlagsintensität nimmt die Schutzwirkung jedoch ab, beziehungsweise die erforderliche Breite des Pufferstreifens zu. VORMEIER et al. (2023) empfehlen daher für eine effektive Schutzwirkung eine durchgängige Breite für begrünte Pufferstreifen entlang der Gewässer von 18 m.



Fazit

Mittels der eventbasierten Probenahme konnte festgestellt werden, dass während Starkniederschlagsereignissen die Gesamtposphorkonzentration deutlich stärker ansteigt als die ortho-Phosphat-Phosphorkonzentration, d.h. vor allem partikulär gebundener Phosphor eingetragen wird. Dabei waren die beobachteten Einträge von Gesamtposphor bei höherer Niederschlagssumme größer.

Eine eventbasierte Probenahme in Kombination mit Einzelprobenahmen ermöglicht es, die tatsächliche Belastungssituation in einem Fließgewässer realitätsnäher zu erfassen. Vor allem in einem kleinen Einzugsgebiet, wie dem Laisbach, ändern sich die Wasserstände und Konzentrationen sehr schnell (ROBERTSON & ROERISH 1999). Durch eine ereignisgesteuerte, automatisierte Probenahme können die Kenntnisse über die vorliegende Belastungssituation erheblich verbessert werden. Mögliche Anwendungsbereiche einer eventbasierten Beprobung können das Monitoring von diffusen und kurzzeitig auftretenden Einträgen sein, beispielsweise im Zusammenhang mit der Überprüfung der Wirksamkeit der Regelungen der Düngeverordnung in eutrophierten Gebieten. Zudem können Kenntnisse über die niederschlagsbedingte Eintragungssituation in einem kleinen Gewässer, wie dem Laisbach, zur Kalibrierung und Verbesserung von Modellberechnungen beitragen.

Literatur

- ALLION, K., GEBEL, M., UHLIG, M., HALBFASS, S., BÜRGER, S., KIEMLE, L., FUCHS, S. (2021): Use of Monitoring Approaches to Verify the Predictive Accuracy of the Modeling of Particle-Bound Solid Inputs to Surface Waters. In: *Water* 13 (24), S. 3649.
- Boden-Viewer, HLNUG (2024): Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie – Boden Viewer: <https://bodenviewer.hessen.de/mapapps/resources/apps/bodenviewer/index.html?lang=de>, aufgerufen am 14.08.2024
- Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (2022): Bodenerosion vermeiden – Biodiversität stärken. Wenn die Produktionsgrundlage schwindet, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V., Fachzentrum Landwirtschaft, DLG kompakt Nr. 2/2022, Frankfurt 2022.
- DÜV (2021): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung – DüV) vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305), die zuletzt durch Artikel 97 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist.
- FUCHS, S., WEBER, T., WANDER, R., TOSHOVSKI, S., KITTLAUS, S., REID, L. (2017): Effizienz von Maßnahmen zur Reduktion von Stoffeinträgen. Endbericht. 1. Aufl. 1 Band. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (TEXTE, 05/2017).
- FUCHS, S., ROTHVOSS, S., TOSHOVSKI, S. (2018): Ubiquitäre Schadstoffe – Eintragsinventare, Umweltverhalten und Eintragsmodellierung. Abschlussbericht (Forschungskennzahl 3714 21 200 0), 2018 (52/2018).
- FUCHS et al. (2022): Stephan Fuchs, Katharina Brecht (Karlsruher Institut für Technologie (KIT) / Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG) / Fachbereich Siedlungswasserwirtschaft, Karlsruhe), Michael Gebel, Stephan Bürger, Mario Uhlig, Stefan Halbfaß (VisDat geodatentechnologie GmbH, Dresden): Abschlussbericht Phosphoreinträge in die Gewässer bundesweit modellieren, Neue Ansätze und aktualisierte Ergebnisse von MoRE-DE, Herausgeber Umweltbundesamt, Texte 142/2022, Dessau-Roßlau, September 2022.
- FUCHS, S., GEBEL, M., ALLION, K., PLAMBECK, N.O., ULLRICH, A. (2021): Deutschlandweite hochaufgelöste Modellierung von Sedimenttransfers in die Oberflächengewässer zur Ableitung partikelgebundener Phosphoreinträge. In: *KW – Korrespondenz Wasserwirtschaft* 14 (7), 2021, S. 413-417.

- Hessisches Wassergesetz (2023): Hessisches Wassergesetz (HWG), § 23 Gewässerrandstreifen, zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 28. Juni 2023, Hessen, 2023.
- MEYER, A. (2021): Präsentation zum Online-Monitoring zur Erfassung der Herkunft und Dynamik von Stoffströmen in kleinen Flusseinzugsgebieten, Institut für Anorganische und Analytische Chemie, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, 2021.
- OGEWV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV), vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873).
- ROBERTSON, D.M., ROERISH, E. D. (1999): Influence of various water quality sampling strategies on load estimates for small streams. *Water Resources Research*, 35 (12), 1999, S. 3747-3759.
- SCHWERTMANN, U., VOGL, W., KAINZ, M. (1990): Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen, 2. Aufl., Stuttgart - Ulmer, 1990.
- TATE, K.W., DAHLGREN, R.A., SINGER, M.J., ALLEN-DIAZ, B. (1999): Timing, frequency of sampling affect accuracy of water-quality monitoring. *California Agriculture*, 53 (6), 1999, S. 44-48.
- TETZLAFF, B., TA, P., ZANG, C., MICHAELIS, B., ZACHARIAS, M. (2020): Modellierung des Phosphor-Eintrags aus diffusen und punktuellen Quellen in die Oberflächengewässer Hessens, HLNUG, Oktober 2020.
- UBA (2020): Umweltbundesamt: Einträge von Nähr- und Schadstoffen in die Oberflächengewässer, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/fliessgewaesser/eintraege-von-naehr-schadstoffen-in-die#nahrstofffrachten-sinken>, zuletzt abgerufen am 07.09.2024
- VORMEIER, P., LIEBMANN, L., WEISNER, O., LIESS, M. (2023): Width of vegetated buffer strips to protect aquatic life from pesticide effects, In: *Water Research*, 231, 2023.
- WRRL-Viewer, HLNUG (2024): <https://wrrl.hessen.de/mapapps/resources/apps/wrrl/index.html?lang=de>, aufgerufen am 14.09.2024.

Dezernat Hydrologie, Hochwasserschutz

Hochwasserereignisse des Hydrologischen Jahres 2024



Cornelia Löns-Hanna, Michael Klein, Jan-Pascal Boos



🌊 Zwischen November 2023 und Februar 2024 fielen in Hessen sowie in den angrenzenden Bundesländern weit überdurchschnittliche Regenmengen. Diese führten zu einer lang anhaltenden, flächigen Hochwasserlage mit mehreren Wellen, die Betroffene, Einsatzkräfte und Behörden in Atem hielt. Ungefähr zwei Drittel der hessischen Warnpegel erreichten Hochwassermeldestufen. Anfang Juni brachte eine Vb-Wetterlage insbesondere in Süddeutschland große Regenmengen. Hessen war durch Hochwasser an den Flüssen Neckar und Rhein betroffen, während an den innerhessischen Gewässern nur vereinzelt Hochwasser auftrat.

1 123

Meldestufenüberschreitungs-
tage an hessischen Pegeln im
Hydrologischen Jahr 2024
(01.11.2023–31.10.2024)



Abb. 1: Hochwasser am Rhein bei Wiesbaden-Biebrich, 4. Juni 2024, © HLNUG

Hochwasserereignisse im Winter 2023/2024

Im Zeitraum von Mitte November 2023 bis Ende Februar 2024 brachten vorherrschende westliche Strömungen kontinuierlich Tiefdruckgebiete und feuchte Luftmassen vom Atlantik nach Mitteleuropa und Hessen. Zwischen Mitte Dezember und Mitte Januar traten über die Dauer von ca. 20 Tagen ergiebige Regenfälle mit nur wenigen Unterbrechungen auf. Begünstigt wurde das Ereignis von den hohen Meeresoberflächentemperaturen im Nordatlantik, die 2023 ein neues Rekordniveau erreicht hatten [1]. Die Niederschlagsmengen lagen hessenweit von November 2023 bis Februar 2024 mit 383,4 l/m² 48,5 % über dem langjährigen monatlichen Durchschnitt [3]. Die größten Niederschlagsmengen fielen in der dritten Dezemberwoche, zum Jahreswechsel und Anfang Februar. Insbesondere die westlichen Gebirge Westerwald und Rothargebirge, aber auch Vogelsberg und Odenwald waren Schwerpunkte. An einigen der dort verorteten Niederschlagsstationen wurde in diesem Zeitraum das Eineinhalb- bis Zweifache der langjährig für diese Monate zu erwartenden Niederschlagsmengen gemessen. Zudem war der Winter zu warm: Mit einem Mittelwert der Lufttemperatur von 4,1 °C wurde der zweitwärmste Winter seit 1881 beobachtet, und der Februar brachte einen neuen Temperaturrekord [2].

Bereits im November kam es vereinzelt zu Meldestufenüberschreitungen an hessischen Pegeln. Im Dezember 2023 wurden an 69 Pegeln, im Januar 2024 an 72 Pegeln und im Februar 2024 an 52 Pegeln Meldestufen überschritten. Insgesamt traten im Berichtszeitraum an 89 Pegeln Hochwasserereignisse auf, was zwei Dritteln der Pegel mit Meldewerten entspricht. Die hessenweite Verteilung mit der pegelbezogenen höchsten erreichten Meldestufe des Zeitraums ist in Abbildung 2 dargestellt. Betroffen waren nahezu alle Gewässereinzugsgebiete in Hessen sowie die großen Wasserstraßen Rhein, mit den Zuflüssen Neckar und Main, und Weser mit Werra, Fulda und Diemel.

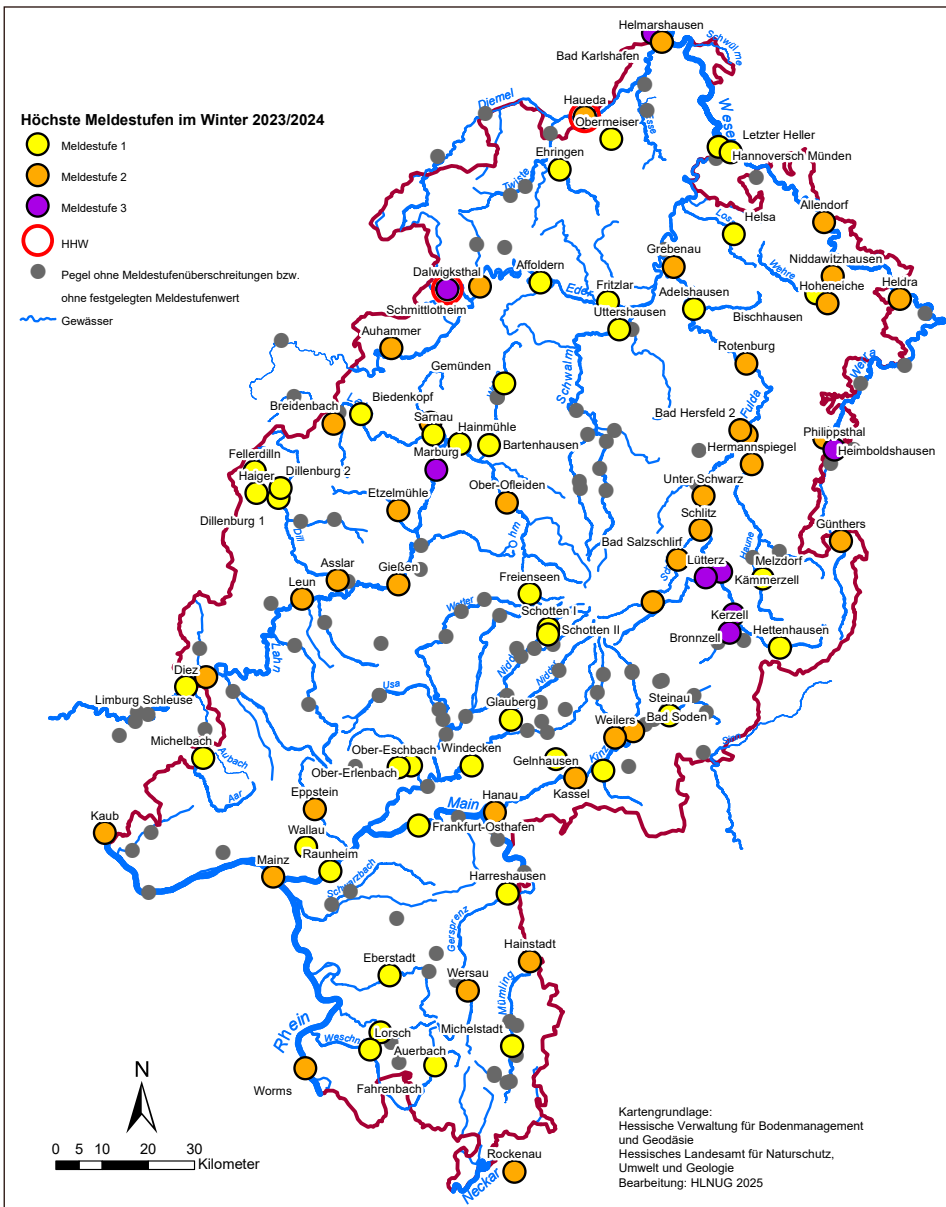


Abb. 2: Meldestufenüberschreitungen im Winter 2023/24, Daten und Grafik © HLNUG



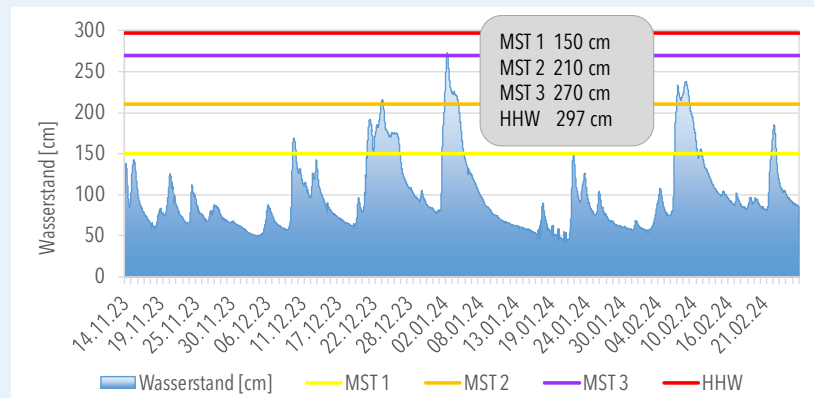
In Hessen werden entsprechend der lokalen Auswirkungen bis zu drei Hochwassermeldestufen an Pegelmessstellen festgelegt. Bei Meldestufe 1 (Meldebeginn) sind die Gewässer bordvoll und weisen kleinere Ausuferungen auf. Bei Meldestufe 2 (großes Hochwasser) ist mit einer flächenhaften Überflutung ufernaher Grundstücke und leichten Verkehrshinderungen zu rechnen. Ab Meldestufe 3 (außergewöhnliches Hochwasser) sind bebauten Gebiete in größerem Umfang überflutet, überörtliche Verkehrsverbindungen gesperrt und der Einsatz von Deich- und Wasserwehr erforderlich.

Einzugsgebiete Nordhessens

Die **Fulda** und die Gewässer in ihrem Einzugsgebiet waren im gesamten Zeitraum von Mitte November 2023 bis Ende Februar von Hochwasserwellen betroffen. Als Beispiel dient der Pegel Bronnzell/Fulda, bei welchem es in diesem Zeitraum zu fünf Hochwasserwellen mit Meldestufenüberschreitungen kam (Abbildung 3). Über die Weihnachtstage wurde an den Pegeln Bad Hersfeld 1 und Bronnzell an der Fulda die Meldestufe 2 erreicht, elf weitere Pegel meldeten Meldestufe 1. Am 3. Januar kam es zur Überschreitung der höchsten hessischen Meldestufe 3 an den Fuldapegeln Bronnzell und Kämmerzell, sowie den Zuflusspegeln Kerzell/Fliede und Lütterz/Lüder. Entlang der Fulda sowie an ihren Zuflüssen meldeten weitere sieben Pegel die Überschreitung

der Meldestufe 2 und fünf Pegel der Meldestufe 1. Das Hochwasser am Pegel Schlechtenwegen/Altefeld wird als ein 10–20-jährliches Ereignis eingestuft. Anfang Februar kam es erneut zu einer flächigen Hochwasserlage, bei der zehnmal die Meldestufe 2 und fünfmal die Meldestufe 1 erreicht wurde.

Abb. 3: Wasserstandsverlauf am Pegel Bronnzell/Fulda, MST = Meldestufe, Daten und Grafik © HLNUG



Im **Ederinzugsgebiet** wurden die höchsten Wasserstände in der Weihnachtszeit 2023 registriert. Am Pegel Dalwigksthäl/Orke wurde die Meldestufe 3 und ein neuer Höchstwasserstand erreicht (HHW), was als 25- bis 50-jährliches Ereignis eingeordnet werden kann. Die Meldestufe 2 wurde an den Ederpegeln Auhammer und Schmittlotheim erreicht, drei weitere Pegel im Einzugsgebiet überschritten Meldestufe 1. Im Januar wurde am Pegel Schmittlotheim/Eder die Meldestufe 2 erreicht, fünf weitere Pegel erreichten Meldestufe 1. Auch im Februar führte der Pegel Schmittlotheim mit Überschreiten der Meldestufe 1 kurzzeitig Hochwasser.

An den in Hessen liegenden Pegeln der **Werra** und ihren Zuflüssen Ulster, Wehre und Sontra traten die höchsten Meldestufen im Zeitraum 23. bis 25. Dezember 2023 auf. Am Pegel Philippsthal/Ulster wurde die Meldestufe 3 überschritten. Die Werrapegel Heimbaldshausen, Heldra und Allendorf, sowie die Zuflusspegel Günthers/Ulster, Hoheneiche/Sontra und Niddawitzhausen/Wehre erreichten Werte der Meldestufe 2. An zwei weiteren Pegeln wurden Werte der Meldestufe 1 registriert. Im Januar überschritten vier Pegel die Meldestufe 1. Im Februar wies der Pegel Philippsthal/Ulster Meldestufe 2 auf, zwei weitere Pegel erreichten die Meldestufe 1.

Auch an der **Weser** wurden die höchsten Wasserstände am 25. und 26. Dezember 2023 gemessen. Während am Pegel Hannoversch Münden

die Meldestufe 1 registriert wurde, überschritt der Wasserstand am Pegel Bad Karlshafen mit 575 cm die Meldestufe 3 deutlich. Im Januar erreichte der Pegel Bad Karlshafen/Weser Meldestufe 2, im Februar Meldestufe 1.

Der Weserzufluss **Diemel** mit seinen aus Hessen kommenden Zuflüssen Twiste, Erpe, Warne, Esse und Lemppe war an den Weihnachtstagen stark von Hochwasser betroffen. Die Diemelpiegel Haueda und Helmarshausen erreichten die Meldestufe 2, Haueda wies dabei einen neuen Höchstwasserstand auf. In Helmarshausen/Diemel entsprach das Hochwasser einem Ereignis mit 10- bis 20-jährlicher Wiederkehrwahrscheinlichkeit. Im Januar wurde an zwei Diemelpiegeln die Meldestufe 1 überschritten. Im Februar führte kein Diemelpiegel mehr Hochwasser.

Lahneinzugsgebiet

Das Lahneinzugsgebiet war in allen drei Wintermonaten mehrfach von Hochwasser betroffen, wie exemplarisch die Wasserstandsganglinie am Pegel Gießen-Klärwerk/Lahn in Abbildung 4 zeigt. Hochwassermeldestufen wurden vor allem in der Lahn und in ihren nördlichen und westlichen Zuflüssen überschritten. Im Dezember trat die Meldestufe 2 an den Lahnpegeln Limburg Schleuse UP, Gießen-Klärwerk und Leun, sowie drei weiteren Zuflusspegeln um die Weihnachtsfeiertage auf. 14 weitere Pegel verzeichneten die Meldestufe 1. Anfang Januar 2024 wurde am Pegel Marburg/Lahn die Meldestufe 3 erreicht, was statistisch einem zwei- bis fünfjährigen Ereignis entsprach. Zudem wurde die Meldestufe 2 an den Flüssen Lahn, Dill, Salzböde, Ohm, Wetschaft und Perf achtmal und die Meldestufe 1 insgesamt neunmal überschritten. Im Februar 2024 waren die Hochwasserscheitel geringer als in den



Hochwasservorhersagen werden mit dem Wasserhaushaltsmodell LARSIM (Large Area Runoff Simulation Model) ermittelt. Grundlage sind aktuelle Eingangsdaten aus Messnetzen zu hydrologischen und meteorologischen Kenngrößen sowie Wettervorhersagen des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Das Wasserhaushaltsmodell berechnet die Abflussbildung in den Teileinzugsgebieten, die anschließende Abflusskonzentration in den größeren Einzugsgebieten, und sodann den Wellenablauf im Gewässer.

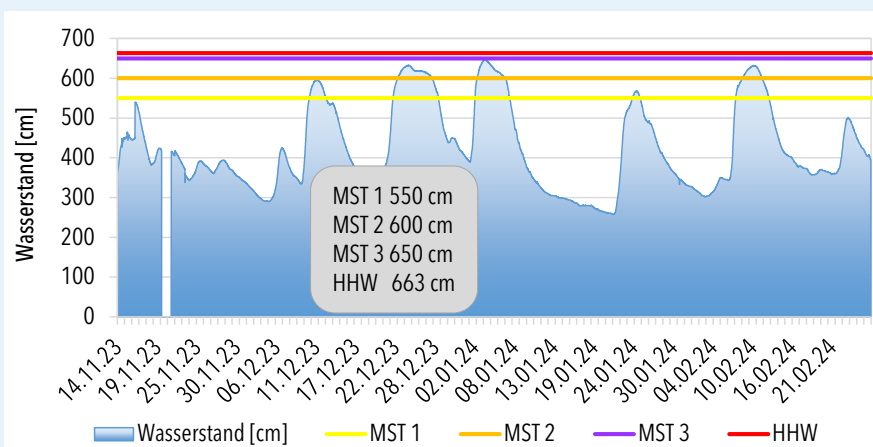


Abb. 4: Wasserstandsverlauf am Pegel Gießen/Lahn
Daten © WSV, Grafik © HLNUG



Täglich verschaffen sich die Beschäftigten der Hochwasservorhersagezentrale einen Überblick über die aktuelle hydrologische Lage. Hierzu dienen Vorhersagen des Deutschen Wetterdienstes (DWD), der hydrologischen Simulation aus LARSIM sowie Berechnungen anderer Landes- und Bundesbehörden. Im Hochwasserfall werden durch einen ausführlichen Bericht unter anderem das Landwirtschaftsministerium (HMLU) und die Regierungspräsidien informiert. Informationen für die Bevölkerung werden u.a. über Pressemitteilungen des HLNUG, die HLNUG-Homepage, das Hochwasserportal Hessen und die Apps HessenWARN, NINA und Katwarn veröffentlicht.

Vormonaten. Es überschritten die Lahnpegel Marburg, Gießen-Klärwerk und Leun die Meldestufe 2. Zwölf weitere Male wurde die Meldestufe 1 registriert.

Kinzigeinzugsgebiet

Im Kinzigeinzugsgebiet trat die erste Hochwasserwelle mit Meldestufenüberschreitungen bereits am 11. und 12. Dezember auf. Höhere Wasserstände wurden im Dezember um die Weihnachtszeit erreicht. Hier wurde am Pegel Gelnhausen/Kinzig die Meldestufe 2 und an drei weiteren Pegeln die Meldestufe 1 erreicht. Im Januar 2024 überschritten sieben Pegel Meldestufenwerte, davon viermal die Meldestufe 2 mit den Kinzigpegeln Gelnhausen und Hanau, sowie den Zuflusspegeln Bad Soden/Salz und Weilers/Bracht. An den Pegeln Bad Soden und Hanau entsprach dies einem fünf- bis zehnjährlichen Hochwasser. Auch im Februar 2024 war das Kinzig-Einzugsgebiet von Hochwasser betroffen: Die Kinzigpegel Gelnhausen und Hanau erreichten die Meldestufe 2. Drei weitere Pegel überschritten die Meldestufe 1.

Niddaeinzugsgebiet

Die **Nidda** und ihr Einzugsgebiet waren in den Monaten Dezember 2023 bis Februar 2024 nur wenig von Hochwasser betroffen, maximal wurde die jeweilige Meldestufe 1 überschritten, am Pegel Windecken/Nidder sogar in jedem der drei Monate. Am 2. und 3. Januar 2024 trat Hochwasser an der Nidda am Pegel Schotten 1, sowie an den Zuflüssen Schotten 2/Läunsbach, Glauberg/Nidder, Münster/Wetter, Ober-Eschbach/Eschbach, und Ober-Erlenbach/Erlenbach auf. Im Februar 2024 wurde die Meldestufe 1 an den drei Pegeln Windecken, Ober-Erlenbach und Ober-Eschbach registriert.

Kleinere Gewässer im hessischen Rhein- und Maineeinzugsgebiet

Auch die **kleineren Gewässer im Süden Hessens**, die direkt zum Main oder Rhein fließen, waren vom Hochwasser betroffen. Im Dezember 2023 wurde dreimal die Meldestufe 1 und einmal, am Pegel Eppstein/Schwarzbach (Taunus), die Meldestufe 2 erreicht. Anfang Januar lag eine ausgeprägtere Hochwasserlage vor: Fünfmal wurde Meldestufe 1 erreicht und zweimal die Meldestufe 2 (Pegel Hainstadt/Mümling und Wersau/Gersprenz). Auch im Februar 2024 kam es in Südhessen erneut zu Hochwasser. Im Gegensatz zu den anderen Gebieten in Hessen wirkten sich hier die Regenfälle Ende Februar stärker als die in der zweiten Februarwoche aus. So wiesen am 22. und 23. Februar acht Pegel Meldestufen

auf, davon siebenmal die Meldestufe 1 und einmal am Pegel Eppstein/Schwarzbach (Taunus), die Meldestufe 2.

Rhein, Main und Neckar

An den am hessischen Rheinabschnitt liegenden Pegeln traten die höchsten Wasserstände am 15. und 16. Dezember 2023 auf, wie exemplarisch an dem Pegel Mainz/Rhein in Abbildung 5 zu sehen ist. Dabei wurde an den Rheinpegeln Worms, Mainz und Kaub jeweils die hessische Meldestufe 2 überschritten. Am Pegel Rockenau/Neckar wurde der höchste Wasserstand am 23. Dezember erreicht, was der Meldestufe 2 entsprach. Der Pegel Raunheim/Main überschritt im Dezember die Meldestufe 1. Anfang Januar 2024 wurde am Pegel Mainz/Rhein, Rockenau/Neckar sowie an den Mainpegeln Frankfurt-Osthafen und Raunheim die Meldestufe 1 überschritten. Im Februar 2024 kam es außer am Pegel Rockenau/Neckar mit der Meldestufe 1 zu keinen weiteren Meldestufenüberschreitungen.

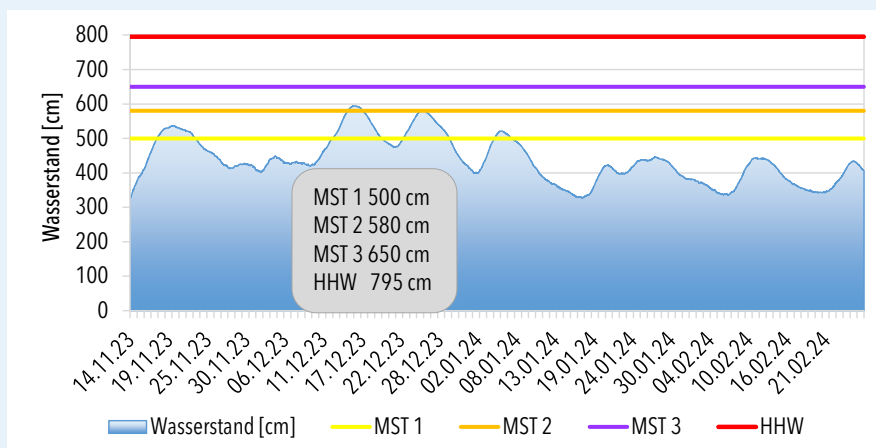


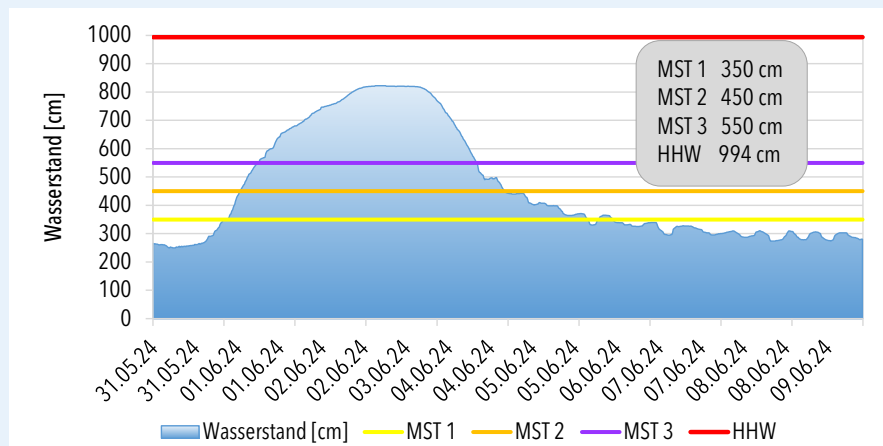
Abb. 5: Wasserstandsverlauf am Pegel Mainz/Rhein
Daten © WSV, Grafik © HLNUG

Sommerhochwasser zum Monatsbeginn Juni 2024

Ende Mai bis Anfang Juni 2024 geriet der Süden Deutschlands in den Einflussbereich einer Vb-Wetterlage mit heftigen, teils schauerartig verstärkten Dauerregenfällen und einer anschließenden Starkregenlage. Während in den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg teilweise Rekordniederschläge registriert wurden, war Hessen nur punktuell betroffen. Größere Niederschlagsmengen mit 25 bis 60 l/m² fielen vor allem in den Gebieten um den Vogelsberg und dem Odenwald.

An den **innerhessischen Gewässern** stiegen die Wasserstände und Durchflüsse zum Monatsbeginn an. Kurzzeitig wurde am Pegel Feller-

Abb. 6: Wasserstandsverlauf am Pegel Rockenau/Neckar
Daten © WSV, Grafik © HLNUG



Vb-Wetterlage:
Markante Wetterlage, die durch den Transport feuchtwarmer Luft aus dem Mittelmeerraum nach Norden oft zu langanhaltenden, überdurchschnittlichen Niederschlägen und häufig Hochwasser führt. Ursache des Oderhochwassers 1997 sowie der Hochwasser an Elbe und Donau 2002. Für Details siehe DWD [8].

dilln/Dill am 1. Juni die Meldestufe 2 verzeichnet. Die Pegel Lorsch/Weschnitz in Südhessen, Bartenhausen/Wohra und Alsfeld/Schwalm in Mittelhessen sowie Adelshausen/Pfieffe in Nordhessen erreichten kurzzeitig den Wasserstand der Meldestufe 1.

Ausgeprägter war die Hochwasserlage, bedingt durch die hohen Niederschläge in Süddeutschland, an den hessischen Abschnitten von Neckar und Rhein. Am **Neckar** stiegen die Wasserstände am Pegel Rockenau stark an und erreichten bereits am 1. Juni die hessische Meldestufe 3. Die Wasserstände stiegen weiter und bildeten eine breiten Scheitel, deren höchster Wert am 3. Juni 2024 erreicht wurde. Dies entspricht nach Angaben der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) einem etwa zehnjährlichen Hochwasser [7]. Der Scheitelwert lag jedoch deutlich unterhalb des von der LUBW angegebenen bisherigen Höchstwasserstandes, und auch knapp unter dem Höchstwert vom Hochwasser im Juni 2013 [5]. Das Unterschreiten der Meldestufe 2 erfolgte am 4. Juni (Abbildung 6).

Die steigenden Wasserstände im **Rhein** wurden durch die Zuflüsse aus dem Oberrhein und den Neckarzufluss maßgeblich bestimmt. Alle drei am hessischen Rheinabschnitt liegenden Pegel überschritten hessische Hochwassermeldestufen. Am Pegel Worms wurde der Höchstwert am 4. Juni erreicht, womit die Meldestufe 3 überschritten wurde. Mit der flussabwärts fließenden Hochwasserwelle wurde am Pegel Mainz der Höchststand am Abend des 4. Juni und in Kaub in der Nacht zum 5. Juni erreicht. Die Wasserstände entsprachen an den genannten Pegeln jeweils Werten der hessischen Meldestufe 2 und lagen damit unterhalb des Ereignisses im Juni 2013, bei welchem auch der hessische Mainabschnitt die Meldestufe 3 erreichte [5]. Das aktuelle Ereignis wies

für den Main lediglich leicht erhöhte Durchflüsse auf, ohne hessische Meldestufen zu erreichen, was zu einem Abflachen der Hochwasserwelle im Rhein ab der Mainmündung führte. Im Rhein bildete sich eine flache, langgestreckte Hochwasserwelle mit langsam sinkenden Pegelständen aus. So wurde am Pegel Mainz die Meldestufe 1 in der Nacht vom 8. auf den 9. Juni 2024 unterschritten. In der hessischen Rheinstrecke ab dem Neckarzufluss kann das Sommerhochwasser als ein etwa 10-20-jährliches Ereignis eingestuft werden, das ab der Mainmündung deutlich unterhalb des Niveaus eines 10-jährlichen Ereignisses absank.

Einsatz der Hochwasservorhersagezentrale (HVZ) Hessen

Zwischen November 2023 und Ende Februar 2024 war die Hochwasservorhersagezentrale (HVZ) Hessen im HLNUG 59 Tage lang im direkten Einsatz. Dabei wurden 25 ausführliche Hochwasserlageberichte, 54 allgemeine Lageberichte bzw. Kurzberichte und Pressemitteilungen sowie vier Vorwarnungen verfasst. Dazu kamen diverse Auskünfte an Presse, Rundfunk und Fernsehen. Verglichen mit den vorherigen Einsätzen seit der Inbetriebnahme der HVZ Hessen fällt auf, dass die Anzahl der direkten Einsatztage, der Berichte und der Kurzberichte für die Webseiten, sowie der Pressemitteilungen stark gestiegen ist (Abbildung 7). Dies ist neben der ausgeprägten Hochwasserlage auch auf das gestiegene Informationsbedürfnis der Öffentlichkeit sowie der Zunahme digitaler Medien (Webseiten, Apps) zurückzuführen. Weitere Informationen zur Arbeit der HVZ Hessen sowie zum Wasserhaushaltsmodell LARSIM können der Broschüre „Hochwasservorhersagezentrale Hessen“ [6] und dem Landesaktionsplan Hochwasserschutz Hessen [4] entnommen werden.

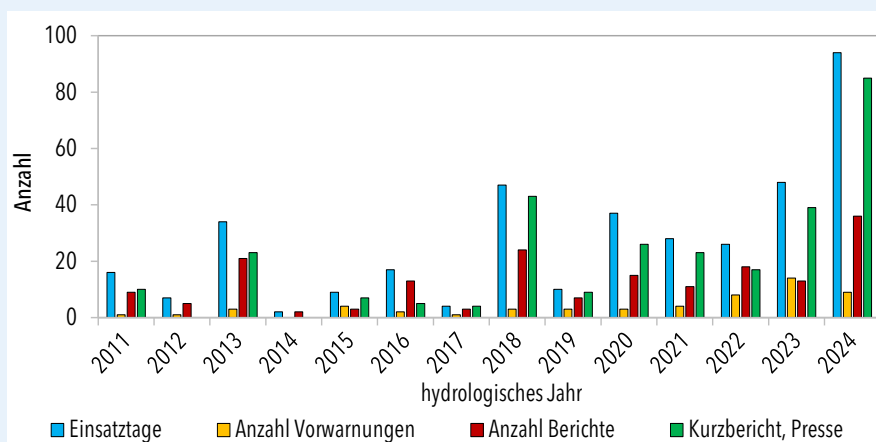


Abb. 7: Einsatz der Hochwasserzentrale Hessen im HLNUG im jeweiligen hydrologischen Jahr (November des Vorjahres bis Oktober), Daten und Grafik © HLNUG



Fazit



Die Auswertungen im Bericht beruhen auf ungeprüften Rohdaten vom Stand März/April 2024 bzw. Juni 2024. In diesem Bericht werden die aktuellen Umweltdaten in Bezug zur Referenzperiode 1991–2020 gesetzt. Ausgewertet werden die 15-Minuten-Mittelwerte der Wasserstände und Durchflüsse. Die hochwasserstatistische Betrachtung bezieht sich auf den Auswertestand 2021.

Das Hochwasser im Winter 2023/2024 hatte im Vergleich mit den Hochwasserereignissen der letzten 15 Jahre große Ausmaße, insbesondere was die Anzahl der betroffenen Gewässer und die lange Dauer betraf. Hohe Hochwasserstände traten vor allem am 24. Dezember in Nordhessen an der Diemel und ihren Zuflüssen und im Januar im Oberlauf der Fulda mit einigen Zuflüssen auf. Das Winterhochwasser führte zur größten Anzahl an Meldestufenüberschreitungen seit Januar 2011. Ein außergewöhnliches Hochwasser mit Wasserständen oberhalb der Meldestufe 3 wurde jedoch nur vergleichsweise selten registriert. Im Winter 2011, Winter 2021 und auch im Sommer 2023 wurde sie regional deutlich häufiger überschritten [5].

In den Monaten Mai und Juni kam es infolge schauerartig verstärktem Dauerregen wiederum zu Hochwasserereignissen, wovon innerhessische Gewässer jedoch nur vereinzelt betroffen waren. Insgesamt wurden im hydrologischen Jahr 2024 mit einer Anzahl von 1 123 die meisten Meldestufen seit Beginn der Auswertung 1986 überschritten. Hierzu wurde je Pegel die höchste Meldestufe am Tag ausgewertet.

Literatur

- [1] Deutscher Wetterdienst (DWD): Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands vom 19. Dezember 2023 bis 5. Januar 2024, Stand 16.1.2024: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle_meldungen/240117/Download_Stark_Dauerniederschlaege_2023-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- [2] Pressemitteilung des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zum Winter 2023/2024: https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2024/20240228_deutschlandwetter_winter2023-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- [3] HLNUG: Wasserwirtschaftliche Monatsberichte: <https://www.hlnug.de/themen/wasser/berichte/monatsberichte>
- [4] Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat, 2024: Landesaktionsplan Hochwasserschutz Hessen: <https://landwirtschaft.hessen.de/wasser/hochwasserschutz>
- [5] Hochwasserberichte des HLNUG: Auswertungen von Hochwasserereignissen: <https://www.hlnug.de/themen/wasser/berichte/hochwasser>
- [6] HLNUG 2020: Broschüre Hochwasservorhersagezentrale im HLNUG: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/wasser/hochwasser/broschuere/HVZ-Broschuere_2024_Final_barrierefrei.pdf
- [7] Pegelseite der Hochwasservorhersagezentrale der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg: <https://www.hvz.baden-wuerttemberg.de/>
- [8] Deutscher Wetterdienst (DWD): Wetter- und Klimalexikon - Vb-Wetterlage, <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv3=102888&lv2=102868>

ABTEILUNG W IM INTERNET

Neues Hochwasserportal Hessen

Das Hochwasserportal des Landes Hessen wurde durch das HLNUG in Kooperation mit den Regierungspräsidien und dem hessischen Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat inhaltlich überarbeitet und präsentiert sich seit September 2024 unter hochwasser.hessen.de im neuen Erscheinungsbild der Öffentlichkeit. Im Portal werden die amtlichen Hochwassermeldungen und -warnungen der Regierungspräsidien und die Informationen des HLNUG zum Thema Hochwasser gebündelt. Das Webangebot liefert zudem einen umfassenden Überblick zu aktuellen Hochwasserereignissen und bietet umfangreiche Hintergrundinformationen zum Hessischen Hochwasserschutzkonzept, das aus den Bausteinen Technischer Hochwasserschutz, Hochwasserflächenmanagement und Hochwasservorsorge besteht. Das Hochwasserportal orientiert sich in seiner Gestaltung am Designkonzept des Landes Hessen und trägt zu einer barrierearmen Darstellung bei. Das moderne Erscheinungsbild ermöglicht das einfache Auffinden von Informationen. Durch erhöhte Anforderungen hinsichtlich der IT-Sicherheit, Ausfallsicherheit und auch der Lesbarkeit auf mobilen Endgeräten war eine grundlegende Überarbeitung notwendig geworden. <https://hochwasser.hessen.de>

Grundwasser – FAQ

Was genau ist eigentlich Grundwasser, welche Rolle spielt diese wertvolle Ressource in Hessen, was hat der menschengemachte Klimawandel mit all dem zu tun? Diese Fragen und viele mehr erreichen das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG). Um dem gestiegenen Interesse nicht nur seitens der Bürgerinnen und Bürger, sondern auch seitens der Presse, am Grundwasser nachzukommen, hat der Landesgrundwasserdienst am HLNUG die FAQs zum Thema Grundwasser grundlegend überarbeitet und um einige weitere wichtigen Fragen ergänzt. Dazu sind die Fragen nun übersichtlich nach vier Unterthemen (Allgemein, Landesgrundwasserdienst, Grundwasser in Hessen und Maßnahmen) geordnet. <https://www.hlnug.de/themen/wasser/grundwasser/grundwasser-faq>

Webseite zur Trinkwassereinzugsgebieteverordnung (TrinkwEGV)

Die Trinkwassereinzugsgebieteverordnung setzt die europäische Trinkwasserrichtlinie 2020/2184 in nationales Recht um und regelt das Risikomanagement für die Einzugsgebiete der Trinkwassergewinnung. Sie betrifft gewerbliche und öffentliche Betreiber, mit Ausnahme unter anderem von Mineralwasserbrunnen und Kleinanlagen. Der risikobasierte Ansatz umfasst die Beschreibung des Trinkwassereinzugsgebiets, die Identifikation möglicher Gefährdungen, eine Risikobewertung sowie das daraus resultierende Risikomanagement. Zur praktischen Umsetzung wurde vom Land Hessen eine Informationswebseite erstellt. Diese bietet allgemeine Informationen, gesetzliche Regelungen, Dokumente zum Vollzug der Verordnung sowie notwendige Datenquellen und Downloadoptionen. Zudem finden sich dort behördliche Ansprechpartner. Die Seite wird regelmäßig aktualisiert und kontinuierlich um neue Informationen und Hilfestellungen erweitert. [hlnug.de/themen/wasser/trinkwassereinzugsgebieteverordnung](https://www.hlnug.de/themen/wasser/trinkwassereinzugsgebieteverordnung)

ABTEILUNG G

Geologie und Boden, Geologischer Landesdienst

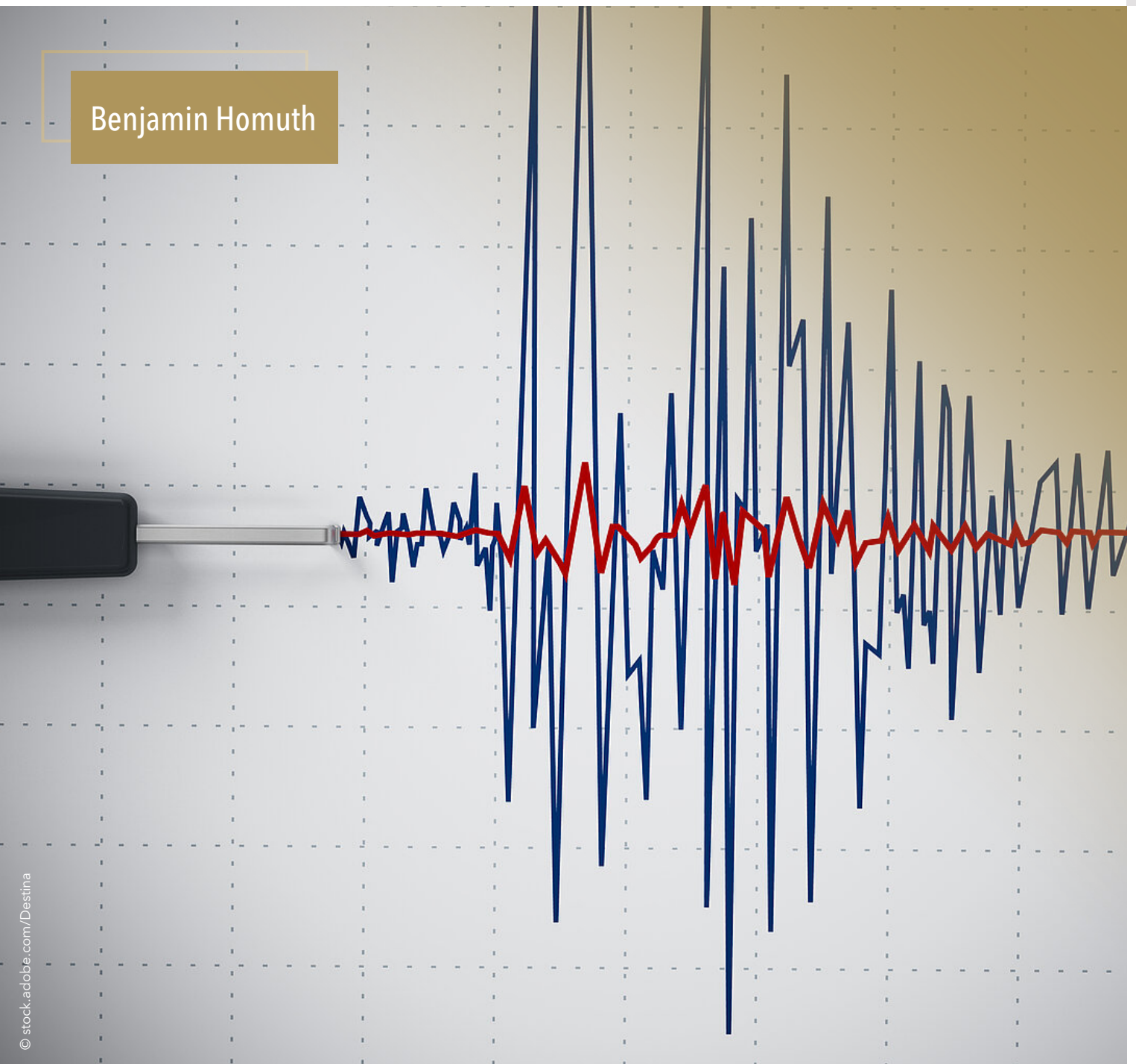


Die Ressourcen der Erde sind endlich, ihre genaue Kenntnis ist Voraussetzung für eine nachhaltige Nutzung. Die geologische, bodenkundliche, ingenieur- und rohstoffspezifische Erkundung des Landes schafft die Basis für eine fachgerechte Beratung zu allen geowissenschaftlichen Fragestellungen der Landesplanung, zu Georisiken und zum Bodenschutz. Sie unterstützt auch die Abwehr oder Beseitigung schädlicher Veränderungen des Bodens und des Gesteinsuntergrundes und damit die Erhaltung oder Wiederherstellung wesentlicher Lebensgrundlagen.

DEZERNAT GEOLOGISCHE BELANGE DER
LANDESPLANUNG, GEORISIKEN

Aktuelle Erkenntnisse zu Erdbeben westlich von Bad Schwalbach im Taunus

Benjamin Homuth



☰ Die Haupterdbebenregion Hessens stellt aktuell die Region westlich von Bad Schwalbach im Taunus dar. Seit Januar 2018 kommt es in der Nähe der hessisch-rheinlandpfälzischen Grenze zu einer erhöhten seismischen Aktivität mit mittlerweile über 600 Erdbeben mit Lokal-Magnituden von $M_L = -0,8$ bis $M_L = 2,5$ in einer Tiefe von 9–19 km. Die registrierten und lokalisierten Erdbeben können bestimmten geologischen Strukturen zugewiesen werden und deuten darauf hin, dass eine alte, bereits vorhandene Bruchstruktur im tieferen Untergrund reaktiviert wird.

i

M_L :

Die Magnitude eines Erdbebens ist eine physikalisch gemessene Größe. Sie ist ein logarithmischer Wert. Ein Erdbeben der Magnitude 3 ist 30-mal stärker als ein Beben der Magnitude 2 und 900-mal stärker als ein Beben der Magnitude 1. Die lokale Magnitude wurde von Richter entwickelt (daher die Bezeichnung Richterskala). Die Lokalbebenmagnitude M_L wird für Erdbeben bestimmt, die relativ nahe an den registrierenden Stationen auftreten. Normalerweise wird diese für Entfernungen bis einige hundert Kilometer zwischen Beben und Station bestimmt.

Die Haupterdbebenregion Hessens seit Anfang 2018 ist die Region westlich von Bad Schwalbach im Taunus. Seit Januar 2018 kommt es in der Nähe von Bad Schwalbach im Taunus an der hessisch-rheinlandpfälzischen Grenze zu einer erhöhten seismischen Aktivität mit einer großen Anzahl an Erdbeben (Abb. 1). Während der Zeit von Januar 2018 bis April 2024 konnten über 600 Erdbeben mit Lokal-Magnituden (M_L) von $M_L = -0,8$ bis $M_L = 2,5$ lokalisiert werden.

Dem Hessischen Erdbebendienst (HED) sind keine Berichte übermittelt worden, dass diese Erdbeben in der Region von der Bevölkerung verspürt wurden. Dies ist nachvollziehbar, da die Magnituden der Ereignisse unter der angenommenen Spürbarkeitsschwelle liegen und die Erdbeben ebenso in größerer Tiefe stattfinden.

Um die Erdbeben der Region besser lokalisieren zu können wurden nach dem Auftreten der ersten Erdbebenschwärme neue temporäre Erdbebenmessstationen im Taunus durch den HED installiert. Dadurch wurde die Stationsdichte in der Region erhöht. Die Lage dieser Messstationen kann Abb. 1 entnommen werden. Die Daten der Stationen werden per Mobilfunk in Echtzeit an das Datenzentrum im HLNUG gesendet. Es handelt sich zum Teil um sogenannte Citizen Science-Stationen (Raspberry Shakes), die kostengünstig in Zusammenarbeit mit der Goethe Universität Frankfurt in abgelegenen Wasserhochbehältern im Jahr 2020 installiert wurden. Andere Stationen, wie z.B. die Station GWBD bei Espenschied, gehören zum regulären Messnetz des HED. Die Daten der permanenten Stationen des HED können im Messdatenportal des HLNUG (<https://www.hlnug.de/messwerte/datenportal>) eingesehen werden. Dort werden ebenfalls alle relevanten Angaben zu lokalisierten Erdbeben in Hessen veröffentlicht.

Zur besseren Detektion von diesen mehrheitlich doch sehr schwachen Erdbeben wurde ein stärkeres Erdbeben dieser Erdbebenschwärme als sogenanntes Muster-Erdbeben ausgewählt. Das Seismogramm dieses

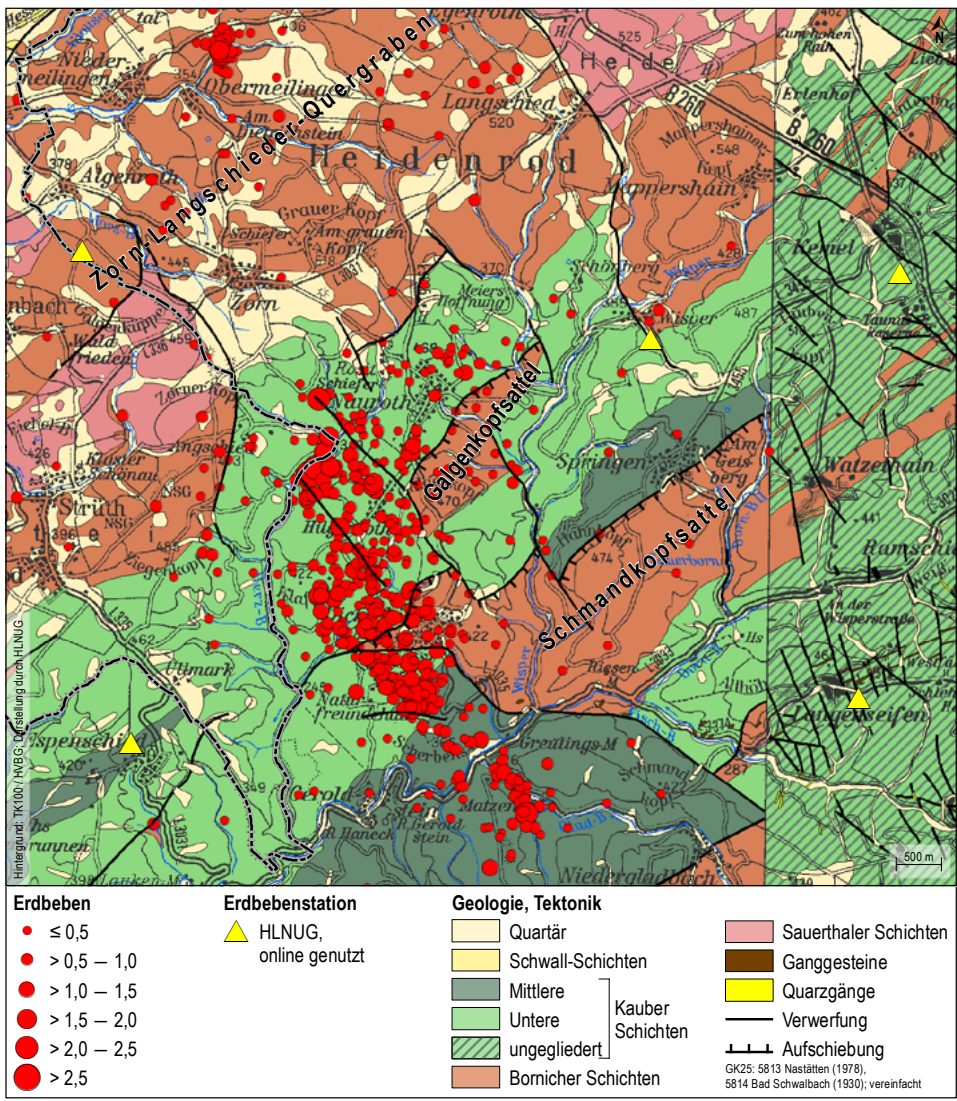


Abb. 1: Relativlokationen der Erdbeben westlich von Bad Schwalbach im Taunus zusammen mit geologischen Einheiten und Störungen (schwarz) nach GK25 5813 Nastätten und 5814 Schwalbach für den Zeitraum 2018–2024. Die Erdbebenlokationen sind als rote Kreise proportional zur Magnitude wiedergegeben. Gelbe Dreiecke stellen die Erdbebenmessstationen des HLNUG in der Region dar.

Muster-Erdbebens wird verwendet, um in Echtzeit die eingehenden Seismogramme der Messstationen nach vergleichbaren Signalen zu untersuchen. Somit ist es möglich schon kleinste Erdbeben mit sogar negativen Magnituden zu detektieren. Dieses sehr zuverlässige Detektionsverfahren wird als Wellenformkorrelation bezeichnet.

Eine Besonderheit stellen die für diesen Erdbebenherd typisch auftretenden Signalformen dar, welche durch sehr schnell aneinander gereihte, oft überlappende Ereignisse charakterisiert sind (Abb. 2).

Zur Untersuchung der Eigenschaften der Erdbebenaktivität im Taunus wurden Absolut- und Relativlokalisierungen nach unterschiedlichen Auswertemethoden durchgeführt. Absolutlokalisierungen werden beim HED standardmäßig unter Verwendung des NonLinLoc-Algorithmus (LOMAX et al. 2000) in der Software SeisComP (GFZ 2008) bestimmt. Die Relativlokalisierungen erfolgten mit dem HypoDD Double-Difference-

i

Erdbebenherd:

Der Punkt im Erdinneren, an dem der Bruch der Gesteine begann, ist der Erdbebenherd oder auch Hypozentrum. Die Lage eines Erdbebenherdes wird durch die geographischen Koordinaten (Längen- und Breitengrad) und die Herdtiefe (in Kilometer) angegeben.

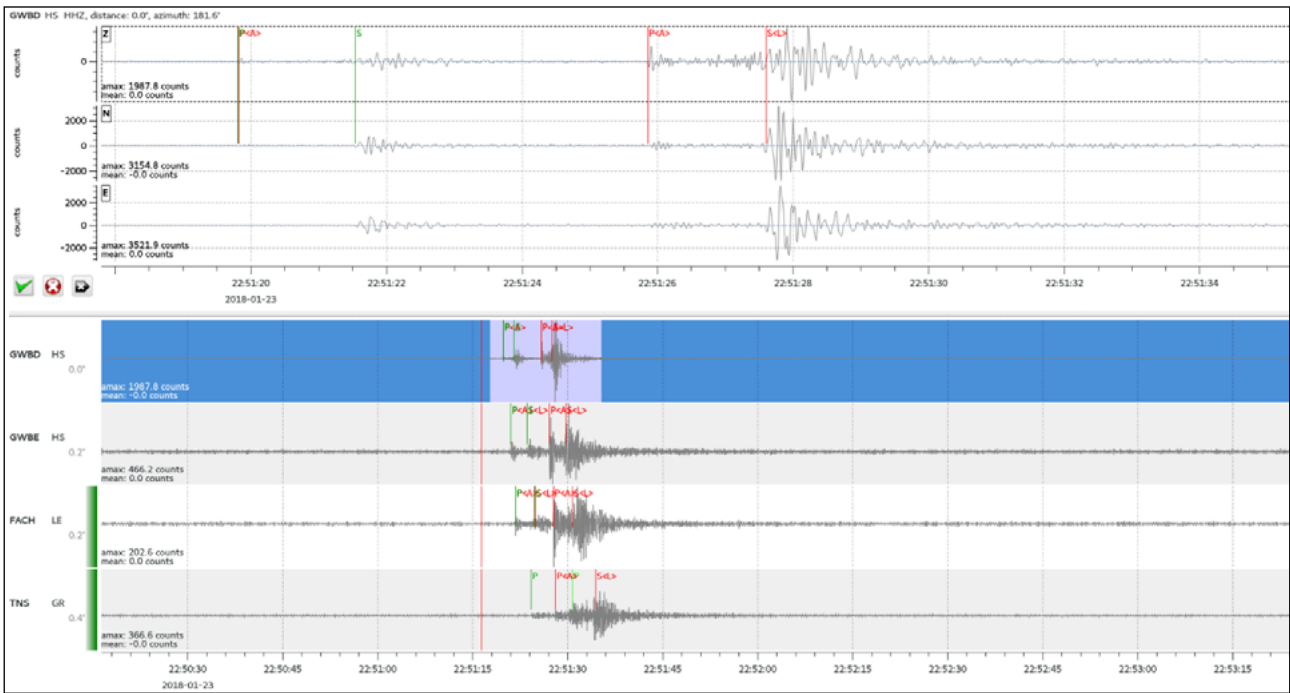


Abb. 2: Beispielseismogramme der Erdbeben vom 23.01.2018 um 22:51:16 Uhr ($M_L=0,2$) und 22:51:22 Uhr ($M_L=1,0$).

Algorithmus (WALDHAUSER & ELLSWORTH 2000). Mittels dieser Relativlokalisierung können Fehler in der Lokalisierung aufgrund von Unsicherheiten im Geschwindigkeitsmodell minimiert werden.

In Abb. 3 ist die Magnituden- und Herdtiefenverteilung der Erdbeben westlich von Bad Schwalbach dargestellt. Es ist kein eindeutiges Hauptereignis erkennbar. Dieses Fehlen eines Hauptereignisses mit einer Magnitude, die deutlich (mindestens eine Magnitudenstufe) die Magnituden der restlichen Erdbeben übersteigt, als auch der zeitliche Verlauf der seismischen Aktivität lässt darauf schließen, dass es sich bei der Erdbebenaktivität westlich von Bad Schwalbach im Taunus um mehrere Erdbebenschwärme handelt, die jeweils von einer gewissen Zeit von „seismischer Ruhe“ voneinander getrennt sind. Die Hypozentren erstrecken sich über einen Tiefenbereich von 9 bis 19 km mit einer lateralen Ausdehnung von etwa 6 km. Die seismische Aktivität im Taunus ist auf ein vergleichsweise größeres Gebiet verteilt und wird nach Norden durch weitere angrenzende aktive Erdbebenherde im Bereich des Zorn-Langschieder Quergrabens fortgesetzt (Abb. 1).

Rückschlüsse auf den Bruchmechanismus eines Erdbebens und das Spannungsregime einer Region können anhand einer Analyse von Herdflächenlösungen erfolgen. Eine Herdflächenlösung enthält Informationen über die Streichrichtung der Störungsfläche (strike), den Einfallswinkel (dip) und den Winkel der Bewegungsrichtung auf der Bruchfläche (rake). Die Herdflächenlösung stellt die räumliche Abstrahlcharakteristik der Erdbebenwellen (meist P-Wellen) dar. Sie kann genutzt werden, um

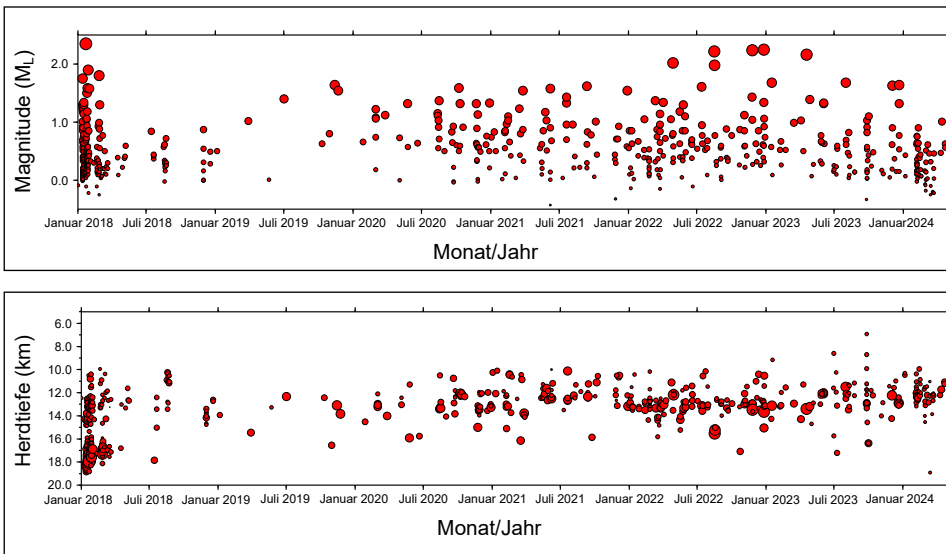


Abb. 3: Magnituden- und Tiefenverteilung der Erdbeben westlich von Bad Schwalbach im Taunus

die Orientierung der Herd- und Hilfsfläche (Nodalflächen), die Richtung der Dislokationsvektoren und die Orientierung der Hauptspannungen im Erdbebenherd zu bestimmen. Eine Möglichkeit zur Erstellung der Herdflächenlösung bietet die Verwendung der Polaritäten (Richtung der Ersteinsätze) der P-Wellen in den aufgezeichneten Seismogrammen der Messstationen. Die Darstellung erfolgt durch die Projektion auf eine um den als punktförmig angesehenen Erdbebenherd gedachte Kugel (HOMUTH 2015). Zur Bestimmung der Herdmechanismen der Erdbeben westlich von Bad Schwalbach wurden Herdflächenlösungen anhand von Polaritäten von Ersteinsätzen in den Seismogrammen erstellt. Es konnte ein schräg-aufschiebendes Spannungsregime festgestellt werden (Abb. 4), für einige Ereignisse jedoch auch Schrägabschiebungen (Abb. 5; Tab. 1). Der Hauptteil der Erdbeben ereignet sich entlang einer Störzzone im Bereich der unteren Kauber-Schichten, die an die Bornicher Schichten des Galgenkopf- und Schmandkopf-Sattels angrenzen und durch Aufschiebungen abgegrenzt werden (Abb. 1). Die generelle Bruchrichtung im Erdbebenherd entspricht dem in der Region bekannten Spannungsverlauf in NW-SE-Richtung (HOMUTH et al. 2014).

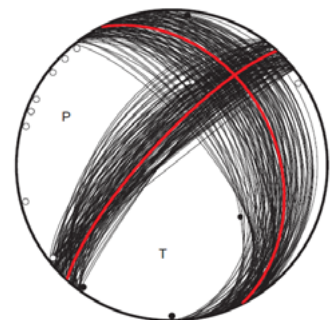


Abb. 4: Herdflächenlösung des Erdbebens vom 22.01.2018 um 07:35 Uhr ($M_L=2,5$). P=Kompressionsachse; T=Dehnungsachse

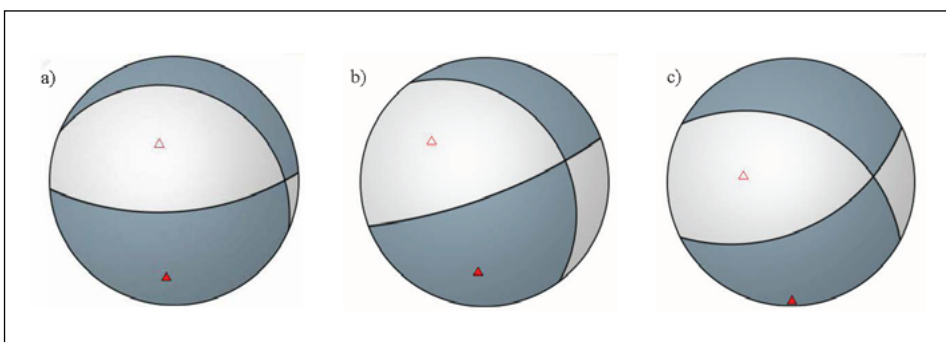


Abb. 5: a) Herdflächenlösung des Erdbebens vom 13.01.2018 um 12:32 Uhr; b) Herdflächenlösung des Erdbebens vom 22.01.2018 um 07:20 Uhr; c) Herdflächenlösung des Erdbebens vom 22.03.2019 um 03:44 Uhr (nach STOCKEMER 2020)

Über 600 Erdbeben

seit Januar 2018 westlich von Bad Schwalbach im Taunus



Tab. 1: Ergebnisse der Herdflächenlösungen nach STOCKEMER (2020)

Datum	Uhrzeit (UTC)	Breiten-grad	Längen-grad	Magnitudo (M_L)	Tiefe (km)	Strike/Dip/Rake
13.01.2018	12:32:00	50,130	7,930	1,7	17,0	293 / 23 / -65
22.01.2018	07:20:00	50,140	7,920	2,4	18,0	323 / 32 / -19
22.03.2019	03:44:02	50,135	7,900	1,5	11,8	298 / 48 / -47

Daraus lässt sich schließen, dass es aus jetziger Sicht am wahrscheinlichsten ist, dass eine alte, bereits vorhandene Bruchstruktur im tieferen Untergrund reaktiviert wird. Hier könnte das Auftreten von Fluiden ein Auslösungsmechanismus sein, der das Phänomen der Erdbebenschwärme erklären könnte.



Fazit

Mit Hilfe von lokalen Erdbebenmessstationen und einer Verdichtung des Netzwerkes des HED im Bereich des Taunus westlich von Bad Schwalbach konnte eine seismisch aktive Region in Hessen detaillierter untersucht werden. Aufgrund von sehr genauen Relativlokalisierungen mehrerer hundert Erdbeben konnten aktive Störungszonen ermittelt werden. Erstmals ist es ebenfalls eindeutig, dass diese in der Grenzregion von Hessen zu Rheinland-Pfalz liegenden Erdbeben größtenteils auf hessischem Gebiet stattfinden. Die aus den Erdbeben abgeleiteten tektonischen Bewegungsrichtungen stimmen gut mit bekannten Vorzugsrichtungen und der Lage bekannter oberflächennaher Störungszonen überein. Daraus lässt sich ableiten, dass eine alte, bereits vorhandene Bruchstruktur im tieferen Untergrund seismisch reaktiviert wird. Ein Auslösungsmechanismus dafür könnte das Auftreten von Fluiden sein. Dies könnte auch das Phänomen der Erdbebenschwärme und der zwischenzeitlichen „Ruhephasen“ erklären.

Die Erdbebentätigkeit in der Region hält aktuell an und wird vom HED weiter genau beobachtet. Die Öffentlichkeit wird weiterhin über die seismischen Aktivitäten vom HLNUG informiert werden.

Literatur

- Helmholtz Centre Potsdam Gfz German Research Centre For Geosciences And Gempa GmbH (2008): The SeisComP seismological software package. GFZ Data Services. doi:10.5880/GFZ.2.4.2020.003.
- HOMUTH, B., RÜMPKER, G., DECKERT, H. & KRACHT, M. (2014): Seismicity of the northern Upper Rhine Graben – Constraints on the present-day stress field from focal mechanisms. *Tectonophysics*, 632:8–20, doi: 10.106/j.tecto.2014.05.037.
- HOMUTH, B. (2015): Hochauflösende Erfassung der Seismizität im nördlichen Oberrheingraben: Schwarmbeben, Spannungsregime und Seismische Gefährdung. – Diss. Univ. Frankfurt a.M.: 191 p.; <http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/frontdoor/index/index/docId/37870>.
- LOMAX, A., VIRIEUX, J., VOLANT, P. & BERGE, C. (2000): Probabilistic earthquake location in 3D and layered models: Introduction of a Metropolis-Gibbs method and comparison with linear locations. In: *Advances in Seismic Event Location*. THURBER, C.H. & RABINOWITZ, N. (eds.), Kluwer, Amsterdam, 101–134.
- STOCKEMER, J. (2020): Erdbebenuntersuchungen im Raum Bad Schwalbach. Bachelorarbeit, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz.
- WALDHAUSER, F. & ELLSWORTH, W.L. (2000): A double-difference earthquake location algorithm: method and application to the northern Hayward fault, California. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 90, 1353–1368.

DEZERNAT BODEN UND ALTLASTEN

Neubebauung trotz Grundwasserkontamination?

Volker Zeisberger



☰ Ein wichtiges Ziel der Altlastenbearbeitung ist, verunreinigte Flächen zu revitalisieren, das heißt, sie für den Menschen wieder nutzbar zu machen und damit auch zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen beizutragen. Dieses Ziel verpflichtet die Sanierungsverantwortlichen, nicht nur eine aktuelle Gefahrensituation zu beseitigen, sondern einen eingetretenen Schaden auch dann zu beheben, wenn von ihm gegenwärtig keine weitere Gefahr ausgeht.

i

LCKW:

Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe wurden in den 70er und 80er Jahren häufig zur Metallentfettung und Textilreinigung eingesetzt. Der sorglose Umgang und Leckagen verursachten zahlreiche Grundwasserschäden.

Einführung

Bei der Altlastenbearbeitung kann folgende Situation auftreten: Durch eine Altlast werden leichtflüchtige Schadstoffe freigesetzt, die eine Grundwasserverunreinigung verursachen. Typische leichtflüchtige Schadstoffe sind die sogenannten BTEX-Aromaten wie Benzol, Toluol und Xylol sowie leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW). Das verunreinigte Grundwasser breitet sich aus und unterströmt ein Grundstück, das bebaut werden soll. Dann könnten leichtflüchtige Schadstoffe aus dem Grundwasser ausgasen und über die Bodenluft in die Innenraumluft der neu errichteten Gebäude gelangen. Bei geplanten Baumaßnahmen ist daher zu prüfen, ob gesunde Wohn- bzw. Arbeitsverhältnisse trotz der Grundwasserverunreinigung gewahrt werden können.

Zu dieser Thematik fehlen im deutschsprachigen Raum bisher konkrete Hilfestellungen. Daher wurde von der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) die Erstellung der Arbeitshilfe „Bewertung von leichtflüchtigen Schadstoffen im Grundwasser hinsichtlich einer möglichen Belastung der Innenraumluft von geplanten Gebäuden“ [1] veranlasst. Die fachlichen Rahmenbedingungen wurden vom Altlastenausschuss (ALA) der LABO festgelegt. Erstellt wird die Arbeitshilfe durch eine Arbeitsgruppe des ALA-Gesprächskreises „Schadstoffbewertung“ unter Obmannschaft des HLNUG.

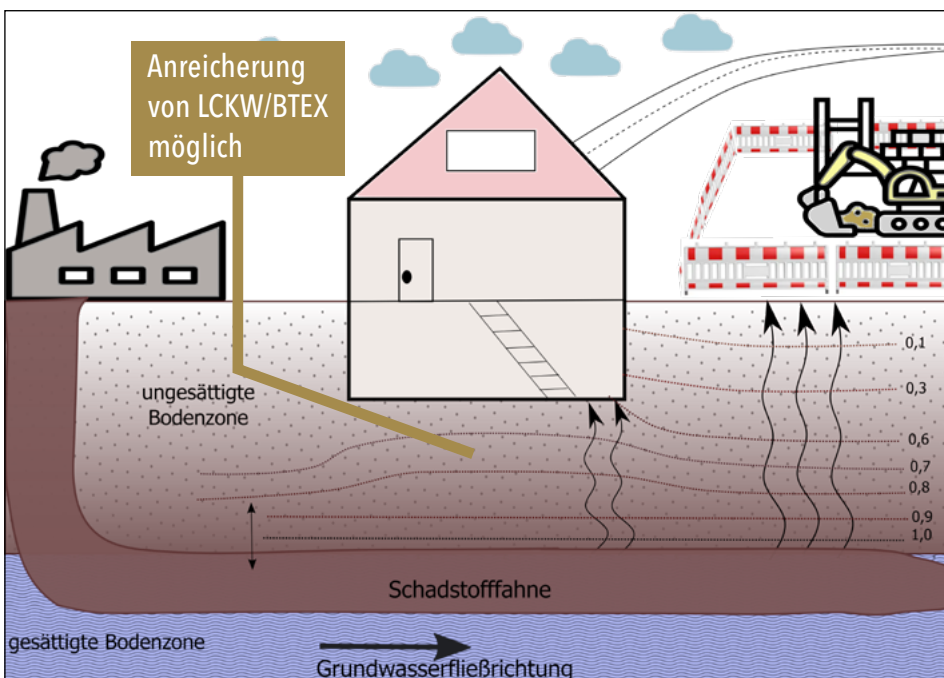
In der Arbeitshilfe werden sogenannte „Hinweiswerte“ für die häufigen Schadstoffe BTEX und LCKW abgeleitet. Unterschreiten die im Grundwasser gemessenen BTEX-/LCKW-Konzentrationen diese Hinweiswerte, kann eine Beeinträchtigung der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Außerdem werden Hinweise gegeben, wie bei günstigen Randbedingungen (biologisch abbaubare Schadstoffe, großer Grundwasserflurabstand) vorgegangen werden kann.

Vorgehensweise bei ungünstigen Fallkonstellationen

Im ersten Teil der Arbeitshilfe wird das Vorgehen bei einem worst-case-Szenario beschrieben. Hierbei werden folgende Annahmen getroffen:

- Die leichtflüchtigen Schadstoffe BTEX/LCKW liegen im obersten Bereich des Grundwassers vor (nur dann können Schadstoffe aus dem Grundwasser in die Bodenluft ausgasen).
- Beim Übergang von BTEX/LCKW aus dem Grundwasser in die Bodenluft stellt sich ein Verteilungsgleichgewicht ein, das durch die Henry-Konstante (K_{Henry}) beschrieben wird. Ist die BTEX/LCKW-Konzentration im Grundwasser bekannt, errechnet sich mittels der Henry-Konstante die maximal mögliche Schadstoffkonzentration in der Bodenluft.
- Der Grundwasserflurabstand (Abstand zwischen der Bodenplatte des geplanten Gebäudes und der Grundwasseroberfläche) ist gering, so dass eine Konzentrationsminderung in der Bodenluft durch Verdünnungsprozesse vernachlässigbar ist.
- Beim Übergang von der Bodenluft in die Innenraumluft findet eine Konzentrationsminderung um den Faktor 1 000 statt. Dieser sogenannte Transferfaktor ist in bundesweiten Arbeitshilfen etabliert [2].

Bei der worst-case-Fallgestaltung reichern sich BTEX/LCKW unterhalb der Bodenplatte eines Gebäudes an (vgl. Abbildung 1 mittlerer Bereich). Dagegen ist im rechten Teil der Abbildung 1 erkennbar, dass in unversiegelten Bereichen keine Anreicherung von BTEX/LCKW stattfindet.



i
Henry-Konstante:
Im Grundwasser gelöste Schadstoffe mit hoher Henry-Konstante können ausgasen und so in die Bodenluft und Innenraumluft gelangen.

Abb. 1: Expositionsszenario Grundwasser-Bodenluft-Innenraumluft bei Schadstofffahnen im Grundwasser; Bildmitte: Anreicherung von Schadstoffen (BTEX/LCKW) unterhalb des Gebäudes ([1] verändert).

Für das worst-case-Szenario können tolerable Grundwasser-Konzentrationen für BTEX/LCKW aufgrund der nachfolgenden Überlegungen hergeleitet werden:

- Im ersten Schritt sind tolerable Innenraumluft-Konzentrationen zu ermitteln, wie sie beispielsweise vom Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) veröffentlicht wurden [3].
- Diese Werte werden mit dem Transferfaktor 1 000 (s. o.) multipliziert. Als Zwischenergebnis erhält man tolerable Bodenluft-Konzentrationen.
- Im letzten Schritt wird über das Verteilungsgleichgewicht zwischen Bodenluft und Grundwasser (unter Verwendung der jeweiligen Henry-Konstante) eine tolerable Grundwasser-Konzentration für einzelne BTEX/LCKW errechnet.

Die tolerablen Grundwasser-Konzentrationen werden in der Arbeitshilfe als „Hinweiswerte“ bezeichnet. Bei Unterschreitung dieser Werte (siehe Tabelle 1) kann eine Beeinträchtigung der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Tab. 1: Hinweiswerte für das Grundwasser [$\mu\text{g/L}$], bei deren Unterschreitung eine Beeinträchtigung der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann.

Leichtflüchtige Stoffe	Hinweiswerte für Grundwasser [$\mu\text{g/L}$]
BTEX	
Benzol	40
Toluol	2 000
Ethylbenzol	1 000
Xylole	900
Styrol	600
LCKW	
Dichlormethan	1 000
Trichlormethan	30
Tetrachlormethan	5
1,2-Dichlorethen	40
Chlorethen (Vinylchlorid)	3
cis-1,2-Dichlorethen	100
Trichlorethen	100
Tetrachlorethen	200

Für die Bauplanung ist von besonderer Bedeutung, dass auch bei vergleichsweise hohen Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser eine Bebauung möglich ist, sofern die o. g. Hinweiswerte unterschritten werden. Dies soll am Beispiel des Schadstoffs Benzol erläutert werden: Bereits bei einer Grundwasser-Konzentration von $1 \mu\text{g/l}$ Benzol liegt aus wasserrechtlicher Sicht eine nachteilige Veränderung des Grundwassers bzw. ein Grundwasserschaden vor [4]. Solange jedoch die Benzol-Konzentration $40 \mu\text{g/l}$ unterschreitet (Hinweiswert aus Tabelle 1), kann eine Beeinträchtigung der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

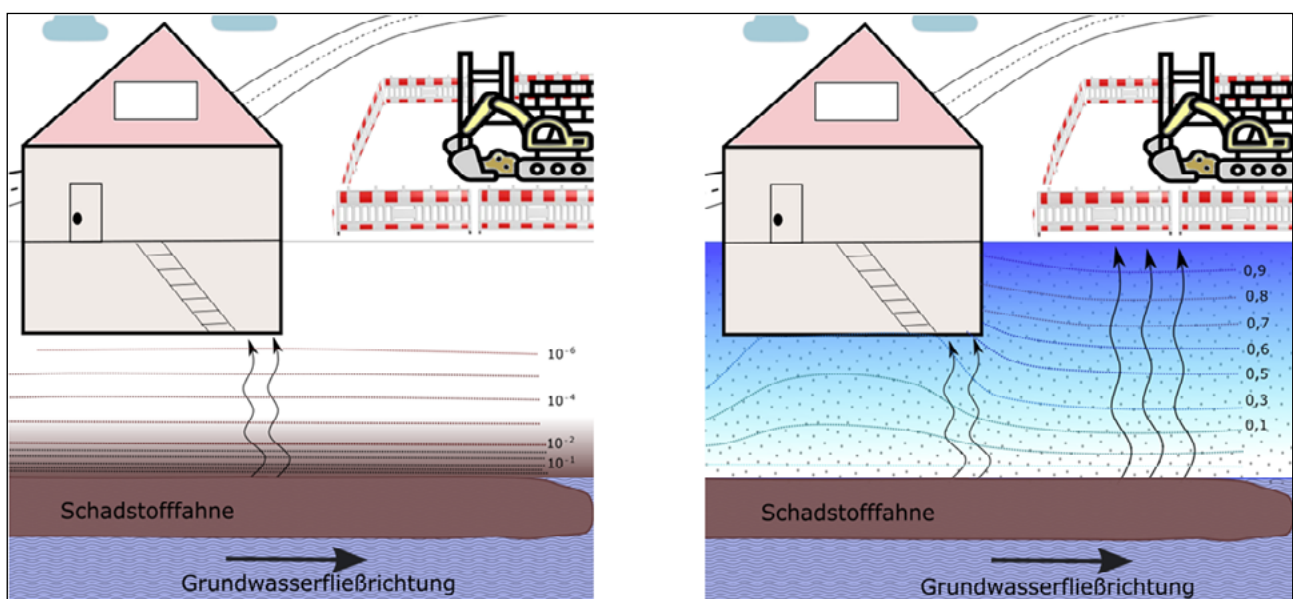
Vorgehensweise bei günstigen Fallkonstellationen

Das oben beschriebene worst-case-Szenario kann zu einer deutlichen Überschätzung der Beeinträchtigung von gesundem Wohnen und Arbeiten führen. Daher wird im zweiten Teil der LABO-Arbeitshilfe das Vorgehen bei günstigen Fallkonstellationen beschrieben. Diese liegen insbesondere in folgenden Fällen vor:

- Die Schadstoffe sind in der ungesättigten Bodenzone gut abbaubar (z. B. BTEX) und/oder
- der Flurabstand des Grundwassers (Abstand Bodenplatte zur Grundwasseroberfläche) ist groß und/oder
- die versiegelte Gebäudefläche ist klein.

Die Einflussgrößen Abbaubarkeit, Flurabstand und Gebäudefläche wurden in Arbeitshilfen aus den USA [5] und aus Australien [6] statistisch

Abb. 2: Auf dem linken Bild ist die relative Konzentration von Benzol in der Bodenluft schematisch dargestellt. Auf dem rechten Bild ist die relative Sauerstoff-Konzentration dargestellt (in Anlehnung an US-EPA [5]).

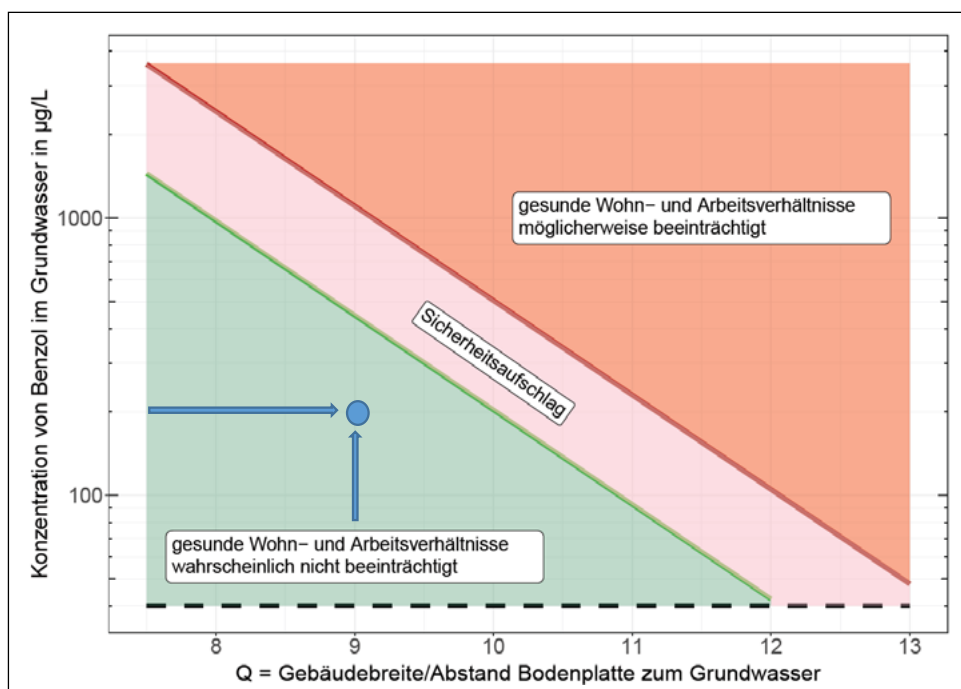


ausgewertet, wobei Feldmessungen von Grundwasser-, Bodenluft- und Innenraumlufthproben sowie numerische Modellierungen berücksichtigt wurden. Die umfangreiche Datenbasis ermöglicht eine Einschätzung, ob unter bestimmten Randbedingungen die gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse gewahrt werden können. In der LABO-Arbeitshilfe wird zwischen den beiden Schadstoffgruppen BTEX und LCKW unterschieden. Am Beispiel einer Benzol-Grundwasserverunreinigung wird im Folgenden die Vorgehensweise skizziert.

Bei den aerob abbaubaren BTEX-Schadstoffen wie Benzol ist entscheidend, ob ausreichend Luftsauerstoff im Bereich zwischen Kellersohle und Grundwasser vorhanden ist. Bei ausreichender Sauerstoffversorgung nehmen die Benzol-Konzentrationen (linkes Bild) von unten nach oben sehr rasch ab, da Sauerstoff (rechtes Bild) für den Schadstoffabbau ausreichend zur Verfügung steht.

- Die Benzol-Konzentration im Grundwasser beträgt im Beispielfall 200 µg/l, dargestellt durch den waagrechten blauen Pfeil
- Das Verhältnis ‚Gebäudebreite‘ zu ‚Abstand Bodenplatte zum Grundwasser‘ weist einen Wert von 9 auf (dies ist beispielsweise bei einer ‚Gebäudebreite‘ von 18 m und einem ‚Abstand Bodenplatte zum Grundwasser‘ von 2 m der Fall, da $18 \div 2 = 9$), dargestellt durch den senkrechten blauen Pfeil
- Die beiden Pfeile treffen sich im grünen Feld. Unter diesen Randbedingungen sind die gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse wahrscheinlich nicht beeinträchtigt.

Abb. 3: Grafik hinsichtlich der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse betreffend das Expositionsszenario Grundwasser-Bodenluft-Innenraumluft. Das Beispiel gilt für eine Benzol-Konzentration von 200 µg/l und für ein Q von 9; in diesem Fall sind die gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse wahrscheinlich nicht beeinträchtigt. Die Grafik basiert auf [1] und [6].





Fazit

Die Fragestellung „Kann im Bereich einer Grundwasserverunreinigung eine Neubebauung erfolgen, ohne dass die gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse der künftigen Bewohner beeinträchtigt werden?“ betrifft eine Vielzahl von Akteuren, insbesondere Altlasten-, Bauplanungs- und Gesundheitsbehörden sowie Ingenieurbüros und Bauherren.

Die neue LABO-Arbeitshilfe schließt hierzu im deutschsprachigen Raum eine Lücke. Neben dem Vorgehen bei worst-case-Szenarien wird das Vorgehen bei vergleichsweise günstigen Fallgestaltungen dargestellt. Weiterhin gibt die Arbeitshilfe Hinweise zu baulichen Sicherungsmaßnahmen, falls eine Beeinträchtigung für die Bewohner nicht ausgeschlossen werden kann.

Literatur

- [1] LABO (2024): Arbeitshilfe „Bewertung von leichtflüchtigen Schadstoffen im Grundwasser hinsichtlich einer möglichen Belastung der Innenraumluft von geplanten Gebäuden“, Stand September 2024, <https://www.labo-deutschland.de/Veroeffentlichungen.html>
- [2] LABO (2008): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug. Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, Stand: 01.09.2008 inkl. Ergänzung Juni 2009, https://www.labo-deutschland.de/documents/34_Infoblatt_Altlasten_01092008_e69_34f_2.pdf
- [3] UBA (2012): Richtwerte für die Innenraumluft: erste Fortschreibung des Basisschemas – Mitteilung der Ad-hoc Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Kommission Innenraumluftthygiene und der Obersten Landesbehörden. In: Bundesgesundheitsblatt Umweltbundesamt. 2012 · 55; Springer Verlag
- [4] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2016): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (Aktualisierte und überarbeitete Kurzfassung) https://www.lawa.de/documents/geringfuegigkeits_bericht_seite_001-028_1552302313.pdf

- [5] US-EPA (2015): Technical Guide For Addressing Petroleum Vapor Intrusion At Leaking Underground Storage Tank Sites. Abgerufen am 01.10.2024 von <https://www.epa.gov/ust/technical-guide-addressing-petroleum-vapor-intrusion-leaking-underground-storage-tank-sites>
- [6] Australia CRC Care (2013): Petroleum hydrocarbon vapour intrusion assessment - australian guidance. Technical Report 23 <https://crccare.com/wp-content/uploads/2022/12/CRCCARETechreport23-PetroleumhydrocarbonvapourintrusionassessmentAustralianguidance2.pdf>
- [7] US-EPA (2012): EPA's Vapor Intrusion Database: Evaluation and Characterization of Attenuation Factors for Chlorinated Volatile Organic Compounds and Residential Buildings. Abgerufen am 01.10.2024 von <https://www.epa.gov/vaporintrusion/epas-vapor-intrusion-database-evaluation-and-characterization-attenuation-factors>
- [8] GILLBRICHT, C.A. (2019): Anmerkungen zur Berücksichtigung von Belastungen der Bodenluft im Baurechtsverfahren. *Altlasten Spektrum*. 1/2019

ABTEILUNG G IM INTERNET

Hessischer Erdbebendienst

Die Erdbebenaktivität in Hessen wird mit seismologischen Stationen des Hessischen Erdbebendienstes (HED) am Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie überwacht. Der HED betreibt aktuell dauerhaft 22 Messstationen. Zusätzlich werden vier temporäre Stationen im Taunus westlich von Bad Schwalbach betrieben. Des Weiteren steht der HED im Datenaustausch mit den Erdbebendiensten der angrenzenden Bundesländer. Zu den Aufgaben des HED gehört die Informationsbereitstellung zu Erdbeben in Hessen (geologische Zusammenhänge und Ursachen, Messung, Wahrnehmung, Schadenswirkung und Gefährdung). Darüber hinaus werden Fragen zu Erdbebenbauvorschriften beantwortet sowie Auskünfte und Beratung in Schadensfällen erteilt. Grundlegende Aufgaben sind das Messen, die Datenerfassung und die Bereitstellung von Ergebnissen zu Erdbeben in Hessen über die Webseiten des HLNUG. Seit 2024 werden Informationen zu aktuellen Erdbeben und zum Stationsnetz im Messdatenportal des HLNUG unter dem Thema „Erdbeben“ zur Verfügung gestellt. <https://www.hlnug.de/messwerte/datenportal>

Wasserstoff-Untergrundspeicherung in Hessen


Wasserstoff spielt eine zunehmend zentrale Rolle in der Energiewende. Als universeller Energieträger wird das Element in industriellen und energetischen Anwendungen genutzt und gilt als Schlüssel für eine kohlenstoffarme Zukunft. Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit bedarf es Speicherlösungen für das temporäre „Zwischenlagern“ von Wasserstoff. Das HLNUG bearbeitet in Kooperation mit dem Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Wohnen und ländlichen Raum (HMWW) die geologischen Grundlagen für die Untergrundspeicherung von Wasserstoff und unterstützt damit die hessische Wasserstoffstrategie. Diese legt einen Schwerpunkt auf die Entwicklung und Etablierung eines Wasserstoff-Verteilnetzes in Hessen, zu dem insbesondere auch geologische Speicher gehören. Dem HLNUG kommt hierbei prioritär die Aufgabe zu, eine digitale Aufbereitung und niederschwellige Bereitstellung relevanter geologischer Informationen zu potenziellen unterirdischen Speicherstandorten zu bewerkstelligen. <https://www.hlnug.de/geologie/wasserstoff>

Boden und Altlasten – Nachrichten aus Hessen 2024

Auch im Jahr 2024 hat das Dezernat Boden und Altlasten eine Ausgabe aus der Reihe „Boden und Altlasten – Nachrichten aus Hessen“ veröffentlicht. Im Fokus stand er Waldboden. Er übernimmt viele wichtige Funktionen im Ökosystem Wald und ist in Hessen als einem der walddreichsten Bundesländer weit verbreitet. Immerhin sind 42 % der Landesfläche von Wald und damit auch von Waldböden bedeckt. Wie in den vorherigen Ausgaben, ist und bleibt die Schadstoffgruppe der per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS) ein wichtiges Thema. Im diesjährigen Heft werden die Untersuchungsergebnisse hessischer Auenböden auf PFAS vorgestellt und bewertet, Belastungsschwerpunkte beschrieben sowie methodische Schwierigkeiten bei der Analyse von Bodenproben diskutiert. Weitere spannende Artikel aus dem Themenfeld Boden und Altlasten runden das Heft ab, welches kostenfrei über die Homepage des HLNUG heruntergeladen werden kann. https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/altlasten/Boeden_Altlasten_Newsletter_2024_Web.pdf

ABTEILUNG Z

Zentrale Aufgaben



Wie in jeder anderen Behörde, so ist sie auch im HLNUG unverzichtbar: Die Abteilung Zentrale Aufgaben. Sie sorgt dafür, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des HLNUG ihren vielfältigen Aufgaben nachkommen können. Von der Beschaffung über den Haushalt und das Controlling, die IT, das Personal- und Immobilienmanagement, das Justizariat bis hin zum Fuhrpark und vielen weiteren organisatorischen Aufgaben gewährleistet die Abteilung Z Tag für Tag, dass das HLNUG an einer lebenswerten Zukunft arbeiten kann.

NEUES AUS DEM HLNUG

Sabine Eickschen-Hansmann

Ein vielfältiger Ausbildungsabschnitt im HLNUG

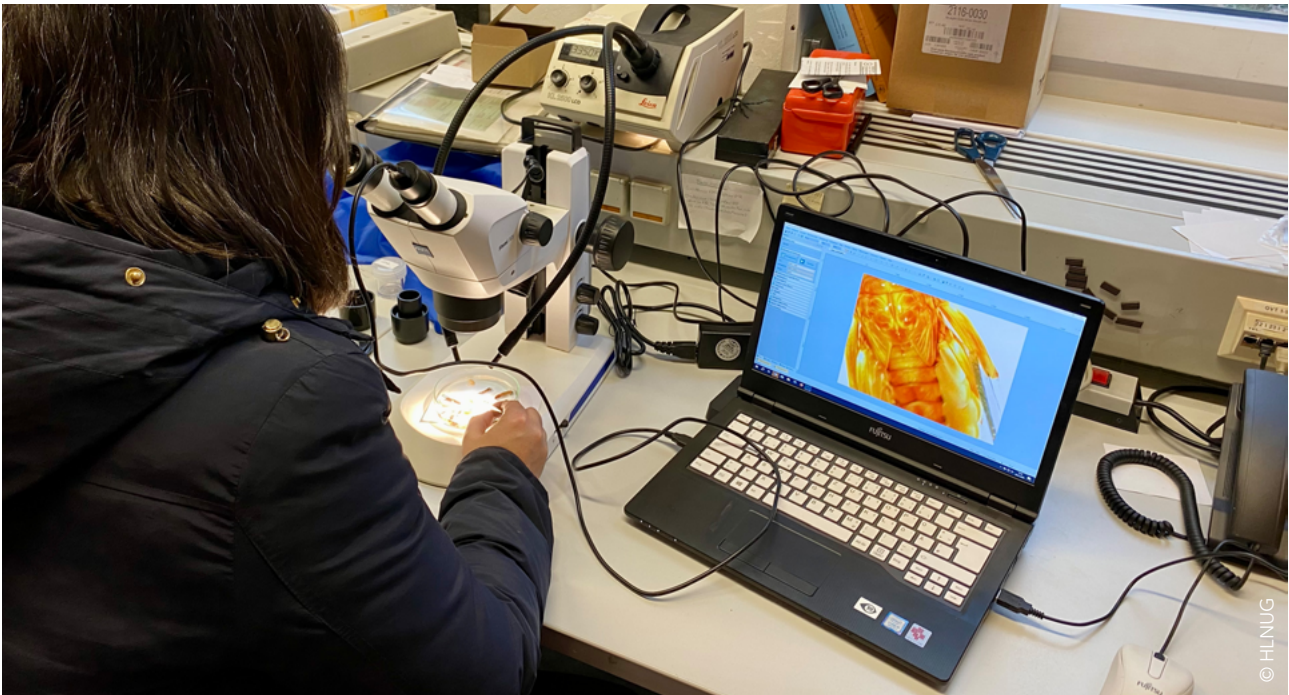
Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie bietet seit vielen Jahren ein umfassendes Ausbildungsprogramm für Umweltreferendarinnen und -referendare, technische Oberinspektoranwärterinnen und -anwärter (TOIs) sowie für das Referendariat Landespflege an. Auch in den letzten Jahren nahmen viele angehende Fachkräfte an dem dreiwöchigen Ausbildungsabschnitt teil, der von einer breiten Themenvielfalt, praxisorientierten Inhalten und zahlreichen Exkursionen geprägt war.

Die Ausbildung erfolgt in enger Kooperation mit den Regierungspräsidien Gießen (Umweltreferendariat und Referendariat Landespflege) sowie Darmstadt/Frankfurt (TOIs). Ziel ist es, den Teilnehmenden einen fundierten Einblick in die Arbeitsfelder des HLNUG zu geben und sie auf ihre späteren Tätigkeiten in der Umweltverwaltung und -planung vorzubereiten.

Das HLNUG deckt mit seinem Ausbildungsplan ein breites Spektrum an Themen ab:

- Vorstellung des hessischen Luftmessnetzes, Methoden der Immissionsmessung und Qualitätssicherung sowie praktische Einblicke in das Emissionsmonitoring, den Strahlenschutz und die technische Umsetzung von Luftreinhalteplänen. Auswirkungen des Klimawandels auf Hessen, Klimaanpassungsmaßnahmen inklusive spezieller Projekte wie nachhaltige Stadtentwicklung durch Begrünung.
- Überwachung von Oberflächengewässern im Rahmen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Ausführungen zu Badeseen und Gewässerstrukturtkartierungen, Maßnahmen zur Nährstoffreduzierung, Vorstellung der Hochwasservorhersage sowie der verschiedenen Messnetze und Einblicke in die Hydrogeologie und Wasserschutzgebiete.
- Geologische Landesaufnahme, Rohstoffgeologie, Georisiken und Fragestellungen zum geologischen Untergrund in Hessen. Einführung in die Altlastenbearbeitung und Sanierungsverfahren.
- Aufgaben der Naturschutzdatenverwaltung, invasive Arten, Kartierungen von Biotopen, Organisation von Naturschutzakademie und Freiwilligendienste.
- Verwaltung in einer Fachbehörde: Aufgaben der zentralen Dienste, Geographische Informationssysteme und Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.





Ein besonderes Merkmal des Ausbildungsabschnitts sind die zahlreichen Exkursionen und praktischen Übungen, die es den Teilnehmenden ermöglichen, theoretisches Wissen direkt in der Praxis zu erleben. So wurden unter anderem Messstationen für Luft und Wasser besucht, geologische Besonderheiten in einem Steinbruch untersucht und Fragestellungen zum Heilquellenschutz in urbanen Räumen behandelt. Ebenfalls wurden verschiedenen Labore besichtigt und Vögel im Vogelschutzgebiet beobachtet. Diese praxisnahen Einheiten bieten nicht nur wertvolle Einblicke in die Arbeitsrealität des HLNUG, sondern verdeutlichen auch die Bedeutung von Umwelt-, Geologie- und Naturschutzarbeit vor Ort.

Förderung der Fachkräfte von morgen

Die Teilnehmenden profitieren von der engen Zusammenarbeit mit den erfahrenen Fachkräften des HLNUG. Die Referentinnen und Referenten aus den Fachabteilungen bringen nicht nur umfassende fachliche Expertise ein, sondern stellen den Bezug zu aktuellen umweltpolitischen und gesellschaftlichen Herausforderungen her. Damit unterstützt das HLNUG die Nachwuchskräfte bei ihrer beruflichen Entwicklung und trägt zur Stärkung der Umweltkompetenz in der Verwaltung bei.

Wir freuen uns, auch 2025 wieder mehrere Kohorten motivierter Referendarinnen und Referendare im HLNUG begrüßen zu dürfen, um unser Wissen und unsere Erfahrung im Dienste der Umwelt weiterzugeben und ihnen ein umfassendes wissenschaftlich-technisches Verständnis für die Bedeutung von Umwelt- und Naturschutz zu vermitteln.



Digitalisierung und Informationssicherheit – kein Widerspruch!

Digitalisierung – was ist das eigentlich? Für das HLNUG bedeutet dies im Wesentlichen: Umweltmessdaten, d.h. physikalische Parameter, werden in digitale Formate transformiert und in dieser Form transportiert, verarbeitet und als digitale Daten, ggf. nach einer Bearbeitung, auch wieder zur Verfügung gestellt.

Häufig finden wir in der Presse Artikel zur mangelnden Digitalisierung der Verwaltung. Im HLNUG stellt sich das Thema Digitalisierung allerdings anders dar. Schon seit Gründung des Landesamtes für Umwelt 1971 wurde damit begonnen, Messwerte aller Umweltmedien zunehmend automatisiert zu erfassen und diese über die damals verfügbaren elektronischen Transportmedien in die Fachverfahren des HLNUG zu transportieren. Dort wurden sie digital verarbeitet und die Verarbeitungsergebnisse intern verwendet oder Öffentlichkeit und Fachpublikum über Papierzeugnisse oder später das Internet bereitgestellt.

Diese Fachverfahren wurden seitdem sukzessive an die fortschreitende Digitalisierung angepasst. Inzwischen gibt es viele alte und neue Fachverfahren, die die Messdaten von der Aufnahme bis hin zur Veröffentlichung medienbruchfrei oder weitestgehend automatisiert bereitstellen. Tages- und sogar minutenaktuell sind Messwerte zu Erdbeben, Luftqualität oder Schienenlärm für Interessierte als grafische Darstellung einsehbar oder viele Messdaten auch als Download verfügbar. Die Digitalisierung hat das HLNUG also bereits vor Jahrzehnten erreicht und wird in Fachanwendungen des HLNUG in zunehmendem Maße hervorragend umgesetzt und praktiziert.

Parallel zur Digitalisierung haben sich allerdings auch deren Schattenseiten in Form von Cybercrime entwickelt. Je höher der Grad der Digitalisierung und je umfangreicher die eingesetzten Verfahren, desto größer wird die Angriffsfläche für Malware und Cyberattacken. Angriffsmethoden werden immer ausgereifter und auch der Mensch an seinem Arbeitsplatz stellt sich zunehmend als beliebter Einfallsvektor dar, denn manipulierte Webseiten, Mails mit Schadsoftware und kompromittierte Dateien sind für Beschäftigte kaum noch zu erkennen. Auch digitale Arbeitsergebnisse oder die zunehmende Vernetzung und Abhängigkeit von digitalen Diensten ziehen zunehmend die Aufmerksamkeit von Angreifern an.

Digitalisierung und Cybercrime stellen gemeinsam eine Art der Bedrohung von Informationen dar, die vor 50 Jahren nicht existent und noch vor 20 Jahren zwar bereits vorhanden, aber kaum beachtet wurde. Dies hat sich inzwischen stark geändert: alle digitalen Daten und Dienste sind weltweit permanent von verschiedensten Angriffsszenarien bedroht, die



immer ausgereifter und gefährlicher werden. Informationen sind jederzeit dem Risiko des Datenverlusts ausgesetzt, das Verwaltungshandeln kann über Nacht durch Cyberattacken eingeschränkt werden oder über lange Zeiträume vollständig zum Erliegen kommen. Es sind Verwundbarkeiten an vielen verschiedenen Angriffspunkten entstanden, und die Gefahr massiver Schäden ist bei jedem Angriff real.

Digitale Informationen und Leistungen erfordern daher eine Vielzahl neuer und stets aktueller Schutzmaßnahmen. Firewalls, Virens Scanner, Intrusion Detection-Systeme und viele weitere technische Maßnahmen sollen vor Eindringlingen schützen. Auch für Beschäftigte entstand innerhalb der Informationssicherheit ein zusätzlicher vorbeugender Verhaltenskodex, den es an den Arbeitsplätzen anzuwenden gilt. Vorbereitend für den ‚worst case‘, d.h. wenn eine Cyberattacke stattgefunden hat, werden aufwändige und umfangreiche Backups vorgehalten, für das HLNUG, seit Jahrzehnten der Umwelt-Datensammler Hessens, ein besonders wesentlicher Aspekt.

Informationssicherheit hat sich daher in den letzten Jahren zu einem eigenen Schwerpunkt der Informationstechnologie entwickelt. Spezialisten in diesem Arbeitsbereich sind inzwischen in jedem Unternehmen zu finden. Maßnahmen der Informationssicherheit, im Wesentlichen technischer und organisatorischer Art, sollen schützenswerte Informationen und Verfahren je nach ihrer Kritikalität vor Angriffen bewahren. Digitale Fachverfahren, sowohl in Betrieb als auch in Entwicklung befindliche, müssen inzwischen unbedingt systematisch in ihrem Aufbau hinsichtlich der Informationssicherheit betrachtet werden, um Unternehmenswerte zu schützen.

Als Methode zur Realisierung sicherer Fachverfahren kommt im HLNUG der IT-Grundsatz des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zur Anwendung, vom Land Hessen verpflichtend für alle Dienststellen eingeführt. Alte und neue Verfahren werden nach der Methodik des standardisierten BSI-Verfahrens betrachtet und auf den Prüfstand gestellt. Angriffspunkte können so ermittelt und mit den passenden Schutzmaßnahmen versehen werden. Damit kann das Risiko eines Schadens oder Verlusts von Informationen deutlich vermindert werden.

Der IT-Grundsatz des BSI stellt dabei für Fachleute, aber auch für Verantwortliche ohne IT-Vorkenntnisse eine leicht verständliche, strukturierte Vorgehensweise zur Ermittlung des Risikopotentials dar: er betrachtet ein fiktives Unternehmen in allen seinen möglichen Facetten von Management, Organisation, Beschäftigten bis hin zu IT-Verfahren und -Komponenten unter dem Fokus der Informationssicherheit. Dabei werden für jeden Teilbereich eines Unternehmens typische Gefahren beschrieben, Angriffspotential ermittelt und Gegenmaßnahmen benannt. Wählt der Verantwortliche hier die für sein Verfahren die passenden Teilbereiche aus und prüft das spezifische Gefahrenpotential, ergeben sich automatisch die notwendigen Gegenmaßnahmen. So können für jeden Anwendungsfall speziell zugeschnittene Maßnahmen schnell, effektiv und effizient ermittelt und wirtschaftlich umgesetzt werden. Dadurch, dass das BSI den IT-Grundsatz jährlich anpasst, sind die Nutzenden auch stets in der Lage, auf neue Bedrohungen zu reagieren und die eigenen Informationen stets sicher zu schützen.

Das Team der Informationssicherheit des HLNUG ist speziell in der Anwendung des IT-Grundsatz ausgebildet. In Interviewterminen und durch Dokumentation unterstützt es die Verfahrensverantwortlichen bei der Anwendung des IT-Grundsatz auf die Fachverfahren des HLNUG und der Ermittlung von Risiken und Gegenmaßnahmen. Es versetzt die Verfahrensverantwortlichen in die Lage, die Angriffsfläche ihrer Fachverfahren für Cyberattacken durch eindeutige, speziell angepasste und damit wirtschaftliche Maßnahmen zu minimieren und leistet damit einen großen Beitrag zum Schutz der hessischen Umweltdaten im Rahmen einer immer bedrohlicher werdenden Internet-Welt. Die fortschreitende Digitalisierung des HLNUG kann dadurch für bestehende und kommende Verfahren auf informationssichere Beine gestellt werden und weiterhin uneingeschränkt dazu beitragen, aktuell und am Puls der Zeit über Umweltthemen zu informieren.

ANHANG

Lehrtätigkeiten

PD DR. HEIKE HÜBENER: Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachbereich Geographie, Veranstaltung: „Wetteranalyse und -prognose“

DR. ROUWEN LEHNÉ: TU Darmstadt, Einführung in Geographische Informationssysteme I – GIS II

DR. ROUWEN LEHNÉ: TU Darmstadt, Einführung in Geographische Informationssysteme II – GIS II

DR. ROUWEN LEHNÉ: TU Darmstadt, Geologische 3D-Modellierung mit GO-CAD – GIS III

JAN MARX: Goethe-Universität Frankfurt am Main, Sedimentologische Bohrkernaufnahme

DR. DIANA ROSE: Hochschule RheinMain, Fachbereich Ingenieurwissenschaften, Veranstaltung: „Immissionsmesstechnik“

PROF. DR. THOMAS SCHMID: Hochschule RheinMain, FB Ingenieurwissenschaften, Vorlesung „Bewertung von Luft“ und „Klimawandel, Klimamodelle und Klimaanpassung“

PROF. DR. SIMON THORN: Philipps-Universität Marburg, FB Biologie, Lehrveranstaltung: „Naturschutz in Wissenschaft und Praxis“

PROF. DR. SIMON THORN: Philipps-Universität Marburg, FB Biologie, Lehrveranstaltung: „Biostatistik“

PROF. DR. SIMON THORN: Philipps-Universität Marburg, FB Biologie, Lehrveranstaltung: „Waldökologie“

PROF. DR. DOMINIK WILDANGER: Universität Kassel, FB 14, Veranstaltung: „Luftreinhaltung“

Vom HLNUG betreute Bachelor- und Masterarbeiten

BEKAR, SEDA: Auswertung des Niedrigwassermessprogramms 2018 – Anwendung von ArcGIS-Tools zur hessenweiten Auswertung der Niedrigwasserabflussmessungen für die hydrogeologische Landesaufnahme. – Masterarbeit, Philipps-Universität Marburg

BUSKIES, KATHARINA: Entwicklung eines hydrogeologischen Modells mittels iMOD zur Beschreibung der Grundwasserverhältnisse im Bereich der Landesgrenze Hessen/Bayern (Hanauer Becken). – Masterarbeit, Philipps-Universität Marburg

DJAHANSOUZI, ARIANE: Seismic interpretation and 3D modelling of a depleted hydrocarbon reservoir for future use as a hydrogen storage site (Stockstadt am Rhein/Germany). – Masterarbeit, TU Darmstadt

GBONDO, AUGUSTINE: Geogenic radon potential (GRP) mapping of Hessen district using machine learning techniques. – Masterarbeit, TU Darmstadt

HOFFMANN, ROSWITHA: Digitale Tools als Beitrag zur Kreislaufwirtschaft und zur Unterstützung von Prozessen in der Baubranche. – Masterarbeit, Hochschule RheinMain

JOŠIĆ, DANIJELA NINA: Historische Altlastenerkundung und Gefährdungsabschätzung für die ehem. Friedrichshütte bei Iba im Richelsdorfer Gebirge – Ein Beitrag zur Umweltgefährdung durch den Altbergbau. – Bachelorarbeit, Goethe-Universität Frankfurt am Main

LYSKA, MORITZ: Untersuchung der Radonkonzentration in Boden- und Innenraumluft im Stadtgebiet von Idstein im Taunus. – Masterarbeit, TU Darmstadt

MÜLLER, TILL: Bestimmung der Einflussfaktoren für Radonkonzentrationen in Boden- und Raumluft mittels multivariater Analyse von Datenreihen der Messstationen in Darmstadt, Oppenheim und Fürth im Odenwald. – Masterarbeit, TU Darmstadt

STEEN, JAN: Remote sensing of grassland habitat parameters to access whinchat breeding grounds. – Masterarbeit, Universität Münster

VARCHMIN, THOMAS: Interaktionswerkzeuge für die web-basierte Visualisierung geologischer 3D-Scans. – Bachelorarbeit, Hochschule Bochum



Publikationen 2024



**SATELLITENFERNERKUN-
DUNG IN HESSEN – MIT
HITZEKARTEN HESSENS
HOT SPOTS ERKENNEN**
Jahrgang 2024



**STADT-KLIMA-ANALYSEN –
WIE IHRE KOMMUNE
DARON
PROFITIEREN KANN**
gebunden, Jahrgang
2024



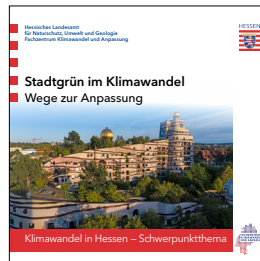
**STADTGRÜN IM KLIMA-
WANDEL –
WEGE ZUR ANPASSUNG**
gebunden, Jahrgang
2024



**GEOGEFAHREN IN HESSEN
GRAVITATIVE MASSEN-
BEWEGUNGEN UND ERDBEBEN**
gebunden, Jahrgang 2024
ISBN 978-3-89026-402-8
Preis: 39 €



**GEOLOGISCHES JAHRBUCH
HESSEN**
Band 141
gebunden, Jahrgang 2024
ISSN 0341-4027
Preis: 23 €



JAHRESBERICHT DES HLNUG
gebunden, Jahrgang 2024,
ISSN 1610-496X
ISBN 978-3-89026-404-2



**WANDKALENDER 2025
„HESSEN AUS VOGELPERSPEKTIVE“**
Jahrgang 2024, Preis, 9 €



**TECHNISCHER BERICHT: LKW-STUDIE:
UNTERSUCHUNG VON GERÄUSCH-
EMISSIONEN DURCH LOGISTISCHE VOR-
GÄNGE VON LASTKRAFTWAGEN**
Heft 3, Jahrgang 2024,
ISSN 1617-4038
ISBN 978-3-89026-405-9

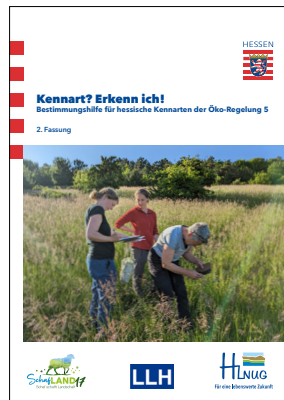




**EMISSIONSKATASTER
HESSEN – LUFT 2024**
gebunden,
Jahrgang 2024



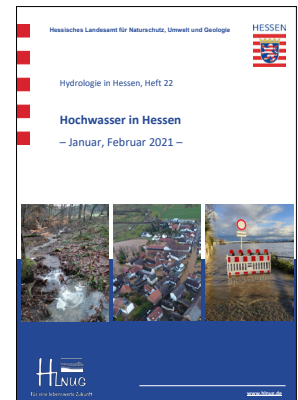
**KENNTART? ERKENN ICH!
BESTIMMUNGSHILFE FÜR
HESSISCHE KENNTARTEN DER
ÖKO-REGELUNG 5**
2. Fassung, Jahrgang 2024
ISBN 978-3-89026-406-6



**LUFTHYGIENISCHER
JAHRESBERICHT 2023**
gebunden,
Jahrgang 2024,



**HOCHWASSER IN HESSEN –
JANUAR, FEBRUAR 2021 –**
gebunden, Heft 22
Jahrgang 2024,



**GEWÄSSERKUNDLICHER
JAHRESBERICHT 2023 –
HEFT 26**
gebunden,
Jahrgang 2023,
ISBN 978-3-89026-726-5



**DEN HORNISSEN
AUF DER SPUR**
vergriffen,
Jahrgang 2024



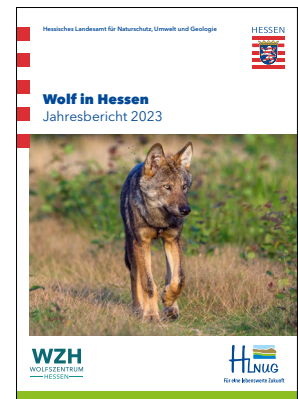
**BODEN UND ALTLASTEN –
NACHRICHTEN AUS HESSEN**
– AUSGABE 2024
gebunden, Jahrgang
2024,



**DER WOLF –
ZURÜCK IN HESSEN**
Folder, Jahrgang
2024



**WOLF IN HESSEN
JAHRESBERICHT 2023**
gebunden,
Jahrgang 2024,
ISSN 2512-9724



Veröffentlichungen in Publikationsorganen außerhalb des HLNUG

- ANTONSSON, E., CORDES, J., STOFFELS, B., D. WILDANGER, D.: Odor emission measurements: The role of n-butanol as a reference material and origins of large inter-laboratory variability, *Atmospheric Environment*, Volume 327, 2024, 120509, ISSN 1352-2310, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2024.120509>.
- CHAO, A., CHIU, C-H., HU, K-H., VAN DER PLAS, F., CADOTTE, M., MITESSER, O., THORN, S., AKIRA, M., SCHERER-LORENZEN, M., EISENHAUER, N., BÄSSLER, C., DELORY, B., FELDHAAR, H., FICHTNER, A., HOTHORN, T., PETERS, M., PIERICK, K., VON OHEIMB, G. & MÜLLER, J.: Hill-Chao numbers allow decomposing gamma-multifunctionality into alpha and beta components, in *Ecology Letters*, 27 (1), e14336, 2024.
- HAGGE, J., MÜLLER, J., BÄSSLER, C., BRANDL, R., SCHULDT, A., THORN, S. & S. SEIBOLD.: Change in saproxylic beetle, fungi and bacteria assemblages along horizontal and vertical gradients of sun-exposure in forest, in *Biological Conservation*, 291, 110493, 2024.
- HOSELMANN, C.: Forschungsbohrungen im nördlichen Oberrheingraben – neue Ergebnisse zur Geologie des Plio- und Pleistozäns. – Brandenburg. *Geowiss. Beitr.*, 31/2024: 127-128.
- HÜBENER, H., STECKING, M., KOLBE, C.: Starkregen-Viewer für Hessen. DWD-Newsletter Hydrologie, August 2024.
- KARGER, S., WERNING, K.: Modellierung im Naturschutz: Bedarfe und Lösungen im Kontext von Renaturierung und Klimawandel – Plenumsdiskussion, *BfN-Schriften*, noch nicht erschienen.
- KORTMANN, M., BUSE, J., HILSZCZANSKI, J., JAWORSKI, T., MÜLLER, J., THORN, S. & ROTH, N.: Bark-beetle disturbance severity only moderately alters forest affinity of arthropod communities, in *Insect Conservation and Diversity*, 17 (4), p. 579-588, 2024.
- LEHNÉ, R., DAUM, J., MAIR, J., HEGGEMANN, H., HOSELMANN, C., HENK, A.: Observation and geological interpretation of the longest vertical radon profile to date: variability of radon concentrations along a 323 m deep drilling, *EGU General Assembly 2024*, Vienna, Austria, 14-19 Apr 2024, EGU24-21822, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-21822>.
- LEHNE, R., ROY, S., HEGGEMANN, H., SCHUETH, C.: Urban geology as part of 3D city models - challenges and solutions, *EGU General Assembly 2024*, Vienna, Austria, 14-19 Apr 2024, EGU24-22240, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-22240>.

- LEWIN, I., LEHNÉ, R., HEGGEMANN, H.: Kassel_3D – a geological model of graben structures in northern Hesse. – GeoSaxonia 2024 in Dresden, Topic: 14 Data Science | a) Geodata management and 3D visualization techniques.
- MAIR, J., PETERMANN, E., LEHNÉ, R., HENK, A.: Can neotectonic faults influence soil air radon levels in the Upper Rhine Graben? An exploratory machine learning assessment. - Science of The Total Environment, Volume 956, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177179>.
- MAIR, J., PETERMANN, E., LEHNÉ, R., HENK, A.: Deciphering Radon Variability in the Northern Upper Rhine Graben: An Analysis Using Passive and Active Detection with Random Forest Modelling, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14-19 Apr 2024, EGU24-16925, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-16925>.
- MEINAB, H.P., REIN, L., MAIR, J., LEHNÉ, R., HINDERER, M., STEIN, E.: Erkundung von Störungszonen im Kristallin mittels Geoelektrik und Radon-Bodenluftmessungen – ein Beispiel aus dem Bergsträßer Odenwald. - Z. Dt. Ges. Geowiss. (J. Appl. Reg. Geol.), 175 (4), p. 659-680, 10 figs., 4 tables, 5 electron. suppl.
- RUDOLF, M., KRZEPEK, K., HOMUTH, B., HENK, A., IWASZCZUK, D.: Identification and Analysis of Anomalous Ground Movements in Urban and Rural Areas Using Persistent Scatterer Interferometry in Southern Hesse, Germany, in IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol. 17, pp. 10967-10978, 2024, doi: 10.1109/JSTARS.2024.3400698.
- SAFAEI, M., KLEINEBECKER, T., WEIS, M., GROBE-STOLTENBERG, A.: Tracking effects of extreme drought on coniferous forests from space using dynamic habitat indices. In: Heliyon 10 (2024).
- STECKING, M., HEINZ, A.: Klimawandel vor der Haustür – Einblick in die Folgen im Rhein-Main-Gebiet. In „Erzhausen und die Region mittendrin im Klimawandel?“ herausgegeben von der Gemeinde Erzhausen, 2024.
- WEIS, M., GRAUMANN, V., GÖTZ, L. & SCHÄFER, T.: Smartphonepositionsdaten für quantitativ robuste Ausweisung von Erholungswäldern. In: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 175 (2024) 2, S. 87-89.
- WEIS, M., GRAUMANN, V., GÖTZ, L. & SCHÄFER, T.: Ausweisung von Erholungswäldern. In: AFZ – DerWald 2-2024.
- ZARGES, S., WOHLERT, J., KAMP, J., THORN, S., MÜLLER, J., & HAGGE, J.: Debarking harvesters simultaneously combat the European spruce bark beetle (*Ips typographus*) and conserve non-target beetle diversity, in Ecological Solutions and Evidence, 5 (3), e12353, 2024.



IMPRESSUM

ISSN 1610-496X
ISBN 978-3-89026-410-3

Jahresbericht 2024
des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Redaktion: Nico Diehl, Cornelia Löns-Hanna, Rolf Leonhardt, Lars Möller,
Maximilian Steinbach, Franziska Vogt

Layout: Nadine Senkpiel

Titelbild: Westliche Smaragdeidechse (*Lacerta bilineata*) Männchen
© stock.adobe.com/Rolf Müller

Portrait S. 3: © DeSoto Studios

Collage S. 7: Menschen beim HLNUG © DeSoto Studios
und Oliver Rüter (1. Reihe/3. Bild v. l. und 4. Reihe/1. Bild v. l.)

Herausgeber, © und Vertrieb:
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Telefon: 0611 69 39-111
Telefax: 0611 69 39-555
E-Mail: vertrieb@hlnug.hessen.de

www.hlnug.de

Druck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.