



Hessischer Umwelt-Monitor

Berichte, Fakten und Daten zur Umwelt

03/2022

26. Jahrgang



Gemeinsam herausgegeben von dem
Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
und dem Hessischen Statistischen Landesamt

Inhalt

Insektensterben in Fließgewässern?	3
A. Gewässerüberwachung in Hessen	14
1. Hydrologische Daten nach Messstellen	15
2. Gewässerbelastung nach Messstellen und Komponenten	16
B. Die Luftqualität in Hessen	19

Der „Hessische Umwelt-Monitor“ erscheint vierteljährlich.

Er wird gemeinsam herausgegeben von dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie und dem Hessischen Statistischen Landesamt.

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Hessisches Statistisches Landesamt (HSL)
Rheinstraße 35/37
65175 Wiesbaden

Verantwortlich für den Inhalt: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Telefon: 0611/6939-0
Telefax: 0611/6939-555

Redaktion: HLNUG Franziska Vogt Telefon: 0611/6939-307

Layout: HLNUG Nadine Senkpiel

Titelbild: © Adobe Stock/Karoline Thalhofer

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit genauer Quellenangabe bei Einsendung eines Belegexemplares gestattet.



Das HLNUG auf Twitter:
https://twitter.com/hlnug_hessen

Insektensterben in Fließgewässern?

JEAN-MARIE MÜLLER, YANNIK STEUDTER, ANNA IDA HOLLER & GREGOR BUCHHOLZ

Einleitung

Insekten sind für das Ökosystem unverzichtbar. Durch das Bestäuben von Pflanzen, den Abbau organischer Masse, die Gewässerreinigung sowie durch den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit oder als Nahrungsgrundlage für andere Insekten oder Tiergruppen, erbringen die Insekten bedeutende Ökosystemleistungen, von welchen nicht nur die Umwelt, sondern auch die Menschen abhängig sind (BMU 2018).

Seit 2017 ist durch die Veröffentlichung der „Krefelder Studie“ des Entomologischen Vereins Krefeld das öffentliche Interesse für die Problematik „Insektensterben“ geweckt. Im Rahmen dieser Studie wurden, über einen Zeitraum von mehr als 27 Jahren in 63 Schutzgebieten in Nordrhein-Westfalen, Insektenerhebungen durchgeführt und die Biomasse

aller flugfähigen Insekten eruiert. Anhand dieser Erhebung konnte ein dramatischer Rückgang der Biomasse der flugfähigen Insekten von über 75 Prozent festgestellt werden (BMU 2018). Angesichts dieser Ergebnisse und der bereits beschriebenen hohen Bedeutung der Ökosystemleistungen von Insekten, tritt die Relevanz und Aktualität dieser Thematik deutlich in Erscheinung.

Ob sich diese Entwicklung auch in Fließgewässern abzeichnet und welche Parameter dabei signifikanten Einfluss auf das Insektenvorkommen haben könnten, war Anlass für eine Projektarbeit im Dezernat Gewässerökologie des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (BUCHHOLZ et al. 2019).

Methodik

Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos ist eine der biologischen Qualitätskomponenten zur Bewertung von Fließgewässern hinsichtlich des ökologischen Zustandes beziehungsweise des ökologischen Potentials.

Das Makrozoobenthos umfasst mit dem bloßen Auge sichtbare, wirbellose Gewässertiere, welche die Boden-

region eines Fließgewässers bevölkern. Es beinhaltet z. B. Würmer, Schnecken, Muscheln, Krebstiere sowie Insekten.

In den Fließgewässern sind insbesondere diese Insektenordnungen zu finden:

Tab. 1: Insektenordnungen und deren Stadien im Gewässer

Insektenordnung		Stadien im Gewässer
Eintagsfliegen	Ephemeroptera	Larven
Steinfliegen	Plecoptera	Larven
Köcherfliegen	Trichoptera	Larven & Puppen
Libellen	Odonata	Larven
Käfer	Coleoptera	Larven, Puppen & Imago
Zweiflügler	Diptera	Larven & Puppen
Schlammfliegen	Megaloptera	Larven & Puppen
Wanzen	Heteroptera	Larven, Puppen & Imago

Relativer Anteil der Eintags-, Stein- und Köcherfliegenlarven (EPT)

Bei EPT handelt es sich um einen Metric, welcher sich auf die Taxa von Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera (Eintags-, Stein- und Köcherfliegen) bezieht:

$$\% \text{ EPT} = \frac{\sum \text{Häufigkeitsklassen EPT-Taxa}}{\sum \text{Häufigkeitsklassen aller Taxa}}$$

Ein hoher Wert, also eine hohe Zahl an nachgewiesenen Eintags-, Stein- und Köcherfliegenlarven, entspricht einem ungestörten, strukturreichen Fließgewässer.

Arten dieser 3 Insektenordnungen (Eintags-, Stein- und Köcherfliegen) sind in der Regel sehr belastungsintolerant hinsichtlich der Gewässergüte. Zudem haben sie einen hohen Anspruch an das Habitat. Dies bezieht sich nicht nur auf das Fließgewässer selbst. Als merolimnische Arten verlassen sie nach dem Schlupf das Gewässer. Die flugfähigen Stadien bedürfen – insbesondere für die Paarung – auch eines intakten Gewässerumfeldes.

Datengrundlage

Probenahme

Die Probenahme beinhaltet die Entnahme einer Stichprobe des zu untersuchenden Gewässers. Bei der Probenahme werden – entsprechend dem jeweiligen Sohlsubstrat – 20 Teilproben genommen, also pro 5 % Substratanteil 1 Teilprobe (siehe Abbildung 1 und 2).

Bei der Probenahme werden auch verschiedene abiotische Parameter, wie z. B. die Strömungsvielfalt, Substratvielfalt und Beschattung erfasst. Die bei einer Probenahme festgestellte Vielfalt der Insekten kann somit sowohl mit den anhand des vorgefundenen Makrozoobenthos festgestellten biotischen Parametern (Saprobie und allgemeine Degradation) als auch mit verschiedenen abiotischen Parametern in Beziehung gesetzt werden (siehe Tabelle 3).

Messstelle

Die Messstellen bezeichnen den jeweiligen Gewässerabschnitt, an denen die einzelnen Probenahmen (in Hessen meist in einem Abstand von 3 Jahren) durchgeführt werden. Aufgrund der festen örtlichen Zuordnung und der daraus resultierenden Gegebenheiten hat die Messstelle einen hohen Aussagewert in Bezug auf das Vorkommen von Insekten.

Die Abhängigkeiten zwischen der mittleren Anzahl der an einer Messstelle vorgefundenen Insekten und den abiotischen Parametern an der Messstelle, dem Habitatindex (FÖRSTER et al. 2017) und dem Landnutzungsindex (UBA 2014) wurden dargestellt (siehe

he Tabelle 3). Der Habitatindex an einer Messstelle wird anhand ausgewählter Einzelparameter der Gewässerstrukturgüte berechnet. Für die Erfassung der Landnutzung wurden zwei unterschiedlich breite und lange Pufferstreifen ausgewählt: Beim Landnutzungsindex 100 wird ein Pufferstreifen mit einer Breite von 100 Metern (je 50 Meter nach rechts und links des Gewässers) und einer Fließlänge von 500 Metern oberhalb der Messstelle betrachtet. Beim Landnutzungsindex 500 wird ein größerer Pufferstreifen mit einer Breite von 500 (je 250 Meter nach rechts und links des Gewässers) und einer Länge von 5000 Metern oberhalb der Messstelle berücksichtigt.



Abb. 1: Repräsentative Probenahme des Makrozoobenthos

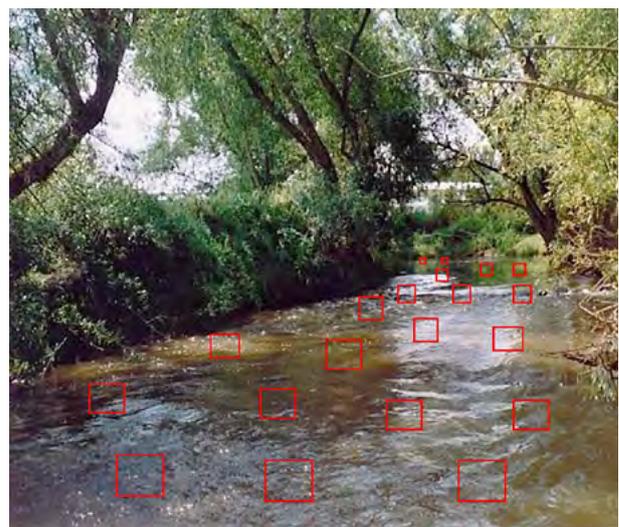


Abb. 2: Erfassung des Makrozoobenthos mit 20 Teilproben (Multihabitat-Sampling)

Wasserkörper

Wasserkörper sind die kleinste zu bewirtschaftende Gewässereinheit. Ein Wasserkörper ist in der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) definiert als „ein einheitlicher und bedeutender Abschnitt eines Oberflächengewässers, z. B. ein See, ein Speicherbecken, ein Strom, Fluss oder Kanal, ein Teil eines Stroms, Flusses oder Kanals, ein Übergangsgewässer oder ein Küstengewässerstreifen“ (WRRL Artikel 2, Absatz 10).

Fließgewässerswasserkörper (nachfolgend nur noch „Wasserkörper“) sind also bestimmte Abschnitte mit einer Einzugsgebietsgröße von mindestens zehn Quadratkilometern. Diese einzelnen Einheiten wer-

den mithilfe meist mehrerer Messstellen regelmäßig auf ihren chemischen und ökologischen Zustand hin überprüft.

Bezogen auf die bewertete Fließgewässerstrecke erreichen in Deutschland gegenwärtig nur etwa 9 % aller natürlichen Fließgewässer einen sehr guten oder guten ökologischen Zustand (Umweltbundesamt 2017).

Die mittlere Anzahl der vorgefundenen Insekten in einem Wasserkörper wird zur Gewässerstruktur des gesamten Wasserkörpers und zu den mittleren Phosphorkonzentrationen in Beziehung gesetzt (siehe Tabelle 3).

Datenumfang und ausgewertete Parameter

Insgesamt konnten für die 3 Bezugsgrößen knapp 4000 Datensätze ausgewertet werden (siehe Tabelle 2).

Die Entwicklung der Insektenfauna wurde also im Hinblick auf die in Tabelle 3 dargestellten abiotischen und biotischen Parameter analysiert.

Tab. 2: Umfang der ausgewählten Daten

Datenebene	Anzahl der Datensätze
Probenahme	2666
Messstelle	1761
Wasserkörper	411

Tab. 3: Betrachtete biotische und abiotische Parameter

Parameter (Bäche und Flüsse)	Probenahme	Messstelle	Wasserkörper
Ökologischer Zustand: Saprobie	X		
Ökologischer Zustand: Allgemeine Degradation	X		
Gewässerstruktur: Strömungsvielfalt	X		
Gewässerstruktur: Anzahl anorganische Substrate	X		
Gewässerstruktur: Substratvielfalt	X		
Beschattung	X		
Gewässerstruktur: Habitatindex (FÖRSTER et al. 2017)		X	
Landnutzung: Landnutzungsindex (UBA 2014)		X	
Gewässerstruktur: Anteil Strukturklassen 1–4			X
Gewässerstruktur: defizitäre Gewässerabschnitte			X
Phosphorkonzentration			X

Ergebnisse

Korrelationsanalysen wurden für die Datensätze aus den Probenahmen, an den Messstellen sowie von den Wasserkörpern berechnet. Alle Ergebnisse finden sich im Anhang der Projektarbeit (BUCHHOLZ et al. 2019).

Probenahme

Die Abbildung 3 zeigt die Abhängigkeit der Anzahl der nachgewiesenen Insektenarten von der ökologischen Zustandsklasse Saprobie. Alle Insektenarten werden mit einbezogen.

Die Abbildung 3 zeigt eine deutliche Abhängigkeit der vorkommenden Insektenarten in einer Probenahme zu der entsprechenden ökologischen Zustandsklasse im Modul Saprobie. Die Trennung zwischen Zustandsklasse 2 und 3 ist sehr deutlich zu erkennen, dort hat das 25 %-Perzentil der Klasse 2 denselben Wert wie das 75 %-Perzentil der Klasse 3 (ab dieser Zustandsklasse 3 „mäßig“ besteht Handlungsbedarf zur Verbesserung des ökologischen Zustands).

Der Median der Anzahl der Insektenarten sinkt mit jeder niedrigeren Zustandsklasse. Somit lässt sich sagen, dass die Artenvielfalt umso größer ist, je geringer die organische Belastung ist. In den Zustandsklassen 4 und 5 können nur noch bestimmte Insekten, die mit hoher organischer Belastung und wenig Sauerstoff auskommen, leben. Bei diesen Arten handelt es sich um Zuckmückenlarven und diverse andere

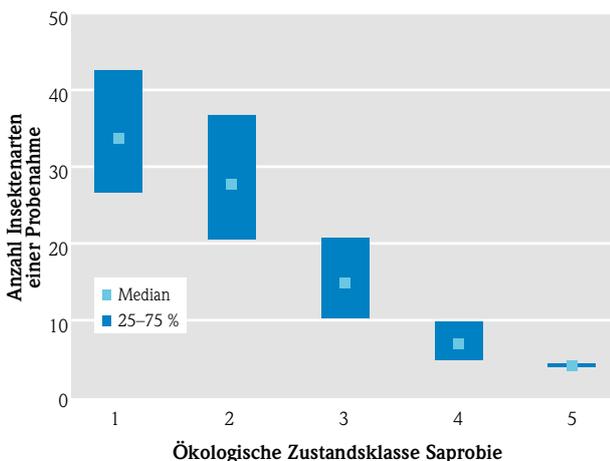


Abb. 3: Anzahl der Insektenarten einer Probenahme – Ökologische Zustandsklasse Saprobie

Im Folgenden werden ausgewählte Beispiele graphisch dargestellt und diskutiert.

Larven aus der Insektenordnung der Zweiflügler (z. B. viele Arten aus der Gruppe der Kriebelmücken), die in stärker belasteten Gewässern vorkommen können.

Abbildung 4 zeigt die Abhängigkeit des relativen Anteils der EPT zu der ökologischen Zustandsklasse Saprobie.

Das 75 %-Perzentil der Klasse 3 liegt unterhalb des 25 %-Perzentils der Klasse 2 (= guter ökologischer Zustand). Somit ist eine sehr klare Abgrenzung der beiden Klassen gegeben. Es kommen deutlich weniger Individuen der EPT in der Klasse 3 vor als in der Klasse 2. Um einen höheren relativen Anteil der EPT zu bekommen (und somit einen guten ökologischen Zustand zu erreichen), ist somit eine Voraussetzung, dass das Gewässer hinsichtlich der organischen Belastung im Modul Saprobie mindestens die Zustandsklasse 2 erreicht hat.

Zudem bestätigt die Analyse, dass der relative Anteil der EPT ein sehr gut geeigneter Metric zur Bewertung des ökologischen Zustands der Fließgewässer ist.

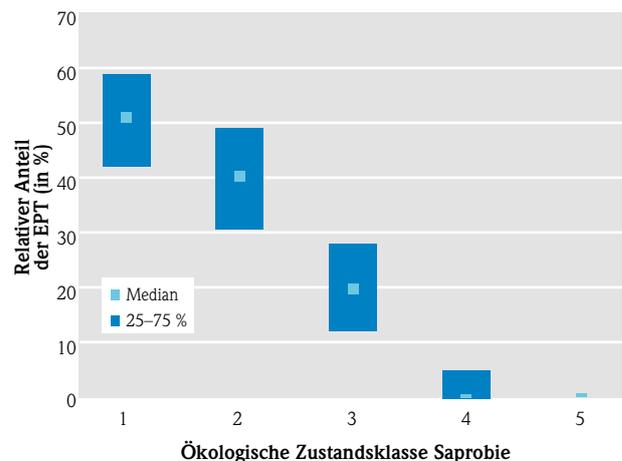


Abb. 4: Relativer Anteil der EPT – Ökologische Zustandsklasse Saprobie

Messstelle

Die Abbildung 5 zeigt die mittlere Anzahl der nachgewiesenen Insektenarten an einer Messstelle im Vergleich zum Habitatindex der Messstelle.

Mit steigendem Habitatindex – also mit schlechter werdenden Gewässerstrukturen – verringert sich die mittlere Anzahl der Insektenarten. Die Korrelation fällt mit $r = -0,38$ sehr deutlich aus und zeigt den direkten Zusammenhang zwischen Strukturvielfalt und Artenvielfalt an. Noch deutlicher würde der Zusammenhang ausfallen, wenn nur die Ergebnisse berücksichtigt würden, bei denen keine organische Belastung vorliegt und auch die Orientierungswerte bei den allgemeinen chemisch-physikalischen Parametern (z. B. Temperatur, Phosphor, Ammonium) eingehalten sind.

So zeigen Studien des LANUV (2018), dass ein guter ökologischer Zustand beim Makrozoobenthos unter folgenden Voraussetzungen erreicht werden kann:

- wenn alle Orientierungswerte eingehalten werden, reicht eine Strukturgröße zwischen 3 (mäßig verändert) und 4 (deutlich verändert) für einen guten Zustand aus (Habitatindex $\leq 3,6$),
- bei Überschreitung bereits eines Orientierungswertes muss die Struktur für einen guten Zustand bereits fast eine Klasse besser sein (gering bis mäßig verändert) (Habitatindex $\leq 2,8$) und

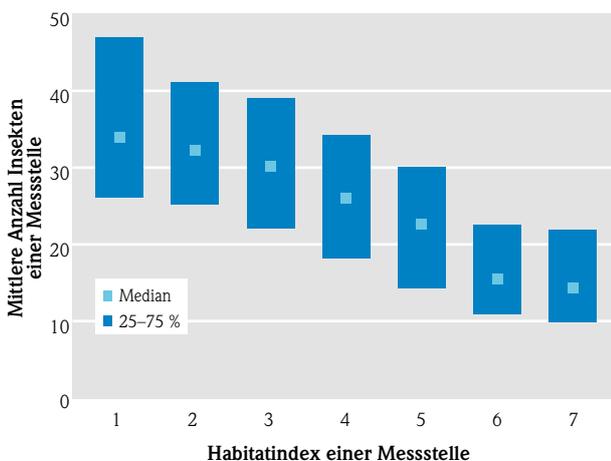


Abb. 5: Mittlere Anzahl der Insektenarten einer Messstelle – Habitatindex einer Messstelle

- wenn der Habitatindex $> 4,5$ (stark verändert) ist und nur bei einem allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter der Orientierungswert überschritten ist, ist ein schlechter Zustand wahrscheinlich und somit auch nur eine geringe Artenvielfalt bei den aquatischen Insekten zu erwarten.

Die Abnahme der Artenvielfalt flacht jedoch ab einen Habitatindex von 6 etwas ab. Hier ist die Struktur bereits sehr stark verändert und es macht somit für die Artenvielfalt kaum einen Unterschied, ob die Gewässerstruktur sehr stark oder vollständig (Klasse 7) verändert ist.

Abbildung 6 zeigt die Abhängigkeit des relativen Anteils der EPT zum Habitatindex der Messstelle.

Der relative Anteil der EPT weist eine sehr große Abhängigkeit zum Habitatindex auf. Entsprechend groß ist der Korrelationskoeffizient ($r = -0,42$).

Auffällig ist, dass bei den Übergängen der Strukturen 1 und 2 sowie 6 und 7, keine nennenswerte Veränderung des relativen Anteils mehr auftritt. Somit ist es auch für diese drei Insektenordnungen unwichtig, ob die Gewässerstruktur unverändert (1) oder gering verändert (2) ist bzw. sehr stark verändert (6) oder vollständig verändert (7).

Gleichzeitig verdeutlicht die Graphik, dass bei der Verbesserung der Gewässerstruktur ein bestimmter Mindestqualitätszustand erreicht werden muss, um eine effektive Regeneration der Insektenvielfalt zu erreichen.

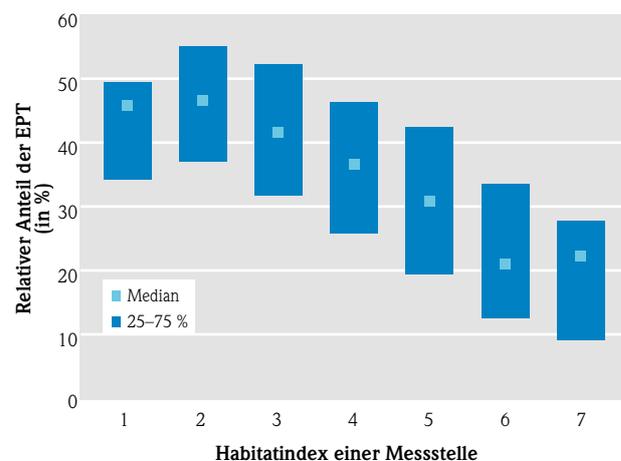


Abb. 6: Relativer Anteil der EPT – Habitatindex einer Messstelle

Beispielsweise liegt die Grenze zwischen dem guten und mäßigen ökologischen Zustand bei den in Hessen weit verbreiteten silikatischen Mittelgebirgsbächen beim Metric EPT bei 50%; dies würde nach obiger Darstellung eine Gewässerstruktur zwischen 2 und 3 bedeuten. Da hier aber auch Untersuchungsergebnisse mit stofflicher Belastung berücksichtigt wurden, werden – unter der Voraussetzung, dass im Zuge der Maßnahmenumsetzung WRRL die stoffliche Belastung

Wasserkörper

Abbildung 7 zeigt die (fehlende) Abhängigkeit des relativen Anteils der EPT zu den Anteilen der Strukturklassen 1–4 in einem Wasserkörper. Die Abbildung zeigt extreme Schwankungen, zudem sind die Korrelationen nicht signifikant.

Während der Median bei einem Anteil der Strukturklassen 1–4 von < 10 % bei etwa 48 % liegt, fällt der Median in den Bereichen < 20 % bis < 40 % sogar ab und nimmt dann bis zu einem Anteil der Strukturklassen 1–4 von < 70 % wieder zu. Als Ursache für die fehlende Korrelation ist anzunehmen, dass der Summenparameter „Gewässerstrukturgüte“ des Wasserkörpers kein geeigneter Indikator für den ökologischen Zustand ist. So konnten auch Foerster et al. (2017) keinen zufriedenstellenden Zusammenhang zwischen der Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten und den gängigen Kennzahlen der Gewässerstrukturkartierung erkennen. Aus diesem Grund hatten FOERSTER et al. (2017) den Habitatindex abgeleitet. Wie in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt, zeigen sich auch im Rahmen dieser Arbeit

ebenfalls deutlich vermindert wird – die Anforderungen an die Gewässerstruktur etwas geringer sein. Zudem wurden bei der Auswertung auch zahlreiche Datensätze anderer Fließgewässertypen berücksichtigt. Dort ist z. T. für einen guten Zustand beim Metric EPT ein etwas geringerer Anteil erforderlich (z. B. karbonatische Mittelgebirgsbäche der Typen 6 und 7 - 47 % oder die großen Mittelgebirgsflüsse (Typ 9.2) - 43 % (siehe www.gewaesser-bewertung.de).

zwischen dem Habitatindex und der Insektenvielfalt deutliche Abhängigkeiten.

Abbildung 8 zeigt den relativen Anteil der EPT in Abhängigkeit der strukturell defizitären Abschnitte im Wasserkörper.

Anhand dieser Abbildung ist zu erkennen, dass sich der relative Anteil der Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera in den Bereichen ab 70 % am geringsten ausfällt. Entsprechend diesem Ergebnis sollten die Wasserkörper weniger als 70 % defizitäre Abschnitte aufweisen.

Im Bewirtschaftungsplan 2015–2021 (HMUKLV 2015a) und Maßnahmenprogramm (HMUKLV 2015b) wird davon ausgegangen, dass das Bewirtschaftungsziel, der gute ökologische Zustand, im Mittel dann erreicht wird, wenn knapp 35 % der Gewässerabschnitte in einem Wasserkörper strukturell hochwertige Abschnitte und somit maximal 65 % defizitäre Abschnitte aufweisen. Somit bestätigt die oben dargestellte Auswertung in etwa diese Zahl.

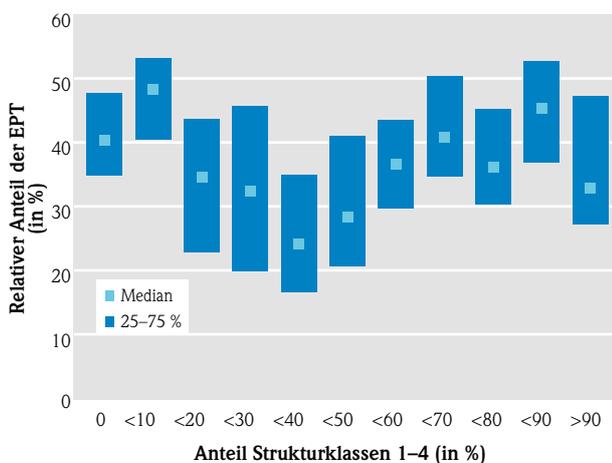


Abb. 7: Relativer Anteil der EPT – Anteil Strukturklassen 1–4 (siehe Tabelle 4)

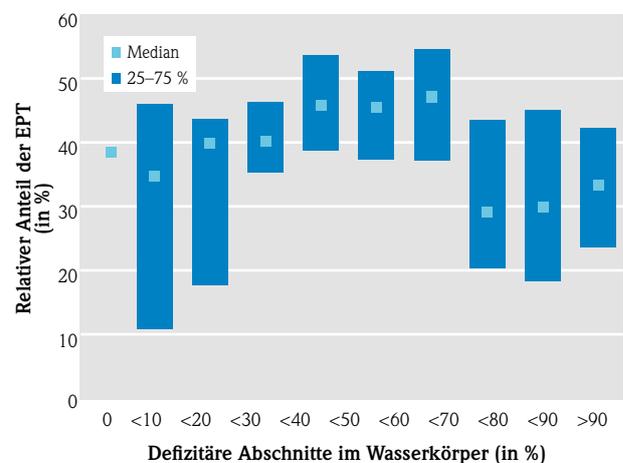


Abb. 8: Relativer Anteil der EPT – Defizitäre Abschnitte im Wasserkörper

Diskussion der Ergebnisse

Es konnte gezeigt werden, dass insbesondere der Parameter Saprobie einen hohen Einfluss auf die Anzahl der Insektenarten hat. Der im nationalen Bewertungsverfahren PERLODES im Modul „Allgemeine

Degradation“ verwendete Metric „Relativer Anteil der EPT-Arten“ korreliert zudem deutlich mit vielen weiteren abiotischen Parametern (z. B. Strömungs- und Substratvielfalt, Habitatindex).

Gewässergüte

Die Abbildung 9 zeigt die Entwicklung der Gewässergüte über den Zeitraum 1970–2016. Dabei ist zu beachten, dass ab 1970 eine einheitliche Bewertung aller Fließgewässer mit sieben Gewässergüteklassen vorgenommen wurde. Die WRRL fordert eine gewässertypspezifische Bewertung, so dass bei der Erstellung der Gewässergütekarten 2006, 2010 und 2016 die gewässertypische fünfstufige Bewertung der ökologischen Zustandsklasse im Modul Gewässergüte vorgenommen wurde. Aufgrund der insbesondere in den Bächen nun höheren Anforderungen auch an die Gewässergüte ist der Handlungsbedarf wieder von weniger als 10 % im Jahr 2000 auf nun 18 % im Jahr 2016 gestiegen.

Anhand der Abbildung 9 wird ersichtlich, dass sich die Gewässergüteklasse im Zeitraum von 1970–2016 außerordentlich verbessert hat. Ziel der Wasserwirtschaft war damals, flächendeckend im Land eine Ge-

wässergüteklasse von II zu erreichen. Dass dieses Ziel binnen 30 Jahren mit einem sehr hohen Kosten- und Arbeitsaufwand (Bau von Kläranlagen, Abwasserkanälen etc.) im Jahr 2000 nahezu erreicht wurde, ist ein Beleg dafür, dass zum Wohle der Allgemeinheit die im Gewässerschutz gesetzten Ziele erreicht werden können. Diese positiven Veränderungen der Gewässergüte haben nach den Ergebnissen dieser Projektarbeit auch einen signifikanten Effekt auf das Insektenvorkommen. Insbesondere tangiert dies die sensibleren Insektengruppen wie beispielsweise Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera. Wie Abbildung 4 zeigt, besteht eine signifikante Korrelation zwischen der Saprobie und dem relativen Anteil der EPT. Anhand dieser Ergebnisse kann ein Rückgang der Insekten in den Fließgewässern bis in die 70er Jahre postuliert werden. Mit der deutlichen Verbesserung der Gewässergüte (siehe Abbildung 9) konnten bereits viele Insektenarten die Bäche und Flüsse wieder besiedeln.

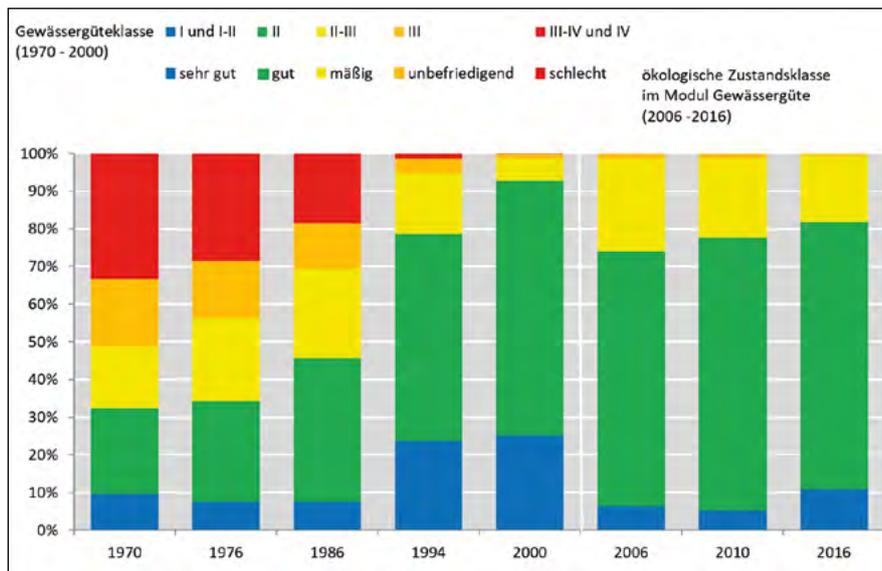


Abb. 9: Prozentualer Anteil der Gewässergüteklassen in Hessen; 1970 bis 2000: einheitliche Bewertung aller Fließgewässer mit sieben Gewässergüteklassen; 2006 bis 2016: gewässertypische 5-stufige Bewertung der ökologischen Zustandsklasse im Modul Gewässergüte

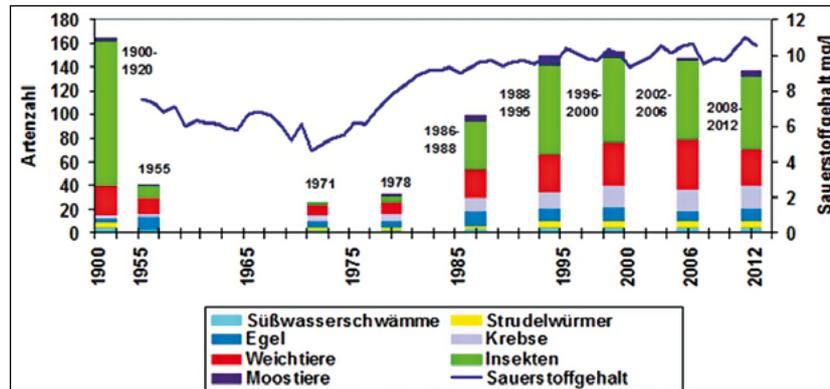


Abb. 10: Historische Entwicklung der Lebensgemeinschaft des Rheins zwischen Basel und der deutsch-niederländischen Grenze in Beziehung zum durchschnittlichen Sauerstoffgehalt des Rheins bei Bimmen (SCHÖLL et al. 2015)

Auch die Ergebnisse von SCHÖLL et al. (2015) bestätigen für den Rhein den Rückgang der Insekten zu Zeiten stärkster Abwasserbelastung und die Erholung mit zunehmender Abwasserreinigung. Von den im Anfang des 20. Jahrhunderts über 100 nachgewiesenen Insektenarten blieben 1971 nur 5 Arten übrig (SCHÖLL et al. 2015). Den nun wieder erfolgten Anstieg der Insektenzahlen zeigt die Abbildung 10.

Es kann also festgehalten werden, dass sich die Situation der aquatischen Insekten seit Ende der 70er Jahre in Deutschland wieder deutlich verbessert hat. Damit sich die bei der Abwasserreinigung bereits erzielten Erfolge weiter positiv auf die Insektenvielfalt der Fließgewässer auswirken können, sind nun insbesondere noch umfangreiche strukturelle Verbesserungen notwendig. So zeigt die Abbildung 10 ebenfalls, dass auch im Rhein – nun insbesondere infolge des Ausbaus und der Nutzung des Rheins als Schifffahrtsstraße – noch zahlreiche Insektenarten fehlen. Im Jahr 1900 kamen im Rhein etwa 120 Insektenarten vor, aktuell werden im deutschen Rheinabschnitt etwa 60 bis 70 Insektenarten festgestellt (SCHÖLL et al. 2015).

Nach SCHÖLL et al. (2015) fehlen im Rhein noch einige in Hessen wieder verbreitete Insektenarten, wie z. B. die in vielen kleineren Flüssen in Hessen (z. B. Fulda, Eder, Haune, Sinn und Jossa) wieder anzutreffende Eintagsfliege *Oligoneuriella rhenana* oder die insbesondere in der Unteren Eder wieder regelmäßig anzutreffende Steinfliege *Perla burmeisteriana*.



Abb. 11: Larven der Eintagsfliegenarten *Ephemerella mucronata* und *Ephemerella ignita*
© Mechthild Banning

Prognose zur Entwicklung der Insekten bei weiterer Umsetzung des Maßnahmenprogramms WRRL

Um die Anzahl der Insekten und Insektenarten in den Fließgewässern weiter zu erhöhen, müssen u. a. auf derzeit ca. 1 500 km noch organisch belasteten Fließgewässerstrecken in Hessen (www.hlnug.de) Maßnahmen ergriffen werden. Des Weiteren ist gemäß Maßnahmenprogramm WRRL (HMUKLV

2015b) noch die Entwicklung naturnaher Gewässer-, Ufer- und Auenstrukturen auf einer Länge von ca. 2 100 km erforderlich. Nur durch diese Maßnahmen kann das Insektenvorkommen von sensiblen Insektengruppen weiter gefördert werden.

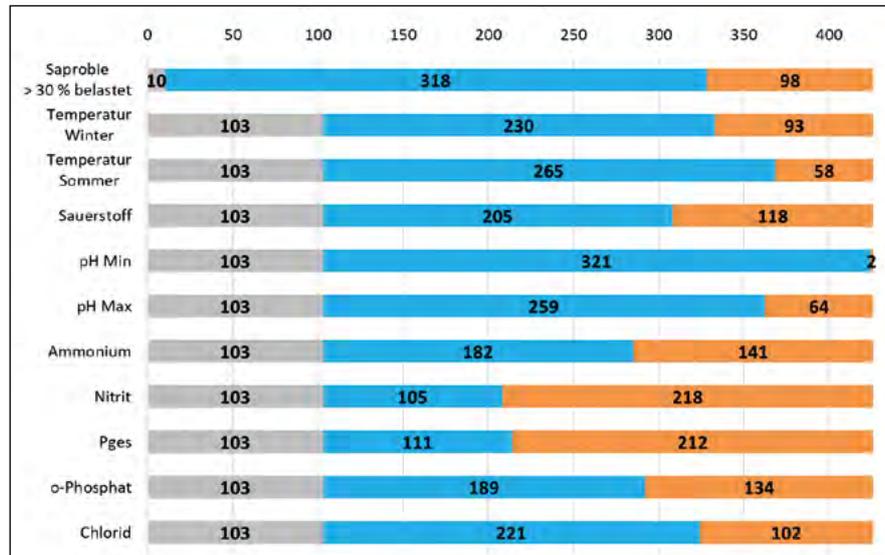


Abb. 12: Maßnahmenbedarf bei den Allgemeinen Chemisch-Physikalischen Parametern in den hessischen Wasserkörpern (Betrachtungszeitraum: 2014–2018; P_{Ges} & o-P-Messwerte nur für das Jahr 2018)

Seit dem Jahr 2000 und somit seit der Verabschiedung der WRRL sind im Maßnahmenblock „Hydromorphologie“ bereits 25 % aller Maßnahmen getroffen worden. Das bedeutet gleichzeitig aber auch, dass viele erforderliche Maßnahmen noch nicht umgesetzt werden konnten. Um alle Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur und zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit bis zum Jahr 2027 erfolgreich umzusetzen, sind Finanzmittel in Höhe von noch ca. 545 Mio. € notwendig (excl. der Maßnahmen an Bundeswasserstraßen) (HMUKLV 2015a).

Eine weitere große Maßnahmengruppe beschäftigt sich mit der Beseitigung von Stoffen und der Verminderung von Stoffeinträgen aus Punktquellen. Die Abbildung 12 zeigt die derzeit noch bestehende Belastung der Wasserkörper mit allgemeinen chemisch-physikalischen Parametern in Hessen.

Festzuhalten ist also, dass es noch sehr großer Anstrengungen bedarf, alle Maßnahmen zur Erreichung der Ziele der WRRL umzusetzen. Die weitere Maßnahmenumsetzung wird zu einer weiteren Verbesserung der Lebensbedingungen für die Insekten führen

und ist somit auch ein Beitrag zur Steigerung der Biodiversität.

Bereits jetzt kommen einige Insektenarten mehr in den Fließgewässern vor. Bekanntes Beispiel ist die Eintagsfliege *Ephoron virgo*, welche lange Zeit als ausgestorben galt. In Augustabenden der Jahre 1990–1992 erregten die Schwärme der geschlüpften Eintagsfliegen in Köln und Bonn großes Aufsehen. Die Schwärme behinderten auf den Rheinbrücken sogar den Autoverkehr. Stellenweise wurden Brücken gesperrt, weil die Insekten die Sicht behinderten oder an Lampen abstürzten und eine rutschige Schicht bildeten. Das war die spektakuläre Rückkehr der einst häufigen Eintagsfliege *Ephoron virgo*, die in Deutschland zuvor fast 50 Jahre verschollen war. Diese „Augustfliege“ wurde früher bei Massenflügen mit Licht angelockt und als Tierfutter verwendet. Wie kaum eine andere Art zeigte ihre Rückkehr, dass sich der Rhein wieder belebte (www.rheinstation.uni-koeln.de). In Hessen wird die Art inzwischen im Rhein, Main und auch in der Lahn wieder nachgewiesen.

Fazit

Die hohe Abwasserbelastung führte in der Vergangenheit zu einem weitgehend unbemerkten Insektensterben. Aus der vorliegenden Projektarbeit wird deutlich, dass sowohl die weitere Verbesserung der Abwasserreinigung, die Minderung der thermischen

und stofflichen Belastung und die weitere Verbesserung der Gewässerstrukturen zu einer Verbesserung der Lebensbedingungen und somit zu einer erhöhten Artenvielfalt von Insekten beitragen.

Literaturverzeichnis

- BUCHHOLZ, G., HOLLER, A.I., MÜLLER, J.-M. & STEUDTER, Y. (2019): Insektensterben in Fließgewässern? (https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/wasser/fliessgewaesser/biologie/Insektensterben_in_Fliessgewaessern_Bericht.pdf; Stand: 20.10.2019).
- Bundesministerium für Umwelt (2018): Bericht des Bundes über Kenntnisstand, aktuelle Forschungen und Untersuchungen zum Insektensterben sowie dessen Ursachen, in: Schriftlicher Bericht für die 90. Umweltministerkonferenz vom 6.–8. Juni 2018. (https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Artenschutz/bericht_insektensterben_bf.pdf; Stand: 20. Oktober 2019).
- EU – Europäische Union (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.
- FOERSTER, J., HALLE, M. & MÜLLER, A. (2017): Entwicklung eines Habitatindex zur Beurteilung biozönotisch relevanter Gewässerstrukturen, in: Gewässer und Boden 466 Fachbeiträge Korrespondenz Wasserwirtschaft 2017 (10) Nr. 8 des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/pdf/Habitatindex_Foerster_Halle_Mueller_KW_8_2017.pdf; Stand: 11. August 2019).
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz – HMUKLV (Hrsg.) (2015a): Bewirtschaftungsplan 2015 – 2021. (http://flussgebiete.hessen.de/fileadmin/dokumente/5_service/BP2015-2021/_BP_Hauptdokument_BP2015-2021_.pdf; Stand: 07. Februar 2017).
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz – HMUKLV (Hrsg.) (2015b): Maßnahmenprogramm Hessen 2015 – 2021. (http://flussgebiete.hessen.de/fileadmin/dokumente/5_service/BP2015-2021/_BP_Hauptdokument_BP2015-2021_.pdf; Stand: 07. Februar 2017).
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen LANUV (2018): Auswertung der Ergebnisse aus dem biologischen WRRL-Monitoring der Fließgewässer in NRW – LANUV Fachbericht 81. (https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/LANUV-Fachbericht_81_gesichert.pdf; Stand: 31. Oktober 2019).
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2014): Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle (https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_43_2014_strategien_zur_optimierung_von_fliessgewaesser-renaturierung_0.pdf; Stand: 19. Juli 2019).

Hessischer Umwelt-Zahlenspiegel

A. Gewässerüberwachung in Hessen

Gewässeruntersuchungen sind Grundlage für die ordnungsgemäße Bewirtschaftung der Gewässer sowie den Schutz der Gewässer als Bestandteil des Naturhaushaltes. Zunehmende Ansprüche an die ober- und unterirdischen Gewässer erfordern einen umfassenden Gewässerschutz mit einer laufenden Überwachung der Gewässer. Die Bereitstellung der hierfür benötigten quantitativen und qualitativen Daten bedingt die Einrichtung von umfangreichen Messnetzen.

In Hessen werden betrieben/untersucht:

108	Pegel an oberirdischen Gewässern zur Erfassung des Wasserstandes und daraus abgeleitet des Abflusses
75	Niederschlagsmessstellen
7	Messstellen zur kontinuierlichen Erfassung der Beschaffenheit oberirdischer Gewässer
251	Messstellen zur stichprobenhaften Erfassung der Beschaffenheit oberirdischer Gewässer
94	Messstellen zur stichprobenhaften Erfassung der Beschaffenheit von Seen
910	Grundwassermessstellen zur Erfassung des Wasserstandes sowie 67 Quellschüttungsmessstellen, davon
351	Grundwassermessstellen zur Erfassung der Wasserbeschaffenheit
> 1 200	operative Messstellen (gemäß EU-WRRL) zur Erfassung von Fischen, Fischnährtieren, Algen und/oder Wasserpflanzen in Fließgewässern

Für alle Messstellen hat das HLNUG gemäß § 57 Hessisches Wassergesetz die Aufgabe, die quantitativen und qualitativen Gewässerdaten zu erfassen, zu sammeln, fortzuschreiben und fallweise zu veröffentlichen. Die Daten werden nach unterschiedlichen Gesichtspunkten und mit verschiedenen Techniken erfasst und in die jeweiligen Datenbanken eingestellt. Die der Erfassung des Wasserstandes an den Fließgewässern dienenden **Pegel** sind zum Großteil (97) über Einrichtungen zur Datenfernübertragung mit einer zentralen Datenbank verbunden. Damit stehen die Daten zeitnah zur Verfügung. Bei Überschreitung eines vorgegebenen Wasserstandes wird automatisch eine Hochwasserwarnung an die für den Hochwasserwarndienst zuständigen Behörden abgegeben. Die Öffentlichkeit kann sich auch über das Internet (<http://www.hlnug.de>) über die Wasserstände hessischer Gewässer informieren.

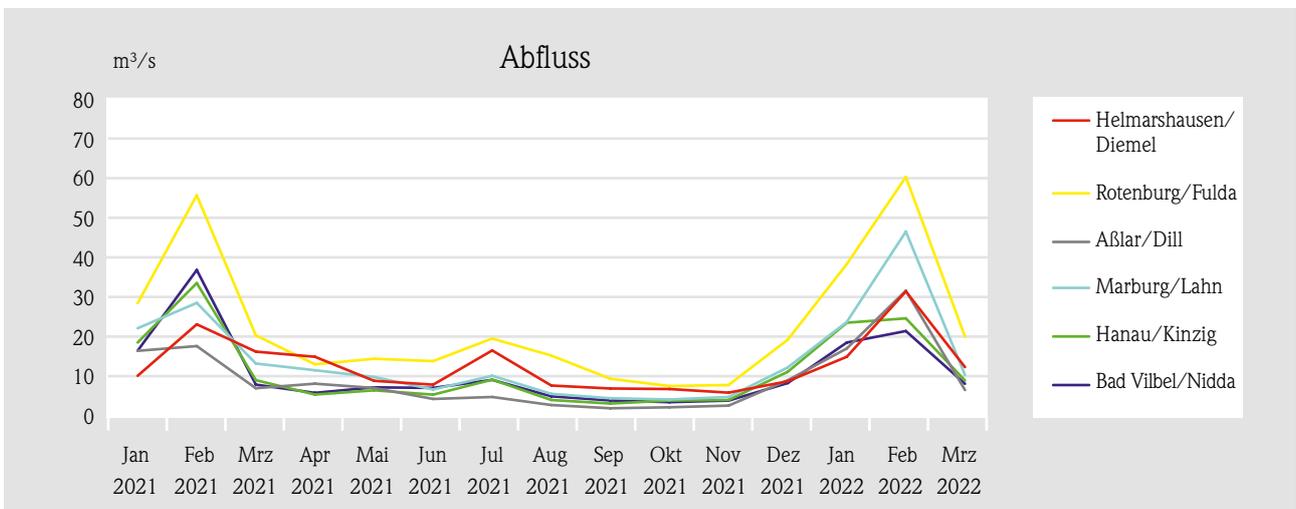
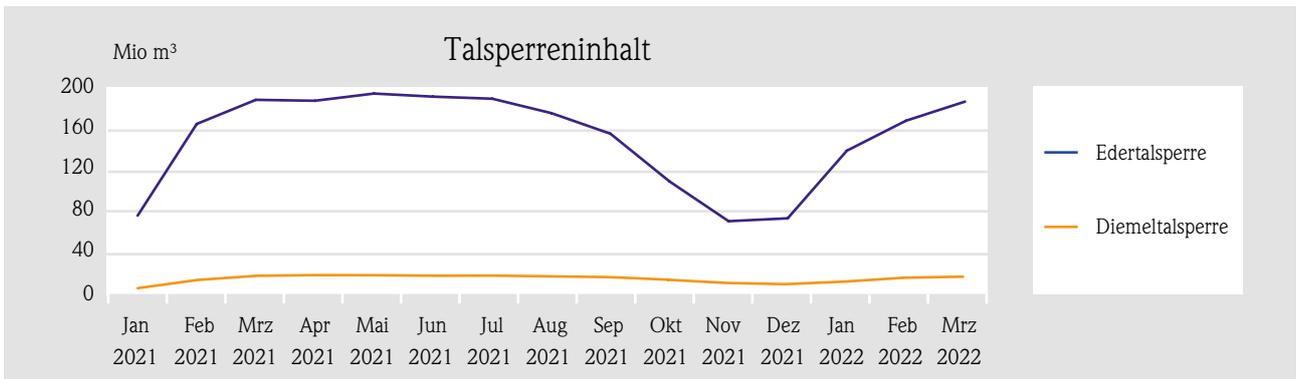
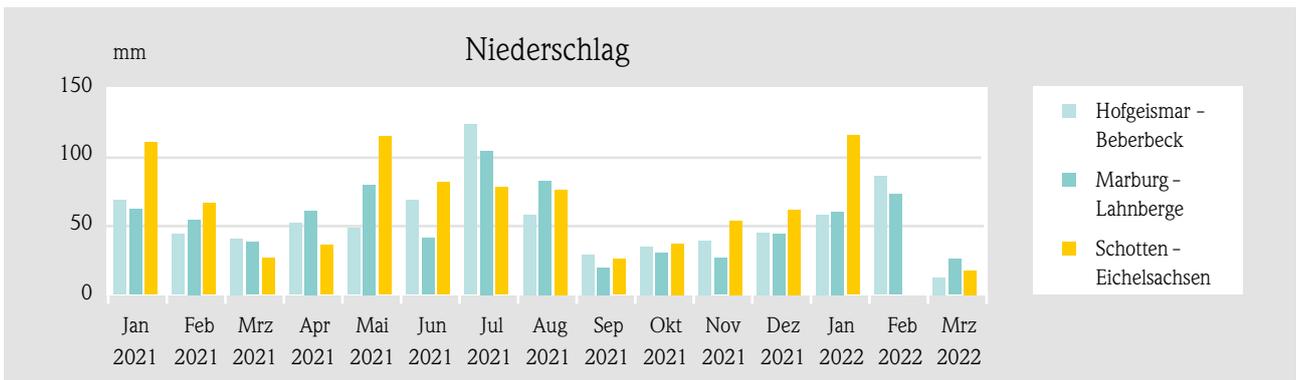
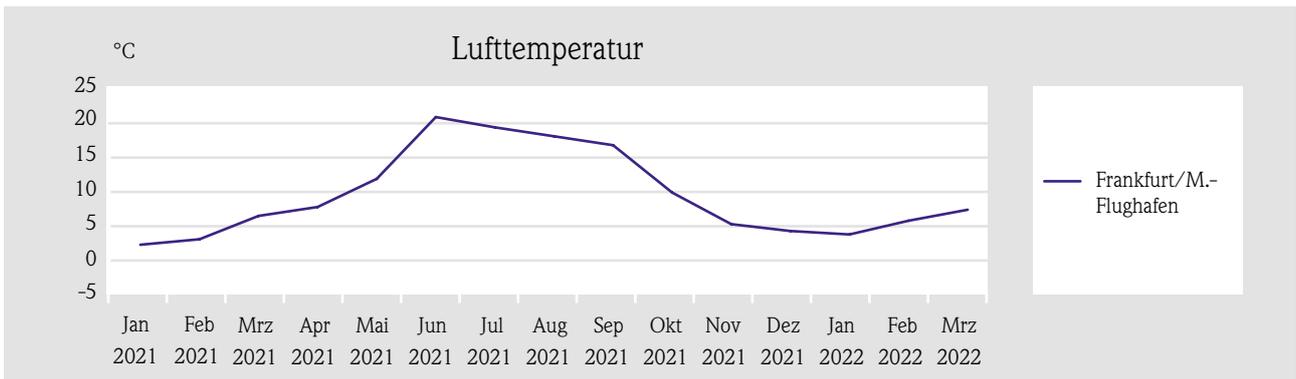
Die **Niederschlagshöhen** werden an den 75 Messstellen des landeseigenen Niederschlagsmessnetzes ermittelt. Derzeit sind 50 Messstellen mit Datenfernübertragung ausgerüstet, deren Werte digital in eine zentrale Datenbank übermittelt werden. Dort stehen sie u. a. für Hochwasservorhersagemodelle und für die Internetdarstellung zur Verfügung.

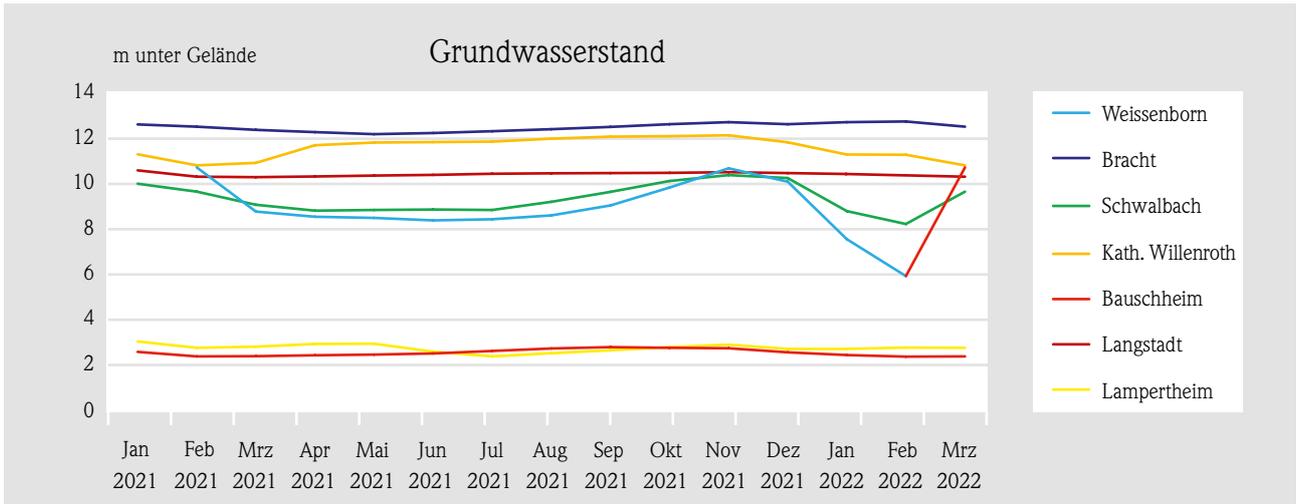
Die **Überwachung der Gewässerbeschaffenheit und die Bewertung des chemischen Zustands** gemäß der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) in Hessen erfolgt an den größeren Gewässern in Hessen wie Main, Nidda, Kinzig, Werra, Lahn, Fulda und wegen der besonderen Belastungssituation im Schwarzbach (Ried) durch Messstationen. Hier werden physikalisch messbare Parameter kontinuierlich, d. h. minütlich bzw. halbstündlich registriert und es wird kontinuierlich Probenwasser für die spätere chemische Analyse entnommen. Um den chemischen Zustand auch der kleineren Gewässer zu erfassen, werden darüber hinaus an 251 Messpunkten sowohl umfangreiche physikalische als auch quantitative und qualitative chemische Untersuchungen durchgeführt. Diese Messstellen liefern zwar eine geringere Informationsdichte als die Messstationen, umfassen dafür aber ein dichtes Messstellennetz, das gleichmäßig über die Fläche Hessens verteilt ist und je nach Situation bei negativer Entwicklung der Güte einzelner Gewässer bzw. in deren Teileinzugsgebieten regional durch zusätzliche Messstellen verdichtet werden kann.

Die Beschaffenheit von Seen wird an 94 Messstellen überwacht. Die Bewertung des ökologischen Zustands gemäß EU-WRRL erfolgt in erster Linie anhand der im Gewässer vorkommenden Fauna und Flora. Die Einzelergebnisse dieser Untersuchungen sind unter <http://wrrl.hessen.de> einsehbar. Sowohl hier als auch unter <http://www.flussgebiete.hessen.de> sind zahlreiche weitere Informationen zur Umsetzung der EU-WRRL zu finden. Ziel der Gewässerüberwachung ist somit einerseits Langzeitwirkungen zu beobachten, andererseits kurzfristige Änderungen der Gewässerbeschaffenheit frühzeitig zu erkennen.

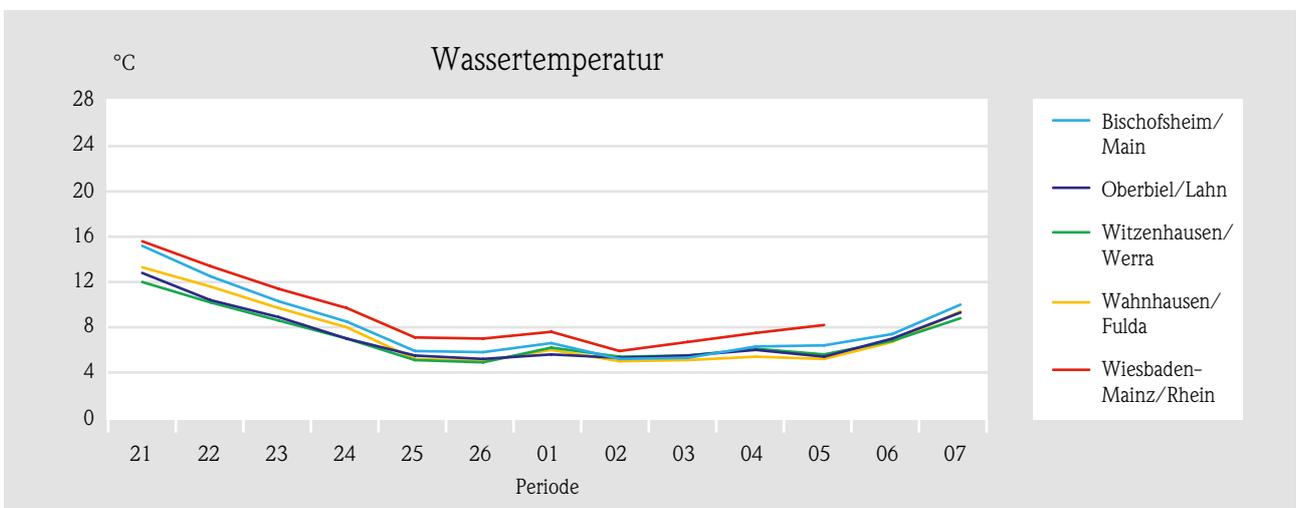
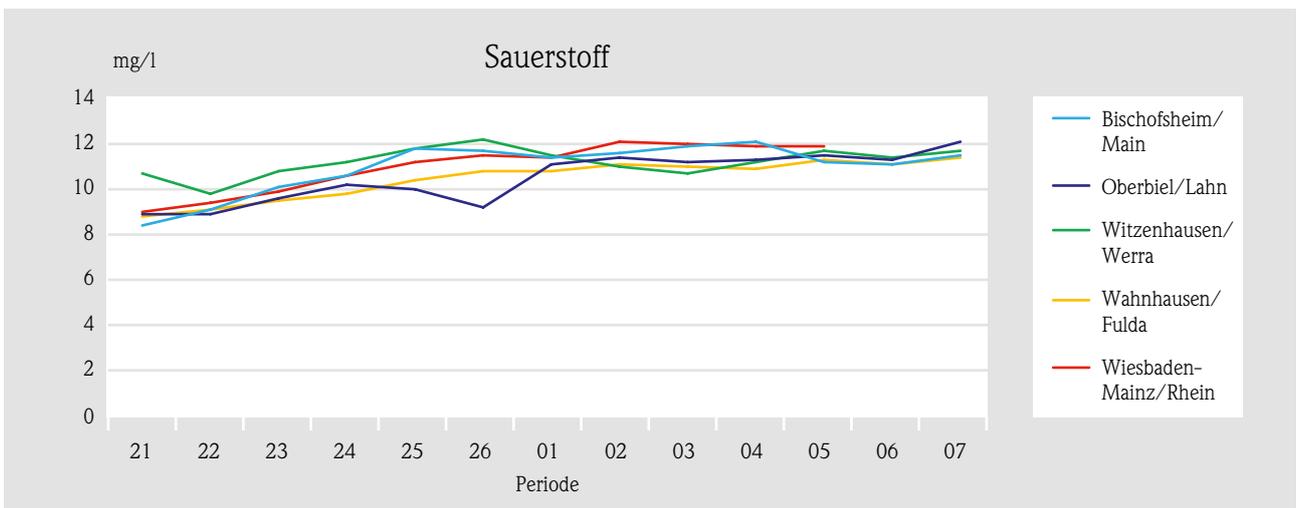
Der quantitative **Grundwassermessdienst** wird im Auftrag der Regierungspräsidien von Beobachtern vorgenommen, die überwiegend im Wochenturnus Einzelmessungen im Hinblick auf Grundwasserstand und Quellschüttung durchführen. Nur in einigen Fällen werden überall dort, wo aus hydrogeologischen Gründen der Grundwasserspiegel in Beobachtungsröhren oder die Schüttung von Quellen starken Schwankungen unterworfen sind, die entsprechenden Messgrößen kontinuierlich mittels konventioneller Schreibgeräte und/oder mittels Datenlogger registriert. Aus 351 Grundwassermessstellen und Quellen werden Proben genommen. Die chemische Analyse dient der Bewertung des Ist-Zustandes der Grundwasserbeschaffenheit und der Prognose der zukünftigen Entwicklung unter dem Einfluss anthropogener Wirkfaktoren.

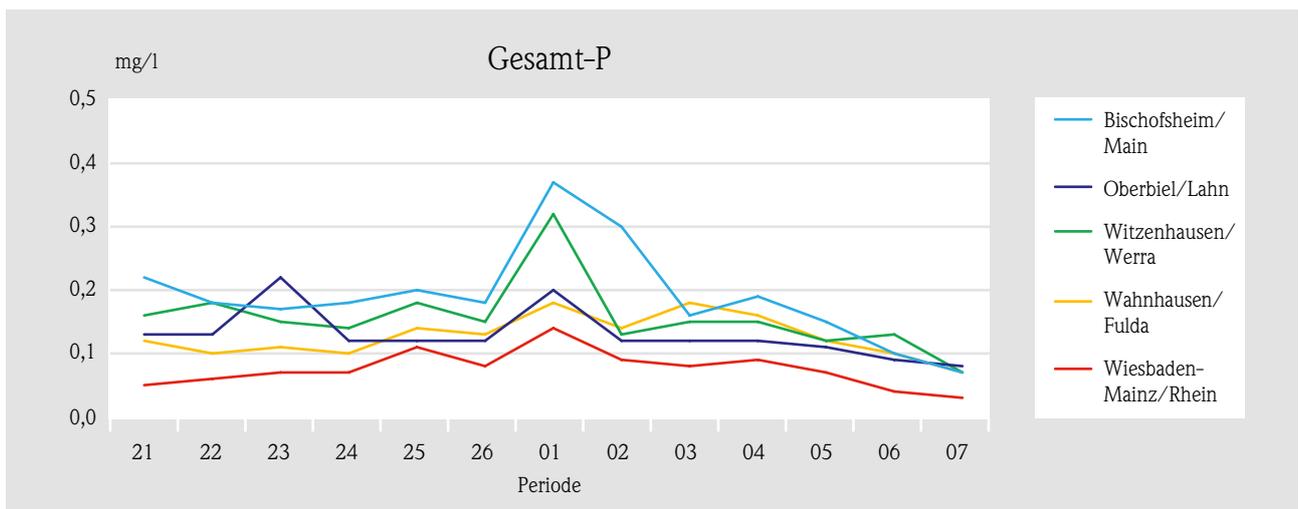
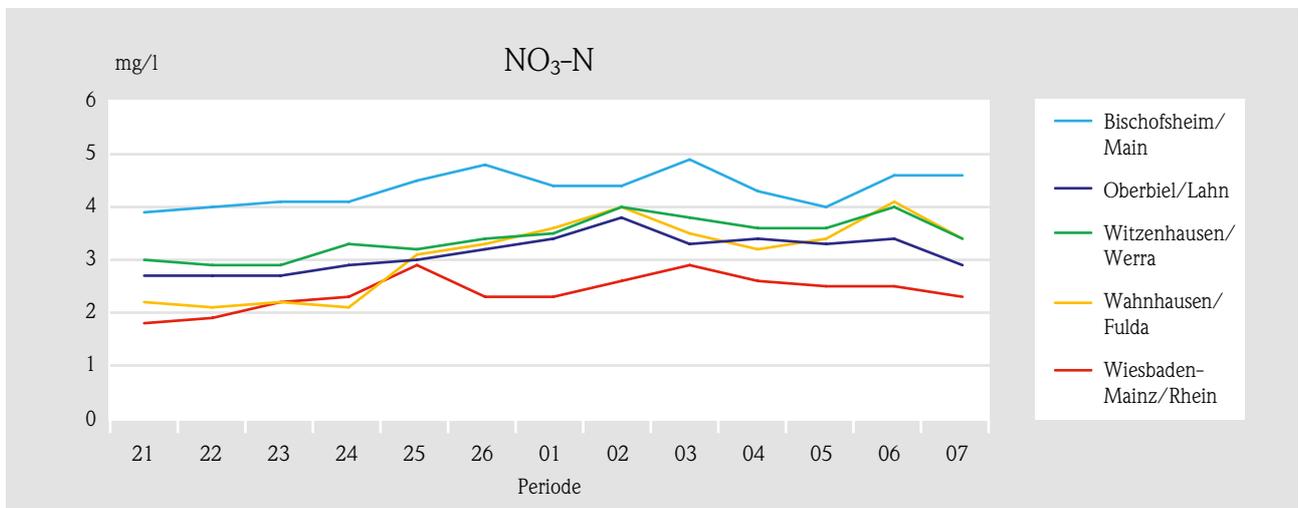
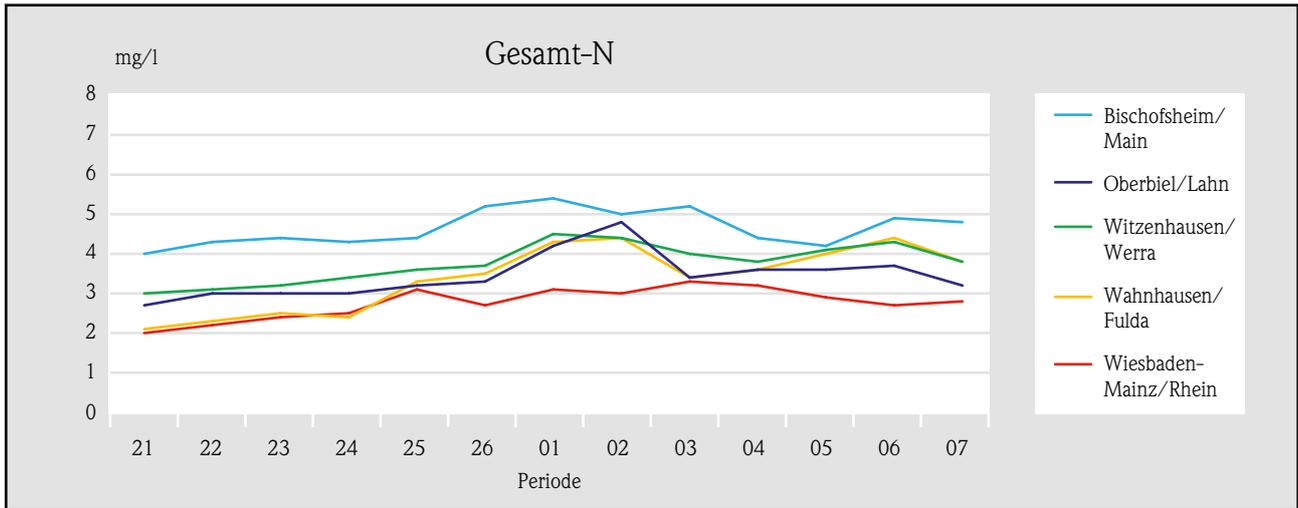
1. Hydrologische Daten nach Messstellen





2. Gewässerbelastung nach Messstellen und Komponenten





* Periode

21	22	23	24	25	26	01	02	03	04	05	06	07
04.10.21	18.10.21	01.11.21	15.11.21	29.11.21	13.12.21	27.12.21	10.01.22	24.01.22	07.02.22	21.02.22	07.03.22	21.03.22

Messwerte Wasser



<http://www.hlnug.de/?id=473>

Wir überwachen die Gewässer in Hessen. Viele gewässerkundliche Messstellen, sowie Sondermessprogramme und die Daten Dritter liefern die notwendigen Informationen. Die aufbereiteten Daten dieses gewässerkundlichen Datenpools stellen wir Ihnen auf unserer Homepage aktuell zur Verfügung. Dort können Sie sich über Wasserstände, Durchfluss, Wassertemperatur, Grundwasser, Niederschlag, Abfluss- und Wasserstandsvorhersagen sowie über physikalische, chemische und biologische Gewässergüte-Parameter informieren.

B. Die Luftqualität in Hessen

Zur kontinuierlichen Überwachung der Luftqualität betreibt das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) ein landesweites Messnetz mit rund 35 Luftmessstationen. Die Verpflichtung zur landesweiten Immissionsüberwachung ergibt sich aus den EG-Luftqualitätsrichtlinien, welche durch die 39. BImSchV (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen) in deutsches Recht umgesetzt sind, und durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) selbst, das seit 1974 die rechtliche Grundlage für die Luftreinhaltung in Deutschland, so auch in Hessen, darstellt.

Die automatisierten Stationen des Luftmessnetzes sind mit Analysegeräten für gasförmige Schadstoffkomponenten und für Feinstaub, und mit Messgeräten zur Erfassung meteorologischer Einflussgrößen ausgestattet. Die ermittelten Daten werden direkt an die Messnetzzentrale im Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie nach Wiesbaden übertragen. Von dort aus werden die Daten über verschiedene Medien wie z. B. Info-Telefon, Videotext und Internet zeitnah veröffentlicht, damit sich Interessierte aktuell informieren können.

Darüber hinaus dienen die Messdaten der landesweiten Überwachung der Luftqualität und sind eine wesentliche Grundlage für die hessische Luftreinhaltungsplanung, deren Ziel das Erreichen und Einhalten anspruchsvoller Luftqualitätsziele ist.

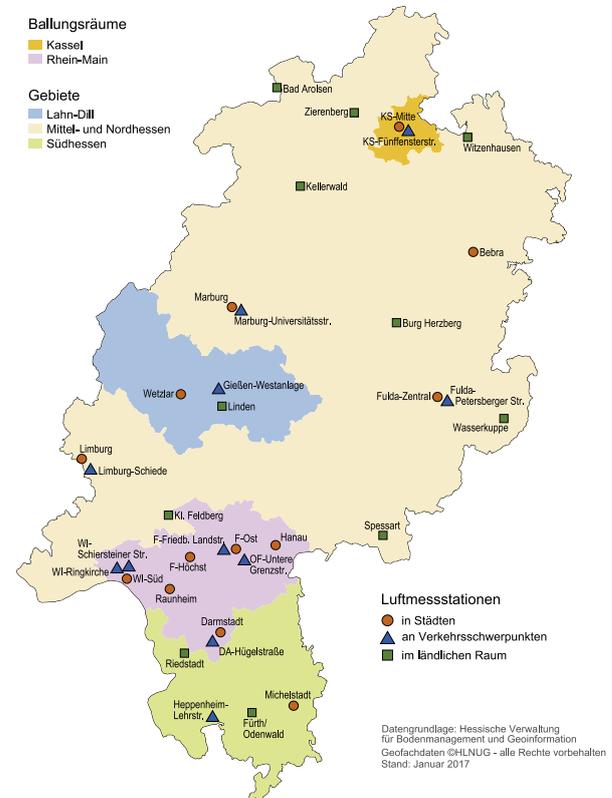
Aktuelle Informationen zur Luftqualität erhält man über folgende Medien:

- Info-Telefon des HLNUG: 0611/6939-666 (Ansaage)
- Videotext des HR 3: Hessentext: Tafeln 160–168 (akt. Messwerte), Tafeln 174–178 (Wetterdaten)
- Internet: <http://www.hlnug.de>

Die Messstationen sind entsprechend ihrer Standortcharakteristik in drei Gruppen unterteilt:

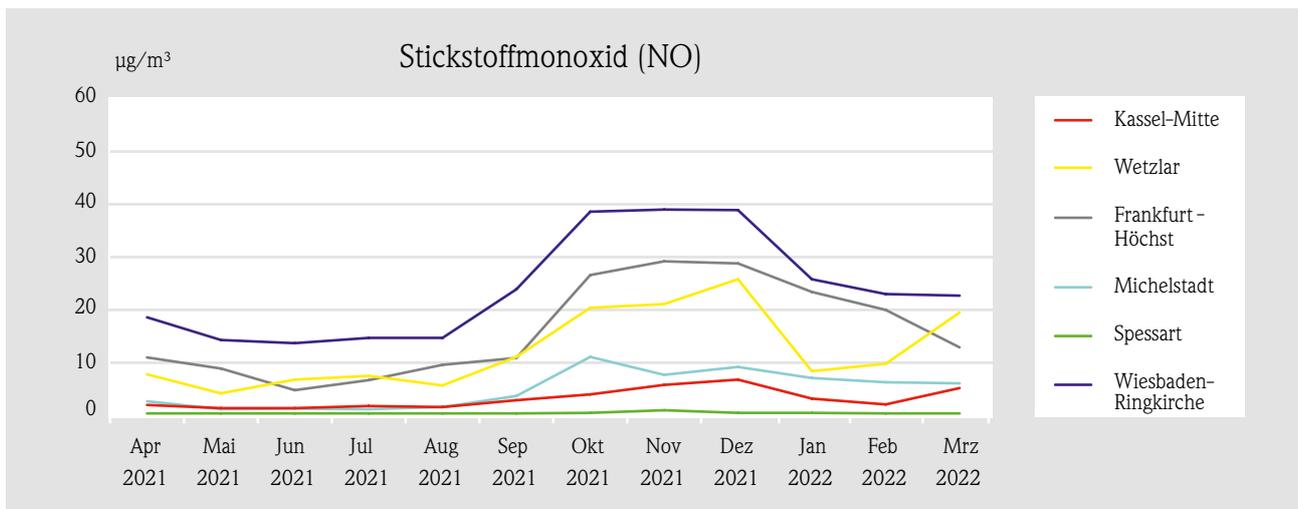
●	Luftmessstationen in Städten
▲	Luftmessstationen an Verkehrsschwerpunkten
■	Luftmessstationen im ländlichen Raum

Sowohl die Aufteilung Hessens in Ballungsräume und Gebiete nach 39. BImSchV als auch die Standorte der Luftmessstationen sind der folgenden Übersichtskarte zu entnehmen.

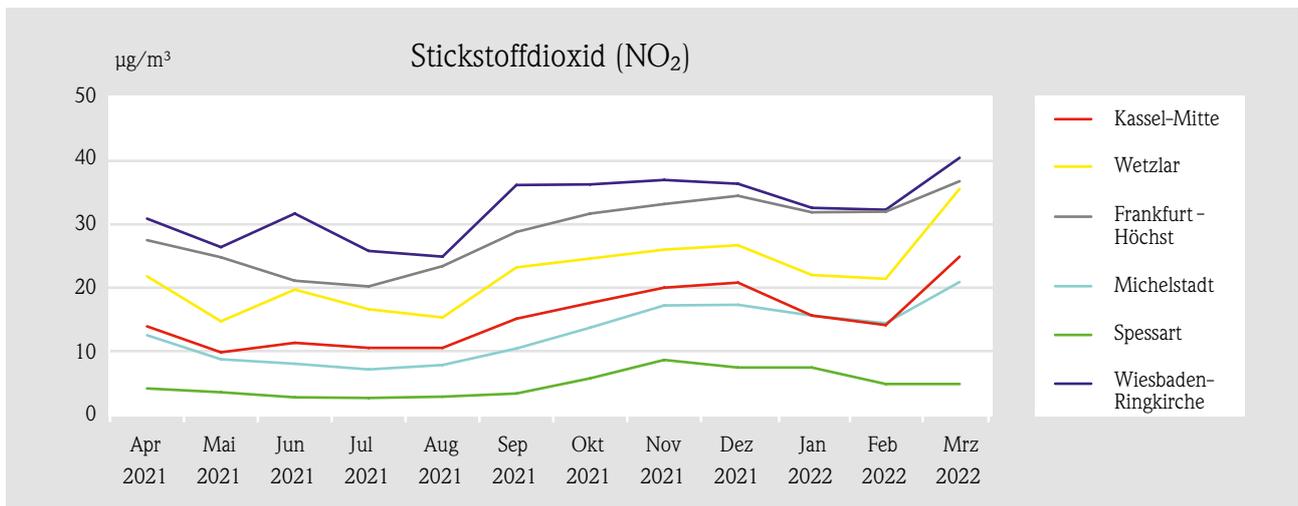


Für die Komponenten Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Ozon (O₃), Schwefeldioxid (SO₂), Feinstaub (PM₁₀) und Feinstaub (PM_{2,5}), Benzol/Toluol/Xylol (BTX), Kohlenmonoxid (CO) und Lufttemperatur sind auf den folgenden Seiten je eine Verlaufsgrafik und eine Tabelle der Monatsmittelwerte für den zurückliegenden Zeitraum von zwölf Monaten dargestellt. Mittels dieser Darstellungen lässt sich pro Komponente ein vollständiger Jahresgang verfolgen. In den Darstellungen sind die Konzentrationswerte der Luftschadstoffe jeweils in der Einheit „Mikrogramm pro Kubikmeter Luft“ (µg/m³) angegeben. Für Kohlenmonoxid (CO) gilt die Einheit „Milligramm pro Kubikmeter Luft“ (mg/m³). Die gemessenen Feinstaubfraktionen PM₁₀ und PM_{2,5} beinhalten Partikel mit einem Durchmesser kleiner oder gleich 10 bzw. 2,5 Mikrometer (µm).

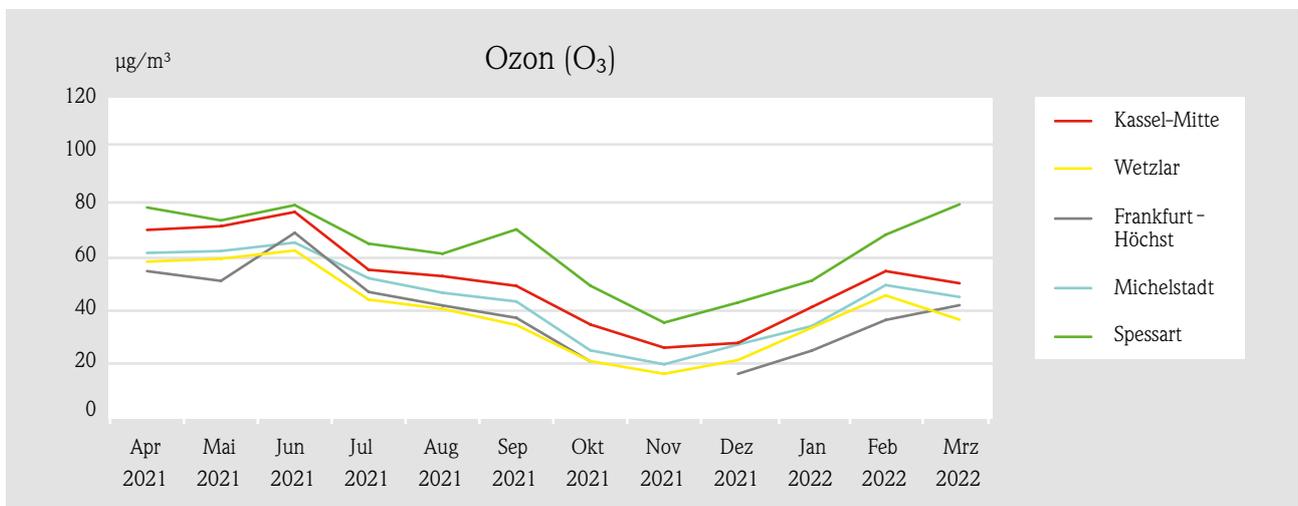
Monatsmittelwerte – Stickstoffmonoxid (NO) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$



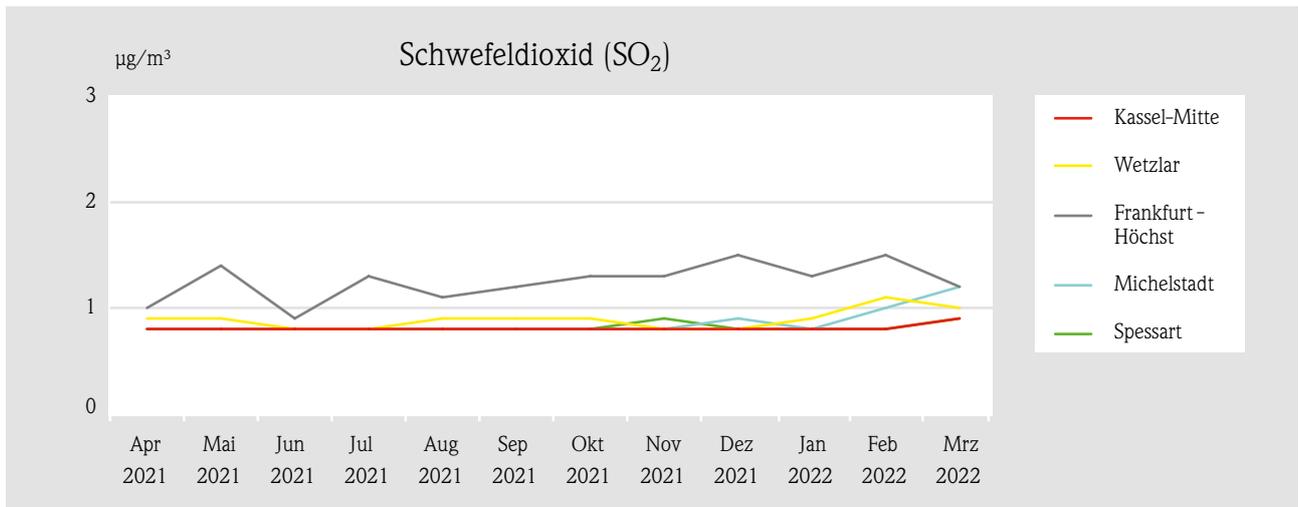
Monatsmittelwerte – Stickstoffdioxid (NO₂) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$



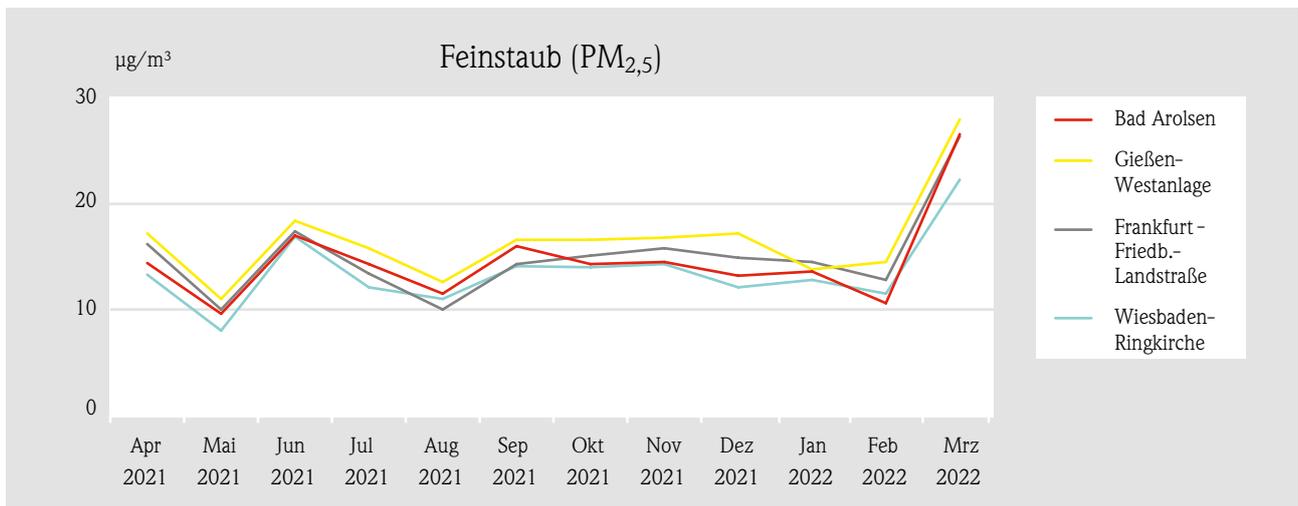
Monatsmittelwerte – Ozon (O₃) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$



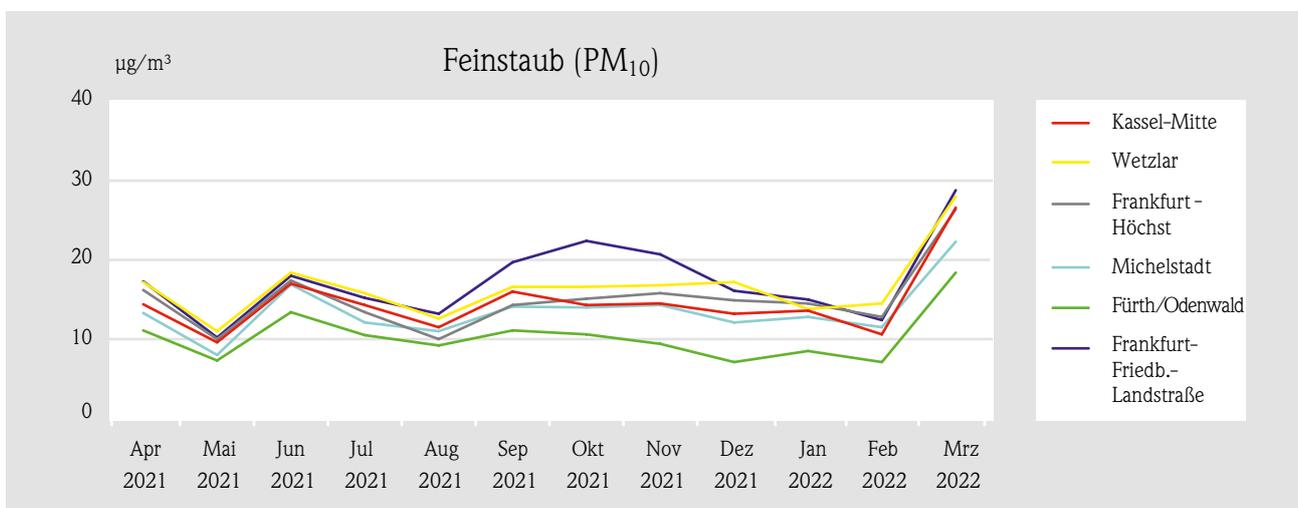
Monatsmittelwerte – Schwefeldioxid (SO₂) in µg/m³



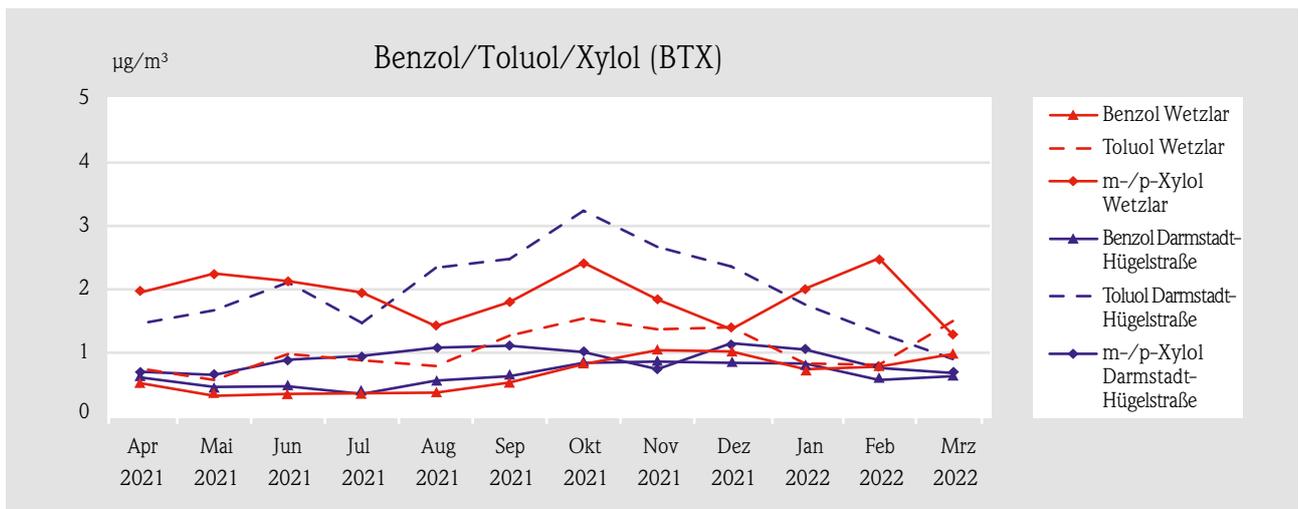
Monatsmittelwerte – Feinstaub (PM_{2,5}) in µg/m³



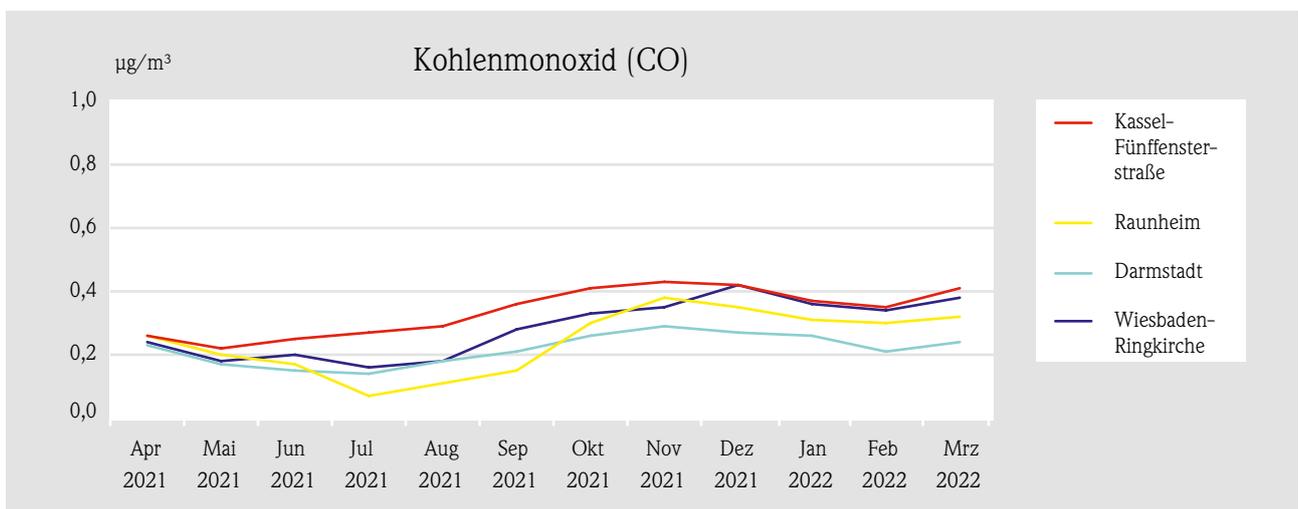
Monatsmittelwerte – Feinstaub (PM₁₀) in µg/m³



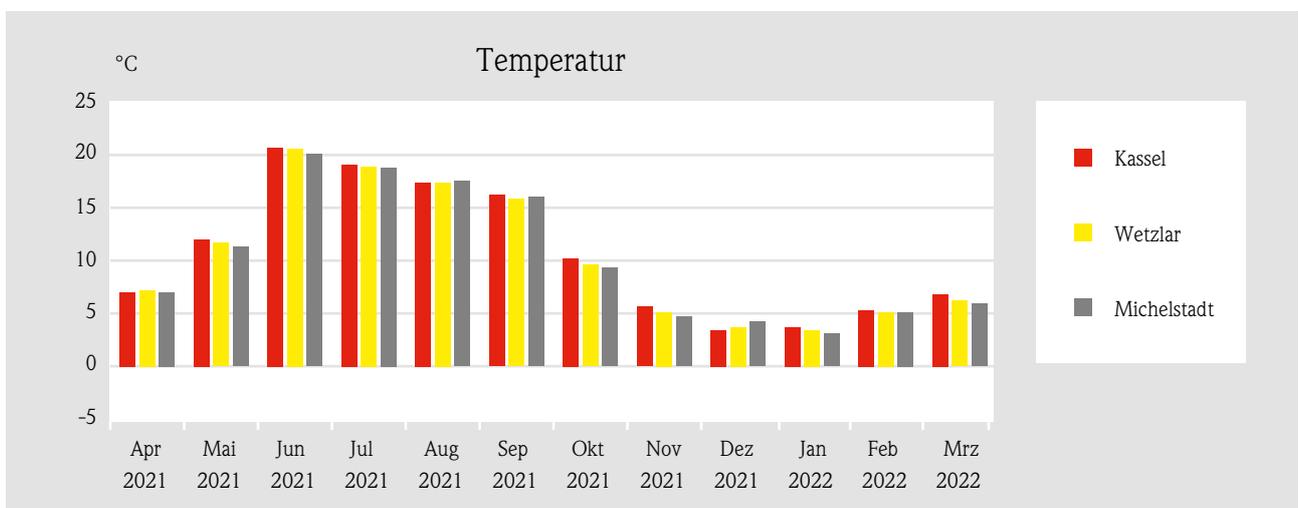
Monatsmittelwerte – Benzol/Toluol/Xylol (BTX) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Monatsmittelwerte – Kohlenmonoxid (CO) in mg/m^3



Lufttemperaturen an drei hessischen Messstationen: Monatsmittelwerte – Temperatur in $^{\circ}\text{C}$



Messwerte Luft



<http://www.hlnug.de/?id=445>

Saubere Luft ist von grundlegender Bedeutung für Menschen, Tiere und Pflanzen. Das HLNUG betreibt ein landesweites Messnetz mit über 35 Luftmessstationen und ist zuständig für die Beurteilung der Luftqualität in Hessen. Auf unseren Luftmesswerte-Seiten werden die ermittelten Daten zeitnah veröffentlicht. Dort können Sie sich über die aktuellen Messwerte von Ozon, Stickstoffoxiden, Feinstaub und anderen Luftschadstoffen informieren sowie Recherchen zu diesen Daten durchführen.