

2 ZUSAMMENFASSUNG DER SIGNIFIKANTEN BELASTUNGEN UND ANTHROPOGENEN EINWIRKUNGEN AUF DEN ZUSTAND VON OBERFLÄCHENGEWÄSSERN UND GRUNDWASSER

2.1 Belastungen der Oberflächengewässer

2.1.1 Belastung der Oberflächengewässer durch Punkt- und diffuse Quellen

2.1.1.1 Kommunale Einleitungen

Ausgangssituation, Grundlagen, Vorgehensweise

Durch den Ausbau der kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen konnte erreicht werden, dass das häusliche Abwasser von rund 99 % der hessischen Bevölkerung mechanisch-biologisch behandelt wird. In Hessen werden 739 kommunale Abwasserbehandlungsanlagen mit mehr als 50 Einwohnerwerten (EW) und einer Gesamtausbaugröße von rund 10,3 Mio. EW betrieben. Die Lage der Kläranlagen mit einer Ausbaugröße größer als 2.000 EW ergibt sich aus Abbildung 2-1. Einzelheiten ergeben sich aus dem Abschnitt 2.1.7 (Kommunalabwasserrichtlinie) im Maßnahmenprogramm sowie dem Bericht zur „Beseitigung von kommunalen Abwässern in Hessen“ (HMULV 2007c).

Die Niederschlagswasserableitung erfolgt zu ca. 80 % im Mischsystem und zu ca. 20 % im Trennsystem. In den Mischwassersystemen stehen landesweit 1,6 Mio. m³ Beckenvolumen und 300.000 m³ Kanalstauraum zur Verfügung. Der Anteil des unbehandelt in die Gewässer abgeschlagenen Niederschlagswassers (Entlastungsrate) beträgt im landesweiten Durchschnitt ca. 40 % (SCHREINER & BRAHMER 2008).

Ergebnisse

Die Reinigungsleistungen der Kläranlagen lagen im Jahr 2005 im Mittel bei den organischen Summenparametern bei 95 % (CSB) und 98 % (BSB₅), bei N_{ges} (Summe der organischen und anorganischen Stickstoffkomponenten) bei 79 % und bei Gesamt-Phosphor (P_{ges}) bei 90 % (siehe Abb. 2-2 – dort nach Größenklassen differenziert).

Die in Hessen aus den Kläranlagen eingeleiteten Frachten ergeben sich, aufgegliedert nach Bearbeitungsgebieten, aus Tabelle 2-1.

Wasserwirtschaftliche Besonderheiten, Unsicherheiten

Die Kläranlagen werden mindestens entsprechend dem Stand der Technik oder nach den jeweils zu stellenden, weitergehenden gewässerbezogenen Anforderungen ausgebaut bzw. betrieben.

Die Datenerfassung – auch als Grundlage der Planung ergänzender Maßnahmen – im Bereich der Abwasser-, Mischwasser- und Niederschlagswassereinleitungen wird laufend fortgeschrieben.

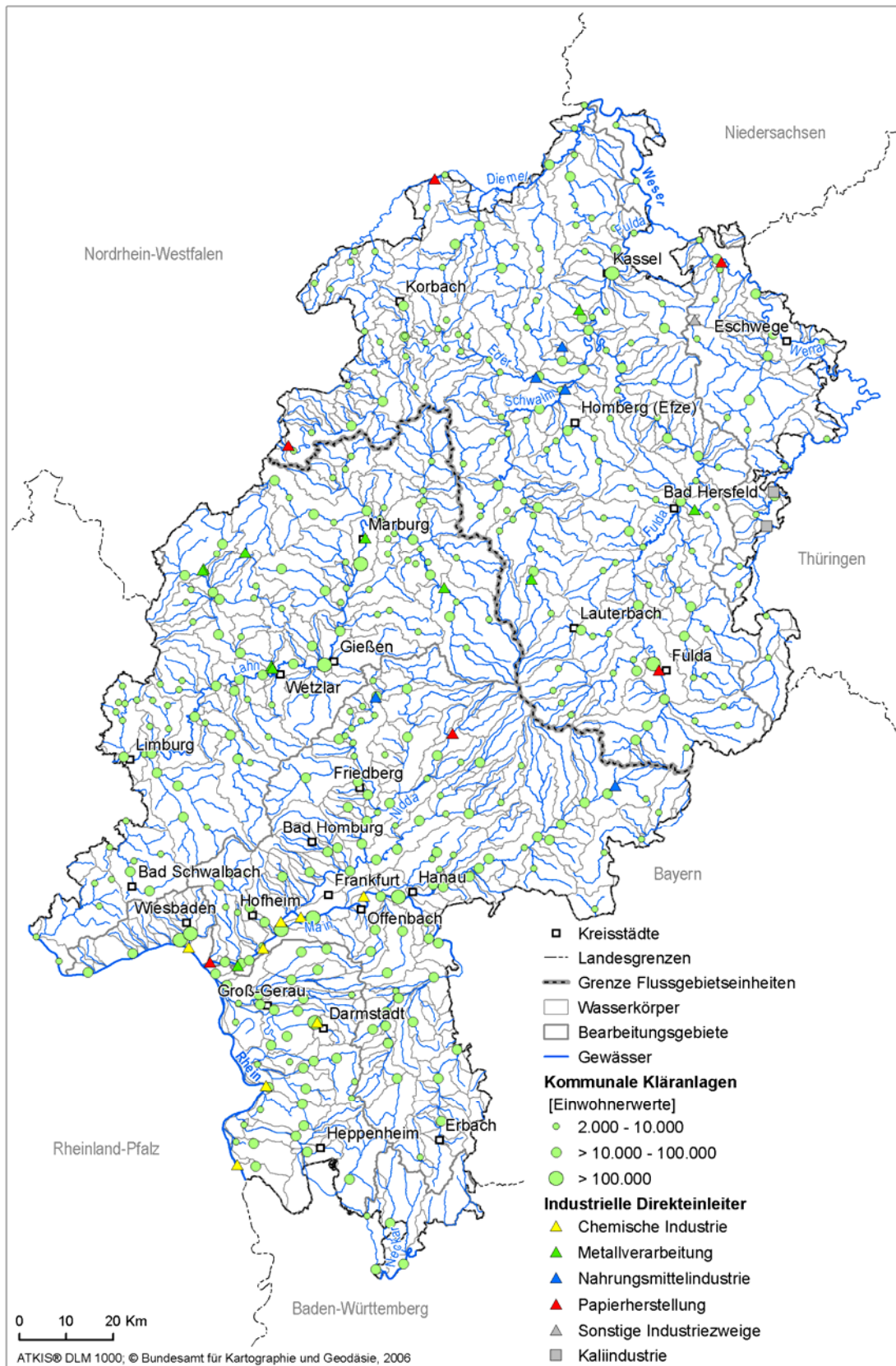


Abb. 2-1: Kommunale Kläranlagen und industrielle Direkteinleiter (Stand 2005)

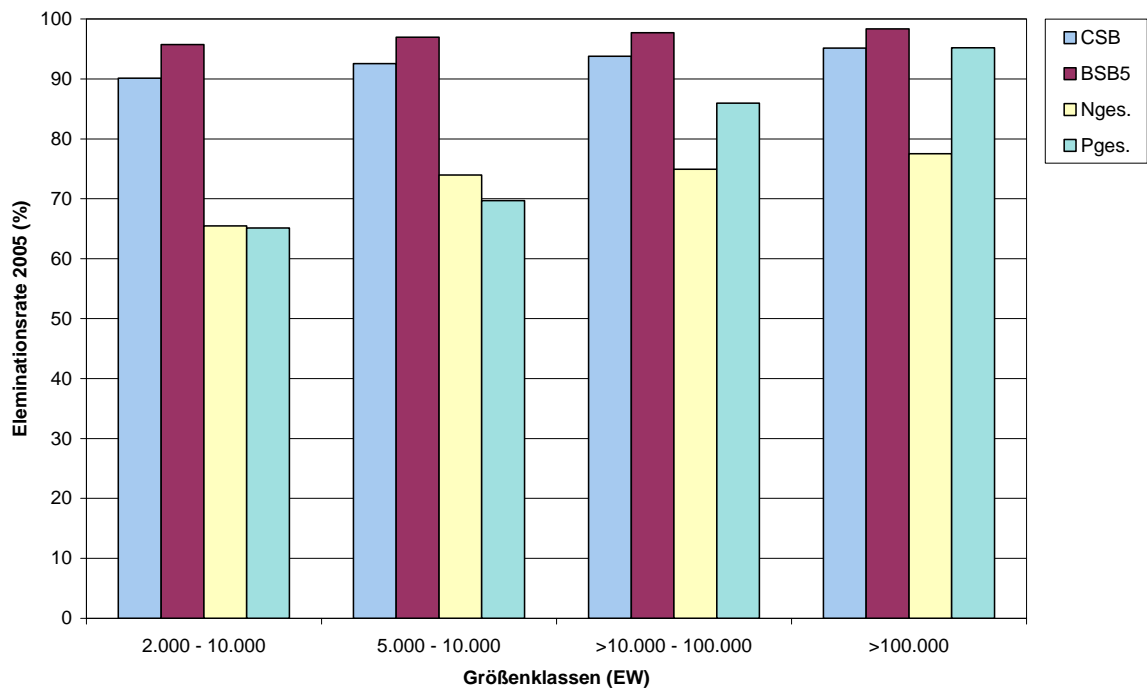


Abb. 2-2: Eliminationsraten kommunaler Kläranlagen (HMULV 2007c, Beseitigung von kommunalen Abwässern in Hessen – Lagebericht 2006)

Tab. 2-1: Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen, Mischwasser und Trennkanalisation (Stand 2005) (FZ JÜLICH o.J.)

Bearbeitungsgebiet/ Flussgebietseinheit	Abwassermenge m³/a	Fracht					
		Kläranlagen				Mischwasser	Nieder- schlagwasser (Trennkanal)
		BSB5	CSB	Nges anorga- nisch	Pges	Pges	
		t/a					
Weser	1.424.704	8	50	11	4	1	0
Fulda/Diemel	197.935.222	1.130	5.442	2.044	235	33	13
Werra	25.902.706	167	664	214	34	5	2
Weser (hess. Teil)	225.262.632	1.304	6.157	2.269	272	39	15
Mittelrhein	197.138.785	900	4.382	1.458	196	27	10
Main	315.665.482	1.371	8.303	2.567	282	41	16
Oberrhein	100.943.501	373	2.735	634	60	18	7
Neckar	6.740.498	39	160	69	8	1	1
Rhein (hess. Teil)	620.488.266	2.683	15.580	4.728	545	87	34
Hessen	845.750.898	3.987	21.736	6.997	817	126	49

2.1.1.2 Industrielle Einleitungen

In Hessen obliegt die Abwasserbeseitigung, soweit sie nicht anderen Körperschaften des öffentlichen Rechts übertragen wurde, den Gemeinden, in denen das Abwasser anfällt. Angefallenes Abwasser ist den Beseitigungspflichtigen zu überlassen (§ 43 HWG). Ausnahmen von dieser Überlassungspflicht sind nur möglich durch Entscheidung der Wasserbehörde auf Antrag des Beseitigungspflichtigen, wenn eine anderweitige Beseitigung des Abwassers aus Gründen des Gewässerschutzes oder wegen eines unvertretbar hohen Aufwandes zweckmäßig ist.

Der weit überwiegende Anteil des Abwassers der hessischen Industrie- und Gewerbebetriebe wird gegebenenfalls nach erforderlicher Vorbehandlung in die kommunalen Kläranlagen eingeleitet (Indirekteinleiter). Von dem Abwasseranfall im industriell-gewerblichen Bereich wird daher nur ein Teil von den Betrieben selbst in die Gewässer eingeleitet (sogenannte Direkteinleiter). In der Abbildung 2.1 sind die wichtigsten Direkteinleiter dargestellt. Bei den im früheren Europäischen Schadstoffemissionsregister EPER erfassten Einleitungen handelt es sich im Wesentlichen um Einleitungen aus Anlagen, die in den Anwendungsbereich der IVU-Richtlinie fallen.

Alle industriellen Direkteinleiter erfüllen die technischen Anforderungen, die in der Abwasserverordnung (AbwV) genannt sind. Die Schadstofffracht wird dabei so gering gehalten wie dies bei Einhaltung der jeweils in Betracht kommenden Verfahren zur Abwasserreinigung nach dem in der AbwV beschriebenen Stand der Technik möglich ist. Teilweise gehen die Anforderungen an die Begrenzung der Einleitung über die Anforderungen nach dem in der AbwV beschriebenen Stand der Technik hinaus. So wird u.a. bei Einleitungen in leistungsschwache Gewässer eine Immissionsbetrachtung durchgeführt, was zu strengeren Anforderungen an die Einleitung führen kann.

Die industriellen Direkteinleiter verteilen sich über ganz Hessen und sind in Abbildung 2-1 dargestellt.

Im Wesentlichen sind sie den folgenden Branchen zuzuordnen:

- chemische Industrie,
- Metallbearbeitung, Metallverarbeitung,
- Energiewirtschaft (Wärmeeinleitungen),
- Papierherstellung,
- Nahrungsmittelindustrie.

Die eingeleitete Abwassermenge der industriellen Direkteinleiter beträgt ohne Wärmeeinleitungen aus Kraftwerken und Salzeinleitungen jährlich rund 44,4 Mio. m³. Neben den Frachten der in Tabelle 2-2 angegebenen Stoffgruppen sind im Wasserwirtschaftlichen Anlageninformationssystem WALIS noch eine Reihe von Einzelstoffen, Summenparametern und biologischen Testverfahren aufgeführt.

Da für diese Einzelstoffe und Summenparameter die Frachten im Einzelnen und insgesamt sehr gering sind, werden diese hier nicht dokumentiert.

Tab. 2-2: Frachten der wesentlichen industriellen Abwassereinleitungen 2005 (Direkt-einleiter)
(Datengrundlage: Auswertung WALIS [ohne Wärmeeinleitungen aus Kraftwerken und Salzeinleitungen], Datenstand 2005)

Einleitestellen Bearbeitungsgebiet/ Flussgebietseinheit	Anzahl	Produktionsabwasser (1.000 m ³)	Frachten in Tonnen		
			CSB	N gesamt	P gesamt
Weser	0	0	0	0	0
Fulda	8	3.381	400	6	0,7
Diemel	1	376	65	1	0,2
Werra	2	1.413	207	10	0,7
Weser (hess. Teil)	11	5.107	672	17	1,6
Mittelrhein	7	1.352	28	443	0,3
Main	9	28.279	3.230	730	25,0
Oberrhein	4	9.576	2.921	88	3,3
Neckar	0	0	0	0	0
Rhein (hess. Teil)	20	39.207	6.179	1.261	28,6
Hessen	31	44.377	6.851	1.278	30,2

Direkte Einleitungen von industriellem Abwasser in die Gewässer erfolgen zum weit überwiegenden Mengenanteil im Rhein-Main-Gebiet. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Einleitungen der chemischen Industrie in den Main und den Rhein.

Die Belastung der drei zum südlichen Schwarzbachgebiet (Ried) gehörenden Wasserkörper mit Hexachlorcyclohexan (HCH) ist auf eine Einleitung eines großen chemischen Produzenten in Darmstadt zurückzuführen. Ein einzelner Eisen- und Stahlerzeuger in Mittelhessen ist für den überwiegenden Anteil der dortigen direkten industriellen Nickeleinleitungen verantwortlich.

Ein Belastungsschwerpunkt von Wärmeeinleitungen ergibt sich im Rhein-Main-Gebiet durch die dortigen Großkraftwerke der Energieversorgungsunternehmen sowie durch die Produktionsabwässer der Großindustrie. Ansonsten findet sich in Hessen lediglich eine bedeutende Wärmeinleitung an der Fulda.

Wärmeeinleitungen in Gewässer werden durch die LAWA-Empfehlung zur Beurteilung von Kühlwassereinleitungen (LAWA 1991) sowie durch die hessische Fischgewässerverordnung geregelt. Zur Einhaltung der darin definierten Anforderungen (Maximaltemperaturen, Aufwärmspannen) wird die Wärmezufuhr in die Gewässer durch Abwärmereglements in wasserrechtlichen Bescheiden festgelegt. Die Wassertemperaturen werden durch Kontrollmessungen überwacht.

Aktuelle Messdaten der Gewässertemperaturen können im Internet über die Homepage des HLUG (<http://www.hlug.de>) abgerufen werden.

Durch den teilweisen Einsatz von Rückkühlwerken wird der Wärmeeintrag verringert. Die Anforderungen der Fischgewässerverordnung wurden bislang eingehalten. Für wasserwirtschaftliche Planungen und Maßnahmen steht für den hessischen Untermain ein EDV-gestütztes Wärmesimulationsmodell zur Verfügung.

Signifikante Salzeinleitungen ergeben sich im osthessischen Einzugsgebiet der Werra durch produktionsbedingte Abwässer aus der Kaliindustrie. Aus den Produktionsstandorten in Heringen und Philippsthal wurden im Jahr 2005 rd. 4,8 Mio. m³ Salzabwasser mit einer Salzfracht von 845.000 t (Cl und Mg) in die Werra eingeleitet. Hinzu kommen weitere diffuse Einträge aus der Versenkung der Salzabwässer.

2.1.1.3 Diffuse Quellen

Ausgangssituation

Die Anteile der einzelnen Pfade wurden wasserkörperbezogen mit Hilfe des „Modells zur Ermittlung des Phosphateintrags aus diffusen und punktuellen Quellen in die Oberflächengewässer“ (MEPhos; FZ JÜLICH o.J.) ermittelt. Die Anteile der einzelnen Eintragspfade, die zur diffusen Belastung beitragen, variieren stark und werden durch die Ausprägung von Geographie, Form und Besonderheiten des oberirdischen Einzugsgebietes, Landnutzung, Siedlungsdichte sowie den Bodennutzungsstrukturen bestimmt.

Neben den punktförmigen stellen die diffusen Quellen die wesentliche Ursache der Gewässerbelastung dar (MEPhos; FZ JÜLICH o.J.). Als wesentliche diffuse Quellen werden betrachtet:

- Erosion als partikelgetragener Stoffeintrag in die Gewässer aus der ackerbaulich genutzten Fläche¹,
- Abschwemmung mit dem Oberflächenabfluss als gelöster Eintrag von Stoffen aus der ackerbaulich genutzten Fläche,
- Eintrag aus Drainage landwirtschaftlich genutzter Flächen,
- Eintrag über das Grundwasser.

Diese Aufstellung ist durch Modellbetrachtungen für Phosphor geprägt (Tab. 2-3) und nicht vollständig. Tatsächlich gibt es weitere Quellen diffuser Belastungen (oberflächennaher Zwischenabfluss, trockene und nasse Deposition etc.). Die atmosphärische Deposition einschließlich Winderosion ist, verglichen mit den wassergetragenen Stoffeinträgen, im Allgemeinen von nachrangiger Bedeutung. Im Gewässer unterliegen die Stoffe dann diversen biotischen und abiotischen Prozessen kurzfristiger und langfristiger Art (Transport, Deposition, Erosion, Lösung, Sorption, Desorption, biologischer Stoffumbau etc.).

¹ Hierzu gehört auch der Eintrag von Boden in Gewässer, die sich auf befestigten landwirtschaftlichen oder forstwirtschaftlichen Betriebswegen befinden (z.B. als Folge einer Bodenbearbeitung).

Eine Quantifizierung der diffusen Belastungen erfolgt in Hessen über chemische und chemisch-physikalische Gewässeruntersuchungen (Immissionsbetrachtung) sowie teilweise über die Erfassung der punktförmigen Einträge (Emissionsbetrachtung). Die Auswahl der zu untersuchenden prioritären Stoffe und der gewässerspezifischen Schadstoffe sowie der Messstellen erfolgte auf Grundlage der Erkenntnisse aus der fortlaufenden Umsetzung der Richtlinie des Rates 2006/11/EG mittels Sonderprogrammen zur Überwachung der Oberflächengewässergüte und den Ergebnissen der Bestandsaufnahme aus dem Jahr 2004. Das Messprogramm ist in Abschnitt 4.1.1.1 dargestellt.

Nach derzeitigem Kenntnisstand verursachen in den hessischen Oberflächengewässern stoffliche Belastungen durch menschliche Aktivitäten nahezu flächendeckende Überschreitungen der Orientierungswerte (LAWA 2007) für Phosphor (Gesamtphosphor und Ortho-Phosphat, siehe Abschn. 4.1.2.1).

Einzelne Wasserkörper weisen Belastungen in Form von Überschreitungen der Qualitätsnormen für chemische Gewässerschadstoffe auf. Für einige Schadstoffe wie PCB, Schwermetalle und PAK, die auch diffus in die Gewässer gelangen, sind in Hessen die diffusen Einträge nicht relevant. Sie gelangen im Wesentlichen über kommunale Kläranlagen in die Oberflächengewässer.

Auf diffuse Quellen lassen sich wesentliche Anteile der Belastung der Oberflächengewässer durch folgende Stoffe und Stoffgruppen zurückführen:

a) Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM)

Diffuse Belastungen der Oberflächengewässer treten im Wesentlichen in Gewässern mit großem Anteil landwirtschaftlicher Nutzflächen am Einzugsgebiet des jeweiligen Wasserkörpers auf. Sie sind im Wesentlichen auf eine oder mehrere der folgenden Wirkstoffe zurückzuführen:

- prioritäre Stoffe nach Anh. X WRRL (Diuron und Isoproturon),
- Schadstoffe im Sinne des Anhangs VIII WRRL (Bentazon, Dichlorprop, Mecoprop oder MCPA, Chloridazon, Metazachlor und Metolachlor).

Bei den genannten Stoffen handelt es sich um Herbizidwirkstoffe. In den Ausführungen zum ökologischen Zustand (Abschn. 4.1.2.1) und zum chemischen Zustand (Abschn. 4.1.2.2) sind die Belastungsschwerpunkte dargestellt. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand sind die Gewässerbelastungen auf diffuse Belastungen, die bei der Anwendung der Mittel eintreten, und auf Einleitungen aus kommunalen Abwasseranlagen zurückzuführen. Wesentliche Ursache für die Einleitung über kommunale Abwasseranlagen dürfte die vorschriftswidrige Durchführung von Entleerungs- und Reinigungsvorgängen der Pflanzenschutzgeräte durch einzelne Landwirte sein.

Für die in hessischen Gewässern bedeutsamen Stoffe Bentazon, Dichlorprop, Mecoprop und MCPA sind von der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) Qualitätsnormvorschläge verabschiedet worden, die durch die IKSR-Mitgliedstaaten in das nationale Recht übernommen werden sollen. Die Belastung der hessischen Oberflächengewässer mit diesen Stoffen liegt unterhalb dieser QN-Vorschläge. Die Bundesregierung plant zur Umsetzung der Tochterrichtlinie „Prioritäre Stoffe“ eine Rechtsverordnung zu erlassen. Dabei sollen u.a. Umweltqualitätsnormen der flussgebietsrelevanten Stoffe und

die bisherigen VO-WRRL der Länder mit berücksichtigt werden. Die sich aus der v.g. Verordnung der Bundesregierung ergebenden Änderungen werden im Lauf der weiteren Bearbeitung in die Entwürfe des Bewirtschaftungsplans und des Maßnahmenprogramms eingearbeitet.

Die insgesamt vorliegenden Messwerte zeigen, dass die Belastung der hessischen Oberflächengewässer durch PSM in den letzten Jahren zurückgegangen ist. Der Rückgang der Belastung lässt sich am Beispiel der Frachten von Diuron und Isoproturon an der Nidda-Messstation Frankfurt-Nied belegen.² Bei Diuron ist dabei der Belastungsrückgang auch auf die schrittweise erfolgten Anwendungseinschränkungen zurückzuführen. Ende 2007 wurden die Zulassungen für die Verwendung von Diuron in Pflanzenschutzmitteln aufgehoben. Der Wirkstoff ist jedoch weiterhin in den Gewässern zu erwarten, da er nach wie vor in Fassadenfarben eingesetzt wird (siehe Maßnahmenprogramm Hessen, Abschnitte 2.1.8 und 2.13.1).

b) Phosphorverbindungen

Aus den vorliegenden Ergebnissen der Immissions- und Emissionsbetrachtungen geht hervor, dass bei der Belastungsanalyse der Oberflächengewässer auf den Nährstoff Phosphor besonders geachtet werden muss. Er bildet in der Regel den wesentlichen limitierenden Faktor für die Trophie in den Flüssen und Seen.³ Dabei muss berücksichtigt werden, dass die verschiedenen Phosphorverbindungen in ihrer kurzfristigen Wirkung nach der Einleitung unterschiedlich bioverfügbar sind. Die erosionsbürtigen Phosphorverbindungen wirken nur zum Teil unmittelbar eutrophierungsfördernd, wohingegen über Einleitungen aus Kläranlagen überwiegend unmittelbar bioverfügbares Ortho-Phosphat in die Gewässer gelangt.

Die Anteile der einzelnen Pfade wurden wasserkörperbezogen mit Hilfe von MEPhos ermittelt. Die Anteile der einzelnen Eintragspfade, die zur diffusen Belastung beitragen, variieren stark und werden durch die Ausprägung von Orografie, Form und Besonderheiten des oberirdischen Einzugsgebietes, Landnutzung, Siedlungsdichte sowie von den Bodennutzungsstrukturen bestimmt.

Die wesentlichen punktförmigen und diffusen Belastungspfade (*punktförmig*: Kläranlagen, Einleitungen aus Mischwasser und Niederschlagswasser aus Trennkanalisation, industrielle Direkteinleiter; *diffus*: Erosion, Drainage, Abschwemmung, Grundwasser) sind für Hessen in Tabelle 2-3 dargestellt. Die Grundlagen für die Modellanwendung sind Daten und Informationen aus Kartographie (einschließlich differenzierter Flächennutzung), Hydrologie, Bodenkunde, landwirtschaftlicher Bodennutzung, Niederschlags- und Abwasserableitung und Abwasserbehandlung.

² Die Messstelle Nied ist neben der Messstelle Bischofsheim am Main die einzige Messstelle, an der PSM mit hoher Untersuchungshäufigkeit regelmäßig und seit langer Zeit gemessen werden. Die Messstelle Bischofsheim ist für eine Betrachtung der Entwicklung der Belastung weniger geeignet, da die dort gemessenen Konzentrationen sehr häufig unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen.

³ Stickstoff ist demgegenüber in Salzwasser, also in Übergangs- und Küstengewässern eutrophierungsrelevant.

Tab. 2-3: Phosphoreinträge in die hessischen Oberflächengewässer nach MEPhos⁴ (Datenstand: 2005, Quelle: Fz. Jülich o.J.)

Pfad	Eintrag	Anteil
	t/a Pges	%
Kläranlagen	540	53
Industrielle Direkteinleiter	28	3
Mischwasserentlastungen	87	9
Niederschlagswassereinleitungen	34	3
Erosion	252	25
Abschwemmungen	18	2
Drainage	11	1
Grundwasser	45	4
Flussgebietseinheit Rhein (hess. Teil)	1.015	100
Kläranlagen	270	45
Industrielle Direkteinleiter	5	1
Mischwasserentlastungen	39	6
Niederschlagswassereinleitungen	15	2
Erosion	225	37
Abschwemmungen	14	2
Drainage	7	1
Grundwasser	27	4
Flussgebietseinheit Weser (hess. Teil)	602	100
Kläranlagen	810	50
Industrielle Direkteinleiter	33	2
Mischwasserentlastungen	126	8
Niederschlagswassereinleitungen	49	3
Erosion	477	30
Abschwemmungen	32	2
Drainage	17	1
Grundwasser	72	4
Hessen	1.616	100
Hessen diffuser Anteil	598	37

⁴ Die Beträge der einzelnen Stoffströme sind das Ergebnis von Bilanzierungen auf unterschiedlichen Grundlagen, die einen Eindruck von der relativen Bedeutung der einzelnen Pfade vermitteln. Die numerische Genauigkeit ist begrenzt und unterliegt fortlaufender Überprüfung.

Nach den Modellergebnissen liegt der Phosphoreintrag aus diffusen Quellen im Landesmittel bei knapp 40 % des Gesamteintrags, wobei der aus der Bodenerosion von Ackerflächen stammende Anteil mit fast 30 % bei weitem überwiegt. Bezogen auf den einzelnen Wasserkörper ergeben sich in Folge der unterschiedlichen umweltrelevanten menschlichen Aktivitäten im jeweiligen Einzugsgebiet allerdings stark unterschiedliche Verteilungen der Belastungspfade der einzelnen Wasserkörper (Abschn. 5.1.3.2).

2.1.2 Belastungen des quantitativen Zustands der Oberflächengewässer (einschl. Entnahmen)

Wasserentnahmen aus oberirdischen Gewässern können Fließgewässerbiozöosen erheblich beeinträchtigen. Verminderte Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten verschlechtern die Lebensraumbedingungen für strömungsliebende Fische und Zoobenthos-Organismen. In Verbindung mit erhöhter Sonneneinstrahlung kann es zu einer Erwärmung des Wassers und damit u.U. zu Sauerstoffdefiziten kommen. Zudem wirken sich stoffliche Einträge in das Gewässer durch den geringeren Verdünnungseffekt stärker negativ aus. Darüber hinaus stellen die Entnahmen eine Gefährdung für die Gewässerfauna dar, da Gewässerorganismen mit dem Entnahmewasser ebenfalls entnommen oder an den Entnahmestellen geschädigt werden können, sofern nicht geeignete Schutzeinrichtungen bestehen. Auch Entnahmen mit Wiedereinleitung können kleinräumig negative Folgen für die Biozönose hervorrufen. Die wasserärmere Ausleitungsstrecke im Mutterbett des Hauptgewässers kann zudem für die Durchgängigkeit des Gewässers nachteilig sein.

Im Rahmen der Bestandsaufnahme zur WRRL erfolgte die Einschätzung und Ermittlung der Belastungen aufgrund von Wasserentnahmen in Hessen anhand des Kriteriums „dauerhafte Wasserentnahmen > 50 l/s ohne Wiedereinleitung“. Nach diesem Kriterium gibt es in Hessen sechs relevante Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern (drei an der Fulda, zwei am Oberrhein und eine im Einzugsgebiet der Werra).

Für die Erfassung der Wasserentnahmen mit Wiedereinleitung wurde eine Kartierung der Wanderhindernisse in Hessen mit den zugehörigen Nutzungen erstellt. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 2-4. Weitere Entnahmen ohne Zusammenhang mit Wanderhindernissen im Gewässer wie Stauanlagen etc. sind von ihrer Bedeutung her vernachlässigbar.

Tab. 2-4: Kennzahlen zu Wasserentnahmen in Hessen in Verbindung mit Querbauwerken

	Flussgebietseinheit (hessische Anteile)	
	Rhein	Weser
Anzahl Entnahmen	553	506
Anzahl Ausleitungsstrecken	355	390
Mittlere Länge der Ausleitungsstrecken* [m]	510	590
Anzahl Wasserkraftanlagen	262	371
Anzahl Wasserkraftanlagen an Ausleitungsstrecken	227	338

* ermittelt als mittlere Länge der Betriebsgräben unter der Annahme einer ungefähr gleichen Länge

Die wasserrechtliche Regelung der Wasserentnahmen wird in Abschnitt 7.1.4 beschrieben. Bei einem großen Teil der Wasserentnahmen treten aufgrund wasserrechtlicher Auflagen für die Wasserentnahme keine wesentlichen Belastungen der Gewässer auf.

2.1.3 Abflussregulierungen und hydromorphologische Belastungen

Die morphologische Gewässerstruktur und ihr ökologisches Wirkungsgefüge sind in Hessen heute größtenteils anthropogen beeinträchtigt. Die vielfältigen Nutzungen der Oberflächengewässer und des Gewässerumfeldes haben zu weit reichenden Umgestaltungen geführt. Zu diesen, die Gewässer beeinträchtigenden Nutzungen zählen die Abflussregulierungen, hydromorphologische Belastungen, Großschifffahrt, Wasserkraftnutzung, Hochwasserschutz und Landgewinnung sowie sonstige Nutzungen (Fischteiche, Freizeitschifffahrt, urbane Überprägung).

2.1.3.1 Abflussregulierungen - Wanderhindernisse

An den Oberflächengewässern in Hessen wurde in der Vergangenheit eine Vielzahl von abflussregulierenden Maßnahmen durchgeführt, die zum Ziel hatten, das jeweilige Abflussregime im Sinne des Menschen zu beeinflussen. In der Regel dienen diese Maßnahmen der Sicherstellung des Hochwasserschutzes, der Schifffahrt, der Teichwirtschaft sowie der landwirtschaftlichen und industriellen Gewässernutzung. Diese Maßnahmen haben hydraulische Veränderungen wie z.B. die Änderung von Wasserständen, Fließgeschwindigkeiten oder Niedrigwasserabflüssen zur Folge und somit einen unmittelbaren Einfluss auf den chemischen und physikalischen Zustand der Gewässer. Diese und die Barrierewirkung der Bauwerke selbst können von wesentlicher negativer Bedeutung für den ökologischen Zustand sein (Abschn. 4.1.2.1).

Als Grundlage für die Maßnahmenplanung wurden im Jahr 2007 in sämtlichen WRRL-relevanten Gewässern Hessens die den Abfluss beeinflussenden Querbauwerke erfasst und in einer sogenannten „Datenbank Wanderhindernisse“ eingepflegt. Erfasst wurden nicht nur klassische Wehre, sondern auch Abstürze, Verrohrungen, Durchlässe, Massivsohlenabschnitte, Sohlengleiten etc. Die Anteile der erfassten Wanderhindernistypen bezogen auf Hessen (gesamt) und bezogen auf die hessischen Anteile der FGE Weser und der FGE Rhein sind in Tabelle 2-5 dargestellt.

Insgesamt wurden hessenweit über 19.000 Wanderhindernisse kartiert, von denen im hessischen Teil der FGE Weser etwa 38 % und in der FGE Rhein rund 62 % liegen (Abb. 2-3). Wie in Tabelle 2-5 dargestellt, dominieren bei den Wanderhindernistypen die Abstürze, die Massivsohlenabschnitte sowie die Verrohrungen mit Anteilen von jeweils um die 15 bis 20 %. Wesentlich weniger häufig sind klassische Fischwechselhindernisse wie Sohlenrampen / raue Rampe (10,3 %), Verrohrungen mit Absturz (7,5 %) und feste Wehre (6,3 %).

Bei den jeweiligen Wanderhindernissen wurden die betrieblichen Aspekte sowie die geometrischen, hydraulischen und hydrologischen Randbedingungen erhoben. Es erfolgte eine Gesamtbewertung der Möglichkeit des Auf- und Abstiegs basierend auf der Passierbarkeit der Hindernisse für große Fische, kleine Fische sowie für das Makrozoobenthos.

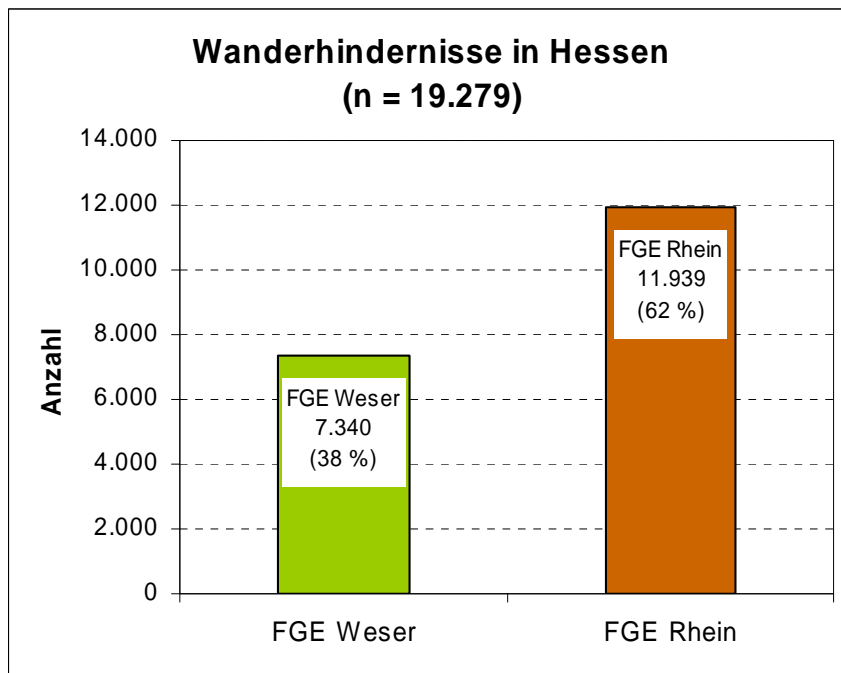


Abb. 2-3: Anzahl der Wanderhindernisse in Hessen, getrennt nach Flussgebietseinheiten (RP Darmstadt u. HLUg 2008)

Die vierstufige Bewertungsskala reicht von „passierbar“ über „bedingt passierbar“ und „weitgehend unpassierbar“ bis „unpassierbar“⁵. Bei „weitgehend unpassierbaren“ bis „unpassierbaren“ Querbauwerken wird angenommen, dass zur Erreichung des guten ökologischen Zustands Handlungsbedarf besteht.

In der Gesamtbewertung für den Aspekt der flussaufwärts gerichteten Passierbarkeit (Aufstieg) wurde etwa die Hälfte der ermittelten Wanderhindernisse (48,4 %), d.h. insgesamt 9.302 Wanderhindernisse als „weitgehend unpassierbar“ oder „unpassierbar“ eingestuft (Abb. 2-4). Bezogen auf die Durchgängigkeit flussabwärts gerichtet (Abstieg) sind dagegen nur 19,2 %, d.h. 3.693 Wanderhindernisse als „weitgehend unpassierbar“ oder „unpassierbar“ bewertet worden (Abb. 2-4).

Innerhalb der hessischen Anteile an den Flussgebietseinheiten Weser und Rhein spiegelt sich die Verteilung der Bewertungskategorien der Gesamtbewertung wieder. Beim Aufstieg sind jeweils knapp 50 % der erfassten Wanderhindernisse entweder als „weitgehend unpassierbar“ oder „unpassierbar“ eingestuft worden, beim Abstieg sind es jeweils etwa 20 % (Abb. 2-5 und 2-6).

Wie beschrieben bezieht sich die vorliegende Auswertung auf die WRRL-relevanten Gewässer mit einem Einzugsgebiet > 10 km², die in Hessen eine Gewässerslänge von insgesamt 8.413 km haben. Die Gesamtheit aller in Hessen befindlichen Gewässer umfasst eine Gewässerslänge von ca. 24.000 km. Aus der Erkenntnis der Bedingungen in den

⁵ In wenigen Fällen konnte eine Bewertung nicht vorgenommen werden (Rubrik: ohne Bewertung).

Oberläufen der hessischen Fließgewässer kann davon ausgegangen werden, dass die Gesamtzahl der Wanderhindernisse mindestens das Dreifache der ermittelten Zahlen für die WRRL-relevanten Gewässer beträgt.

Tab. 2-5: Anteil der erfassten Wanderhindernistypen (RP Darmstadt u. HLUg 2008)

Wanderhindernistyp	prozentualer Anteil (%)		
	Hessen gesamt	hess. Anteil FGE Weser	hess. Anteil FGE Rhein
Absturz	19,2	21,4	17,8
Absturz hinter Durchlass/erosionsbedingt	1,2	1,2	1,2
Absturztreppe	2,3	2,5	2,2
Beckenstau im HS* (Dauerstau)	0,3	0,3	0,3
Beckenstau im HS* (ohne Dauerstau)	0,1	0,1	0,1
Durchlass	2,9	3,2	2,8
Massivsohlenabschnitt	15,8	14,4	16,6
Rückstau	0,1	0,2	0,1
Sohlengleite	3,9	3,2	4,4
Sohlenrampe / raue Rampe	10,3	7,7	11,8
Sohlenschwelle	2,6	2,0	3,0
Stützwelle / Grundschwelle	2,8	3,0	2,8
Teich im HS*	0,7	0,7	0,8
Teilrampe	0,0	0,0	0,0
Verrohrung	18,2	20,7	16,7
Verrohrung mit Absturz	7,5	8,6	6,9
Verrohrung / Durchlass (Substrat durchgängig)	3,5	1,9	4,5
Wehr, beweglich	2,1	1,8	2,3
Wehr, fest	6,3	7,1	5,9

* Hauptschluss

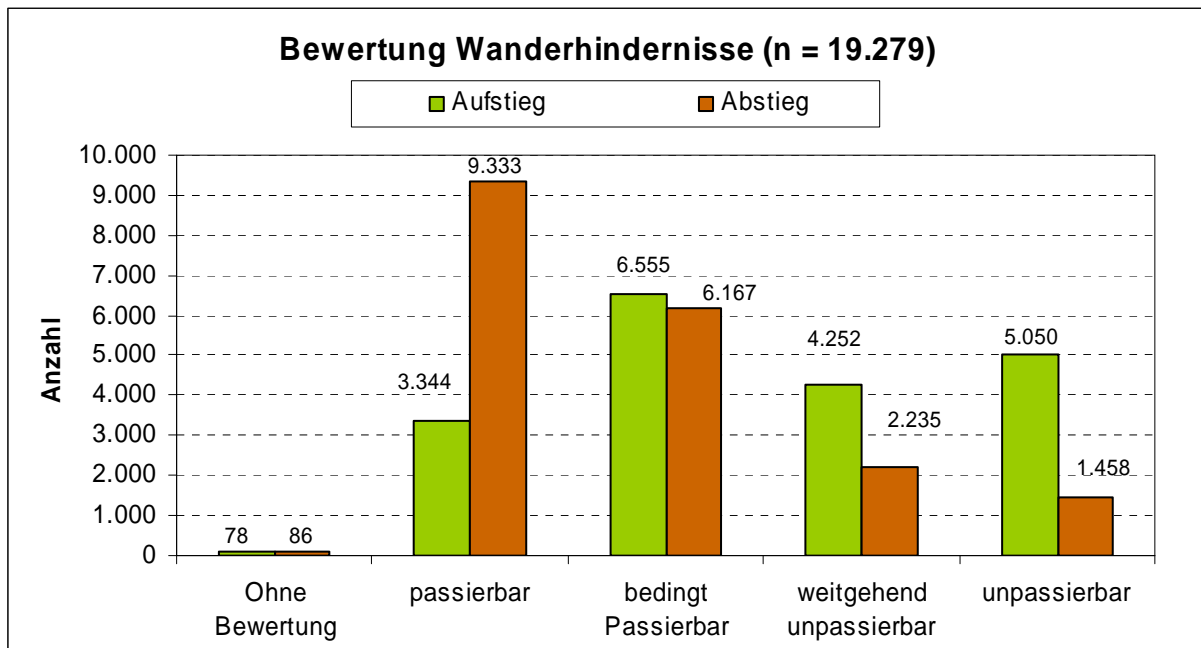


Abb. 2-4: Bewertung sämtlicher kartierter Wanderhindernisse in Hessen (RP Darmstadt u. HLUG 2008)

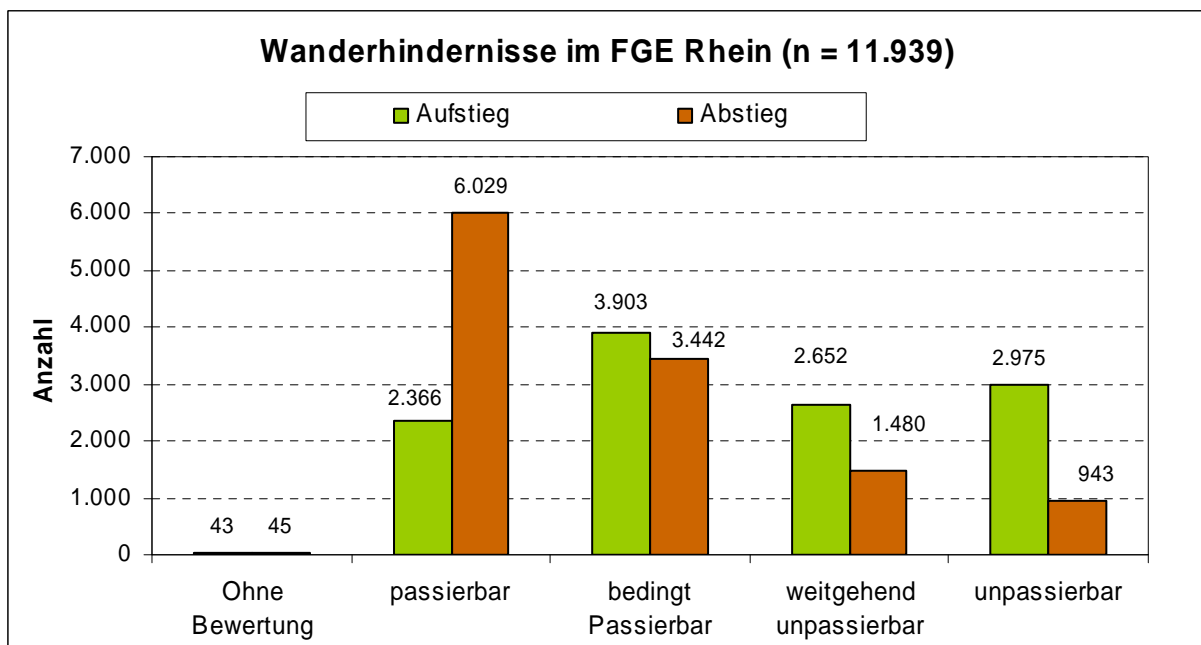


Abb. 2-5: Bewertung der kartierten Wanderhindernisse im hessischen Teil der FGE Rhein (RP Darmstadt u. HLUG 2008)

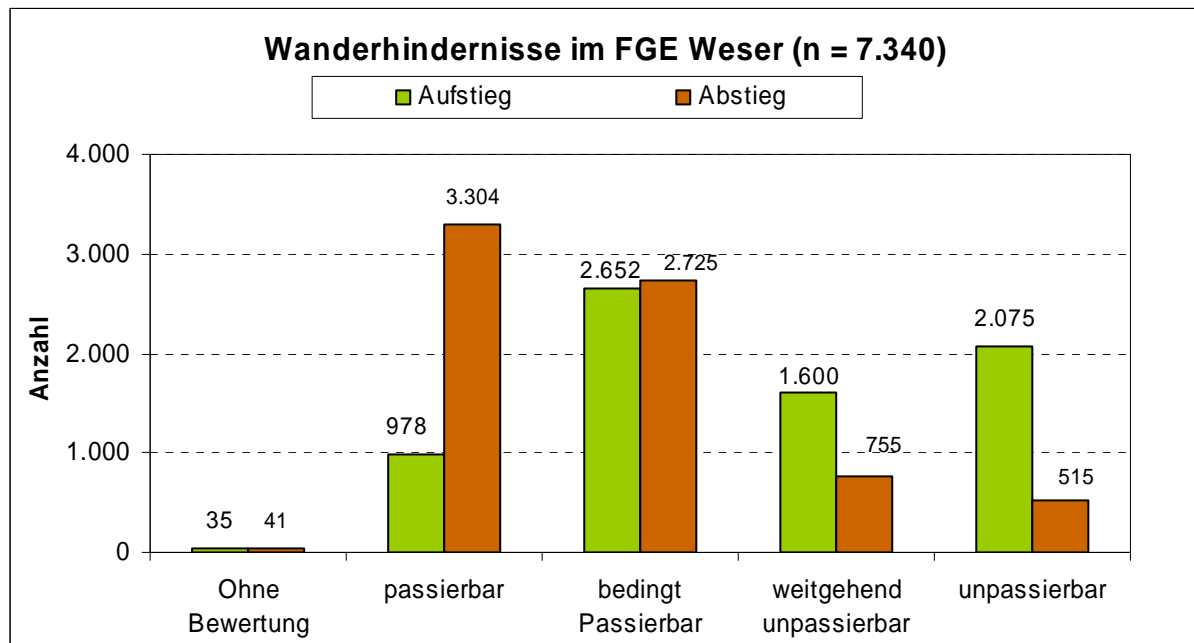


Abb. 2-6: Bewertung der kartierten Wanderhindernisse im hessischen Teil der FGE Weser (RP Darmstadt u. HLUg 2008)

2.1.3.2 Hydromorphologische Belastungen

Durch die hydromorphologischen Beeinträchtigungen werden die Gewässersohle, das Ufer, die Laufstruktur und die Gewässeraue verändert. Die Folge ist, dass der Lebensraum für die aquatischen Lebensgemeinschaften beeinträchtigt wird und sich dadurch der ökologische Gewässerzustand verändert. Vor allem die biologischen Qualitätskomponenten Makrozoobenthos und Fischfauna sind zur Ausbildung eines entsprechenden Arteninventars bzw. stabiler und reproduktiver Populationen auf bestimmte gewässertypspezifische morphologische Strukturen angewiesen (Abschn. 5.1.3.1).

Morphologische Beeinträchtigungen sind durch das Fehlen der Wertstrukturen (z.B. Längs- und Querbänke, Sonderstrukturen, Strömungsdiversität etc.) bzw. vorhandene Schadstrukturen (z.B. eingetieftes Querprofil, Sohlenverbau, Rückstau etc.) gekennzeichnet.

Tabelle 2-6 zeigt beispielhaft typische morphologische Veränderungen und mögliche Ursachen.

Der morphologische Gewässerzustand ist in Hessen im Zeitraum 1995 bis 1998 flächendeckend an über 23.000 km Fließgewässerstrecke erfasst worden. Zudem gab es Nachkartierungen (2006 bis 2008) an Gewässerstrecken, an denen zwischenzeitlich strukturrelevante Verbesserungen erzielt wurden. Die Ergebnisse können in dem Gewässerstruktur-Informationssystem (GESIS) unter <http://www.gesis.hessen.de> eingesehen werden.

Tab. 2-6: Beispiele für morphologische Veränderungen und deren mögliche Ursachen

Morphologische Veränderung	Mögliche Ursache
fehlende Längs- oder Querbänke	Gewässerausbau, Sohlenverbau, gestörtes Geschieberegime
fehlende Strömungsdiversität	Gewässerausbau, Rückstau, strukturarme Sohle
mangelnde Tiefen- oder Breitenvarianz	Festlegung des Gewässers im Regelprofil, Gewässereintiefung
kaum Substratdiversität bzw. besondere Sohlenstrukturen	Gewässerausbau, Sohlenverbau, gestörtes Geschieberegime
starke Defizite in Bezug auf das Sohlensubstrat	Sohlenverbau, gestörtes Geschieberegime, Rückstau
Rückstau	Wasserkraftnutzung, Ausleitung Brauchwasser
fehlende Ufer- bzw. sonstige Entwicklungstreifen	Nutzungsdruck, benachbarte Infrastruktur
fehlende bzw. nicht bodenständige Einzelgehölze	Nutzungsdruck, benachbarte Infrastruktur, falsche Unterhaltung
keine standortgerechte sonstige Ufervegetation	Nutzungsdruck, benachbarte Infrastruktur, falsche Unterhaltung
keine besonderen Uferstrukturen bzw. massiver Uferverbau	Gewässerausbau, Minimierung Unterhaltungsaufwand, Belastung aus Schiffsverkehr
fehlende Auengewässer oder Sonderbiotope in der Aue	Nutzungsdruck, Meliorationsmaßnahmen, Gewässerausbau

2.1.3.3 Großschifffahrt

Gerade durch die Großschifffahrt werden Gewässer auch in Hessen in besonderer Weise belastet. Die Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen, aber auch der laufende Schiffsbetrieb an Bundeswasserstraßen erzeugen erhebliche hydromorphologische Veränderungen, durch die die gewässerökologischen Rahmenbedingungen und damit die Gewässerbiozönose nachhaltig gestört werden.

Die natürlichen Mäander der für die Großschifffahrt genutzten Gewässer sind oft verkürzt und die natürlichen Auengewässer im Uferbereich sind oft trockengelegt worden. Zudem sind die Uferböschungen meist mit Steinschüttungen oder Steinsatz befestigt.

Fast immer fehlen an den für die Großschifffahrt genutzten Gewässern die natürlichen flachen, strukturreichen Uferzonen mit kiesigen oder sandigen Substraten und unterschiedlichen Strömungsbildern, die von strömungsliebenden und kieslaichenden Fischarten als Laich- und Jungfischhabitate genutzt werden könnten. Als weitere bedeutsame Belastung, vor allem für Brütlinge und Jungfische, kommen schiffsbedingter Wellenschlag, Sog und Schwall hinzu.

2.1.3.4 Wasserkraftnutzung

Die Wasserkraft wird insbesondere in den Mittelgebirgslagen Nordhessens durch viele Wasserkraftanlagen energetisch genutzt. Einen nennenswerten Beitrag zur Energieerzeugung tragen jedoch nur relativ wenige größere Anlagen in Main, Lahn, Fulda, Werra und Eder bei. Daten zur Wasserkraftnutzung in Hessen (Quelle: Datenbank Wanderhindernisse, siehe Abschn. 2.1.3.1) sind in Tabelle 2-7 dargestellt.

Tab. 2-7: Wasserkraftnutzung in Hessen

	Hessen gesamt	FGE Rhein (hessischer Anteil)	FGE Weser (hessischer Anteil)
Anzahl Laufwasserkraftwerke	633	262	371
Anzahl Querbauwerksstandorte in Betrieb	602	258	344
durchschnittliche Kraftwerksdichte	1 Wasserkraftanlage je 13 km	1 Wasserkraftanlage je 18,1 km	1 Wasserkraftanlage je 9,5 km
Gesamtjahresarbeit aller Anlagen	ca. 290 GWh	ca. 180 GWh	ca. 110 GWh
Anteil Ausleitungskraftwerke	89 %	87 %	91 %

Zurzeit befinden sich 633 Laufwasserkraftwerke und 2 Pumpspeicherkraftwerke an 602 Querbauwerksstandorten in Betrieb. 87 % aller Wasserkraftanlagen liegen im Rhithral (Forellenregion oder Äschenregion). Die Ausbauleistungen dieser Anlagen sind überwiegend sehr gering (Abb. 2-7) (Median = 13 kW). Die auf Grundlage der Ausbauleistungen abgeschätzte Gesamtjahresarbeit aller Anlagen (ohne Pumpspeicherkraftwerke) beträgt ca. 290 GWh.

89 % der Laufwasserkraftanlagen werden als Ausleitungskraftwerke betrieben. Fischaufstiegsanlagen befinden sich an 129 Wehren mit Wasserkraftnutzung und zusätzlich an 50 Wasserkraftanlagen. Die ökologische Durchgängigkeit der Wasserkraftanlagenstandorte ist insbesondere stromaufwärts häufig defizitär (Abb. 2-8). Stromabwärts sind 36 % der Anlagen passierbar oder bedingt passierbar.

Die Auswirkungen der energetischen Nutzung der Wasserkraft auf die Fließgewässerökologie werden u.a. in JUNGWIRTH et al. (2003) und MUNLV (2005) dargestellt. Die wesentlichen negativen ökologischen Effekte von Wasserkraftanlagen in hessischen Fließgewässern sind:

- Unterbrechung der stromauf- und stromabwärts gerichteten Wanderungen,
- Schädigung von Organismen infolge der Passage der Turbinen,
- Verlust freier Fließstrecke, weitgehende Unterbindung dynamischer Prozesse, Herabsetzung der strukturellen Vielfalt des Lebensraumes,
- Veränderungen des Feststoffhaushaltes und chemisch-physikalischer Parameter (siehe auch Abschn. 2.1.3.5),
- geringe Wasserführung in Ausleitungsstrecken.

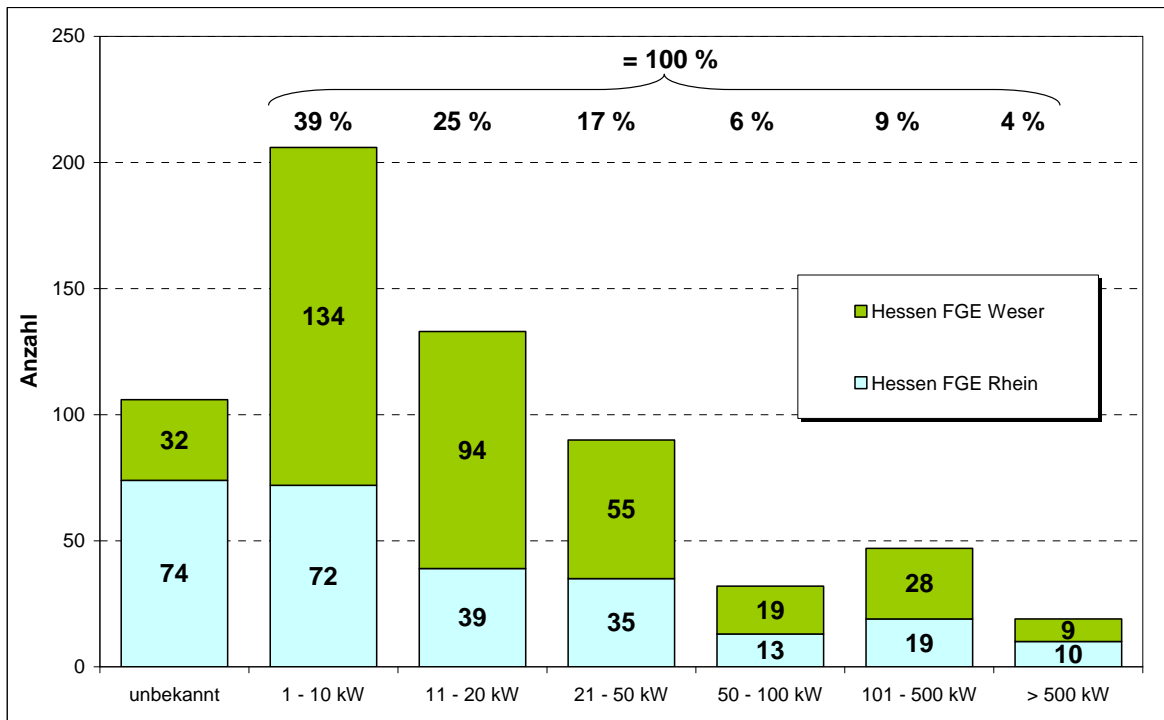


Abb. 2-7: Verteilung der Laufwasserkraftwerke in Hessen nach der Ausbauleistung

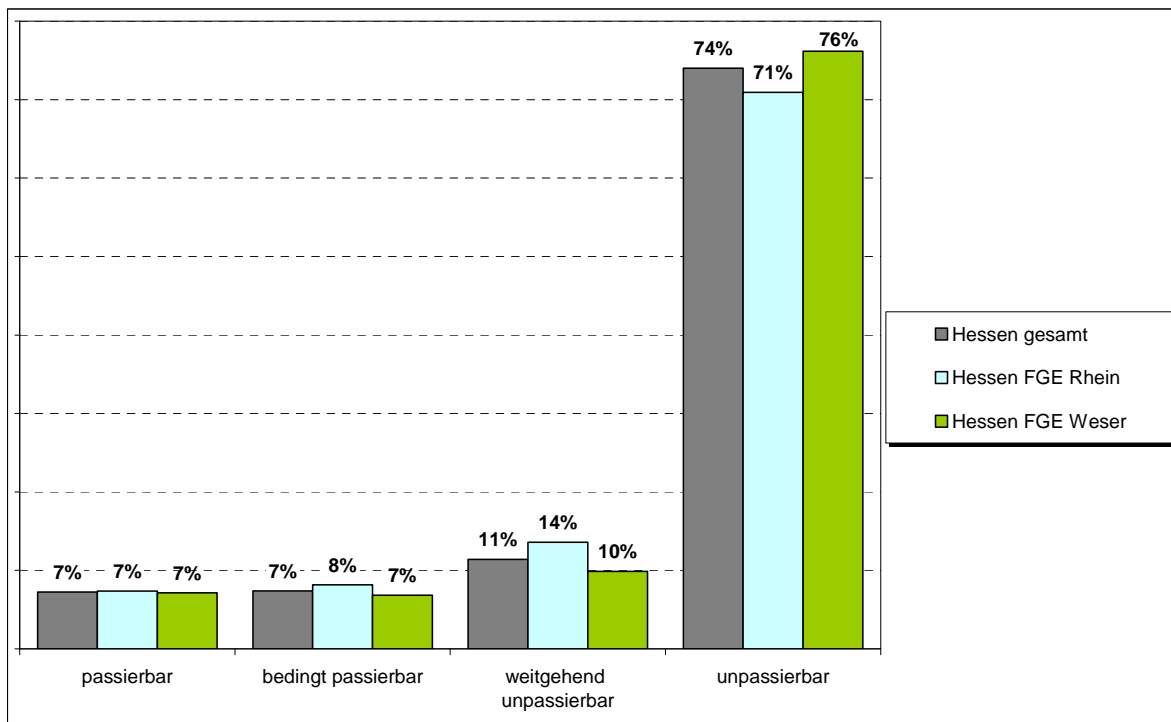


Abb. 2-8: Ökologische Durchgängigkeit aufwärts (Gesamtbewertung; 10 Anlagen ohne Bewertung)

2.1.3.5 Rückstau und Sohlerosion

Rückstau

Querbauwerke in Fließgewässern, insbesondere Wehre und Staustufen, können den Wasserstand erhöhen und Rückstau verursachen. Die Erhöhung des Wasserstands dient verschiedenen Zielen, wie der Verbesserung der Bedingungen für den Schiffsverkehr oder für die Wasserkraft, der Sohlsicherung oder dem Anheben des Grundwasserstands. Im Jahr 2007 wurde hessenweit eine Kartierung der relevanten anthropogenen Rückstau-strecken vorgenommen.

Für den Hochwasserschutz haben Querbauwerke in Fließgewässern eine besonders wichtige Bedeutung, da sie geeignet sind, die natürlichen Retentionsräume zu vergrößern, um so das im Einzugsgebiet zurückgehaltene Wasservolumen zu erhöhen und zur Abflussverzögerung beizutragen. Neben der Bestandssicherung für vorhandene Retentionsräume werden zur Verbesserung des Hochwasserschutzes zusätzliche Räume aktiviert bzw. reaktiviert.

Im Rahmen des Projekts „Niederschlagsgebietsweise Erfassung der natürlichen Retentionsräume in Hessen“ (Retentionskataster Hessen - Projekt RKH) werden seit 1995 an den wesentlichen Gewässerstrecken in Hessen mit rund 4.750 km Gesamtlänge diese Gebiete systematisch erfasst. Die vorhandenen Überflutungsräume sollen wo möglich aufgeweitet oder in ihrer Wirkung für den Hochwasserrückhalt mittels konstruktiver Maßnahmen aktiviert werden können. Diese Gebiete werden als potenzielle Retentionsräume bezeichnet. Bei dem Kataster handelt es sich um eine insbesondere an die Kommunen und die Wasserverbände gerichtete Angebotsplanung mit dem Ziel der Realisierung. In dem Kataster werden auch die realisierten Maßnahmen erfasst.

Im Rahmen des Förderprogramms zum kommunalen Hochwasserschutz werden diese Maßnahmen als vorbeugende Hochwasserschutzmaßnahmen zur Aktivierung von potenziellen Retentionsräumen gefördert, wobei darauf zu achten ist, dass die sich aus der WRRL ergebenden Erfordernisse berücksichtigt werden.

Rückstau auf relevanten Streckenanteilen der Gesamtlängestrecke tritt in Hessen insbesondere in Flüssen (Gewässertypen 9, 9.1, 9.2, 10 und 19 groß, siehe auch Abschn. 1.1.1) auf. Sehr hohe Rückstauanteile bis zu 100 % liegen in Hessen in den staugeregelten Bundeswasserstraßen Neckar, Main und Lahn vor. Auch in kleineren Flüssen kann, je nach Nutzung und Ausbauzustand, ein hoher Rückstauanteil vorliegen.

Folgende Auswirkungen von Rückstau können insgesamt auftreten:

Hydromorphologische Auswirkungen:

- Veränderungen des Geschiebehaushalts durch Verringerung der Fließgeschwindigkeit und der Transportkapazität,
- Versandung und Verschlammung der Gewässersohle im Staubereich mit Überlagerung von gewässermorphologischen Wertstrukturen,
- Verringerung von Strömungs- und Substratdiversität,

- Veränderungen des Gewässerbetts im Unterwasser (z.B. Eintiefung) (MUNLV 2005).

Chemisch-physikalische Auswirkungen:

- Temperaturerhöhung des Wassers,
- Verringerung der Wiederbelüftungsrate:
In Verbindung mit stofflichen Belastungen kann vermehrt Sauerstoffmangel auftreten.

Auswirkungen auf Flora und Fauna:

- Veränderung der Artenzusammensetzung und der Dominanzverhältnisse,
- Ausfall von Laichhabitaten insbesondere für Kieslaicher,
- Fehlen von Jungfischhabitaten für viele Fischarten,
- Rückgang bzw. Ausfall strömungsliebender Arten bei Fischen und Makrozoobenthos (POTTGIESER et al. 2008) und Zunahme von Arten, die geringere Ansprüche an ihren Lebensraum stellen oder an Unterläufe von Gewässern oder stehende Gewässer angepasst sind,
- Unterbrechung des Fließgewässerkontinuums durch die geringe Strömung (bis hin zum stehenden Wasser) sowie durch die Versandung und Verschlammung der Gewässersohle: Wirkung als Hindernis für die longitudinale Durchwanderbarkeit (ATV-DVWK 2003).

Sohlerosion

Ist bei hohen Gewässerabflüssen die Geschiebezufuhr kleiner als die Transportkapazität, so kann das Fließgewässer Geschiebe aus der Sohle erodieren. In vielen Gewässern findet Sohlerosion und Eintiefung statt (KERN 1998). Eingetiefte Gewässer können ihre vielfältigen ökologischen Funktionen nur eingeschränkt wahrnehmen. Zudem verliert oft die Gewässeraue ihre natürlichen Biotopverhältnisse, ihre ökologische Funktionsfähigkeit und ihre Fähigkeit zur Hochwasser-Retention.

Hauptursachen für Sohlerosion und Eintiefung sind:

- erhöhte hydraulische Belastung (z.B. durch Einleitungen von Misch- und Niederschlagswasser),
- Begradigung (Gefälleerhöhung),
- Geschiebemangel (Geschieberückhalt in Rückhaltebecken, Stauhaltungen, Teichanlagen etc.),
- unangepasste Gewässerunterhaltung mit Entfernung der Sohldeckschichten und/oder Entfernung natürlicher abflusshemmender Strukturen wie Totholz, Steinblöcke,

- Erhöhung der hydraulischen Leistungsfähigkeit durch Ausbau, Eintiefung oder Auenauflandung,
- Uferbefestigung und dadurch bedingte Verhinderung der Krümmungs- und Breitenerosion,
- überhöhte hydraulische Leistungsfähigkeit, späte Ausuferung.

Aussagen zu Streckenanteilen, die Sohlerosion aufweisen, sind aus der Strukturgütekartierung (Abschn. 2.1.3.2) nicht direkt ableitbar. Es wurden jedoch die Einzelparameter Profiltyp, Profiltiefe (Breiten-/Tiefenverhältnis) sowie Breiten- und Krümmungserosion erfasst, so dass Rückschlüsse auf die Sohlenerosion möglich sind.

Die Auswertung zeigt, dass 66 % Prozent der hessischen Fließgewässer ein tiefes oder sehr tiefes Profil aufweisen. Beim überwiegenden Teil dieser Gewässer ist davon auszugehen, dass Sohlerosion vorliegt. Weitergehende ortsbezogene Untersuchungen werden im Zusammenhang mit der Erteilung von Einleitungserlaubnissen für Misch- und Niederschlagswassereinleitungen erfolgen.

Folgende Auswirkungen von Sohlerosion können insgesamt auftreten:

- Verschlechterung bzw. Verlust der Auenanbindung,
- erhöhte Verdriftung,
- Verlust des natürlichen Sohlsubstrats und somit des Lebensraums vieler Arten,
- Verlust von Refugialräumen,
- Verlust der Zugänglichkeit von Nebengewässern,
- Verringerung von Flachwasserbereichen.

2.1.3.6 Hochwasserschutz und Landgewinnung

Seit Beginn der Siedlungstätigkeit des Menschen in Gewässernähe wurden Versuche unternommen, sich durch Gewässerausbau gegen Überflutungen zu schützen. Neben dem Schutz für hochwertige Flächennutzung (Wohnhäuser, gewerbliche Bauten) war auch die Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen zur Ertragssteigerung das Ziel. Dieses wurde durch zusätzliche Entwässerungseinrichtungen (Grabensysteme, Dräne, Rigolen) erreicht. Insbesondere nach der Einführung der maschinellen Bodenbearbeitung konnte die Nutzungsintensität auf landwirtschaftlichen Flächen gesteigert werden, was allerdings standortabhängig war und oft die Absenkung hoher Grundwasserstände voraussetzte.

Eine großflächige Verbesserung des Bodenwasserhaushalts wurde durch die Begradiung (Laufverkürzung, Vergrößerung des Längsgefälles), Verbreiterung und Vertiefung vieler Fließgewässer erreicht. Durch eine Absenkung der Wasserspiegellage in den Gewässern konnte die Vorflut verbessert und gleichzeitig der Grundwasserspiegel gesenkt werden. Die Hochwasserfreilegung landwirtschaftlicher Flächen und Siedlungen durch den Bau von Flussdeichen führte zu einer Abkopplung der Auen von den Fließgewässern und zum Verlust von Retentionsraum (DVWK 1996).

Gewässer wurden nach dem Zweiten Weltkrieg überwiegend unter technischen Gesichtspunkten betrachtet, gestaltet und unterhalten. Sie hatten vor allem dem schadlosen Abfluss des Wassers und der landwirtschaftlichen Melioration in der Aue zu dienen. Hydraulisch glatte und gegen Erosion unempfindliche Gewässerprofile boten hier wegen des hydraulischen Leistungsvermögens Vorteile.

In vielen der umgestalteten Gewässern setzte mit der Laufverkürzung und der Uferbefestigung wegen des dadurch vergrößerten Fließgefälles eine Erhöhung der Schleppkraft des Wassers und damit verbunden eine Tiefenerosion ein, der im Wasserbau mit dem Bau von Staustufen oder anderen querenden Stützbauwerken begegnet wurde.

Die Gründe zur Umgestaltung der Gewässer waren vielfältig, so dass sich der Umfang der Ausbaumaßnahmen in Hessen nicht eindeutig bestimmen lässt. Der Ausbau an Bundeswasserstraßen und an sonstigen Gewässern erfolgte in unterschiedlichen Zeiträumen und Bauabschnitten. Ausbaumaßnahmen, die den genannten Zielen dienen, betreffen nahezu alle Gewässer in Hessen.

Die Gewässerausbaumaßnahmen stellen erhebliche hydromorphologische Belastungen dar, die das Ökosystem der Gewässer nachhaltig verändert haben. Die Vereinheitlichung der Ufer, die Beseitigung typischer Bettstrukturen, die Vergleichmäßigung der Strömung und der Sohlsubstrate bewirkten insgesamt ein Zurückdrängen spezialisierter und die Zunahme ubiquitärer Arten. Zudem führten die beschriebenen Gewässerausbaumaßnahmen durch die erhöhten Fließgeschwindigkeiten zwar zu einer Verbesserung der Hochwassersituation am Ort des Ausbaus, aber durch die Beschleunigung der Abflusswellen stellten sich unterhalb des Ausbaus meist verschärfte Hochwasserverhältnisse ein. Durch Deiche nicht mehr verfügbare Retentionsräume führen zu einer weiteren Verschärfung der Hochwassersituation.

2.1.4 Sonstige anthropogene Einwirkungen

In Hessen sind zusätzlich zu den in den bisherigen Abschnitten dargestellten Belastungen auch Belastungen durch Freizeit- und Erholungsnutzung, Schifffahrt, anthropogene Überprägungen und Fischteiche für den Zustand der Gewässer von Bedeutung.

Belastung durch Fischteiche

In Hessen sind Fischteichanlagen weit verbreitet und relativ gleichmäßig verteilt. Fischteiche können die Gewässer stofflich, morphologisch und hinsichtlich der Entnahmemengen belasten und zu Schädigungen bzw. Veränderungen der aquatischen Lebensgemeinschaften führen, die sich möglicherweise negativ auf den ökologischen Zustand auswirken.

Eine Auswertung der hessischen Datenbank Wanderhindernisse ergab, dass es 716 Teichanlagen in Hessen gibt, die über ein Querbauwerk gespeist werden. An 80 % der erfassten Querbauwerke mit Teichnutzung besteht Handlungsbedarf.

Welche Teichart für das angrenzende Fließgewässer am belastungsintensivsten ist, hängt nicht nur von der Nutzungsart der Teichanlage und dem Fischbesatz, sondern vor allem von dem Verhältnis Teichgröße/Fließgewässergröße ab: Je größer der Teich und je ge-

ringer der Abfluss des angrenzenden Fließgewässers, desto größer die Belastungen, sowohl von morphologischer als auch hydraulischer und stofflicher Seite her.

Die Lebensgemeinschaften vieler kleiner Fließgewässer in den Mittelgebirgen werden vor allem durch die bestehenden Querbauwerke und die Restabflussproblematik stark beeinträchtigt. Aus rein hydromorphologischer Sicht sind Fischteiche insgesamt eher negativ zu bewerten..

Belastungen durch Freizeit und Erholung

Die Belastungen der Gewässer durch Freizeit- und Erholungsnutzung sind vielfältig. Ebenso vielfältig wie die Freizeit- und Erholungsaktivitäten an den Gewässern selbst. Das Spektrum reicht von Errichtung baulicher Anlagen wie Kleingärten, Campingplätzen und Spazierwegen bis hin zur Nutzung für den Wassersport (Kanusport, Jet-Ski fahren etc.).

Signifikante Belastungen hessischer Fließgewässer aufgrund wassersportlicher Freizeitnutzung sind aus Nord- und Mittelhessen bekannt. Betroffen sind vor allem Eder und Edersee, Fulda, Schwalm und Diemel sowie Weser, Werra und Lahn.

Durch diese Nutzungen an Gewässern können empfindliche Habitatstrukturen wie Ufersäume, Kiesbänke und Stillwasser beeinträchtigt oder gar zerstört werden. Das Abflussgeschehen und die eigendynamische Entwicklung können zudem durch bauliche Nutzungen beeinträchtigt werden. Außerdem kann das Laich- und Brutverhalten der im und am Gewässer lebenden Arten gestört werden. Die natürliche Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften wird beeinträchtigt.

Belastungen durch urbane Überprägung

Die Ergebnisse der Überwachung zeigen, dass sich in urban überprägten Regionen kaum noch Unterschiede in den aquatischen Lebensgemeinschaften zwischen strukturell guten Abschnitten in der freien Landschaft und strukturell stärker beeinträchtigten Abschnitten in Ortslagen ergeben. Die aquatischen Lebensgemeinschaften sind auch in Wasserkörpern mit einem Streckenanteil von über 35 % morphologisch guter Strecken häufig verarmt, wobei auch die untersuchten stofflichen Parameter oft keine Hinweise auf die direkten Ursachen der Verarmung geben.

Die Belastungen der aquatischen Lebensgemeinschaft durch urbane Überprägung sind so vielfältig, komplex und umfassend, dass die defizitären Auswirkungen den einzelnen Belastungsquellen nicht mehr klar zuzuordnen sind.

2.1.5 Bodennutzungsstrukturen

Nach Tabelle 2-8 wird in Hessen nahezu die Hälfte der Landesfläche landwirtschaftlich genutzt. Der Waldanteil beträgt etwa 43 %. Die Siedlungsfläche beläuft sich im Jahr 2007 auf 15,2 % (Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (<http://www.hvbg.hessen.de>); der bundesweite Durchschnitt wird mit 13 % angegeben).

Das hessische Rhein-Einzugsgebiet nimmt mit rund 12.000 km² etwas mehr als die Hälfte der Landesfläche ein, beherbergt aber annähernd 80 % der Bevölkerung (HSL 2008). Die räumliche Lage der Flusseinzugsgebiete von Hessen sowie die Verteilung der Landnutzung in den Flussgebietseinheiten Rhein und Weser können Abbildung 2-9 entnommen werden.

Tab. 2-8 Flächennutzungen in den Flussgebietseinheiten Rhein und Weser (hessischer Anteil) (Datengrundlage: ATKIS 2004/2005, HLU-G-Datenbestand)

Flusseinzugsgebiet	Einwohner	Fläche km ²	landwirtsch. Nutzfläche %	Wald %	Siedlung, Verkehr %	Gewässer %	Sonstige %
Rhein (hess. Teil)	4.770.745	12.119	43	43	12	1	1
Weser (hess. Teil)	1.321.584	8.996	48	43	7	1	1
Hessen	6.092.329	21.115	42	40	15	1	1

In Tabelle 2-9 werden die jeweiligen Flächennutzungen für die Bearbeitungsgebiete und Gewässereinzugsgebiete dargestellt. Für Hessen wird eine Ackerfläche von mehr als 6.000 km² ausgewiesen. Die Grünlandfläche beläuft sich auf ca. 3.500 km². Bei der Nutzungsform Wald ist der Mischwald die vorherrschende Waldform, gefolgt von Nadelwald. Innerhalb der einzelnen Gewässereinzugsgebiete variieren die einzelnen Flächennutzungen. Generell wird für das Weser-Einzugsgebiet eine stärkere landwirtschaftliche Ausrichtung der Flächen als im Rhein-Einzugsgebiet (z.B. Ballungsraum Rhein-Main) ermittelt.

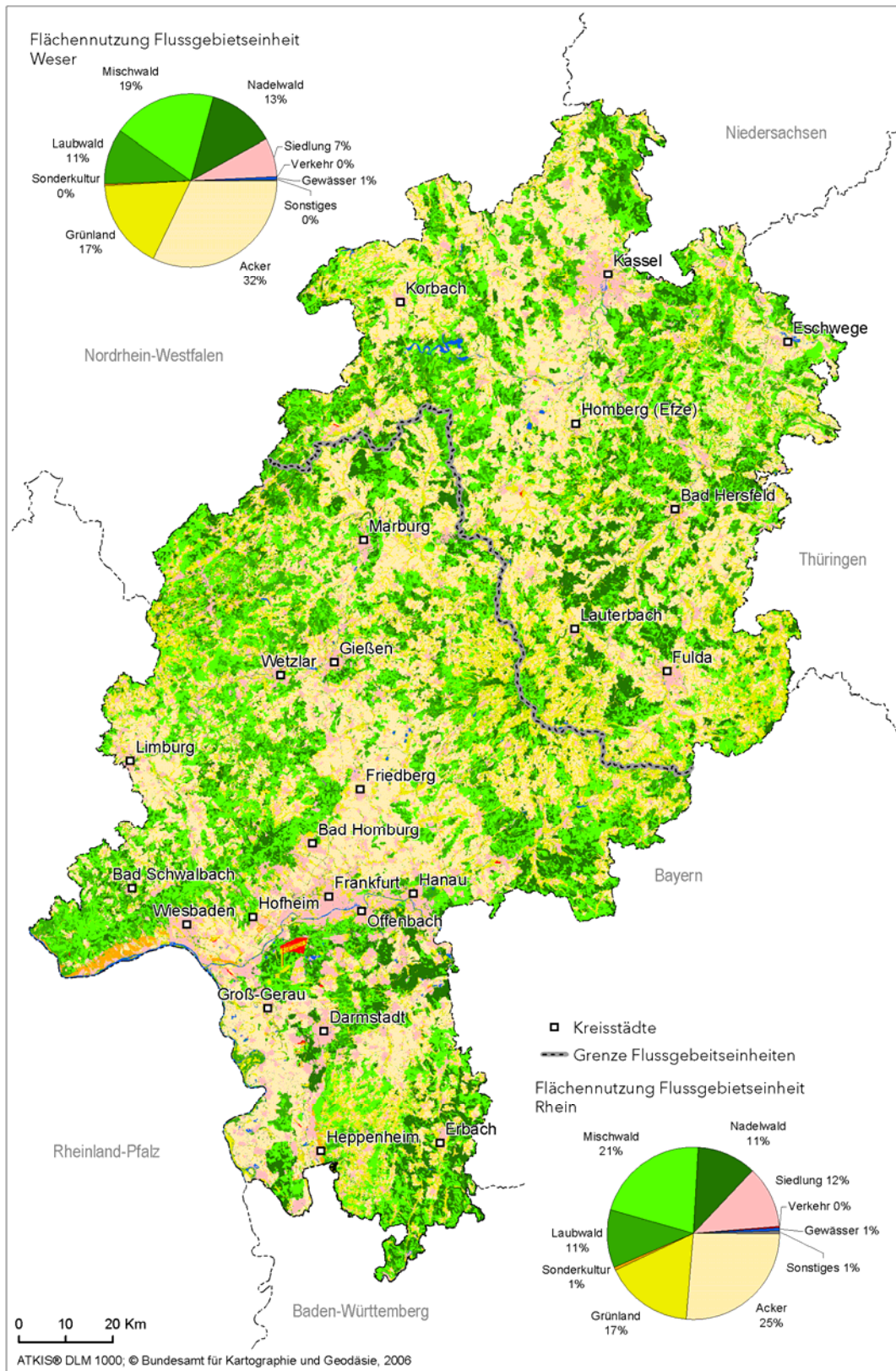


Abb. 2-9: Landnutzung in den hessischen Anteilen der FGE Rhein und Weser (Daten-
 grundlage: ATKIS 2004/2005, HLU- Datenbestand)

Tab. 2-9 Differenzierte Flächennutzungen in den einzelnen Gewässereinzugsgebieten (Datengrundlage: ATKIS 2004/2005, HLUG-Datenbestand; ASE (Agrarstrukturerhebung) Statistische Landesamt Hessen, 2003)

Flussgebiets- einheit (hess. Anteile)	Bearbei- tungs- gebiet	Flussge- biets_ID	Gewässer- einzugs- gebiet km ²	Acker- fläche km ²	Grün- land km ²	Dauer- kultur km ²	Laub- wald km ²	Misch- wald km ²	Nadel- wald km ²	Siedlung km ²	Gewässer km ²	Sonstige km ²
keine Flussge- bietszuordnung	keine Zuordnung	0	6	0	0	0	0	4	2	0	0	0
Rhein	Main	24	5.082	1.427	862	16	456	976	609	681	28	28
Rhein	Mittelrhein	25	5.297	1.317	907	38	711	1.266	517	498	31	13
Rhein	Neckar	238	301	18	44	0	11	117	96	15	1	1
Rhein	Oberrhein	239	1.457	455	204	15	156	236	112	233	25	21
Weser	Werra	41	1.404	426	277	2	196	299	110	86	7	1
Weser	Fulda	42	6.203	1.934	1.060	1	562	1.190	923	484	37	11
Weser	Diemel	44	1.247	507	192	1	153	215	103	70	4	2
Weser	Weser	43, 48	168	32	18	0	40	44	24	7	2	0
Rhein		2***	12.137	3.217	2.017	68	1.333	2.594	1.333	1.427	85	62
Weser		4***	9.022	2.898	1.547	6	951	1.748	1.159	648	50	15
Hessen			21.165	6.115	3.564	74	2.284	4.347	2.494	2.075	134	77

*** Platzhalter für niedrigere Gewässerkennzahlen in den FGE Rhein und Weser

Die Ausprägung der Bodennutzungsstrukturen kann als Indikator für die Intensität der Landnutzung gewertet werden. Damit ist sie ein wichtiger Hinweis auf mögliche Gefährdungspotenziale für oberirdische Gewässer sowie für das Grundwasser. In Tabelle 2-10 wird eine Übersicht der Bodennutzungsstrukturen in den Bearbeitungsgebieten von Hessen gegeben. Zur Verdeutlichung der Problematik der Flächenermittlung von landwirtschaftlichen genutzten Arealen (siehe Handbuch WRRL Hessen (HMULV 2008)) werden in Tabelle 2-10 die aus ATKIS und der Agrarstrukturerhebung (ASE) ermittelten Ackerflächen für die einzelnen Gewässereinzugsgebiete aufgeführt. Da diese differieren, wurden nicht die absoluten Flächenanteile der einzelnen Fruchtarten dargestellt, sondern deren prozentuales Verhältnis zur Ackerfläche aus der ASE. Es kann angenommen werden, dass die Verhältniszahlen auch für die Ackerflächen, die in ATKIS ausgewiesen werden, Geltung haben.

Die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe beläuft sich hessenweit auf 25.529 Betriebe (Stand 2003). Diese verteilen sich etwa zu gleichen Anteilen auf die beiden FGE Rhein und Weser. Besonders viele landwirtschaftliche Betriebe befinden sich im Bearbeitungsgebiet Fulda, einer Region, die überwiegend durch die Landwirtschaft geprägt wird. Die Anbauverhältnisse werden vom Getreideanbau dominiert, der meist um die 70 % der Ackerfläche ausmacht. In den meisten Regionen folgen nach dem Getreideanbau schließlich die Ölfrüchte, die auf 10 bis 18 % der Ackerflächen angebaut werden. Drittwichtigste Fruchtart sind die Hackfrüchte, die 5 bis 10 % der Ackerfläche belegen.

Neben den Anbauverhältnissen spielt vor allem der Viehbesatz eine wichtige Rolle zur Abschätzung des Belastungspotenzials, da für Rinder, Schweine u.a. eine Aussage über die jährliche Stickstoff- und Phosphatausscheidung getroffen werden kann. Damit ergibt sich aus der Anzahl der Tiere pro Gewässereinzugsgebiet eine erste Abschätzung über den Anfall an Wirtschaftsdüngern in dieser Region. Um die unterschiedlichen Tiere hinsichtlich ihrer Ausscheidungen „berechenbar“ zu machen, wurde die Größe Großvieheinheit eingeführt (z. B. Zuchtschweine über 50 kg Lebendgewicht entsprechen 0,3 Großvieheinheiten). Hessenweit werden über 500.000 Großvieheinheiten ausgewiesen. Trotz des geringeren Flächenanteils des hessischen Anteils der FGE Weser werden für diesen Raum mit ca. 280.000 Großvieheinheiten mehr Tiere ausgewiesen als dies für die hessischen Anteile der FGE Rhein mit ca. 240.000 Großvieheinheiten der Fall ist.

Tab. 2-10: Bodennutzungsstrukturen in den einzelnen Gewässereinzugsgebieten (Datengrundlage: ATKIS 2004/2005, HLUG-Datenbestand; ASE (Agrarstrukturerhebung) Statistische Landesamt Hessen, 2003)

Flussgebiets- einheit (hess. Anteile)	Bearbeitungs- gebiet	Flussge- biets_ID	Betriebe	Acker- fläche (ATKIS)	Acker- fläche (ASE)					Großvieh- einheiten	Rinder	Schweine
						darunter Getreide	darunter Hackfrüchte	darunter Ölfrüchte	darunter Futter- pflanzen			
			Anzahl	km ²	km ²	%	%	%	%	Anzahl	Anzahl	Anzahl
keine Zuordnung	keine Zuordnung	0	4	0	0					57	64	6
Rhein	Main	24	5.618	1427	1.129	72	10	10	8	108.395	105.900	102.573
Rhein	Mittelrhein	25	6.099	1317	1.039	75	2	15	9	108.023	106.621	124.324
Rhein	Neckar	238	230	18	9	63	1	0	36	5.254	6.243	978
Rhein	Oberrhein	239	1.578	455	368	71	19	2	8	23.216	18.910	32.763
Weser	Werra	41	1.904	426	320	72	4	16	9	41.209	40.190	67.589
Weser	Fulda	42	8.402	1934	1.529	73	3	16	8	193.890	182.285	397.748
Weser	Diemel	44	1.576	507	397	72	4	15	9	41.536	39.771	76.869
Weser	Weser	43, 48	118	32	29	74	3	18	5	2.375	2.138	4244
Rhein			13.525	3.217	2.544	73	8	11	9	244.888	237.674	260.638
Weser			12.000	2.898	2.274	73	3	16	8	279.010	264.384	546.450
Hessen			25.529	6.115	4.819	73	6	13	8	523.955	502.121	807.094

ATKIS: Amtliches, topografisches kartografisches Informations-System

ASE: Agrarstrukturerhebung des Hessischen Statistischen Landesamtes aus dem Jahr 2003

Landwirtschaftliche Vergleichsgebiete in Hessen

Hessen wird aus Sicht der Agrarverwaltung in zehn landwirtschaftliche Vergleichsgebiete (Wirtschaftsgebiete) eingeteilt (Tab. 2-11). Bei der Einteilung der Vergleichsgebiete werden die durchschnittlichen Jahrestemperaturen, Jahresniederschläge und Bodenklimazahlen berücksichtigt. Somit können die Vergleichsgebiete als typische regionale Nutzungsform gewertet werden. Zudem erleichtert die Namensgebung (z.B. Rheingau) den räumlichen Bezug. Die Lage der einzelnen landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete ist in Abbildung 2-10 dargestellt.

In den klimatisch begünstigten Regionen von Hessen (z.B. Rheingau, Bergstraße) trifft man Dauerkulturen wie den Weinbau an. Im hessischen Ried werden verstärkt Marktfrüchte wie Spargel, Erdbeeren und Salat angebaut. Die klimatisch begünstigten Regionen konzentrieren sich in Hessen auf das Rhein-Einzugsgebiet. In Mittel- und Nordhessen sind Ackerland und Grünlandnutzung die vorherrschende Nutzungsform. Die Wetterau zeichnet sich durch ihre mächtigen Lößstandorte als guter Ackerbaustandort aus. In den südhessischen Mittelgebirgslagen (Odenwald), den nordwesthessischen Mittelgebirgslagen (z.B. Waldeck-Frankenberg, Lahn-Dill-Gebiet) sowie osthessischen Mittelgebirgslagen (z.B. Werra-Meißner-Kreis, Schwalm-Eder-Gebiet) sind in der Regel für die landwirtschaftliche Produktion schwach ertragsfähige Räume anzutreffen.

Wasserwirtschaftliche Bedeutung / Unsicherheiten

Die Art der Bodennutzung / Landnutzung sowie die Ausprägung des Reliefs beeinflussen und prägen viele Prozesse des oberirdischen und unterirdischen Wasserkreislaufs. Somit spielt die Landnutzung eine große Rolle für die Beschreibung von Wasserhaushaltsgrößen (z.B. Grundwasserneubildung, Anteil Direktabfluss, Erosion). Daneben wird durch die Art der Landnutzung die Beschaffenheit von oberirdischen Gewässern und des Grundwassers maßgeblich beeinflusst (z.B. Siedlungsgebiete mit hoher Abwasseranlagendichte, diffuse Nährstoffeinträge durch die landwirtschaftliche Nutzung).

Somit stellt die Landnutzung, die durch die Berücksichtigung der Bodennutzungsstrukturen noch eine höhere Detailschärfe erlangt, eine wesentliche Grundlage bei der Abschätzung des „Gefahrenpotenzials“ für oberirdische Gewässer und Grundwasser dar. Diese Risikoabschätzung ist nicht auf die Ergebnisse von speziellen Messnetzen hinsichtlich oberirdischer Gewässer bzw. Grundwasser angewiesen und kann daher alleine auf Grundlage von leicht zugänglichen Daten (topografische Daten, Bevölkerungs- und Agrarstatistik u.a.) durchgeführt werden. Gleichfalls bietet die Bewertung der Flächennutzungs-/Bodennutzungsstrukturen die Möglichkeit, gleichgeartete Räume (z.B. Ackeranteil im Einzugsgebiet oder Einwohnerzahlen) zu erkennen.

Durch die unterschiedliche Art der Generierung von ATKIS-Daten und Daten hinsichtlich der Agrarstrukturerhebung sowie deren unterschiedliche thematische Schwerpunktsetzung kommt es allerdings zu erheblichen Abweichungen bezüglich der ausgewiesenen landwirtschaftlichen Flächen. Die Folge ist, dass in der Agrarstrukturerhebung die Ackerfläche im Vergleich zu den ATKIS-Daten 10 bis 20 % geringer ausfällt.

Somit kommt der Generierung der hessenweiten und flächendeckenden Erstellung der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Zukunft eine große Bedeutung zu. Dieser „Nutzungslayer“ kann aus den InVeKoS-Datensätzen abgeleitet werden. Somit entfallen Verzerrungen, die sich durch die Agrarstrukturerhebung ergeben. Gleichfalls können mit Hilfe dieser Landnutzungsdaten, unter Zuhilfenahme der Viehzahlen schließlich flächenbezogene N-Bilanzen berechnet werden. Die zeitliche Veränderung dieser flächenbezogenen N-Bilanzen kann dann als ein Kriterium hinsichtlich der Beurteilung von Maßnahmen herangezogen werden.



Abb. 2-10: Lage der landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete (Datengrundlage: ATKIS 2004/2005; ASE (Agrarstrukturerhebung) Statistisches Landesamt Hessen, 2003; LLH)

Tab. 2-11: Bodennutzungsstrukturen in den landwirtschaftlichen Vergleichsgebieten (Mitteilung des LLH)

Region_ID	Name	Wirtschaftsgebiet	Betriebe	Ackerfläche (ATKIS)	Ackerfläche (ASE)	Großvieheinheiten	Rinder	Schweine
		km ²	Anzahl	km ²	km ²	Anzahl	Anzahl	Anzahl
1	Bergstraße, Vorderer Odenwald, Rheingau	1.373	1.858	517	425	21.866	15.018	47.540
2	Wetterau, Rhein-Main-Gebiet	1.792	2.096	735	589	26.945	20.935	49.226
3	Werragebiet	338	338	122	103	5042	3.943	10.606
4	Niederhessische Senke, Amöneburger Becken	1.596	2.192	779	655	50.099	34.049	170.453
5	Rodgau, Limburger Becken	1.111	759	259	215	14.888	12.209	16.868
6	mittelhessisches Ackerbaugebiet, Fuldaer Becken	1.518	1.880	499	413	41.920	41.117	66.263
7	nordhessisches Ackerbaugebiet	885	984	304	245	18.758	15.546	46.134
8	südhessische Mittelgebirgslagen	2.896	2.878	549	428	57.702	58.721	33.573
9	nordwesthessische Mittelgebirgslagen	3.735	4.679	930	685	99.464	100.488	142.035
10	osthessische Mittelgebirgslagen	5.920	7.865	1.421	1.060	187.271	200.096	224.397
	Hessen	21.165	25.529	6.115	4.819	523.955	502.121	807.094

2.2 Grundwasser

2.2.1 Chemische Belastungen des Grundwassers

2.2.1.1 Punktquellen

Punktquellen mit potenzieller Grundwasserrelevanz sind Altablagerungen, Altstandorte, schädliche Bodenveränderungen und Grundwasserschadensfälle, bei denen Boden- und/oder Grundwasserverunreinigungen nachgewiesen wurden oder ein hinreichender Verdacht darauf besteht. Die Schadstoffe werden in den meisten Fällen aus dem Kontaminationsherd im Boden mit dem Sickerwasser oder als Schadstoffphase in das Grundwasser transportiert.

In Hessen steht für die Erfassung dieser Flächen das Fachinformationssystem Altlasten und Grundwasserschadensfälle (FIS AG) zur Verfügung. Es gliedert sich in das Altflächeninformationssystem Hessen (ALTIS) und die Analysendatei Altlasten und Grundwasserschadensfälle (ANAG). Das FIS AG wird vom HLUG in Zusammenarbeit mit den Regierungspräsidien und den unteren Wasser- und Bodenschutzbehörden als automatisierte Datei geführt.

Die hessenweite Auswertung ergab eine Häufung von Punktquellen in den industriell geprägten Ballungsräumen Rhein-Main und Kassel (Abb. 2-11). Die Auswertung nach Wirkflächen im Rahmen der Bestandsaufnahme zeigte jedoch, dass in Hessen kein Grundwasserkörper aufgrund der Belastungen durch Punktquellen in den schlechten Zustand eingestuft werden muss. Dies bedeutet aber nicht, dass von den Punktquellen keine Gefährdungen für das Grundwasser im Sinne des Bundes-Bodenschutzgesetzes oder des WHG in Verbindung mit dem HWG ausgehen. Es handelt es sich hierbei jedoch um kleinräumige Einflüsse im Verhältnis zur Fläche des jeweiligen Grundwasserkörpers.

Die grundwasserrelevanten Punktquellen werden unabhängig von dieser Bewertung systematisch im Verwaltungsvollzug der Wasser- und Bodenschutzbehörden weiter bearbeitet. Sofern detaillierte Untersuchungen eine Gefährdung für das Grundwasser ergeben, wird auf der Grundlage eines an den Standort angepassten Sanierungskonzeptes die Sanierung der Kontamination mit den geeigneten technischen Maßnahmen eingeleitet.

Insgesamt wurde in Hessen in 524 Fällen der Sanierungsbedarf festgestellt. Auf rd. 2.000 Flächen besteht der konkrete Verdacht für eine Grundwasserverunreinigung.

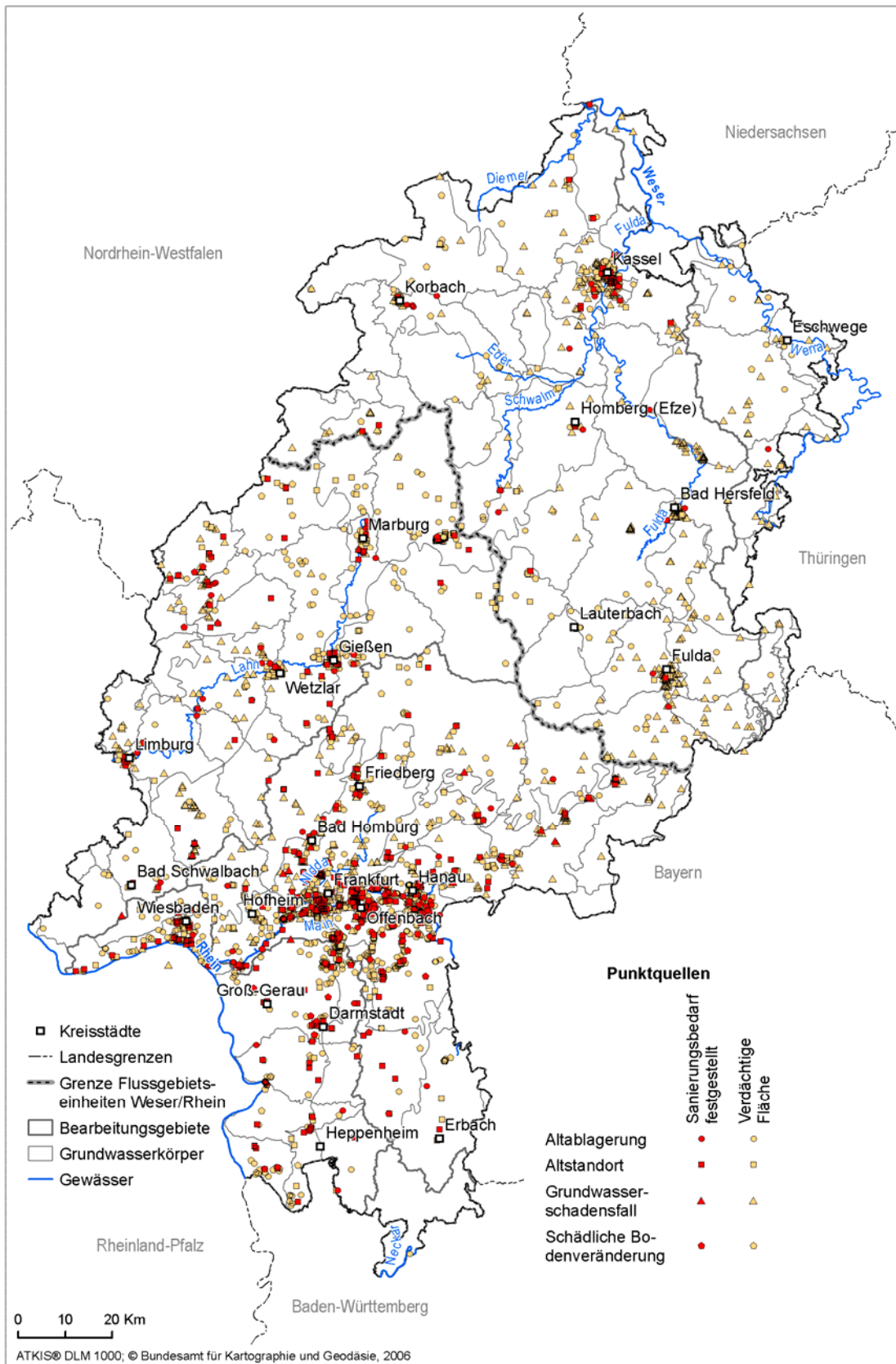


Abb. 2-11: Grundwasserkörper mit Punktquellen

2.2.1.2 Diffuse Quellen

Bei der Ermittlung und Bewertung von diffusen Stoffeinträgen wurde zwischen dem Eintrag im Bereich von Siedlungsflächen (z.B. Chlorid durch den Einsatz von Streusalz) und dem Eintrag über sonstige Flächennutzungen (Landwirtschaft, Forstwirtschaft) unterschieden. Unter Berücksichtigung von Vorgaben der LAWA wurde am Ende der Bestandsaufnahme kein Grundwasserkörper aufgrund möglicher Einträge aus Siedlungsflächen in der Zielerreichung als potenziell gefährdet eingestuft.

Von landwirtschaftlichen Flächennutzungen und immissionsbedingten Einträgen aus der Atmosphäre können Belastungen für das Grundwasser ausgehen. Für die Bewertung und Maßnahmenplanung der Grundwässer im Rahmen der WRRL sind Stickstoff (NO₃ und NH₄) sowie Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) maßgeblich.

Stickstoff / Nitrat

Landwirtschaft

Die Bestandsaufnahme (HMULV 2004a) hat gezeigt, dass flächenhaft erhöhte Nitratkonzentrationen im Grundwasser angenommen werden können (Emissionsansatz) und an einigen Messstellen auch nachgewiesen werden konnten (Immissionsansatz). Ein Teil des Stickstoffs, der zu hohen Nitratkonzentrationen führt, wird über die Luft eingetragen und entstammt u.a. auch der Landwirtschaft (Lagerung und Anwendung von stickstoffhaltigen Düngern). Der Haupteintragspfad von Stickstoff in das Grundwasser resultiert aber aus der Anwendung von stickstoffhaltigen Düngemitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Um einen optimalen Ertrag und eine den Markterfordernissen entsprechende Qualität zu erzielen, sind Sicherheitszuschläge bei der nach Düngeverordnung zu erstellenden Stickstoffbedarfsermittlung erforderlich und zulässig, die wiederum zu Stickstoffbilanzüberschüssen führen können, wenn durch unvorhersehbare Witterungsbedingungen die Nährstoffe nicht entsprechend der Kalkulation aufgenommen werden können (v.a. Trockenperioden). Dadurch kann es nach der Ernte je nach Standortbedingungen (z.B. Bodenart, Wasserspeichervermögen des Bodens, Folgekultur) und Höhe des Niederschlags zu einer Auswaschung des überschüssigen Nitrats bis in das Grundwasser kommen.

Wald

Während der Sulfateintrag seit Ende der 1980er Jahre stark zurückgegangen ist, bewegen sich die Stickstoffeinträge mit jährlichen Schwankungen auf einem gleich bleibenden, deutlich zu hohen Niveau. Der jährliche Eintrag von anorganischem Stickstoff mit der Kronentraufe (Minimalschätzung der Stickstoffgesamtdeposition) betrug im langjährigen Mittel (1986 bis 2006) in hessischen Fichtenaltbeständen zwischen 19 und 32 kg/ha, in Buchenaltbeständen zwischen 17 und 21 kg/ha. Der Stickstoffeintrag in Waldökosystemen liegt folglich seit mindestens zwei Jahrzehnten selbst bei konservativer Schätzung (Kronentraufemessung) über dem Stickstoffbedarf älterer Wälder in Höhe von rd. 10 bis 15 kg/(ha*Jahr), von dem ein großer Teil systemintern aus der Zersetzung organischer Substanz gedeckt werden könnte.

Rund 45 % des anorganischen Stickstoffs wird als Ammoniumstickstoff, d.h. als reduzierter Stickstoff in das Ökosystem eingetragen. Die Deposition von Ammonium ist stets mit Bodenversauerung und Folgeerscheinungen wie Nährelementauswaschung, Aluminium-

mobilisierung sowie Nitratbildung und Nitratauswaschung bei einem Stickstoffüberangebot verbunden. Quelle der Ammoniakemissionen und seines Umwandlungsproduktes Ammonium ist zu 95 % die Landwirtschaft. Vom Umweltbundesamt werden derzeit Szenarien über die Entwicklung der Stickstoffgesamtdeposition bis zum Jahr 2015 erarbeitet.

Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM)

Zum Schutz vor Pflanzenschädlingen und -krankheiten werden Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) gebraucht, die teilweise nicht vollständig abgebaut werden und je nach Standorteigenschaften in das Grundwasser gelangen können. Folgende Ursachen können in Frage kommen:

- unsachgemäßes Ausbringen (z.B. Überdosierung),
- Ablassen von Spritzbrüheresten,
- Abtrift (z.B. zu windiges Wetter),
- Reinigung der Spritzgeräte auf befestigten Flächen,
- Versickerung.

Eine weitergehende Analyse, bei der Bodendaten und Flächennutzungsdaten sowie die gemessenen Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser auf Gemarkungsebene bezüglich ihres Belastungspotenzials ausgewertet wurden, zeigt, dass auch in einigen Grundwasserkörpern, die zurzeit noch in einem guten Zustand sind, ebenfalls ein Handlungsbedarf besteht, damit sie künftig nicht in einen schlechten chemischen Zustand gelangen.

2.2.1.3 Sonstige anthropogene Einwirkungen

Im hessischen Teil der FGE Weser fallen bei der Herstellung von Kalium- und Magnesiumprodukten Produktionsrückstände an, die entsorgt werden müssen. Die Produktionsrückstände der Kaliindustrie, die im osthessischen Kalirevier im Werk „Werra“ mit den hessischen Standorten Wintershall (Heringen) und Hattorf (Philippsthal) und im Werk „Neuhof-Ellers“ in fester und flüssiger Form anfallen, werden trocken aufgehaldet, in den Untergrund versenkt oder in das Gewässer eingeleitet (Abb. 2-12). Sowohl die Versenkung als auch die Aufhaldung haben Auswirkungen auf den chemischen Zustand des Grundwassers.

Versenkung

Seit dem Jahr 1925 wurde im Werra-Kali-Gebiet rd. 1 Milliarde m³ Salzabwasser versenkt. Versenkt wird dabei in den Plattendolomit, einen Kluft-/Karstgrundwasserleiter in rd. 200 bis 500 m Tiefe, der in natürlichem Zustand von versalztem Wasser vollkommen erfüllt ist. Er wird im Liegenden und Hangenden von 40 bis 50 m mächtigen, schlecht durchlässigen Tonsteinschichten begrenzt, wodurch ein großflächiger Grundwasseraustausch zur Salzlagerstätte im Liegenden und zum Süßwasser führenden Buntsandstein-Grundwasserleiter im Hangenden unterbunden wird. Durch die morphologisch hoch liegenden

Grundwasserneubildungsgebiete (Richelsdorfer Gebirge, Thüringer Wald, Rhön) ist der Grundwasserspiegel schon im natürlichen Zustand gespannt und in tief eingeschnittenen Flusstälern sogar artesisch.

Trotz der begrenzenden Tonsteinschichten handelt es sich um ein offenes Speichersystem: Über lokal vorhandene Verbindungen zum Buntsandstein, einem Kluffgrundwasserleiter mit freiem Grundwasserspiegel, nimmt das Grundwasser des Plattendolomits am Wasserkreislauf teil und strömt letztlich den oberirdischen Gewässern zu. Diese Verbindungen sind in Gebieten mit Schwächezonen im Deckgebirge (tief reichende Störungen, über dem Salzhanginnenrand, über Basaltgängen sowie in Salzauslaugungssenken) und in morphologischen Tieflagen (z.B. Werratal) vorhanden. Diese Gebiete werden als Entlastungsgebiete bezeichnet.

Die mit der Versenkung in das System eingegebene Salzabwassermenge hoher Dichte und hoher Mineralisation sowie der bei der Versenkung aufgebrachte Druck erhöhen den hydrostatischen Druck im Plattendolomit. Dadurch kommt es in Entlastungsgebieten zur Verdrängung einer der Versenkmenge entsprechenden Formations- oder Mischwassermenge, die aus dem Plattendolomit in den Buntsandstein aufsteigt bzw. bis an die Oberfläche dringen kann und z.B. in der Werratalaue nördlich von Heringen als sogenannter diffuser Eintrag in den Gewässern messbar ist.

Die Grundwasserströmung und damit auch die Ausbreitung des Salzabwassers bzw. Mischwassers im Plattendolomit erfolgt vom höchsten Druck (in den Versenkgebieten) in Richtung des niedrigsten Drucks, also zu den Entlastungsgebieten, an denen das Wasser dann in die hangenden Schichten des Buntsandsteins aufsteigt.

Die sogenannten diffusen Einträge in die Gewässer bewirken, dass bei niedriger Wasserführung der Grenzwert von 2.500 mg/l Chlorid am Pegel Gerstungen (Werra) allein durch diese Einträge erreicht und zeitweise überschritten wird. Im Jahr 2003 mit seinem heißen und trockenen Sommer wurde der Grenzwert sechs Wochen lang erreicht bzw. überschritten.

Aufhaldung

Die Aufhaldung von trockenem Rückstand aus der elektrostatischen Rohsalzaufbereitung umfasst jährlich etwa 10 bis 11 Mio. t auf zwei Großhalden im Werra-Gebiet, kumulativ liegen rd. 280 Mio. t Salz (hauptsächlich NaCl) auf diesen zwei Halden. Im Gebiet Neuhof-Ellers liegt die jährliche Aufhaldung bei rd. 2,5 Mio. t; kumulativ liegen hier 96 Mio. t Rückstandssalz auf der Halde.

Durch die in die Halden eindringenden Niederschläge werden die Rückstandssalze gelöst. Das abfließende, aufgesalzene Wasser wird zum größten Teil über randliche Auffanggräben gefasst. Eine verhältnismäßig geringe Menge sickert insbesondere in den alten Haldenbereichen, die keine Basisabdichtung besitzen, in den Untergrund ein. Die Menge des gefassten Ablaufwassers beträgt pro Halde jährlich 0,7 bis 0,9 Mio. m³.

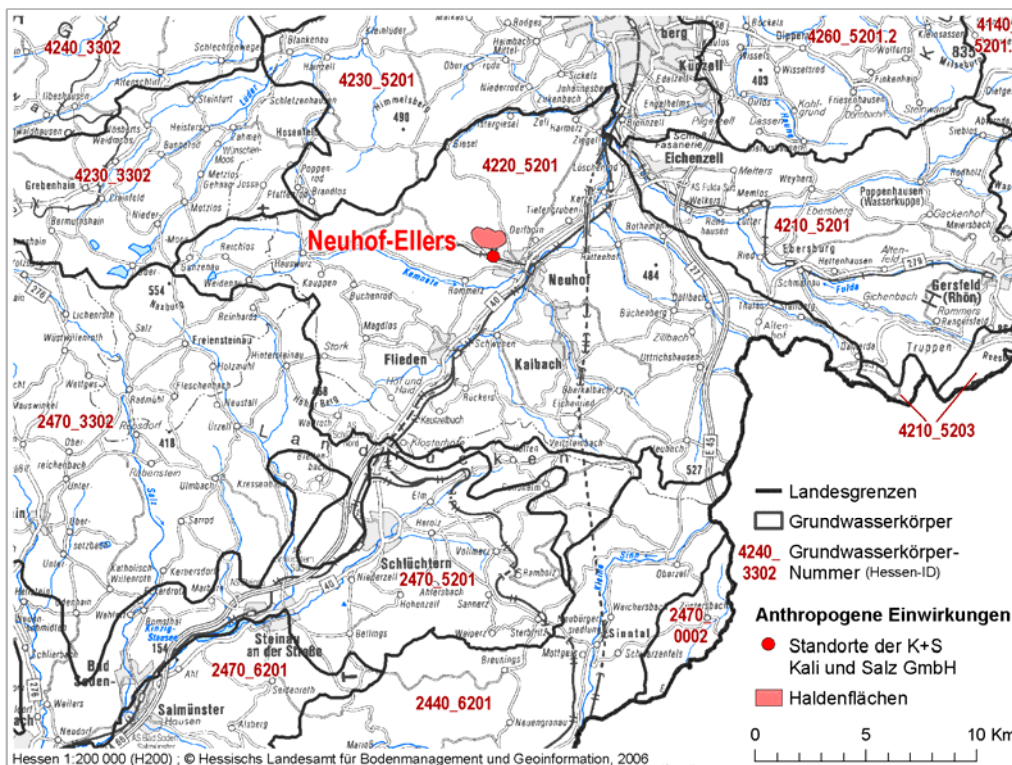
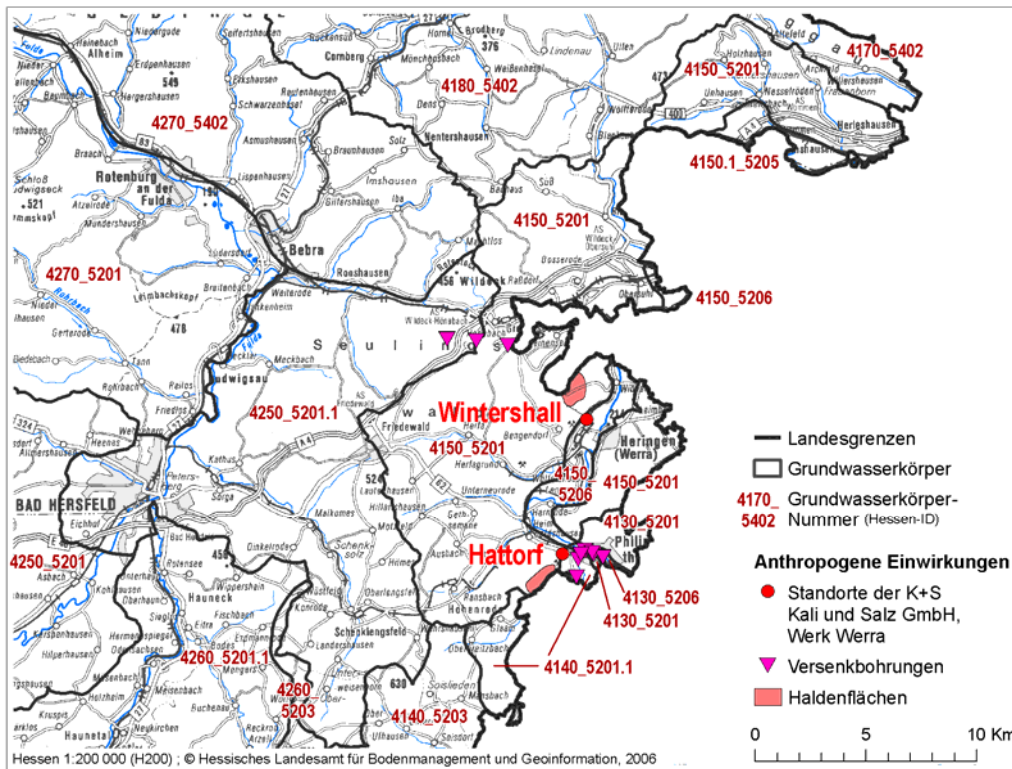


Abb. 2-12: Karte mit Lage der Werke, der Halden und der Versenkbohrungen, Unterscheidung in Werra-Kaligebiet und Kaligebiet Neuhof (HLUG 2008)

2.2.2 Belastungen des quantitativen Zustands des Grundwassers

2.2.2.1 Wasserentnahmen

Grundwasserentnahmen wirken sich in unterschiedlicher Intensität zum Teil auch in der weiteren Umgebung der Entnahmestelle und ggf. in mehreren Grundwasserstockwerken auf die Grundwasserstände bzw. das Grundwasserströmungsfeld aus. Hierdurch kann es zum Trockenfallen von oberirdischen Gewässern oder aufsteigenden Quellen, Absinken des oberflächennahen Grundwassers und damit zusammenhängend auch zu Beeinträchtigungen von grundwasserabhängigen Landökosystemen kommen. Die grundwasserabhängigen Landökosysteme werden im Abschnitt 2.2.3 gesondert behandelt.

Die WRRL fordert unter anderem eine Analyse der Belastungen, denen der Grundwasserkörper durch die Entnahme und durch künstliche Anreicherungen ausgesetzt ist bzw. sein kann.

Die Bewertung der Belastungen und somit die Beurteilung des mengenmäßigen Zustands wurde bei der Bestandsaufnahme in einem ersten Schritt flächendeckend mittels einer Grundwasserbilanz für jeden Grundwasserkörper vorgenommen. Hierbei wurde die langjährige mittlere Grundwasserneubildung in den Grundwasserkörpern den erteilten Wasserentnahmerechten gegenübergestellt. Grundlage für die Grundwasserneubildungsbeurteilung waren die Grundwasserneubildungsspenden der hydrogeologischen Einheiten, deren Flächenanteil pro Grundwasserkörper und die Größe des Grundwasserkörpers selbst. Hohe Grundwasserneubildungsspenden treten z.B. im Buntsandstein-Odenwald, im Oberrheingebiet, im Vogelsberg und in der Hohen Rhön auf, während insbesondere im Hintertaunus und im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge die Grundwasserneubildung gering ist.

Betrug die Summe der Entnahmerechte für Brunnen in einem Grundwasserkörper mehr als 50 % der Grundwasserneubildung, erfolgte eine weitergehende Bewertung. Hierbei wurden einzelne Bestimmungen der Grundwasserneubildung verfeinert, der Grundwasseraustausch zwischen Grundwasserkörpern sowie Daten von künstlichen Grundwasseranreicherungen (z.B. Hessisches Ried) und bekannte natürliche Infiltrationen von Oberflächengewässern berücksichtigt. Auf die künstlichen Grundwasseranreicherungen wird in Abschnitt 2.2.2.2 näher eingegangen.

Als Resultat dieser stufenweisen Bewertung der Bestandsaufnahme befindet sich kein Grundwasserkörper mengenmäßig in einem schlechten Zustand (siehe Anhang 1, Karte 1-19).

Eine zusätzliche Bewertung des mengenmäßigen Zustands wurde im Rahmen der Grundwasserüberwachung durch die Auswertung der Wasserstandsganglinien der 110 Überwachungsmessstellen vorgenommen (Näheres hierzu siehe Abschn. 4.2.2.1). Es zeigte sich, dass die Ganglinien aller Messstellen (Beobachtungszeitraum seit 1993 und länger) einen typischen Verlauf, also nur jahreszeitliche Schwankungen und Reaktionen auf mehrjährige niederschlagsarme und niederschlagsreiche Perioden aufzeigen. Dies gilt auch für die Oberrhein- und Untermainebene und den westlichen Vogelsberg, wo großräumig vor Jahrzehnten in den Grundwasserhaushalt eingegriffen wurde. Auch hier hat seit über 20 Jahren das Grundwasser ein neues Gleichgewicht auf tieferem Niveau erreicht und es gibt innerhalb des Betrachtungszeitraums keinen Trend zu sinkenden Wasserständen.

Der gute mengenmäßige Zustand des Grundwassers gemäß Definition Anhang V, Tabelle 2.1.2 der WRRL wird somit durch die Auswertung der Überwachungsergebnisse für alle hessischen Grundwasserkörper bestätigt.

2.2.2.2 Grundwasseranreicherungen

Die Grundwasseranreicherung ist ein wesentlicher Bestandteil der Grundwasserbewirtschaftung im Hessischen Ried und im Frankfurter Stadtwald (Abb. 2-13). Dort wird aufbereitetes Rhein- bzw. Mainwasser über Infiltrationsorgane in das Grundwasser eingeleitet. Die Infiltrationen dienen folgenden Punkten:

- Grundwasseranreicherung zu Trink- und Brauchwasserzwecken,
- Verbesserung der ökologischen Verhältnisse.

Infiltrationsanlagen befinden sich in Eschollbrücken (GWK 2396_3101), im Gernsheimer und im Jägersburger Wald (GWK 2695_3101) sowie im Frankfurter Stadtwald (GWK 2490_3101). Weitere Anlagen sind im Lorscher Wald und in Lampertheim geplant (GWK 2393_3101).

In diesen Grundwasserkörpern überschreiten die Grundwasserentnahmerechte die in der Bestandsaufnahme als vertretbar angesehenen 50 % der Grundwasserneubildung (siehe oben). Durch die bereits vorhandenen Infiltrationsanlagen wird das vorhandene Defizit ausgeglichen und der gute mengenmäßige Zustand erreicht.

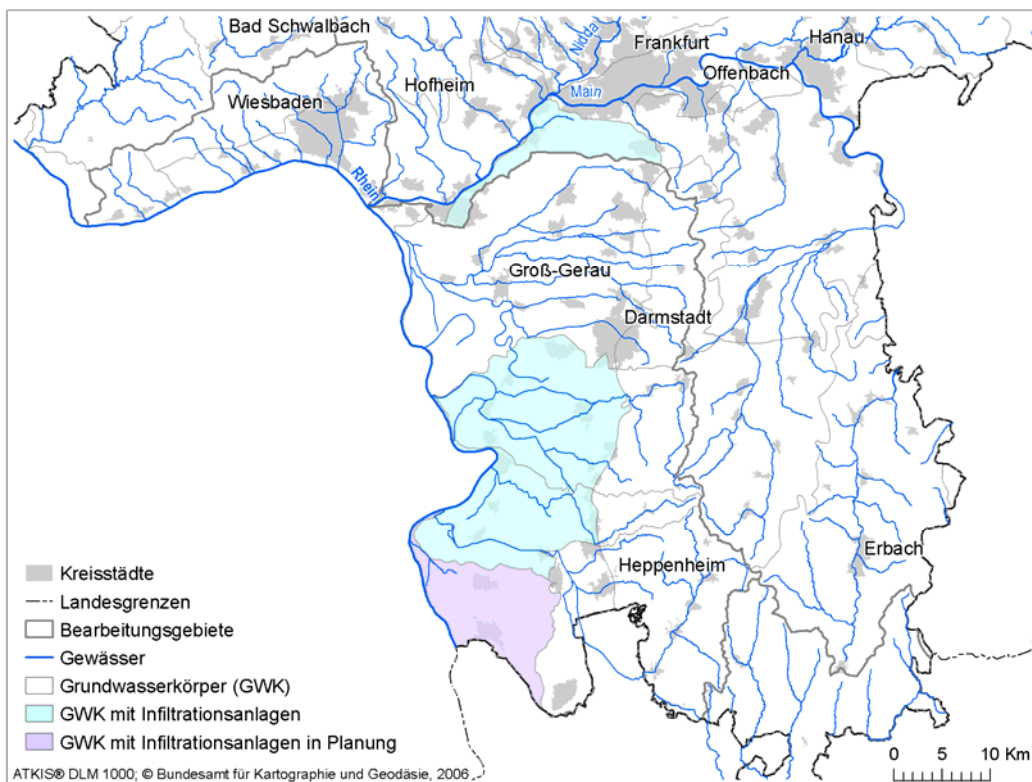


Abb. 2-13: Lage der Infiltrationsanlagen (Datengrundlage: Bestandsaufnahme 2004/ Wasserbuchauszug und Grundwasserbewirtschaftungsplan Hess. Ried)

2.2.3 Grundwasserabhängige Landökosysteme

Die grundwasserabhängigen Landökosysteme werden in Anhang V der WRRL als Indikatoren für den mengenmäßigen und den chemischen Zustand der Grundwasserkörper aufgeführt. Der gute Zustand kann nur erreicht werden, wenn es zu keiner signifikanten Schädigung von grundwasserabhängigen Landökosystemen kommt. Als grundwasserabhängige Landökosysteme wurden in Hessen bei der Bestandsaufnahme FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete, Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete betrachtet, deren Schutzzweck eine Relevanz hinsichtlich grundwasserabhängiger Biotope oder Arten aufweist.

Als potenziell gefährdet wurden die o.g. Schutzgebiete dann eingestuft, wenn sie im Absenkungsbereich von Wassergewinnungsanlagen liegen und eine Anbindung an den für die Wassergewinnungsanlage genutzten Grundwasserleiter haben oder wenn sie im Bereich der großflächigen und von zahlreichen Wassergewinnungsanlagen geprägten Porengrundwasserleiter im Hessischen Ried oder in der Untermainebene liegen. Im Ergebnis wurden so 494 Flächen mit potenziell gefährdeten grundwasserabhängigen Landökosystemen ermittelt.

Die Überprüfung dieser Landökosysteme anhand der Daten und Unterlagen zu Wasserrechtsverfahren im Zuge der anschließenden Überwachungsphase hat gezeigt, dass in den meisten Fällen kein negativer Trend der Grundwasserstände vorliegt und demzufolge für die meisten der o.g. Landökosysteme keine tatsächliche Gefährdung zu besorgen ist.

Für 35 potenziell gefährdete grundwasserabhängige Landökosysteme werden bereits aufgrund von Auflagen in bestehenden Wasserrechten Überwachungen durchgeführt (Tab. 2-12 und Abb. 2-14). Diese Ökosysteme werden nachrichtlich in das Überwachungsprogramm nach WRRL übernommen. Für 28 andere potenziell gefährdete grundwasserabhängige Landökosysteme wird noch im Rahmen laufender Wasserrechtsverfahren bis zum Jahr 2009 geklärt, ob signifikante Schädigungen dieser Ökosysteme durch die beantragten Grundwasserentnahmen ausgeschlossen werden können oder ob entsprechende Auflagen zur Überwachung erforderlich sind (vgl. Tab. 2-13 und Abb. 2-14).

Sofern tatsächlich signifikante Schädigungen der Ökosysteme aufgrund der Ergebnisse der Überwachung zu besorgen sind, werden im Rahmen des Vollzugs der Wasserrechte entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung und ggf. zur Kompensation ergriffen.

Eine gesonderte Betrachtung der grundwasserabhängigen Landökosysteme in Bezug auf chemische Belastungen konnte entfallen, weil einerseits in denjenigen Grundwasserkörpern, die durch diffuse oder sonstige anthropogene Stoffeinträge nicht im guten chemischen Zustand sind, ohnehin entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung des Zustands zu ergreifen sind und weil andererseits in Hessen aufgrund der bisherigen Erfahrungen keine Erkenntnisse über signifikante Schädigungen von grundwasserabhängigen Landökosystemen durch Schadstoffe im Grundwasser vorliegen.

Tab. 2-12: Grundwasserabhängige Landökosysteme mit Überwachung aufgrund bestehender Wasserrechte

Grundwasserabhängiges Landökosystem (Name)	Art des Schutzgebietes	Wasserschutzgebiet (Bezeichnung)	Flussgebiet	Kreis
Forehahi (LSG); Wälder der südlichen hessischen Oberrheinebene (VSG)	LSG; VSG	WW Käfertal	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Bergstraße
AV Kinzig	LSG	Kirchbracht	Rhein (Main)	Main-Kinzig-Kreis
Gewässersystem der Bracht (FFH); AV Kinzig (LSG); Brachtal bei Hitzkirchen (NSG)	FFH; LSG; NSG geplant	Neuenschmidten	Rhein (Main)	Main-Kinzig-Kreis
AV Kinzig	LSG	Neuenschmidten	Rhein (Main)	Main-Kinzig-Kreis
Schifflache bei Großauheim (NSG)	LSG; NSG festgesetzt	WW IV, Großkrotzenburg	Rhein (Main)	Main-Kinzig-Kreis
AV Kinzig	LSG	Br. Niedermittlau	Rhein (Main)	Main-Kinzig-Kreis
AV Wetterau	LSG	Ostheim	Rhein (Main)	Main-Kinzig-Kreis
Biberlebensraum Hessischer Spessart (Jossa und Sinn) (FFH); Vogelsberg-Hessischer Spessart (LSG)	FFH; LSG	Br. Oberzell	Rhein (Main)	Main-Kinzig-Kreis
Biberlebensraum Hessischer Spessart (Jossa und Sinn) (FFH); Vogelsberg-Hessischer Spessart (LSG)	FFH; LSG	Br. Weichersbach	Rhein (Main)	Main-Kinzig-Kreis
Magerrasen bei Weichersheim und weitere Fläche	FFH	Br. Mottgers-Schwarzenfeld	Rhein (Main)	Main-Kinzig-Kreis
Spitzer Berg bei Schloßborn/Ehlhalten	NSG geplant	Ehlhalten	Rhein (Main)	Main-Taunus-Kreis
AV Kinzig	LSG	Diebach	Rhein (Main)	Wetteraukreis
AV Kinzig	LSG	Br. Krebsbachtal	Rhein (Main)	Wetteraukreis
Merkenfritzbachau bei Gedern	FFH	WW Gedern-Merkenfritz	Rhein (Main)	Wetteraukreis
Grünlandgebiete in der Wetterau	FFH	WW Orbes	Rhein (Main)	Wetteraukreis
AV Wetterau	LSG	Br. Münzenberg	Rhein (Main)	Wetteraukreis
Vogelsberg-Hessischer Spessart	LSG	Br. Ulfa	Rhein (Main)	Wetteraukreis
Vogelsberg	VSG	Lauter	Rhein (Mittelrhein)	Landkreis Gießen
Laubacher Wald (FFH); Vogelsberg (VSG)	FFH; VSG	Br. Freienseen	Rhein (Mittelrhein)	Landkreis Gießen
Wetterau	VSG	OVAG Hungen/Inheiden	Rhein (Main)	Landkreis Gießen

Grundwasserabhängiges Landökosystem (Name)	Art des Schutzgebietes	Wasserschutzgebiet (Bezeichnung)	Flussgebiet	Kreis
Lahnhänge zwischen Biedenkopf und Marburg	FFH	TB Rost, Allendorf	Rhein (Mittelrhein)	Landkreis Marburg-Biedenkopf
Am Dimberg bei Steinperf	FFH; NSG festgesetzt	TB Steinperf	Rhein (Mittelrhein)	Landkreis Marburg-Biedenkopf
Hoher Vogelsberg	FFH	TB Sichenhausen	Rhein (Main)	Vogelsbergkreis
Oberes Lempetal bei Hombressen	NSG festgesetzt	WSG Lempetal, Hofgeismar	Weser (Fulda/Diemel)	Landkreis Kassel
Ederaue	VSG	TB Sölzer Wiese	Weser (Fulda/Diemel)	Landkreis Waldeck-Frankenberg
Kellerwald	VSG	TB Allendorf	Weser (Fulda/Diemel)	Landkreis Waldeck-Frankenberg
Mönchbruch und Wälder bei Mörfelden-Walldorf und Groß-Gerau	VSG	kein WSG betroffen	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Groß-Gerau
Tongrubengelände von Bensheim und Heppenheim	FFH	kein WSG betroffen	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Bergstraße
Schwanheimer Wald	FFH	kein WSG betroffen	Rhein (Main)	Frankfurt
Hinterer Bruch südlich von Heppenheim	FFH	kein WSG betroffen	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Bergstraße
Reliktwald Lampertheim und Sandrasen Untere Wildbahn	FFH	kein WSG betroffen	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Bergstraße
Wälder der südlichen hessischen Oberrheinebene	VSG	kein WSG betroffen	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Bergstraße
Kammereckswiesen und Kirchnerseckgraben von Langen	FFH	kein WSG betroffen	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Groß-Gerau
Schwarzenbruch und Pechgraben bei Seligenstadt	FFH	kein WSG betroffen	Rhein (Main)	Landkreis Offenbach
Mönchbruch von Mörfelden und Rüsselsheim, Grundwiesen bei Mörfelden-Walldorf	FFH	kein WSG betroffen	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Groß-Gerau

WW = Wasserwerk
 TB = Tiefbrunnen
 Br. = Brunnen
 VSG = Vogelschutzgebiet,
 FFH = Fauna-Flora-Habitat-Schutzgebiet
 NSG = Naturschutzgebiet
 LSG = Landschaftsschutzgebiet
 AV = Auenverbund
 WSG = Wasserschutzgebiet

Tab. 2-13: Grundwasserabhängige Landökosysteme, für die die Notwendigkeit einer Überwachung bis zum Jahr 2009 geklärt wird

Grundwasserabhängiges Landökosystem (Name)	Art des Schutzgebietes	Wasserschutzgebiet (Bezeichnung)	Flussgebiet	Kreis
Forehahi (LSG); Wälder der südlichen hessischen Oberrheinebene (VSG)	LSG; VSG	WW Bürstädter Wald	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Bergstraße
Jägersbruger und Gernsheimer Wald (FFH); Forehahi (LSG); Jägersbruger/Gernsheimer Wald (VSG)	FFH; LSG; VSG	WW Jägersbruger Wald	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Bergstraße
Forehahi	LSG	WW Biblis	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Bergstraße
Untere Gersprenzaue	VSG	Gruppenwasserkwerk Dieburg	Rhein (Main)	Landkreis Darmstadt-Dieburg
Forehahi (LSG); Jägersbruger/Gernsheimer Wald (VSG)	LSG; VSG	WW Gernsheim	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Groß-Gerau
Forehahi (FFH); Hessische Altneckarschlingen-Rheinniederterrassen (VSG)	LSG; VSG	WW Allmendfeld	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Groß-Gerau
Wüster Forst bei Rüsselsheim	NSG festgesetzt	WW Hof Schönau	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Groß-Gerau
Silverbachtal bei Schloßborn	NSG festgesetzt	Silverbachtal	Rhein (Main)	Hochtaunuskreis
Saubach und Niedgesbach bei Schmitten (FFH); Saubach und Niedgesbach bei Schmitten (NSG)	FFH; NSG festgesetzt	Seelenberg	Rhein (Mittelrhein)	Hochtaunuskreis
Riedelbacher Heide	NSG festgesetzt	Rosbach	Rhein (Mittelrhein)	Hochtaunuskreis
Talauensystem der Bieber und Kinzig bei Biebergemünd (FFH); AV Kinzig (LSG)	FFH; LSG	Wirtheim	Rhein (Main)	Main-Kinzig-Kreis
AV Kinzig	LSG	Br. Roth	Rhein (Main)	Main-Kinzig-Kreis
Krebsbachtal bei Ruppertshain (FFH); Krebsbachtal bei Ruppertshain (NSG)	FFH; NSG festgesetzt	Fischbach/ Kalkheim	Rhein (Main)	Main-Kinzig-Kreis
Krebsbachtal bei Ruppertshain (FFH); Krebsbachtal bei Ruppertshain (NSG)	FFH; NSG festgesetzt	Im Schmidtstück	Rhein (Main)	Main-Taunus-Kreis
Oberläufe der Gersprenz	FFH	In den Stockwiesen	Rhein (Main)	Odenwaldkreis
Hengster	NSG festgesetzt	WW Lämmerhecke	Rhein (Main)	Landkreis Offenbach
Bong'sche Grube und Mainflinger Mainufer; Ehemalige Tongrube von Mainhausen	VSG	WW Lange Schneise Ost	Rhein (Main)	Landkreis Offenbach
Rechtebachtal (NSG festgesetzt); Walluftal am Kloster Tiefen (NSG geplant)	NSG festgesetzt; NSG geplant	TB Rechtebachtal	Rhein (Oberrhein)	Rheingau-Taunus-Kreis
Mittleres Aartal	NSG geplant	TB Lausbach	Rhein (Mittelrhein)	Rheingau-Taunus-Kreis
Silverbach, Schwarzbach und Fürstenwiese bei Wehen	NSG festgesetzt	Platterstr./ Haferstück	Rhein (Mittelrhein)	Rheingau-Taunus-Kreis

Grundwasserabhängiges Landökosystem (Name)	Art des Schutzgebietes	Wasserschutzgebiet (Bezeichnung)	Flussgebiet	Kreis
Dombachtal bei Steinfischbach	NSG geplant	Dombachtal	Rhein (Mittelrhein)	Rheingau-Taunus-Kreis
Dombachtal bei Steinfischbach	NSG geplant	Br. Dottenbach	Rhein (Mittelrhein)	Rheingau-Taunus-Kreis
Dombachtal bei Steinfischbach	NSG geplant	Br. Saale	Rhein (Mittelrhein)	Rheingau-Taunus-Kreis
Laubacher Wald	FFH	Laubach	Rhein (Main)	Landkreis Gießen
Hoher Vogelsberg	FFH	Muna	Weser (Werra)	Vogelsbergkreis
Vogelsberg	VSG	TB Eichenrod	Weser (Werra)	Vogelsbergkreis
Hessische Altneckarschlingen	VSG	WW Eschollbrücken	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Groß-Gerau
Hessische Altneckarschlingen	VSG	WW Pfungstadt	Rhein (Oberrhein)	Landkreis Groß-Gerau

WW = Wasserwerk
 TB = Tiefbrunnen
 Br. = Brunnen
 VSG = Vogelschutzgebiet,
 FFH = Fauna-Flora-Habitat-Schutzgebiet
 NSG = Naturschutzgebiet
 LSG = Landschaftsschutzgebiet
 AV = Auenverbund
 WSG = Wasserschutzgebiet

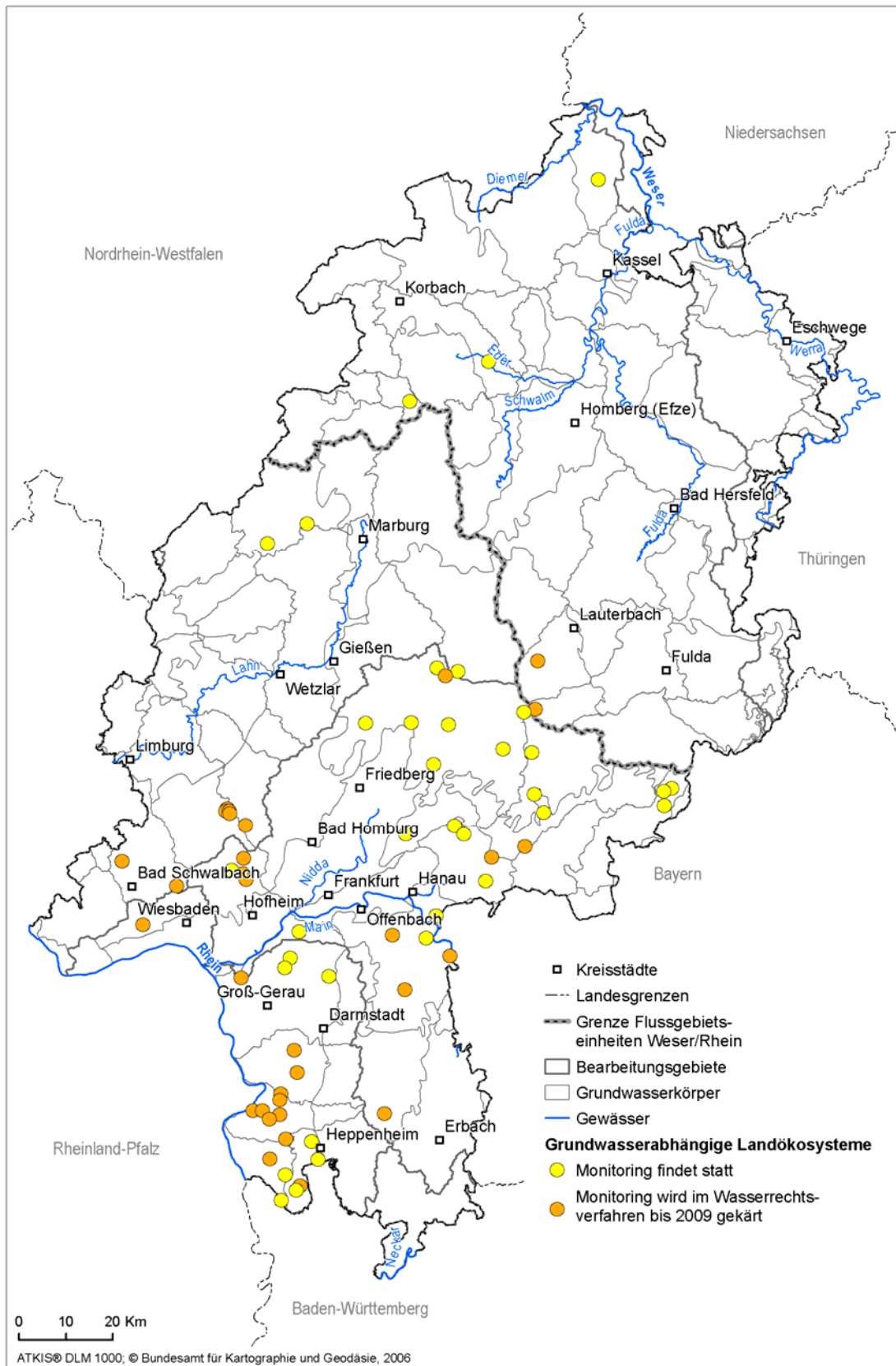


Abb. 2-14: Überwachung des Grundwassers – grundwasserabhängige Landökosysteme