

Lahnkonzept Status-Analyse

- Teilbericht „Wasserwirtschaft“ -

Bearbeitet durch:

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Koblenz

Ansprechpartner: Katrin Schulze, Jens Maltzan

In Zusammenarbeit mit:

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Regierungspräsidium Gießen

Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Stand: Mai 2019

EU-LIFE-IP „Living Lahn River - one river, many interests“

LIFE14 IPE/DE/000022

Inhalt

1	Einführung und Abgrenzung	1
2	Hydrologie	3
2.1	Allgemein.....	3
2.2	Einzugsgebiet der Lahn	4
2.3	Gewässernetz	5
2.4	Niederschlag.....	6
2.5	Pegel und Abflussverhalten.....	7
2.6	Stauwurzeln.....	10
2.7	Fließgewässer-Messstellen	11
3	Hochwasser	12
3.1	Bewertung des Hochwasserrisikos und Bestimmung von Risikogebieten.....	13
3.2	Hochwassergefahrenkarten	15
3.3	Hochwasserrisikokarten	19
3.4	Hochwasserrisikomanagementpläne	20
3.5	Überschwemmungsgebiete	23
3.6	Hochwasserschutz.....	25
4	Grundwasser	29
4.1	Hydrogeologie	29
4.2	Grundwasserneubildung	32
4.3	Grundwassermessstellen	35
4.4	Grundwasserbeschaffenheit	36
5	Wasserschutzgebiete	49
5.1	Trinkwasserschutzgebiete	49
5.2	Heilquellenschutzgebiete	54
5.3	Mineralwassereinzugsgebiete.....	58
6	Wasserwirtschaftliche Nutzungen	61
6.1	Entnahmen	61
6.2	Einleitungen	64
6.3	Bergbaugebiete	65
6.4	Wasserkraftanlagen	67
7	Abwasserentsorgung.....	69
7.1	Kommunale Kläranlagen	69
7.2	Industrielle Kläranlagen	72
8	Literaturverzeichnis.....	74

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	DVD „Lahn-GIS“ (Geographisches Informationssystem) mit Quellenverzeichnis
----------	---

Abkürzungsverzeichnis

AbwV	Abwasserverordnung
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Produktcenter)
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BÜK	Bodenübersichtskarte
CKW	chlorierte Kohlenwasserstoffe
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DOC	gelöster organisch gebundener Kohlenstoff
ehem.	ehemals, ehemalig/e/r/s
FLYS	Flusshydrologischer Webdienst der BfG
GINA	Gewässerbezogener Immissionsnachweis für Abwassereinleitungen
GIS	geographisches Informationssystem
GK	Geologische Karte
°dH	Grad deutsche Härte (ehem. Einheit für Wasserhärte)
GruSchu	Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen
GrwV	Grundwasserverordnung
GÜK	Geologische Übersichtskarte
HAD	Hydrologischer Atlas Deutschland
HHQ	Höchster Hochwasserabfluss
HHW	Höchstes Hochwasser
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (ehem. HLUg)
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (heute HLNUG)
HQ ₁₀	Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit (10-jährliches Hochwasser)
HQ ₁₀₀	Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit (100-jährliches Hochwasser)
HQ _{estrem}	Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit (Extremereignis)
HQSG	Heilquellenschutzgebiete
HRB	Hochwasserrückhaltebecken
HÜK	Hydrogeologische Übersichtskarte
HWRMP	Hochwasserrisikomanagementplan
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
IVU- Richtlinie	Europäische Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (2010 in Industrieemissionsrichtlinie integriert)
LAWA	Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LfU	Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz
LWG	Landeswassergesetz(e)
mg/l	Milligramm pro Liter
MHQ	mittlerer Hochwasserabfluss
mmol/L	Millimol Calciumcarbonat pro Liter (Einheit für Wasserhärte)
CaCO ₃	
MNQ	mittlerer Niedrigwasserabfluss
MQ	Mittlerer Abfluss
MW	Mittelwasser
NNQ	Niedrigster Niedrigwasserabfluss
NNW	Niedrigstes Niedrigwasser
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register = europäisches Schadstofffreisetzungs- und Verbringungsregister

PSM	Pflanzenschutzmittel
QSG-Zonen	Quellenschutzgebietszonen
RLP	Rheinland-Pfalz
RUV	Rohwasseruntersuchungsverordnung
RVO	Rechtsverordnung (zur Festsetzung von Wasserschutzgebieten)
SGD Nord	Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
UBA	Umweltbundesamt
ÜSG	Überschwemmungsgebiete
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WMS	web map service
WRMG	Wasch- und Reinigungsmittelgesetz
WRRL	EG-Wasserrahmenrichtlinie
WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
WSG	Wasserschutzgebiete
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

1 Einführung und Abgrenzung

Dieser Teilbericht beschäftigt sich mit dem Fachgebiet der Wasserwirtschaft und den damit zusammenhängenden wasserwirtschaftlichen Grundlagen für die Wasserstraße Lahn. Das nachfolgende Zitat des Umweltbundesamtes verdeutlicht den hohen Stellenwert sowie die Notwendigkeit eines verantwortungsbewussten Umgangs mit der Ressource Wasser:

„Wasser ist Grundlage allen Lebens. Bäche, Flüsse, Seen, Feuchtgebiete und Meere sind Lebensraum einer Vielzahl von Pflanzen und Tieren und wichtige Bestandteile des Naturhaushaltes. Das Grundwasser ist Trinkwasserspender und Lebensraum zugleich. Wir nutzen Wasser für unsere Ernährung, die tägliche Hygiene und für unsere Freizeitaktivitäten. Außerdem ist Wasser als Energiequelle, Transportmedium und Rohstoff ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Ein effektiver Schutz und der schonende Umgang mit der Ressource Wasser sind Voraussetzung für biologische Vielfalt und eine nachhaltige Nutzung.“ [1]

In Anlehnung an die DIN 4049 definiert das Landesamt für Umwelt (LfU) Rheinland-Pfalz den Begriff Wasserwirtschaft als die *"zielbewusste Ordnung des Wasserhaushalts nach Menge und Güte"* [2]. Im Allgemeinen wird das Fachgebiet der Wasserwirtschaft in vier Themenbereiche aufgliedert:

1. Bewirtschaftung von ober- und unterirdischen Gewässern
2. Trinkwassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung
3. Bewirtschaftung von Abwässern
4. Entwässerung von niederschlagsreichen Gebieten oder Bewässerung von niederschlagsarmen Gebieten.

Die Wasserwirtschaft umfasst demzufolge den gesamten Wasserkreislauf, von der Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung über die Behandlung von Niederschlagswasser bis hin zur Bewirtschaftung von Oberflächengewässern. Zahlreiche Gesetze sollen den verantwortungsbewussten Umgang mit dem Schutzgut Wasser auf europäischer (Wasserrahmenrichtlinie – EG-WRRL [3]¹) und deutscher (Wasserhaushaltsgesetz – WHG [4]) sowie auf Länderebene (Landeswassergesetze – LWG, [5] und [6]) sicherstellen. Daneben gibt es weitere Regelwerke, die den Schutz des Wassers und die öffentliche Wasserver- und -entsorgung gewährleisten sollen. Als Beispiele wären hier die Verordnung über die Untersuchung des Rohwassers von Wasserversorgungsanlagen (Rohwasseruntersuchungsverordnung – RUV [7]), die Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV [8]) oder die Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung - AbwV [9]) zu nennen.

Der vorliegende Bericht bildet eine textliche Ergänzung zum Lahn-GIS (Anlage 1) und beschäftigt sich mit den wesentlichen Inhalten des Fachgebietes der Wasserwirtschaft. Die erforderlichen Grundlagendaten wurden im Laufe des Jahres 2017 durch das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (WSA) Koblenz zusammengetragen und mit den Ländern Hessen und Rheinland-Pfalz abgestimmt. Die thematischen Karten (WMS-Dienste oder shape-Dateien) sind von den Ländern und der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) zur Verfügung gestellt worden oder aus verschiedenen Quellen wie dem *Geoportal Wasser* des Landes Rheinland-Pfalz [10], dem *Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen* (kurz: GruSchu [11]) oder dem *Hydrologischen Atlas Deutschland* (kurz: HAD [12]) bezogen.

¹ Der Begriff „Wasserrahmenrichtlinie“ (WRRL) ist umgangssprachlich; der genaue Titel kann dem Quellenverzeichnis entnommen werden.

Weitere fachbezogene Inhalte wie z.B. die Umsetzung der EG-WRRL wurden der Thematik *Ökologie und Naturschutz* zugeordnet (siehe Teilbericht „Ökologie und Naturschutz“ [13]), da es sich hierbei um eine Richtlinie zur Verbesserung des ökologischen Zustands bzw. Potentials handelt. Seit der Novellierung des WHG im Jahre 2010 ist die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) auch für die wasserwirtschaftliche Unterhaltung zuständig. Diese geht über die reine verkehrliche Unterhaltung hinaus und berücksichtigt insbesondere auch die Erhaltung und Förderung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer (siehe Teilbericht „Bauwerke und Strecke“ [14]).

2 Hydrologie

2.1 Allgemein

Unter Hydrologie wird im Allgemeinen die Lehre von den Eigenschaften und Erscheinungsformen des Wassers verstanden. Diese Fachrichtung

„erforscht das Wasser des festen Landes über, auf und unter der Erdoberfläche hinsichtlich seiner Verteilung in Raum und Zeit, seiner Zirkulation und seinen physikalischen, chemischen und biologisch verursachten Eigenschaften und Wirkungen sowie die Wechselbeziehungen zwischen den natürlichen Voraussetzungen und den auf diese zurückwirkenden anthropogenen Einflüsse. Dabei bezeichnet der Begriff "Wasser" alle in der Natur vorkommenden Erscheinungsformen des Wassers einschließlich der darin gelösten, emulgierten und suspendierten Stoffe sowie Mikroorganismen.“ [15]

Wasser ist ein lebensnotwendiges und besonders schützenswertes Gut, das in verschiedenen Formen und Aggregatzuständen weltweit vorkommt. Es befindet sich in einem ständigen Kreislauf: Durch Sonneneinstrahlung und Verdunstung erhöht sich die Luftfeuchtigkeit, Wasserdampf kondensiert, sammelt sich in den Wolken und fällt als Niederschlag wieder zurück auf die Erde. Je nach Bodenbeschaffenheit läuft dieser Niederschlag als Direktabfluss oberflächlich oder in den oberen Bodenschichten den Gewässern zu oder er versickert im Boden und speist das Grundwasser. Dieses fließt unterirdisch mit einer sehr geringen Fließgeschwindigkeit dem Gefälle folgend ebenfalls den Vorflutern zu. Grundwasser und Oberflächenwasser wird für die Trinkwasseraufbereitung, für Bewässerungs- oder für Kühlwasserzwecke entnommen. Häusliche, kommunale und industrielle Abwässer werden i.d.R. in Kläranlagen aufbereitet wieder den Vorflutern zugeführt. Eine schematische Darstellung des Wasserkreislaufes ist in Abbildung 2-1 dargestellt.

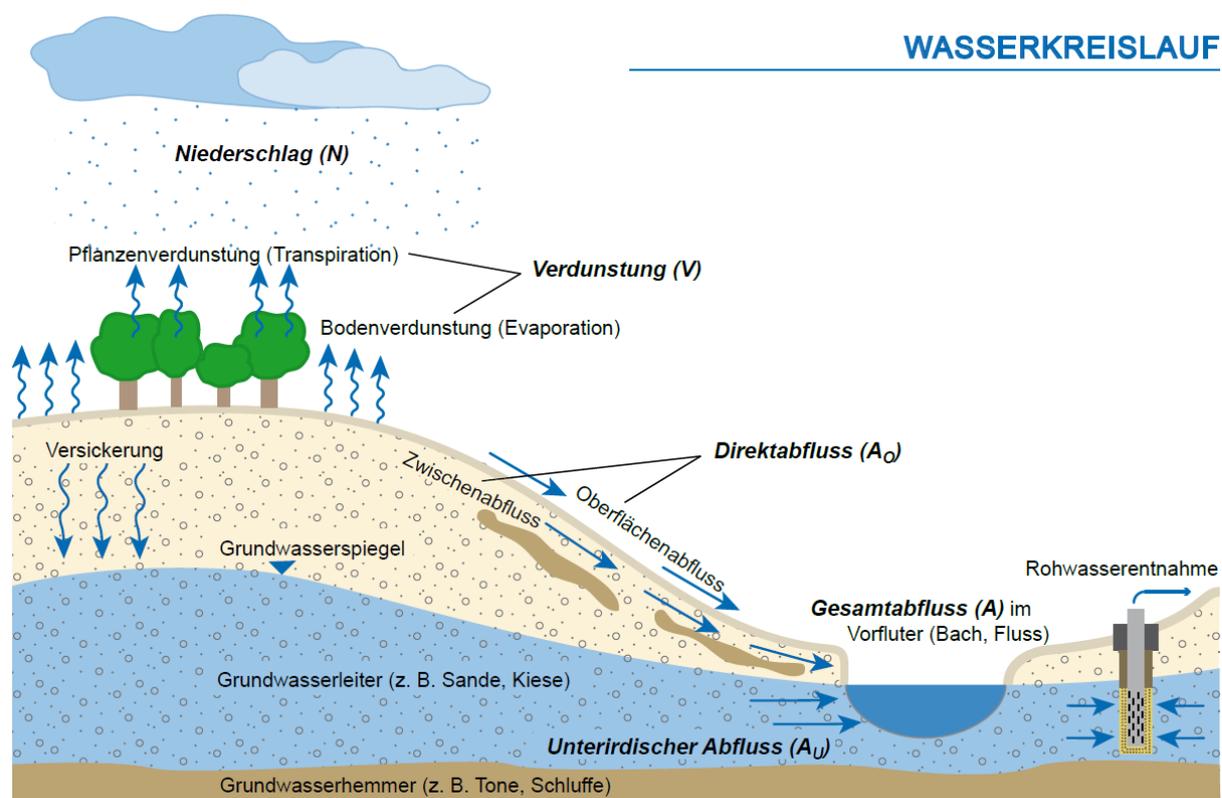


Abbildung 2-1: Der Wasserkreislauf (Quelle: [16])

2.2 Einzugsgebiet der Lahn

Gerade an der Wasserstraße Lahn spielen hydrologische Gegebenheiten wie Abflussverhalten und Wasserdargebot eine entscheidende Rolle. Die Lahn fließt auf etwa 245 km von ihrer Quelle im Rothaargebirge bis zur Mündung in den Rhein durch drei Bundesländer. Auf dieser Strecke überwindet sie insgesamt ca. 530 Höhenmeter. Die Lahn im Eigentum des Bundes fließt auf ca. 150 km durch die Bundesländer Hessen und Rheinland-Pfalz. Während sie im oberen hessischen Bereich noch längere freifließende Strecken und naturnahe Abschnitte aufweist, ist sie im unteren rheinland-pfälzischen Bereich voll staugeregelt. In diesem sogenannten Unteren Lahntal (von Diez bis zur Mündung in den Rhein) ist der Fluss bis über 200 m tief in das Schiefergebirge eingeschnitten.

Das Einzugsgebiet der Lahn ist mit einer Gesamtfläche von ca. 5.924 km² das größte Flussgebiet des rechtsrheinischen Schiefergebirges. Es erstreckt sich auf die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Hessen und Rheinland-Pfalz, wobei fast 85 % auf hessischem Gebiet liegen (vgl. [Tabelle 2-1](#)). Die beiden wichtigsten und längsten Nebenflüsse Ohm und Dill fließen der Lahn in Hessen zu. Auf rheinland-pfälzischem Gebiet münden u.a. die Aar und der Gelbach in die Lahn. Über die Lahn und ihre Zuflüsse werden die Großlandschaften Rothaargebirge, Taunus, Westerwald, Gladenbacher Bergland sowie das Westhessische und das Osthessische Bergland entwässert. Die Wasserscheide gegen die Weser bildet das Rothaargebirge, gegen die Sieg der Westerwald und gegen den Main der Taunus.

Tabelle 2-1: Flächenanteile der Bundesländer am Einzugsgebiet der Lahn (Quelle: [17])

Bundesland	[km ²]	[%]
Hessen	4.989	ca. 84,3
Nordrhein-Westfalen	181	ca. 3
Rheinland-Pfalz	754	ca. 12,7
Summe	5.924	100

In [Abbildung 2-2](#) sind die Einzugsgebiete der Lahn sowie der Nebenflüsse Ohm und Dill linienförmig dargestellt (rote Umrandung, siehe [Lahn-GIS: Hydrologie / Einzugsgebiet](#)). Die zugehörige Attributtabelle des Layers beinhaltet neben weiteren Informationen auch Angaben zu den Flächen der drei abgebildeten Einzugsgebiete. Zusätzlich ist in der Abbildung auch das gesamte Gewässernetz in Hessen und Rheinland-Pfalz sichtbar.

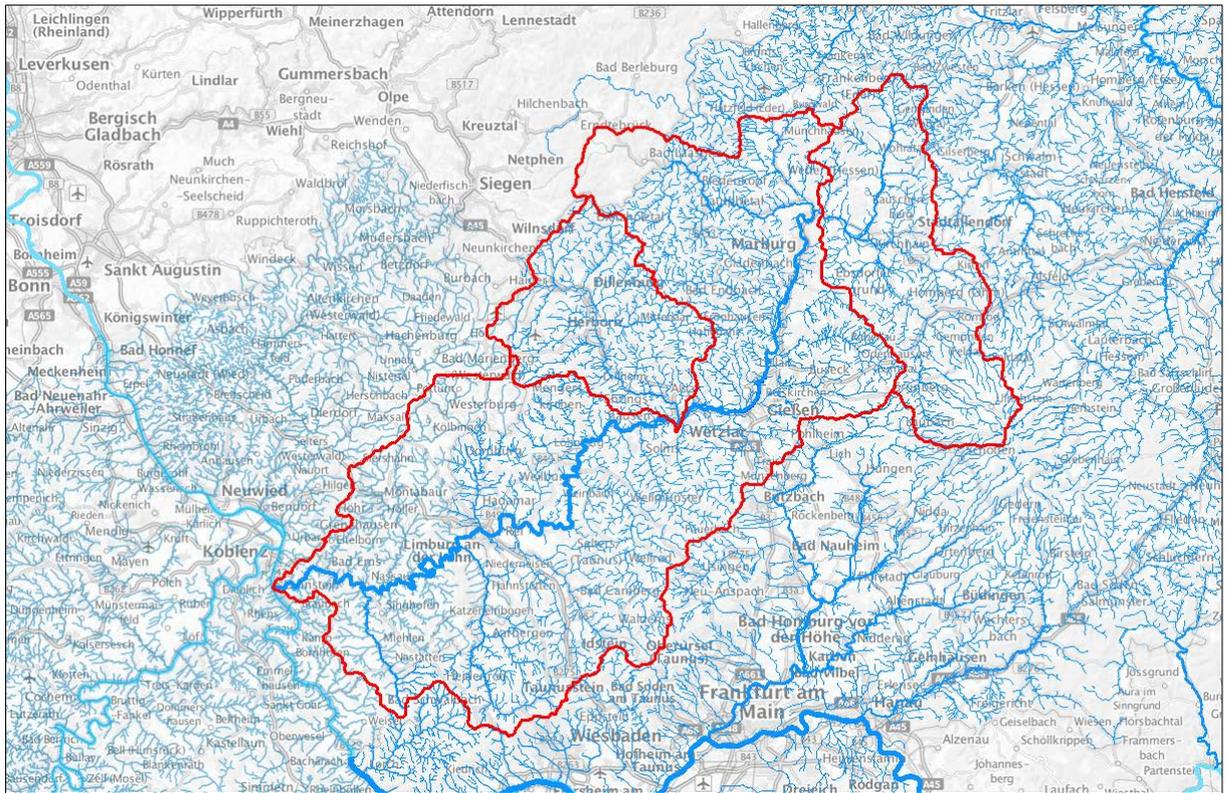


Abbildung 2-2: Ausschnitt aus Lahn-GIS zum Einzugsgebiet der Lahn (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

2.3 Gewässernetz

Die WMS-Layer Gewässernetz bilden das Netzwerk der weit verzweigten Nebengewässer in Hessen und Rheinland-Pfalz ab. Je nach Gewässertyp sind verschiedene Informationen verfügbar, beispielsweise zum jeweiligen Einzugsgebiet und der Abflussklasse (in Hessen). In [Abbildung 2-3](#) ist das Gewässernetz um die Stadt Wetzlar dargestellt. Es zeigt beispielhaft die vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) hinterlegten Informationen über die Dill (mit dem „Identifizieren“-Werkzeug aufgerufen, siehe [Lahn-GIS: Hydrologie / Gewässernetz](#)).

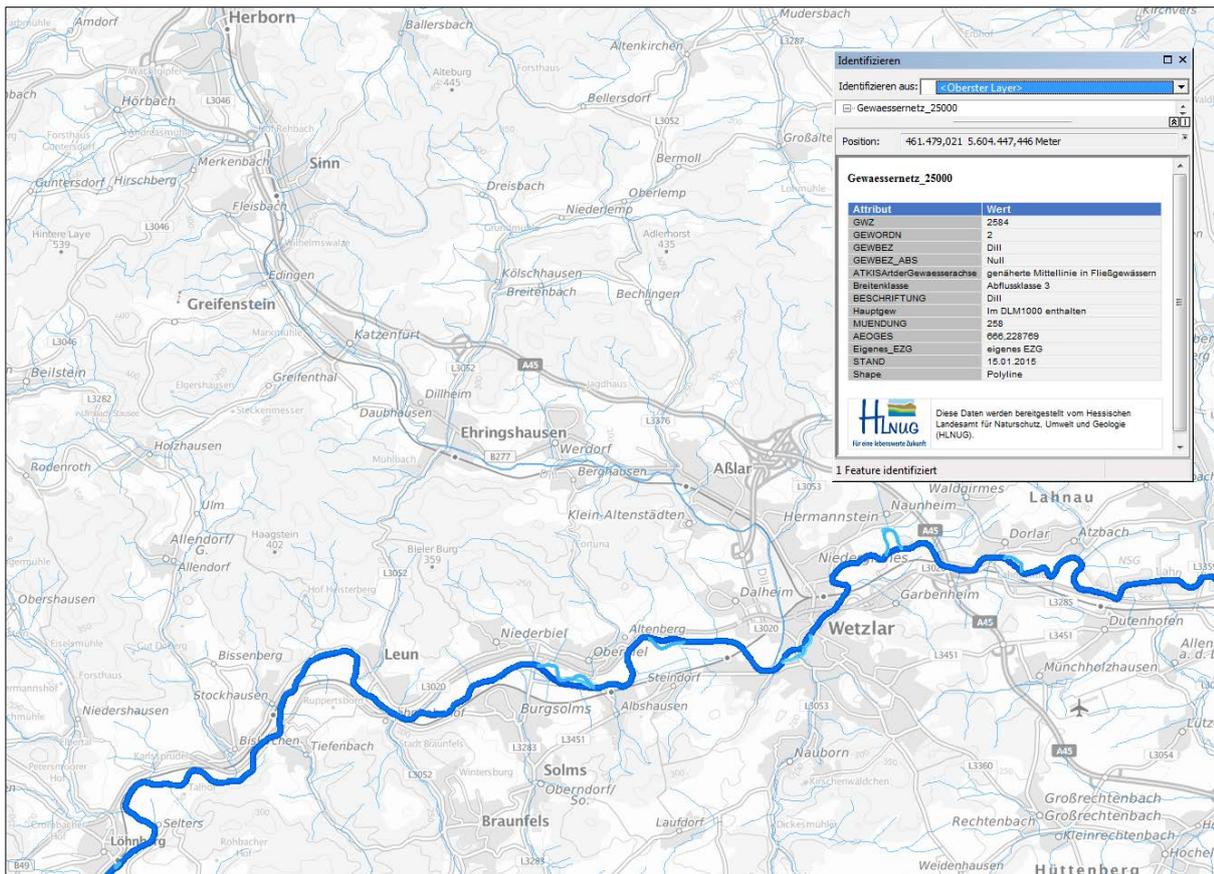


Abbildung 2-3: Ausschnitt aus Lahn-GIS zum Gewässernetz in Hessen (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

2.4 Niederschlag

Die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen im Einzugsgebiet der Lahn schwanken in Abhängigkeit von der unterschiedlichen Topographie (umliegende Mittelgebirge, steile Hänge, Senken, Täler etc.) zwischen 600 und 1.000 mm pro Jahr. Entlang der unteren Lahn liegen die charakteristischen Steilhänge des Kerbtals, die einen erhöhten oberflächigen Direktabfluss begünstigen. Dies gilt auch für versiegelte Flächen, die oftmals in unmittelbarer Flussnähe liegen. An der oberen Lahn gibt es vergleichsweise mehr landwirtschaftliche und unbefestigte Flächen, auf denen das anfallende Niederschlagswasser eher verdunsten oder in den Boden versickern kann. *„Durchschnittlich entfällt im Lahnggebiet auf 60 km² eine Regenstation. Die mittlere jährliche Regenhöhe im Niederschlagsgebiet der Lahn beträgt 731 mm (40-jähriges Mittel 1891 – 1930), die mittlere jährliche Regenmenge also 0,731*5946,5 = 4347 hm³. Hiervon verdunsten rund 2557 hm³ oder 59%. Zum Abfluss gelangen rund 1790 hm³ (= 41%)“* [17].

In [Abbildung 2-4](#) sind die mittleren Niederschlagshöhen für die gesamte Bundesrepublik Deutschland im Jahresdurchschnitt dargestellt. Der Ausschnitt aus dem Lahn-GIS zeigt, dass die Niederschlagshöhen im Lahntal (blaue bis violette Färbung) im deutschlandweiten Vergleich mittelmäßig stark ausgeprägt sind. Da die Niederschlagshöhen im Jahresverlauf zum Teil deutlichen Schwankungen unterliegen, sind neben der dargestellten Gesamtansicht auch die mittleren Niederschlagshöhen für das Sommer- und das Winterhalbjahr visualisierbar (siehe [Lahn-GIS: Hydrologie / Niederschlagshöhen](#)). Auch im Lahneinzugsgebiet wechseln sich i.d.R. trockenere Sommermonate mit niederschlagsreicheren Wintermonaten ab. Insgesamt fällt in der Lahnregion über das ganze Jahr hinweg aber deutlich weniger Niederschlag als z.B. im Hohen Westerwald, im Sauerland oder in den Bayerischen Alpen.

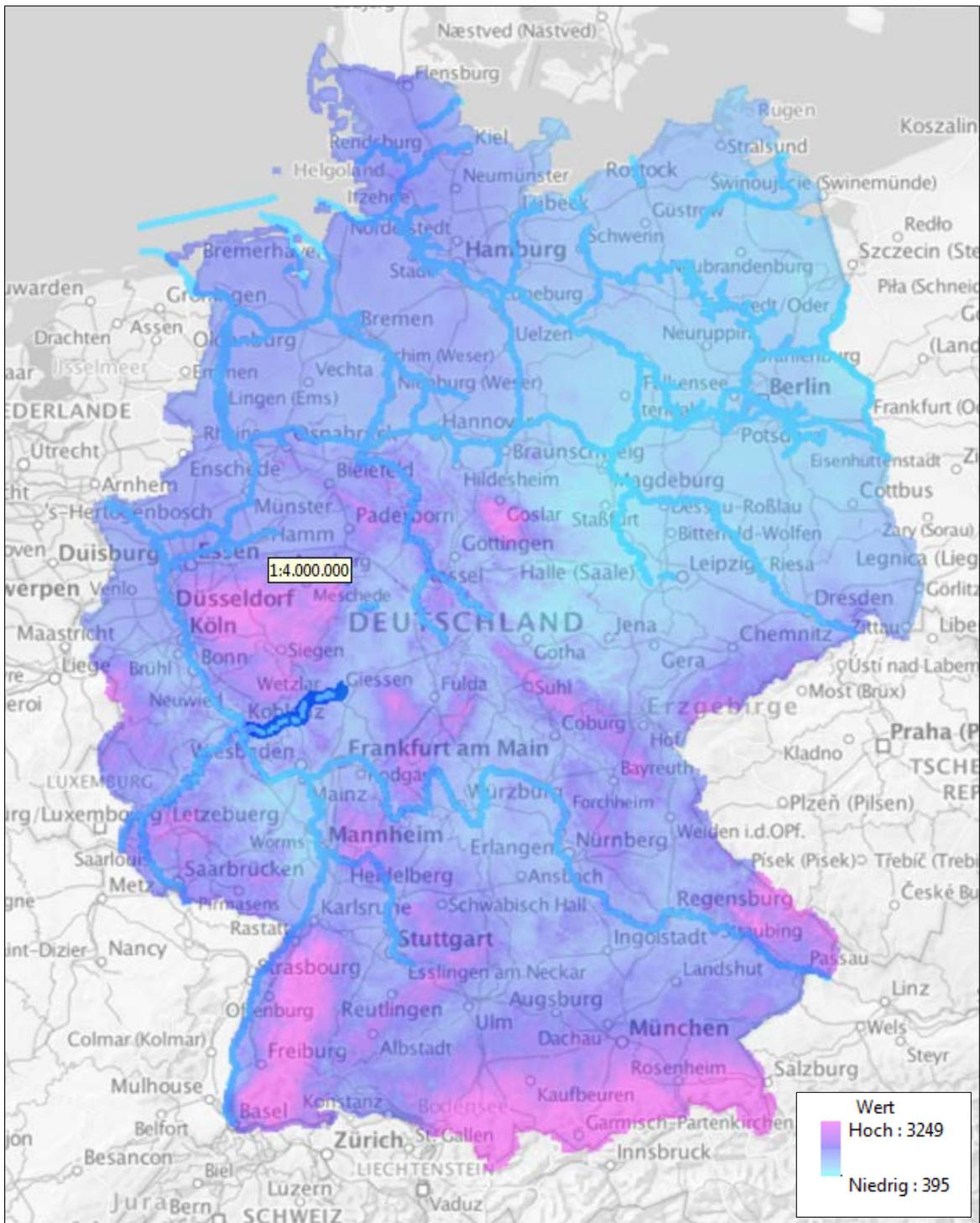


Abbildung 2-4: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu Niederschlagshöhen in der gesamten Bundesrepublik Deutschland (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

2.5 Pegel und Abflussverhalten

Das WSA Koblenz betreut vier hydrologische Pegel (Pegel Gießen-Klärwerk, Leun neu, Diez-Hafen und Kalkofen neu) und weitere Betriebspegel jeweils im Unter- und Oberwasser der Schleusenanlagen an der Lahn. Der bedeutendste Hauptpegel für die örtliche Schifffahrt ist der Pegel Kalkofen neu (Lahn-km 106,446). Dieser erfasst ein Einzugsgebiet von 5.304 km². Als höchster schiffbarer Wasserstand (HSW) ist ein Wasserstand von 360 cm am Pegel Kalkofen neu definiert; bei Wasserständen > 360 cm am Pegel Kalkofen neu ist die Lahn offiziell für die Schifffahrt gesperrt. Eine besondere Bedeutung

hat außerdem der Unterpegel an der Schleuse Lahnstein, da über diesen die Wasserstandsschwankungen durch den Rückstau des Rheins erfasst werden.

Im Lahn-GIS können sämtliche tagesaktuell gemessenen Wasserstände der Hauptpegel angezeigt werden. Die Angaben zu aktuellem Wasserstand (mit Zeitangabe), Pegelnamen und Pegelmessstelle können in der Darstellung einzeln aktiviert oder deaktiviert werden (vgl. [Abbildung 2-5](#)). Durch Auswahl der einzelnen Messstationen über das Info-Werkzeug können außerdem weitere Informationen zu den Pegeln aufgerufen werden, die auch über PEGELONLINE [18] eingesehen werden können. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, die rheinland-pfälzischen Landespegel für die Nebengewässer und Zuflüsse der Lahn darzustellen und weitergehende Informationen zu diesen aufzurufen (blaue Punkte, siehe [Lahn-GIS: Hydrologie / Pegel](#)).

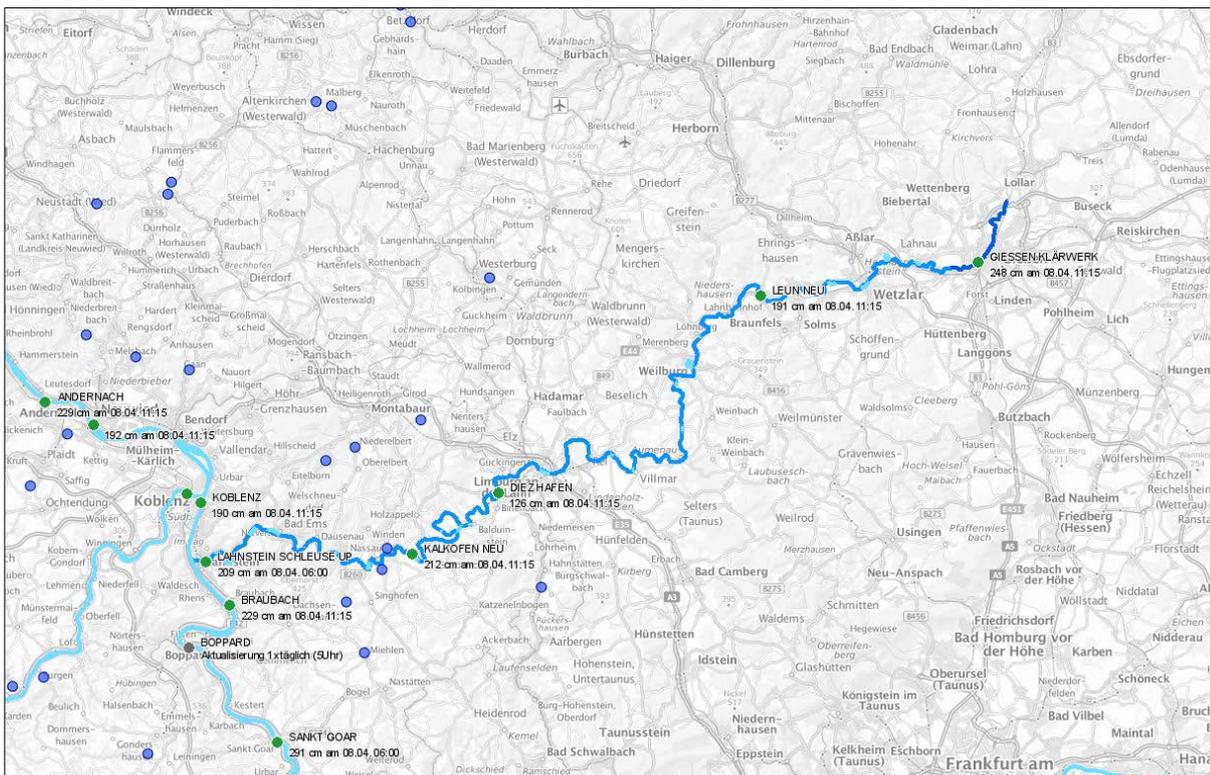


Abbildung 2-5: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu den Hauptpegeln an der Lahn und den rheinland-pfälzischen Landespegeln (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Das Abflussregime des Lahnsystems wird überwiegend durch Winter- und Frühjahrshochwasser sowie dauerhafte Niedrigwasserstände im Sommer und Herbst charakterisiert. Die Strömungsdiversität der Lahn wurde durch die Stauregulierung stark eingeschränkt. Im rheinland-pfälzischen Teil der Bundeswasserstraße gibt es kurze Abschnitte mit freiem Gefälle und verhältnismäßig hoher Strömung aufgrund der Stauregulierung nur noch im Unterwasser der Wehre. In den übrigen Bereichen ist die Strömungsgeschwindigkeit äußerst gering, in den Staubereichen „*oberhalb der Wehre kommt die Strömung bei mittleren und insbesondere bei niedrigen Wasserständen fast völlig zum Stehen*“ [19]. In den niederschlagsarmen Sommermonaten stellen sich aufgrund des geringen Abflusses teils extreme Niedrigwasser ein, die sich z. B. negativ auf das ökologische Gleichgewicht oder die Schifffahrt auswirken können. Bei starken und andauernden Niederschlägen entstehen dagegen insbesondere an der unteren Lahn schnell Hochwasserspitzen, die aufgrund der topographischen Verhältnisse und der dichten Besiedlung entlang der Lahn eine Gefährdung für die Anlieger darstellen. Im unteren Lahntal laufen die Hochwasser rasch ab und die aus dem oberen Lahntal kommenden Wassermassen laufen hinterher, so dass die Hochfluten geringer bleiben und dafür länger dauern. Je nach Standort beträgt der durchschnittliche Abfluss bei Mittelwasser ungefähr $MQ \approx 45$ bis $52 \text{ m}^3/\text{s}$. Die nachfolgende [Tabelle 2-2](#) zeigt die Spannweite der

bis dato registrierten Wasserstände (Extremwerte) und die wichtigsten hydrologischen Abflusskennwerte am Pegel Kalkofen neu.

Tabelle 2-2: Charakteristische Wasserstände und Abflüsse (Haupt- und Extremwerte) am Pegel Kalkofen neu (Quelle: [20])

Wasserstände	Niedrigstes Niedrigwasser (NNW)	98 cm	(01.10.1997, künstlich abgestaut)
	Mittelwasser (MW)	226 cm	(Jahresreihe 2009-2018)
	Höchstes Hochwasser (HHW)	900 cm	(10.02.1946)
Abflusskennwerte	Niedrigster Niedrigwasserabfluss (NNQ)	3,0 m ³ /s	(29.06.1976)
	mittlerer Niedrigwasserabfluss (MNQ)	9,89 m ³ /s	(Jahresreihe 2009-2018)
	Mittlerer Abfluss (MQ)	39,0 m ³ /s	(Jahresreihe 2009-2018)
	- Sommer	21,0 m ³ /s	(Jahresreihe 2009-2018)
	- Winter	57,4 m ³ /s	(Jahresreihe 2009-2018)
	mittlerer Hochwasserabfluss (MHQ)	314 m ³ /s	(Jahresreihe 2009-2018)
	Höchster Hochwasserabfluss (HHQ)	840 m ³ /s	(10.02.1946)

Abbildung 2-6 zeigt einen Längsschnitt der Lahn südlich von Gießen (Lahn-km ca. -3,500) bis zur Mündung in den Rhein bei Lahnstein (Lahn km 137,300). In dem Längsschnitt sind der Talweg (Verbindungsline der tiefsten Punkte aller Querprofile in Längsrichtung des Flusses) und die verschiedenen Wasserspiegellagen für ausgesuchte Abflusskennwerte dargestellt.

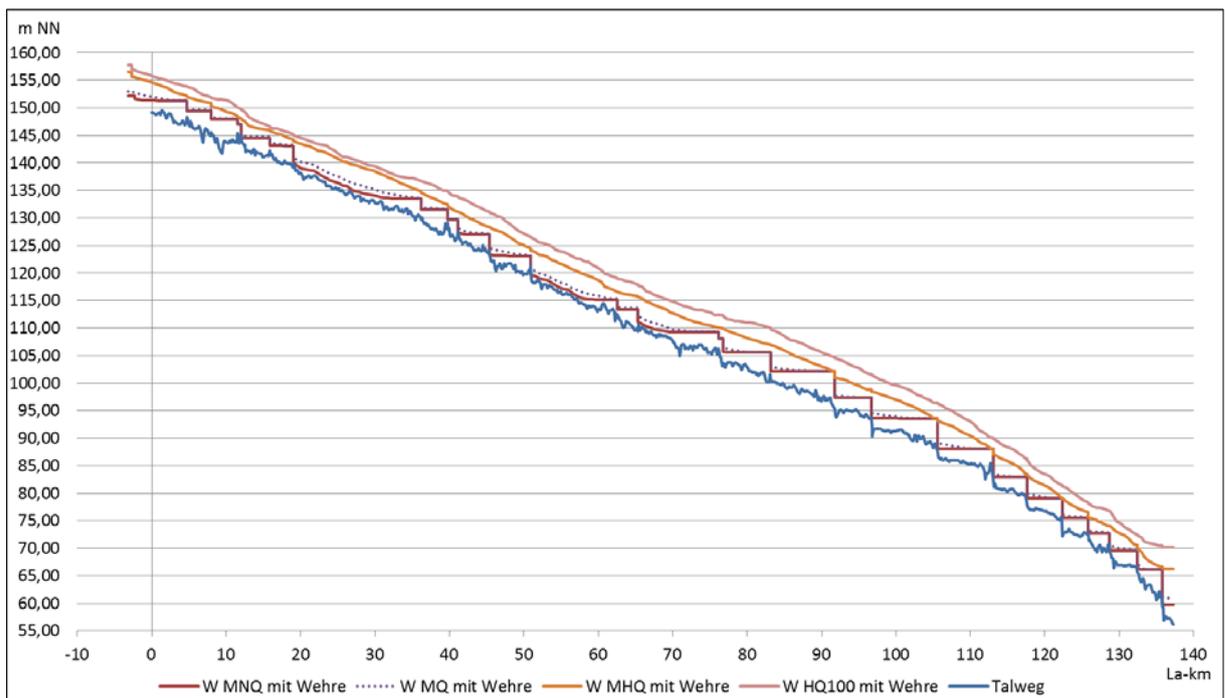


Abbildung 2-6: Längsschnitt der Lahn zwischen Gießen und Lahnstein für verschiedene Wasserspiegellagen (Quelle: BfG)

Weitere Informationen zu den Pegeln und dem Abflussverhalten der Lahn können auch der Website des WSA Koblenz [21] und dem Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch [22] entnommen werden.

2.6 Stauwurzeln

Per Definition liegt die Stauwurzel an der Stelle, an der die rückstauende Staustufe ihren Einfluss auf die oberhalb anschließende Wasserspiegellage verliert. Sie definiert demnach den Wechsel von Staubereich und freifließendem Bereich. Die Lage der Stauwurzel ist abflussabhängig, je größer der Abfluss, umso kürzer ist der Staubereich. Bei Hochwasserabfluss herrschen auf der gesamten betrachteten Strecke nahezu freifließende Verhältnisse, die Wehre sind dann meist von Unterwasser vollständig eingestaut. Vor Ort an der Lahn ist die Lage der Stauwurzel in der Regel nicht erkennbar. Es handelt sich vielmehr um einen rechnerisch zu ermittelnden, theoretischen Wert.

Im Lahn-GIS sind hierzu drei verschiedene Layer einzusehen: Zum einen ist die anhand einer Vergleichsrechnung (mit und ohne Staustufen) abgeschätzte Lage der Stauwurzeln für den Mittelwasserabfluss einsehbar (siehe [Lahn-GIS: Hydrologie / Stauwurzeln MQ BfG](#)). Zum anderen wurde die Lage der Stauwurzeln bei mittlerem Niedrigwasserabfluss über die Betrachtung des Wasserspiegellängsschnittes aus der flusshydrologischen Software FLYS der BfG abgeschätzt (siehe [Lahn-GIS: Hydrologie / Stauwurzeln MNQ FLYS](#)). Nach gleichem Schema wurde zum Vergleich auch die Lage der MQ-Stauwurzeln abgeschätzt (siehe [Lahn-GIS: Hydrologie / Stauwurzeln MQ FLYS](#)). Diese Daten sind in [Abbildung 2-7](#) beispielhaft für die Stauhaltung Villmar dargestellt. Es wird deutlich, dass die Lage der Stauwurzeln je nach verwendeter Methode teilweise leicht, teilweise auch um mehrere hundert Meter abweichen kann. Es handelt sich demnach zunächst nur um eine grobe Abschätzung.

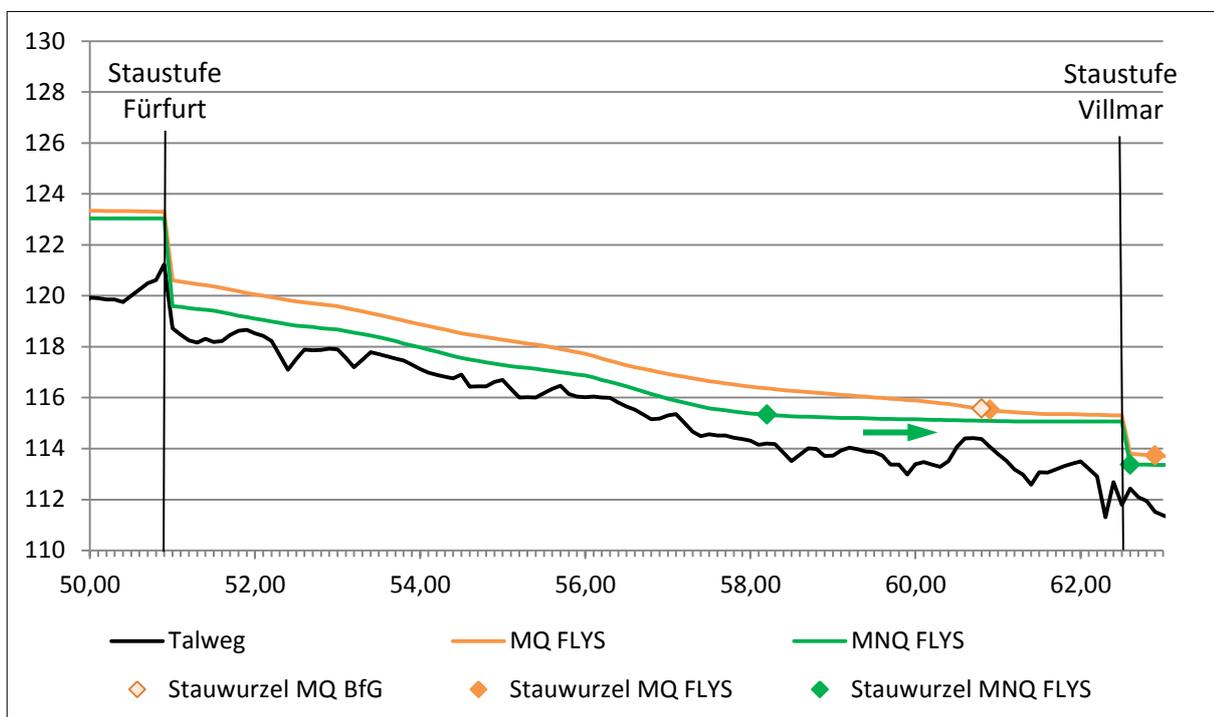


Abbildung 2-7: Längsschnitt der Stauhaltung Villmar mit Angabe der Gewässersohle, der Wasserspiegellagen bei MNQ und MQ sowie der abgeschätzten Lage der Stauwurzeln (Quelle: BfG und WSA Koblenz, eigene Darstellung)

2.7 Fließgewässer-Messstellen

Zur Überwachung der biologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften gibt es an der Lahn mehrere Fließgewässer-Messstellen, die von den Ländern Rheinland-Pfalz (siehe [Lahn-GIS: Hydrologie / Fließgewässer-Messstellen RLP](#)) und Hessen (siehe [Lahn-GIS: Hydrologie / Fließgewässer-Messstellen HE](#)) betreut werden. Die dauerhafte Überwachung der Fließgewässer gibt den zuständigen Landesbehörden Auskunft über die chemisch-physikalischen und biologischen Qualitätskomponenten gemäß EG-WRRL (vgl. Teilbericht „Ökologie und Naturschutz“). Veränderungen der Gewässerqualität können so frühzeitig erkannt und deren negative Auswirkungen unter Umständen abgemildert werden. In [Abbildung 2-8](#) sind die Fließgewässer-Messstellen entlang der Lahn und ihrer Nebenflüsse dargestellt. In Rheinland-Pfalz befinden sich 10 Messstellen im unmittelbaren Umfeld der Lahn, in Hessen konnten insgesamt 57 Messstellen gezählt werden. Weitere Informationen bieten die hinterlegte Attributtabelle im Lahn-GIS und der Teilbericht „Ökologie und Naturschutz“.

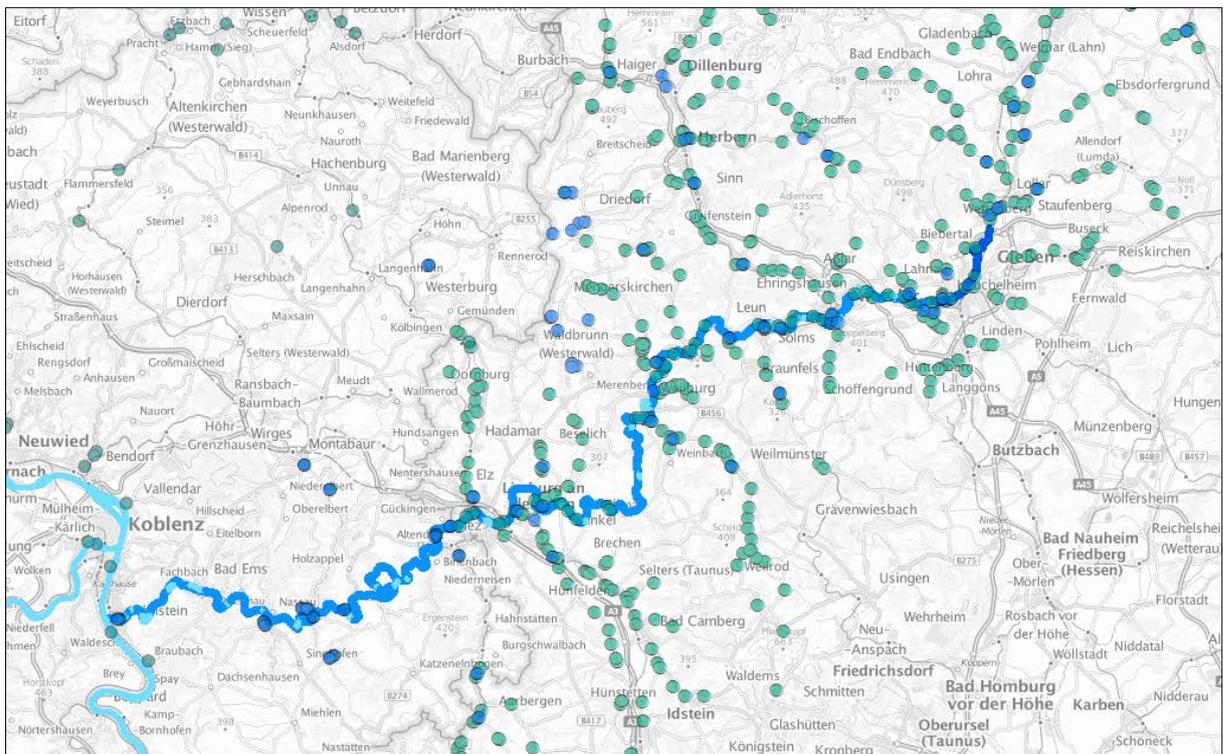


Abbildung 2-8: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu den Fließgewässer-Messstellen in Hessen und Rheinland-Pfalz (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

3 Hochwasser

Hochwasser ist gemäß § 72 WHG definiert als *„eine zeitlich beschränkte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land, insbesondere durch oberirdische Gewässer oder durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser.“* [4]

Hochwasserereignisse gibt es schon seit Menschengedenken. Sie sind ein Teil des natürlichen Wasserkreislaufes und tragen auch zum ökologischen Gleichgewicht bei, indem sie beispielsweise Flüsse mit ihren Auen verbinden. Lebensraum und Arten haben sich an die schwankenden Wasserstände angepasst und sind zum Teil sogar von ihnen abhängig. Im Laufe der Geschichte wurden zahlreiche Siedlungen und Städte an Flüssen errichtet und Gewässer z.B. für die Schifffahrt oder für die Landgewinnung begradigt. Auen wurden vielerorts von ihren Flüssen abgeschnitten, entwässert und u.a. für landwirtschaftliche Zwecke genutzt. Die Menschen haben den Flüssen damit ihren Raum genommen und durch den Bau von Deichen, Hochwasserschutzmauern und ähnlichem auch die Möglichkeit, bei steigenden Wasserständen über ihre Ufer zu treten. In Zeiten des Klimawandels spielen auch Starkregenereignisse eine immer größere Rolle. Verschiedene Modellberechnungen zeigen, dass Starkregen in Zukunft an Häufigkeit und Intensität zunehmen werden und unter Umständen zu heftigen Überschwemmungen führen können. Als Folge entstehen immer wieder kleine und größere Hochwasser, die besonders in dicht besiedelten Gebieten schwere Schäden anrichten können. Je intensiver die Flusslandschaften genutzt werden, umso größer fällt auch die Schadensbilanz durch Hochwasser aus. *„Die Natur kennt keine Hochwasserschäden. Hochwasser führt erst zu Schäden, wenn der Mensch betroffen ist.“* [23]

Im Jahre 2007 wurde die sogenannte Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie² des Europäischen Parlaments und des Rates der Europäischen Union (kurz: HWRM-RL) erlassen.

„Ziel dieser Richtlinie ist es, einen Rahmen für die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken zur Verringerung der hochwasserbedingten nachteiligen Folgen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten in der Gemeinschaft zu schaffen.“ [24]

Hierzu sind für jede Flussgebietseinheit oder Bewirtschaftungseinheit

- das Hochwasserrisiko (vorläufig) zu bewerten und Risikogebiete zu bestimmen,
- Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten zu erstellen
- und Hochwasserrisikomanagementpläne zu entwickeln.

Die Inhalte der HWRM-RL wurden weitestgehend in das WHG und die LWG übernommen und somit in deutsches Recht überführt. Die Methodik zur Ermittlung der Gebiete mit potenziell signifikantem Hochwasserrisiko ist in der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) bundesweit abgestimmt. Für die Wahrnehmung der staatlichen Aufgaben des Hochwasserschutzes sind in Deutschland weitgehend die Bundesländer zuständig.

Darüber hinaus sind Überschwemmungsgebiete festzusetzen, die neben der schadlosen Abführung von Hochwasser als zusätzlicher Retentionsraum dienen. Die Überschwemmungsflächen der festgesetzten Überschwemmungsgebiete sind jedoch nicht deckungsgleich mit den Überschwemmungsflächen der Hochwasserrisikomanagementpläne: Beide werden zwar für ein statistisch einmal in 100 Jahren auftretendes Hochwasserereignis (HQ₁₀₀, vgl. [Kapitel 3.2.1](#)) bestimmt, durch die unterschiedlichen zur Verfügung stehenden Simulationsmodelle zum Zeitpunkt der

² Der Begriff „Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie“ ist umgangssprachlich, der genaue Titel kann dem [Quellenverzeichnis](#) entnommen werden.

jeweiligen Berechnungen sowie der flurstücksscharfen Abgrenzung der festgesetzten Überschwemmungsgebiete ergeben sich jedoch Unterschiede. Die Daten der Hochwasserrisikomanagementpläne sind aufgrund des Informationsgehaltes für die Bevölkerung von größerem Interesse, da hier neben den zu erwartenden Überschwemmungen auch die Risiken und Gefährdungen dargestellt werden. Jedoch können Fehlinterpretationen entstehen, da nicht für die gesamten dargestellten Überschwemmungsflächen aus den Hochwasserrisikomanagementplänen auch die gesetzlichen Vorgaben von festgesetzten Überschwemmungsgebieten anzusetzen sind.

3.1 Bewertung des Hochwasserrisikos und Bestimmung von Risikogebieten

3.1.1 Allgemein

Gemäß § 73 WHG haben die zuständigen Behörden das Hochwasserrisiko für jede Flussgebietseinheit zu bewerten und diejenigen Gebiete zu bestimmen, in denen ein signifikantes Hochwasserrisiko herrscht. Der Begriff Hochwasserrisiko bezeichnet die *„Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Hochwasserereignisses mit den möglichen nachteiligen Hochwasserfolgen für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe, wirtschaftliche Tätigkeiten und erhebliche Sachwerte“* [4]. Das Hochwasserrisiko stellt demzufolge eine Verknüpfung der Hochwassergefahr mit den potenziellen Schäden dar, die durch Überflutungen entstehen können. Sofern Risikogebiete an den Grenzen mit Nachbarstaaten oder benachbarten Bundesländern liegen, müssen diese Gebiete gemeinsam abgestimmt werden.

Die Bewertung des Hochwasserrisikos und die Bestimmung von Risikogebieten stellt die Grundlage für die zu erstellenden Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten dar. Darauf basierend sind Hochwasserrisikomanagementpläne für diese Gebiete aufzustellen, in denen Vorsorge- und Gegenmaßnahmen formuliert werden. Das Hochwasserrisiko und die bestimmten Risikogebiete sind alle sechs Jahre durch die zuständigen Länder zu überprüfen und ggf. zu aktualisieren.

3.1.2 Lahn

Für die vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos in Rheinland-Pfalz wurde an insgesamt ca. 60 Gewässerabschnitten mit rund 2.000 Gewässerkilometern ein potenziell signifikantes Hochwasserrisiko festgestellt. An den Gewässern I. und II. Ordnung sind aufgrund des vorhandenen Hochwasserrisikos bereits in der Vergangenheit flächendeckend Überschwemmungsgebiete durch Rechtsverordnung festgesetzt oder zumindest ermittelt worden (vgl. [Kapitel 3.5](#)). Das Hochwasserrisiko an der unteren Lahn besteht nicht nur durch die Wassermassen im Fluss selbst, sondern auch durch die rheinland-pfälzischen Zuflüsse wie den Mühlbach (potenziell betroffen: Gemeinde Nassau) und die Aar (potenziell betroffen: Gemeinde Diez) sowie durch den möglichen Rückstau des Rheins (potenziell betroffen: Gemeinde Lahnstein). In der *Bewertung des Hochwasserrisikos in Rheinland-Pfalz* [25] wurden auch das Schadenspotenzial bestimmter Hochwasserereignisse für die Bundeswasserstraße Lahn und die potenziell davon betroffenen Einwohner abgeschätzt. Die Ergebnisse für ein statistisch alle 100 Jahre auftretendes Hochwasserereignis (HQ₁₀₀, vgl. [Kapitel 3.2.1](#)) sind der nachfolgenden [Tabelle 3-1](#) zu entnehmen.

Tabelle 3-1: Hochwasserrisiko für die Lahn in Rheinland-Pfalz bei HQ₁₀₀ (Quelle: [25], eigene Darstellung)

Gemeinde	angenommener Schaden auf der Siedlungsfläche	angenommene betroffene Einwohner
	[Tsd. €]	[Anzahl]
Gückingen	0	0
Aull	591	195
Heistenbach	0	0
Diez	813	310
Altendiez	0	0
Birlenbach	773	252
Balduinstein	566	135
Langenscheid	0	0
Cramberg	0	0
Geilnau	523	203
Scheidt	0	0
Steinsberg	0	0
Gutenacker	0	0
Laurenburg	626	226
Bremberg	0	0
Dörnberg	80	33
Seelbach	0	0
Obernhof	575	214
Nassau	3.475	1.905
Dausenau	0	0
Bad Ems	6.302	3.951
Fachbach	2.159	846
Nievern	1.264	457
Miellen	782	307
Lahnstein	1.466	1.125
Summe	19.995	10.159

Der Bewertung des Hochwasserrisikos durch das Land Rheinland-Pfalz zufolge besteht das größte Risiko an der rheinland-pfälzischen Lahn bei einem 100-jährlichen Hochwasser (HQ₁₀₀) für die Gemeinde Bad Ems. Daneben weisen auch die Gemeinden Nassau, Fachbach, Nievern und Lahnstein ein erhöhtes Hochwasserrisiko auf. Dieses bezieht sich sowohl auf den angenommenen potenziellen Schaden auf der Siedlungsfläche (Schadenssumme > 1 Mio. €) als auch auf die mögliche Anzahl betroffener Einwohner (> 450 Einwohner). Ein Hochwasserrisiko besteht darüber hinaus auch für nicht durchflossene Badeseen (ohne Zu- und Ablauf) in den Lahnaue, da im Zuge von Überschwemmungen auch schädliche Stoffe in stehende Gewässer eingetragen werden können.

Auch das Land Hessen hat zwischenzeitlich das bestehende Hochwasserrisiko bestimmt und Gebiete mit signifikantem Hochwasserrisiko definiert. Hierfür bildeten die seit 1995 mit Hilfe des *Retentionskatasters Hessen (RKH)* [26] systematisch erfassten Überschwemmungsgebiete an 4.820 Kilometern Gewässerstrecke eine wichtige Grundlage (vgl. Kapitel 3.5). Die Risikogebiete umfassen neben dem gesamten hessischen Lahnverlauf von der Landesgrenze zu Nordrhein-Westfalen bei Biedenkopf bis zur Landesgrenze zu Rheinland-Pfalz westlich von Limburg auch die Nebenflüsse Dill (von der Quelle bis zur Mündung in die Lahn bei Wetzlar), Ohm (von der Quelle bis zur Mündung in die Lahn bei Cölbe) und Kleebach (von der Quelle bis zur Mündung in die Lahn bei Heuchelheim). Diese vier wesentlichen Risikogebiete werden im *Hochwasserrisikomanagementplan Lahn in Hessen* [17] detailliert untersucht. In dieser Ausarbeitung sind für ein 100-jährliches Hochwasser insgesamt

28 Hochwasserbrennpunkte (vgl. Kapitel 3.4.2) und folgende Schadenspotenziale entlang der hessischen Lahn identifiziert worden:

Tabelle 3-2: Schadenspotenziale der Risikogebiete in Hessen bei HQ₁₀₀ (Quelle: [17])

FKZ	Gewässer	betroffene Personen	Schadenspotenzial [T€]	Gewässerstrecke [km]
258	Lahn	6.041	106.335	171,2
2584	Dill	612	15.190	46,9
258396	Kleebach	673	11.922	22
2582	Ohm	323	10.978	93,2
Schadenspotenzial > 50 Mio. €				
Schadenspotenzial 10-50 Mio. €				

Demzufolge liegt das finanzielle Schadenspotential an der hessischen Lahn um ein vielfaches höher als im rheinland-pfälzischen Bereich. Dies dürfte hauptsächlich an der zurückgelegten Gewässerstrecke liegen: Die Lahn fließt ca. 170 km durch Hessen, in Rheinland-Pfalz beträgt die Strecke bis zur Mündung in den Rhein aber nur ca. 60 km. Den berechneten Zahlen der Länder zufolge wären bei einem HQ₁₀₀-Ereignis aber mehr Personen an der rheinland-pfälzischen Lahn betroffen, als dies in Hessen der Fall wäre. Weitere Angaben zum Hochwasserrisiko und den Risikogebieten an der Lahn können den entsprechenden Ausarbeitungen der Länder (vgl. [17] und [25]) entnommen werden.

3.2 Hochwassergefahrenkarten

3.2.1 Allgemein

Hochwassergefahrenkarten sind gemäß § 74 WHG für diejenigen Gebiete zu erstellen, die nach folgenden Naturereignissen (Wiederkehrintervalle) überflutet werden könnten:

- a) Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit bzw. Extremereignisse (HQ_{extrem})
- b) Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit (HQ₁₀₀)
- c) soweit erforderlich Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit (HQ₁₀)

Ein häufiges Hochwasserereignis mit hoher Wahrscheinlichkeit tritt statistisch gesehen einmal in zehn Jahren auf – man spricht auch von einem HQ₁₀ bzw. einem 10-jährlichen Hochwasser. Ein statistisch einmal in 100 Jahren auftretendes Ereignis (HQ₁₀₀) wird auch als 100-jährliches Hochwasser bzw. als Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit bezeichnet. Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit treten nur etwa einmal in 500 bis 1000 Jahren ein und werden auch als HQ_{extrem} bezeichnet. Die Gefahrenkarten sollen mittels der dargestellten überschwemmten Flächen und der für die o.g. verschiedenen Hochwasserszenarien berechneten Wassertiefen Aufschluss über die Intensität der Überschwemmung bei verschiedenen Eintrittswahrscheinlichkeiten geben. Soweit erforderlich sind auch Angaben zu Fließgeschwindigkeit und Wasserabfluss zu berücksichtigen. Die in den Karten enthaltenen Informationen bilden eine wichtige Grundlage zur Bewusstmachung des vorhandenen Hochwasserrisikos bei den potenziell Betroffenen.

Gefahrenkarten zeigen also die oberflächige Überflutung bei Hochwasser, sie machen jedoch keine Aussagen über die Verhältnisse im Untergrund. In Ortschaften kann sich das Hochwasser über die Kanalisation in größere unterirdische Bereiche ausweiten. Zudem steigt je nach Beschaffenheit des Bodens auch das Grundwasser mit dem Wasserstand deutlich an - zwar verzögert, aber auch noch in einiger Entfernung zum Gewässer - und kann tiefer liegende Räume fluten.

3.2.2 Lahn

Hochwassergefahrenkarten wurden in den zurückliegenden Jahren in Rheinland-Pfalz bereits für rund 3.000 Gewässerkilometer erstellt. Die Wasserwirtschaftsverwaltung hat ausgerechnet, wie weit das Wasser bei den verschiedenen vorgegebenen Wasserständen (HQ_{10} , HQ_{100} und HQ_{extrem}) ausuferst. Die Gefahrenkarten für das Land Rheinland-Pfalz sind auch online in einem öffentlich zugänglichen Internet-Viewer einzusehen [27].

Im Lahn-GIS lassen sich die Gefährdungsbereiche für die drei festgelegten Wiederkehrintervalle deutlich abbilden. Exemplarisch zeigt [Abbildung 3-1](#) die berechneten Überschwemmungsflächen für ein HQ_{10} südlich der Ortslage Nassau (siehe [Lahn-GIS: Hochwasser / Hochwassergefahrenkarten / HWGK RLP](#)). Zum Vergleich sind in [Abbildung 3-2](#) die Überschwemmungsflächen eines HQ_{extrem} im gleichen Bereich dargestellt.



Abbildung 3-1: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu den Überschwemmungsflächen (Gefahrenkarte) eines 10-jährlichen Hochwasserereignisses in Nassau (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

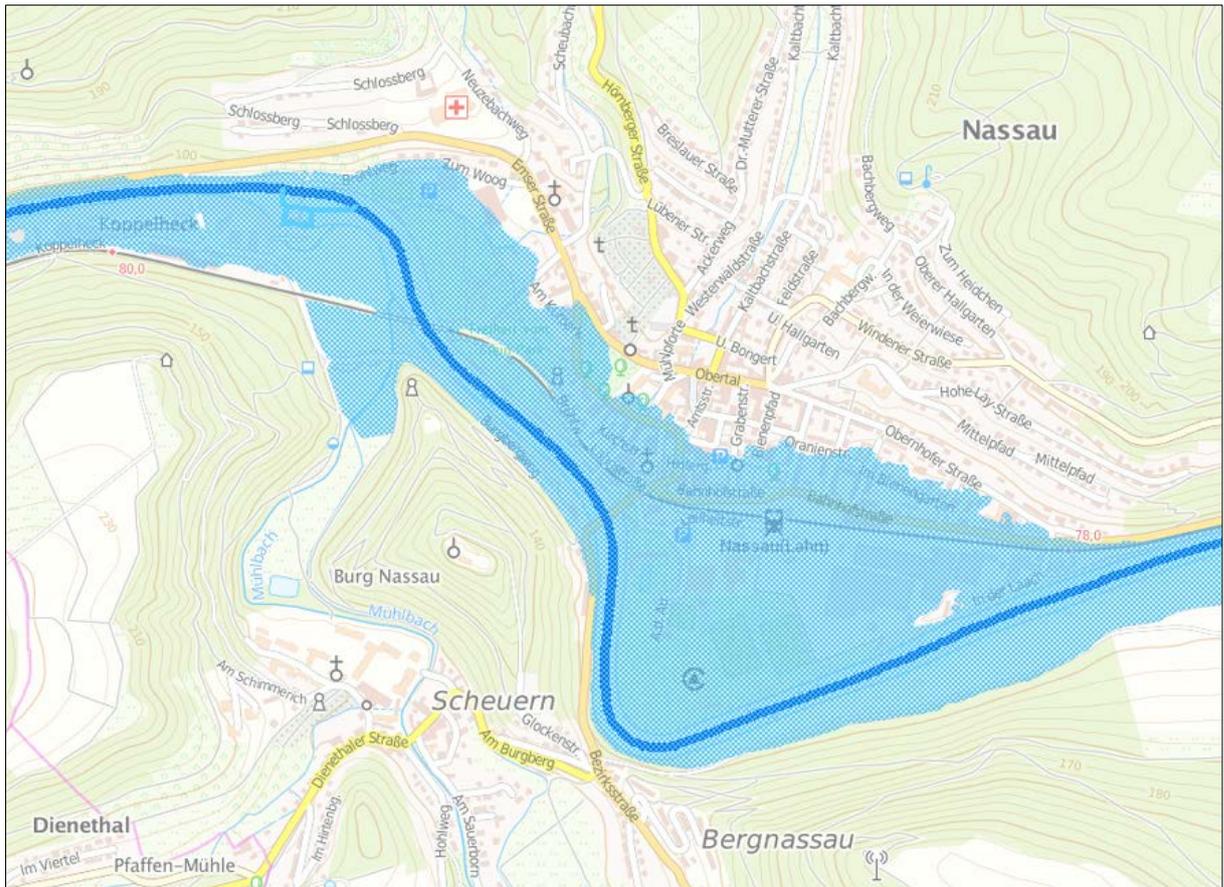


Abbildung 3-2: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu den Überschwemmungsflächen (Gefahrenkarte) eines extremen Hochwasserereignisses in Nassau (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Die Gefahrenkarten für das Land Hessen wurden im Jahre 2015 veröffentlicht. Sie können ebenfalls über einen Internet-Viewer [28] und zusätzlich über online hinterlegte PDF-Dokumente [29] aufgerufen werden. Letztere sind jedoch keine dynamischen Kartenwerke und enthalten aus Gründen der Übersichtlichkeit nur exemplarische Darstellungen für ein HQ₁₀₀. Im Internet-Viewer des Landes Hessen und im anliegenden Lahn-GIS sind dagegen sämtliche Hochwasserszenarien und damit zusammenhängende Daten hinterlegt. Neben den Überschwemmungsflächen entlang der Lahn können bei Bedarf auch die Nebengewässer Ohm, Dill und Kleebach angezeigt werden. Abbildung 3-3 zeigt die Überschwemmungsflächen aus der Hochwassergefahrenkarte für ein HQ₁₀₀ zwischen Gießen und Wetzlar (Unterlauf der Lahn und Kleebach). Im Gegensatz zu Rheinland-Pfalz sind die hessischen Überschwemmungsflächen in den Gefahrenkarten in drei Kategorien unterteilt: Kategorie 0 (rot dargestellt) zeigt alle ungeschützten Bereiche für das jeweils dargestellte Hochwasserszenario (hier: HQ₁₀₀), Kategorie 1 (gelb dargestellt) alle potenziellen Überschwemmungsflächen hinter Verkehrsverwaltungen, Straßen-/Bahndämmen o. ä. und Kategorie 2 (grün dargestellt) steht für alle potenziellen Überschwemmungsflächen, die durch Hochwasserschutzdeiche und andere linienhafte Hochwasser-Schutzanlagen geschützt sind (vgl. auch Tabelle 3-3).

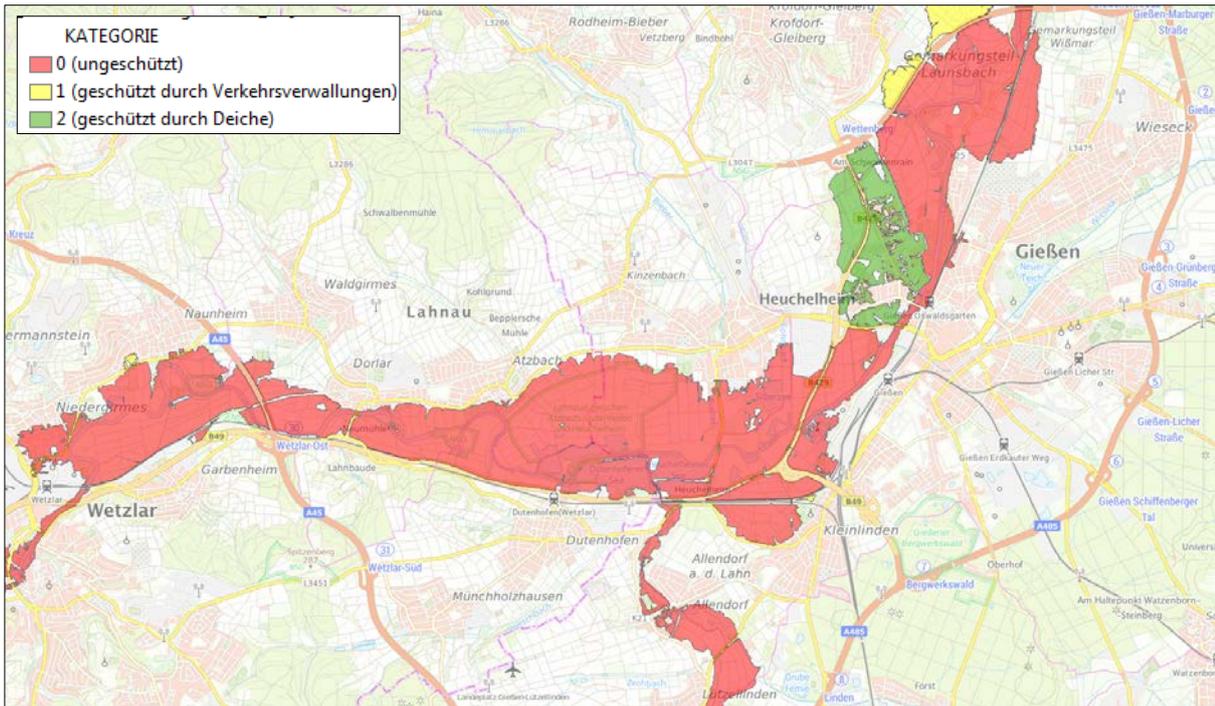


Abbildung 3-3: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu den Überschwemmungsflächen (Gefahrenkarte) eines 100-jährlichen Hochwassers zwischen Gießen und Wetzlar (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

In [Abbildung 3-4](#) sind die entsprechenden Überschwemmungshöhen (Wassertiefen in cm) für die zuvor dargestellten Überschwemmungsflächen eines HQ₁₀₀-Ereignisses zwischen Gießen und Wetzlar dargestellt. Je nach Betrachtung der einzelnen Kategorien (ungeschützt, geschützt durch Verwaltungen, deichgeschützt) und der betrachteten Gewässerabschnitte werden für die blau dargestellten Überflutungsbereiche verschiedene Überschwemmungshöhen angegeben (siehe [Lahn-GIS: Hochwasser / Hochwassergefahrenkarten / HWGK Hessen / Überschwemmungsflächen bzw. Überschwemmungshöhen](#)). Gleiches gilt auch für die Überschwemmungsbereiche und die überschwemmungsgefährdeten Flächen in Rheinland-Pfalz.

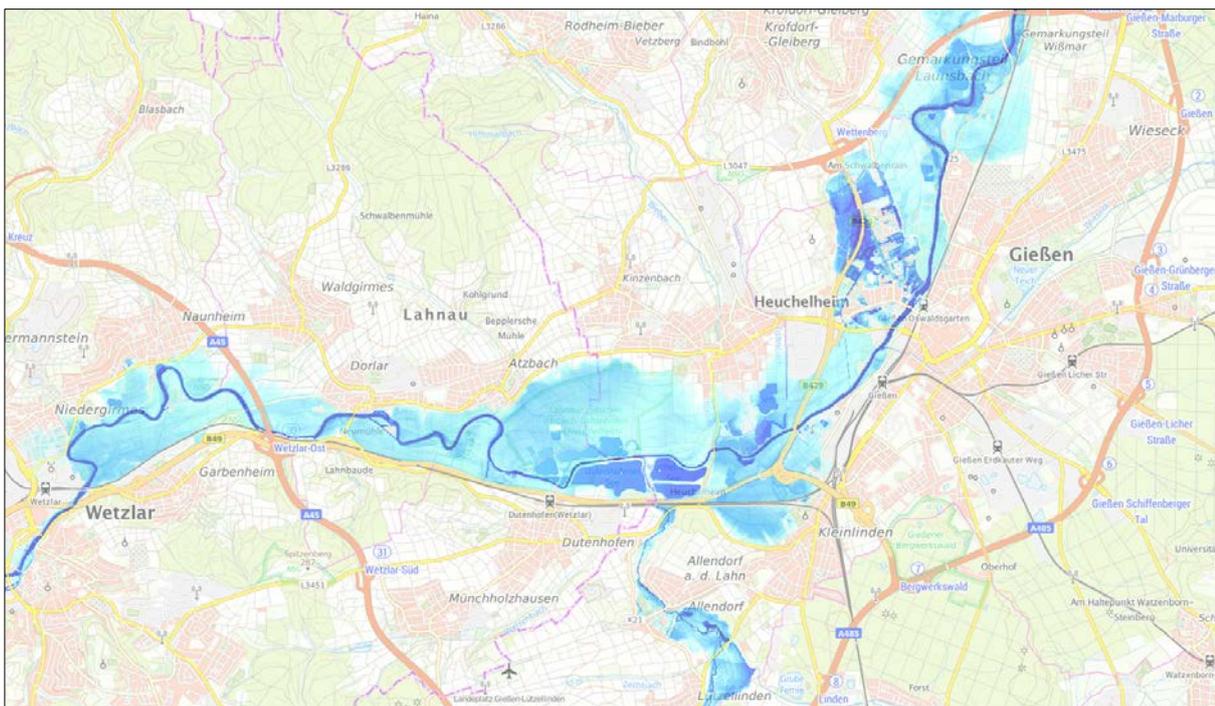


Abbildung 3-4: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu den berechneten Wassertiefen (Gefahrenkarte) eines 100-jährlichen Hochwassers zwischen Gießen und Wetzlar (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

3.3 Hochwasserrisikokarten

3.3.1 Allgemein

Während in den Hochwassergefahrenkarten das Ausmaß von Überschwemmungen (Fläche und Wassertiefe) dargestellt wird, geben die gemäß § 74 WHG vorgeschriebenen Hochwasserrisikokarten auch einen Überblick über die potenziell nachteiligen Auswirkungen der o.g. verschiedenen Hochwasserszenarien. Sie enthalten i.d.R. Angaben über:

- Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner (Orientierungswert);
- Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten in dem potenziell betroffenen Gebiet (Nutzungen);
- Anlagen bzw. Industriebetriebe gemäß IVU-Richtlinie, die im Hochwasserfall unbeabsichtigte Verunreinigungen der Umwelt durch Überflutungen verursachen könnten, und potenziell betroffene Schutzgebiete gemäß Anhang IV der EG-WRRL (also Gebiete zur Trinkwassergewinnung, Freizeitgewässer einschl. Badegewässer und Natura 2000-Gebiete);
- ggf. weitere Informationen, die als nützlich betrachtet werden; etwa die Angabe von Gebieten, in denen Hochwasser mit einem hohen Gehalt an mitgeführten Sedimenten sowie Schutt mitführende Hochwasser auftreten können, und Informationen über andere bedeutende Verschmutzungsquellen.

Durch diese Angaben führen die Risikokarten bereits quantitative Aspekte der Defizitbestimmung ein. Sie sind somit gut geeignet, um konkrete Hochwasserschutzmaßnahmen abzuleiten bzw. die Eigeninitiative potenziell betroffener Anlieger oder kommunaler Planungsträger in Gang zu setzen. Durch die öffentlich zugänglichen Gefahren- und Risikokarten soll erreicht werden, dass die Kommunen und Privatpersonen ihre Hochwasservorsorgemaßnahmen verbessern und die betroffene Bevölkerung eines hochwassergefährdeten Gebietes von vornherein Schadenspotenzial reduzieren und Schäden weitestgehend ausschließen kann. So wird die Gesellschaft besser auf den Ernstfall vorbereitet und kann zielgerichtete Vorsorgemaßnahmen rechtzeitig einleiten.

3.3.2 Lahn

Beispielhaft für die im Lahn-GIS hinterlegten Hochwasserrisikokarten in Hessen zeigt [Abbildung 3-5](#) die Überschwemmungsflächen für ein 100-jährliches Hochwasser zwischen Wetzlar und Gießen (siehe [Lahn-GIS: Hochwasser / Hochwasserrisikokarten / HWRK Hessen / Risikokarten HQ100](#)). In den hessischen Risikokarten findet sich die Unterteilung in die drei Wiederkehrintervalle (HQ_{10} , HQ_{100} und HQ_{extrem}) und die drei Gefährdungskategorien (Kategorie 0 = ungeschützt, Kategorie 1 = geschützt durch Verwallungen, Kategorie 2 = deichgeschützt) wieder. Die potenziellen Risikogebiete sind gemäß Vorgabe in neun verschiedene Nutzflächen unterteilt (vgl. Legende). Bei genauerer Betrachtung kann die jeweilige Nutzungsart Aufschluss über vorhandene Risiken bei Hochwasser geben. Eine Aussage zur Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner oder der Art der vorhandenen Industriebetriebe im Überschwemmungsgebiet kann aus den Daten des Landes Hessen jedoch nicht gezogen werden.

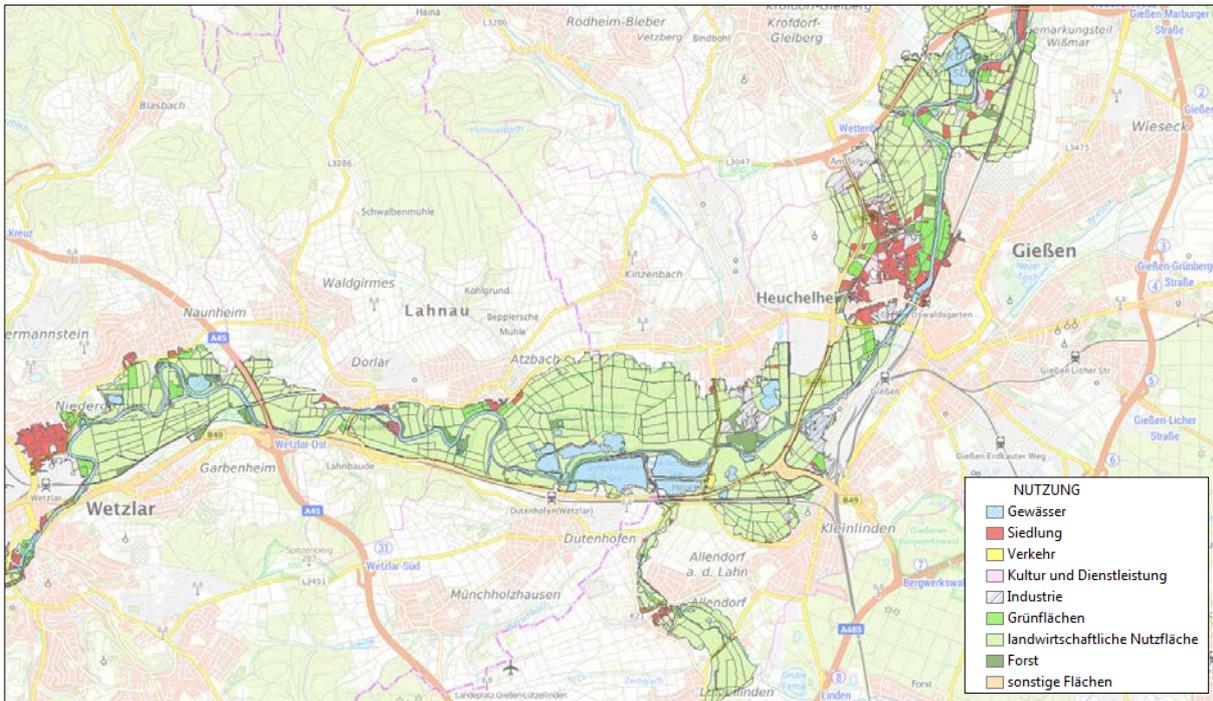


Abbildung 3-5: Ausschnitt aus Lahn-GIS zur Hochwasserrisikokarte eines 100-jährlichen Hochwassers zwischen Gießen und Wetzlar (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Die Hochwasserrisikokarten für den rheinland-pfälzischen Bereich der Lahn werden derzeit überprüft und sollen laut Auskunft des Landesamtes für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU) voraussichtlich im Jahre 2019 zur Verfügung stehen. Sobald diese verfügbar sind, werden sie im Lahn-GIS eingepflegt. Die Risikokarten für die Lahn sind auch online über die verschiedenen Internet-Viewer der Länder Rheinland-Pfalz [27] und Hessen [28] einsehbar.

3.4 Hochwasserrisikomanagementpläne

3.4.1 Allgemein

Hochwasserrisikomanagementpläne (HWRMP) sind das zentrale Element der HWRM-RL. Auf der Grundlage von Gefahrenkarten und Risikokarten waren bis zum Jahre 2015 umfassende Pläne für die jeweiligen Risikogebiete zu erstellen. Gemäß § 75 WHG dienen diese

„dazu, die nachteiligen Folgen, die an oberirdischen Gewässern mindestens von einem Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit und beim Schutz von Küstengebieten mindestens von einem Extremereignis ausgehen, zu verringern, soweit dies möglich und verhältnismäßig ist. Die Pläne legen für die Risikogebiete angemessene Ziele für das Risikomanagement fest, insbesondere zur Verringerung möglicher nachteiliger Hochwasserfolgen für die (...) Schutzgüter und, soweit erforderlich, für nichtbauliche Maßnahmen der Hochwasservorsorge und für die Verminderung der Hochwasserwahrscheinlichkeit.“ [4]

In den HWRMP sollen geeignete Maßnahmen aufgenommen werden, mit denen die Ziele der HWRM-RL erreicht werden können. Sie dürfen keine Maßnahmen enthalten, die das Hochwasserrisiko für andere Länder und Staaten im selben Einzugsgebiet oder Teileinzugsgebiet erheblich erhöhen. Nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) muss für jeden HWRMP eine strategische Umweltprüfung durchgeführt werden. Diese Prüfung soll grundsätzlich sicherstellen, dass die Auswirkungen von Plänen und Programmen auf die Umwelt frühzeitig und umfassend ermittelt, bewertet und berücksichtigt werden. Durch die Beteiligung und Information der Naturschutzbehörden sowie anderer Träger öffentlicher Belange und der Öffentlichkeit sollen bereits

bei der Erstellung der Maßnahmenlisten die Eingriffe minimiert und die Umweltverträglichkeit überprüft werden. Das Ergebnis der Prüfung ist in einem Umweltbericht darzustellen, in dem u.a. die ermittelten Maßnahmen in den einzelnen Handlungsbereichen und die vorgesehenen Umsetzungszeiträume thematisiert werden. Die HWRMP sind alle sechs Jahre unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf das Hochwasserrisiko zu überprüfen und erforderlichenfalls zu aktualisieren.

3.4.2 Lahn

Für die Erstellung der HWRMP wurden im Rahmen der Bestandsaufnahme die Hochwasserentstehung, die Hochwasserauswirkungen und die vorhandenen Schutzmaßnahmen im Einzugsgebiet der Lahn durch die zuständigen Länder analysiert. Vor dem Hintergrund der bestehenden Hochwassergefahren und -risikolage konnten so erste Defizite und Schutzziele für das Planungsgebiet eingegrenzt werden. Hierfür stellte auch die Betrachtung bereits in der Vergangenheit stattgefundener Hochwasserereignisse eine wichtige Grundlage dar.

In Rheinland-Pfalz wurden die HWRMP durch die jeweils zuständige Struktur- und Genehmigungsdirektion (SGD) für etwa 60 Gewässerabschnitte (rd. 2.000 km) aufgestellt. Hierbei wird zwischen den vier Bearbeitungsgebieten Oberrhein, Mittelrhein, Niederrhein und Mosel-Saar unterschieden. Die Lahn liegt im Bearbeitungsgebiet Mittelrhein und wird in dem entsprechenden *Hochwasserrisikomanagementplan - Bearbeitungsgebiet Mittelrhein* [30] näher betrachtet. Für jedes Bearbeitungsgebiet wurde neben einem Erläuterungsbericht auch ein Maßnahmenkatalog [31] erarbeitet, der eine Übersicht zu Vorhaben des Hochwasserschutzes beinhaltet. Exemplarisch seien hier für das Lahngbiet die nachfolgenden Maßnahmen genannt:

- Bereitstellung der Daten des wasserwirtschaftlichen Informationspakets zum Hochwasserrückhalt für die Kommunen und Beratung zur Umsetzung (Maßnahmenträger: LUWG / SGD Nord, Maßnahme-Nr.: HWRM-1316)
- Erörterung der Sanierung der Wehranlagen an der Lahn mit der WSV (HWP Lahn/Aar/IBH, HWRM-0402)
- Neubau Hochwasserschutz Lahnstein (Maßnahmenträger: SGD Nord, HWRM-1623)
- Hochwasserschutzdeich Nassau (Maßnahmenträger: Stadt Nassau, HWRM-0406)
- Studie Hochwasserschutz Fachingen (Maßnahmenträger: SGD Nord, HWRM-0407)

Die Umsetzung der Einzelmaßnahmen ist bis spätestens zum Jahre 2030 geplant. Weitere Informationen können dem entsprechenden HWRMP [30] und dem o.g. Maßnahmenkatalog [31] des Landes Rheinland-Pfalz entnommen werden.

Der *Hochwasserrisikomanagementplan für das hessische Einzugsgebiet der Lahn* [17] wurde im Juni 2015 im Auftrag des Regierungspräsidiums Gießen veröffentlicht. Parallel zu diesem Bericht wurde ein separates GIS-Projekt für den öffentlichen HWRM-Viewer [32] erarbeitet, in dem alle relevanten Hochwasserdaten und Karten zusammengetragen und online abrufbar sind. Die allgemeine Bewertung des Ist-Zustandes in Bezug auf das Hochwasserrisiko im Einzugsgebiet der hessischen Lahn kann der [Abbildung 3-6](#) entnommen werden.

Allgemeine Bewertung des Ist-Zustandes und Hinweise auf bereits umgesetzte Maßnahmen

Ausgehend von der umfassenden Beschreibung und Bewertung der Hochwassersituation im hessischen Einzugsgebiet der Lahn ist festzuhalten, dass ein verhältnismäßig hohes Hochwassergefährdungs- und -risikopotential für die vier Schutzgüter besteht. Dies liegt u.a. auch an den tlws. großen Ortslagen, die direkt am Fluss liegen (Limburg, Wetzlar, Gießen, Marburg). Das Gebiet ist vergleichsweise stark abhängig von Rückhaltmaßnahmen, insbesondere vom HRB Kirchhain/Ohm. Weiterhin charakteristisch ist die hohe Anzahl an vorhandenen Linienschutzmaßnahmen (Deiche, Hochwasserschutzmauern). Gleichzeitig wurde herausgearbeitet, dass die hochwasserbedingten nachteiligen Folgen sowohl in den lokalen Brennpunkten als auch im Einzugsgebiet weiter reduziert werden könnten. Daher werden an dieser Stelle weitergehende Maßnahmen angeregt, die zur allgemeinen Verbesserung der Hochwassersituation im Einzugsgebiet beitragen können. Sie bilden den grundsätzlichen Rahmen zur Verbesserung des Hochwasserrisikomanagements im hessischen Lahneinzugsgebiet. Dabei sind Maßnahmen aus den Bereichen Flächenvorsorge, natürlicher Wasserrückhalt, Hochwasservorsorge und dem technischen Hochwasserschutz gleichermaßen vertreten.

Abbildung 3-6: Hochwasserrisiko und allgemeine Bewertung des Ist-Zustandes im hessischen Einzugsgebiet der Lahn (Quelle: [33])

Für die insgesamt 28 identifizierten Risikogebiete (Hochwasserbrennpunkte, vgl. Kapitel 3.1.2) an der hessischen Lahn wurde jeweils ein eigenständiger Maßnahmensteckbrief entwickelt, in dem neben einer allgemeinen Bewertung des Ist-Zustandes auch sehr konkrete Maßnahmen für die jeweiligen Bereiche formuliert wurden. Exemplarisch seien hier für den Hochwasserbrennpunkt Limburg (01_L_Limburg) genannt:

- **Überprüfung und ggf. Ertüchtigung der vorhandenen Deichlinie (Nr. 1_5)**
Die rechtsseitige Sicherheitslinie in Limburg besteht aus einem Deich ("Philippsdamm"). Dieser beginnt ca. 100 m oberwasserseitig der Brücke B8 (Schiede) und endet in Höhe Weidenweg. Gemäß der aktuellen Wasserspiegelberechnung sind die vorhandenen Deichhöhen nicht ausreichend für ein HQ100. Durch eine differenzierte Vermessung sowie den Abgleich mit den zu erwartenden WSP-Höhen sollte das Überschwemmungsrisiko verifiziert werden. Ggf. ist die Deichhöhe anzupassen.
- **Installation von mobilen HW-Schutzelementen (Nr. 1_6)**
Zum Schutz vor Hochwasser ist die Möglichkeit der Installation von mobilen HW-Schutzelementen entlang der Uferpromenade zwischen den Straßen "Am Huttig" und "Eschhöfer Weg" zu prüfen. Hierdurch könnte eine Überflutung der betroffenen Bebauung verhindert werden. Eine ausreichende Vorwarnzeit zur Errichtung der mobilen Elemente ist durch die Größe des Einzugsgebietes der Lahn gewährleistet.
- **Überprüfung der derzeitigen Hochwassersicherheit der Kläranlage Limburg/Staffel und ggf. Optimierung des Hochwasserschutzes (Nr. 1_8)**
Die Ausweisungen der Überschwemmungsflächen deuten auf eine nicht ausreichende Hochwassersicherheit der Kläranlage hin. Die Höhen des umschließenden Dammes sollten daher vermessungstechnisch erfasst und den errechneten Wasserspiegeln gegenübergestellt werden. Ggf. ist der Hochwasserschutz der Kläranlage durch geeignete Maßnahmen (z.B. Verwaltung) entsprechend anzupassen. [34]

Da der HWRMP und die zugehörigen Steckbriefe nur als PDF-Dokumente und nicht digital als Geodaten vorliegen, wurden diese nicht in das Lahn-GIS integriert. Weitere Informationen können dem online verfügbaren HWRMP und den Steckbriefen des Landes Hessen entnommen werden [35].

3.5 Überschwemmungsgebiete

3.5.1 Allgemein

Überschwemmungsgebiete (ÜSG) sind gemäß § 76 WHG diejenigen „Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern und sonstige Gebiete, die bei Hochwasser eines oberirdischen Gewässers überschwemmt oder durchflossen oder die für Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden. (...) Die Landesregierung setzt durch Rechtsverordnung

1. innerhalb der Risikogebiete oder der nach § 73 Absatz 5 Satz 2 Nummer 1 zugeordneten Gebiete mindestens die Gebiete, in denen ein Hochwasserereignis statistisch einmal in 100 Jahren zu erwarten ist, und
2. die zur Hochwasserentlastung und Rückhaltung beanspruchten Gebiete

als Überschwemmungsgebiete fest. Noch nicht nach Absatz 2 festgesetzte Überschwemmungsgebiete sind zu ermitteln, in Kartenform darzustellen und vorläufig zu sichern.“ [4]

Die dauerhafte Sicherung der ÜSG durch rechtliche Festsetzung ist eine wesentliche Maßnahme des vorbeugenden Hochwasserschutzes. Da man nicht warten kann, bis mindestens ein 100-jährliches Hochwasser auftritt, erfolgt die Abgrenzung der ÜSG auf der Grundlage der berechneten Hochwassergefahrenkarten. Die Überschwemmungsflächen dienen der schadlosen Abführung von Hochwasser und können als Retentionsräume (Rückhalteräume, z.B. Polder) genutzt werden, um Hochwasserspitzen abzumildern. In diese Flächen breiten sich Hochwasser auf natürliche Weise aus bzw. können gezielt dort hingeführt werden. Aus diesem Grund sind festgesetzte ÜSG möglichst freizuhalten; in ihnen gelten besondere Schutzvorschriften (vgl. § 78 WHG). So ist z.B. die Errichtung von baulichen Anlagen in diesen Gebieten grundsätzlich verboten – in Einzelfällen können jedoch Ausnahmen genehmigt werden. Auch bereits bestehende Ortschaften können in ÜSG liegen; in diesen Fällen gelten ebenfalls Beschränkungen.

Die wasserrechtliche Festsetzung von ÜSG dient neben der Vermeidung einer Abfluss- bzw. Hochwasserverschärfung insbesondere auch der Verringerung des Schadenspotenzials, dem Schutz der Gewässerauen mit ihrer Flora und Fauna sowie dem Boden- und Grundwasserschutz. Natürliche Überflutungsräume haben einen unmittelbaren Einfluss und damit eine besondere Bedeutung für das Ausmaß der Hochwasserabläufe und der Hochwasserstände in und an den Gewässern. Alle Maßnahmen der Hochwasservorsorge zusammen können diese immer wiederkehrenden Naturereignisse zwar nicht verhindern, sollen aber durch eine bestmögliche Vorbereitung auf den Katastrophenfall dabei helfen, Hochwasserschäden in Grenzen zu halten.

3.5.2 Lahn

In Rheinland-Pfalz wurden die bestehenden ÜSG bis zum Jahre 2005 nach den Erfahrungen aus vergangenen Hochwassern abgegrenzt. Da nach der Definition des WHG inzwischen ein statistisch einmal in 100 Jahren auftretendes Hochwasserereignis anzusetzen ist, mussten die bestehenden ÜSG an die neuen Vorgaben angepasst werden. Dies erfolgte auf der Grundlage der Gefahrenkarten an mehr als 3.000 Kilometern Gewässerstrecke in Rheinland-Pfalz. Die ÜSG sowie weitere zahlreiche Informationen des Landes Rheinland-Pfalz können auch online über das *Geoportal Rheinland-Pfalz [10]* von jedermann eingesehen werden.

In Hessen wurden seit 1995 im Rahmen des Projektes *Niederschlagsgebietsweise Erfassung der natürlichen Retentionsräume in Hessen* (Retentionskataster Hessen - RKH) [36] auch die wesentlichen Retentionsräume im hessischen Einzugsgebiet der Lahn und ihren Nebengewässern erfasst und in einem Kataster dokumentiert. Es ist ein erklärtes Ziel der hessischen Hochwasserschutzstrategie, die an den hessischen Gewässern heute noch vorhandenen Retentionsräume in ihrem Bestand zu

erhalten und zusätzliche Räume zu aktivieren. Die hessischen ÜSG sowie weitere zahlreiche Informationen des Landes können auch online über das *Geoportal Hessen* [37] und den *HWRM-Viewer* des HLNUG [38] eingesehen werden. In den vergangenen Jahren wurden die hessischen ÜSG für das vorgegebene HQ₁₀₀-Ereignis ermittelt und bereits durch Rechtsverordnung gesichert. Diese gesicherten Gebiete sind auch in den *HWRMP* des Landes Hessen [17] eingeflossen, werden aufgrund der Flächendifferenz zu den dort dokumentierten Überschwemmungsflächen (vgl. Kapitel 3) aber nicht dargestellt. Demzufolge sind potenzielle ÜSG der Kategorie 1 (Bereiche hinter Straßen- oder Bahndämmen und Verwallungen o.ä.) an allen Gewässern im Einzugsgebiet der Lahn vorhanden. Deichgeschützte Bereiche (Kategorie 2) sind mit Ausnahme des Kleebachs ebenfalls an allen untersuchten Gewässern vorhanden. Eine Übersicht aus dem *HWRMP* Hessen ist in der nachfolgenden Tabelle 3-3 dargestellt.

Tabelle 3-3: Zusammenstellung der Überschwemmungsgebiete und der potenziellen Überschwemmungsgebiete für die Gewässerabschnitte an der hessischen Lahn (Quelle: [17])

Gewässer	Überschwemmungsgebiet [ha]			potenzielles Überschwemmungsgebiet hinter linienhaften HW-Schutzanlagen [ha]			potenzielles Überschwemmungsgebiet hinter Straßendämmen, Verwallungen o. ä. [ha]		
	HQ _{häufig}	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	HQ _{häufig}	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	HQ _{häufig}	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
Kleebach	87,0	265,8	321,2	-	-	-	-	-	-
Dill	555,6	699,6	1.081,4	18,3	24,6	6,9	18,3	31,3	28,2
Ohm	1.814,0	2.507,3	2.731,8	134,3	96,9	96,1	6,6	8,6	24,5
Lahn	4.852,6	6.618,1	8.110,8	588,3	364,9	45,5	214,2	143,8	138,1
Summe	7.309,2	10.090,8	12.245,2	740,9	486,4	148,5	239,1	183,7	190,8

Abbildung 3-7 zeigt die gesetzlich festgesetzten ÜSG für den gesamten Lahnverlauf im Eigentum des Bundes. Die Darstellung wurde für beide Bundesländer einheitlich gewählt (orange schraffierte Fläche, siehe Lahn-GIS: Hochwasser / Überschwemmungsgebiete / ÜSG HE und RLP). Zusätzlich werden auch die ÜSG aller Nebengewässer im Lahn-GIS dargestellt (für Hessen: Ohm, Dill und Kleebach, für Rheinland-Pfalz: Aar, Gelbach, Mühlbach und Dörsbach).



Abbildung 3-7: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu den Überschwemmungsgebieten entlang der Lahn und ihrer Nebenflüsse (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Neben den amtlichen ÜSG der Länder sind im Lahn-GIS auch die von der BfG berechneten Überschwemmungsflächen integriert, die mithilfe des *Flusshydrologischen Webdienstes FLYS* ermittelt wurden (siehe [Lahn-GIS: Hochwasser / Überschwemmungsgebiete / Überschwemmungsflächen BfG \(FLYS\)](#)). FLYS ist ein web-basiertes Informations- und Analysesystem, das stationäre Wasserspiegellagen zu frei wählbaren Abflüssen berechnen und auswerten kann. Es ist „kein hydraulisches Modell, sondern ein Instrument zur Verarbeitung von Modellergebnissen vor dem Hintergrund gemessener Daten. Es interpoliert zwischen den Ergebnissen, visualisiert und interpretiert diese zusammen mit weiteren Informationen und fügt so die passenden Teile zusammen: Mess- und Modell-, Bundes- und Länderdaten, historische und aktuelle, geodätische, hydrologische und morphologische Daten“ [39]. So können im Lahn-GIS nicht nur die mindestens geforderten ÜSG für ein HQ₁₀₀ dargestellt werden, sondern auch diejenigen Überschwemmungsflächen für z.B. weniger ausgeprägte Abflussereignisse (MNQ, MQ, MHQ, HQ₁, HQ₅ und HQ₁₀).

3.6 Hochwasserschutz

3.6.1 Allgemein

Hochwasserschutz ist eine Gemeinschaftsaufgabe von Betroffenen, Kommunen und dem Staat. Gemäß § 5 WHG ist in Deutschland „jede Person, die durch Hochwasser betroffen sein kann, im Rahmen des ihr Möglichen und Zumutbaren verpflichtet, selbst geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor nachteiligen Hochwasserfolgen und zur Schadensminderung zu treffen“ [4]. Erst wenn Maßnahmen zum Schutz der Allgemeinheit gegen Hochwasser erforderlich werden, besteht ein überwiegendes öffentliches Interesse am Hochwasserschutz. Dieser soll vor allem durch Hochwasservorsorge und die Bereitstellung technischer Schutzeinrichtungen realisiert werden:

- Der technische Hochwasserschutz umfasst im Wesentlichen den Bau von Schutzanlagen wie Dämmen, Deichen oder Hochwasserschutzmauern, aber auch von Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken.

- Zur Hochwasservorsorge gehören u.a. aktuelle und verlässliche Hochwasservorhersagen, öffentliche Hochwasserwarn- und -meldedienste sowie Katastrophenschutz, Deichverteidigung und Wasserwehr.

Trotz aller Bemühungen gibt es jedoch keinen absoluten Schutz vor Hochwasser. Es ist daher von besonderer Bedeutung, dass die Schäden so klein wie möglich ausfallen - eine aktuelle und verlässliche Hochwasservorhersage ist dafür unabdingbar. Gerade die Menschen, die in Hochwassergebieten leben, müssen sich rechtzeitig gegen diese Naturereignisse wappnen können.

3.6.2 Lahn

Die HWRMP der Länder Rheinland-Pfalz und Hessen berücksichtigen im Wesentlichen alle derzeit im Lahngbiet bestehenden Hochwasserschutzanlagen. Diese stehen naturgemäß in direkter Verbindung mit den Überflutungsflächen der verschiedenen Abflusszenarien und werden, soweit digital vorliegend, im Lahn-GIS vorgehalten (siehe [Lahn-GIS: Hochwasser / Hochwasserschutz](#)).

Nach Auskunft des LfU sind in Rheinland-Pfalz keinerlei Hochwasserschutzanlagen an der Lahn vorhanden. Informationen zu den bestehenden Hochwasserschutzanlagen in Hessen wurden durch das HLNUG zur Verfügung gestellt und in das anliegende Lahn-GIS überführt. [Abbildung 3-8](#) zeigt einen Ausschnitt aus dem Lahn-GIS, in dem die Schutzanlagen entlang der Lahn und ihrer Nebengewässer dargestellt sind (grüne Linien stehen i.d.R. für Deiche). Bis auf wenige Ausnahmen bei Limburg, Wetzlar und Gießen liegen die meisten Anlagen für den Hochwasserschutz oberhalb der Wasserstraße im Eigentum des Bundes, z.B. um Weimar und Marburg. Aus den hinterlegten Landesdaten können leider nur wenige Informationen gewonnen werden (z.B. Quelle, Nummer, stationäre Anlage). Wesentliche Informationen wie beispielsweise Länge, Höhe und Beschreibung der Anlagen, Schutzfunktion bei verschiedenen Hochwasserereignissen usw. lassen sich leider nicht ablesen.

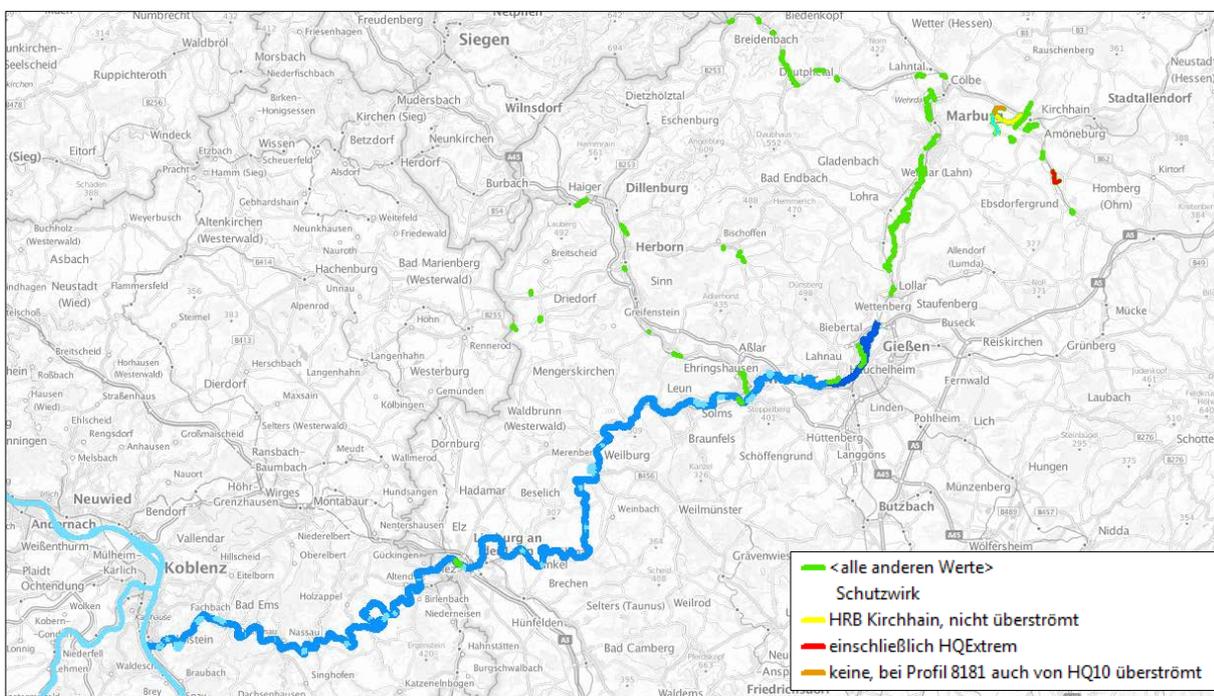


Abbildung 3-8: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu den bestehenden Hochwasserschutzanlagen entlang der Lahn und ihrer Nebengewässer (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Hochwasserrückhaltebecken (HRB) werden i.d.R. nicht in unmittelbarer Nähe zur Lahn, sondern in den Randzonen angeordnet, da die Gebirgskämme im Einzugsgebiet der Lahn (Rothaargebirge, Westerwald und Taunus) im Vergleich einen deutlich höheren mittleren Jahresniederschlag aufweisen als das Lahntal selbst. Bedeutende Anlagen für den Hochwasserrückhalt liegen z.B. an der Ohm (HRB Kirchhain), am Kleebach (HRB Gießen-Allendorf) und der Aar/Dill (Aartalsperre).

Da Hochwasser über Kreisgrenzen hinweg auftreten, wurde an der Lahn die freiwillige Hochwasserpartnerschaft Lahn/Aar gegründet. Diese Partnerschaft setzt sich aus Städten, Gemeinden und Landkreisen an Gewässern bzw. Gewässerabschnitten, an denen eine gemeinsame Hochwasserbetroffenheit besteht, zusammen. Bis zu viermal im Jahr treffen sich die verschiedenen Akteure zu Workshops, auf denen alle wesentlichen Inhalte des Hochwasserschutzes und der Hochwasservorsorge behandelt werden, die Schwerpunkte des Hochwasserrisikos aufgezeigt und Maßnahmen des kommunalen Hochwasserrisikomanagements festgelegt werden. Die Hochwasserpartnerschaft Lahn/Aar besteht aus folgenden Kommunen [30]:

- Rheinland-Pfalz: Rhein-Lahn-Kreis; Stadt Lahnstein; Verbandsgemeinden Bad Ems, Nassau, Diez, Katzenelnbogen, Hahnstätten
- Hessen: Landkreis Limburg-Weilburg, Stadt Limburg, Stadt Runkel, Marktflecken Villmar, Gemeinde Weinbach, Stadt Weilburg, Gemeinde Löhnberg

In den Hochwasserpartnerschaften können jedoch nur Themen behandelt werden, die für alle Kommunen gleich gelagert sind. Demgegenüber erfordern spezielle Hochwasserschutzlösungen für einzelne Ortschaften die Mitarbeit der örtlichen Verwaltungen und der betroffenen Bürgerinnen und Bürger vor Ort. Auf dieser Basis werden örtliche Hochwasserschutzkonzepte aufgestellt, in denen auch konkrete Hochwassergefahren und Lösungen für die jeweilige Region aufgezeichnet werden. Die Federführung für die Aufstellung eines örtlichen Hochwasserschutzkonzeptes übernimmt die jeweilige Kommune. Für die sachkundige Begleitung werden i.d.R. Ingenieurbüros beauftragt, welche bei der Aufstellung der Konzepte mitwirken.

In Rheinland-Pfalz bildet das im Jahre 2014 veröffentlichte *landesweite Hochwasserschutzkonzept* [40] neben dem HWRMP den Grundpfeiler für die öffentliche Hochwasservorsorge. Es beinhaltet die wesentlichen Programmpunkte:

- Förderung des natürlichen Wasserrückhaltes auf der Fläche und in den Gewässerauen (Aktion Blau Plus)
- technischer Hochwasserschutz durch sichere Deiche, Rückhalteräume und örtliche Schutzmaßnahmen,
- weitergehende Hochwasservorsorge zur Vermeidung von Schäden und Stärkung der Eigenvorsorge.

In Hessen begründet sich der Hochwasserschutz im Wesentlichen auf dem technischen Hochwasserschutz, dem Hochwasserflächenmanagement und der Hochwasservorsorge. Das hessische Hochwasserschutzkonzept basiert auf einer Vielzahl von Einzelmaßnahmen und Projekten, die in einem *Landesaktionsplan Hochwasserschutz Hessen* [41] koordiniert werden. Seit 2003 investiert das Land Hessen jährlich rund 23 Millionen Euro an staatlichen Mitteln in den Hochwasserschutz. Einen großen Stellenwert nimmt darin die Förderung kommunaler Hochwasserschutzmaßnahmen ein. Neben der Hochwasservorhersagezentrale beim Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) wurde auch eine *zentrale Hochwasserdienstordnung - Lahn* [42] erlassen. Diese deckt das gesamte Einzugsgebiet der Lahn ab und beinhaltet die Standorte von ausgewählten Niederschlagsmessstationen und Hochwassermeldepegeln. Die entsprechenden Hochwasserwarnungen werden von der Hochwasserwarnzentrale beim Regierungspräsidium Gießen an die Kreise und kreisfreien Städte herausgegeben und von dort weiter an die Städte und Gemeinden im Kreisgebiet sowie an größere

Industriebetriebe weitergeleitet, damit diese rechtzeitig entsprechende Gegenmaßnahmen einleiten können.

Neben den Ländern ist auch die WSV für die schadlose Abführung von Hochwasserwellen mitverantwortlich. Da das WSA Koblenz für die Verkehrssicherheit auf und an der Bundeswasserstraße Lahn zuständig ist, spielt die Bedienung der bundeseigenen wasserbaulichen Anlagen (Wehre und Hochwassersperrtore) eine wesentliche Rolle für die Abführung von Hochwasserabflüssen. Bei steigenden Wasserständen müssen die zuständigen WSA-Mitarbeiter/Innen an der Lahn die Schütze und Aufsätze der Wehrkörper (i.d.R. Rollschütze mit Aufsatzklappen auf beweglichen Wehren oder Bohlenaufsätze auf festen Wehren) so bedienen bzw. ziehen/stellen, dass die Wassermassen zügig abgeleitet und möglichst keine größeren Schäden verursachen können. Die Schleusen haben keine wesentliche Bedeutung für die Abfuhr der bei Hochwasser auflaufenden Wassermassen; sämtliche Lahnschleusen sind mit Stemmtoren versehen, die nur im Wechsel (entweder Oberhaupt oder Unterhaupt) und nicht gleichzeitig geöffnet werden können. Die Obertore der alten Schleusen in Nievern (Baujahr 1853/1984) und in Bad Ems (Baujahr 1853/1975) fungieren hingegen als Hochwassersperrtore. Sie können im Hochwasserfall geschlossen werden, um die unterhalb liegenden Bereiche vor Überflutungen zu schützen (vgl. Teilbericht „Bauwerke und Strecke“).

4 Grundwasser

Grundwasser wird nach der in Deutschland gültigen DIN 4049 Teil 3 als unterirdisches Wasser bezeichnet, das die Hohlräume der Lithosphäre *„zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder nahezu ausschließlich durch die Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird“* [43]. Durch Grundwasserleiter (Gesteinskörper, die Hohlräume enthalten) fließt das Grundwasser unterirdisch in verschiedenen Tiefen und Schichten der gesättigten Zone und steht dabei in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund. Durch die Versickerung von Niederschlagswasser wird das unterirdische Grundwasserreservoir immer wieder aufgefüllt (Grundwasserneubildung) und dabei mengenmäßig und inhaltlich verändert. Die unterirdische Verweilzeit reicht von unter einem Jahr bis hin zu vielen Millionen Jahren. Sehr alte Grundwässer werden auch als fossiles Wasser bezeichnet. Als ein wesentliches Ziel der EG-WRRL ist neben dem Schutz der Oberflächengewässer auch die verbindliche Erreichung eines guten quantitativen und chemischen Zustandes des Grundwassers in allen Mitgliedsstaaten formuliert. Um den mengenmäßigen und chemischen Zustand der Grundwasserkörper überwachen und signifikant ansteigende Trends von Schadstoffkonzentrationen rechtzeitig umkehren zu können, wurden in den vergangenen Jahren flächendeckende Überwachungsnetze (Grundwassermessstellen) eingerichtet. Sie sollen dazu beitragen, ein Gleichgewicht zwischen den Grundwasserentnahmen und der Grundwasserneubildung zu gewährleisten und Verschlechterungen des Grundwasserzustandes zu verhindern (Verschlechterungsverbot). Da es zahlreiche hydrogeologische Wechselwirkungen zwischen dem Grundwasser und den angrenzenden Bodenpassagen gibt, die sich sowohl auf die Vorkommen als auch auf die chemische Beschaffenheit des Grundwassers auswirken können, sollen diese im Folgenden näher beleuchtet werden.

4.1 Hydrogeologie

4.1.1 Allgemein

Unter der Bezeichnung Hydrogeologie versteht man die Wissenschaft vom Wasser in der Erdkruste. Hierbei liegen insbesondere die Wechselwirkungen von geologischen und oberirdischen Einflüssen mit dem Grundwasser im Fokus, wofür ein Kenntnis vom Aufbau des Untergrundes erforderlich ist. Entscheidend für die Entstehung von Grundwasservorkommen, deren Fließrichtung und -bewegung sowie die Grundwasserneubildung sind u.a. der Aufbau der oberen Bodenschichten und die Ausprägung von unterirdischen Grundwasserleitern. Hierbei werden Porengrundwasserleiter (Locker- oder Festgestein mit überwiegend durchflusswirksamen Porenanteilen), Kluftgrundwasserleiter (Festgesteine mit überwiegend durchflusswirksamen Klüften und Trennfugen) und Karstgrundwasserleiter (Festgesteine mit überwiegend durchflusswirksamen Karsthohlräumen) unterschieden. Feste Gesteinsformationen, die wasserundurchlässig sind und das Grundwasser nicht weiterleiten, werden demgegenüber als Grundwassernichtleiter bezeichnet. Je nach Bodenzusammensetzung können sie das Trennglied zwischen einzelnen Grundwasserstockwerken (Horizonten) bilden. Daneben gibt es noch die sogenannten Geringleiter, die aufgrund ihrer Korngrößen und Porosität einen sehr geringen Durchlässigkeitsbeiwert aufweisen. Dieser sogenannte k_f -Wert beschreibt die Durchlässigkeit bzw. Versickerungsfähigkeit des Bodens: Je höher der k_f -Wert liegt, desto besser ist die Versickerungsfähigkeit.³

³ Der k_f -Wert dient zur quantitativen Einstufung der Wasserdurchlässigkeit eines Bodens. Aus ihm lassen sich unter Zuhilfenahme anderer Größen weitere hydrogeologische Parameter (z.B. Transmissivität, Abstandsgeschwindigkeit und transportierte Wassermengen) ableiten.

Als nutzbare Feldkapazität (nFK) wird die Wassermenge bezeichnet, die ein Boden gegen die Schwerkraft zurückhalten kann und die für die Vegetation verfügbar ist. Sie wird in mm (l/m²) angegeben und kann sich auf diverse Bezugsgrößen (effektiver Wurzelraum, 1 Meter, etc.) beziehen. Zusammen mit den meteorologischen Kenngrößen steuert sie die Sickerwassermenge und ist deshalb eine wichtige Berechnungsgröße zur Bestimmung der Grundwasserneubildung.

4.1.2 Lahn

Zur hydrogeologischen Beschaffenheit des Grundwassers im Bereich der Lahn wurden verschiedene Karten und Informationen u.a. von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR [44]), aber auch aus dem HAD und den Internetportalen der Länder Hessen und Rheinland-Pfalz in das Lahn-GIS integriert.

Zur besseren Übersicht über die gesamte Lahn wurde zunächst eine geologische Karte (GK1000) im Maßstab 1:1.000.000 in das Lahn-GIS eingefügt. Diese zeigt die oberflächennahe Geologie Deutschlands und der angrenzenden Gebiete mit Informationen zu den geologischen Einheiten (*GE.GeologicUnit*), den Verwerfungen (*GE.GeologicFault*) und den Eisrandlagen (*GE.NaturalGeomorphologicFeature*, siehe Lahn-GIS: Grundwasser / Hydrogeologie / GK1000).

Eine ähnliche Darstellung lässt sich der geologischen Übersichtskarte (GÜK200) im Maßstab 1:200.000 entnehmen. Diese zeigt die Oberflächengeologie bzw. die Verteilung der verschiedenen geologischen Einheiten (Eisränder, Linien, Flächen und Gesteine) bis zu einer Tiefe von 2 Metern flächendeckend für ganz Deutschland. Abbildung 4-1 zeigt die verschiedenen geologischen Formationen entlang der Lahn in Rheinland-Pfalz und Hessen (siehe Lahn-GIS: Grundwasser / Hydrogeologie / GÜK200 - Flächen).

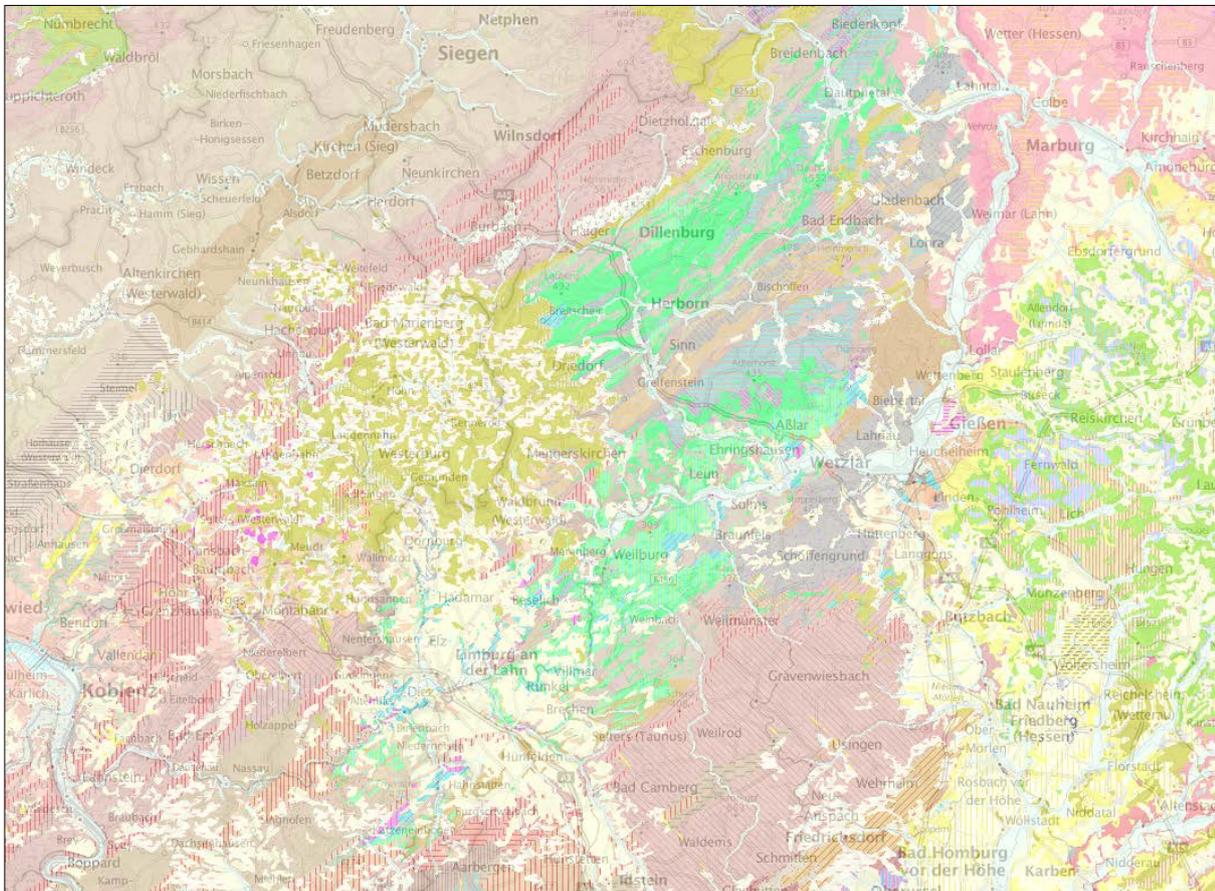


Abbildung 4-1: Ausschnitt aus Lahn-GIS zur unterschiedlichen Geologie entlang der Lahn (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Der Ausschnitt zeigt, dass sich von der Quelle im Rothaargebirge bis zur Mündung in den Rhein entlang des gesamten Lahnverlaufes und der Auenbereiche - bis auf geologische Unterbrechungen zwischen Limburg und Weilburg (s.u.) - fluviatile Ablagerungen aus Schluff, Sand und Kies finden lassen (hellblaue Färbung, siehe [Lahn-GIS: Grundwasser / Hydrogeologie / GÜK200 - Flächen](#)). Diese typischen Formationen an Flussläufen sind den Hintergrundinformationen der Geologischen Übersichtskarte zufolge in der sogenannten Erdneuzeit (Känozoikum bzw. Holozän) entstanden. An der oberen Lahn wird der Gewässerlauf von einer großflächigen Schluff-Fraktion mit Sand-/Kies-Anteilen geprägt, die sich von der Lahnquelle bei Bad Laasphe stromab bis nach Löhnberg und Weilburg erstreckt. Etwa von Wetzlar bis nach Runkel dominieren verschiedene meist vulkaniklastische Gesteinsarten wie Vulkanite, Tuffstein und Hämatiterze (grüne Färbung) sowie Tonschiefer und Eruptivgesteine (braune Färbung), aber auch Schluff, Kalk- und Sandstein (gelbe und dunkelblau schraffierte Färbung) aus dem Paläozoikum das geologische Bild. Flussabwärts um die Stadt Limburg erstreckt sich eine ausgeprägte, feinsandige Schluff-Formation (gelbliche Färbung) zwischen den beiden Bundesländern. Sie verläuft zwischen Westerwald und Taunus von Nord nach Süd und ist etwa im Zeitalter des Pleistozäns entstanden. Für das Land Hessen wurde ergänzend noch eine GÜK300 hinzugefügt, welche diese Erkenntnisse bestätigt (siehe [Lahn-GIS: Grundwasser / Hydrogeologie / GÜK300 Hessen](#)). In Rheinland-Pfalz werden die anstehenden Bodenschichten in direkter Flussnähe ebenfalls durch die o.g. fluviatilen Ablagerungen (Schluff, Sand und Kies; hellblaue Färbung) geprägt. In weiterer Entfernung zur Wasserstraße wechseln sich Sandstein und Schluffschiefer (braune Färbung) mit Tonschiefer (grau-braune Färbung) und Quarzitgestein (rote Färbung) ab und formen so die geologische Landschaft. Im Unterschied zu den flächenhaften Vorkommen in Hessen findet sich an der rheinland-pfälzischen Lahn kaum Vulkangestein. Lediglich bei Balduinstein südlich von Cramberg gibt es vereinzelt Nachweise über sogenannte alkalibasaltische Metavulkaniklastite (grüne Färbung).

Die [hydrogeologische Übersichtskarte \(HÜK200\)](#) beschreibt die räumliche Verteilung von sogenannten Hintergrundwerten (Inhaltstoffe, Spurenstoffe, Gesamthärte, pH-Wert und spezifische elektrische Leitfähigkeit) für hydrogeochemische und physikochemische Parameter der oberflächennahen Grundwasserkörper im Maßstab 1:200.000. Diese Hintergrundwerte dienen der Beschreibung der Beschaffenheit der Grundwasserkörper und stellen eine Entscheidungsgrundlage für die Abgrenzung von geogenen und auffälligen Beschaffenheitsdaten dar. Darüber hinaus kann eine weitere HÜK200 für das Land Rheinland-Pfalz zugeschaltet werden, mit der zusätzlich z.B. die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung oder die nutzbare Feldkapazität visualisiert werden kann. Die im Lahnbereich vorherrschenden Kluftgrundwasserleiter (silikatisches Festgestein/Sediment mit überwiegend durchflusswirksamen Klüften und Trennfugen) weisen unterschiedliche Durchlässigkeitsbeiwerte auf, die zum Teil als gering bis äußerst gering ($k_f < 10^{-5}$ m/s) bewertet werden (vgl. [Abbildung 4-2](#) und [Lahn-GIS: Grundwasser / Hydrogeologie / HÜK 200](#)). Mit einer geringeren Durchlässigkeit der Grundwasserleiter geht auch eine günstigere Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung einher (vgl. [Lahn-GIS: Grundwasser / Hydrogeologie / HÜK 200 RLP](#) und [Lahn-GIS: Grundwasser / Hydrogeologie / Schutzpotential Grundwasser-überdeckung](#)).

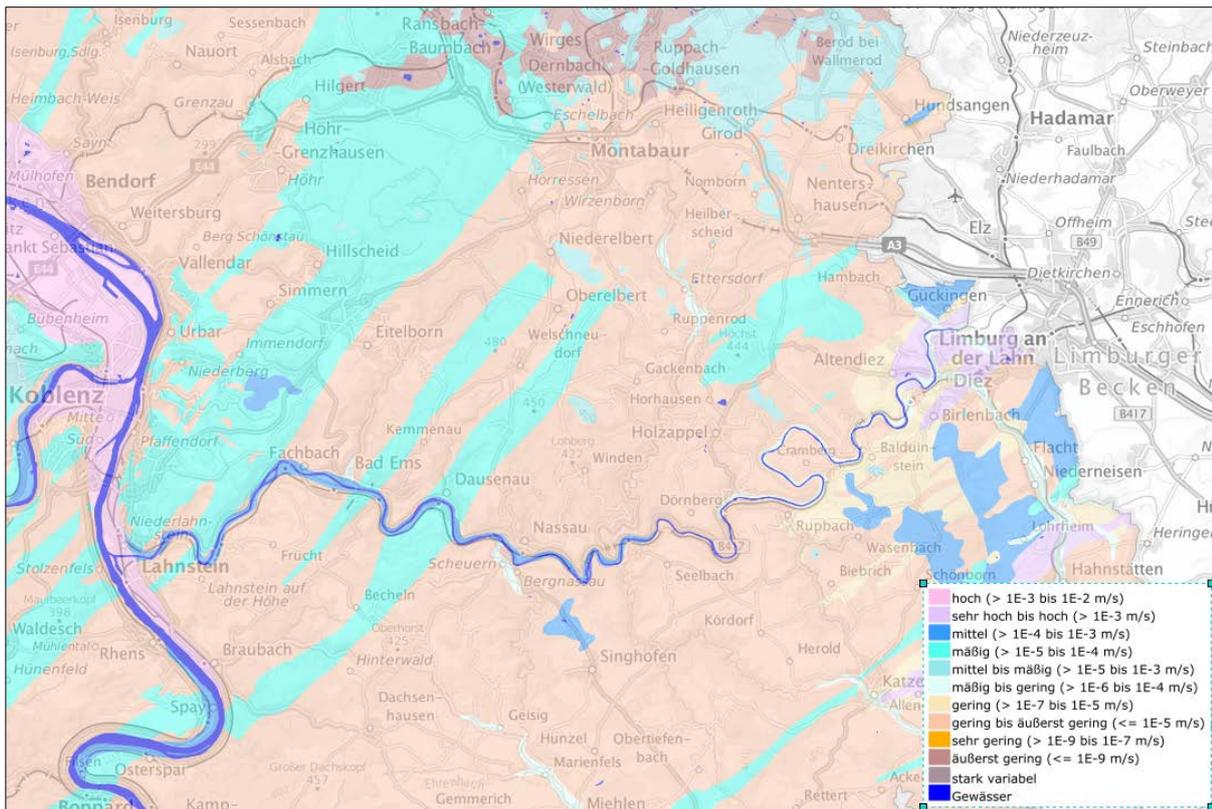


Abbildung 4-2: Ausschnitt aus Lahn-GIS zur Durchlässigkeit des oberen Grundwasserleiters (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Für das Land Hessen wurde zusätzlich eine Bodenübersichtskarte (BÜK500) im Maßstab 1:500.000 in das Lahn-GIS integriert. Die dort hinterlegten Daten beschreiben flächenhaft die Böden, ihre Eigenschaften und ihre Bodenfunktionen. Neben Informationen zu Bodeneinheiten und Ertragspotenzial sind in der WMS-Datei auch Angaben zum Nitratrückhaltevermögen, dem physikochemischen Filtervermögen und zur Standorttypisierung enthalten (siehe Lahn-GIS: Grundwasser / Hydrogeologie / BÜK500). Aufgrund des vorgegebenen Maßstabes können diese Angaben jedoch nur großflächig und nicht genauer (lokal) beschrieben werden. Weitere Angaben zu den (hydro-) geologischen Besonderheiten entlang des Lahnverlaufes können auch dem Teilbericht „Natur und Ökologie“ [13] und dem zugehörigen Lahn-GIS entnommen werden. Dort werden u.a. die Bodentypen und deren Bewertung genauer beschrieben.

4.2 Grundwasserneubildung

4.2.1 Allgemein

Der Begriff Grundwasserneubildung bezeichnet gemäß DIN 4049 den Zugang von infiltriertem Wasser in das Grundwasser. Derjenige Anteil an Niederschlagswasser, der nicht verdunstet oder oberflächlich abfließt, versickert in die anstehenden Bodenpassagen und gelangt schließlich über kurz oder lang in das Grundwasser. Die Versickerung aus oberirdischen Gewässern kann ebenfalls zur Grundwasserneubildung beitragen.

„Unter der Annahme, dass ein Gewässer in Trockenwetterzeiten ausschließlich von Grundwasser gespeist wird, kann man aus dem Trockenwetterabfluss – bestimmt an einer Abflussmessstelle (Pegel) – und der Fläche des dazugehörigen Einzugsgebietes auf die Grundwasserneubildung schließen“ [16].

Vereinfacht kann die Grundwasserneubildung über folgende Formel berechnet werden:

$$G = N - A_o - E$$

mit G = Grundwasserneubildung, N = Niederschlag, A_o = oberirdischer Abfluss, E = Evapotranspiration.

Zahlreiche Einflussparameter spielen bei der Grundwasserneubildung eine Rolle: Neben meteorologischen und jahreszeitlichen Faktoren (Niederschlag und Verdunstung) sind dies vor allem die Art der Landnutzung und des anstehenden Bodens, die Topographie, der geologische Aufbau des Untergrundes, der Grundwasserflurabstand und die Größe des Einzugsgebietes. Allgemein gilt die These, dass die Grundwasserneubildung hauptsächlich in den vegetationsfreien Wintermonaten stattfindet, wenn die Boden- und Pflanzenverdunstung (Evapotranspiration = Verdunstung von Wasser aus Tier- und Pflanzenwelt sowie von Boden- und Wasseroberflächen) gering ist. Hohe Neubildungsraten erfolgen im Wesentlichen in Gegenden mit hohen Niederschlägen in Verbindung mit guten Speichereigenschaften des Bodens bzw. der anstehenden Gesteine.

4.2.2 Lahn

In Rheinland-Pfalz und Hessen bedingen die unterschiedlichen klimatischen, bodenkundlichen und geologischen Gegebenheiten eine ungleiche Verteilung der Grundwasservorräte im Land. An der Lahn und im gesamten Rheinischen Schiefergebirge sind die Grundwasserneubildungsraten aufgrund der geringen hydraulischen Durchlässigkeiten und Speicherkapazitäten des Gesteinsuntergrundes vergleichsweise niedrig. Zur flächenhaften Ermittlung der mittleren jährlichen Grundwasserneubildungsrate wurden in Rheinland-Pfalz

„die Niedrigwasserabflüsse von 137 Pegeln der Reihe 1979-1998 des Hydrologischen Dienstes ausgewertet. Vom mittleren jährlichen Niederschlagsdargebot mit etwa 800 mm/a kommen in Rheinland-Pfalz durchschnittlich rd. 100 mm/a (oder rd. 2 Milliarden m³/a) der Grundwasserneubildung zu Gute. [...] Trotz zum Teil hoher Niederschläge liegt die Grundwasserneubildung im Rheinischen Schiefergebirge und im Nordpfälzer Bergland in Folge schwerer Böden und geringer Speicherkapazität der Gesteine weit unter dem Landesdurchschnitt“ [45].

Dem *Grundwasserbeschaffungsbericht* des Landes Hessen [46] zufolge werden umgerechnet auf die Fläche Hessens „im langjährigen Mittel (1971-2000) jährlich rd. 2,13 Mrd. m³ Grundwasser neu gebildet. Demgegenüber werden im Mittel jährlich rd. 407 Mio. m³ Grundwasser entnommen. Der Vergleich zeigt, dass hessenweit jährlich rd. 5-fach mehr Grundwasser neu gebildet als gefördert wird.“ [46]

Zur Visualisierung der Grundwasserneubildung im Lahngbiet ist eine entsprechende thematische Karte aus dem HAD in das Lahn-GIS integriert (siehe [Lahn-GIS: Grundwasser / Grundwasserneubildung / mittlere jährliche GWNB gesamt](#)). Diese wurde von der BfG generalisiert und ebenfalls im Lahn-GIS hinterlegt (siehe [Lahn-GIS: Grundwasser / Grundwasserneubildung / GWNB/Jahr](#)). Durch die Auswahl des Identifizieren-Werkzeuges können exakte Werte für die Grundwasserneubildungsrate in einzelnen Regionen angezeigt werden: Diese schwankt je nach Region etwa zwischen 4 mm/Jahr (Bsp. Nassau, vgl. [Abbildung 4-3](#)) und 187 mm/Jahr (in Teilregionen der oberen Lahn, Bsp. Gießen).

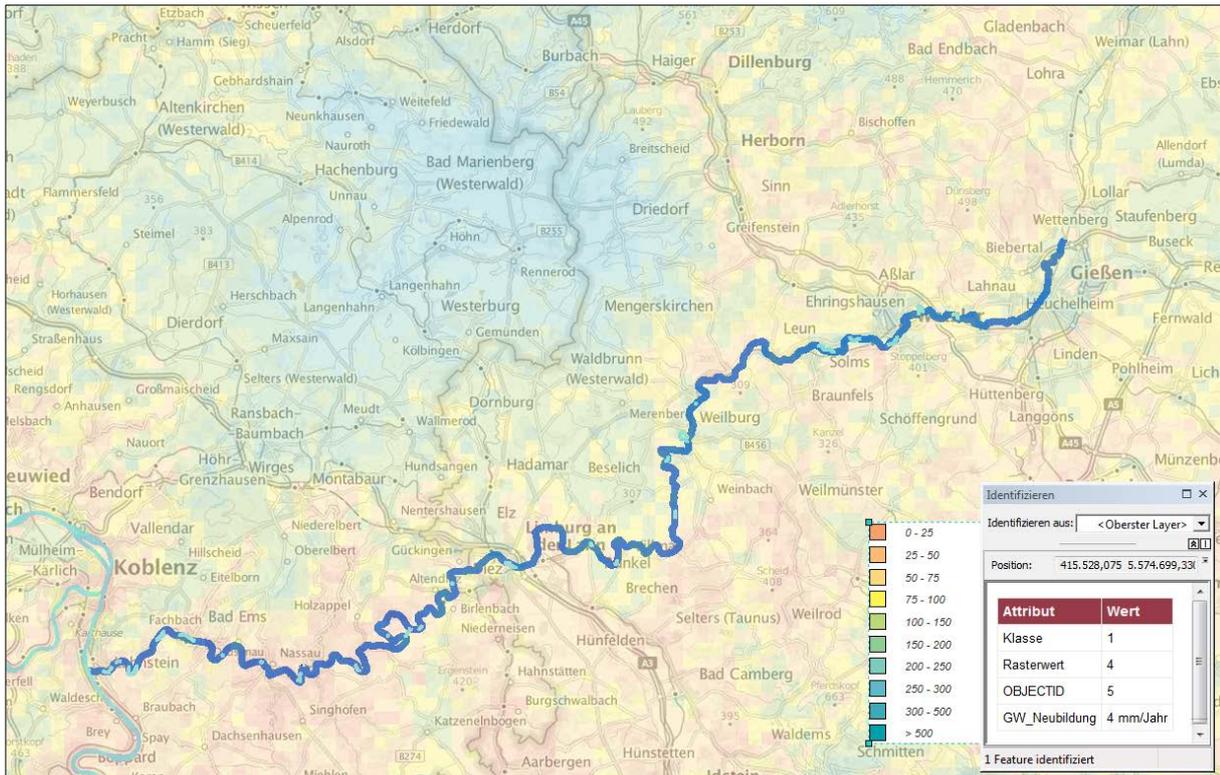


Abbildung 4-3: Ausschnitt aus Lahn-GIS zur mittleren jährlichen Grundwasserneubildung (Angaben in mm/a, Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Zur Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Grundwasserneubildung hat das Land Hessen im Jahre 2005 *flächendifferenzierte Untersuchungen zu möglichen Auswirkungen einer Klimaänderung auf die Grundwasserneubildung in Hessen* [47] durchgeführt. Demzufolge würden die Klimaveränderungen (feuchte, milde Winter und trockene, wärmere Sommer) bedingen, dass mit den verstärkten Winterniederschlägen auch eine erhöhte Grundwasserneubildung einhergeht. Durch die wärmeren Sommer wird aber auch eine verstärkte Nitratbildung und -Mobilisation für die Herbst- und Wintermonate prognostiziert, die zu einer erhöhten Nitratanreicherung im Oberboden führen würden. Durch die prognostizierten Winterniederschläge und die damit einhergehende Erhöhung der Grundwasserneubildung ist neben dem Nitratreintrag in das Grundwasser auch generell „*ein verstärktes Auslaugen von Schadstoffen denkbar. Dies könnte eine verstärkte Verlagerung von Schadstoffen in den Grundwasserraum zur Folge haben. [...] Andererseits führt eine Erhöhung der Grundwasserneubildung zu Verdünnungseffekten, die alle Wasserinhaltsstoffe betrifft und somit gegebenenfalls zu einer „Verbesserung“ der Grundwasserqualität beitragen kann (falls nur die Konzentration der Stoffe betrachtet wird). Bei der Betrachtung von zeitlichen Entwicklungen hinsichtlich der Grundwasserqualität muss dieser Aspekt in Zukunft wesentlich stärker berücksichtigt werden.*“ [47]

4.3 Grundwassermessstellen

4.3.1 Allgemein

Die „systematische und flächendeckende Erfassung und Auswertung der Grundwasserbeschaffenheit [ist] eine unverzichtbare Voraussetzung für einen erfolgreichen Grundwasserschutz. Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit können so frühzeitig erkannt und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden, wenn der vorbeugende Grundwasserschutz nicht hinreichend war.“ [46]

Die Auswertung von Grundwassermessstellen lässt nicht nur Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des Grundwassers zu, sondern liefert auch Ergebnisse über die anorganischen und organischen Inhaltsstoffe. In Bezug auf den Grundwasserschutz kann ein langfristiges Monitoring durch Grundwassermessstellen z.B. auch Hinweise auf kritische Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit oder vorhandene Kontaminationsfahnen geben. Die im Grundwasser zu untersuchenden Parameter ergeben sich aus den entsprechenden gesetzlichen Bestimmungen sowie aus der analytischen Qualitätssicherung (Ionenbilanz). Im Einzelnen handelt es sich dabei um:

Tabelle 4-1: Analyseparameter der Grundwasserüberwachung (Quelle: [48] u.a., eigene Darstellung)

Leit- und Summenparameter:	Hauptinhaltsstoffe:	Spuren- und Schwermetalle:
Wassertemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt, DOC (gelöster organisch gebundener Kohlenstoff)	Kationen (Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Eisen, Mangan, Ammonium) und Anionen (Hydrogencarbonat, Fluorid, Chlorid, Sulfat, Nitrat, Nitrit, Orthophosphat, evtl. Gesamtphosphat)	Aluminium, Arsen, Antimon, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink, Quecksilber

Die in Tabelle 4-1 genannten Parameter werden i.d.R. bei jeder Untersuchung bestimmt. Daneben können Grundwasserproben je nach Bedarf auch auf weitere Inhaltsstoffe wie z.B. chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW), Polyzyklische Aromaten (PAK) oder Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) untersucht werden.

4.3.2 Lahn

Die Erfassung und Auswertung der Grundwasserbeschaffenheit entlang der Lahn wird durch zahlreiche Grundwassermessstellen der Länder Rheinland-Pfalz und Hessen sichergestellt. Hierbei handelt es sich sowohl um künstliche Beobachtungsrohre und Brunnen als auch um natürliche Quellen. Die Messstellennetze werden von den zuständigen Verwaltungen (RLP: Wasserwirtschaftsverwaltung, Hessen: Regierungspräsidien und Landesgrundwasserdienst Hessen) betrieben und liegen z.T. direkt an der Lahn oder in unmittelbarer Umgebung zum Fluss. Wie Abbildung 4-4 zu entnehmen ist, werden im Umfeld der Lahn deutlich mehr Messstellen vom Land Hessen betrieben als von der rheinland-pfälzischen Wasserwirtschaftsverwaltung (siehe Lahn-GIS: Grundwasser / Grundwassermessstellen). Der WMS-Dienst des Landes Hessen unterscheidet die Form der verschiedenen Messstellen (braune Symbole) jedoch nicht, während die Grundwassermessstellen in Rheinland-Pfalz entweder als Quellen (hellblaue Symbole) oder als Rohre/Brunnen (grüne Dreiecke) dargestellt werden.

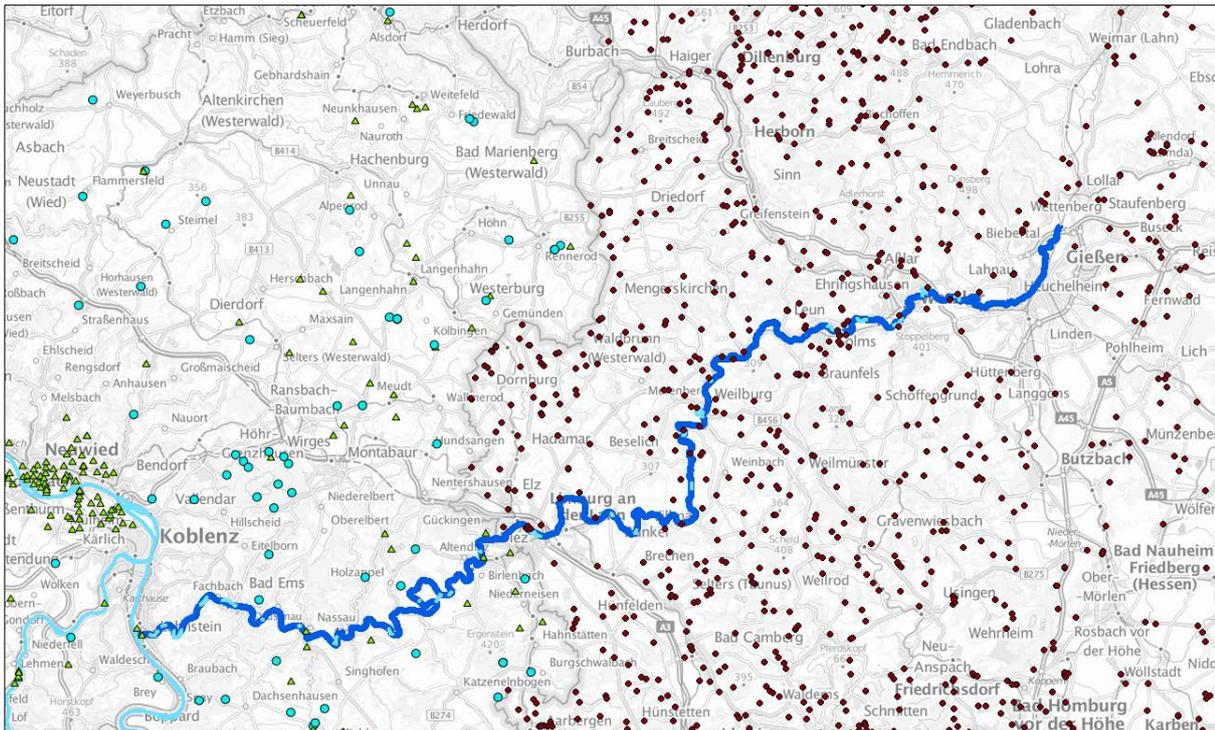


Abbildung 4-4: Ausschnitt aus Lahn-GIS zur Verteilung der Grundwassermessstellen (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Durch die zum Teil schon seit Jahrzehnten betriebenen Messstellen lässt sich der qualitative und quantitative Zustand des Grundwassers auch über längere Zeiträume beobachten. Änderungen der Grundwasserbeschaffenheit können so erkannt und Gegenmaßnahmen rechtzeitig eingeleitet werden. Neueste Untersuchungen zur Grundwasserbeschaffenheit im Projektgebiet ergeben sich auch aus dem *Grundwasserbeschaffenheitsbericht 2012* des Landes Hessen [46] und dem *Grundwasserbericht Rheinland-Pfalz 2007* [16]. In letzterem heißt es:

„Ziel der überblicksweisen Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit ist es, neben einem räumlichen, möglichst flächenrepräsentativen Überblick, auch verdichtete Informationen in solchen Bereichen zu erhalten, in denen das Grundwasser aufgrund der Beeinflussungen durch den Menschen nachhaltig negativ verändert wurde. Das flächenrepräsentative Messnetz zur Grundwasserbeschaffenheit wird daher ergänzt von einem verdichteten Messnetz in den anthropogen stärker überprägten Gebieten. Weiteres Ziel der Beobachtungen ist es, negative Trends der Grundwasserbeschaffenheit frühzeitig erkennen zu können, um ggf. mit geeigneten Maßnahmen eine für die vielfältigen Nutzungen durch den Menschen sowie eine für aquatische Wechselwirkungen mit anderen Ökosystemen ausreichende Grundwasserqualität sichern zu können. Signifikante Trendaussagen für das Grundwasser setzen sehr lange Beobachtungsreihen voraus, da Stoffeinträge und die Änderung von Stoffkonzentrationen vielfältige Ursachen haben können.“ [16]

4.4 Grundwasserbeschaffenheit

4.4.1 Allgemein

Die chemische Zusammensetzung des Grundwassers hängt stark von der Art und dem Aufbau des durchströmten Untergrundes und der Kontaktzeit zum durchflossenen Gestein ab. Lange Verweilzeiten im Boden und große Kontaktflächen zwischen Wasser und Gestein erhöhen den Anteil gelöster Inhaltsstoffe im Grundwasser. Neben geogenen Wechselwirkungen, die insbesondere Einfluss auf die anorganischen Wasserinhaltsstoffe haben, spielen vor allem auch anthropogene

Ursachen eine Rolle bei der Grundwasserbeschaffenheit. Der Einfluss des Menschen ist insbesondere durch die Landwirtschaft (erhöhte Nitratreinträge durch den Einsatz von Mineraldüngern, Mineralisation von Stickstoffen aus liegendebliebenen Ernterückständen sowie die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln) und den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen geprägt.

„Zur Ausweisung der natürlichen Grundwasserbeschaffenheit ist es unerlässlich, für die wichtigsten gelösten Bestandteile des Grundwassers die geogenen und anthropogenen Faktoren zu beschreiben, die für die im Grundwasser auftretenden Lösungsinhalte verantwortlich sind. Im allgemeinen machen nur einige wenige Inhaltsstoffe mehr als 99% des gesamten Lösungsinhalts des Grundwassers aus. [...] Darüber hinaus bestimmen die Milieuparameter pH-Wert und das Redoxpotential bzw. der Sauerstoffgehalt, aber auch die Summe der gelösten Salze (Ionenstärke ausgedrückt über die elektrische Leitfähigkeit), maßgeblich die Stoffverteilung im Grundwasser.“ [49]

Die gelösten **Hauptinhaltsstoffe** im Grundwasser setzen sich aus verschiedenen Anionen und Kationen zusammen (vgl. Tabelle 4-1), die sowohl geogenen als auch anthropogenen Ursprungs sein können. Hierzu zählen unter anderem Calcium, Magnesium und Hydrogencarbonat, die im Wesentlichen die am häufigsten vertretenen Inhaltsstoffe im Grundwasser darstellen. Die Anionen Sulfat und Chlorid kommen ebenfalls in fast allen Grundwässern vor. Sulfate im Grundwasser stammen u.a. „aus dem Schwefelkreislauf der Organismen, d.h. aus Abbauprodukten von tierischem und pflanzlichem Eiweiß. [...] Der flächenhafte antropogene Eintrag von Sulfat ins Grundwasser wird in hohem Maße durch die Zufuhr anthropogen verunreinigter Niederschläge („saurer Regen“) und lokal durch industrielle bzw. kommunale Abwässer, (Kohle-) Bergbauhalden und Deponien bestimmt.“ [49] Höhere Konzentrationen von Chlorid „sind ein deutliches Anzeichen für Salzlagerstätten im Untergrund, den Aufstieg von Salzwasser aus tieferen Schichten oder für anthropogene Einträge, z.B. durch Düngemittel, Streusalz oder Abwässer.“ [49] Durch landwirtschaftliche Düngung kann insbesondere der Gehalt an Kalium, Nitrat und Ammonium (aber auch Phosphor, Stickstoff u.a.) im Untergrund erhöht werden. Eisen wie auch Mangan „kommt in fast allen Böden und Gesteinen vor und ist auch in den meisten Grundwässern nachweisbar. [...] Hohe Eisen-Konzentrationen im Grundwasser sind in der Regel natürlichen Ursprungs und typisch für sauerstoffarme („reduzierte“) Grundwässer. [...] Es ist deshalb davon auszugehen, dass hohe Eisen-Konzentrationen im Grundwasser mit niedrigen Nitratkonzentrationen einhergehen. [...] Eine großräumige anthropogene Überprägung des Grundwassers durch Manganeinträge mit dem Sickerwasser ist, wie beim Eisen, in der Regel auszuschließen.“ [49]

Die **Wasserhärte** wird durch die sogenannte Gesamthärte, d.h. die Summe der Konzentrationen von Calcium und Magnesium berechnet als Calciumcarbonat, im Wasser festgelegt.

„Da Calcium- und Magnesiumionen in vielen Böden und Gesteinen in relativ leicht löslicher Form vorkommen, sind sie im Grundwasser die am häufigsten nachzuweisenden Kationen und zeigen eine sehr enge Korrelation zur Geologie des Untergrunds. [...] In der Wasseranalytik ist es üblich Calcium und Magnesium auch zusammengefasst als ‚Gesamthärte‘ darzustellen. [...] Nach dem Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG) vom 29. April 2007 haben die Wasserversorger dem Verbraucher den Härtebereich des von ihnen abgegebenen Trinkwassers mindestens einmal jährlich in geeigneter Form mitzuteilen. Nach dem WRMG wird nur noch nach drei Härtebereichen unterschieden“ [16].

Die Wasserhärte muss in Deutschland in Millimol Calciumcarbonat pro Liter [mmol/L CaCO₃] angegeben werden und ist in die drei Härtebereiche nach den Angaben in Tabelle 4-2 eingeteilt.

Tabelle 4-2: Einteilung der Wasserhärte (Quelle: [50] u.a., eigene Darstellung)

Härtebereich	Gesamthärte
weich:	< 1,5 mmol/L CaCO ₃
mittel:	1,5 bis 2,5 mmol/L CaCO ₃
hart:	> 2,5 mmol/L CaCO ₃

Die veraltete Bezeichnung „Grad deutsche Härte“ (°dH) ist trotz der gesetzlichen Neuerung im Jahre 2007 nach wie vor gebräuchlich. Da sie heutzutage immer noch häufig verwendet wird, zeigt Tabelle 4-3 der Vollständigkeit halber die ehemaligen Bezeichnungen der unterschiedlichen Härtebereiche.

Tabelle 4-3: Veraltete Einteilung der Wasserhärte in °dH (Quelle: [50] u.a., eigene Darstellung)

Härtebereich	Gesamthärte	ehemalige Bezeichnung
I	< 1,3 mmol/L Ca+Mg	0 bis 7°dH
II	1,3 – 2,5 mmol/L Ca+Mg	7 bis 14°dH
III	2,5 – 3,8 mmol/L Ca+Mg	14 – 21°dH
IV	> 3,8 mmol/L Ca+Mg	>21°dH

Ein weiteres Problem für das Grundwasser und insbesondere daraus gewonnenes Trinkwasser stellen **mikrobiologische Parameter** und sogenannte **Indikatorparameter** dar. Hierunter werden pathogene Mikroorganismen (z.B. Bakterien, Viren, Parasiten und Wurmeier) bzw. krankheitserregende Keime wie Kolibakterien (*Escherichia coli*, kurz *E. coli*), Enterokokken und Coliforme Bakterien zusammengefasst, deren Vorhandensein auf fäkale Verunreinigungen des Grundwassers hinweisen. [46] Besonders bei der Trinkwassergewinnung und –überwachung spielen diese Parameter eine große Rolle, da sie eine Schädigung der menschlichen Gesundheit hervorrufen können. Trotz zahlreicher „Vorsorgemaßnahmen können Keime im geförderten Grundwasser auftreten, wenn verunreinigtes Oberflächenwasser mit kurzer Fließzeit einer Gewinnungsanlage zufließt. Treten Belastungen mit Keimen auf, müssen entsprechende Aufbereitungsmaßnahmen ergriffen werden (z.B. UV-Bestrahlung, Ozonierung, Chlorierung, Ultrafiltration oder andere geeignete Maßnahmen) oder die Anlage (vorübergehend) außer Betrieb genommen werden. Bei einer Verkeimung sollte der Ursache nachgegangen werden.“ [46]

Dem vorbeugenden Grundwasserschutz kommt weltweit eine sehr hohe Bedeutung zu. Durch die schützenden Deckschichten (z.B. Sand, Kies und verschiedene Gesteinsschichten) ist das Grundwasser zwar vergleichsweise gut vor Verunreinigungen geschützt; insbesondere oberflächennahes Grundwasser kann jedoch vor allem durch grundwasserbelastende Flächennutzung und Einleitungen oder den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen kontaminiert werden. In solchen Fällen werden aufwändige Sanierungsmaßnahmen erforderlich, die jedoch i.d.R. mit großem technischen und finanziellen Aufwand verbunden sind und oftmals nicht den gewünschten Erfolg bringen. Da in Deutschland der überwiegende Teil des Trinkwassers aus Grundwasser gewonnen wird, können sich unter Umständen erhebliche Schwierigkeiten für die öffentliche Wasserversorgung ergeben. Zum Schutz des Grundwassers werden bundesweit Wasserschutzgebiete festgesetzt, in denen verschiedene Schutzzonen ausgewiesen und Nutzungsbeschränkungen bzw. Verbote festgelegt werden (vgl. Kapitel 5).

4.4.2 Lahn

Abbildung 4-5 zeigt einen Ausschnitt aus dem Lahn-GIS, in dem erhöhte Werte für die Hauptinhaltsstoffe **Chlorid**, **Sulfat**, **Eisen** und **Mangan** in den Grundwasservorkommen dargestellt sind. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Gehalte an Sulfat (violette Färbung) und Eisen/Mangan (pinke Färbung) im Bereich der Lahn nicht weiter bedenklich sind. Westlich der Lahn erstreckt sich zwischen Rhein und Mosel (etwa von Sankt Goar über Koblenz bis nach Andernach und Moselkern) ein großflächiges Grundwasserreservoir mit erhöhten Chloridwerten (orange Färbung), die auch an der Lahnmündung in den Rhein bzw. noch bis Niederlahnstein festgestellt werden können (siehe Lahn-GIS: Grundwasser / Grundwasserbeschaffenheit / erhöhte Gehalte Chlorid, Sulfat, Eisen/Mangan).

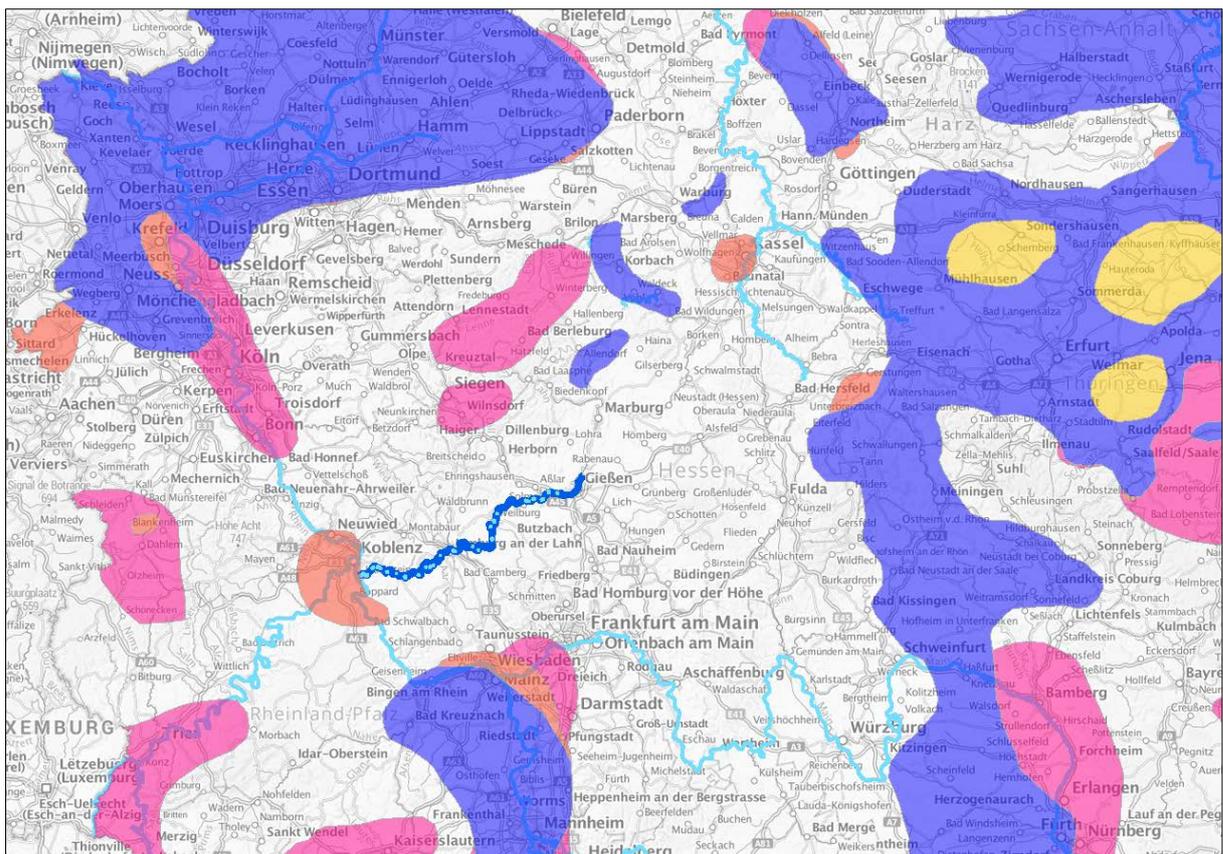


Abbildung 4-5: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu erhöhten Gehalten an Chlorid, Sulfat und Eisen/Mangan im Grundwasser (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Aus Abbildung 4-6 kann die Gesamtmineralisation und somit auch die chemische Beschaffenheit der Grundwasservorkommen abgeleitet werden (siehe Lahn-GIS: Grundwasser / Grundwasserbeschaffenheit / Chemismus/Gesamtmineralisation). Durch Auswahl des Info-Werkzeugs erhält der Leser auch hier genauere Angaben zur chemischen Beschaffenheit des Wassers sowie zur Gesamtmineralisation in mg/l.

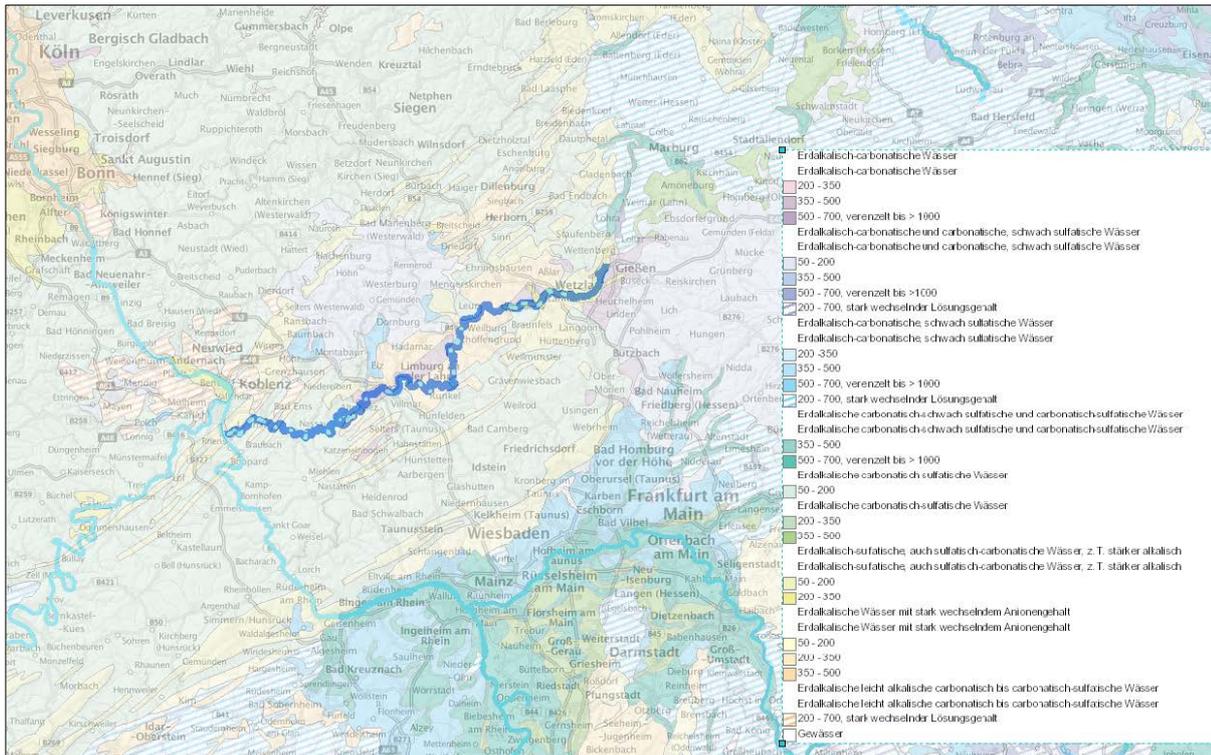


Abbildung 4-6: Ausschnitt aus Lahn-GIS zur Gesamtmineralisation des Grundwassers (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Um kartographische Angaben über die **Wasserhärte** in der Lahnregion geben zu können, wurden zwei thematische Karten aus dem HAD zur Gesamthärte des Grundwassers in ganz Deutschland in das Lahn-GIS integriert (siehe Lahn-GIS: Grundwasser / Grundwasserbeschaffenheit / Gesamthärte). In der kleinräumigeren Betrachtung der Länder bzw. der Wasserversorger entlang der Lahn kommt es teilweise zu abweichenden Angaben. Den Ausführungen der Länder und der Wasserversorger zufolge kann die Wasserhärte in der Lahnregion je nach Betrachtungsgebiet und geologischer Unterschiede zwischen den Härtegraden weich, mittel und hart schwanken. Im Allgemeinen kann man feststellen, dass die Wasserversorger überwiegend hartes Wasser zur Verfügung stellen. Dem öffentlich zugänglichen *Wasserhärte-Verzeichnis* zufolge liegt die „durchschnittliche Wasserhärte in Hessen [...] bei 16,00 °dH“ (Härtebereich hart) und „in Rheinland-Pfalz [...] bei 14,00 °dH“ (Grenze zwischen den Härtebereichen mittel und hart) [51].

Genauere Informationen können auch den *Grundwasserbeschaffenheitsberichten* der Länder Hessen [46] und Rheinland-Pfalz [16] entnommen werden. Abbildung 4-7 zeigt einen Ausschnitt aus dem aktuellen Grundwasserbeschaffenheitsbericht des Landes Hessen, der diese Aussage zur Gesamthärte des Grundwassers bestätigt.

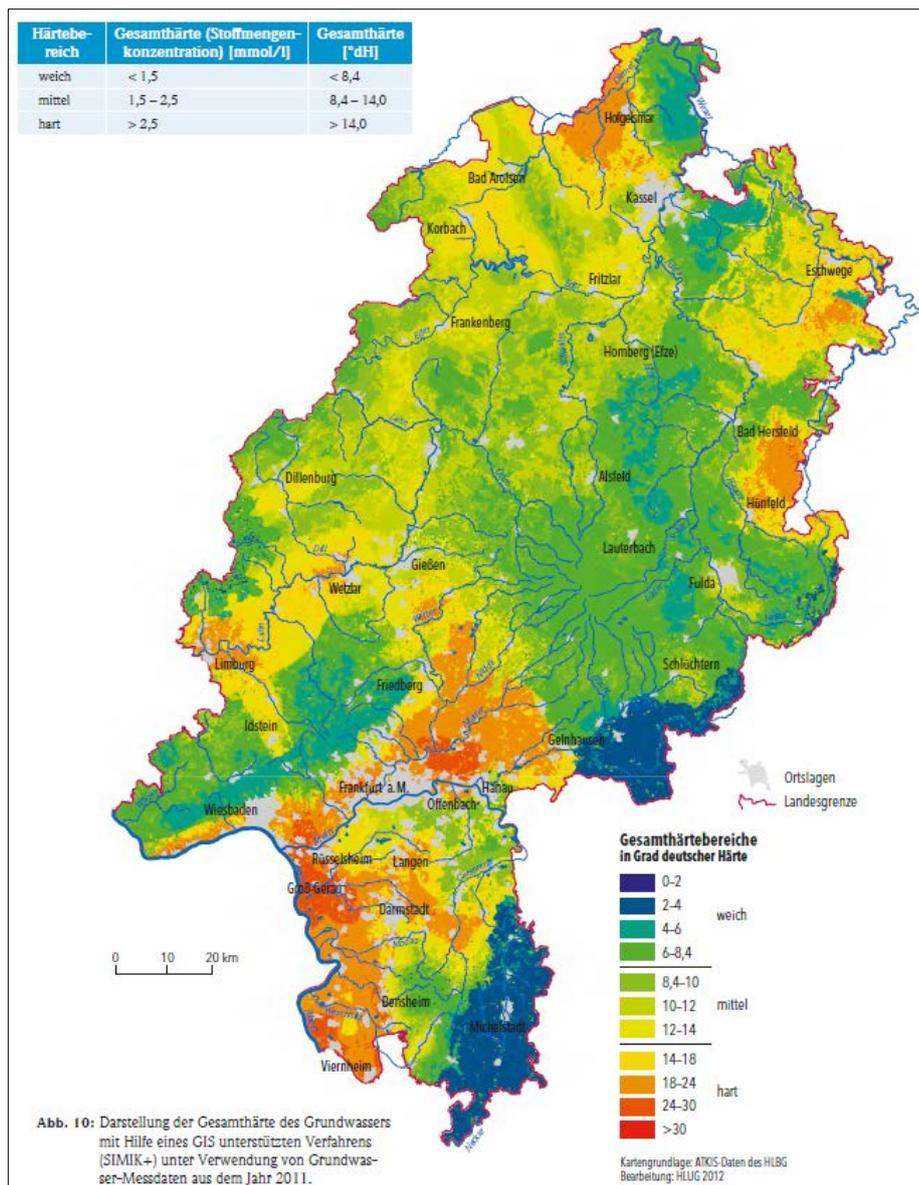


Abbildung 4-7: Darstellung der Gesamthärte des Grundwassers in Hessen (Quelle: HLUG 2012 [46])

Zu den unter [Kapitel 4.4.1](#) angesprochenen anthropogenen Einflüssen durch die Landwirtschaft und den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen konnten bisher leider keine Kartendienste in das Lahn-GIS übernommen werden. Gleiches gilt für die Belastung mit pathogenen Keimen und mikrobiologischen Parametern. Diesbezügliche Datensätze sind nach aktuellem Stand weder online frei verfügbar, noch wurden diese bislang durch die Länder bereitgestellt.

Ein wesentliches Problem der Grundwasserbeschaffenheit stellt unter anderem die **Nitratbelastung** dar. Dem *Grundwasserbeschaffenheitsbericht 2012* des Landes Hessen [46] zufolge sind die

„wichtigsten Ursachen für erhöhte Nitratkonzentrationen im Grundwasser [...] diffuse Stickstoffeinträge aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung, sowie atmosphärische Stickstoffeinträge, die ihre Ursachen im Kraftfahrzeugverkehr, der Industrie, der Hausfeuerung und der Landwirtschaft haben. Eine weitere Quelle können undichte Abwasserkanäle sein. Nitrat ist im oberflächennahen Grundwasser landesweit verbreitet. [...] In einigen Gebieten sind die Nitratkonzentrationen im Grundwasser so hoch, dass hierdurch Probleme für die dort vorhandene Trinkwasserversorgung bestehen. [...] Die Grundwasserbeschaffenheit und damit auch die Nitratkonzentrationen können kleinräumig sehr unterschiedlich sein. [...] In Einzugsgebieten mit überwiegend landwirtschaftlicher Flächennutzung sind die

Nitratkonzentrationen am höchsten. Der Anstieg der Nitratkonzentrationen in den 1980er Jahren ist auf die Intensivierung der landwirtschaftlichen Flächennutzung zurückzuführen.“ [46]

Der Grenzwert für Nitrat gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV) beträgt analog zum Schwellenwert gemäß Grundwasserverordnung (GrwV) 50 mg/l. An der hessischen Lahn liegen die Nitratgehalte im Grund- und Rohwasser deutlich unter diesem Wert, wie die aktuellen Messergebnisse des Landes Hessen zeigen (Mittelwerte 2015, vgl. [Abbildung 4-8](#)). Demzufolge beträgt der Nitratgehalt im direkten Umfeld der Wasserstraße Lahn > 7,5 - 25,0 mg/l, an der oberen Lahn häufig < 7,5 mg/l.

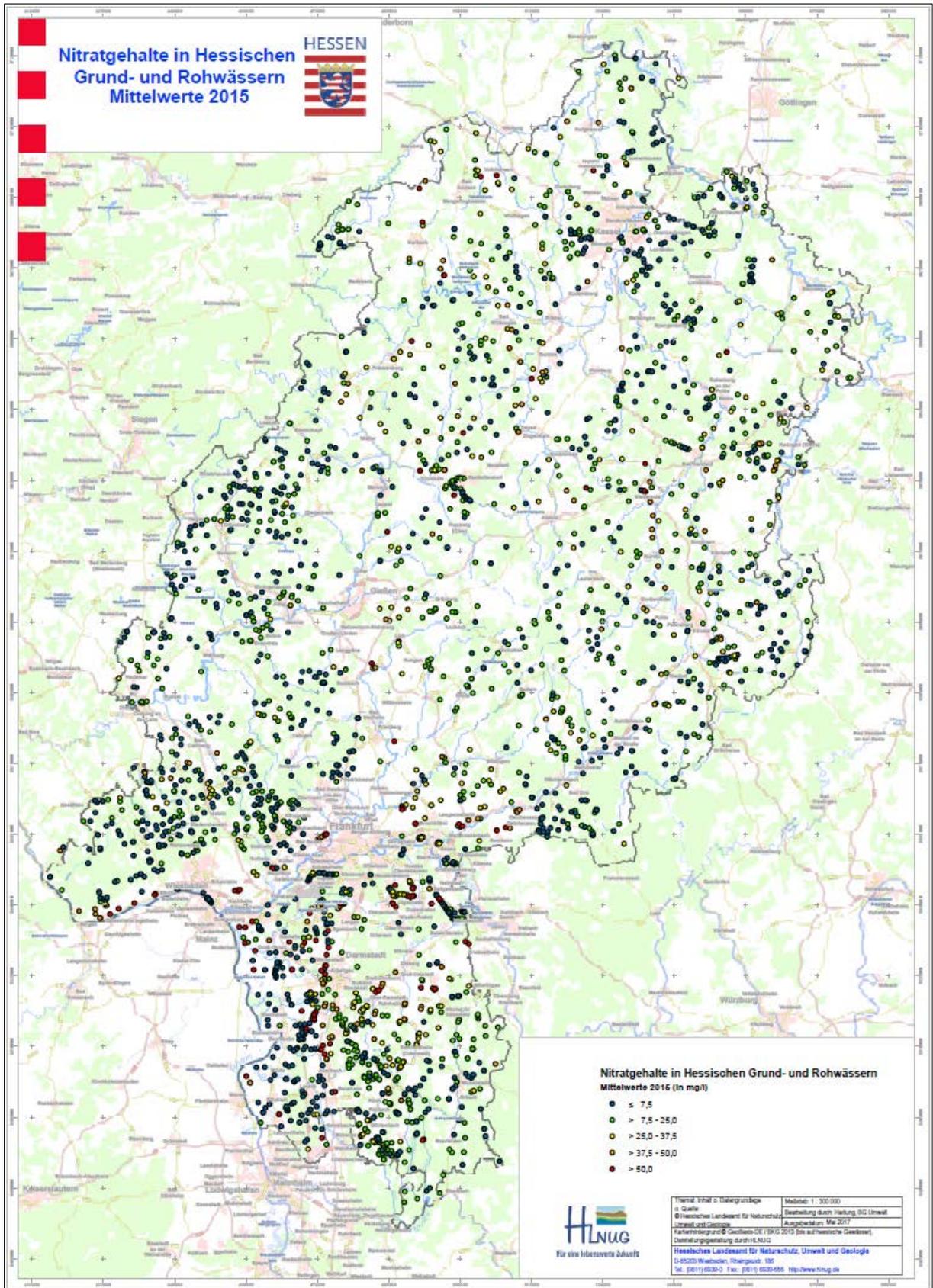


Abbildung 4-8: Nitratgehalte in hessischen Grund- und Rohwässern, veröffentlichte Mittelwerte 2015 (Quelle: [52])

Dem *Grundwasserbericht* des Landes Rheinland-Pfalz [16] zufolge liegt auch die Nitratbelastung an der unteren Lahn ($\leq 2 - 37,5$ mg/l, vgl. Abbildung 4-9) deutlich unterhalb des Grenzwertes der TrinkwV bzw. des Schwellenwertes der GrwV.

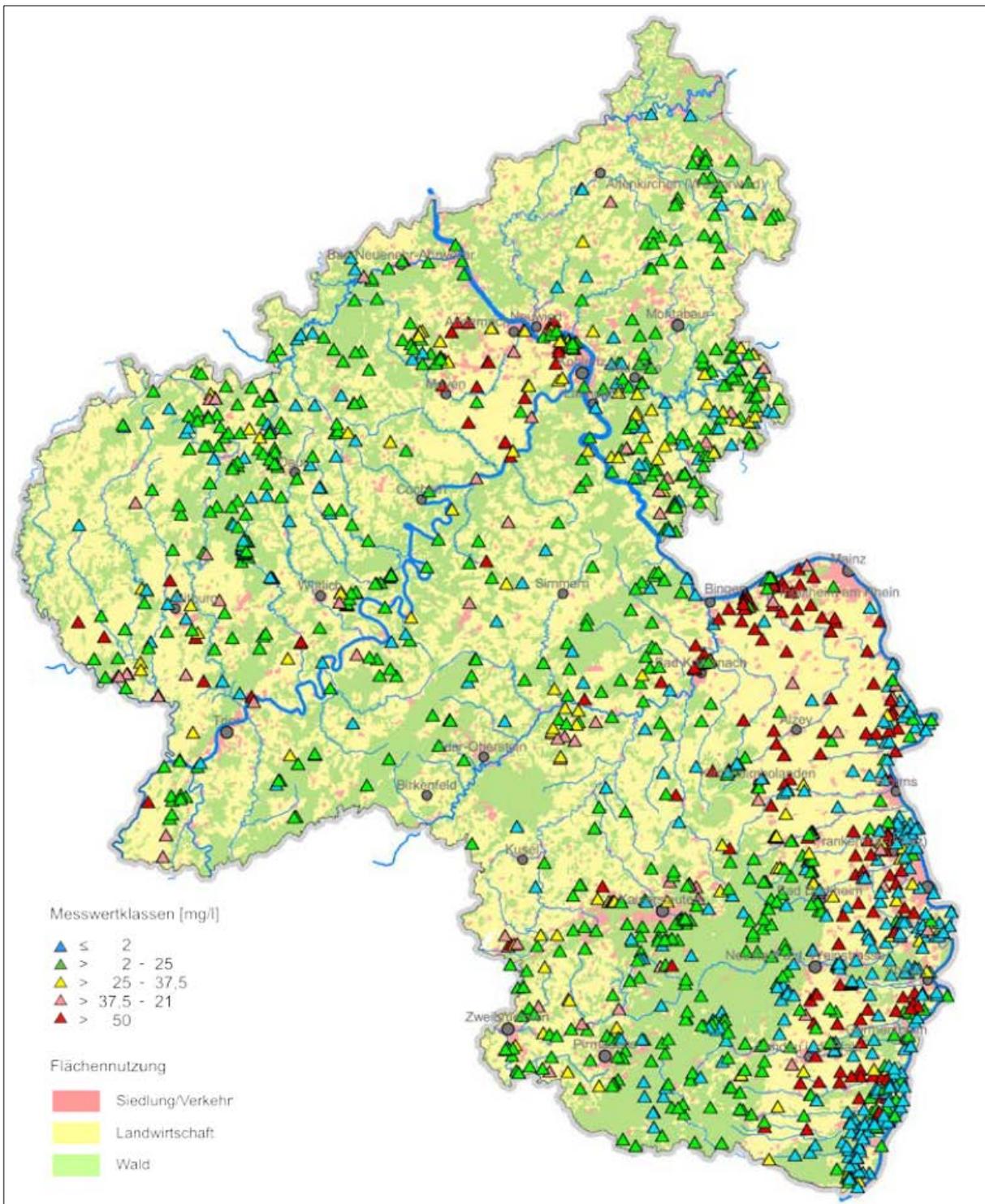


Abbildung 4-9: Nitratgehalte im oberflächennahen Grundwasser in Rheinland-Pfalz, Messwerte der Zeitreihe 2001/2006 (Quelle: [16])

Gemäß rheinland-pfälzischem Grundwasserbericht zeigt aktuell

„jede 6. Grundwassermessstelle eines repräsentativen Messnetzes in Deutschland Nitratwerte über 50mg/L. [...] Die zum Teil flächenhaft hohen Nitratwerte des Grundwassers resultieren aber nur zum Teil aus der Anwendung von Mineraldüngern bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung. Eine andere bedeutende Quelle der Nitratbelastungen des Grundwassers ist die Mineralisation von Stickstoff aus in der Fläche verbliebenen Ernterückständen. [...] Nur etwa 1/4 bis 1/3 des der landwirtschaftlichen Fläche zugeführten Stickstoffs wird auch tatsächlich mit dem Erntegut wieder der Fläche entzogen. [...] Obwohl seit etwa Mitte der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts mit dem Einsatz von Düngemitteln sehr viel umsichtiger umgegangen wird, sind nachhaltige Verbesserungen der Grundwassersituation in der Fläche nach wie vor noch nicht zu beobachten. [...] Die Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser ist in Rheinland-Pfalz – trotz der gebietsweise sehr hohen Nitratwerte des Grundwassers – überall gesichert. [...] Tieferes Grundwasser ist in aller Regel Nitrat-frei. Hydraulisch wirksame Trennhorizonte verhindern – bei einer angepassten Grundwasserbewirtschaftung – das lokale Zusickern von mit Nitraten belastetem, oberflächennahem Grundwasser.“ [16]

Ein weiteres Problem für unsere Grundwasservorkommen stellen die Rückstände von **Pflanzenschutzmitteln** (PSM) dar. Hierunter fallen insbesondere die verschiedenen Wirkstoffe (Herbizide, Fungizide, Insektizide und Akarizide) sowie deren Abbauprodukte (Metaboliten), die zum Teil bedenkliche ökotoxikologische und humantoxikologische Eigenschaften aufweisen. Die verschiedenen PSM-Wirkstoffe kommen im Wesentlichen auf landwirtschaftlichen Anbauflächen, aber auch in Siedlungsräumen und an Bahngleisanlagen zum Einsatz. Durch regelmäßige Untersuchungen des Grund- und Rohwassers können die Konzentrationen einzelner Wirkstoffe sowie deren Metaboliten festgestellt werden.

„Pflanzenschutzmittelwirkstoffe können auf verschiedenen Wegen ins Grundwasser gelangen. Grundsätzlich können Punktquellen und diffuse Eintragsquellen unterschieden werden. Ein direkter Eintrag der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in das Grundwasser kann durch Versickerung, z. B. von Acker-, Garten- und Grünflächen geschehen. [...] Unter den untersuchten Pflanzenschutzmittelwirkstoffen (rd. 130) wird am häufigsten Desethylatrazin mit 79 positiven Befunden (5,3 %) gefunden (Untersuchungsumfang: 1504 Messstellen). Bentazon ist der zweithäufigste detektierte Wirkstoff mit 28 positiven Befunden (1,9 %, Untersuchungsumfang 1477 Messstellen). [...] Für Atrazin besteht seit 1992 ein Anwendungsverbot in Deutschland. Atrazin findet sich dennoch in 21 von 1516 Messstellen (1,4 %). [...] Meist sind erhöhte Konzentrationen in den Grundwässern Südhessens, aufgrund der dort intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen, zu finden. Gleichzeitig weisen die überwiegend sandig und kiesig aufgebauten Grundwasserleiter gerade im Hessischen Ried und in der Hanau-Seligenstädter Senke eine gute bis sehr gute hydraulische Durchlässigkeit auf, die zu einer Ausbreitung von in das Grundwasser eingetragenen Stoffen beiträgt. [...] Die Belastungen der hier untersuchten Pflanzenschutzmittelwirkstoffe im Grundwasser haben sich im Beobachtungszeitraum der letzten 20 Jahre verringert. Der relative Anteil der positiven Befunde nahm von rd. 6 auf 1,2 % ab. Insbesondere die anfänglich hohe Fundhäufigkeit von Atrazin, Desethylatrazin, Diuron, Bromacil und Simazin, bei denen seit vielen Jahren ein Anwendungsverbot besteht, sind deutlich zurückgegangen. Dennoch sind diese Wirkstoffe bis heute im Grundwasser nachzuweisen. Selbst biologisch gut abbaubare Verbindungen, die unter Laborbedingungen eine Halbwertszeit von wenigen Tagen aufweisen, können durch Sorption an die Bodenmatrix noch Jahre nach der letzten Anwendung im Boden nachweisbar sein.“ [46]

Abbildung 4-10 zeigt die räumliche Verteilung der PSM-Wirkstoffe (Summenkonzentration) in den hessischen Grund- und Rohwässern für das Jahr 2011. Im direkten Umfeld der Lahn konnten demnach keine nennenswerten PSM-Rückstände nachgewiesen werden; die Summe der Einzelwirkstoffe liegt dort unterhalb der Bestimmungsgrenze.

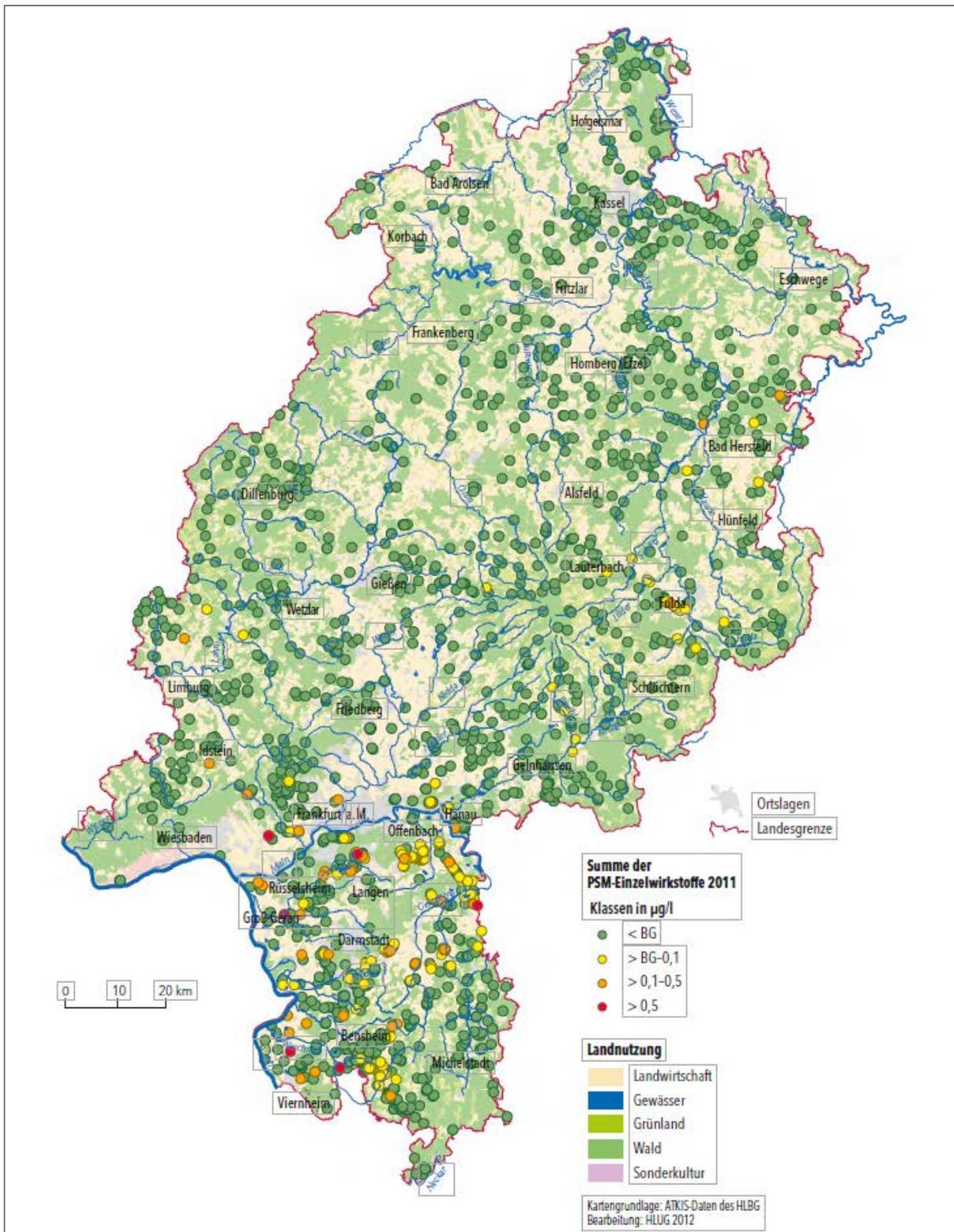


Abbildung 4-10: Räumliche Verteilung der Summenkonzentration der PSM-Einzelwirkstoffe in hessischen Grund- und Rohwässern 2011 (Quelle: [46])

Im *Grundwasserbericht Rheinland-Pfalz 2007* [16] werden für die rheinland-pfälzische Lahn keinerlei konkrete Aussagen in Bezug auf die PSM-Belastung im Grundwasser getroffen. Die Untersuchungsergebnisse enthalten lediglich folgende allgemeine Aussagen:

„Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Metaboliten gehören bei der landesweiten Grundwasserüberwachung in Rheinland-Pfalz nicht zu den routinemäßig bestimmten Parametern. Ihre Analytik ist außerordentlich aufwendig, so dass nur bei einem sich aus der Bewertung der Flächennutzung im Einzugsgebiet ergebenden Belastungspotential eine Wirkstoffauswahl im LUWG analysiert wird. Ergänzend wird in größeren Zeitabständen - im Rahmen von Monitoringprogrammen - der jeweilige „Ist-Zustand“ mit einem erweiterten Wirkstoffspektrum festgehalten. Um flächenbezogene Aussagen hinsichtlich der PSM-Belastungen des Grundwassers in Rheinland-Pfalz treffen zu können, sind daher Messergebnisse aus größeren Zeiträumen zu aggregieren. [...] Die Stoffgruppe der Triazine, insb. Atrazin, seine Metaboliten und Simazin, gehören nach wie vor zur Spitzengruppe der im Grundwasser nachweisbaren Pflanzenschutzmittel. Obwohl Atrazin und Simazin seit 1990 einem Anwendungsverbot unterliegen [...] sind diese Wirkstoffe aufgrund ihrer hohen Persistenz immer noch im Grundwasser nachzuweisen. [...] Wenn auch die Anzahl der Nachweise gegenüber den ersten Untersuchungen deutlich zurückgegangen ist, so lassen sich immer noch folgende Aussagen treffen: Beide Wirkstoffe zeigen ein ähnliches Verteilungsmuster. Sie lassen sich im Uferfiltrat des Rheins bei oxidierendem Milieu nachweisen - aufgrund der verbesserten Situation im Oberflächengewässer mit fallender Tendenz - und sehr vereinzelt in landwirtschaftlich genutzten Gebieten [...]. Nachweise von Bentazon im oberflächennahen Grundwasser unter landwirtschaftlicher Bodennutzung beschränken sich in Rheinland-Pfalz auf wenige Einzelfälle ohne räumliche Ausdehnung; Schwerpunktgebiete sind dabei nicht herauszuarbeiten. [...] In der Fläche ist die Belastung mit Pflanzenschutzmittel im oberflächennahen Grundwasser, im Gegensatz zu den Nitratbelastungen, kein prioritäres Problem in Rheinland-Pfalz.“ [16]

Problematisch sind auch die zunehmend nachweisbaren **Arzneimittelrückstände** in den Fließgewässern und im Grundwasser.

„Die Stoffe gelangen über das Abwasser in die Oberflächengewässer und können von dort ins Grundwasser gelangen. [...] Obgleich Arzneimittel zu den toxikologisch am besten untersuchten und charakterisierten Stoffen gehören, sind die Konsequenzen einer geringen, jedoch permanenten Exposition von Arzneimittelwirkstoffen und deren Rückstände im Grund- und Trinkwasser humantoxikologisch und ökotoxikologisch weitgehend unerforscht. [...] Der Eintrag sowohl von Human- als auch von Veterinärpharmaka in den ökologischen Kreislauf vor den Hintergründen steigender Verordnungsmengen, einer nur teilweisen Resorption der Wirkstoffe im Organismus (z. T. werden mehr als 50 % ungenutzt wieder ausgeschieden) sowie der unvollständigen Abbaubarkeit in kommunalen Kläranlagen wird zukünftig noch an Bedeutung zunehmen. [...] Ein weiterer Eintragspfad sind Hausmüll und Deponien, sowie undichte Abwasserrohre, die gerade in urbanen Räumen einen Einfluss auf die Beschaffenheit des Grundwassers haben können. [...] Erste Hinweise auf anthropogen durch Abwasser beeinflusstes Grundwasser geben erhöhte Borkonzentrationen. Borkonzentrationen > 40–50 µg/l lassen auf eine anthropogene Beeinflussung schließen. Ab diesen Konzentrationen sind auch Arzneimittelrückstände zu erwarten. [...] Obgleich es zur Zeit noch keine gesetzlichen Vorschriften zur routinemäßigen Überwachung von Arzneimittelrückständen in Grundwässern gibt, hat das HLUG die Parameter Clofibrinsäure, Clofibrat, Diclofenac und Carbamazepin ab 2006 in das landeseigene Messprogramm zur Grundwasserbeschaffenheit aufgenommen. Nachweise von Arzneimittelrückständen im Grundwasser treten am häufigsten im Hessischen Ried auf. Dies liegt an der Einleitung von dem nach aktuellem Stand der Technik entsprechend geklärten Abwässern in die Vorfluter und der Interaktion von Oberflächengewässern mit dem Grundwasser. Weiterhin weisen die überwiegend sandig und kiesig aufgebauten Grundwasserleiter im Hessischen Ried eine gute bis sehr gute hydraulische Durchlässigkeit auf, die zu einer Ausbreitung von in das Grundwasser eingetragenen Stoffen beiträgt.“ [46]

Den aktuellen Analyseergebnissen des Landes Hessen kann entnommen werden, dass die Summe der Arzneimittelrückstände an der hessischen Lahn überall unterhalb der Bestimmungsgrenze liegt und somit keine negative Grundwasserbelastung nachweisbar ist (Zeitraum 2009-2011, vgl. [46]). Für Rheinland-Pfalz liegen derzeit keine frei zugänglichen Informationen über Arzneimittelrückstände im Grundwasser vor.

5 Wasserschutzgebiete

Gemäß § 51 WHG kann die Landesregierung durch Rechtsverordnung Wasserschutzgebiete festsetzen, soweit es das Wohl der Allgemeinheit erfordert,

„Gewässer im Interesse der derzeit bestehenden oder künftigen öffentlichen Wasserversorgung vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen, das Grundwasser anzureichern oder das schädliche Abfließen von Niederschlagswasser sowie das Abschwemmen und den Eintrag von Bodenbestandteilen, Dünge- oder Pflanzenschutzmitteln in Gewässer zu vermeiden.“ [4]

Durch die Festsetzung und Ausweisung von Wasserschutzgebieten sollen sowohl das Grundwasser als auch die Oberflächengewässer vor möglichen Verunreinigungen geschützt werden. Hierbei kommt insbesondere der Ausweisung von Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten eine große Bedeutung zu.

5.1 Trinkwasserschutzgebiete

5.1.1 Allgemein

Trinkwasserschutzgebiete werden zum qualitativen Schutz des Grundwassers und der Gewinnungsanlagen zur Trinkwasseraufbereitung ausgewiesen. Sie sollen nach Maßgabe der allgemein anerkannten Regeln der Technik in Zonen mit unterschiedlichen Schutzbestimmungen unterteilt werden. Diese sind in der Regel folgendermaßen gegliedert:

Tabelle 5-1: Wasserschutzgebiete und ihre Unterteilung in Schutzzonen (Quelle: [53] u.a., eigene Darstellung)

Schutzzone I (Fassungsbereich)	Sie schützt die eigentliche Fassungsanlage (Brunnen) im Nahbereich und hat in der Regel einen Radius von mindestens 10 m, unter bestimmten Voraussetzungen auch von mindestens 20 m. Bei Talsperren soll die Schutzzone 1 den Stausee, die Vorsperren, die Uferflächen sowie die Krone des Absperrbauwerks umfassen. Jegliche anderweitige Nutzung und das Betreten für Unbefugte sind verboten.
Schutzzone II (engeres Schutzgebiet)	Vom Rand der engeren Schutzzone soll die Fließzeit zu den Brunnen mindestens 50 Tage betragen, um Trinkwasser vor bakteriellen Verunreinigungen (pathogene Mikroorganismen) zu schützen. Bei sehr günstigen Untergrundverhältnissen soll die Grenze mindestens 100 Meter Abstand von der Wasserfassung haben. Bei Talsperren sind in der Schutzzone II üblicherweise die oberirdischen Zuflüsse, deren Quellen und das umgebende Gelände (häufig 100 m Breite) enthalten. Nutzungsbeschränkungen gelten unter anderem für: <ul style="list-style-type: none">• Bebauung• Bodennutzung mit Verletzung der oberen Bodenschichten• Landwirtschaft, besonders bzgl. tierischen Wirtschaftsdüngers• Straßenbau• Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Schutzzone III (weiteres Schutzgebiet)	<p>Sie umfasst das gesamte Einzugsgebiet der geschützten Wasserfassung und dient dem Schutz vor weitreichenden Beeinträchtigungen, insbesondere vor nicht oder nur schwer abbaubaren chemischen und radioaktiven Verunreinigungen. Hier gelten Verbote bzw. Nutzungseinschränkungen für:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ablagern von Schutt, Abfallstoffen, wassergefährdenden Stoffen• Anwendung von Gülle, Klärschlamm, Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln,• Massentierhaltung, Kläranlagen, Sand- und Kiesgruben• Umgang mit wassergefährdenden Stoffen <p>Bei sehr großen Einzugsgebieten kann das weitere Schutzgebiet nochmals in die Zonen IIIA und IIIB unterteilt werden. Bei der Klassifizierung der Trinkwasserschutzgebiete in Hessen liegt zum Teil eine noch feinere Untergliederung vor (z.B. IIIA1 und IIIA2).</p>
---	--

Die Festlegung der o.g. Schutzzonen erfordert möglichst umfassende Kenntnisse der wasserwirtschaftlichen Grundlagen, der Geologie, der Ausdehnung des Grundwasserleiters sowie der Beschaffenheit des Bodens und dessen Nutzung.

5.1.2 Lahn

In Abbildung 5-1 sind sämtliche Trinkwasserschutzgebiete entlang der Lahn im Eigentum des Bundes dargestellt. Gut zu erkennen ist die farbliche Einteilung der Schutzgebiete in die drei o.g. Schutzzonen (rot = Zone III, grün = Zone II, blau = Zone 1, siehe Lahn-GIS: Wasserschutzgebiete / Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete HE und RLP).

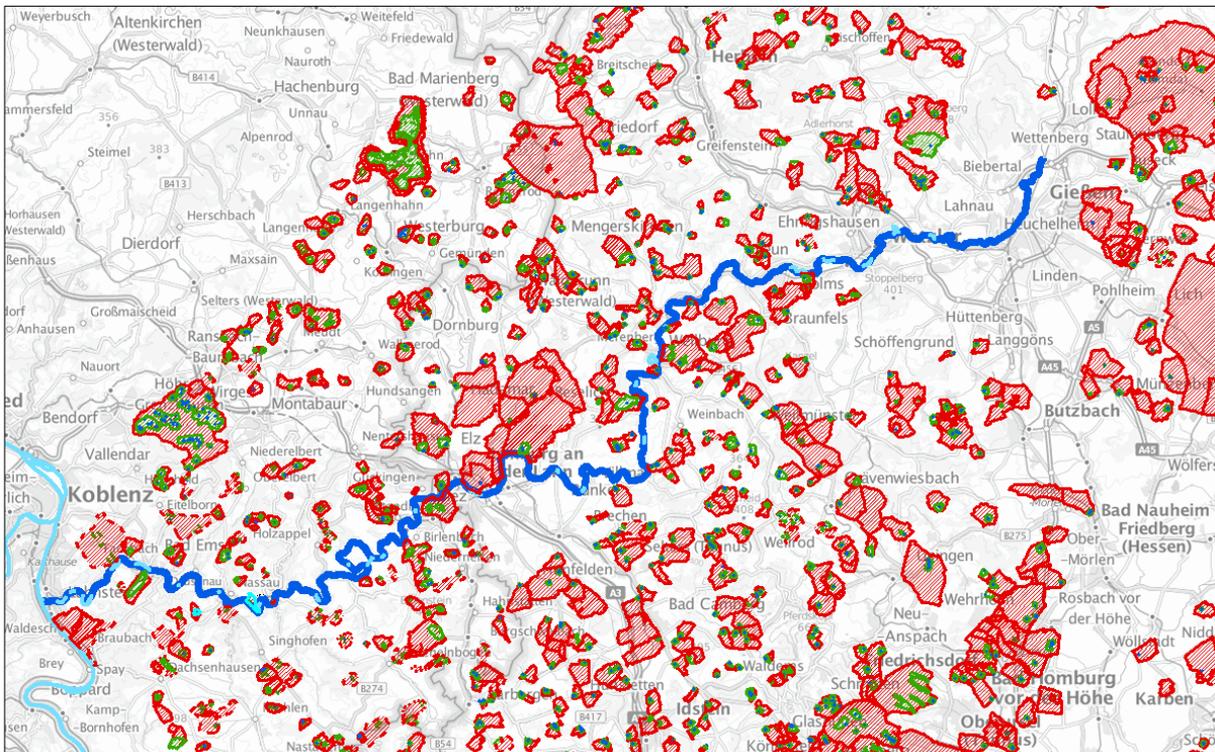


Abbildung 5-1: Ausschnitt aus Lahn-GIS zur Lage der Trinkwasserschutzgebiete an der Lahn (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

In Hessen und Rheinland-Pfalz werden Wasserschutzgebiete (WSG) durch den Erlass einer Rechtsverordnung (RVO) durch die Obere Wasserbehörde (Regierungspräsidien bzw. Struktur- und Genehmigungsdirektionen) festgesetzt. Darüber hinaus gibt es abgegrenzte (nur RLP) bzw. im Neufestsetzungsverfahren befindliche (nur Hessen) und im (Änderungs- bzw. Aufhebungs-) Verfahren befindliche Schutzgebiete. Letztere bilden jedoch keinen rechtlichen Status ab und werden als interne Hinweise behandelt. Die unterschiedlichen Bezeichnungen in Rheinland-Pfalz und Hessen sind der Tabelle 5-2 zu entnehmen.

Tabelle 5-2: Unterschiedliche Bezeichnung des Status von Wasserschutzgebieten in Rheinland-Pfalz und Hessen (Quelle: eigene Darstellung)

Rheinland-Pfalz	Hessen
<ul style="list-style-type: none"> mit RVO 	<ul style="list-style-type: none"> mit RVO / im Festsetzungsverfahren
<ul style="list-style-type: none"> abgegrenzt (behördeninterne Abgrenzung des WSG mit ggf. vorläufigen Anordnungen) 	<ul style="list-style-type: none"> im Neufestsetzungsverfahren (behördeninterne Abgrenzung des WSG)
<ul style="list-style-type: none"> im Verfahren 	<ul style="list-style-type: none"> im Änderungsverfahren (behördenintern) im Aufhebungsverfahren

Entlang der Bundeswasserstraße Lahn finden sich im Umfeld von 2 km insgesamt 69 WSG mit potentieller Verbindung zum Lahn-Wasserhaushalt. Der rechtliche Status kann der nachfolgenden Tabelle 5-3 entnommen werden.

Tabelle 5-3: Auflistung der bestehenden WSG in Rheinland-Pfalz und Hessen (Quelle: eigene Darstellung)

Status	Rheinland-Pfalz	Hessen
WSG mit RVO	18	34
WSG abgegrenzt	15	-
WSG im Verfahren	1	1

Abbildung 5-2 bildet die o.g. WSG im Umfeld von 2 km (Puffer) um die Lahn ab. Durch die farbliche Gestaltung können Ausdehnung und rechtlicher Status der WSG in Rheinland-Pfalz (rot = mit RVO, orange = abgegrenzt, orange schraffiert = im Verfahren) und Hessen (blau = mit RVO, blau schraffiert = im Verfahren) auf einen Blick erfasst werden (siehe Lahn-GIS: Wasserschutzgebiete / Anzahl Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete).

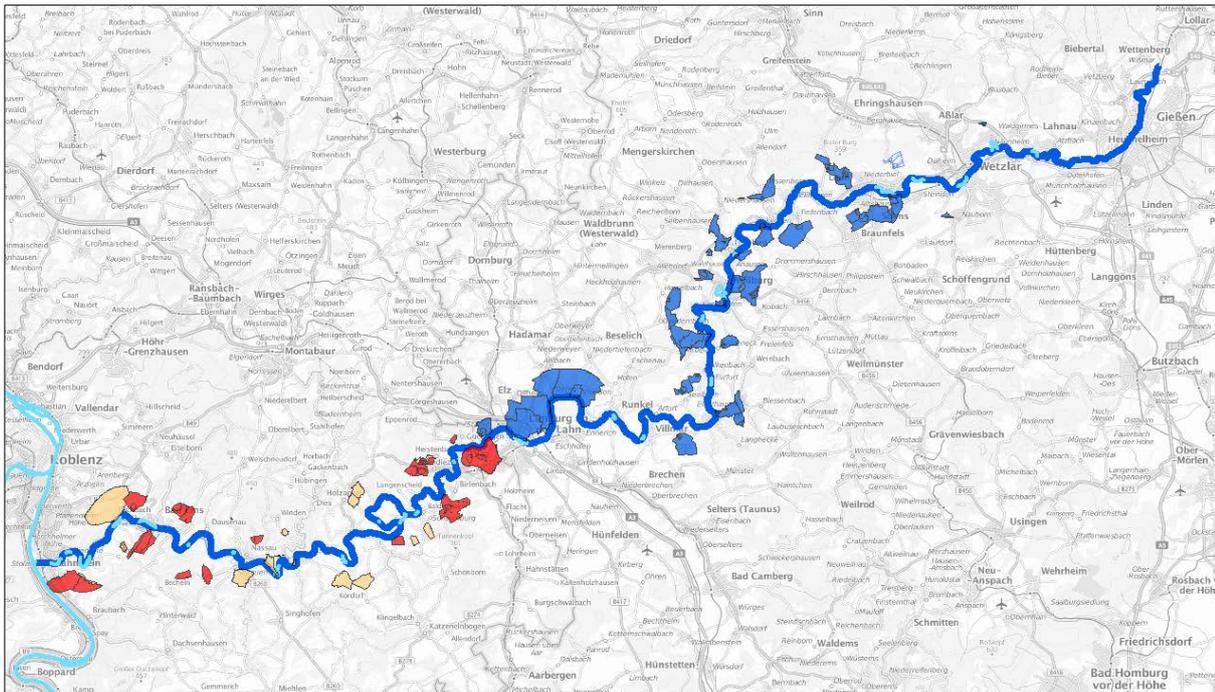


Abbildung 5-2: Ausschnitt aus Lahn-GIS zur Lage der Trinkwasserschutzgebiete bis 2 km Entfernung zur Lahn (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Beispielhaft für das Land Rheinland-Pfalz sind in [Abbildung 5-3](#) die verschiedenen WSG um die Ortslage Nassau dargestellt. Der Ausschnitt zeigt sowohl die durch RVO festgesetzten (durchgezogene Schutzzonen) als auch die abgegrenzten WSG entlang der Lahn (Schutzzonen gestrichelt, siehe [Lahn-GIS: Wasserschutzgebiete / Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete RLP / Trinkwasserschutzgebiete RLP](#)). Blau markiert ist das abgegrenzte WSG Nassau (Schutzzone III) mit den beiden Fassungsanlagen „Brunnen Arbert 1 + 2“, welches in unmittelbarer Flussnähe liegt und u.a. auch die Wasserkraftanlage Elisenhütte mit einschließt.

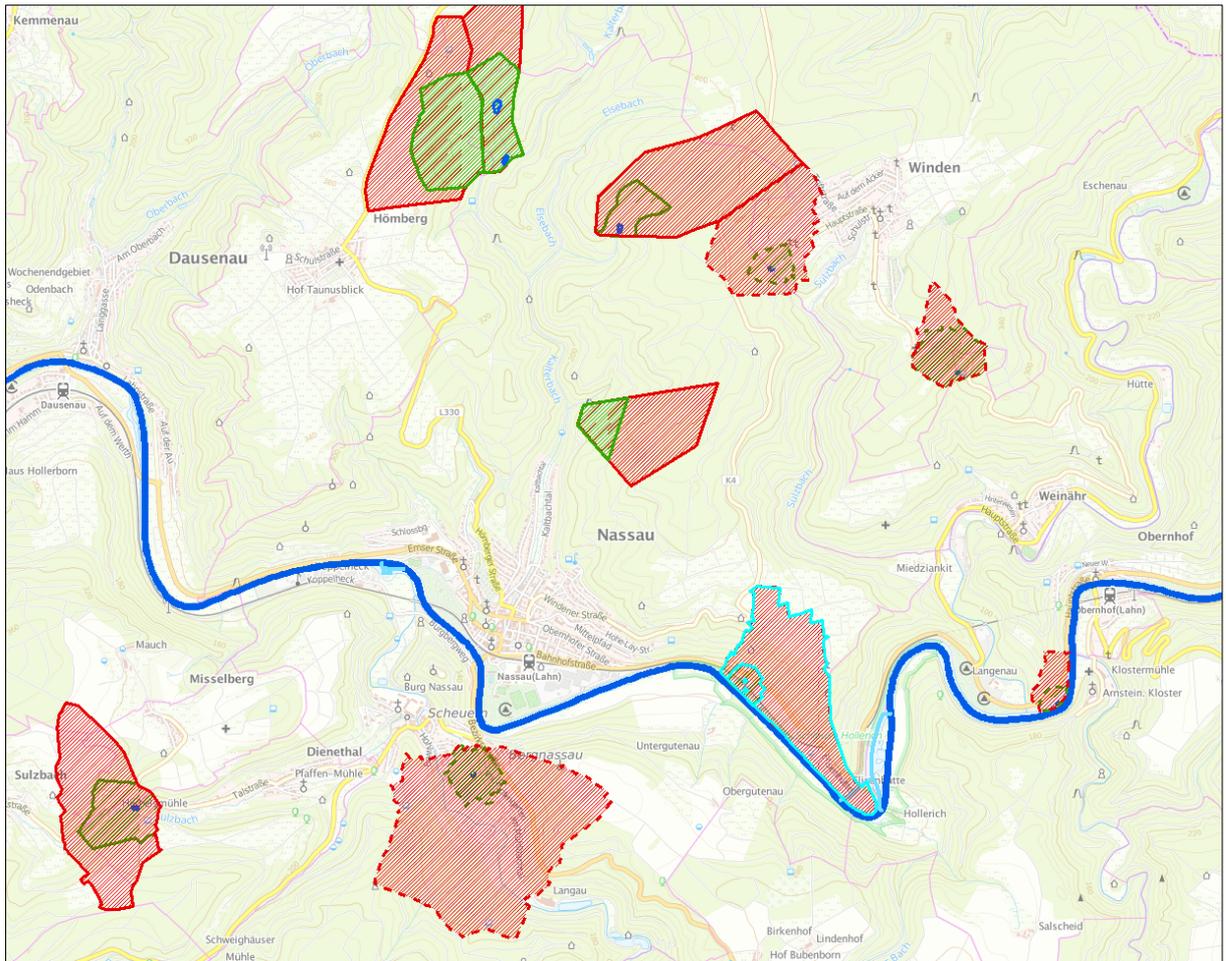


Abbildung 5-3: Ausschnitt aus Lahn-GIS zum WSG Nassau (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Das größte zusammenhängende Trinkwasserschutzgebiet an der hessischen Lahn bildet das WSG Limburg mit den nördlich angrenzenden WSG Beselich und WSG Hadamar (siehe [Lahn-GIS: Wasserschutzgebiete / Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete HE / Trinkwasserschutzgebiete HE](#)). Neben einem Großteil der Stadtfläche Limburgs umfasst es außerdem die Ortschaften Dehrn, Steden, Ober- und Niedertiefenbach sowie Beselich und die Stadt Hadamar (vgl. [Abbildung 5-4](#)).

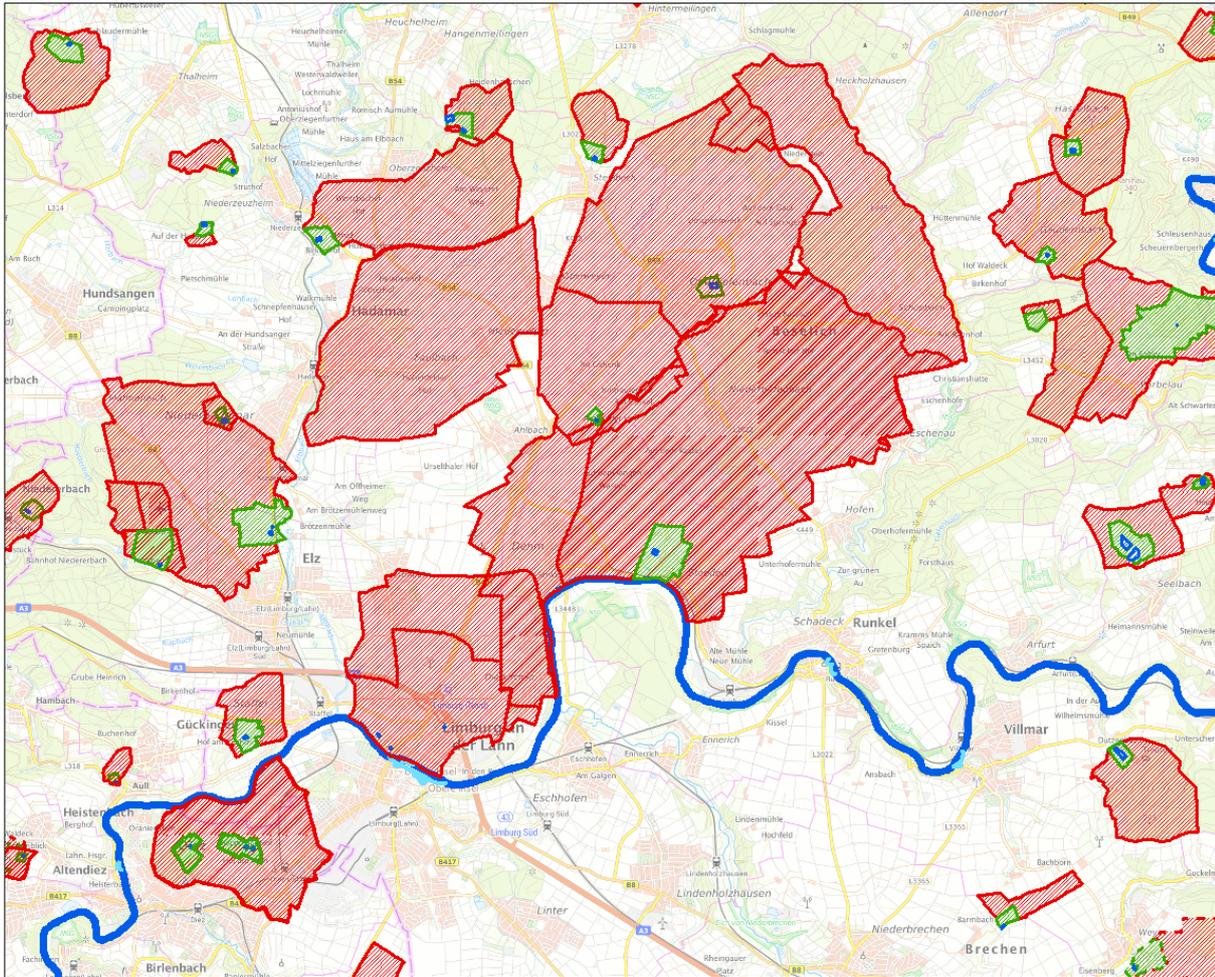


Abbildung 5-4: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu den WSG Limburg, Beselich und Hadamar (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Die hessischen und rheinland-pfälzischen Wasserschutzgebiete können auch über das Fachinformationssystem *Grund- und Trinkwasserschutz Hessen* (GruSchu) [11] bzw. über das *Geoportal Wasser* des Landes Rheinland-Pfalz [10] eingesehen werden. Durch die Bereitstellung von Informationen zu Wasser- und Heilquellenschutzgebieten wird auch dem Grundwasserschutz die gebotene Beachtung geschenkt. Wasserschutzgebiete sind außerdem auch bei der Realisierung von Hochwasserschutzmaßnahmen bereits in einem frühen Planungsstadium zu berücksichtigen.

5.2 Heilquellenschutzgebiete

5.2.1 Allgemein

Heilquellen sind gemäß § 53 WHG „*natürlich zu Tage tretende oder künstlich erschlossene Wasser- oder Gasvorkommen, die aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrer physikalischen Eigenschaften oder der Erfahrung nach geeignet sind, Heilzwecken zu dienen*“ [4]. Im Unterschied zum Lebensmittel Mineralwasser handelt es sich bei Heilwässern um Arzneimittel. Sie müssen staatlich anerkannt werden, eine Mindestkonzentration an bestimmten Stoffen enthalten oder ihre therapeutische Wirkung muss durch ein klinisches Gutachten nachgewiesen werden. Die Qualität von Heilwässern muss kontinuierlich überwacht werden. Durch Rechtsverordnung der Landesregierungen können Heilquellenschutzgebiete (HQSG) festgesetzt werden, die den Schutz der staatlich anerkannten Heilquellen gewährleisten sollen. Die Einteilung in Schutzzonen und deren Verbote bzw. Nutzungsbeschränkungen gleichen denen in Trinkwasserschutzgebieten. Bei der Klassifizierung der HQSG in Hessen liegt zum Teil eine noch feinere Untergliederung der Zonen vor (z.B. II/1 und III/2).

Die HQSG werden gemäß Tabelle 5-4 in verschiedene Quellenschutzgebietszonen (QSG-Zonen) unterteilt, die wiederum nach qualitativen (Zonen I bis IV) oder quantitativen Aspekten eingeteilt sein können (Zonen A bis D).

Tabelle 5-4: Unterteilung der Heilquellenschutzgebiete in qualitative und quantitative Schutzzonen (Quelle: eigene Darstellung)

Qualitative Schutzzonen	Quantitative Schutzzonen
• Zone I (Fassungsbereich)	• Zone A (innere Zone)
• Zone II (engere Schutzzone)	• Zone B (äußere Zone)
• Zone III (weitere Schutzzone - innerer Bereich)	• Zone C
• Zone IV (weitere Schutzzone - äußerer Bereich)	• Zone D

Analog zu den Trinkwasserschutzgebieten sind auch in HQSG sämtliche Nutzungen verboten bzw. nur beschränkt zugelassen, von denen eine Gefährdung für die staatlich anerkannten Heilquellen ausgehen kann. Die für die einzelnen Zonen vorgesehenen Verbote werden ebenso wie bei den anderen WSG strenger, je näher man den Quellfassungen kommt.

5.2.2 Lahn

Analog zu den Trinkwasserschutzgebieten liegen auch die HQSG in den Ländern Hessen und Rheinland-Pfalz in unterschiedlichem rechtlichem Status vor (vgl. Tabelle 5-2). Im Umfeld von 2 km entlang der Lahn im Eigentum des Bundes finden sich insgesamt vier HQSG mit potentieller Verbindung zum Lahn-Wasserhaushalt. Diese werden in der nachfolgenden Tabelle 5-5 näher betrachtet.

Tabelle 5-5: Auflistung der bestehenden HQSG in Rheinland-Pfalz und Hessen (Quelle: eigene Darstellung)

Status	Rheinland-Pfalz	Hessen
HQSGs mit RVO	1	1
HQSGs abgegrenzt	2	-
HQSGs im Verfahren	0	0

Das Heilquellenschutzgebiet Lahnstein ist eines der beiden abgegrenzten HQSG in Rheinland-Pfalz. Die Stadt Lahnstein ist bereits seit dem Jahre 1366 für Ihre sogenannten Sauerbrunnen und die natürlichen Vorkommen an Quellenkohlenensäure bekannt. Ende der siebziger Jahre des 19. Jahrhunderts wurde in unmittelbarer Nähe zum Rhein der „Victoria-Brunnen“ erbohrt, der dem Unternehmen auch seinen heutigen Namen (Victoria Heil- und Mineralbrunnen GmbH) verliehen hat. Dem Internetauftritt des Lahnsteiner Mineralwasserproduzenten kann folgendes entnommen werden:

„Die Quelle ist ein warmer (32° Celsius) alkalisch-muriatisch-salinischer Sauerling, dessen Wasser aus einer Tiefe von 450 m mit rund 1000 Litern pro Minute kommt. Das Wasser zeichnet sich vor allem durch seinen großen Gehalt an Kohlensäure, doppelt kohlen-saurem Natron und Chlornatrium aus. Die Quelle versiegte in den Jahren 1919, 1935 und 1945, in letzterem Jahr durch Kriegseinwirkung, von der die Anlagen zu 85% zerstört wurden. Der Brunnen konnte in allen Fällen wieder in Gang gebracht werden. Damals wie heute liegt innerhalb des Geländes ein Thermalschwimmbad - es war für Betriebsangehörige bestimmt. Mit vielen Jahren Tradition präsentiert sich die Victoria Heil- und Mineralbrunnen GmbH heute als ein modernes mittelständisches Unternehmen. Die ökonomischen, ökologischen und

ernährungswissenschaftlichen Anforderungen übertreffend beliefert es Kunden im gesamten Bundesgebiet mit seinen Getränken. Sowohl bei Sportlern und in Familienhaushalten, auch im stilvollen Ambiente der gehobenen Gastronomie haben sich die Lahnsteiner Mineralwasser etabliert. Nicht ohne Stolz zählen wir alle unsere Produkte zu den unverwechselbaren Mineralwassern der gehobenen Qualitätskategorie.“ [54]

Die direkte Lage des HQSG Lahnstein zwischen Rhein und Lahn kann der Abbildung 5-5 entnommen werden (Schutzzonen gestrichelt, siehe Lahn-GIS: Wasserschutzgebiete / Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete RLP / Heilquellenschutzgebiete RLP). Dieses Schutzgebiet ist gleichzeitig auch das einzige Mineralwassereinzugsgebiet an der gesamten Lahn. Weitere Informationen hierzu sind dem Kapitel 5.3.2 zu entnehmen.

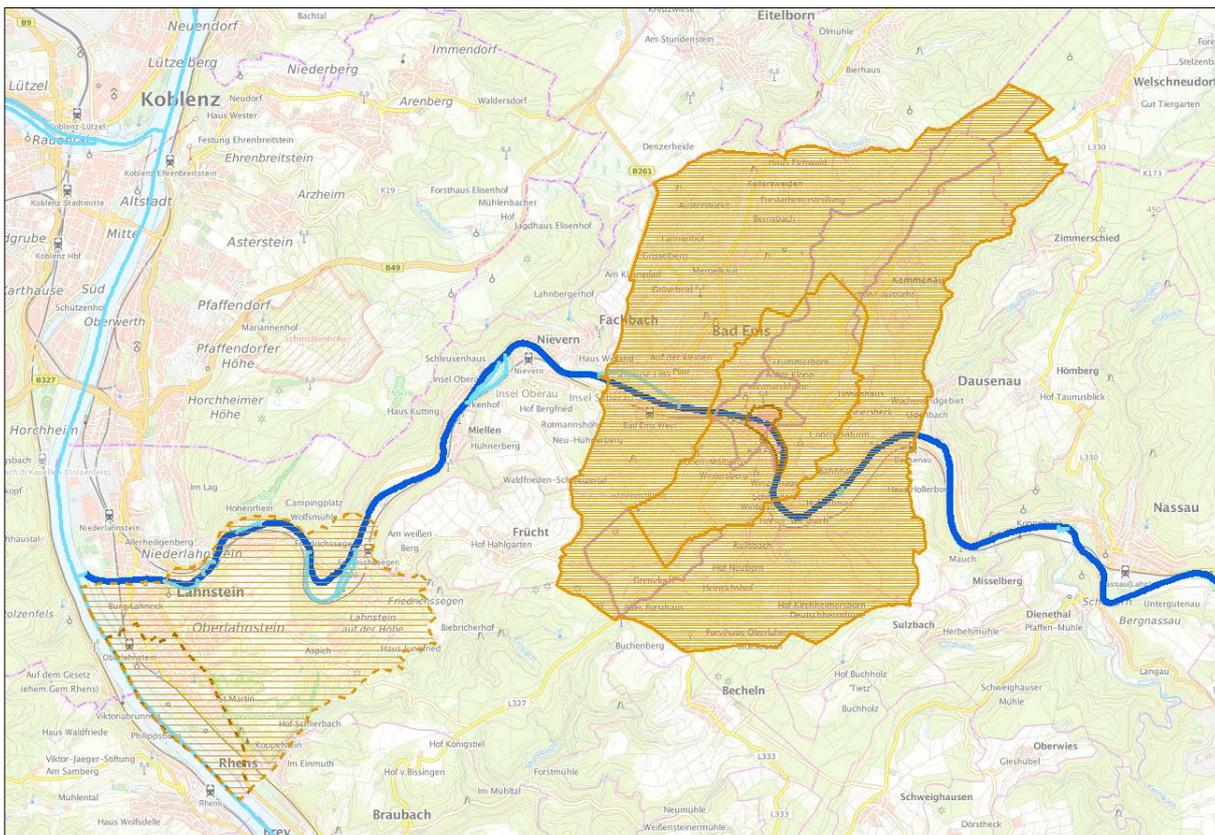


Abbildung 5-5: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu den HQSG Lahnstein und Bad Ems (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

In Abbildung 5-5 ist zudem das Heilquellenschutzgebiet Bad Ems dargestellt. Dieses wurde für 15 staatlich anerkannte Heilquellen im Stadtbereich von Bad Ems durch RVO der Struktur- und Genehmigungsdirektion (SGD) Nord vom 27.02.2013 festgesetzt. Es erstreckt sich entlang der Lahn auf die Gemarkungen Bad Ems, Dausenau, Kemmenau, Arzbach, Fachbach, Frücht, Nievern, Sulzbach und Oberlahnstein im Rhein-Lahn-Kreis sowie auf die Gemarkung Welschneudorf im Westerwaldkreis. Mit einer Größe von über 3.300 ha handelt es sich um eines der größten HQSG in Rheinland-Pfalz.

Das Bildungsgebiet der Heilquellen befindet sich in ca. 2.000 m Tiefe. Um ein so tief liegendes Fließsystem zu sichern, würde nach den *Richtlinien für Heilquellenschutzgebiete* [55] grundsätzlich ein quantitativer Schutz ausreichen. Da das Wasser jedoch nach oben gedrückt wird und zum Teil relativ oberflächennah aus den Quellen austritt, ist aufgrund der geminderten Schutzfunktion der Überdeckung neben dem quantitativen Schutz zusätzlich noch eine qualitative Unterschützstellung erfolgt. Um die Qualität des Heilwassers zu schützen, wurde insbesondere der Umgang mit

wassergefährdenden Stoffen im geschützten Gebiet eingeschränkt. Das HQSG Bad Ems untergliedert sich in 4 qualitative und 3 quantitative Schutzzonen.

Das aus den Tiefen gewonnene Heilwasser weist bei seinem Quellaustritt sehr hohe Temperaturen zwischen 30°C und 60°C auf und wird vor allem von den Emser Thermen genutzt. Darüber hinaus dient es zur Herstellung der Emser-Quellen-Produkte (z.B. das Emser Salz, das Emser Hals- und Nasenspray, die Emser Zahncreme oder die weltberühmten Emser Pastillen).

Das zweite abgegrenzte HQSG in Rheinland-Pfalz ist das sogenannte Heilquellenschutzgebiet Staatl. Fachingen. Die Fachinger Quelle südwestlich der Ortslage Diez wurde im Jahre 1740 entdeckt und bereits wenige Jahre später zur Herstellung des traditionsreichen Fachinger Wassers genutzt. Nachdem die Heilquellen jahrzehntelang in staatlicher Verwaltung lagen und von verschiedenen Pächtern betrieben wurden, erwarb die deutsche Sinalco GmbH Markengetränke & Co. KG im Jahre 2011 den Fachinger Brunnen einschließlich seiner eingetragenen Marken. Dem Internetauftritt des Unternehmens zufolge sind die Heilwässer mit „dem natürlich hohen Hydrogencarbonat-Gehalt von 1.846 mg/l und einer einzigartigen Mineralisation“ ausgestattet, wodurch Staatl. Fachingen nach Angaben des Unternehmens „weltweit das beliebteste und meistgekaufte Heilwasser“ [56] sein soll. In Abbildung 5-6 ist die Lage des HQSG Staatl. Fachingen dokumentiert.

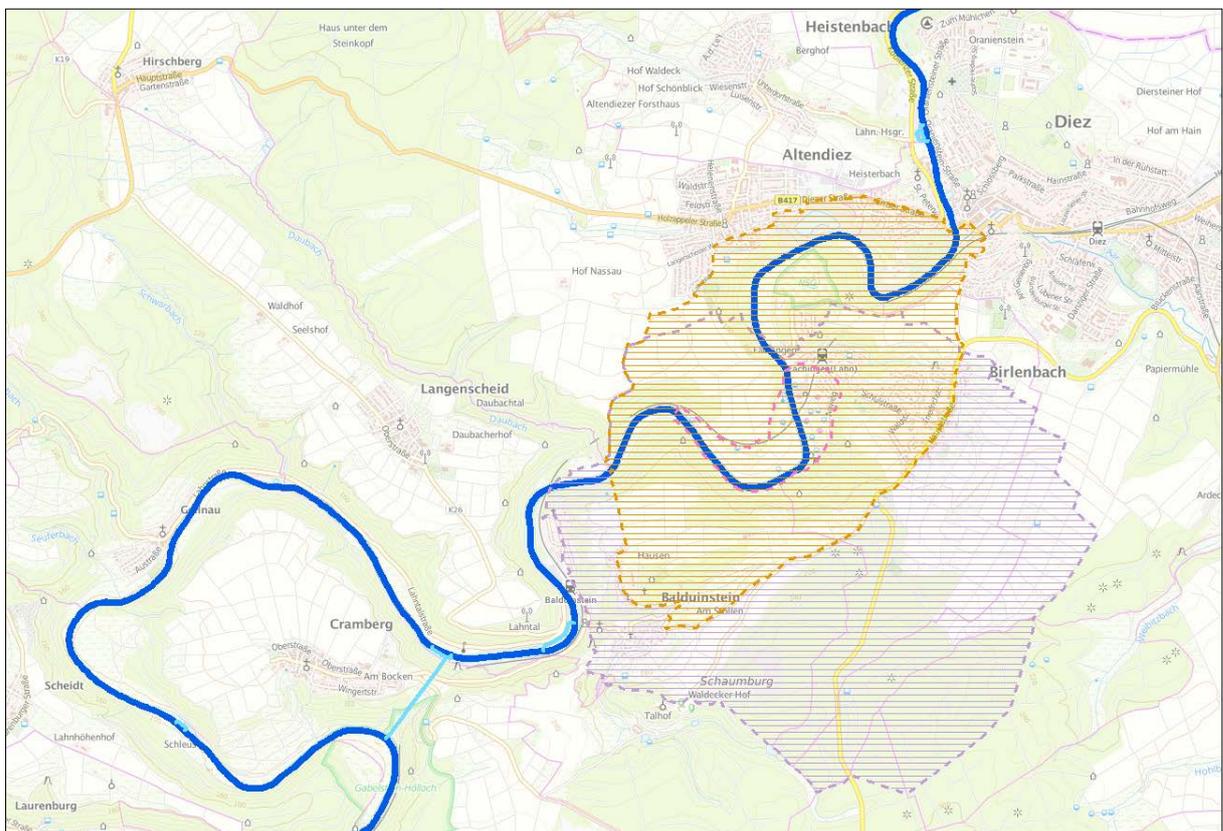


Abbildung 5-6: Ausschnitt aus Lahn-GIS zum HQSG Staatl. Fachingen (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Im Land Hessen befindet sich nur eine einzige Heilquelle in unmittelbare Nähe zur Wasserstraße Lahn. Das Heilquellenschutzgebiet Karlssprudel I liegt bei Biskirchen zwischen den Ortslagen Leun und Löhnberg. Es wurde am 16.12.1931 durch RVO des Landes Hessen festgesetzt. Die Lage des HQSG kann Abbildung 5-7 entnommen werden. Der namensgebende Brunnen "Karlssprudel" wurde im Jahre 1896 erbohrt und etwa 80 Jahre von dem kontinuierlich wachsenden Familienunternehmen Broll geführt. 1975 kauften die Familien Stegili und Schmidt aus Neckarbischofsheim den traditionsreichen Biskirchener Heil- und Mineralbrunnen und bauten ihn unter dem Firmennamen *Biskirchener Heil- und Mineralbrunnen Stegili & Schmidt GmbH* zu einem modernen

Mineralwasserbetrieb aus. Dem Internetauftritt des Unternehmens zufolge bietet die Natur mit dem Biskirchener Karlssprudel:

„eines der vielseitigsten, wirkungsvollsten und dennoch sehr gut schmeckenden Heilwässer, die je in den Tiefen unserer Erde entstanden sind. [...] Im historischen Quellenschutzgebiet an der Lahn sprudelt ein wertvolles Wasser. Ein natürliches Heilwasser von höchster Reinheit [...] Der Biskirchener Karlssprudel aktiviert die körpereigenen Abwehrkräfte und stärkt den Stoffwechsel und die Organfunktionen. Ist der Körper durch Krankheit, Stress oder ungesunde Ernährung belastet, wird der Genuss des Heilwassers das Wohlbefinden erheblich verbessern.“ [57]

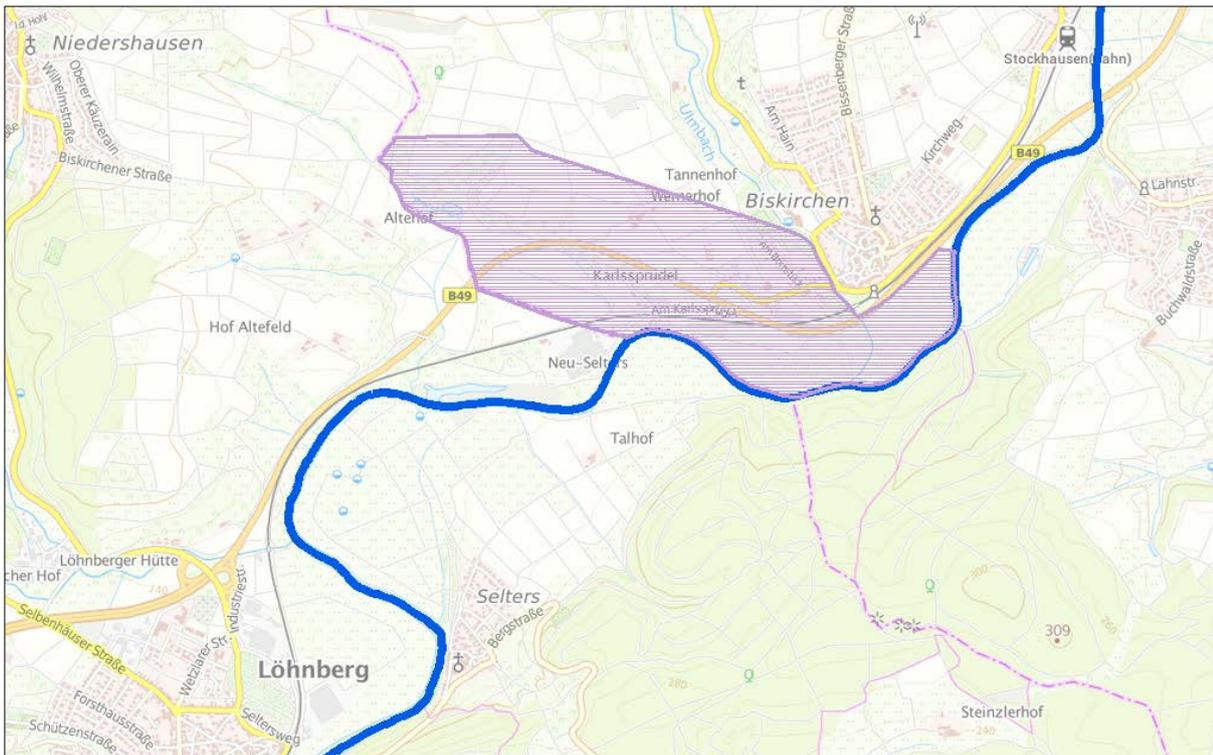


Abbildung 5-7: Ausschnitt aus Lahn-GIS zum HQSG Karlssprudel I (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

5.3 Mineralwassereinzugsgebiete

5.3.1 Allgemein

„Mineralwässer sind Grundwässer von ursprünglicher Reinheit, die auf Grund ihres Gehaltes an gelösten festen (Salzen) oder gasförmigen Stoffen eine bestimmte ernährungsphysiologische Wirkung haben. Vorgegebene Mindestkonzentrationen gibt es dabei nicht, wenn die Wirkung durch ein wissenschaftlich anerkanntes Verfahren überprüft worden ist. Mineralwässer stammen aus einem unterirdischen, vor Verunreinigungen geschützten Wasservorkommen und zeigen im Rahmen bestimmter Grenzen eine konstante Zusammensetzung und Temperatur. Die Gehalte an bestimmten unerwünschten Stoffen dürfen vorgegebene Grenzwerte nicht überschreiten. Überwacht werden die aufgezählten Punkte durch die Vergabe einer amtlichen Anerkennung.“ [58]

Die Mineralwässer sind an bestimmte geologische Einheiten und tektonische Strukturen gebunden. Sie können dort entstehen, wo versickerndes Niederschlagswasser in mehr oder minder großer Tiefe auf Gesteine trifft, die einen Gehalt an wasserlöslichen Salzen besitzen. Je nach Druck- und Temperaturbedingungen, Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers und Art der Gesteine kommt es dort zur Ausbildung einer spezifischen, für das jeweilige Vorkommen typischen

Mineralwasserzusammensetzung. Im weiteren Verlauf der Wasserbewegung kann es auch zu weiteren Veränderungen der Beschaffenheit kommen.

5.3.2 Lahn

Das einzige Mineralwassereinzugsgebiet an der Lahn liegt in Rheinland-Pfalz, an der Mündung in den Rhein bei Lahnstein. Wie bereits in [Kapitel 5.2.2](#) ausgeführt, bildet dieses Mineralwassereinzugsgebiet gleichzeitig auch das Heilquellenschutzgebiet Lahnstein. Das Traditionsunternehmen Victoria Heil- und Mineralbrunnen GmbH ist seit ca. 130 Jahren in Lahnstein ansässig und produziert aus dem namensgebenden Viktoriabrunnen direkt am Rhein gelegen u.a. die Mineralwassermarken *Lahnsteiner* und *Lahnperle*.

„Bei der Quelle handelt es sich um einen 32 Grad warmen alkalisch-muriatisch-salinischen Säuerling, dessen Wasser aus einer Tiefe von 450 Metern mit rund 1000 Litern pro Minute kommt. Das Wasser zeichnet sich vor allem durch seinen großen Gehalt an Kohlensäure und Mineralien aus. 1961 wurde sie als Heilquelle staatlich anerkannt. [...] Hiermit wurde die Grundlage für das Kurgebiet Lahnstein auf der Höhe gelegt. 1967 schlossen die Victoria-Brunnen AG und das Rheinische Kohlensäurewerk mit der im gleichen Jahr gegründeten Thermalbad-GmbH einen Wasserlieferungsvertrag. 1973 wurden die Kurthermen eröffnet.“
[59]

Die Lage des Mineralwassereinzugsgebietes Lahnstein mit den Brunnenstandorten in Zone A (rote Färbung) und der äußeren Schutzzone B (rosa Färbung) kann der [Abbildung 5-8](#) entnommen werden (siehe [Lahn-GIS: Wasserschutzgebiete / Mineralwassereinzugsgebiete RLP](#)).

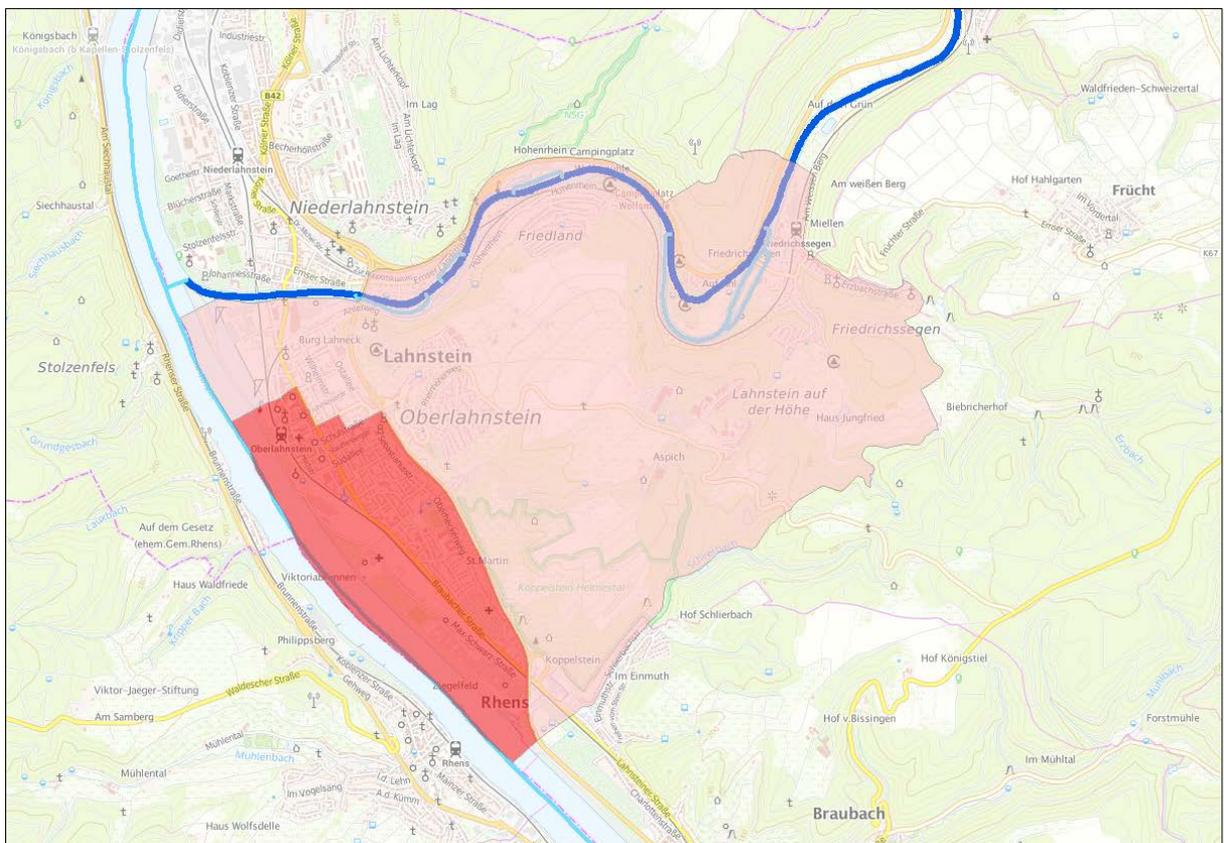


Abbildung 5-8: Ausschnitt aus Lahn-GIS zum Mineralwassereinzugsgebiet an der Lahn (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

„In Hessen gibt es drei große Bildungsbereiche von Mineral- und Heilwässern: die Gesteine des Zechsteins in Nordost- und Südost-Hessen und die tertiären Gesteine des Oberrheingrabens. Von dort aus können diese meist Natrium-Chlorid-betonten Wässer teilweise über größere Strecken fließen. So wandern zum Beispiel Wässer des Oberrheingrabens nach Norden und Nordwesten bis in das Rheinische Schiefergebirge, in dem selbst keine Mineralwässer gebildet werden.“ [58] Demzufolge gibt es an der hessischen Lahn kein offizielles Mineralwassereinzugsgebiet. Unweit des o. g. Heilquellenschutzgebietes Karlssprudel I (vgl. [Abbildung 5-7](#)) produziert das Unternehmen SELTERS Mineralquelle Augusta Victoria GmbH u.a. das traditionsreiche Selters Mineralwasser. Daneben werden aus mehr als einem Dutzend Brunnen am Standort Löhnberg-Selters verschiedene andere Mineralwässer produziert. Die dortigen mineralhaltigen Quellen wurden bereits um 1000 n. Chr. entdeckt und schon bald als Quelle für Mineralwasser genutzt. Anfang 2017 wurde die Marke „Neuselters“ durch „Selters“ aufgekauft.

6 Wasserwirtschaftliche Nutzungen

Unter wasserwirtschaftlichen Nutzungen werden in dem vorliegenden Bericht vor allem Wasserentnahmen und Einleitungen in das Grundwasser und oberirdische Gewässer verstanden. Dies schließt neben der Gewinnung von Rohwasser und Uferfiltrat zur Trinkwasseraufbereitung auch die Brauchwasserförderung durch Industrie und Bergbau, die Einleitung z.B. von gereinigtem Abwasser aus Kläranlagen und die Wasserentnahmen und Einleitungen der landwirtschaftlichen Beregnung ein. In den nachfolgenden Kapiteln soll näher auf diese wasserwirtschaftlichen Nutzungen eingegangen werden.

6.1 Entnahmen

6.1.1 Allgemein

Dem Umweltbundesamt (UBA) zufolge gehören die „Wasserentnahmen des verarbeitenden Gewerbes, der öffentlichen Wasserversorgung, der Wärmekraftwerke, des Bergbaus und der Landwirtschaft [...] zu den wichtigsten Wassernutzungen in Deutschland. Nach Erhebungen des Statistischen Bundesamtes haben diese Nutzergruppen im Jahr 2013 zusammen rund 25,1 Milliarden Kubikmeter (Mrd. m³) Wasser aus den Grund- und Oberflächengewässern entnommen“ [60]. Diese Wassermenge entspricht Schätzungen zufolge 13,3 % des Wasserdargebotes in Deutschland [61]. In Abbildung 6-1 sind die Anteile dieser Wasserentnahmen aus Grundwasser und Oberflächengewässern graphisch dargestellt.

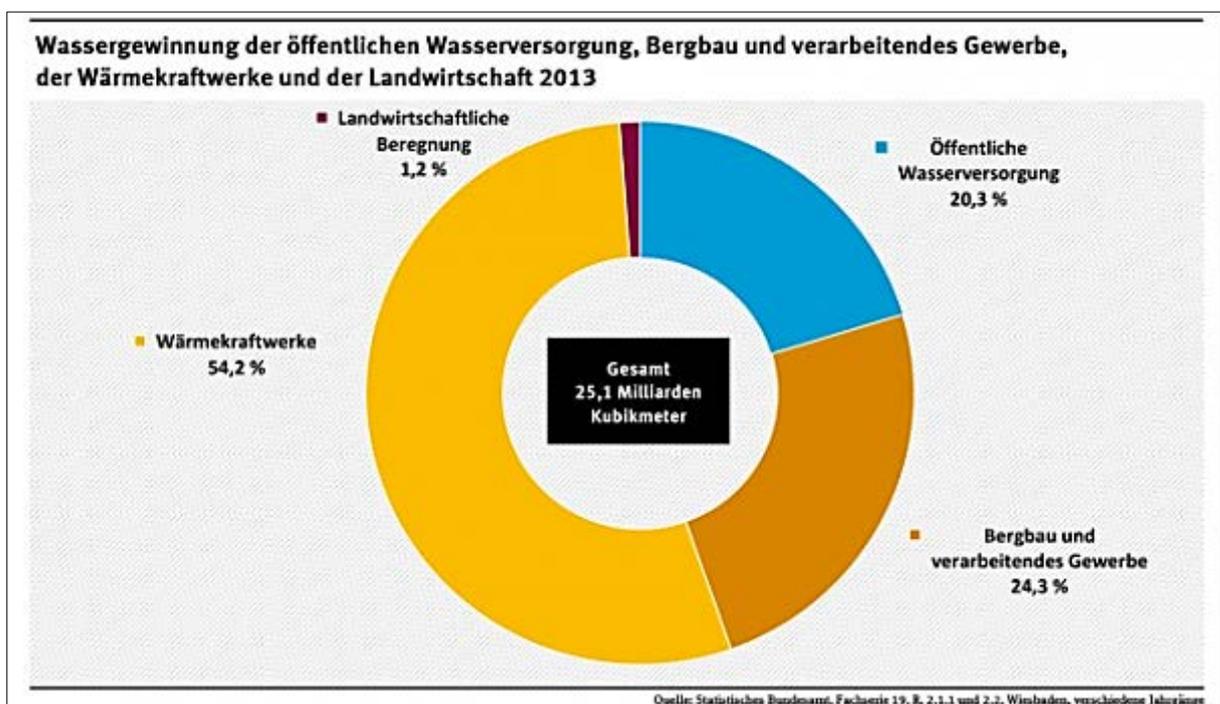


Abbildung 6-1: Wassergewinnung und Entnahmen der verschiedenen Branchen im Jahre 2013 (Quelle: [60])

Gemäß den Erhebungen des Statistischen Bundesamtes entfielen demzufolge deutschlandweit insgesamt fast 80 % der gesamten Wasserentnahmen im Erfassungsjahr 2013 (25,1 Mrd. m³) auf den industriellen Bereich: Allen voran benötigten Wärmekraftwerke das meiste Wasser (ca. 54 % = 13,6 Mrd. m³), vorrangig als Kühlwasser für die öffentliche Energieversorgung. Als zweitgrößte Branche

benötigten der Bergbau und das verarbeitende Gewerbe im Erfassungsjahr ca. 1/4 der gesamten Wasserentnahmen (6,1 Mrd. m³ Wasser) für ihre Produktionsprozesse und weitere industrielle Zwecke. Nur etwa 1/5 der Entnahmen entfiel im Jahre 2013 auf die öffentliche Wasserversorgung. Die Wasserentnahmen für die landwirtschaftliche Beregnung fielen mit etwa 0,29 Mrd. m³ (1,2 % der Gesamtmenge) verhältnismäßig gering aus.

6.1.2 Lahn

In [Abbildung 6-2](#) sind die Wasserentnahmen an der gesamten Lahn dargestellt (Stand: 2017, siehe [Lahn-GIS: wasserwirtschaftliche Nutzungen / Entnahmen](#)). Während in Hessen nur die Wasserentnahmen in den angrenzenden Gemarkungen der Lahn dargestellt werden, sind für Rheinland-Pfalz sämtliche Entnahmen im Lahneinzugsgebiet abgebildet. In Hessen kann die Art der Gewinnungsanlagen anhand der farblichen Quadrate schnell erfasst werden: Es wird zwischen Brunnen (rot), Quellen (grün), Schürfungen (orange), Stollen (braun) und sonstigen Gewinnungsanlagen (gelb) unterschieden. Anhand der zugehörigen Attributtabelle können auf einen Blick z.B. der Standort (Name, Bezeichnung und Art der Gewinnungsanlagen, Koordinaten, Gemarkung, Flur und Flurstücke), die genehmigte Entnahmemenge in m³/a und, sofern vorhanden, das entsprechende Wasserschutzgebiet abgelesen werden. In Rheinland-Pfalz wird durch die farblichen Quadrate hingegen die Art der Wasserentnahmen dargestellt: Die pinken Quadrate stehen für Entnahmen aus Grundwasser, die blauen für Entnahmen aus oberirdischen Gewässern und die weißen Quadrate markieren sonstige Rechte bzw. sonstige Wasserentnahmen. Auch hier können über die zugehörige Attributtabelle weitere Informationen abgerufen werden.

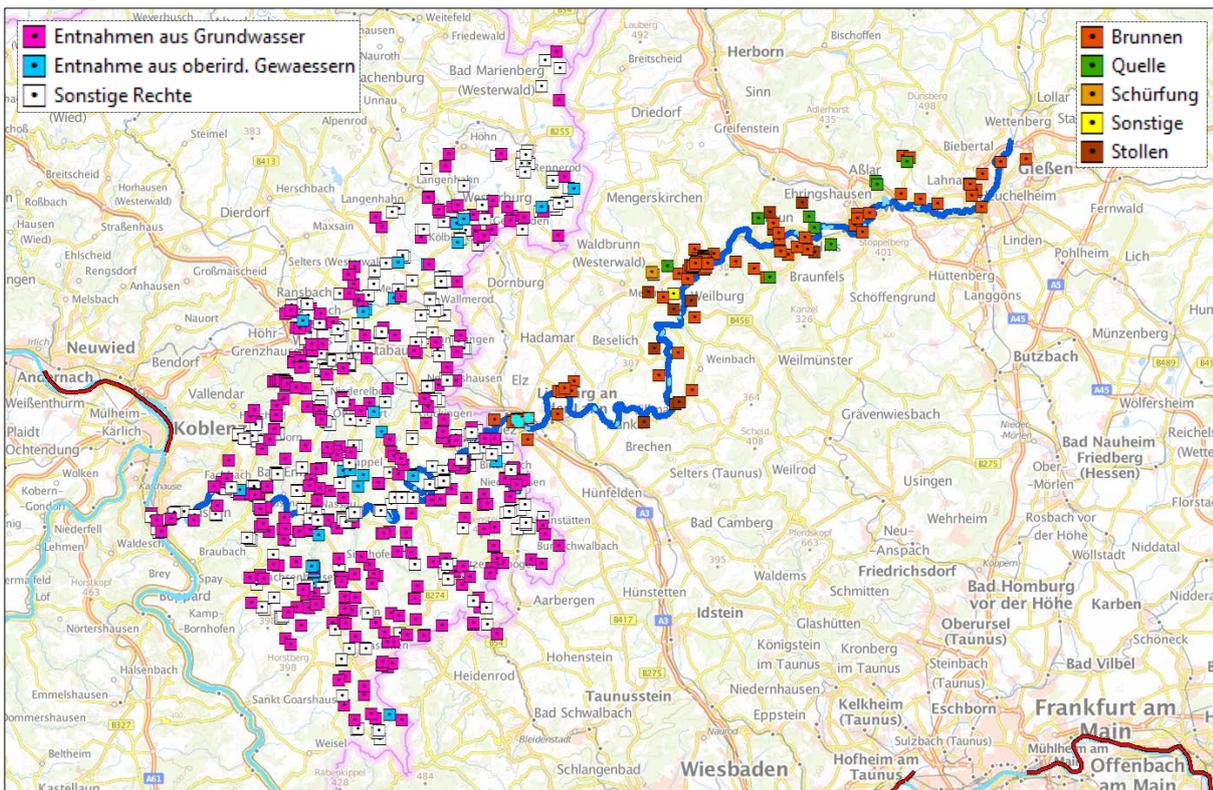


Abbildung 6-2: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu Wasserentnahmen entlang der Lahn (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Die Hintergrundinformationen in den Attributtabelle geben jedoch nur bedingt Aufschluss über die verschiedenen Nutzungen des entnommenen Wassers. Es erfolgt z.B. keine branchenscharfe Unterteilung des Bedarfs für Industrie, Wärmekraftwerke, öffentliche Wasserversorgung oder landwirtschaftliche Beregnung. In Hessen kann man aufgrund der hinterlegten Informationen zumindest teilweise auf die weitere Nutzung schließen: Neben Angaben zu den Wasserentnahmen

verschiedener Privatunternehmen können z.B. auch die Brunnenstandorte und genehmigten Fördermengen von Grundwasser durch die Wasserversorgungsunternehmen an der hessischen Lahn abgelesen werden. Dies ist mit dem WMS-Dienst für Rheinland-Pfalz nicht möglich.

Da die Wasserentnahmen in Rheinland-Pfalz nur nach Herkunft (Entnahmen aus Grundwasser, oberirdischen Gewässern oder sonstige Rechte) unterschieden und keine weiterführenden Informationen hinterlegt sind, können hier im Gegensatz zum Land Hessen kaum Vermutungen zur weiteren Verwendung angestellt werden. Aus diesem Grund wurde dem Lahn-GIS zusätzlich ein Layer über die Wassergewinnung der öffentlichen Wasserversorgung und den Wasserverbrauch in Rheinland-Pfalz 2013 hinzugefügt. Diesem können u.a. die Anteile der Wassergewinnung aus Oberflächenwasser, Quellwasser und Grundwasser auf Gemeindeebene, Verbandsgemeindeebene und Kreisebene entnommen werden (siehe [Lahn-GIS: wasserwirtschaftliche Nutzungen / Entnahmen / Wasserentnahmen RLP](#)).

Beispielhaft ist in [Abbildung 6-3](#) der Anteil der Wassergewinnung aus Grundwasser an der unteren Lahn in RLP dargestellt (Stand: 2013). Der Ausschnitt zeigt, dass der Anteil der Wasserentnahmen aus Grundwasser z.B. in der Stadt Diez und der Stadt Bad Ems sowie in den Ortschaften Katzenelnbogen, Kördorf, Obernhof, Weinähr und Fachbach 85 - 100 % (blaue Färbung) beträgt. Um die Orte Heistenbach, Singhofen und Nassau beträgt der Anteil der Wasserentnahmen aus Grundwasser 68 bis unter 85 % (hellgelbe Färbung), um das Gebiet zwischen Lahnstein und Koblenz herum liegt er hingegen nur noch bei unter 17 % (dunkelgelbe Färbung). Dort erfolgt die Wassergewinnung hauptsächlich aus Oberflächenwasser, wie den weiteren Kartenansichten des Layers entnommen werden kann (siehe [Lahn-GIS: wasserwirtschaftliche Nutzungen / Entnahmen / Wasserentnahmen RLP / Wassergewinnung der öffentlichen Wasserversorgung Wasserverbrauch 2013](#)). Über das Identifizieren-Werkzeug können auch einzelne Orte ausgewählt und weitere Informationen (z.B. genaue % - Angaben zur Wassergewinnung, Angaben zu Bevölkerung und Beschäftigung) angezeigt werden.

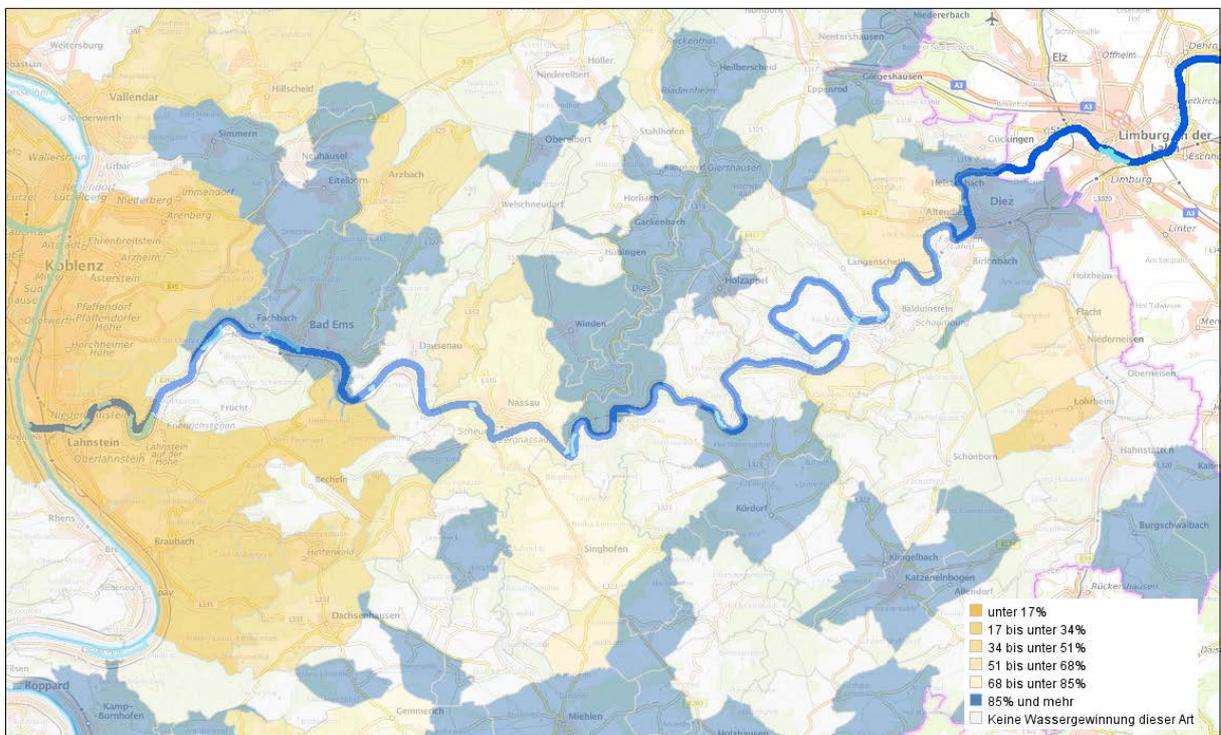


Abbildung 6-3: Ausschnitt aus Lahn-GIS zum Anteil der Wassergewinnung aus Grundwasser auf Gemeindeebene 2013 in RLP (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Die angesprochenen Wasserentnahmen aus Oberflächenwasser um das Gebiet zwischen Koblenz und Lahnstein stammen vorwiegend aus Uferfiltrat, welches i.d.R. aus Brunnen in unmittelbarer Nähe von Flüssen oder Seen (hier: Rhein) gewonnen wird. In Abbildung 6-2 sind am linken Bildrand (von Koblenz bis Andernach) sowie am unteren rechten Bildrand (bei Frankfurt am Main) die Standorte rot markiert, an denen Uferfiltrat zur Trinkwasseraufbereitung entnommen wird. Dies erfolgt an zahlreichen Stellen z.B. am Rhein und Main, jedoch nicht an der Lahn.

Unabhängig davon, ob das Rohwasser aus Oberflächengewässern als Uferfiltrat, aus Quellwasser oder aus Grundwasserbrunnen entnommen wird, muss es vor der Einspeisung in das öffentliche Trinkwassernetz i.d.R. verschiedene Verfahren der Wasseraufbereitung durchlaufen. In entsprechenden Aufbereitungsanlagen kontrollieren und behandeln die zuständigen Wasserversorgungsunternehmen das geförderte Rohwasser, bis es mindestens den Anforderungen der TrinkwV genügt und bedenkenlos freigegeben werden kann. Die Verfahren der Wasseraufbereitung können je nach Qualität und Beschaffenheit des Wassers z.B. Desinfektion, Adsorption durch Aktivkohlefilter, Enteisenung, Entmanganung, Entcarbonisierung, Enthärtung, Entsäuerung oder Entsalzung umfassen.

6.2 Einleitungen

6.2.1 Allgemein

Für Einleitungen in Oberflächengewässer und das Grundwasser gibt es verschiedene gesetzliche Vorgaben. Generell muss zunächst zwischen Abwässern und Regenwasser unterschieden werden: Abwasser ist gemäß § 54 WHG *„das durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte Wasser und das bei Trockenwetter damit zusammen abfließende Wasser (Schmutzwasser) sowie [...] das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließende Wasser (Niederschlagswasser)“* [4]. Gemäß § 55 WHG ist Abwasser

„so zu beseitigen, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird. Dem Wohl der Allgemeinheit kann auch die Beseitigung von häuslichem Abwasser durch dezentrale Anlagen entsprechen. [...] Niederschlagswasser soll ortsnah versickert, verrieselt oder direkt oder über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden, soweit dem weder wasserrechtliche noch sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften noch wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen“ [4].

Seit der Novellierung des WHG im Jahre 2010 darf Regenwasser also grundsätzlich nicht mehr mit Schmutzwasser vermischt, sondern soll z.B. über Sickermulden oder -pflaster versickert bzw. über Regenwasserkanäle (Trennsystem) und Regenrückhaltebecken gesammelt in Gewässer eingeleitet werden. Nach wie vor sind aber auch ältere Mischwasserkanäle (Mischsystem) verbreitet, über die das anfallende Niederschlagswasser zusammen mit Abwasser gesammelt und in kommunalen Kläranlagen weiterbehandelt wird. Grundsätzlich werden Maßnahmen zur Versickerung oder Verrieselung von Niederschlagswasser gegenüber anderer Verfahren bevorzugt.

6.2.2 Lahn

Abbildung 6-4 zeigt die Einleitungen im Einzugsgebiet der Lahn. An der unteren Lahn in Rheinland-Pfalz sind die Einleitungen in oberirdische Gewässer (blaue Kreise) und in das Grundwasser (braune Kreise) farblich dargestellt. Mithilfe der anhängenden Attributtabelle im Lahn-GIS können teilweise Rückschlüsse auf die Art der Einleitungen gezogen werden (z.B. Versickerung aus Regenrückhaltebecken, siehe Lahn-GIS: wasserwirtschaftliche Nutzungen / Einleitungen / Einleitungen RLP). In Hessen wird zwischen Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (braune

Quadrate), Mischwassersystemen (grüne Quadrate) und Regenwassereinleitungen (blaue Quadrate) unterschieden. Diese verschiedenen Einleitungsarten finden sich auch im direkten Umfeld der Lahn. Mithilfe der anhängenden Attributtabelle im Lahn-GIS können weitere Informationen z.B. zu Kläranlagen, Betreiberdaten, Einleitstellen und wasserrechtlichen Erlaubnissen angezeigt werden (siehe [Lahn-GIS: wasserwirtschaftliche Nutzungen / Einleitungen / Einleitungen Hessen](#)).

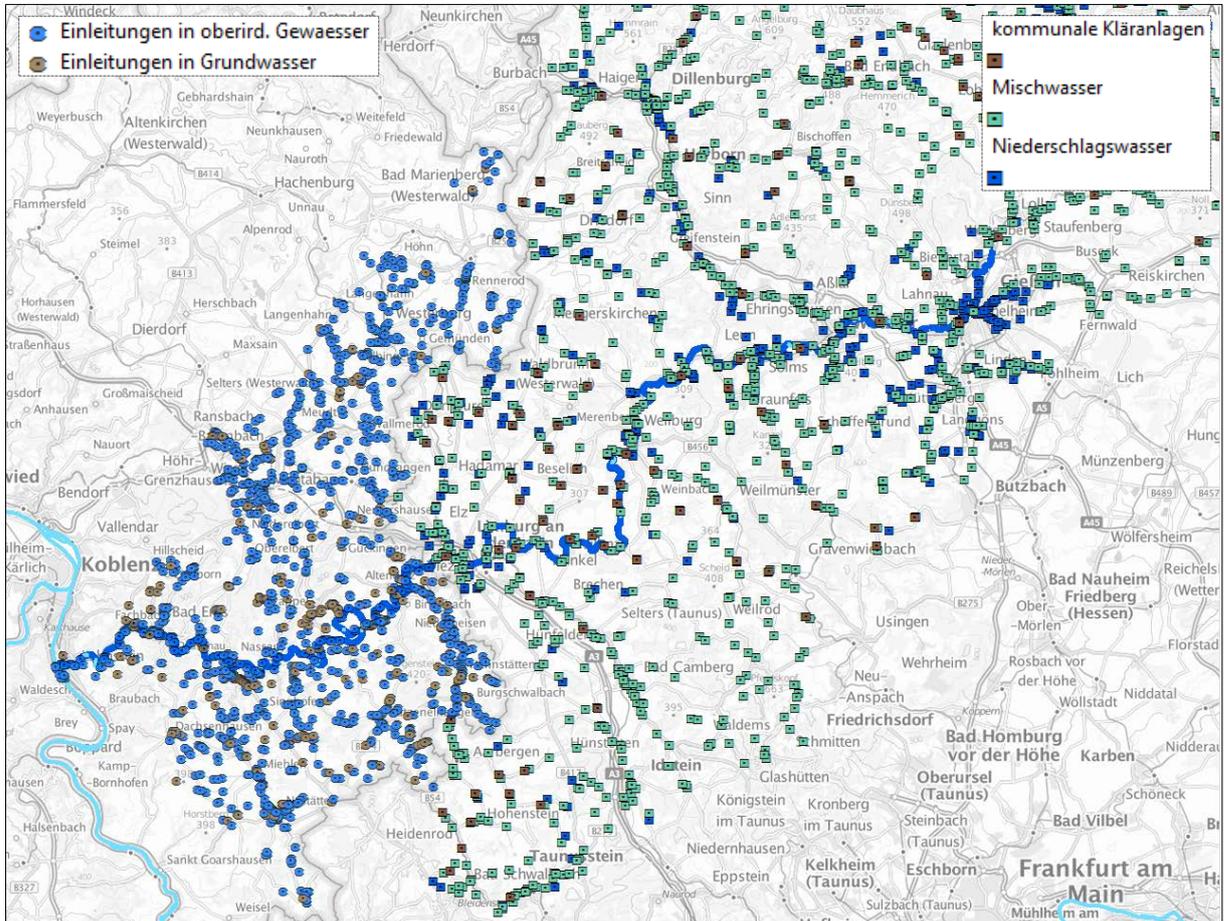


Abbildung 6-4: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu Einleitungen im Einzugsgebiet der Lahn (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Der Einfluss dieser zahlreichen diskontinuierlichen Einleitungen, insbesondere aus den Mischwasser- und Regenwassersystemen, kann sehr erheblich sein. Aus diesem Grund darf er bei der weiteren Betrachtung der Gewässer nicht unberücksichtigt bleiben.

6.3 Bergbaugebiete

6.3.1 Allgemein

Wie bereits in [Kapitel 6.1.1](#) ausgeführt, entfielen im Jahre 2013 (wie auch in den Vorjahren) etwa ¼ der gesamtdeutschen Wasserentnahmen auf den Bergbau und das verarbeitende Gewerbe. Der Bergbau benötigt diese Wasserentnahmen insbesondere für die Aufbereitung von Bodenschätzen (z.B. Erze) oder fördert es zur Entwässerung der Gruben (sogenanntes Grubenwasser), wenn diese unter den Grundwasserspiegel reichen. Mit der Entnahme von Grubenwasser in Bergbaugebieten können unter Umständen zahlreiche Konflikte mit anderen Wassernutzungen entstehen, z.B. der Grundwasserförderung für die Trinkwasserversorgung (trockenfallende Brunnen im Umland), der Landwirtschaft (sinkende Grundwasserspiegel) oder dem Naturschutz (Austrocknen von Biotopen

usw.). Selbst nach der Stilllegung von Bergbaugebieten und einzelnen Stollen können diese Konflikte noch lange nach ihrer ursprünglichen Nutzung Probleme bereiten.

6.3.2 Lahn

Der Homepage des Bergbau- und Stadtmuseums Weilburg an der Lahn zufolge gehören die „*Täler der Lahn-Dill-Mulde [...] zu den ältesten Eisenerzgewinnungs- und Verhüttungsstätten Deutschlands. Die Anfänge des Eisenerzbergbaus reichen zurück in die Keltenzeit (ca. 1000 v.Chr., Eisenverhüttung, Eisenverarbeitung). Erstmals belegt wird die Eisenerzgewinnung in unserer Gegend in einer Urkunde aus dem Jahre 780, wonach das Kloster Lorsch Eisen aus dem Weiltal bezog.*“ [62]

Gemäß den Ausführungen der Industrie- und Handelskammer Lahn-Dill wurden in der eisenerzreichen Lahn-Dill-Region

„seit Jahrhunderten [...] Erze gefördert und verhüttet. Bergbau und Eisenindustrie waren deren wirtschaftliches Rückgrat und bestimmten die wirtschaftliche Entwicklung bis zum ersten Weltkrieg. [...] So erfährt der nassauische Eisenerzbergbau nach den napoleonischen Kriegen eine Belebung. Vor allem in den Bergrevieren Dietz und Weilburg kommt es zum massiven Aufschwung. 1850 sind 414 Gruben in Betrieb, und die Schiffbarkeit der Lahn ermöglicht die Eisenerzausfuhr in großen Mengen. Zu diesem Zeitpunkt verzeichnet auch der Eisenerzbergbau im Raum Wetzlar-Dillenburg bereits hohe Wachstumsraten. Der Anschluss an das Eisenbahnnetz sorgt für weiteren Auftrieb. In den Gründerjahren 1872/73 erlebt die Eisenerzförderung ihren Höhepunkt: 1,24 Mio. t Eisenerze werden 1872 gefördert. [...] Die wachsende Nachfrage stellt den Bergbau jedoch vor massive Herausforderungen. Ab einer gewissen Größe wird der Einsatz von Dampfkraft erforderlich. Der dazu notwendige Kapitaleinsatz überfordert viele heimische Bergwerke. So erwerben Hüttenwerke an Rhein, Ruhr und Saar immer mehr Grubenbesitz und Schürfrechte im Lahngebiet. Mit dem Konjunkturereinbruch 1873 setzt die Krise des Eisenerzbergbaus in Lahn und Dill ein. [...] 1881 erreicht der neu gegründete Berg- und hüttenmännische Verein die Anerkennung der Bergbaugebiete als Notstandsgebiete, sodass 1886 ein Notstandstarif für Bahnfrachten eingeführt werden kann, der den Versand von Erzen verbilligt. So können Wettbewerbsnachteile ausgeglichen und das Überleben des Bergbaus gesichert werden. Doch dessen Abstieg wird langfristig damit nicht aufgehalten. [...] Da die Holzkohleöfen gegen die effizienteren Kokshochöfen langfristig nicht bestehen können, geben auch die anderen heimischen Hüttenwerke bis Ende des 19. Jahrhunderts die Eisenerzeugung auf und stellen ihren Betrieb auf Eisenverarbeitung und Eisenguss um. Und so verlegen sich die Hütten des Dillgebiets und des Hinterlands auf den Guss von Herden und Öfen. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts kommen 60 Prozent aller in Deutschland hergestellten Herde und Öfen aus dem Lahn-Dill-Gebiet. [...] Daneben gibt es im Kreis Wetzlar einige Drahtfabriken, die neben Puddelroheisen auch Kupfer verarbeiten. [...] Eine geringe wirtschaftliche Bedeutung hatte auch die Förderung von Kupfer-, Nickel- und Manganerzen. 1865 gab es im Bezirk der Handelskammer Dillenburg 15 Kupfererzgruben mit einer Gesamtförderleistung von 4.468 Zentnern Kupfererz, die – wie auch die Erzeugnisse der einzigen Nickelerzgrube – auf der Isabellenhütte bei Dillenburg verarbeitet wurden.“ [63]

Im Jahre 1981 wurde schließlich der letzte Hochofen in Wetzlar stillgelegt und somit das Ende der Eisenerzeugung im Lahn-Dill-Gebiet besiegelt. Stillgelegte Gruben und Bergwerke gibt es auch heutzutage noch im Lahntal zu entdecken. So bietet beispielsweise das Besucherbergwerk Fortuna bei Solms einen Einblick in den Eisenbergbau der Region zu damaliger Zeit. In [Abbildung 6-5](#) sind die Standorte von Bergbaubetrieben im Maßstab 1:2.000.000 dargestellt. Die Grundkarte der Bergbau- und Speicherbetriebe wird von der BGR in Kooperation mit den Bergbehörden der Bundesländer veröffentlicht (siehe [Lahn-GIS: wasserwirtschaftliche Nutzungen / Entnahmen / Bergbaugebiete](#)). Sie zeigt die Standorte von Bergbaubetrieben für Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Steine und

Erden, Eisen- und Manganerz und Salze. Die Jahresfördermengen werden in sechs Klassen dargestellt. Direkt an der Lahn gelegen in der Nähe der Ortslage Runkel befinden sich insgesamt drei Bergbaubetriebe (violette Dreieck „Qu“, Stand: 2015), die Quarzsand mit einer Jahresförderleistung von 0,1 bis 0,9 Mio. Tonnen gewinnen. Ein weiterer Standort direkt an der Lahn liegt in der Nähe der Ortschaften Solms und Braunfels (Förderung von Steinen und Erden).

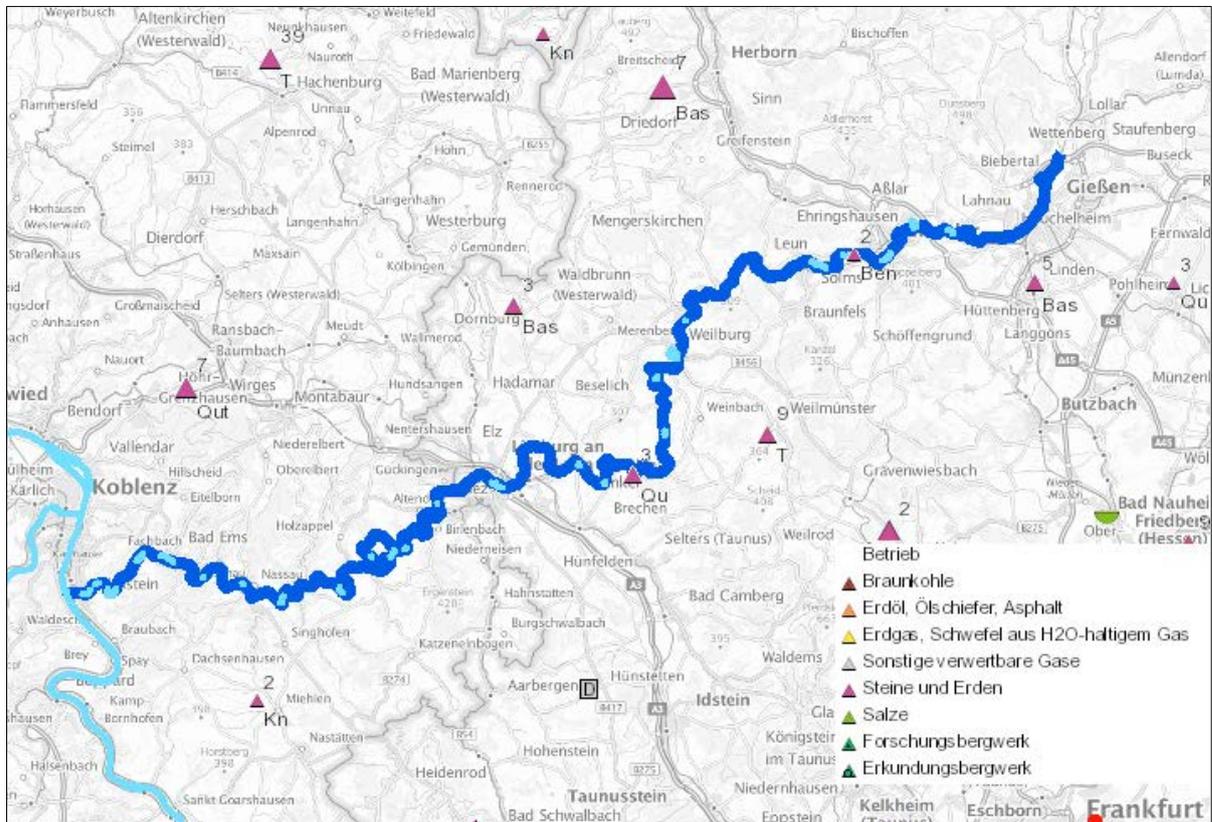


Abbildung 6-5: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu Standorten von Bergbaubetrieben (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

6.4 Wasserkraftanlagen

Da sich das Kapitel 6 mit den wasserwirtschaftlichen Nutzungen an der Lahn beschäftigt, ist an dieser Stelle auch noch die Nutzung der Wasserkraft zu nennen. An den meisten Staustufen der Lahn wird die potentielle Energie des aufgestauten Wassers genutzt, um elektrische Energie zu erzeugen. Die Wasserkraft gehört zu den regenerativen Energiequellen und wird deshalb von großen Teilen der Gesellschaft als wichtige Komponente im Prozess der laufenden Energiewende gesehen. Da Wasserkraft rund um die Uhr zur Verfügung steht, ist sie im Gegensatz zu vielen anderen regenerativen Energiequellen grundlastfähig. Für andere Teile der Gesellschaft stehen jedoch vor allem die negativen Auswirkungen der Wasserkraftnutzung auf das Ökosystem im Vordergrund. Dem UBA zufolge ist die energetische Nutzung der Gewässer

„mit erheblichen Eingriffen in Natur und Landschaft verbunden. Dies verändert das Ökosystem von Fließgewässern und Auen. [...] Mit [den notwendigen] Eingriffen in Natur und Landschaft sind folgende, besonders gravierende ökologische Beeinträchtigungen verbunden, die oftmals die Erreichung der Umweltziele im Gewässerschutz gefährden:

- die Unterbrechung der biologischen und morphodynamischen Durchgängigkeit der Fließgewässer
- die direkte Schädigung von Organismen, welche die Turbinenanlage passieren. Mehrere aufeinander folgende Wasserkraftwerke an einem Flusslauf stellen eine erhöhte Gefahr dar und können zur Gefährdung von Populationen führen

- *die Veränderung des Lebensraumes unterhalb von Stauwerken durch zu geringen Wasserabfluss im verbleibenden Gewässerbett“ [64]*

An der Lahn zwischen Badener Wehr und Lahnstein befinden sich insgesamt 25 Wasserkraftanlagen, die im Rahmen der Grundlagenermittlung im Lahn-GIS erfasst wurden. Sämtliche Informationen zu den Wasserkraftanlagen sind dem Teilbericht „Bauwerke und Strecke“ [14] zu entnehmen.

7 Abwasserentsorgung

Einen weiteren wichtigen Bestandteil im Wasserkreislauf stellt die Nachbehandlung und Entsorgung von Abwässern dar. Wie in [Kapitel 6.2](#) ausgeführt, bezeichnet der Begriff Abwasser sowohl das Schmutzwasser als auch das Niederschlagswasser von bebauten oder befestigten Flächen. Über das Abwasserkanalnetz werden die häuslichen und industriellen Abwässer gesammelt und den Kläranlagen zugeleitet. Hierbei wird grundsätzlich zwischen Mischsystemen und Trennsystemen unterschieden: Während bei einem Mischsystem das Abwasser und das Regenwasser z.B. von befestigten Oberflächen gemeinsam in einem Kanal abgeleitet und den Kläranlagen zugeführt wird, gibt es beim Trennsystem jeweils einen eigenen Kanal für Abwasser und Regenwasser. Die Abwässer werden über dieses separate Kanalnetz zur Kläranlage geleitet, während das Regenwasser in das nächste Gewässer eingeleitet wird oder im Boden versickert. Die Abwässer werden i.d.R. in industriellen oder kommunalen Kläranlagen oder, hauptsächlich in ländlichen Gebieten, in privaten Kleinkläranlagen gesammelt, geklärt und anschließend den Gewässern zugeführt. Gemäß § 57 WHG darf eine Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Direkteinleitung) „nur erteilt werden, wenn

1. *die Menge und Schädlichkeit des Abwassers so gering gehalten wird, wie dies bei Einhaltung der jeweils in Betracht kommenden Verfahren nach dem Stand der Technik möglich ist,*
2. *die Einleitung mit den Anforderungen an die Gewässereigenschaften und sonstigen rechtlichen Anforderungen vereinbar ist und*
3. *Abwasseranlagen oder sonstige Einrichtungen errichtet und betrieben werden, die erforderlich sind, um die Einhaltung der Anforderungen nach den Nummern 1 und 2 sicherzustellen.“ [4]*

Dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) zufolge ist Deutschland „das europäische Land, in dem am meisten Abwasser wiederaufbereitet und somit recycelt wird. Über 96 Prozent des Abwassers aus privaten Haushalten und öffentlichen Einrichtungen wird in nahegelegene Kläranlagen geleitet und gereinigt. Jedes Jahr erzeugen Haushalte, Industrie und Gewerbe in Deutschland über fünf Milliarden Kubikmeter Schmutzwasser. Aber nicht nur das: Rund drei Milliarden Kubikmeter Regen, die auf Straßen oder Flächen nicht versickern können, fließen mit in die Klärwerke. Dazu kommen jährlich erhebliche Mengen Fremdwasser, die über undichte Stellen ins Kanalnetz einsickern.“ [65]

7.1 Kommunale Kläranlagen

7.1.1 Allgemein

Dem Umweltbundesamt zufolge sind in Deutschland „ca. 94 Prozent der Bevölkerung an die kommunale Abwasserentsorgung angeschlossen. Hierzu stehen ca. 10.000 kommunale Kläranlagen zur Verfügung.“ [66]

In diesen kommunalen Kläranlagen wird das gesammelte häusliche Abwasser aus den Kanälen behandelt. Vorrangige Aufgabe ist hierbei die Eliminierung von Schadstoffen gemäß den Mindestanforderungen des Anhangs 1 der AbwV, um die Beeinträchtigung der Gewässer so weit wie möglich zu vermeiden. Die Abwasserreinigung erfolgt überwiegend im sogenannten Belebtschlammverfahren, wobei mehrere Reinigungsstufen nacheinander durchlaufen werden. Kommunale Kläranlagen sind i.d.R. kaskadenförmig aufgebaut und in die folgenden Reinigungsstufen eingeteilt:

Tabelle 7-1: Verfahren der Abwasserreinigung (Quelle: [67] u.a., eigene Darstellung)

Reinigungsstufe	Technische Einrichtungen	Reinigungsleistung
mechanische Reinigungsstufe	Rechen, Sandfang, Schotterfang, Fettfang, Vorklärbecken (Sedimentationsbecken)	Grobe Vorreinigung des Abwassers durch Entfernung von Fremdstoffen, mineralischen und organischen Verunreinigungen
biologische Reinigungsstufe	Belebungsbecken (bei Bedarf mehrere nacheinander), Nachklärbecken, Belebtschlammrückführung	Abbau organischer Inhaltsstoffe mithilfe von Bakterien und Mikroorganismen (Belebtschlamm) sowie Sauerstoff (Belüftung), Trennung von gereinigtem Abwasser und Belebtschlamm im Absetzbecken
chemische Reinigungsstufe	Flockung/Fällung (z.B. durch Phosphorfällung)	Entfernung gelöster Stoffe (z.B. Phosphor durch Zugabe von Eisen- oder Aluminiumsalzen)
Schlammbehandlung	z.B. Faultürme	Schlammstabilisierung, Verbrennung oder Ausbringung des Klärschlammes auf landwirtschaftliche Flächen

Die Ausbaugröße von Kläranlagen (Größenklassen) orientiert sich an der Anzahl aller angeschlossenen Einwohner und wird über Einwohnerwerte (EW) bzw. Einwohnergleichwerte (EGW) ausgedrückt. Je höher diese Zahl, desto leistungsfähiger die Anlage und desto größer die Abwassermenge, die gereinigt werden kann. Die Abwasserbehandlung in kommunalen Kläranlagen wird regelmäßig behördlich überwacht und muss dem neuesten Stand der Technik angepasst werden. Abwasserbehandlungsanlagen gehören zu den elektrischen Großverbrauchern und haben erheblichen Anteil am Gesamtenergieverbrauch. Dies lässt sich vor allem durch die aufwändige Belüftungstechnik in der biologischen Reinigungsstufe begründen, wie auch [Abbildung 7-1](#) entnommen werden kann. Insgesamt ergeben sich bei vielen kommunalen Kläranlagen in Deutschland immer noch erhebliche Energieeinsparpotentiale (v.a. durch Steigerung der Energieeffizienz bei der Belüftung oder durch die Behandlung und Verwertung von Klärschlamm).

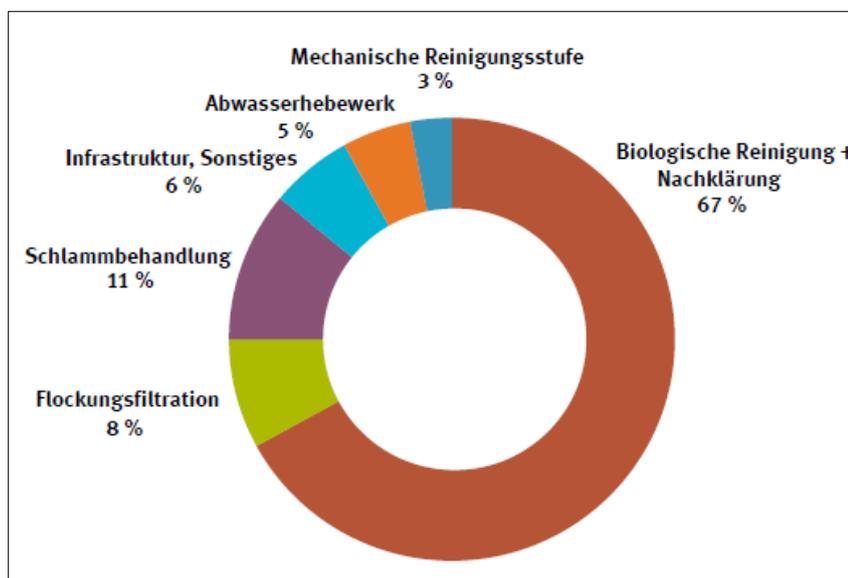


Abbildung 7-1: Typische Anteile der Verfahrensschritte am Gesamtenergiebedarf (Quelle: [68])

7.1.2 Lahn

Auch an der Lahn wird das anfallende Abwasser vorwiegend in kommunalen Kläranlagen aufbereitet. In [Abbildung 7-2](#) sind die Standorte der kommunalen Kläranlagen in Rheinland-Pfalz dargestellt. Diese sind in verschiedene Größenklassen (hier: GK) unterteilt, die den jeweils angeschlossenen Einwohnerwerten entsprechen. Die beiden größten kommunalen Kläranlagen an der rheinland-pfälzischen Lahn sind die Großkläranlagen Bad Ems (Ausbaugröße: 30.000 EW) und Diez (Ausbaugröße: 25.000 EW). Nähere Informationen können dem Lahn-GIS entnommen werden (siehe [Lahn-GIS: Abwasserentsorgung / RLP / Kommunale Abwasseranlagen](#)).

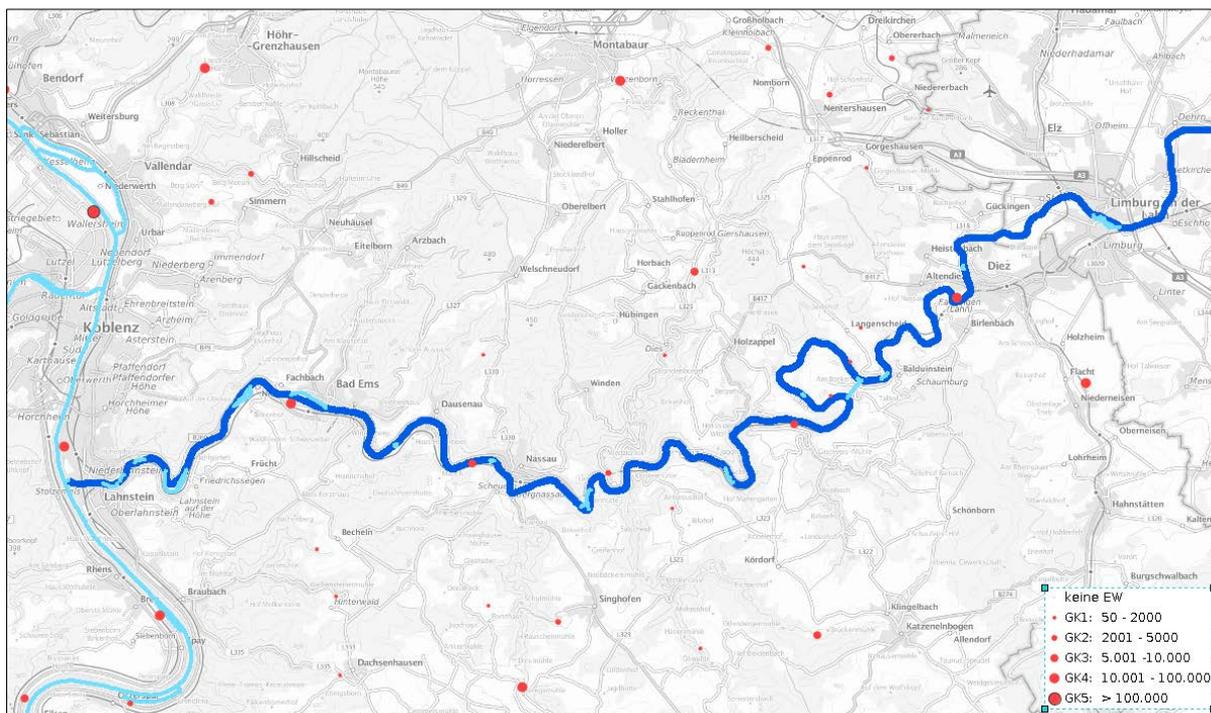


Abbildung 7-2: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu Standorten der kommunalen Kläranlagen (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Die größten kommunalen Kläranlagen im hessischen Einzugsgebiet der Lahn befinden sich bei Gießen (Ausbaugröße: 300.000 EW), Marburg (Ausbaugröße 155.000 EW), Kirchhain (Ausbaugröße 99.000 EW, Einleitung über die Ohm in die Lahn), Wetzlar (Ausbaugröße 80.000 EW) und Limburg (Ausbaugröße 68.000 EW). Eine vollständige Auflistung aller kommunalen Kläranlagen kann auch dem Lagebericht 2016 des Landes Hessen [69] entnommen werden.

In Hessen haben bereits in den Jahren 2011 bis 2015 zahlreiche Kläranlagen die Möglichkeit der vom Land Hessen geförderten Erstellung von Energieanalysen auf Grundlage der hessischen „Arbeitshilfe zur Verbesserung der Energieeffizienz von Abwasserbehandlungsanlagen“ [70] wahrgenommen. Die Förderung war geknüpft an die verbindliche Umsetzung besonders kosteneffizienter vorgeschlagener Maßnahmen innerhalb von 2 Jahren. Daher ist davon auszugehen, dass große Einsparpotentiale bereits aufgedeckt und umgesetzt wurden.

Die bekannten Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen im Einzugsgebiet der Lahn wurden bereits im [Kapitel 6.2](#) näher beschrieben, weitere Informationen können über das Lahn-GIS abgerufen werden (siehe auch [Lahn-GIS: wasserwirtschaftliche Nutzungen / Einleitungen](#)).

7.2 Industrielle Kläranlagen

7.2.1 Allgemein

Die in Deutschland anfallenden Industrieabwässer sind je nach Branche sehr unterschiedlich zusammengesetzt. In Abhängigkeit zum jeweiligen Gewerbe können z.B. vermehrt Öle und Fette (z.B. aus Schlachthäusern oder Molkereien), toxische Stoffe (z.B. aus Färbereien und Sprengstofffabriken) oder beispielsweise radioaktive Substanzen (z.B. aus der Nuklearmedizin) in Abwässern enthalten sein. Diese problematischen Inhaltsstoffe bedürfen einer besonders angepassten Abwasserreinigung.

„Industrieabwässer müssen i.d.R. vorbehandelt werden, bevor sie in öffentliche Kläranlagen eingeleitet werden können (Indirekteinleiter). Bei direkter Einleitung in Gewässer (Direkteinleiter) ist eine umfangreiche Reinigung in speziellen werkseigenen Kläranlagen erforderlich. Nach dem Abwasserabgabengesetz wird eine Abgabe für Direkteinleiter erhoben, die sich nach der Schädlichkeit des Industrieabwasser richtet.“ [71]

7.2.2 Lahn

Abbildung 7-3 können die Standorte der industriellen Kläranlagen an der rheinland-pfälzischen Lahn entnommen werden (siehe Lahn-GIS: Abwasserentsorgung / RLP / Industrielle Abwasseranlagen). Die Anlagen sind in Direkteinleiter (Kreis) und Indirekteinleiter (Quadrat) und zusätzlich danach unterteilt, ob es sich um Unternehmen nach der IVU-Richtlinie [72] (orange = kein IVU, grün = IVU) handelt. Diese Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung wurde 2010 mit wenigen, aber wesentlichen Änderungen in die Industrieemissionsrichtlinie (2010/75/EU) integriert.



Abbildung 7-3: Ausschnitt aus Lahn-GIS zu Standorten der industriellen Kläranlagen (Quelle: siehe Quellenangaben Lahn-GIS)

Neben den o.g. Standorten der industriellen Kläranlagen können im Lahn-GIS auch die industriellen Direkteinleiter („GINA“ = Gewässerbezogener Immissionsnachweis für Abwassereinleitungen) und die Betriebsstätten nach „PRTR“ (Pollutant Release and Transfer Register = europäisches Schadstofffreisetzungs- und Verbringungsregisters), die für das Jahr 2014 einer

Berichterstattungspflicht über ihre Freisetzung von Schadstoffen in Luft, Gewässer und Boden sowie über ihre Verbringung von Abfällen und Abwasser außerhalb ihres Standortes unterlagen, in Rheinland-Pfalz angezeigt werden.

8 Literaturverzeichnis

- [1] Umweltbundesamt, 2017. [Online]. Available: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser>. [Zugriff am 07 08 2017].
- [2] Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, [Online]. Available: <https://lfu.rlp.de/de/wasserwirtschaft/>. [Zugriff am 07 08 2017].
- [3] *EG-Wasserrahmenrichtlinie - Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik*, 2000.
- [4] *Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist*, 2009.
- [5] *Hessisches Wassergesetz (HWG) vom 14. Dezember 2010 (GVBl. I S. 548), zuletzt geändert durch Gesetz vom 28. September 2015 (GVBl. S. 338)*.
- [6] *Landeswassergesetz (LWG) vom 14. Juli 2015 (GVBl. 2015, 127), zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 22.09.2017 (GVBl. S. 237)*.
- [7] *Rohwasseruntersuchungsverordnung - Verordnung über die Untersuchung des Rohwassers von Wasserversorgungsanlagen vom 21. Februar 2007*.
- [8] *Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2615) geändert worden ist*.
- [9] *Abwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004 (BGBl. I S. 1108, 2625), die zuletzt durch Artikel 121 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist*.
- [10] „Geoportal Wasser Rheinland-Pfalz,“ [Online]. Available: <http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/391/>. [Zugriff am 26 10 2017].
- [11] „Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen,“ [Online]. Available: <http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>. [Zugriff am 24 10 2017].
- [12] „Hydrologischer Atlas Deutschland,“ [Online]. Available: http://www.bafg.de/DE/05_Wissen/01_InfoSys/HAD-Seite/HAD.html . [Zugriff am 14 11 2017].
- [13] Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Koblenz, „Lahnkonzept Status-Analyse - Teilbericht "Natur und Ökologie",“ Koblenz, 2019.
- [14] Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Koblenz, „Lahnkonzept: Statusanalyse - Teilbericht Bauwerke und Strecke -,“ Koblenz, 2019.
- [15] [Online]. Available: <http://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/hydrologie/7233>. [Zugriff am 27 11 2017].
- [16] Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz (MUFV), „Grundwasserbericht Rheinland-Pfalz 2007,“ Mainz, 2007.
- [17] Regierungspräsidium Gießen - Abteilung Umwelt, Dezernat 41.2 (Oberirdische Gewässer und Hochwasserschutz), „Hochwasserrisikomanagementplan für das hessische Einzugsgebiet der Lahn,“ Gießen, Juni 2015.
- [18] [Online]. Available: <http://www.pegelonline.wsv.de/gast/start>. [Zugriff am 08 04 2019].
- [19] Bundesanstalt für Gewässerkunde, „Unterhaltungsplan für die Bundeswasserstraße Lahn, Lahn-km 114,10 bis Lahn-km 136,30 (Abschnitt Hollerich - Niederlahnstein),“ Koblenz, 2007 (aktualisiert 2009).
- [20] Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Koblenz, *Auskunft der Fachabteilung Hydrologie*, Koblenz,

2019.

- [21] [Online]. Available: <http://www.wsa-koblenz.wsv.de/>. [Zugriff am 10 10 2017].
- [22] „Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch,“ [Online]. Available: <http://www.dgj.de/>. [Zugriff am 10 10 2017].
- [23] Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz, [Online]. Available: <http://www.hochwassermanagement.rlp.de/servlet/is/8604/?print=true>. [Zugriff am 11 08 2017].
- [24] *Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie - Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (ABl. L 288 vom 06.11.2007, S, 27)*, Straßburg, 2007.
- [25] Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz, „Bewertung des Hochwasserrisikos in Rheinland-Pfalz,“ Mainz, November 2010.
- [26] [Online]. Available: <https://www.hlnug.de/themen/wasser/hochwasser/retentionskataster-hessen.html>. [Zugriff am 28 11 2017].
- [27] [Online]. Available: <http://www.hochwassermanagement.rlp.de/servlet/is/177646/>. [Zugriff am 13 11 2017].
- [28] [Online]. Available: <http://hwrm.hessen.de/>. [Zugriff am 14 11 2017].
- [29] [Online]. Available: <https://www.hlnug.de/themen/wasser/hochwasser/hochwasserrisikomanagementplaene/lahn/hw-gefahren-karten.html>. [Zugriff am 14 11 2017].
- [30] Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, „Hochwasserrisikomanagementplan - Bearbeitungsgebiet Mittelrhein, Beitrag Rheinland-Pfalz,“ Mainz, 2015.
- [31] [Online]. Available: <http://www.hochwassermanagement.rlp.de/servlet/is/8675/>. [Zugriff am 06 11 2017].
- [32] [Online]. Available: <http://hwrm.hessen.de/>. [Zugriff am 09 11 2017].
- [33] Regierungspräsidium Gießen (Abteilung IV Umwelt) - Dezernat 41.2 Oberirdische Gewässer/Hochwasserschutz, „HWRMP Lahn (mit Dill, Kleebach und Ohm)-Maßnahmensteckbrief - einzugsgebietsbezogene Planungsebene,“ Gießen, 2015.
- [34] Regierungspräsidium Gießen, „HWRMP Lahn (mit Dill, Kleebach und Ohm). Maßnahmensteckbrief - lokale Planungsebene (HW-Brennpunkt: 1),“ 2015.
- [35] [Online]. Available: <https://www.hlnug.de/themen/wasser/hochwasser/hochwasserrisikomanagementplaene/lahn/massnahmenplanung.html>. [Zugriff am 22 11 2017].
- [36] [Online]. Available: <http://static.hlug.de/medien/wasser/rkh/retkat.php>. [Zugriff am 21 12 2017].
- [37] [Online]. Available: <http://www.geoportal.hessen.de>. [Zugriff am 08 11 2017].
- [38] [Online]. Available: <http://hwrm.hessen.de/mapapps/resources/apps/hwrm/index.html?lang=de>. [Zugriff am 28 12 2017].
- [39] Bundesanstalt für Gewässerkunde, [Online]. Available: http://www.bafg.de/DE/08_Ref/M2/03_Fliessgewmod/01_FLYS/flys_node.html. [Zugriff am 22 12 2017].
- [40] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz, „Hochwasserschutz in Rheinland-Pfalz. Hochwasserrisikomanagement nach Wasserhaushaltsgesetz und europäischen Vorgaben – Bestandsaufnahme 2014 und Ausblick,“ Mainz, 2014.
- [41] Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz, „Landesaktionsplan Hochwasserschutz Hessen“.

- [42] Regierungspräsidium Gießen, „Zentrale Hochwasserdienstordnung Lahn,“ 2011.
- [43] *DIN 4049-3:1994-10, Hydrologie - Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie*, 1994.
- [44] [Online]. Available: https://geoviewer.bgr.de/mapapps/resources/apps/geoviewer/index.html?lang=de&tab=grundwasser&cover=grundwasser_huek200_ogwl_ags. [Zugriff am 04 10 2017].
- [45] [Online]. Available: <http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/8266/>. [Zugriff am 28 12 2017].
- [46] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), „Grundwasserbeschaffenheitsbericht 2012,“ Wiesbaden, 2013.
- [47] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, „Klimafolgen in der Wasserwirtschaft (Grundwasser) - Flächendifferenzierte Untersuchungen zu möglichen Auswirkungen einer Klimaänderung auf die Grundwasserneubildung in Hessen. Abschlussbericht für den Bereich Grundwasser,“ Wiesbaden, 2005.
- [48] [Online]. Available: https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil1_grundwasserwirtschaft/doc/nr_151.pdf. [Zugriff am 12 01 2018].
- [49] Forschungszentrum Jülich GmbH, HYDOR Consult GmbH, Brandenburgisch-Technische Universität Cottbus, „Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit ausgewählter hydrostratigrafischer Einheiten in Deutschland (LAWA-Endbericht),“ Jülich, Berlin und Cottbus, 2002.
- [50] [Online]. Available: <https://www.dvgw.de/themen/wasser/verbraucherinformationen/wasserhaerte/>. [Zugriff am 12 01 2018].
- [51] [Online]. Available: <http://www.wasserhaerte.net/deutschland/index.html>. [Zugriff am 04 01 2018].
- [52] [Online]. Available: <https://www.hlnug.de/themen/wasser/grundwasser/grundwasserbeschaffenheit/nitratgehalte-im-grund-und-rohwasser.html>. [Zugriff am 31 08 2018].
- [53] [Online]. Available: <http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/trinkwasser/trinkwasser-trinkwasserschutzgebiete/>. [Zugriff am 12 01 2018].
- [54] [Online]. Available: <http://www.lahnsteiner.de/historie.html>. [Zugriff am 02 01 2018].
- [55] Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), *Empfehlungen: Grund- und Trinkwasser - Richtlinien für Heilquellenschutzgebiete*, Berlin, 1998.
- [56] [Online]. Available: <http://www.fachingen.de/default.aspx>. [Zugriff am 02 01 2018].
- [57] [Online]. Available: <http://www.karlssprudel.de/>. [Zugriff am 02 01 2018].
- [58] [Online]. Available: http://atlas.umwelt.hessen.de/servlet/Frame/atlas/wasser/of_wasser/nieder_txt.htm. [Zugriff am 07 08 2017].
- [59] [Online]. Available: https://www.rhein-zeitung.de/region/lokales/bad-ems_artikel,-victoriabrunnen-sprudelt-seit-130-jahren-_arid,250328.html. [Zugriff am 04 01 2018].
- [60] [Online]. Available: <http://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser-als-ressource/wasserressourcen-ihre-nutzung#textpart-1>. [Zugriff am 07 08 2017].
- [61] [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/wasserressourcen-ihre-nutzung>. [Zugriff am 05 01 2018].
- [62] [Online]. Available: <http://www.museum-weilburg.de/seite/107845/lahn-dill-gebiet.html>. [Zugriff am 05 01 2018].
- [63] [Online]. Available: https://www.ihk-lahndill.de/ueber_uns/150_Jahre_IHK_an_Lahn_und_Dill/Entwicklung_der_Wirtschaftsgeschich

- te/Im-Bann-der-Gruben/1395262. [Zugriff am 06 01 2018].
- [64] [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/energie-aus-wasserkraft#textpart-3>. [Zugriff am 04 09 2018].
- [65] [Online]. Available: <http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewaesser/abwasser/>. [Zugriff am 29 12 2017].
- [66] Umweltbundesamt, „Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen,“ Dessau-Roßlau, 2009.
- [67] [Online]. Available: <http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewaesser/abwasser/klaeranlage-kurzinfo/>. [Zugriff am 12 01 2018].
- [68] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, „Wasserwirtschaft in Deutschland. Teil 1: Grundlagen,“ Bonn, 2014.
- [69] Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, „Beseitigung von kommunalen Abwässern in Hessen, Lagebericht 2016,“ Wiesbaden, 2017.
- [70] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, „Arbeitshilfe zur Verbesserung der Energieeffizienz von Abwasserbehandlungsanlagen - Anforderungen an die Planung und Durchführung,“ Wiesbaden, 2011.
- [71] [Online]. Available: <http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/i/industrieabwaesser.htm>. [Zugriff am 05 01 2018].
- [72] *IVU-Richtlinie - Richtlinie 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Januar 2008 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung.*

Datenquellen Lahn-GIS, Teil "Wasserwirtschaft"

Layer	Typ	Stand	zur Verfügung gestellt auf / von...	Quelle/ inhaltlich verantwortlich	Zitiervorschlag	WMS-links
WASSERWIRTSCHAFT						
Hydrologie						
Einzugsgebiet	SHP	Sep 16	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Gewässerkunde		
Gewässernetz (WMS)						
Gewässernetz HE	WMS	k.A.	https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/wasser.html	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie		http://geodienste-umwelt.hessen.de/arcgis/services/inspire/gewaessernetz/MapServer/WmsServer?
Gewässernetz RLP	WMS	k.A.	https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/85600/	Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz		http://213.139.159.34/geoserver/gewaesser/wms?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetCapabilities&
Niederschlagshöhen						
Niederschlagshöhe	SHP	Sep 16	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Gewässerkunde		
Niederschlagshöhe_Sommer	SHP	Sep 16	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Gewässerkunde		
Niederschlagshöhe_Winter	SHP	Sep 16	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Gewässerkunde		
Pegel (WMS)						
PEGELONLINE	WMS	k.A.	https://www.pegelonline.wsv.de/webservice/wmsAktuell	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes		http://www.pegelonline.wsv.de/webservices/gis/wms?
Pegel-Messstellen RLP	WMS	k.A.	https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/8543/	Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz		http://213.139.159.34/geoserver/messstellen/pegel/wms?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetCapabilities&
Stauwurzeln						
Stauwurzeln_MNQ aus FLYS	SHP	k.A.	Bundesanstalt für Gewässerkunde / WSA Koblenz	Bundesanstalt für Gewässerkunde / WSA Koblenz		
Stauwurzeln_MQ aus FLYS	SHP	k.A.	Bundesanstalt für Gewässerkunde / WSA Koblenz	Bundesanstalt für Gewässerkunde / WSA Koblenz		
Stauwurzeln_MQ_Bfg	SHP	k.A.	Bundesanstalt für Gewässerkunde / WSA Koblenz	Bundesanstalt für Gewässerkunde / WSA Koblenz		
Fließgewässer-Messstellen						
<i>Messstellen HE</i>						
chem_messtellen_bp_2015_lahn	SHP	Jan 18	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie		
biomess_bp_2015_lahn	SHP	Feb 18	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie		
<i>Messstellen RLP</i>						
Messstellen_Lage (WMS)	WMS	k.A.	https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/8544/	Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz		http://213.139.159.34/geoserver/messstellen/fliessgewaesser/wms?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetCapabilities&
Messstellen_Chemie	SHP	Mai 17	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz	Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz		
Hochwasser						
Hochwassergefahrenkarten (HWGK)						
<i>HWGK Hessen</i>						
<i>Gefahrenkarten HE</i>						
Überschwemmungsflächen	SHP	Apr 18	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Darstellung auf der Grundlage von Daten des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden	
Überschwemmungshöhen (Wassertiefe in cm)	Raster	Apr 18	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Darstellung auf der Grundlage von Daten des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden	
Gefahrenkarten_HE (WMS)	WMS	k.A.	https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/wasser.html	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie		http://www.geoportal.hessen.de/mapbender/php/wms.php?inspire=1&layer_id=38437&
<i>HWGK RLP</i>						
<i>Gefahrenkarten RLP</i>						
Überschwemmungsflächen	SHP	Mai 18	Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz	Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz		
Überschwemmungshöhen (Wassertiefe in cm)	Raster	Mai 18	Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz	Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz		
Gefahrenkarten_RLP (WMS)	WMS	k.A.	https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/9260/	Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz		http://213.139.159.34/geoserver/hwmr/ueberflutungsgebiete_hq10/wms?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetCapabilities&
Hochwasserrisikokarten (HWRK)						
HWRK Hessen	SHP	Apr 18	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Darstellung auf der Grundlage von Daten des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden	
<i>HWRK RLP (werden aktuell überarbeitet und nachgeliefert)</i>						
Überschwemmungsgebiete (ÜSG)						
<i>ÜSG HE</i>						
ÜSG_Lahn u NebenGew	SHP	Apr 18	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Darstellung auf der Grundlage von Daten des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden	
ÜSG_HQ100 (WMS)	WMS	k.A.	https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/wasser.html	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie		http://www.geoportal.hessen.de/mapbender/php/wms.php?inspire=1&layer_id=38367&
<i>ÜSG_RLP</i>						
ÜSG_GESETZLICH	SHP	Dez 17	Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz	Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz		
ÜSG_gesetzlich (WMS)	WMS	k.A.	https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/8550/	Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz		http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_showMetadata.php?layer_id=48914&PHPSESSID=0fad201429a9f9d4e649559b2f084e61&REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&withChilds=1&
ÜSG_nachrichtlich (WMS)	WMS	k.A.	https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/8550/	Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz		http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_showMetadata.php?layer_id=48915&PHPSESSID=0fad201429a9f9d4e649559b2f084e61&REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&withChilds=1&

Layer	Typ	Stand	zur Verfügung gestellt auf / von...	Quelle/ inhaltlich verantwortlich	Zitiervorschlag	WMS-links
Überschwemmungsflächen BfG (FLYS)	SHP	Sep 16	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Gewässerkunde		
Hochwasserschutzmaßnahmen						
HW-Schutz_HE						
Deiche Hessen_Lahn_u_NebenGew	SHP	Apr 18	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Darstellung auf der Grundlage von Daten des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden	
HW-Schutz_RLP (WMS)	WMS	k.A.	http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_showMetadata.php/./wms.php?layer_id=53149&PHPSESSID=0fad201429a9f9d4e649559b2f084e61&REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&withChilds=1&	Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz		http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_showMetadata.php/./wms.php?layer_id=53149&PHPSESSID=0fad201429a9f9d4e649559b2f084e61&REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&withChilds=1&
Grundwasser						
Hydrogeologie						
GK1000_Geologische Karte (WMS)	WMS	k.A.	https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/DetailResult.do?fileIdentifier=ADB575F8-6BA6-48B6-A1EB-9D5980935F37	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe	GK1000, (c) BGR Hannover, 2014	https://services.bgr.de/wms/geologie/gk1000/
GÜK200_Geologische Übersichtskarte (WMS)	WMS	k.A.	https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/DetailResult.do?fileIdentifier=ADB575F8-6BA6-48B6-A1EB-9D5980935F37	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		https://services.bgr.de/wms/geologie/guek200/
GÜK300_Hessen (WMS)	WMS	k.A.	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie		http://geoportal.hessen.de/mapbender/php/mod_showMetadata.php/./wms.php?layer_id=50001&PHPSESSID=s7mtmn7g8ptkfn44gt0kqa2p4&REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&withChilds=1&
HÜK200 Hydrogeologische Übersichtskarte (WMS)						
HÜK200_Hintergrundwerte	WMS	k.A.	https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/DetailResult.do?fileIdentifier=ADB575F8-6BA6-48B6-A1EB-9D5980935F37	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		https://services.bgr.de/wms/grundwasser/huek200_ogwl/
HÜK200_RLP	WMS	k.A.	Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz	Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz		http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_showMetadata.php/./wms.php?layer_id=53700&PHPSESSID=0fad201429a9f9d4e649559b2f084e61&REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&withChilds=1&
BÜK500_Bodenübersichtskarte Hessen (WMS)	WMS	k.A.	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie		http://geodienste-umwelt.hessen.de/arcgis/services/boden/buek500/MapServer/WmsServer?
Schutzpotential Grundwasserüberdeckung (WMS)	WMS	k.A.	https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/DetailResult.do?fileIdentifier=ADB575F8-6BA6-48B6-A1EB-9D5980935F37	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		https://services.bgr.de/wms/grundwasser/sgwu/
geologische Daten HAD_LDK bis Westerwald	SHP	Nov 17	https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/DetailResult.do?fileIdentifier=ADB575F8-6BA6-48B6-A1EB-9D5980935F37	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		
geologische Grenzen HAD_LDK bis Westerwald	SHP	Nov 17	https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/DetailResult.do?fileIdentifier=ADB575F8-6BA6-48B6-A1EB-9D5980935F37	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		
Grundwasserneubildung						
GWNB/Jahr	SHP	Sep 17	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Gewässerkunde		
Mittlere jährliche GWNB_gesamt (WMS)	WMS	k.A.	https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/DetailResult.do?fileIdentifier=ADB575F8-6BA6-48B6-A1EB-9D5980935F37	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		https://services.bgr.de/wms/grundwasser/had_55/
Grundwassermessstellen						
GW-Messstellen HE (WMS)	WMS	k.A.	https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/wasser.html	Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation		http://www.geoportal.hessen.de/mapbender/php/wms.php?inspire=1&layer_id=38405&
GW-Messstellen RLP (WMS)	WMS	k.A.	https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/8545/	Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz		http://213.139.159.34/geoserver/messstellen/grundwasser/wms?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetCapabilities&
Grundwasserbeschaffenheit						
Gesamthärte	SHP	Sep 17	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		
Beschaffenheit und Wasserhärte	SHP	Sep 17	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		
Chemismus/Gesamtmineralisation (WMS)	WMS	k.A.	https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/DetailResult.do?fileIdentifier=ADB575F8-6BA6-48B6-A1EB-9D5980935F37	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		https://services.bgr.de/wms/grundwasser/had_57/
erhöhte Gehalte_Chlorid, Sulfat, Eisen/Mangan	SHP	Sep 17	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		
Ergiebigkeit	SHP	Sep 17	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		
Wasserschutzgebiete						
Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete HE (WMS)	WMS	k.A.	https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/wasser.html	Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation		http://geoportal.hessen.de/mapbender/php/mod_showMetadata.php/./wms.php?layer_id=49955&PHPSESSID=s7mtmn7g8ptkfn44gt0kqa2p4&REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&withChilds=1&
Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete HE	SHP	Okt 17	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie		
Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete RLP (WMS)	WMS	k.A.	https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/8548/	Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz		http://213.139.159.34/geoserver/wsg/twsg_rvo/wms?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetCapabilities&
Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete RLP	SHP	Mai 17	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten	Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz		
Mineralwassereinzugsgebiete RLP	SHP	Mai 17	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten	Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz		
Anzahl Trinkwasser und Heilquellenschutzgebiete	SHP	Mai / Okt 17	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie / Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten (s.o.)	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie / Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten		
wasserwirtschaftliche Nutzungen						
Entnahmen						
Wasserentnahmen HE	SHP	Nov 16	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Gewässerkunde		
Wasserentnahmen RLP						
Wasserentnahmen RLP	SHP	Jan 17	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Gewässerkunde		

Layer	Typ	Stand	zur Verfügung gestellt auf / von...	Quelle/ inhaltlich verantwortlich	Zitiervorschlag	WMS-links
Wassergewinnung öffentl. Wasserversorgung Wasserverbrauch 2013	WMS	k.A.	Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz	Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz		http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_showMetadata.php/./wms.php?layer_id=49603&PHPSESSID=8ec6a16f8f2de2aa5ded71a761bb67a2&REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1&SERVICE=WMS&withChilds=1&
Uferfiltrat	SHP	Jun 16	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		
Einleitungen						
Einleitungen HE	SHP	Jan 18	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie		
Einleitungen RLP	SHP	Jan 17	Bundesanstalt für Gewässerkunde			
Bergbaugebiete (WMS)	WMS	k.A.	https://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/DetailResult.do?fileIdentifier=ADB575F8-6BA6-48B6-A1EB-9D5980935F37	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		https://services.bgr.de/wms/rohstoffe/bergsp/?
Abwasserentsorgung						
Abwasserentsorgung HE (werden nachgeliefert)						
Abwasserentsorgung RLP (WMS)						
Kommunale Abwasseranlagen	WMS	k.A.	https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/8540/	Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz		http://213.139.159.34/geoserver/anlagen/komm_klaeranlagen/wms?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetCapabilities&
Industrielle Abwasseranlagen	WMS	k.A.	https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/8546/	Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz		http://213.139.159.34/geoserver/anlagen/industrielle_einleiter/wms?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetCapabilities&
Industrielle Kläranlagen_Direkteinleiter (GINA = Gewässerbezogener Immissionsnachweis für Abwassereinleitungen)	WMS	k.A.	http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_showMetadata.php?languageCode=de&resource=layer&layout=tabs&id=55096	Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz		http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_showMetadata.php/./wms.php?layer_id=55082&PHPSESSID=0fad201429a9f9d4e649559b2f084e61&REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&withChilds=1&
PRTR_Betriebsstaetten_RLP_2014	WMS	k.A.	http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_showMetadata.php?resource=layer&id=48386	Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz		http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_showMetadata.php/./wms.php?layer_id=48393&PHPSESSID=0fad201429a9f9d4e649559b2f084e61&REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&withChilds=1&