

Studie zur

GRUNDWASSER- BEWIRTSCHAFTUNG IN DER UNTERMAINEBENE

Abteilung Umwelt Darmstadt



VORWORT

Die hessische Untermainebene bildet neben dem Hessischen Ried ein bedeutendes Grundwasservorkommen, das zur Versorgung von beinahe einer halben Million Menschen in Südhessen genutzt wird. Aufgrund der intensiven Flächennutzung durch Siedlung, Gewerbe, Sand- und Kiesgewinnung sowie Landwirtschaft unterliegt das Grundwasser in Menge und Qualität verschiedenen, teilweise konkurrierenden Einflussfaktoren.

Überdies stellen klimatische Veränderungen und steigende Bevölkerungszahlen im Rhein-Main-Gebiet neue Herausforderungen an die Behörden, Kommunen und Wasserversorger.

Mit der vorliegenden Studie stellt das Regierungspräsidium Darmstadt die Grundlagen für eine nachhaltige und zukunftsorientierte Bewirtschaftung des Grundwassers in der hessischen Untermainebene und liefert eine Planungshilfe, um die Bevölkerung in der Region langfristig gesichert mit Wasser zu versorgen.

Prof. Dr. habil. Jan Hilligardt

Regierungspräsident



Behördliche Einordnung der Studie

1. Ziele und Rechtscharakter der Studie

Die Grundwasserbewirtschaftungsstudie Untermainebene bettet sich neben der Umsetzung weiterer Maßnahmen, wie z. B. den kommunalen und teilräumigen Wasserkonzepten, in den Zukunftsplan Wasser – wasserwirtschaftlicher Fachplan Hessen – des Hessischen Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat ein. Die vorliegende Studie zur Grundwasserbewirtschaftung in der Untermainebene zeigt die aktuelle Ressourcennutzung und die langfristige Ressourcenverfügbarkeit unter Berücksichtigung der Themenfelder Klimawandel und Bevölkerungsentwicklung auf. Sie dient der oberen Wasserbehörde als interne Handlungshilfe im Vollzug und ersetzt nicht die gesetzlich vorgegebenen Verfahren zur Zulassung einzelner Gewässerbenutzungen sowie die aus diesen resultierenden Entscheidungen. Sie soll das Ausüben des Bewirtschaftungsermessens der Wasserbehörden im Sinne der wasserrechtlichen Vorgaben in Bezug auf eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung lenken und bildet damit die Voraussetzung für eine langfristig gesicherte Wasserversorgung. Des Weiteren soll sie die Einhaltung der Vorgaben nach Wasserrahmenrichtlinie – insbesondere den Erhalt des guten mengenmäßigen Zustands – ermöglichen.

Die Studie wurde in Abstimmung mit dem Dezernat Grundwasser der Abteilung Umwelt Darmstadt des Regierungspräsidiums Darmstadt erarbeitet. Flankierend zu der fachlichen Bearbeitung wurden die weiteren Dezernate Naturschutz, Forsten, Landwirtschaft, Oberflächengewässer, Abwasser und Bodenschutz sowie das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Dezernat Hydrogeologie und Grundwasser beteiligt.

2. Ergebnisse der Studie

2.1 Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Bei dem betrachteten Bilanzgebiet handelt es sich um ein Teilgebiet des Grundwasserkörpers 2470_3201. Es deckt 66 % der Fläche des Grundwasserkörpers ab. Angrenzende Grundwasserkörper werden über Randzuflüsse teilweise berücksichtigt.

Der Bewirtschaftungsplan gemäß Wasserrahmenrichtlinie für den Zeitraum 2021 bis 2027 inkl. einer weitergehenden Beschreibung ergab für den Grundwasserkörper 2470_3201, dass die mittlere tatsächliche Entnahme (2015 bis 2017) bereits 89 % der mittleren Grundwasserneubildung aus Niederschlag des Zeitraums 1981 bis 2010 entsprach. Hinsichtlich der Einstufung des mengenmäßigen Zustands wurde für den in der Studie betrachteten Teilbereich unter Berücksichtigung der tatsächlichen Entnahmen der gute Zustand bestätigt. Hierbei blieben allerdings die tatsächlichen Entnahmemengen von Sanierungsverfahren, Tagebaubetrieben und ein Teil der Entnahmen mit einer Menge geringer als 3.600 m³/Jahr unberücksichtigt, da hierfür keine Meldungen vorlagen. Für die Bewertung des mengenmäßigen Zustands ist in einer weitergehenden Beschreibung neben der Gegenüberstellung von Entnahmemengen und Grundwasserneubildung auch die Entwicklung der Grundwasserstände zu betrachten (§ 4 Abs. 2 Nr. 1 GrwV). Für die Bewertung der Trendentwicklung der Grundwasserstände im Rahmen der Zustandsermittlung für den aktuellen Bewirtschaftungsplan nach WRRL in Hessen wurde der Betrachtungszeitraum 2000 bis 2018 herangezogen. Anhand von 72 Landesgrundwasserdienst-Messstellen wurde eine Bewertung des Trends für den gesamten Grundwasserkörper 2470_3201 vorgenommen. An vier Messstellen, die innerhalb des Betrachtungsraums dieser Studie liegen, zeichnete sich ein negativer Trend ab. Da die Mehrzahl der Landesgrundwasserdienst-Messstellen in dem gesamten Grundwasserkörper nach dieser Auswertung keinen negativen Trend verzeichnete, konnte der gute Zustand auch nach der weitergehenden Beschreibung bestätigt werden. Zu der Tatsache, dass sich kein negativer Trend an diesen Grundwassermessstellen eingestellt hat, haben sicherlich auch die bereits jetzt in wasserrechtlichen Zulassungen festgesetzten Maßnahmen beim Erreichen von Niedriggrundwasserständen beigetragen. Der Bewirtschaftungsplan ist unter Berücksichtigung der jeweils aktuellen Randbedingungen fortzuschreiben.

Hinsichtlich des chemischen Zustands wurde der Grundwasserkörper 2470_3201 im Zuge der letzten Zustandsbewertung für den aktuellen Bewirtschaftungsplan nach WRRL in Hessen in den schlechten Zustand eingestuft. Als ursächlich hierfür wurden diffuse Belastungen aus der Landwirtschaft aufgeführt, die zu einer Überschreitung der Schwellenwerte für die Parameter Nitrat und Pflanzenschutzmittel führten.

Das Ergebnis der obenstehenden Betrachtungen – eine sehr hohe Auslastung des Grundwasserkörpers und insbesondere des beschriebenen Bilanzgebietes sowie der schlechte chemische Zustand nach WRRL – bestätigten die Notwendigkeit der Erstellung der nun vorliegenden Studie.

2.2 Nutzbares Grundwasserdargebot

Das nutzbare Grundwasserdargebot ist gemäß DIN 4049-3 der Teil des gewinnbaren Grundwasserdargebots, der für die Wasserversorgung unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen genutzt werden kann. Die unter diesem Punkt sowie Punkt 2.3 beschriebenen Ermittlungen fanden unter Zuhilfenahme eines dreidimensionalen, instationären, numerischen Grundwassermodells statt. In der Studie werden als Randbedingungen Trockenperioden wie in den Jahren 2014 bis einschließlich 2019 als aktuellste abbildbare Trockenperiode, mögliche weitere klimatische Entwicklungen sowie eine umweltverträgliche Grundwasserstandsentwicklung berücksichtigt. Das nutzbare Dargebot wird konkret über naturschutzfachliche Anforderungen an einzelne Grundwasserstände zur Erhaltung grundwasserabhängiger Landökosysteme definiert bzw. hierdurch begrenzt. Das derzeit zur Verfügung stehende nutzbare Dargebot beträgt im Bilanzgebiet ca. 35 Mio. m³/a. Dies berücksichtigt die tatsächlichen klimatischen Verhältnisse bis 2019 und die aktuell vorhandene Gewinnungsstruktur. Der weitere Verlauf der derzeitigen Trockenperiode mit den Verhältnissen der Jahre 2018-2022 konnte aufgrund des Projektzeitplanes nicht mehr vollständig abgebildet werden. Faktoren wie der Klimawandel auf der Dargebotsseite und die Bevölkerungsentwicklung auf der Bedarfsseite können für die Zukunft nur über Prognosen und Projektionen abgeschätzt werden. Daher ist für die behördliche Bewirtschaftung eine konservative Herangehensweise heranzuziehen, welche eine ungünstige klimatische Entwicklung zugrunde legt. Hieraus ergibt sich für den betrachteten Bilanzraum ein langfristig gesichertes nutzbare Grundwasserdargebot von ca. 31 Mio. m³/Jahr (bis 2050). Dem stehen derzeit erteilte Wasserrechte in Höhe von 32,66 Mio. m³/Jahr zzgl. Sanierungsentnahmen, Abbaurechte der Tagebaue und erlaubnisfreie Grundwasserentnahmen gegenüber.

2.3 Naturschutzfachliche Niedriggrundwasserstände und Hydrologische Mindestgrundwasserstände

Um eine Überschreitung des ermittelten nutzbaren Dargebotes erkennen zu können, werden erforderliche naturschutzfachliche Niedriggrundwasserstände vorgegeben. Diese dürfen im Rahmen der Bewirtschaftung nicht unterschritten werden.

An die Ausschöpfung des nutzbaren Dargebotes sind außerdem minimale Grundwasserstände im gesamten Bilanzraum gekoppelt. Im Rahmen der Erstellung der Studie wurden diese durch den Gutachter in Form hydrogeologischer Mindestgrundwasserstände vorgeschlagen. Sie dienen dem wasserwirtschaftlichen Monitoring und stellen zusätzliche Anzeiger hinsichtlich einer Übernutzung des nutzbaren Dargebotes dar. Die Mindestgrundwasserstände sind auf Basis des Grundwassermodells der Gutachter entstanden und werden in den wasserrechtlichen Verfahren zur Anwendung kommen (Anlage 1). Sie finden Anwendung für 24 im Bilanzgebiet liegende Messstellen des Landesgrundwasserdienstes, welche eindeutig dem Hauptgrundwasserleiter zugeordnet werden können und welche ebenfalls bei der weitergehenden Beschreibung des Grundwasserkörpers gemäß WRRL berücksichtigt wurden. Die hydrogeologischen Mindestgrundwasserstände stehen in hydraulischer Verbindung mit den naturschutzfachlichen Niedriggrundwasserständen. Sie bilden das nutzbare Grundwasserdargebot im Bilanzgebiet aufgrund der Trägheit des geohydraulischen Systems im Vergleich zu den naturschutzfachlichen Niedriggrundwasserständen in etwas geringerer Schärfe ab und sind im Vollzug gleichermaßen anzuwenden. Für die Mehrzahl der Werte fand eine Prüfung durch das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) hinsichtlich ihrer Kompatibilität mit der Trendbewertung gemäß WRRL statt (Einhaltung des Verschlechterungsverbotes). Im Rahmen der wasserrechtlichen Verfahren findet eine weitere Überprüfung der Werte statt. Neue wasserwirtschaftliche Erkenntnisse können zukünftig (z.B. im Zuge einer Modellfortschreibung) zu einer Anpassung der hydrogeologischen Mindestgrundwasserstände führen. Das vorliegende Konzept sollte in diesem Sinne regelmäßig geprüft und gegebenenfalls fortgeschrieben werden.

2.4 Qualitative Belastungen des Grundwassers

Der qualitative Zustand des Grundwassers kann ebenfalls zu einer Einschränkung des nutzbaren Dargebotes führen und ist für dessen Ermittlung relevant. Die Belastungssituation im Bilanzgebiet wird insbesondere durch den flächenhaften Eintrag von Stoffen wie Nitrat, Phosphor und Pflanzenschutzmittel geprägt (siehe auch Abschnitt 2.1), sowie von Spurenstoffen, die über die Kläranlagen in Fließgewässer eingeleitet werden und ins Grundwasser gelangen. In der Studie wurden auch durch Grundwasserschadensfälle oder Tagebaubetriebe verursachte Belastungen und das von ihnen ausgehende Gefährdungspotenzial betrachtet.

Festgestellt werden kann, dass es derzeit zu keiner zusätzlichen Einschränkung des nutzbaren Dargebotes aufgrund von qualitativen Belastungen im Bilanzgebiet kommt.

Vertiefend ausgewertet wurde die Belastung des Grundwassers durch Spurenstoffe. Die Zusammenstellung der zwischen 2018 und 2020 erhobenen Daten der Spurenstoffmessungen an Grundwassermessstellen entlang von abwasserbeeinflussten Fließgewässern und den von 2016 bis 2020 durchgeführten Messungen in den Fließgewässern ergaben ein Bild, welches mit der Situation im Hessischen Ried vergleichbar ist. An einigen Stellen, in denen die Boden- und Grundwasserverhältnisse ein Versickern von abwasserbeeinflussten Fließgewässern begünstigen, sind Spurenstoffe wie Arzneimittel, Süßstoffe oder Korrosionsschutzmittel nachweisbar. Die Konzentrationen im Grundwasser lagen oft unterhalb der jeweiligen Vorsorgewerte für Trinkwasser. Es zeigten sich an den Gewässergütemessstellen in den Fließgewässern mit einer Kläranlage im Oberstrom deutliche Überschreitungen der festgelegten Qualitätsziele.

Aufgrund der geringen Datenlage konnten in dieser Studie keine belastbaren Zeitreihen erstellt werden, so dass es nicht möglich war, eine Aussage zu dem Trend und der weiteren Entwicklung zu tätigen. Daher ist aufgrund der Belastungssituation in einigen Fließgewässern ohne Maßnahmen auch zukünftig mit einem Eintrag und auch mit einer Anreicherung bestimmter Spurenstoffe zu rechnen. Für die öffentliche Wasserversorgung kann es daher zukünftig unter Umständen in einzelnen Fällen zu Einschränkungen des nutzbaren Dargebotes kommen, welches beispielsweise in höheren Kosten für die Aufbereitung oder in der Aufgabe einzelner Brunnen resultieren kann. Dieser Sachverhalt ist auch bei der Erteilung von Wasserrechten von Bedeutung. Es wird daher empfohlen, die Belastungssituation im Grundwasser und deren Dynamik weiter zu untersuchen. Dies sollte insbesondere vor dem Hintergrund der zweiten Novelle der Trinkwasserverordnung, in der ab 2026 erstmals strenge Grenzwerte für per- und polyfluorierte Chemikalien geregelt sind, vorgenommen werden. In ihr sind Parameter bzw. Summenparameter enthalten, die in dieser Studie nur teilweise betrachtet werden konnten. Im Ergebnis könnten daraus weitere Maßnahmen an relevanten Kläranlagen zu empfehlen sein, wie zum Beispiel der Ausbau einer 4. Reinigungsstufe.

2.5 Oberflächengewässer

Das Grundwasser steht in hydraulischer Wechselwirkung mit Oberflächengewässern und kann diese beeinflussen, wenn der Grundwasserspiegel mindestens höher als die Sohlhöhe des Oberflächengewässers liegt.

Eine Betrachtung mit einer Quantifizierung dieser Wechselwirkungen wurde in der Stellungnahme des Dezernates Oberflächengewässer erbeten. Da im betrachteten Bilanzgebiet keine langfristigen Erhöhungen von Grundwasserentnahmen vorgesehen sind, sind keine entnahmebedingten, negativen Veränderungen von Oberflächengewässerabflüssen zu erwarten. Eine quantifizierende Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen Grundwasser und Oberflächengewässer ging über den Umfang dieser Studie hinaus und wäre in einem eigenen Beitrag zu bearbeiten.

2.6 Tagebaue

Der Abbau von Sand und Kies im Grundwasser wirkt sich hydraulisch auf die Grundwasserstände aus, da das entnommene Rohstoffvolumen durch nachströmendes Grundwasser ersetzt wird. Im Vergleich zu den Entnahmen für die öffentliche Wasserversorgung geht vom Sand- und Kiesabbau in der Untermainebene ein untergeordneter Einfluss auf die Grundwasserstände aus.

In der Studie werden die grundwasserbilanziellen Auswirkungen des Abbaus (Haftwasserentnahmen, Landnutzungsänderungen) von oberflächennahen Sanden und Kiesen nur teilweise erfasst. Die Absenkung der Grundwasseroberfläche, welche durch die Entnahme von Sanden und Kiesen im Bereich der Abgrabungen entsteht, ist innerhalb der Studie nicht dargestellt, muss aber im Einzelfall betrachtet werden. Grundsätzlich, aber auch vor dem Hintergrund der weitgehenden Ausschöpfung des nutzbaren Grundwasserdargebotes

sind die vollständigen Auswirkungen der Tagebaubetriebe auf die Grundwasserbilanz sowie die Grundwasseroberfläche in den jeweiligen Zulassungen umfassend zu berücksichtigen.

2.7 Sanierungsverfahren

Für die Sanierung von Grundwasserschadensfällen ist für die zukünftigen Verfahren die weitgehende Ausschöpfung des nutzbaren Grundwasserdargebotes zu berücksichtigen und Entnahmen sollten möglichst dem Grundwasserleiter wieder zugeführt werden.

2.8 Grundwasserbewirtschaftung

Die weitgehende Ausschöpfung des nutzbaren Grundwasserdargebotes, die reduzierte Grundwasserneubildung in den vergangenen 20 Jahren sowie die weiteren Unsicherheiten, welche der fortschreitende Klimawandel mit sich bringt, werden im Rahmen der behördlichen Grundwasserbewirtschaftung zu berücksichtigen sein. Vor diesem Hintergrund sind Anpassungen der bestehenden Wasserrechte an das langfristig gesicherte nutzbare Dargebot geboten und Mindest- und Niedriggrundwasserstände im Sinne der vorliegenden Studie vorzugeben.

Ohne die Umsetzung weiterer Maßnahmen, die zu einer Entlastung des Grundwasserhaushalts führen, wird langfristig kein Handlungsspielraum für die Erteilung neuer oder höherer Wasserrechte gesehen.

3. Fazit

Die vorliegende Studie dient als übergeordnete und perspektivische Gesamtschau für die Region und wird durch die obere Wasserbehörde bei zukünftigen wasserrechtlichen Verfahren und Fragestellungen berücksichtigt. Sie soll ebenfalls den Grundwassernutzenden in der Region als Orientierungshilfe für zukünftige Planungen dienen.

Als Ergebnis einer durch Modellrechnungen gestützten Grundwasserbilanzierung wurde eine weitgehende Ausnutzung des nutzbaren Grundwasserdargebotes ermittelt.

Die weitere Entwicklung des Klimawandels mit seinen Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt beruht auf Projektionen, die eine weitere Verringerung der Grundwasserneubildung und damit auch des nutzbaren Grundwasserdargebotes möglich erscheinen lassen. Insofern ist für den behördlichen Vollzug eine sehr konservative Bewirtschaftung unumgänglich, um eine künftige Übernutzung des Grundwasserdargebotes zu vermeiden.

Die Analyse des Überwachungsnetzes und insbesondere die Vorgabe von naturschutzfachlichen Niedriggrundwasserständen für grundwasserabhängige Landökosysteme sind elementarer Bestandteil dieser Studie. Sie werden in Bereichen höherer Flurabstände um hydrologische Mindestgrundwasserstände, die in hydraulischer Verbindung mit den naturschutzfachlichen Niedriggrundwasserständen stehen, ergänzt. Die Niedrig- bzw. Mindestgrundwasserstände tragen dazu bei, dass Landökosysteme, welche vom Grundwasser abhängig sind, nicht signifikant geschädigt werden (§ 4 Abs. 2 Nr. 2 c GrwV).

Um auch langfristig eine nachhaltige Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen im Einklang mit den wasserrechtlichen Vorgaben bei einem steigenden Trinkwasserbedarf in der Region zu gewährleisten, bedarf es zusätzlicher Bezüge über einen Leitungsverbund oder einer Erhöhung des nutzbaren Dargebotes durch eine künstliche Grundwasseranreicherung. Kommunale und teilräumige Wasserkonzepte sollten dazu genutzt werden, über Wassersparmaßnahmen, Substitution von Wasserressourcen und Verlustreduzierung eine effizientere Nutzung der verfügbaren Ressource Grundwasser zu ermöglichen.

Anlage 1 - Hydrogeologische Mindestgrundwasserstände

GWM ¹	Mst.-ID	Zuordnung Grundwasserleiter	Hydrogeologischer Mindestgrundwasserstand
LHE-00-507158	11268	Hauptgrundwasserleiter	120,10
LHE-00-507160	11042	Hauptgrundwasserleiter	120,90
LHE-00-508027	11523	Hauptgrundwasserleiter	116,80
LHE-00-508036	11590	Hauptgrundwasserleiter	115,50
LHE-00-508043	11657	Hauptgrundwasserleiter	111,70
LHE-00-508044	11531	Hauptgrundwasserleiter	115,60
LHE-00-508069	11514	Hauptgrundwasserleiter	117,70
LHE-00-508074	11381	Hauptgrundwasserleiter	119,50
LHE-00-508076	11348	Hauptgrundwasserleiter	113,10
LHE-00-508081	11386	Hauptgrundwasserleiter	117,30
LHE-00-528002	12280	Hauptgrundwasserleiter	116,00
LHE-00-528005	12235	Hauptgrundwasserleiter	116,60
LHE-00-528010	12398	Hauptgrundwasserleiter	114,80
LHE-00-528016	12268	Hauptgrundwasserleiter	120,40
LHE-00-528019	12318	Hauptgrundwasserleiter	118,00
LHE-00-528020	12301	Hauptgrundwasserleiter	117,40
LHE-00-528022	12354	Hauptgrundwasserleiter	112,90
LHE-00-528023	12330	Hauptgrundwasserleiter	113,70
LHE-00-528024	12204	Hauptgrundwasserleiter	117,10
LHE-00-528029	12382	Hauptgrundwasserleiter	116,20
LHE-00-528031	12388	Hauptgrundwasserleiter	116,20
LHE-00-528032	12276	Hauptgrundwasserleiter	120,90
LHE-00-528064	12223	Hauptgrundwasserleiter	119,70
LHE-00-528070	12379	Hauptgrundwasserleiter	116,30

¹Die Lage der einzelnen Grundwassermessstellen des Landesgrundwasserdienstes kann außerdem unter <https://gruschu.hessen.de> oder <https://lgd.hessen.de> (Übersicht) eingesehen werden.

Studie zur Grundwasserbewirtschaftung in der Untermainebene

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Zielsetzung	9
2	Geologie und Hydrogeologie	11
2.1	Untersuchungsgebiet und Abgrenzung eines Bilanzgebietes	11
2.2	Geologische und hydrogeologische Gegebenheiten im Bilanzgebiet	12
2.3	Grundwassergleichen und Flurabstände	13
3	Grundwasserentnahmen im Bilanzgebiet	16
3.1	Öffentliche Wasserversorgung	16
3.1.1	Verbrauch und Wasserrecht	17
3.1.2	Bedarfsprognose 2035	18
3.1.3	Bedarfsprognose 2050	19
3.2	Gewerbe/Industrie	20
3.2.1	Verbrauch und Wasserrecht	20
3.2.2	Bedarfsprognose	21
3.3	Landwirtschaft	22
3.3.1	Verbrauch und Wasserrecht	22
3.3.2	Bedarfsprognose	23
3.4	Brauchwasser	23
3.4.1	Verbrauch und Wasserrecht	23
3.4.2	Bedarfsprognose	23
3.5	Grundwassersanierung	24
3.5.1	Verbrauch	24
3.5.2	Bedarfsprognose	24
3.6	Baggerseen	25
3.6.1	Verbrauch und Wasserrecht	25
3.6.2	Bedarfsprognose	25
3.7	Oberflächengewässer	25
3.8	Zusammenfassung	26
3.8.1	Verbrauch und Wasserrechte	26
3.8.2	Bedarfsprognose	27
4	Analyse landwirtschaftlicher, forst- und naturschutzrechtlicher Restriktionen und Belange	28
5	Analyse und Bewertung der bisherigen Grundwasserentnahmen	33
5.1	Klima	33
5.2	Ganglinienanalyse repräsentativer Messstellen	37
5.2.1	Nordwestlicher Bereich des Bilanzgebietes	39
5.2.2	Nordöstlicher Bereich des Bilanzgebietes	44
5.2.3	Main	46
5.2.4	Östlicher Bereich des Bilanzgebietes	48

5.2.5	Westlicher Bereich des Bilanzgebietes	56
5.2.6	Südwestlicher Bereich des Bilanzgebietes	57
5.2.7	Südöstlicher Bereich des Bilanzgebietes	62
5.2.8	Einfluss Fließgewässer	63
5.2.9	Einfluss Baggersee	65
5.2.10	Sensible Raumeinheiten	66
6	Grundwasserbewirtschaftung	79
6.1	Grundwasserbilanz	79
6.2	Ökologische Bewirtschaftungskriterien	80
6.3	Bewirtschaftungsszenarien	81
6.3.1	Ausschöpfung der aktuellen Wasserrechte	82
6.3.2	Derzeit nutzbares Grundwasserdargebot	83
6.3.3	Langfristig gesichert nutzbares Dargebot unter Berücksichtigung des Klimawandels	84
6.3.4	Ressourcenmanagement	85
6.4	Bewertung der Bedarfe der öffentlichen Wasserversorgung und von Brauchwasser	86
7	Herleitung von Maßnahmen zum langfristigen Schutz der Grundwasservorkommen	88
7.1	Ökologische Aspekte	88
7.2	Hydrologische Aspekte	89
7.3	Quantitatives Monitoringkonzept	89
7.4	Qualität	91
8	Zusammenfassung und Bewertung	94
9	Literatur	100

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Grundwasserstandsganglinien der Messstellen LHE-00-508074, LHE-00-528020 und LHE-00-528024	14
Abb. 2	Jahresentnahmen der öffentlichen Wasserversorgung im Bilanzgebiet von 2010-2019	18
Abb. 3	Jahresentnahmen Gewerbe/Industrie im Bilanzgebiet 2010-2019	21
Abb. 4	Jahresentnahmen Landwirtschaft im Bilanzgebiet 2010-2019	22
Abb. 5	Jahresentnahmen Sanierung im Bilanzgebiet 2010-2019	24
Abb. 6	Jahresentnahmen im Bilanzgebiet 2010-2019	26
Abb. 7	Niederschlagssummen DWD-Messstation Mainhausen-Zellhausen	34
Abb. 8	Entwicklung der Jahresmitteltemperatur an der DWD-Station Kahl (Main) in Unterfranken (Quelle: HLNUG)	35

Abb. 9	Abweichung der Jahresmitteltemperatur vom Mittelwert der Referenzperiode 1961–1990 (9,7 °C) an der DWD-Station Kahl (Main)	35
Abb. 10	klimatische Wasserbilanz an der DWD-Klimastation Frankfurt Flughafen	36
Abb. 11	klimatische Wasserbilanz an der DWD-Klimastation Schaaheim-Schlierbach	37
Abb. 12	Langjährige Grundwasserstandsganglinie der Landesmessstellen LHE-00-508027 und LHE-00-528061	38
Abb. 13	Grundwasserstandsganglinien LHE-00-507158, ZWO-01-132, ZWO-01-108 und ZWO-01-219 (Bereich WW Hintermark)	39
Abb. 14	Jahresfördermengen WW Dietzenbach, Hintermark, Patershausen, Martinsee und Jügesheim ZWO	40
Abb. 15	Doppelmessstellen ZWO-01-133/01-134 und ZWO-01-02.254/01-02.256	40
Abb. 16	Grundwasserstandsganglinien LHE-00-508034, ZWO-01-03.300, LHE-00-508069, ZWO-06-009 und LHE-00-508074 (Bereich WW Martinsee und Jügesheim)	41
Abb. 17	Grundwasserstandsganglinien ZWO-01-03.314, LHE-00-507160, LHE-00-507143 und ZWO-01-07.023 (Bereich Dietzenbach)	42
Abb. 18	Grundwasserstandsganglinien LHE-00-508027, ZWO-09-038, ZWO-05-544 und ZWO-05-562 (Bereich WW Lämmerhecke)	43
Abb. 19	Fördermengen WW Birkig und WW Lämmerhecke des ZWO	44
Abb. 20	Grundwasserstandsganglinien ZWO-09-027, ZWO-09-037, ZWO-09-035, ZWO-09-005 und ZWO-09-034 (Bereich Froschhausen)	44
Abb. 21	Jahresfördermengen WW Froschhausen ZWO	45
Abb. 22	Mainpegel Mainflingen (WSA-00-P-Mainf) und Grundwasserstandsganglinien SEL-00-12/0007, ZWO-12-047, WSA-00-M.1 und WSA-00-M.2 (Bereich nördlich Mainflingen in Mainnähe)	46
Abb. 23	Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-003, LHE-00-508033, ZWO-11-072 und ZWO-11-002 (Bereich zwischen Lange Schneise und Main)	47
Abb. 24	Grundwasserstandsganglinie LHE-00-508081/508082	48
Abb. 25	Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-08.013, ZWO-11-08.015, LHE-00-508044, ZWO-11-08.009 und ZWO-11-08.011 (Bereich Seligenstadt)	49
Abb. 26	Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-08.015, LHE-00-508044, ZWO-11-009 und ZWO-11-015 im Anstrom Lange Schneise Nord und Süd sowie Seligenstadt	50
Abb. 27	Jahresfördermengen Lange Schneise Nord, Lange Schneise Süd und Seligenstadt	51
Abb. 28	Jahresfördermengen Lange Schneise Süd, Lange Schneise Ost, Zellhausen und VDO	52

Abb. 29	Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-078, LHE-00-528002, LHE-00-528010 und LHE-00-528023 (Bereich Lange Schneise Ost, keine Stockwerksgliederung)	52
Abb. 30	Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-107, ZWO-11-106, ZWO-11-103 und ZWO-11-123 (2. Grundwasserleiter Brunnen Zellhausen)	53
Abb. 31	Grundwasserstandsganglinien der Dreifachmessstelle ZWO-11-108/11-107/11-106 und der Doppelmessstelle ZWO-11-104/11-103	54
Abb. 32	Grundwasserstandsganglinien LHE-00-528022, HIM-00-o 05, ZWO-11-043, ZWO-11-073, ZWO-11-109 und ZWO-11-110 (1. Grundwasserleiter im Bereich Zellhausen)	55
Abb. 33	Grundwasserstandsganglinien ZVG-He-50104/50103 und ZVG-He-50132/50133	56
Abb. 34	Grundwasserstandsganglinien ZVG-He-50100 und ZVG-He-50101	57
Abb. 35	Grundwasserstandsganglinien ZVG-He-50004, ZVG-He-50005 und ZVG-He-50025 (Bereich der Brunnen I-V ZVG Dieburg)	58
Abb. 36	Grundwasserstandsganglinien der Doppelmessstellen ZVG-He-50092/50091	59
Abb. 37	Grundwasserstandsganglinien ZVG-He-50122/50123	60
Abb. 38	Grundwasserstandsganglinien ZVG-KH-50156, ZVG-He-50026, ZVG-He-50135, ZVG-He-50138 und ZVG-He-50143 (Zustrom Brunnen XIII ZVG Dieburg)	61
Abb. 39	Grundwasserstandsganglinien ZVG-He-50004, ZVG-He-50026, ZVG-He-50089, ZVG-He-50126 und ZVG-He-50127	61
Abb. 40	Fördermengen ZVG Dieburg 1995-2019 in Brunnengruppen	62
Abb. 41	Grundwasserstandsganglinien LHE-00-528024, LHE-00-528029 und LHE-00-528070 (Schaafheimer Senke)	63
Abb. 42	Grundwasserstandsganglinie ZVG-He-50111 (Gersprenz)	64
Abb. 43	Grundwasserstandsganglinien der Messstellen LHE-00-528015, ZWO-06-020 und ZVG-He-50002	65
Abb. 44	Grundwasserstandsganglinien LHE-00-528031, LBY-00-4126 und LBY-00-100 (Kiesgrube Weiss Babenhausen)	66
Abb. 45	Grundwasserstandsganglinie LHE-00-507134 (Sumpfwald südlich Heusenstamm)	67
Abb. 46	Grundwasserstandsganglinie ZWO-05-542 im Hengster nördlich Rembrücken	67
Abb. 47	Grundwasserstandsganglinie ZWO-05-564 (Erlenbruch in der Judenhecke bei Obertshausen)	68

Abb. 48	Grundwasserstandsganglinie ZWO-09-021 und ZWO-09-0015 (Nasswiesen im Bereich der Rodau)	69
Abb. 49	Grundwasserstandsganglinie ZWO-09-025 (NSG Grabenwäldchensfest) LHE-00-508043 (Hochbruch bei Hausen)	69
Abb. 50	Grundwasserstandsganglinien ZWO-09-002 und ZWO-09-032 (NSG Hochbruch bei Hausen)	70
Abb. 51	Grundwasserstandsganglinie ZWO-09-033 (Erlenbruchwald und Großseggenried am Mühlgraben)	71
Abb. 52	Grundwasserstandsganglinie ZWO-11-08.022 (Schwarzbruch von Seligenstadt)	72
Abb. 53	Grundwasserstandsganglinien ZWO-12-006 und ZWO-12-002 (Affelderchen und Rettichbruch von Klein-Welzheim sowie angrenzende Waldflächen)	72
Abb. 54	Grundwasserstandsganglinie HIM-00-o 03 (Speckgraben von Mainflingen)	73
Abb. 55	Grundwasserstandsganglinie ZWO-11-038 und ZWO-11-020 (Erlenbruchwald nördlich der Schaafheimer Wiesen)	74
Abb. 56	Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-102 und ZWO-11-054 (Waldflächen nördlich der Schaafheimer Wiesen)	74
Abb. 57	Grundwasserstandsganglinie LHE-00-528004	75
Abb. 58	Grundwasserstandsganglinie ZVG-He-50112 (kleinere Waldfläche südlich Gersprenz)	76
Abb. 59	Grundwasserstandsganglinie ZVG-He-50173 (NSG Faulbruch von Münster)	77
Abb. 60	Grundwasserstandsganglinie ZVG-He-50020 und ZVG-He-50093 (VSG Untere Gersprensaue)	77
Abb. 61	Grundwasserstandsganglinie ZVG-He-50095	78

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Gesamtwasserbedarf im Jahr 2035 im Bilanzgebiet (obere Variante)	19
Tab. 2	Gesamtwasserbedarf im Jahr 2035 im Bilanzgebiet (untere Variante)	19
Tab. 3	Gesamtwasserbedarf im Jahr 2050 im Bilanzgebiet (obere Variante)	20
Tab. 4	Gesamtwasserbedarf im Jahr 2050 im Bilanzgebiet (untere Variante)	20
Tab. 5	Jahresentnahmen im Bilanzgebiet 2010-2019 in Mio. m ³ /a	27
Tab. 6	Prognostizierter Wasserbedarf im Bilanzgebiet [Mio. m ³ /a]	27
Tab. 7	Effektive Durchwurzelungstiefe, kapillare Aufstiegshöhe und Grenzflurabstand für Laubwälder auf homogen sandigen, lehmigen und schluffigen Böden (Beispiele; bei einer kapillaren Aufstiegsrate von 0,3 mm/d, einer Wasserspannung von pF 4,0 an der Untergrenze des effektiven Wurzelraumes und einer mittleren Lagerungsdichte des Bodens, nach Tab. 81 u. 82 in AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN 2005)	31
Tab. 8	Grundwasserbilanz für mittlere klimatische Verhältnisse im Bilanzgebiet für das Jahr 2013	79
Tab. 9	Aktuelle Wasserechte der öffentlichen Wasserversorgung im Modellgebiet	82
Tab. 10	Bedarfsprognosen und langfristig gesichert nutzbares Dargebot unter aktueller Gewinnungsstruktur	86
Tab. 11	Grundwassermessstellen mit naturschutzfachlichem Niedriggrundwasserstand	90
Tab. 12	Relevante Parameter und Parametergruppen für von Kläranageneinleitungen beeinflusste Fließgewässer	91

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Übersichtslageplan
- Anlage 2.1 Abgrenzung Bilanzgebiet und Verbreitung Pliozän
- Anlage 2.2 Verbreitung von Trennschichten
- Anlage 2.3 Grundwassergleichen Oktober 2013
- Anlage 2.4 Grundwassergleichen April 2003
- Anlage 2.5 Grundwassergleichen November 2019
- Anlage 2.6 Grundwasserflurabstandsplan Oktober 2013
- Anlage 2.7 Grundwasserflurabstandsplan April 2003
- Anlage 2.8 Grundwasserflurabstandsplan November 2019
- Anlage 3.1 Lageplan Gewinnungsanlagen im Bilanzgebiet
- Anlage 3.2 Wasserschutzgebiete
- Anlage 3.3 Versorgungsstruktur
- Anlage 3.4 Versorgungsgebiet
- Anlage 3.5 Landnutzung und technisch erschlossene Flächen zur Bewässerung
- Anlage 4.1 Sensible Raumeinheiten und (grund-)wasserabhängige Biotoptypen
- Anlage 5.1 Lageplan Grundwassermessstellen der Ganglinienanalyse
- Anlage 6.1 Grundwasserstandsdifferenzen aktuelle Wasserrechte mit optimierter Verteilung zu Grundwasserentnahmen 2018 in einer Trockenperiode
- Anlage 7.1 Grundwassermessstellen und naturschutzfachlich sensible Flächen
- Anlage 7.2 Messnetz quantitatives Monitoring
- Anlage 7.3 Grundwasserstandsganglinien der naturschutzfachlichen Messstellen

Anhang

- Anhang 1 Bedarfsprognosen öffentliche Trinkwasserversorgung Berechnungsgrundlagen
- Anhang 2 Naturschutzfachliche Bewertungsgrundlage
- Anhang 3 Qualität

1 Veranlassung und Zielsetzung

Für die Untermainebene soll im Sinne des Leitbildes „Integriertes Wasserressourcenmanagement Rhein-Main“ (HMUKLV 2019) als Element des hierauf aufbauenden Zukunftsplans Wasser (wasserwirtschaftlicher Fachplan des Landes Hessen) eine gebietsspezifische Studie zur Grundwasserbewirtschaftung erarbeitet werden, um bei den ausgeprägt vorhandenen konkurrierenden Grundwassernutzungen von öffentlicher Trinkwasserversorgung, Bergbau, Naturschutz, Forst und Landwirtschaft eine umweltverträgliche Grundwasserbewirtschaftung sicherzustellen. Mit der Studie zur Grundwasserbewirtschaftung in der Untermainebene werden die Grundlagen erarbeitet, das Grundwasserdargebot vor Übernutzung und qualitativer Beeinträchtigung langfristig, auch hinsichtlich des Klimawandels und demographischer Veränderungen, zu schützen. Es sollen auch mögliche Wege aufgezeigt werden, um vorhandene Konflikte zu lösen oder zumindest zu verringern und das nutzbare Grundwasserdargebot dauerhaft zu schützen. Das Grundwasser ist so zu bewirtschaften, dass eine Verschlechterung des mengenmäßigen und chemischen Zustandes vermieden wird.

Wechselwirkungen aus der Grundwasserbewirtschaftung zu grundwasserabhängigen Landökosystemen entstehen nahezu ausnahmslos über Grundwasserstände und deren Änderung. Grundwasserstände sind daher zentrale Zielgröße beim Umsetzungskonzept zur Grundwasserbewirtschaftung für die Untermainebene und deren Überwachung. Hierbei werden die gebietsspezifischen Ausprägungen von Trockenperioden einbezogen und quantifiziert. Der Fokus des Umsetzungskonzeptes zur Grundwasserbewirtschaftung liegt im Rahmen der Studie zur Grundwasserbewirtschaftung auf der quantitativen Sicherung der Grundwasserressourcen.

Hierzu wurden zunächst im Rahmen der Grundlagenermittlung und Bestandsaufnahme der Trink- und Brauchwasserverbrauch sowie der Bedarf ermittelt und die aktuellen Gewinnungs- und Verteilungsstrukturen dargestellt. Die bisherigen Grundwasserentnahmen (inkl. Brauchwasserentnahmen / Beregnungsbrunnen und Entnahme durch Kiesabbau) wurden als Grundlage zur Identifikation von Grundwasserdargebotsdefiziten und –reserven für eine umweltverträgliche Ressourcennutzung analysiert und bewertet. Die Bestandsaufnahme wird anhand einer vorläufigen Wasserbilanz analysiert.

Unabdingbare Voraussetzung für die Bewertung der bisherigen Grundwasserentnahmen zur Identifikation von Grundwasserdargebotsdefiziten und –reserven für eine umweltverträgliche Ressourcennutzung und für eine sachgerechte Einordnung potentieller Nutzungskonflikte insbesondere zu Naturschutz und Forst ist ein tiefergehendes hydrogeologisches Verständnis für das Untersuchungsgebiet. In mehreren Bereichen der Untermainebene treten in Folge oberflächennaher geringdurchlässiger Schichten Stauhorizonte bzw. temporär oder dauerhaft in flächiger Ausbildung schwebende Grundwasserleiter auf, die dort den für die Landökosysteme maßgebenden (Boden-)Wasserhaushalt von den tiefer liegenden, wasserwirtschaftlich genutzten Grundwasserleitern abkoppeln. Die hydrogeologischen Verhältnisse werden deshalb im Folgenden als Voraussetzung für eine sachgerechte Analyse landwirtschaftlicher, forst- und naturschutzrechtlicher Restriktionen und Belange hinreichend dargestellt.

Um potentielle Konflikte zwischen Naturschutz sowie Forst- und Landwirtschaft durch Maßnahmen der Wasserwirtschaft frühzeitig zu erkennen und von vornherein zu minimieren, wurden innerhalb des Untersuchungsgebietes Bereiche mit feuchtesensiblen Raumeinheiten ermittelt und deren Entwicklungspotential räumlich abgegrenzt, in denen sich (grund-)wassergeprägte Feuchtbiootypen, und grundwassergestützte Waldbestände konzentrieren, die auf Grundwasserveränderungen sensibel reagieren würden.

Da die oberen Grundwasserleiter und die sich dort ausbildenden Grundwasserstände i.d.R. für die Wechselwirkung zum Forst, Naturschutz und zur Landwirtschaft maßgeblich sind, wurden die Grundwasserentnahmen anhand einer Ganglinienanalyse in Bezug auf die Verträglichkeit der resultierenden Grundwasserstände in den oberen Grundwasserleitern und den daraus sich ergebenden Flurabständen bewertet.

Im Rahmen der Studie zur Grundwasserbewirtschaftung wird weiterhin geklärt, wieviel Grundwasser im Untersuchungsgebiet entnommen werden kann, ohne dass es zu Übernutzungen und ökologischen Schäden kommt. Das Gewinnbare Dargebot ist nach DIN 4049 der Teil des Grundwasserdargebotes, das mit technischen Mitteln entnehmbar ist und grundsätzlich einer Nutzung zur Verfügung steht. Das Nutzbare Dargebot bezeichnet nach DIN 4049 den Teil des Gewinnbaren Grundwasserdargebots, das für die Wasserversorgung unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen genutzt werden kann. Als Randbedingungen werden hier im Folgenden vor allem Trockenperioden sowie eine umweltverträgliche Grundwasserstandsentwicklung berücksichtigt.

Mit dem Ziel einer belastbaren und rechtssicheren Quantifizierung zulässiger Grundwasserentnahmen unter Berücksichtigung aller Einschränkungen eines „nutzbaren Dargebots“ wurde eine umweltverträgliche Grundwasserstandsentwicklung definiert, die durch einzuhaltende Niedriggrundwasserstände im Bereich der naturschutzrelevanten Flächen charakterisiert wird.

Nach § 47 WHG ist das Grundwasser so zu bewirtschaften, dass ein guter mengenmäßiger Zustand erhalten oder erreicht wird. Hierzu gehört ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserdargebot.

Die Vorgabe von einzuhaltenden Niedriggrundwasserständen, die die Grundwassersituation in Trockenphasen seit über 30 Jahren im Gebiet charakterisieren, sichert auch dauerhaft ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserdargebot auf dem derzeitigen Niveau. Eine Verschlechterung des mengenmäßigen Zustands wird damit ausgeschlossen.

2 Geologie und Hydrogeologie

2.1 Untersuchungsgebiet und Abgrenzung eines Bilanzgebietes

Anlage 1 zeigt einen Übersichtslageplan der drei im Rahmen der vorliegenden Studie zu betrachtenden Grundwasserkörper südlich des Main. Das Untersuchungsgebiet umfasst die drei Grundwasserkörper 2470_3201, 2470_3202 und 2470_10103 südlich des Mains. Vom Regierungspräsidium Darmstadt wurden für alle bekannten Gewinnungsanlagen, die sich im Untersuchungsgebiet südlich des Mains innerhalb der drei Grundwasserkörper befinden, die Wasserrechte sowie die tatsächlichen Entnahmen der letzten 10 Jahre zur Verfügung gestellt. Es findet keine für die überörtliche Bewirtschaftung relevante Grundwasserförderung im Grundwasserkörper 2470_10103 statt. Die Grundwasserentnahmen dienen weit überwiegend zum Zweck der öffentlichen Wasserversorgung. Im Untersuchungsgebiet liegen alle Gewinnungsanlagen des ZWO, ZVG Dieburg und der Stadt Mühlheim am Main sowie teilweise diejenigen der Stadtwerke Groß-Umstadt.

Die Stadt Mühlheim am Main fördert mit ihrer Gewinnung als einziger Wasserversorger aus dem tertiären Festgestein, das im nördlichen Untersuchungsgebiet an der Oberfläche oder unter einer sehr geringmächtigen Quartärdecke ansteht. Der Betrieb dieser Förderanlagen führt zu einem räumlich eigenständigen Einzugsgebiet und beeinflusst nicht die Grundwasserströmung im Wirkungsbereich der übrigen o.g. Gewinnungsanlagen. Bei erhöhten Fördermengen werden die Brunnen mit einem dann wachsenden Anteil aus einem Zustrom aus Richtung des Mains gespeist (Arcadis 2018). Die Entnahmen der Stadt Mühlheim können daher separat bilanziert werden.

Das vertiefend zu untersuchende Gebiet mit interagierenden Grundwasserentnahmen kann daher auf ein Bilanzgebiet in der tektonischen Einheit des Hanauer Beckens (östliche Untermainebene) beschränkt werden, welches im Osten durch den Spessart, im Süden durch den Odenwald und im Westen durch den Sprendlinger Horst (Abgrenzung vom Oberrheingraben) eingegrenzt wird. Es erstreckt sich westlich des Mains über den wasserwirtschaftlich relevanten Teil des hessischen Untermaingebietes. Der Grundwasserkörper 2470_10103 liegt außerhalb des hydrogeologisch abgegrenzten Porengrundwasserleiters der Untermainebene.

Das Bilanzgebiet (**Anlage 2.1**) umfasst ausschließlich den Lockergesteinsgrundwasserleiter westlich des Mains. Die Grenzen des Bilanzgebietes bilden im Nordosten als geohydraulische Systemgrenze der Main mit Ausnahme des Stockstädter Kristallinaufbruchs. Im Südosten endet das Bilanzgebiet innerhalb der Schaafheimer Senke an der Grenze des durch den Grundwasserkörper vorgegebenen Untersuchungsgebietes. Weiter südlich verläuft die Grenze des Bilanzgebietes entlang einer Störung (siehe Anlage 2.1). Die westliche Grenze des Bilanzgebietes verläuft ebenfalls entlang einer Störung, die als Grenze des plio-/pleistozänen Grundwasserleiters angesehen wird (HLfB 1997). Westlich an diese Störung grenzt das Rotliegende des Sprendlinger Horsts. Die nördliche Grenze des Bilanzgebietes orientiert sich an der Mühlheimer Scholle, deren tertiäre Schichten lokal nur von geringmächtigen Sedimenten überlagert werden, die wasserwirtschaftlich unbedeutend sind.

2.2 Geologische und hydrogeologische Gegebenheiten im Bilanzgebiet

Grundlage für die Beurteilung eines potentiellen Wirkpfades von Grundwasserentnahmen zur Landnutzung ist eine sachgerechte hydrogeologische Analyse des Bilanzgebietes, die insbesondere die Stockwerksgliederungen des Aquifers sowie schwebende Grundwasserleiter mit eigenem Wasserhaushalt aufzeigt.

Auf Grundlage von zahlreichen Bohrprofilen wurde der Untergrund im Bilanzgebiet (siehe BGS 2022) in hydrostratigraphische Einheiten untergliedert und hydrogeologisch schematisiert. Hierbei wurde besonders beachtet, inwieweit die Aufschlüsse die Durchgängigkeit hydraulischer Trennschichten belegen. Die punktuellen Informationen der Bohrprofile wurden zu einer angenommenen Verbreitung von Trennflächen korreliert. Hierbei wurden insbesondere vorhandene Messdaten zu Grundwasserständen in den einzelnen Grundwasserleitern/-stockwerken und entsprechende vertikale Druckverhältnisse berücksichtigt. Die hydrogeologische Schematisierung hat sich in zahlreichen Projekten im Bilanzgebiet als plausibel erwiesen.

Die nach derzeitigem Kenntnisstand angenommene Verbreitung der flächenhaft korrelierten Trennschichten ist in **Anlage 2.2** dargestellt.

Anlage 2.2 zeigt im zentralen Bereich nördlich der Gersprenz weiträumig verbreitet den Unteren Ton. Dieser stellt eine hydraulisch wirksame Trennschicht zwischen dem 1. Grundwasserleiter (oberhalb des Unteren Tons) und dem 2. Grundwasserleiter (unterhalb des Unteren Tons) dar.

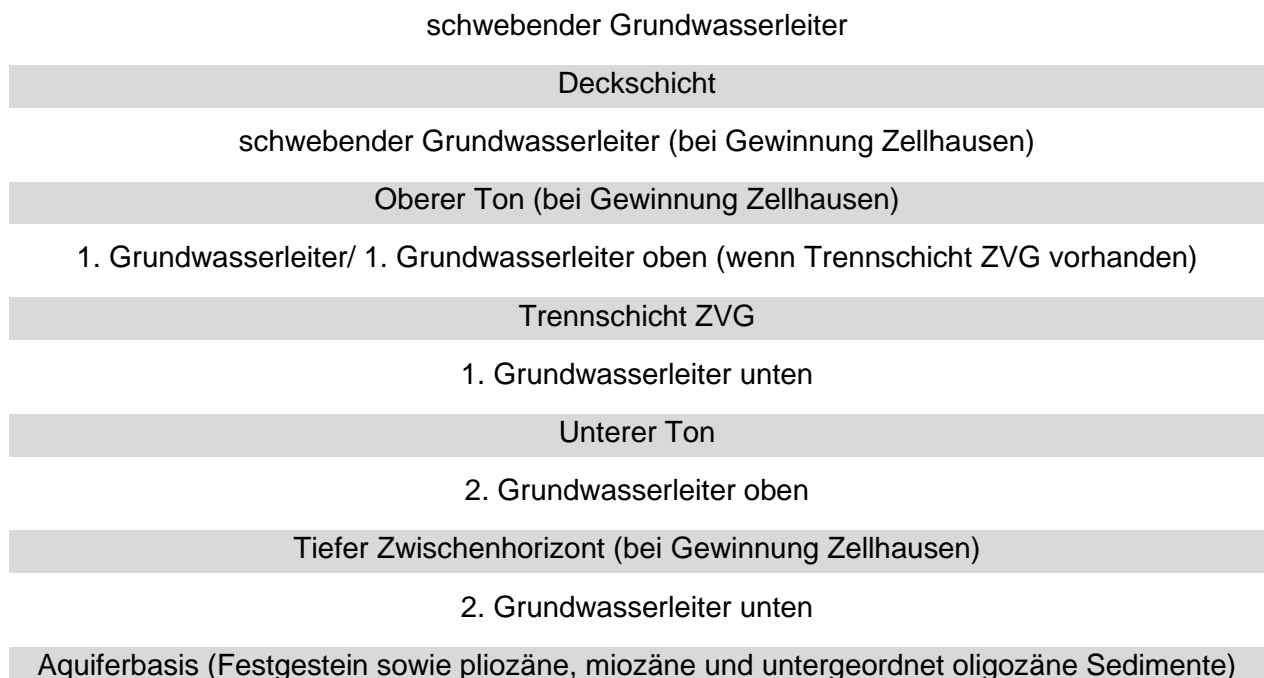
Die Auswertung zahlreicher Bohrprofile zeigt weiterhin die Verbreitung von flächenhaft ausgebildeten Deckschichten. Auf der oberflächennahen bindigen Deckschicht sind teilweise schwebende Grundwasserleiter von geringer Mächtigkeit ausgebildet, die mit dem 1. Grundwasserleiter nicht in Verbindung stehen. Schwebende Grundwasserleiter sind u.a. daran erkennbar, dass in Teilflächen des Untersuchungsgebietes trotz großer Grundwasserflurabstände zum oberen Grundwasserleiter von mehr 5 m - 10 m wiederholt Feuchtbioptopie oder kleine Fließgewässer bzw. (temporär) wasserführende Gräben existieren. Darüber hinaus gibt es vereinzelt flache Grundwassermessstellen, die den schwebenden Grundwasserleiter erschließen (siehe auch Kapitel 5.2). Eine oberflächennahe bindige Deckschicht ist im Bereich der Brunnen I – VIII des ZVG Dieburg flächendeckend ausgebildet. Südöstlich der Gersprenz (ab Brunnen IX) keilt diese Deckschicht aus, so dass hier eine Wechselwirkung zwischen Vorfluter und 1. Grundwasserleiter möglich ist. Nach Norden keilt die Deckschicht im Bereich Nieder-Roden aus, wodurch ebenfalls Wechselwirkungen zwischen der Rodau und dem 1. Grundwasserleiter möglich sind. Westlich von Nieder-Roden bei Rollwald ist die Interaktion zwischen der Rodau und dem Grundwasser aufgrund der oberflächennahen, bindigen Deckschicht dagegen stark eingeschränkt. Oberflächennahe Deckschichten mit größerer flächenhafter Ausdehnung stehen ebenfalls im Bereich der Gewinnungen Lange Schneise Nord, Seligenstadt, Jügesheim und Martinsee an.

Die Auswertung von Bohrprofilen hat weiterhin ergeben, dass im südwestlichen Modellgebiet, der Dieburger Bucht, eine stockwerkstrennende Tonschicht ausgebildet ist, die den 1 Grundwasserleiter in einen 1. Grundwasserleiter oben und einen 1. Grundwasserleiter unten unterteilt. Die aus den Bohrprofilen korrelierte und nach dem derzeitigen Kenntnisstand angenommene Verbreitung

der stockwerkstrennenden Tonschicht ab einer Mindestmächtigkeit von 10 cm ist ebenfalls in Anlage 2.2 dargestellt. Diese Trennschicht keilt nördlich bzw. nordöstlich der Brunnengalerie des ZVG Dieburg aus.

Der Untere Ton stößt im Norden und Nordosten an die aufsteigende Aquiferbasis heran und wird durch diese begrenzt. Im Bereich der Brunnen Lange Schneise Ost keilt der Untere Ton dagegen oberhalb der Aquiferbasis aus. Der 2. Grundwasserleiter ist somit, entsprechend der Verbreitung des Unteren Tons, zwar sehr weiträumig, jedoch nicht vollständig flächendeckend im Modell- bzw. Untersuchungsgebiet vorhanden. Im Bereich der Gewinnung Zellhausener Wald wird der 2. Grundwasserleiter durch den Tiefen Zwischenhorizont in zwei Stockwerke untergliedert.

Im Bilanzgebiet sind insgesamt fünf flächenhaft hydraulisch wirksame Trennschichten zu unterscheiden. Daraus ergibt sich folgende hydrogeologische Gliederung:



2.3 Grundwassergleichen und Flurabstände

Auf Grundlage von Ganglinienanalysen wurden Zeiträume klimatisch mittlerer, nasser und trockener Verhältnisse identifiziert. Die Grundwasserstandsganglinien werden ausführlich in Kapitel 5.2 analysiert. Abb. 1 zeigt exemplarisch für den Zeitraum von 1986-2020 die Grundwasserstandsganglinien der Messstelle LHE-00-508074 westlich von Jügesheim, LHE-00-528020 nördlich von Babenhausen und LHE-00-528024 in der Schaafheimer Senke. Die Charakteristik ist im Wesentlichen gleich. Auf die Trockenperiode der 1990er Jahre folgt die Nassperiode im Zeitraum von 2002-2004 mit Grundwasserstandsmaxima im Frühjahr 2003. Der Zeitraum von 2012-2016 stellt ein mittleres Grundwasserstandsniveau unter den aktuellen Bewirtschaftungsverhältnissen dar. Der klimatisch bedingte Trend fallender Grundwasserstände im Zeitraum von 2016-2019 ist

an den Messstellen unterschiedlich stark ausgeprägt, da die Ganglinien auch erkennbar durch die Grundwasserbewirtschaftung beeinflusst werden.

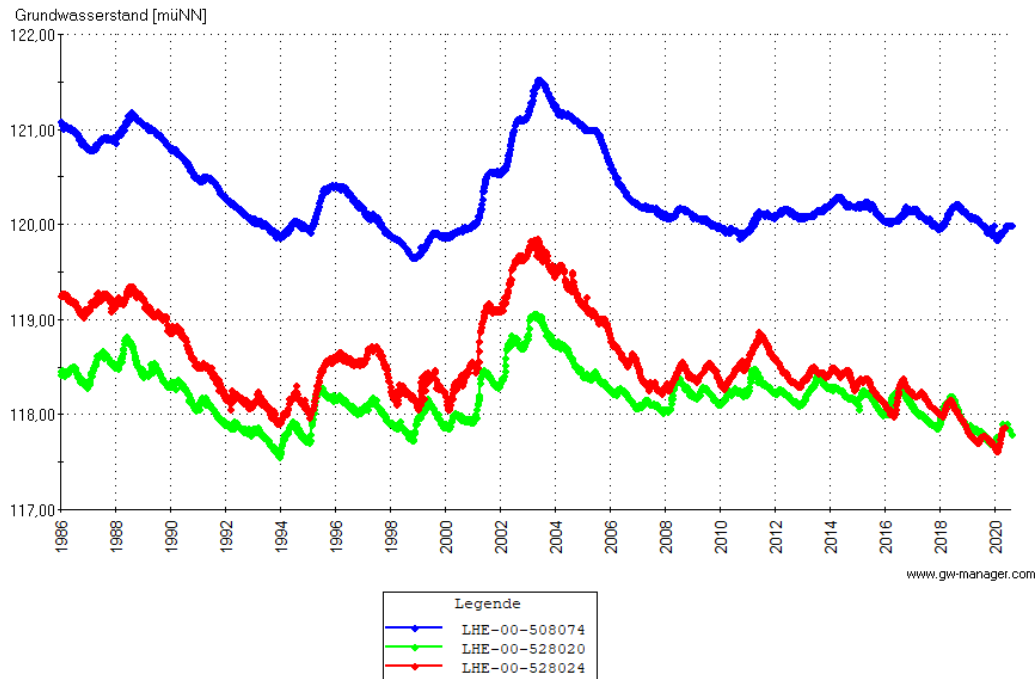


Abb. 1 Grundwasserstandsganglinien der Messstellen LHE-00-508074, LHE-00-528020 und LHE-00-528024

Als Stichtag zur Interpolation eines Grundwassergleichenplans für mittlere klimatische Verhältnisse wird Oktober 2013 herangezogen. **Anlage 2.3** zeigt einen aus den gemessenen Grundwasserständen konstruierten Grundwassergleichenplan des 1. Grundwasserleiters für Oktober 2013. Im Wesentlichen wurden Messwerte von Messstellen verwendet, die aufgrund ihres Ausbaus dem 1. Grundwasserleiter zugeordnet sind. Um die Messwertdichte zu erhöhen wurden zum Teil auch Messwerte von Messstellen verwendet, die einen Mischwasserstand angeben oder von Messstellen, deren Ausbau unbekannt ist. Anlage 2.3 zeigt, welche Messwerte zur Interpolation verwendet wurden und wie die Messstellen zugeordnet sind. Messstellen, deren Ausbau unbekannt ist, finden sich überwiegend im nordwestlichen Bereich, nördlich von Weiskirchen sowie vereinzelt im zentralen Bereich des Bilanzgebietes. In diesen Bereichen wird in großen Teilen die flächenhafte Verbreitung der Deckschicht sowie bereichsweise des Unteren Tons angenommen (siehe Anlage 2.2). Soweit möglich wurde die Eignung der Messwerte für die Interpolation anhand der Dynamik von Grundwasserstandsganglinien der einzelnen Messstellen abgeschätzt.

Für die Interpolation des Gleichenplans wurden ergänzend die Wasserspiegellagen des Mains sowie Gewässerpegel und Vermessungsdaten von Vorflutern berücksichtigt. Der durch stauende Deckschichten bereichsweise verbreitete obere, schwebende Grundwasserleiter ist nicht dargestellt.

Im Untersuchungsgebiet ist der Main als Hauptvorfluter für die regionale Grundwasserströmung bestimmend. Die Grundwasserfließrichtung verläuft in weiten Teilen des Modellgebietes in nord-östliche Richtung. Das Gewässernetz ist auf den Main hin ausgerichtet, wobei die bedeutendsten Fließgewässer im Untersuchungsgebiet die Rodau und die Gersprenz sind. Im Bereich nördlich von Nieder-Roden ist deutlich der Infiltrationseinfluss der Rodau zu erkennen. In diesem Bereich sind die oberflächennahen Deckschichten nicht mehr vorhanden (siehe Anlage 2.2), so dass ein direkter Zustrom in den 1. Grundwasserleiter möglich ist. Die Gersprenz weist im Abschnitt östlich von Harreshausen dagegen eine exfiltrierende Wirkung auf. Insbesondere im Nordwesten, im Bereich der Wasserwerke Jügesheim, Martinsee und Hintermark ist der Einfluss der Grundwasserentnahmen auf das Strömungsbild deutlich zu erkennen, während weiter südöstlich im Bereich der Gewinnungsanlage Lange Schneise eine weitgehend parallele Anströmung der Förderbrunnen stattfindet. Kennzeichnend für den Einfluss der Grundwasserentnahmen auf das Strömungsbild im Westen ist der Versprung der 121 müNN-Linie in Richtung der Brunnen I –V des ZVG Dieburg.

Im Jahr 2000 setzt eine Folge von Nassjahren ein, die zu einem signifikanten Grundwasseranstieg führt, der in 2003 seinen Höhepunkt findet. Die Grundwasserhochstände in 2003 sind die höchsten Grundwasserstände, die in den vergangenen 30 Jahren gemessen wurden. **Anlage 2.4** zeigt den konstruierten Grundwassergleichenplan des 1. Grundwasserleiters für April 2003.

Als kennzeichnender Stichtag für eine Trockenphase unter den aktuellen Bewirtschaftungsverhältnissen ist für November 2019 der interpolierte Grundwassergleichenplan in **Anlage 2.5** dargestellt.

Durch Verschneiden des Grundwassergleichenplanes mit dem Digitalen Geländemodell Gitterweite 5 m (DGM5) der Landesvermessung Hessen (Stand 2020) wurden Flurabstandspläne erstellt (GeoBasis-DE / BKG 2020).

Anlage 2.6 zeigt den Flurabstandsplan zum 1. Grundwasserleiter für mittlere klimatische Verhältnisse (Oktober 2013). Die Flurabstände zum schwebenden Grundwasserleiter sind nicht dargestellt. Geringe Flurabstände von weniger als 1,5 m treten im Bereich der Mainaue, der nördlichen Rodauniederung, der westlichen Gersprenzaue sowie ihrer Zuläufe und auch in der östlichen Gersprenzaue auf. Dagegen sind im zentralen Bereich sehr hohe Flurabstände von mehr als 10 m zum 1. Grundwasserleiter vorhanden. Hier ist auch flächenhaft die Deckschicht mit bereichsweise schwebendem Grundwasser vorhanden (siehe Anlage 2.2).

Der Flurabstandsplan zum 1. Grundwasserleiter ist für hohe Grundwasserstände (April 2003) in **Anlage 2.7** und für niedrige Grundwasserstände (November 2019) in **Anlage 2.8** dargestellt.

3 Grundwasserentnahmen im Bilanzgebiet

Als Grundlage stellte das Regierungspräsidium Darmstadt für alle bekannten Gewinnungsanlagen, die sich im Untersuchungsraum südlich des Mains innerhalb der drei Grundwasserkörper 2470_3201, 2470_3202 und 2470_10103 befinden, die Wasserrechte sowie die tatsächlichen Entnahmen der letzten 10 Jahre zur Verfügung.

Es erfolgte die Aufbereitung der aus der Datenbank des RP exportierten Daten zu den einzelnen Gewinnungsanlagen (Ergänzung von Datenlücken zu Entnahmen, Ergänzung von Lagekoordinaten, Zusammenfassung der Entnahmezwecke, Plausibilitätsprüfung) und Aufbau einer Datenbank. Weiterhin wurden die separat erhobenen Daten zu den Nassauskiesungsmengen des Sand- und Kiesabbaus, den Grundwasserentnahmen zu Sanierungszwecken sowie zu den Entnahmen aus Oberflächengewässern integriert. Die Entnahmen belaufen sich insgesamt auf ca. 27 Mio. m³/a. Wegen der inkonsistenten Datenlage wurden dabei in Abstimmung mit dem RP Darmstadt Kleinentnahmen < 3.600 m³/a nicht im Einzelnen berücksichtigt. Basierend auf den angezeigten Kleinentnahmen im Landkreis Offenbach werden derartige Entnahmen im Bilanzgebiet auf 100.000 bis 300.000 m³/a geschätzt (davon sind 78.000 m³/a vom RP Darmstadt erteilte Wasserrecht < 3.600 m³/a), d.h. für die Bilanzierung wird mit einem Mittelwert von 200.000 m³/a gerechnet.

Sämtliche Grundwasserentnahmen im Untersuchungsgebiet wurden in Absprache mit dem RP Darmstadt zur weiteren Bearbeitung in folgende Entnahmezwecke zusammengefasst:

- Öffentliche Wasserversorgung,
- Gewerblich / industrielle Entnahme (einschließlich gewerblichem Gartenbau),
- Landwirtschaftliche Entnahme (Bewässerung),
- Kommunale Entnahme,
- Bewässerung für Sportanlagen,
- Sonstige (private Entnahmen, Kühlwasser, Fischteiche, landwirtschaftliche Brauchwasserversorgung).

Anlage 3.1 zeigt die Lage sämtlicher Gewinnungsanlagen im Bilanzgebiet.

3.1 Öffentliche Wasserversorgung

Öffentliche Wasserversorger im Bilanzgebiet sind der ZWO, der ZVG Dieburg und die Stadtwerke Groß-Umstadt. **Anlage 3.2** zeigt die Lage der Gewinnungsanlagen sowie die zugehörigen Wasserschutzgebiete.

Während sich beim ZWO alle Gewinnungsanlagen im Bilanzgebiet befinden, liegen im Fall der Stadtwerke Groß-Umstadt ausschließlich die Brunnen Klein-Umstadt, Richen und Semd im Bilanzgebiet. Im Fall des ZVG Dieburg befinden sich lediglich die Gewinnungsanlagen der Gemeinde Otzberg außerhalb des Bilanzgebietes.

Anlage 3.3 zeigt die Hauptleitungen der Versorgungsnetze des ZWO, ZVG und der Stadtwerke Groß-Umstadt. Alle Gewinnungsanlagen innerhalb des Bilanzgebietes speisen in ein Verbundnetz des jeweiligen Versorgers ein. Darüberhinaus besteht ein Leitungsverbund zwischen ZVG Dieburg und ZWO.

Die Versorgungsgebiete der einzelnen Wasserversorger sind in **Anlage 3.4** dargestellt. Die Gemeinde Messel ist über das Leitungsnetz des ZWO an den ZVG Dieburg angebunden.

Der ZWO versorgt die Kommunen im nördlichen Bereich des Bilanzgebietes und liefert darüber hinaus Wasser an die Städte Neu-Isenburg, Dreieich, Langen und Mühlheim, deren Stadtwerke auch eigene Wasserwerke betreiben und somit vom ZWO teilversorgt werden. Der ZWO erhält eine Zuleitung vom ZVG Dieburg und von den VDO-Sanierungsbrunnen.

Der südliche Bereich des Bilanzgebietes wird weitgehend durch den ZVG vollversorgt. Die Gemeinde Roßdorf verfügt über eigene Wassergewinnungsanlagen und wird somit vom ZVG nur teilversorgt. Groß-Umstadt bezieht nur für einige Aussiedlerhöfe bei Kleestadt Trinkwasser vom ZVG.

Die Stadtwerke Groß-Umstadt versorgen ausschließlich die verschiedenen Ortsteile von Groß-Umstadt, die sich nur teilweise innerhalb des Bilanzgebietes befinden.

3.1.1 Verbrauch und Wasserrecht

Die Jahresentnahmen der öffentlichen Wasserversorgung innerhalb des Bilanzgebietes betragen im Zeitraum von 2010-2019 zwischen 23,89 und 27,42 Mio. m³/a und liegen im Mittel bei 25,15 Mio. m³/a (siehe Abb. 2).

Die Summe der erteilten Wasserrechte im Jahr 2019 für die öffentliche Wasserversorgung beträgt im Bilanzgebiet 30,09 Mio. m³/a. Hierbei wurde die Anpassung des Wasserrechtes Zellhausen des ZWO im Jahr 2020 bereits berücksichtigt.

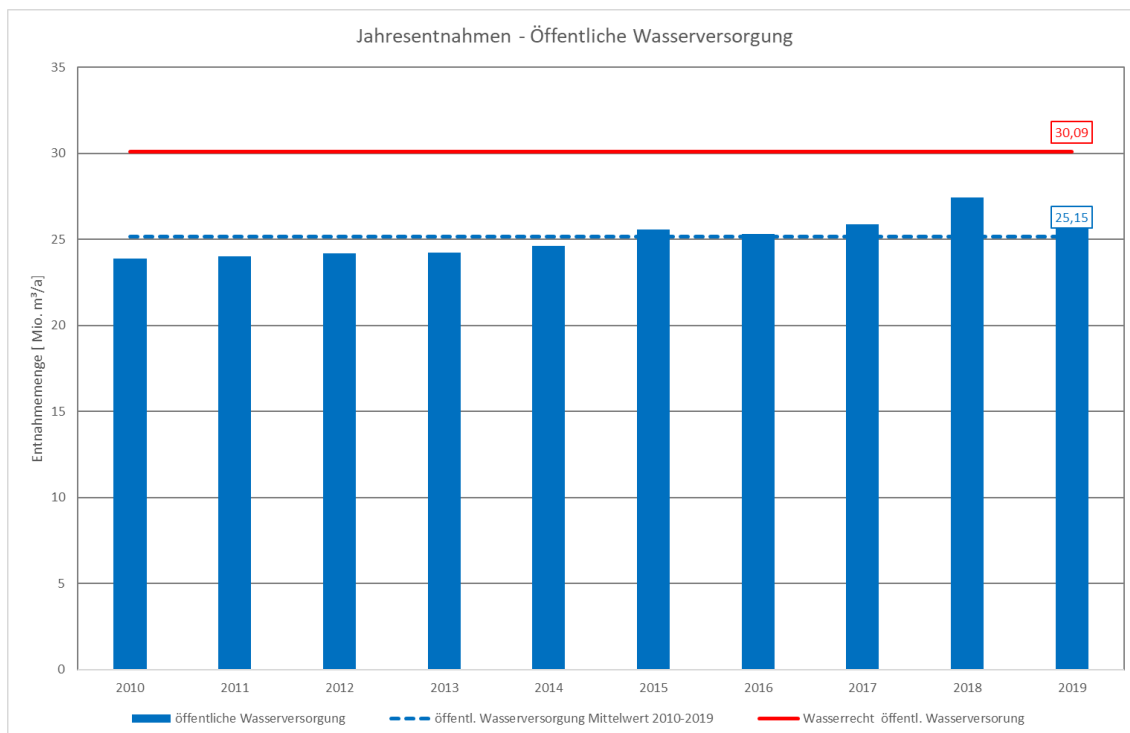


Abb. 2 Jahresentnahmen der öffentlichen Wasserversorgung im Bilanzgebiet von 2010-2019

3.1.2 Bedarfsprognose 2035

Eine ausführliche Darstellung der Berechnungsgrundlagen der Bedarfsprognose 2035 der öffentlichen Wasserversorgung findet sich im **Anhang 1**.

Der Wasserbedarf der öffentlichen Wasserversorgung im Bilanzgebiet entspricht der Summe aus den Bedarfen des ZWO, des ZVG Dieburg und der Stadtwerke Groß-Umstadt.

Lediglich beim ZWO befinden sich alle Gewinnungsanlagen im Bilanzgebiet.

Im Fall des ZVG Dieburg befinden sich die Gewinnungsanlagen der Gemeinde Otzberg außerhalb des Bilanzgebietes. Der Anteil der Gewinnungsanlagen in Otzberg an der Gesamtgewinnung beträgt rd. 3,4 %. Dieser Anteil wird für die Bedarfsermittlung der Gewinnungsmenge im Bilanzgebiet abgezogen.

Im Fall der Stadtwerke Groß-Umstadt liegen ausschließlich die Brunnen Klein-Umstadt, Richen und Semd im Bilanzgebiet. Da diese Brunnen in ein Verbundnetz einspeisen, wird der zukünftige Bedarf dieser Gewinnungsanlagen prozentual aus der erforderlichen Gesamtfördermenge abgeleitet. In den Jahren 2017 bis 2019 lag der Anteil der drei Gewinnungsstandorte an der Gesamtfördermenge bei rd. 22 %. Dieser Anteil wird bei den Bedarfsprognosen angesetzt.

Bei den Wasserbedarfen werden lediglich diejenigen Liefermengen berücksichtigt, die von den Gewinnungen des ZWO und des ZVG Dieburg im Bilanzgebiet stammen und außerhalb des Bilanzgebietes verbraucht werden (Lieferung des ZWO nach Mühlheim, Neu-Isenburg, Dreieich

und Langen sowie des ZVG Dieburg nach Groß-Umstadt und Roßdorf). Lieferungen in das Bilanzgebiet existieren keine.

Der prognostizierte Gesamtwasserbedarf im Bilanzgebiet beläuft sich in einer oberen Variante im Jahr 2035 auf ca. 31,8 Mio. m³/a (Tab. 1).

Tab. 1 Gesamtwasserbedarf im Jahr 2035 im Bilanzgebiet (obere Variante)

	Gesamtwasserbedarf 2035 [m ³ /a]	Bedarf Gewinnung im Bilanzgebiet [m ³ /a]
ZWO	23.300.194	23.300.194
ZVG Dieburg	8.501.735	8.212.676
Stadtwerke Groß-Umstadt	1.509.543	332.100
Summe	33.311.472	31.844.969

In einer unteren Variante des prognostizierten Gesamtwasserbedarfs wird für alle Versorger die Einwohnerprognose der Hessen Agentur¹ mit dem Prognosehorizont 2035 (Stand 2019) zugrunde gelegt. Geht man weiterhin zukünftig von einem rationellen Wasserverbrauch unter Berücksichtigung eines Einsparpotentials von 5 l/E*d beim Pro-Kopf-Verbrauch und von 10 % beim gewerblichen Bedarf² aus, reduziert sich der prognostizierte Gesamtwasserbedarf 2035 im Bilanzgebiet auf ca. 28,9 Mio. m³/a (Tab. 2).

Tab. 2 Gesamtwasserbedarf im Jahr 2035 im Bilanzgebiet (untere Variante)

	Gesamtwasserbedarf 2035 [m ³ /a]	Bedarf Gewinnung im Bilanzgebiet [m ³ /a]
ZWO	21.875.394	21.875.394
ZVG Dieburg	6.992.061	6.754.331
Stadtwerke Groß-Umstadt	1.276.879	280.913
Summe	30.144.334	28.910.638

3.1.3 Bedarfsprognose 2050

Eine ausführliche Darstellung der Berechnungsgrundlagen der Bedarfsprognose 2050 der öffentlichen Wasserversorgung findet sich im Anhang 1.

Die Hessen Agentur hat auch eine Trendfortschreibung bis zum Jahr 2050 vorgenommen (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, 2019). Die prognostizierte Veränderung der Bevölkerungszahl im Zeitraum von 2035 - 2050 wurde unter Berücksichtigung der

¹ www.hessen-agentur.de, Hessisches Gemeindelexikon (Zugriff Herbst 2020)

² Dr.-Ing. Ulrich Roth (Juni 2018): Wasserversorgungskonzept - Heft 1 Wasserbedarfsprognose 2030 im Auftrag des ZWO

für Bedarfsprognose 2035 zugrunde gelegten Bevölkerungszahl für die jeweils obere und untere Variante zur Ermittlung der Einwohnerzahlen für 2050 herangezogen.

Der prognostizierte Gesamtwasserbedarf im Bilanzgebiet beläuft sich in einer oberen Variante im Jahr 2050 auf ca. 32,3 Mio. m³/a (siehe Tab. 3 und Anhang 1).

In einer unteren Variante des prognostizierten Gesamtwasserbedarfs wird für alle Versorger wiederum zukünftig von einem rationellen Wasserverbrauch unter Berücksichtigung eines Einsparpotentials von 5 l/E*d beim Pro-Kopf-Verbrauch und von 10 % beim gewerblichen Bedarf ausgegangen. Dadurch reduziert sich der prognostizierte Gesamtwasserbedarf 2035 im Bilanzgebiet auf ca. 29,3 Mio. m³/a (siehe Tab. 4 und Anhang 1).

Tab. 3 Gesamtwasserbedarf im Jahr 2050 im Bilanzgebiet (obere Variante)

	Gesamtwasserbedarf 2050 [m ³ /a]	Bedarf Gewinnung im Bilanzgebiet [m ³ /a]
ZWO	23.805.547	23.805.547
ZVG Dieburg	8.426.767	8.140.257
Stadtwerke Groß-Umstadt	1.489.064	327.594
Summe	33.721.378	32.273.398

Tab. 4 Gesamtwasserbedarf im Jahr 2050 im Bilanzgebiet (untere Variante)

	Gesamtwasserbedarf 2050 [m ³ /a]	Bedarf Gewinnung im Bilanzgebiet [m ³ /a]
ZWO	22.365.612	22.365.612
ZVG Dieburg	6.929.348	6.693.750
Stadtwerke Groß-Umstadt	1.260.153	277.234
Summe	30.555.113	29.336.596

3.2 Gewerbe/Industrie

3.2.1 Verbrauch und Wasserrecht

Die gewerblichen/industriellen Grundwasserentnahmen im Bilanzgebiet liegen im Zeitraum von 2010-2019 zwischen 0,62 und 0,87 Mio. m³/a bei einer mittleren Jahresentnahme von 0,69 Mio. m³/a (siehe Abb. 3).

Die Grundwasserentnahmen für Gewerbe und Industrie beinhalten auch die Entnahmen zum gewerblichen Gartenbau, welche etwa einen Anteil von 35 - 40 % an den Jahresentnahmen haben

(siehe Abb. 3). Die mittlere Jahresentnahme beträgt für den gewerblichen Gartenbau 0,28 Mio. m³/a und Gewerbe/Industrie ohne gewerblichen Gartenbau 0,41 Mio. m³/a.

Der Anstieg der Grundwasserentnahme von 2017 zu 2018 um ca. 100.000 m³ wird zu 70% durch eine Erhöhung des Wasserbedarfs der gewerblichen Gartenbaubetriebe verursacht.

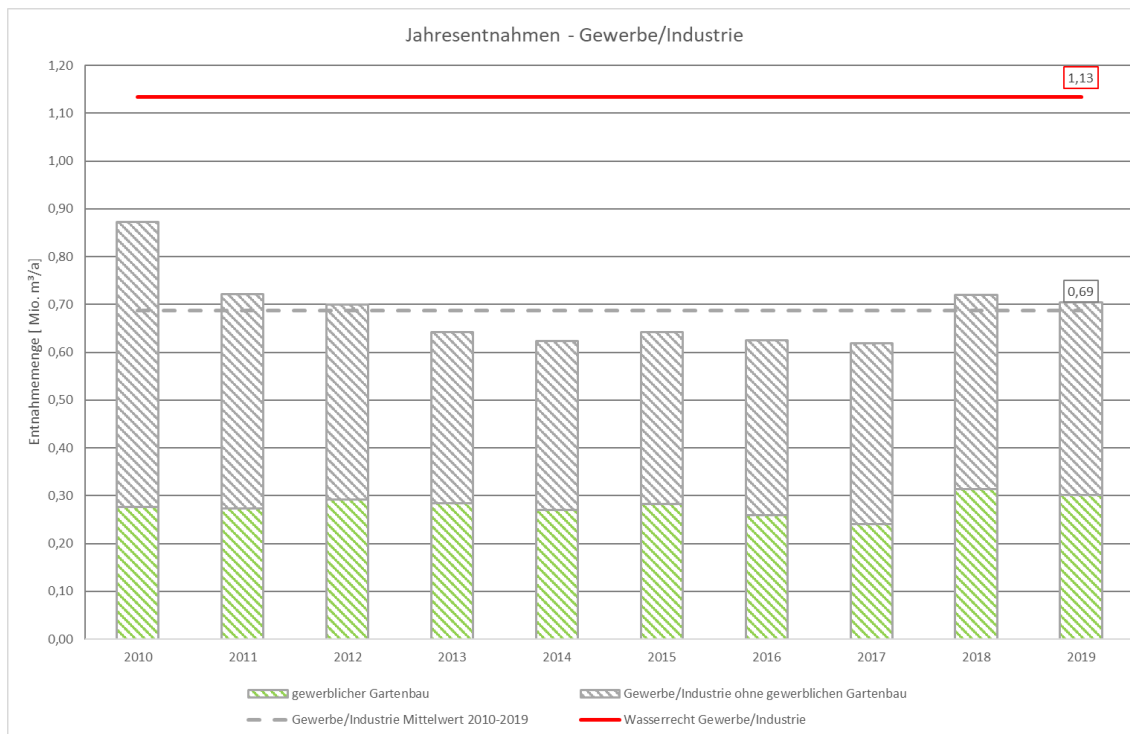


Abb. 3 Jahresentnahmen Gewerbe/Industrie im Bilanzgebiet 2010-2019

Die erteilten Wasserrechte (2019) betragen für die gewerblich/industriellen Grundwasserentnahmen im Bilanzgebiet 1,13 Mio. m³/a, davon entfallen ca. 0,51 Mio. m³/a auf die gewerblichen Gartenbaubetriebe.

3.2.2 Bedarfsprognose

Im Bereich Gewerbe/Industrie ohne gewerblichen Gartenbau ist ausgehend vom Status Quo kein größerer Bedarfsrückgang zu erwarten, da vor allem Großbetriebe bereits seit den 1970er Jahren aus Kostengründen eine systematische Rationalisierung ihres Wasserverbrauchs vorgenommen haben. Da es für eine relevante Bedarfssteigerung derzeit auch keine Anhaltspunkte gibt, wird für die Bedarfsprognose von einer konstanten Grundwasserentnahme von 0,41 Mio. m³/a ausgegangen.

Für den gewerblichen Gartenbau wird zur Berücksichtigung des Klimawandels in Anlehnung an die Erhöhung des Zusatzwasserbedarfs in der Landwirtschaft (vgl. Kapitel 3.3.2) von einer Zunahme der mittleren Jahresentnahme um 50% bis 2035 und einer Verdopplung der mittleren Jahresentnahme bis 2050 ausgegangen. Die mittlere Grundwasserentnahme ergibt sich dann für 2035 zu 0,42 Mio. m³/a und für 2050 zu 0,56 Mio. m³/a. Der Spitzenbedarf in ausgeprägten

Trockenjahren kann bis zum 2-fachen des mittleren Wasserbedarfs der gärtnerischen Bewässerung betragen.

Insgesamt wird für den Bereich Gewerbe/Industrie für 2050 von einem mittleren Bedarf von ca. 0,97 Mio. m³/a ausgegangen.

3.3 Landwirtschaft

3.3.1 Verbrauch und Wasserrecht

In Abb. 4 sind die dem RP gemeldeten Grundwasserentnahmen zur landwirtschaftlichen Bewässerung für den Zeitraum von 2010-2019 dargestellt. Deutlich sind die höheren Entnahmen in den Trockenjahren 2015 und 2018 zu erkennen. Der Anteil der Grundwasserentnahmen durch die Beregnungsverbände an der gesamten Grundwasserentnahme zur landwirtschaftlichen Bewässerung liegt zwischen 84 und 93 %. Den größten Anteil an der Entnahme hat insbesondere in den letzten Jahren der BV Rodgau mit 35 bis 51 %. Die mittlere Grundwasserentnahme im Bilanzgebiet beträgt im Zeitraum von 2010-2019 ca. 0,44 Mio. m³/a.

Das in Summe erteilte Wasserrecht 2019 zum Zwecke der landwirtschaftlichen Bewässerung beträgt im Bilanzgebiet 1,01 Mio. m³/a.

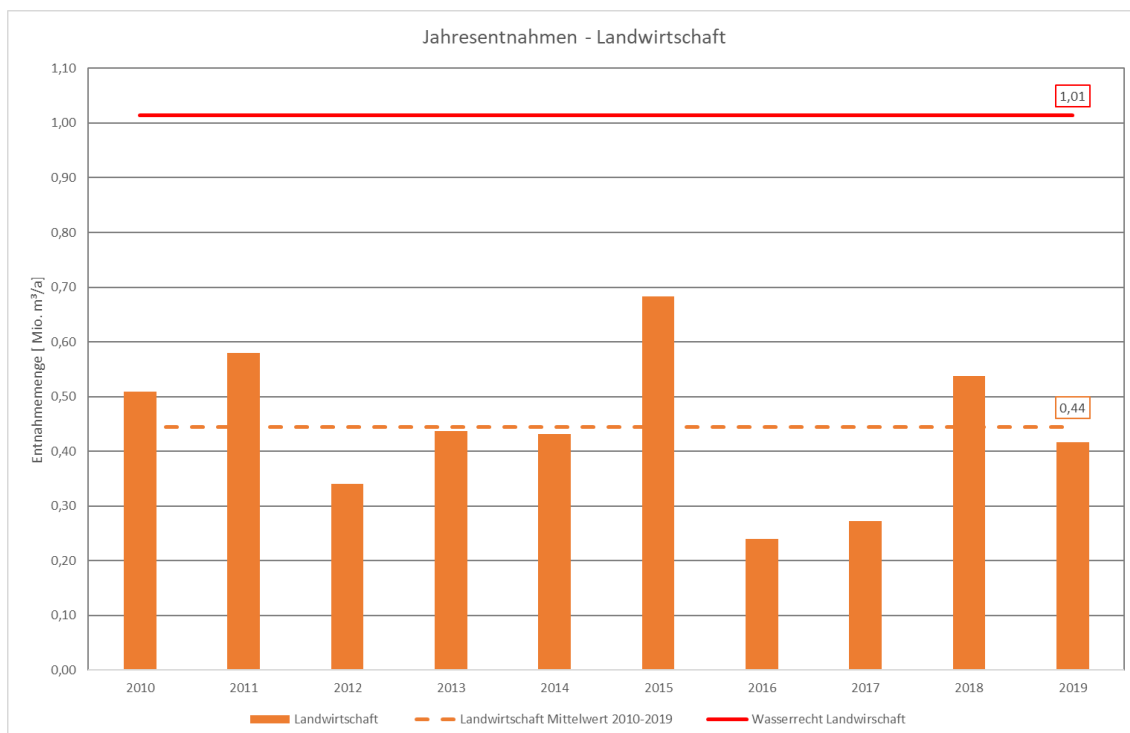


Abb. 4 Jahresentnahmen Landwirtschaft im Bilanzgebiet 2010-2019

3.3.2 Bedarfsprognose

Für den Beregnungsverband Rodgau standen seitens des Verbands als Rückmeldung zu einer Anfrage des Regierungspräsidiums aus dem Jahr 2020 Angaben zu den zur Bewässerung erschlossenen Flurstücken und Flächen zur Verfügung. Für den Beregnungsverband Babenhausen sowie den Beregnungsverband Harreshausen wurde die Abgrenzung der Flächen anhand der beim RP vorliegenden wasserrechtlichen Antragsunterlagen geprüft. Die erschlossenen Bewässerungsflächen wurden an Hand einer Klassifikation der Landnutzung basierend auf einer multitemporalen Satellitenbilddauswertung aus dem Jahr 2000 und unter Berücksichtigung der Lage der Beregnungsbrunnen für die übrigen Verbände ergänzt (siehe **Anlage 3.5**). Bei der Darstellung der zur landwirtschaftlichen Bewässerung technisch erschlossenen Fläche handelt es sich um einen groben Überblick für das gesamte Bilanzgebiet, nicht aber um eine flächenscharfe Abgrenzung von Bewässerungsflächen. Die zur landwirtschaftlichen Bewässerung technisch erschlossene Fläche beträgt innerhalb des Bilanzgebietes ca. 1.500 ha. Somit ergibt sich bei einer Grundwasserentnahme zum Zwecke der landwirtschaftlichen Bewässerung von im Mittel 0,44 Mio. m³/a (Zeitraum 2010-2019) ein mittlerer Zusatzwasserbedarf von ca. 30 mm/a.

Unter Berücksichtigung des Klimawandels ist davon auszugehen, dass zum einen zukünftig der Anteil der zur Bewässerung erschlossenen Flächen zunimmt und zum anderen der Zusatzwasserbedarf auf den Bewässerungsflächen steigt.

Aus einer Abfrage des RP Darmstadt zu den bestehenden und zusätzlich gewünschten Bewässerungsflächen lässt sich für den BV Rodgau ein Flächenzuwachs von ca. 40% ableiten. Demnach ist zukünftig für das Bilanzgebiet von ca. 2.100 ha zur Bewässerung erschlossener Flächen auszugehen. Für den Zusatzwasserbedarf wird ein Anstieg von 10 mm pro Dekade angenommen (Berthold 2009), so dass sich ein Zusatzwasserbedarf im Bilanzgebiet für das Jahr 2035 von ca. 45 mm/a und für das Jahr 2050 von ca. 60 mm/a ergibt. Die mittlere Bewässerungsmenge beträgt dann für 2035 0,95 Mio. m³/a und für 2050 1,25 Mio. m³/a. Der Spitzenbedarf in ausgeprägten Trockenjahren kann das 2-fache der mittleren Bewässerungsmengen betragen.

3.4 Brauchwasser

3.4.1 Verbrauch und Wasserrecht

Unter dem Begriff Brauchwasser sind die kommunalen Entnahmen, Bewässerung von Sportanlagen sowie sonstige Grundwasserentnahmen zusammengefasst.

Im Zeitraum von 2010-2019 liegen die Entnahmen im Bilanzgebiet zwischen 234.000 m³/a und 320.000 m³/a, der Mittelwert beträgt ca. 275.000 m³/a.

Die erteilten Wasserrechte 2019 betragen 425.070 m³/a.

3.4.2 Bedarfsprognose

Im Bilanzgebiet hat die Brauchwasserentnahme eine untergeordnete Rolle. Für die Prognose wird davon ausgegangen, dass die Entnahme konstant bleibt.

3.5 Grundwassersanierung

3.5.1 Verbrauch

Die vorliegenden Daten zu Grundwasserentnahmen zum Zwecke der Sanierung zeigen, dass ca. 20% der Sanierungen im Bilanzgebiet bilanzneutral sind, d.h. das geförderte Grundwasser wird anschließend wieder infiltriert oder versickert. Sanierungen mit Einleitung in ein Fließgewässer werden nicht als bilanzneutral angesehen. Die nicht bilanzneutralen Grundwasserentnahmen zu Sanierungszwecken liegen im Bilanzgebiet im Zeitraum von 2010-2019 zwischen 0,75 und 1,15 Mio. m³/a (siehe Abb. 5). Die mittlere Grundwasserentnahme zu Sanierungszwecken beträgt im Bilanzgebiet im Zeitraum von 2010-2019 ca. 0,98 Mio. m³/a. Ein Anteil von über 50 % entfällt hierbei auf die Grundwassersanierungsbrunnen des VDO innerhalb der Gemarkung Zellhausen. Die Entnahmemenge liegt im Zeitraum von 2010-2019 zwischen ca. 550.000 und 690.000 m³/a. Das Grundwasser wird vom ZWO genutzt.

Die Grundwasserentnahmen sind auf Fassung bzw. Sicherung der Grundwasserschäden ausgerichtet und nur in wenigen Ausnahmefällen liegen für die Sanierungen Angaben zu genehmigten maximalen Entnahmemengen vor.

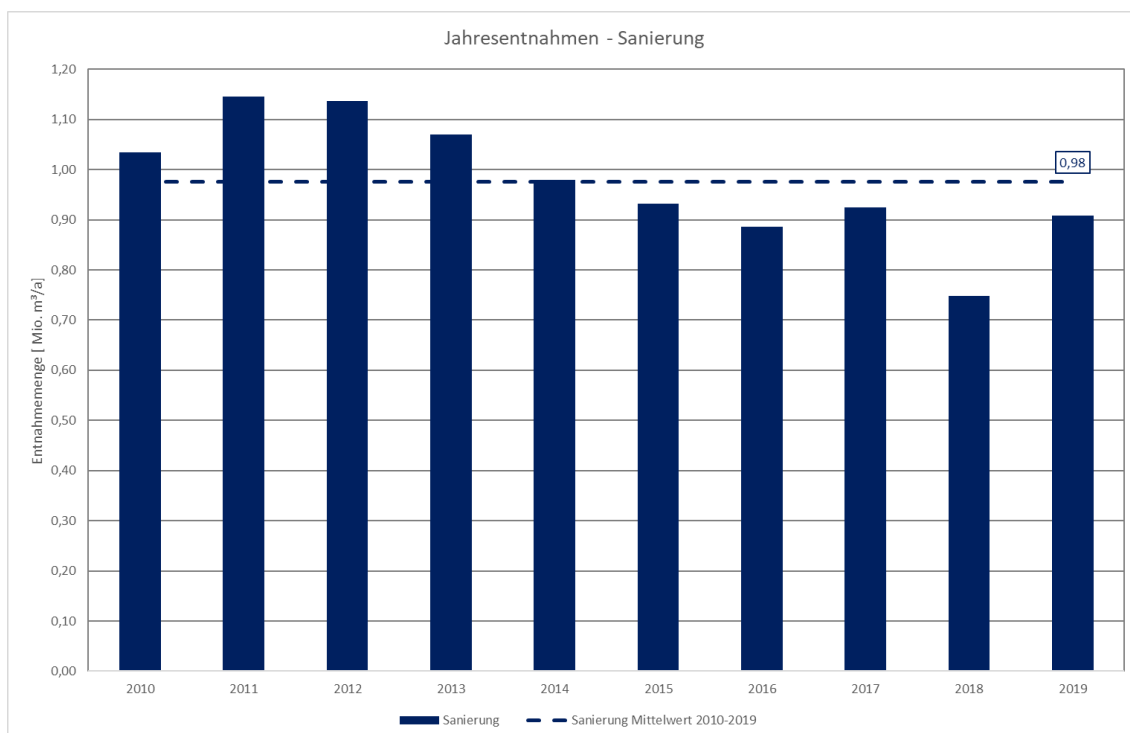


Abb. 5 Jahresentnahmen Sanierung im Bilanzgebiet 2010-2019

3.5.2 Bedarfsprognose

Eine Bedarfsprognose für die Sanierung ist unklar. Insgesamt ist die Altlastensanierung in der Untermainebene weit fortgeschritten, so dass nicht davon auszugehen ist, dass gravierende Sanierungsfälle hinzukommen werden. Erfahrungsgemäß weisen die Grundwasserentnahmen zu

Sanierungszwecken lange Laufzeiten auf, so dass für 2035 von einem zunächst gleichbleibenden Bedarf ausgegangen wird, der im Mittel bei 0,98 Mio. m³/a liegt. Es wird angenommen, dass die Grundwassersanierungen im Bilanzgebiet bis 2050 weitgehend abgeschlossen sind.

3.6 Baggerseen

3.6.1 Verbrauch und Wasserrecht

Innerhalb des Bilanzgebietes befinden sich zahlreiche Baggerseen, die zum Teil bereits einer Folgenutzung zugeführt wurden. Aktuell liegen für 7 Baggerseen genehmigte Abbaurechte für Nassauskiesungen vor. Eine Mineralstoffentnahme im Grundwasser wirkt sich auf die Grundwasserstände wie eine Grundwasserentnahme, da das entnommene Kiesvolumen durch nachströmendes Grundwasser ersetzt wird. In den erteilten Abbaurechten zu den Tagebaubetrieben gibt es festgelegte Obergrenzen für den Rohstoffabbau insgesamt, so dass der erforderliche Anteil des Abbaus im Grundwasser aufgrund der örtlich sehr unterschiedlichen Überdeckung nur geschätzt werden kann.

Nach den vom RP Darmstadt im April 2021 zur Verfügung gestellten überschlägig berechneten Jahresmengen zu den einzelnen Baggerseen lag im Zeitraum von 2010-2019 der grundwasseräquivalente Zustrom innerhalb des Bilanzgebietes in der Größenordnung von 100.000 m³/a.

3.6.2 Bedarfsprognose

Aufgrund der langen Laufzeiten der Genehmigungen im Tagebaubereich wird von einem gleichbleibenden Bedarf ausgegangen.

3.7 Oberflächengewässer

Innerhalb des Bilanzgebietes sind für die Gewässer Gersprenz und Rodau verschiedene Entnahmen wasserrechtlich genehmigt. Die Genehmigungen der kleineren gärtnerischen oder landwirtschaftlichen Entnahmen schreiben oft nur eine Maximalmenge in l/s vor, die nicht sinnvoll auf Jahresmengen hochgerechnet werden kann. Für die größeren Wasserrechte der Beregnungsverbände liegen dagegen Angaben zu maximalen Jahresentnahmemengen vor. Demnach bestehen innerhalb des Bilanzgebietes für die Rodau wasserrechtliche Erlaubnisse zur Entnahme von bis zu 100.000 m³/a und für die Gersprenz von bis zu rund 315.000 m³/a.

Zu den tatsächlichen Entnahmemengen aus Oberflächengewässern in den letzten Jahren liegen keine Daten vor.

Die Wechselwirkungen zwischen Fließgewässer und Grundwasser erfolgen im Wesentlichen durch Infiltration von Fließgewässerwasser in das Grundwasser oder Exfiltration von Grundwasser in das Fließgewässer. Die In- und Exfiltrationsmengen werden neben der Durchlässigkeit des Gewässerbettes von der Wasserstands Differenz zwischen dem Wasserstand im Fließgewässer und dem Grundwasserstand bestimmt. Die wasserrechtlich genehmigten Entnahmen beeinflussen nicht signifikant das Abflussgeschehen bzw. den Wasserstand im Fließgewässer.

Die Entnahme von Wasser aus den Oberflächengewässern führt nicht zu einer Dargebotsänderung im Bilanzgebiet und wird daher im Rahmen dieser Studie nicht weiter betrachtet.

3.8 Zusammenfassung

3.8.1 Verbrauch und Wasserrechte

Die Jahresentnahmen im Bilanzgebiet im Zeitraum von 2010-2019 liegen in Summe zwischen 26,58 und 29,81 Mio. m³/a bei einer mittleren Entnahme von 27,59 Mio. m³/a. Der Hauptanteil der Entnahmen entfällt mit im Mittel von 25,15 Mio. m³/a auf die öffentliche Wasserversorgung (siehe Abb. 6 und Tab. 5).

Die erteilten Wasserrechte 2019 betragen im Bilanzgebiet insgesamt 32,66 Mio. m³/a. Hinzu kommen die Abbaurechte der Tagebaue mit einem den Abbaurechten entsprechenden jährlichen maximalen grundwasseräquivalenten Zustrom in die Baggerseen von ca. 0,10 Mio. m³/a sowie die Sanierungsentnahmen, die im Mittel im Zeitraum von 2010-2019 ca. 0,98 Mio. m³/a betragen.

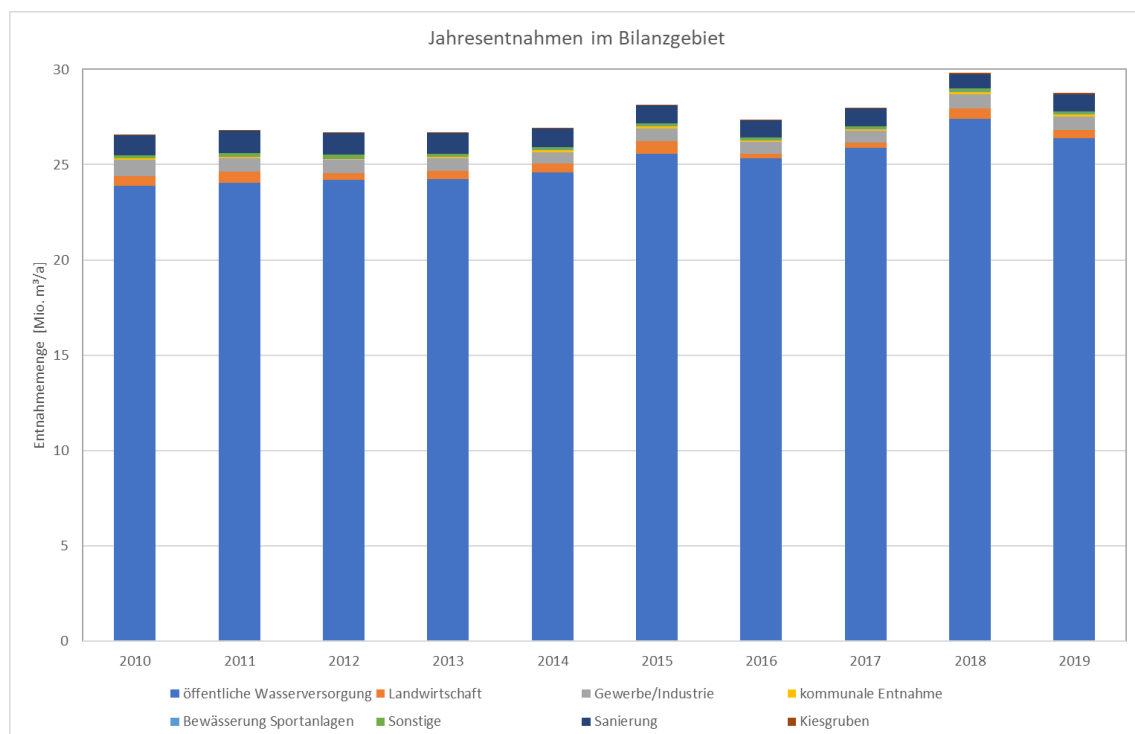


Abb. 6 Jahresentnahmen im Bilanzgebiet 2010-2019

Tab. 5 Jahresentnahmen im Bilanzgebiet 2010-2019 in Mio. m³/a

	öffentliche Wasser- versorgung	Landwirt- schaft	Gewerbe/ Industrie	kommunale Entnahme	Bewässerung Sportanlagen	Sonstige	Sanierung	Kiesgruben	Gesamt- entnahme
2010	23,888	0,509	0,873	0,046	0,032	0,157	1,034	0,047	26,585
2011	24,030	0,580	0,722	0,069	0,038	0,183	1,145	0,047	26,814
2012	24,196	0,340	0,700	0,075	0,034	0,186	1,136	0,047	26,715
2013	24,244	0,437	0,643	0,080	0,074	0,133	1,069	0,047	26,727
2014	24,608	0,432	0,623	0,081	0,040	0,136	0,980	0,047	26,947
2015	25,562	0,683	0,642	0,106	0,050	0,140	0,932	0,047	28,163
2016	25,323	0,239	0,625	0,084	0,032	0,136	0,886	0,047	27,372
2017	25,871	0,273	0,619	0,087	0,036	0,138	0,924	0,047	27,994
2018	27,416	0,537	0,720	0,129	0,055	0,137	0,747	0,068	29,808
2019	26,380	0,417	0,704	0,116	0,039	0,135	0,908	0,067	28,766

3.8.2 Bedarfsprognose

Der prognostizierte Wasserbedarf im Bilanzgebiet für 2050 ergibt sich unter Berücksichtigung der oberen Variante des Bedarfs der öffentlichen Wasserversorgung zu ca. 37 Mio. m³/a und unter Berücksichtigung der unteren Variante des Bedarfs der öffentlichen Wasserversorgung zu ca. 34 Mio. m³/a (siehe Tab. 6).

Tab. 6 Prognostizierter Wasserbedarf im Bilanzgebiet [Mio. m³/a]

Wasserbedarf im Bilanzgebiet	Prognose 2035		Prognose 2050	
	obere Variante	untere Variante	obere Variante	untere Variante
Öffentliche Wasserversorgung	31,85	28,91	32,27	29,34
Gewerbe/Industrie	0,41	0,41	0,41	0,41
gewerblicher Gartenbau (x2-	0,84	0,84	1,12	1,12
Landwirtschaft	1,90	1,90	2,50	2,50
Brauchwasser	0,43	0,43	0,43	0,43
Sanierung (ohne VDO)*	0,40	0,40	-	-
Baggerseen	0,10	0,10	0,10	0,10
Kleinentnahmen	0,20	0,20	0,20	0,20
Summe	36,13	33,19	37,03	34,10

)* abzgl. der zur öffentlichen Wasserversorgung genutzten Menge

4 Analyse landwirtschaftlicher, forst- und naturschutzrechtlicher Restriktionen und Belange

Um potentielle Konflikte zwischen Naturschutz sowie Forst- und Landwirtschaft durch Maßnahmen der Grundwasserwirtschaft frühzeitig zu erkennen und von vornherein zu minimieren, wurde für das Bilanzgebiet eine naturschutzfachliche Einordnung hinsichtlich seiner Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen des bestehenden Wasserhaushaltes vorgenommen. Hierauf aufbauend wurden innerhalb des Bilanzgebietes Bereiche ermittelt und abgegrenzt, in denen sich (grund-)wassergeprägte Feuchtbiootypen, und grundwassergestützte Waldbestände konzentrieren, die auf Grundwasserveränderungen sensibel reagieren würden (siehe Anhang 2).

Folgende Schutzkategorien nach Naturschutzrecht wurden für die Auswertung im Bilanzgebiet herangezogen:

- Gebiete der EG-Vogelschutzrichtlinie (Vogelschutzgebiete, VSG),
- Gebiete der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Gebiete),
- Naturschutzgebiete (NSG).

Die Zusammenstellung der Daten über die Ausstattung des Bilanzgebietes mit (grund-)wassergeprägten Schutzgebieten und feuchteabhängigen Biootypen samt an ihnen gebundenen schutzwürdigen Arten erfolgte über Abfragen verschiedener Datenbanken, wie dem Viewer der hessischen Fachinformationssysteme zum Naturschutz (NATUREG) und zur EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Da die seit 2015 laufende Hessische Lebensraum- und Biotopkartierung (HLBK) das Bilanzgebiet noch nicht vollständig erfasst hat³, bildeten die Daten der selektiven Hessischen Biotopkartierung (HB) aus den Jahren 1992-2006 die Basis des Biootypenbestandes und wurden durch HLBK-Daten ergänzt. Innerhalb der Natura 2000-Gebiete und der FFH-Gebiete wurden die Daten zur Biootypenausstattung aus den Grunddatenerhebungen berücksichtigt.

Basierend auf allen zugänglichen Daten hinsichtlich der Biootypenausstattung des Bilanzgebietes wurden sämtliche innerhalb des Bilanzgebietes vorkommenden Biootypen zusammengefasst. Aufgrund von Literaturangaben zur Grundwasserabhängigkeit von Pflanzengesellschaften erfolgte eine Einschätzung, wie empfindlich diese Feuchtbiootypen in Bezug auf Veränderungen des bestehenden Wasserhaushaltes sind. Darauf aufbauend wurden die (grund-)wasserabhängigen Feuchtbiootypen im Hinblick auf ihre Sensibilität gegenüber Veränderungen des Wasserhaushaltes in vier Sensibilitätsklassen von „wenig sensibel“ bis „hochsensibel“ eingeteilt. Dabei wurden auch Hinweise zu FFH-Anhang II-Arten nasser bis feuchter Lebensräume berücksichtigt.

Basierend auf der räumlichen Darstellung der Sensibilitätsklassen der Feuchtbiootypen im Bilanzgebiet wurden Bereiche identifiziert, in denen ähnlich sensible, (grund-)wasserabhängige Biootypen gehäuft auftreten oder in einem räumlichen Zusammenhang entwickelt werden

³ Aktuell sind von der laufenden HLBK nur die Kartiergebiete 226, 289, 313 (vollständig), 314, 332, 333, 355, 356, 373, 374, 375, 397, 399 und 442 und auch nur teilweise bearbeitet.

können. Diese wurden als Raumeinheiten abgegrenzt (siehe **Anlage 4.1**) und entsprechend der vorherrschenden Sensibilitätsklasse gegenüber Veränderungen des Wasserhaushaltes der in ihnen auftretenden Feuchtbiootypen als „hochsensibel“, „sehr sensibel“ oder „mäßig sensibel“ eingestuft. Die hochsensiblen Raumeinheiten kennzeichnen die Zonen der höchsten potentiellen Konfliktstufe, innerhalb derer infolge der Grundwasserbewirtschaftung keine Absenkung der oberflächennahen Grundwasserstände erfolgen sollte. Diese sensiblen Raumeinheiten sind ohne Berücksichtigung von Grundwasserflurabständen allein durch ihre Biootypenausstattung definiert. Hierauf aufbauend wurden die sensiblen Biootypen/Raumeinheiten mit den hydrogeologischen Gebietsmerkmalen korreliert.

Anlage 4.1 zeigt eine Überlagerung der sensiblen Biootypen/Raumeinheiten (potentielle Konfliktbereiche) mit mittleren Flurabständen im 1. Grundwasserleiter sowie der angenommenen Verbreitung der Deckschicht zur Identifikation der tatsächlichen Konfliktbereiche. Dargestellt sind hier flächenhaft verbreitete Deckschichten, die anhand von Bohrprofilen korreliert wurden (siehe Kapitel 2). Das Vorhandensein von weiteren kleinräumigen lokalen Nachweisen von Deckschichten bzw. schwebenden Grundwasserleitern ist im Rahmen von Detailfragen im Zuge der Wasserrechtsverfahren zu klären. Dies betrifft z.B. die Bereiche östlich von Hausen, zwischen Hainstadt und Froschhausen, südlich von Kleinwelzheim sowie südlich der Brunnen Lange Schneise Ost. Diese nicht abschließend geklärten Detailfragen nehmen jedoch wegen der zahlreichen weiteren feuchtesensiblen Flächen, bei denen ein Einfluss aus der Grundwasserbewirtschaftung nicht ausgeschlossen werden kann, keinen erheblichen Einfluss auf das Bewirtschaftungskonzept.

Potentielle Konfliktbereiche zwischen Naturschutz bzw. Forstwirtschaft und der Wasserwirtschaft treten dort auf, wo hochsensibel oder sehr sensible Raumeinheiten in Bereichen mit geringen Flurabständen vorhanden sind. Dies ist insbesondere in der Mainaue, in der südlichen und östlichen Gersprenzaue sowie in der nördlichen Rodauniederung der Fall. Dort, wo in Anlage 4.1 Feuchtbiootope im Bereich großer Flurabstände auftreten, ist davon auszugehen, dass deren Wasserhaushalt nicht in Wechselwirkung zu bewirtschafteten Grundwasserleitern steht und somit auch kein Konflikt zu Grundwasserentnahmen gegeben ist.

Die einzelnen Raumeinheiten sind im Anhang 2 in Steckbriefen beschrieben, welche Informationen über die jeweilige Biootypenausstattung, anteilige Schutzgebiete und etwaige Vorkommen von FFH-Lebensraumtypen und/oder FFH-Anhang II-Arten enthalten. Im Rahmen der Kurzbeschreibung der einzelnen sensiblen Raumeinheiten erfolgt auch eine grobe Einschätzung der jeweiligen Grundwasser-Situation bei mittleren Verhältnissen. Hierfür wurde zum Abgleich die Flurabstandskarte vom Oktober 2013 (mittlere Verhältnisse) hinzugezogen.

Ein Vergleich mit der Flurabstandskarte bei niedrigen Grundwasserständen, wie sie im Oktober 1993 vorherrschten (HLNUG 2013), zeigt, dass die hochsensiblen und sehr sensiblen Feuchtbiootypen dort anzutreffen sind, wo auch im genannten Referenzmonat noch geringe Flurabstände herrschten. Dagegen fehlen sie an Standorten, wo während der Trockenperiode im Oktober 1993 größere Flurabstände (etwa >3-4 m) dokumentiert sind. Dort liegen allenfalls noch mäßig sensible Raumeinheiten mit Feuchtbiootypen, die mit einem etwas unausgeglichenem Bodenwasserhaushalt und stärkeren Grundwasserstandsschwankungen zurechtkommen. Diese

Übereinstimmung findet in der Flurabstandskarte 2019 (Anlage 2.5) ebenfalls für niedrige Grundwasserstände ihre Bestätigung.

Insofern bilden die Vorkommen der Feuchtbiototypen außerhalb der Deckschichten die Grundwassersituation ab.

Anders stellt sich die Situation oberhalb der Deckschichten dar. Hier bilden auftretende hochsensible und sehr sensible Raumeinheiten keine hohen Grundwasserstände ab, sondern sind vermutlich weitgehend Manifestationen von Stauwassersituationen. Entsprechend bleiben schwankende Flurabstände zum wasserwirtschaftlich genutzten Grundwasserleiter hier ohne Einfluss.

Für die Ermittlung potentiell sensibler Waldbestände und potentiell sensibler landwirtschaftlicher Flächen, die über die Biotopkartierung nicht erfasst wurden, standen Geometriedaten über eine satellitengestützte Landnutzungsklassifikation für das Jahr 2000 (siehe Anlage 3.5) und mittlere Grundwasserflurabstände, beispielhaft vom Oktober 2013 (siehe Anlage 2.6) zum Abgleich zur Verfügung. Hierüber wurden neben den geschützten und kartierten Wald-Feuchtbiototypen auch solche Wald- bzw. Forstbestände ermittelt, für die eine Zusatzwasserversorgung aus dem Grundwasser vermutet werden kann.

Im Bilanzgebiet existieren an verschiedenen Orten Waldstandorte, die einen mehr oder minder ausgeprägten Grundwasserkontakt aufweisen. Die Menge an Zuschusswasser, die die Bestände aus dem Grundwasser beziehen können, hängt zunächst von der Höhe des Grundwasserflurabstands ab. Hinzu kommen die Wurzeltiefe der Bestände und die Höhe des kapillaren Wasseraufstiegs aus dem Grundwasser. Letztere wird von den Bodenarten (Korngrößen) geprägt. In Grobsanden beträgt die maximale kapillare Aufstiegshöhe etwa 50 cm, in reinem Schluff können bis zu 300 cm erreicht werden.

Der sogenannte Grenzflurabstand, d.h. die maximale Bodentiefe, bis zu der die Bestände in Trockenphasen noch eine relevante Zuschusswassermenge (z.B. 0,3 mm/d) aus dem Grundwasser gewinnen können, ist demnach ein Wert, der von mehreren Faktoren abhängt. Eine methodische Grundlage zur Ableitung eines solchen „Grenzwertes“ bietet die Bodenkundliche Kartieranleitung (Ad-Hoc Arbeitsgruppe Boden 2005), die den Grenzflurabstand aus der effektiven Durchwurzelungstiefe⁴ und der kapillaren Aufstiegshöhe ableitet. Aufgrund der konservativen Annahmen bei der Ermittlung des Grenzflurabstandes ermöglicht sie eine Ja/Nein-Entscheidung bezüglich der Frage, ob ein Grundwassereinfluss potentiell bestehen kann oder nicht. Anschließend sind evtl. weitere Differenzierungen bezüglich des Bodenwasserhaushaltes erforderlich.

Tab. 7 zeigt exemplarische Grenzflurabstände für verschiedene Bodenarten. Es zeigt sich, dass in stark lehmigen Sanden ein Grenzflurabstand von knapp 3 m erreicht werden kann, in reinen Schluffen etwa 4,5 m.

⁴ Die „effektive Wurzeltiefe“ berücksichtigt die Durchwurzelungstiefe der jeweiligen Vegetation, bis zu der die nutzbare Feldkapazität des Bodens vollständig ausgeschöpft werden kann. Die „effektive Wurzeltiefe“ als theoretischer Wert liegt daher immer oberhalb der realen maximalen Wurzeltiefe der Pflanzen (kleiner als maximale Wurzeltiefe).

Tab. 7 Effektive Durchwurzelungstiefe, kapillare Aufstiegshöhe und Grenzflurabstand für Laubwälder auf homogen sandigen, lehmigen und schluffigen Böden (Beispiele; bei einer kapillaren Aufstiegsrate von 0,3 mm/d, einer Wasserspannung von pF 4,0 an der Untergrenze des effektiven Wurzelraumes und einer mittleren Lagerungsdichte des Bodens, nach Tab. 81 u. 82 in AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN 2005)

Bodenart	Effektive Durchwurzelungstiefe [cm]	Kapillare Aufstiegshöhe [cm]	Grenzflurabstand [cm]
Grobsand (gS)	75	50	125
Mittelsand (mS)	90	80	170
Feinsand (fS)	90	140	230
Stark lehmiger Sand (SI4)	135	150	285
Reiner Schluff (Uu)	150	300	450

Da die lokalen Wurzeltiefen und die darunter folgenden Bodenarten nicht im Detail bekannt sind, werden im Rahmen dieser Studie vereinfachend zwei Grenzflurabstände unterschieden:

- bis 3,0 m (potentiell schwacher bis prägender Grundwasserkontakt),
- > 3,0 bis 5,0 m (potentiell sehr schwacher Grundwasserkontakt).

Hierbei handelt es sich um ausgesprochen konservative Werte. In den sandigen Böden der Untermainebene muss wiederholt von einem Grenzflurabstand kleiner als 2,0 m ausgegangen werden. Werte über 3,0 m sind allenfalls lokal bzw. bei sehr bindigen Böden zu erwarten. Die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt hat in ihrer Studie zu den „Waldentwicklungsszenarien für das Hessische Ried“ nur einen pauschalen Grenzflurabstand von 2,5 m angesetzt (NW-FVA 2013).

Bei den Grundwasserflurabständen werden schwebende Grundwasserleiter nahe der Geländeoberfläche an dieser Stelle nicht betrachtet.

Während ein prägender Einfluss auf Wald-/Forstbestände bei einem Flurabstand (deutlich) geringer als 3,0 m zu erwarten, ist bei einem mittleren Grundwasserflurabstand zwischen 3,0 und 5,0 m eher von einem nur schwach wirksamen Grundwassereinfluss auszugehen. Ab einem Flurabstand von mehr als 5 m ist ein Grundwassereinfluss nicht mehr relevant.

Die flächenhafte Darstellung der Wald-/Forstbestände für die entsprechenden Flurabstandsklassen < 3 m bzw. 3 - 5 m erfolgte durch Verschneidung der Landnutzung (siehe Anlage 3.5) mit der Flurabstandskarte für mittlere Verhältnisse vom Oktober 2013 (siehe Anlage 2.6). Ergänzend wurde für den südlichen Bereich die Flurabstandskarte des HLNUG für das Jahr 2013 berücksichtigt. Die Standorte der potentiell grundwasserabhängigen Waldbestände sind im Wesentlichen auf die Bieber- und Rodauaue im Norden, auf die Mainaue im Osten sowie auf die Auen der Gersprenz und ihrer Zuflüsse im Süden beschränkt (siehe Anhang 2, Anlage 3). In diesen Bereichen sind auch die hochsensiblen und sensiblen Feuchtbiootypen vertreten.

Bei der Versorgung landwirtschaftlicher Kulturen mit Grundwasser ist insbesondere das Dauergrünland von Interesse, da dessen Bestände auch für Naturschutz und Biodiversität relevant sein können. Für die meisten landwirtschaftlich genutzten Pflanzen kann eine Durchwurzelungstiefe von weniger als bzw. bis zu maximal 1,3 m⁵ angenommen werden. Das Herausfiltern von Nutzflächen an Standorten mit mittleren Grundwasserflurabständen von bis zu 1,5 m erfasst somit alle Flächen, auf denen Nutzpflanzen wenigstens noch schwach oder zeitweilig von Grundwasser beeinflusst werden.

Die flächenhafte Darstellung der Acker- und Dauergrünland-Flächen für die genannten Flurabstandsklassen erfolgte durch Verschneiden der Landnutzung (siehe Anlage 3.5) mit den Flurabständen für mittlere Verhältnisse (siehe Anlage 2.6). Ergänzend wurde für den südlichen Bereich die Flurabstandskarte des HLNUG für das Jahr 2013 berücksichtigt.

Die potentiell (grund-)wasserabhängigen landwirtschaftlichen Nutzflächen liegen im Norden des Bilanzgebietes in der Bieber- und Rodauaue, im (Nord-)Osten in der Mainaue nördlich und südlich von Seligenstadt sowie im Süden in der Aue der Gersprenz und ihrer Zuflüsse. Das Dauergrünland konzentriert sich insbesondere im Norden und im Westen des Bilanzgebietes, während nach Süden hin der Ackeranteil an den landwirtschaftlichen Nutzflächen auf grundwasserbeeinflussten Standorten zunimmt.

Die ermittelten Dauergrünlandbestände werden zum Teil aufgrund ihrer Lage in unmittelbarer Nachbarschaft zu anderen wertvollen Feuchtbiototypen durch die Abgrenzung sensibler Raumeinheiten miterfasst.

⁵ <https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/dokumentationen/agrowetter/Schlagkonfiguration.pdf>

5 Analyse und Bewertung der bisherigen Grundwasserentnahmen

5.1 Klima

Das Klima im Untersuchungsgebiet ist dem Klimabezirk Rhein-Main-Gebiet zuzurechnen, welcher dem größeren Klimaraum Südwest-Deutschland untergeordnet ist. Im Vergleich zum übrigen Hessen zeichnet sich der Klimaraum durch warme Sommer und milde Winter aus.

Niederschlag

Abb. 7 zeigt die Jahresniederschlagssumme der für das Untersuchungsgebiet repräsentativen DWD-Station Mainhausen-Zellhausen für den Zeitraum 2001 bis 2020. Das Mittel für diesen Zeitraum liegt bei 665,4 mm. Der Mittelwert des Zeitraums der Referenzperiode 1961-1990⁶ war mit 687 mm noch höher. Deutlich zum Ausdruck kommen die ausgeprägten Trockenjahre 2003, 2015 und 2018 sowie die Nassjahre 2001 und 2002. Die hohen Grundwasserstände in Folge der Nassjahre 2001 und 2002 bewirkten vielerorts Vernässungen und - zusammen mit dem Oberflächenwasser - Überschwemmungen von landwirtschaftlichen Flächen und Wäldern im Bereich des Hessischen Rieds und der Untermainebene.

Für die Wasserwirtschaft bedeutsam ist die Tatsache, dass seit dem Jahr 2002 kein ausgeprägtes Nassjahr mehr aufgetreten ist.

⁶ Mit Ende des Jahres 2020 wurde die internationale Referenzperiode der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) für aktuelle klimatologische Bewertungen durch die Periode 1991 bis 2020 ersetzt.

Für die Bewertung langfristiger Klimaentwicklung wird die WMO-Referenzperiode 1961-1990 jedoch beibehalten, da dieser Zeitraum nur zum Teil von der aktuell zu beobachteten beschleunigten Erwärmung betroffen ist.

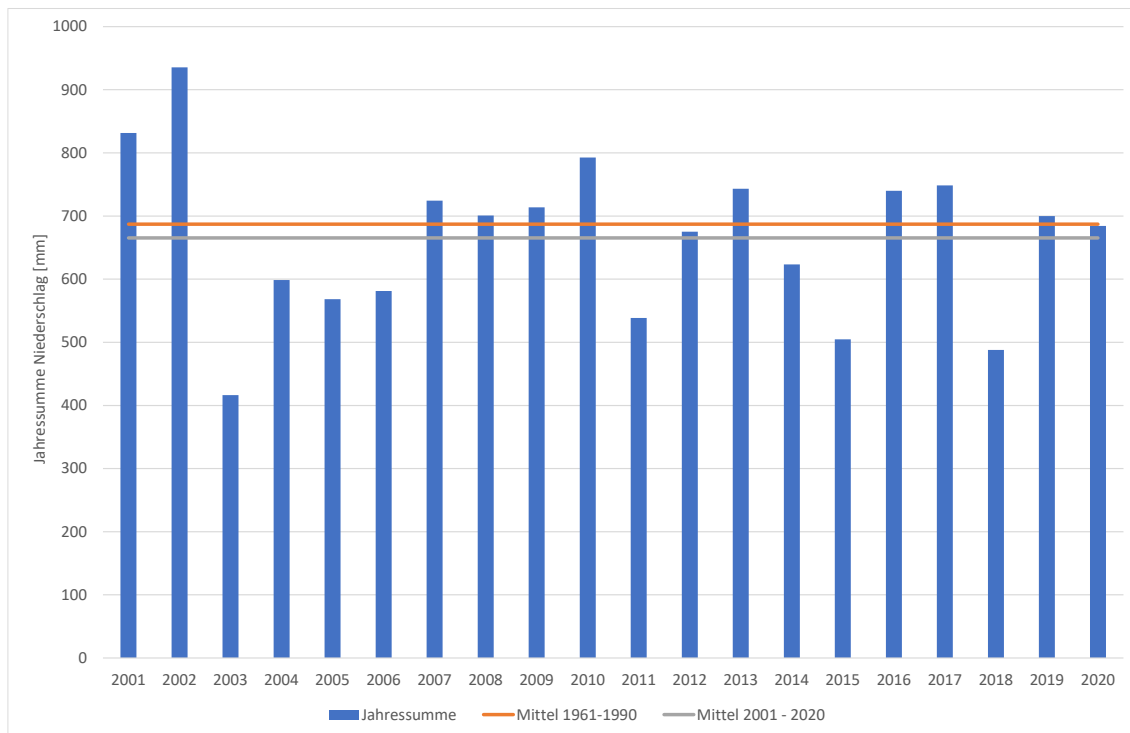


Abb. 7 Niederschlagssummen DWD-Messstation Mainhausen-Zellhausen

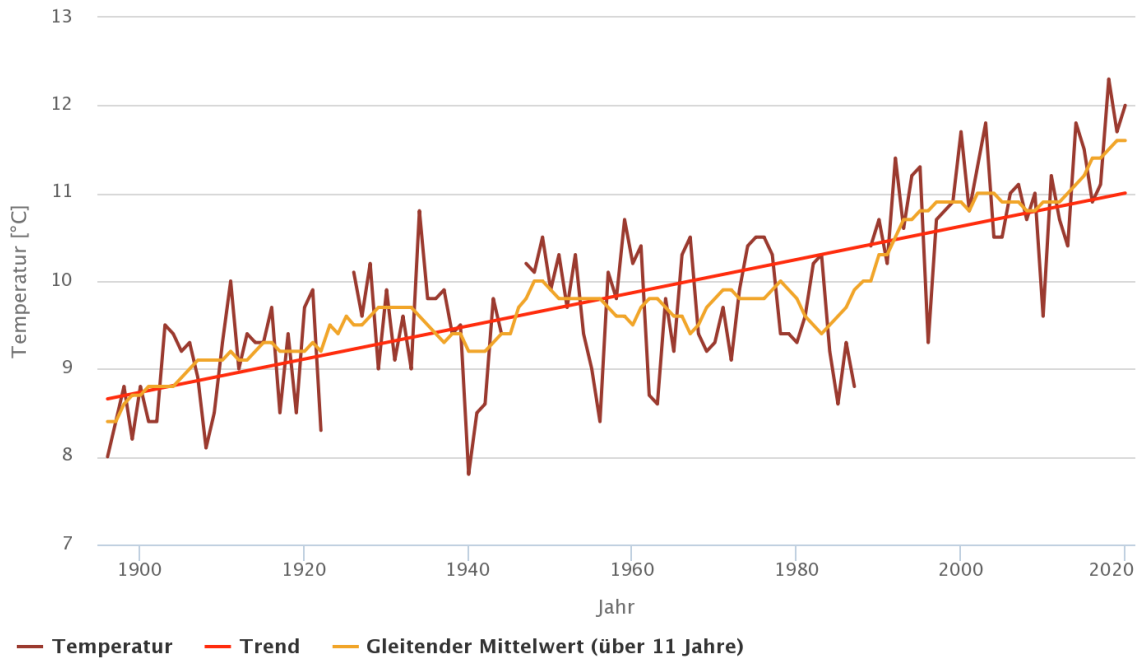
Temperatur

Die Jahresmitteltemperatur an der nahe gelegenen Messstation Kahl (Unterfranken) zeigt in den letzten drei Jahrzehnten einen schnellen, signifikanten Temperaturanstieg. Die in Abb. 8 dargestellte Trendlinie beginnt bei 8,7 °C und endet bei 11,0 °C. Die Zunahme über diese 41-jährige Periode beträgt laut dem HLNUG 0,2°C pro Dekade. Auch die langjährigen Mittelwerte ergeben einen klaren Temperaturanstieg:

- Mittelwert 1981-2010: 10,5 °C (für 1988 liegt kein Wert vor)
- Mittelwert 1991-2020: 11,0 °C
- Mittelwert 2010-2020: 11,2 °C

Besonders deutlich wird der Temperaturanstieg in Abb. 9. Die Grafik zeigt die Abweichung der Jahrestemperatur von der Referenzperiode 1991–2020.

Temperatur, Jahresmittel für Kahl/Main



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Realisierung: Meteotest, © HLNUG

Abb. 8 Entwicklung der Jahresmitteltemperatur an der DWD-Station Kahl (Main) in Unterfranken (Quelle: HLNUG)

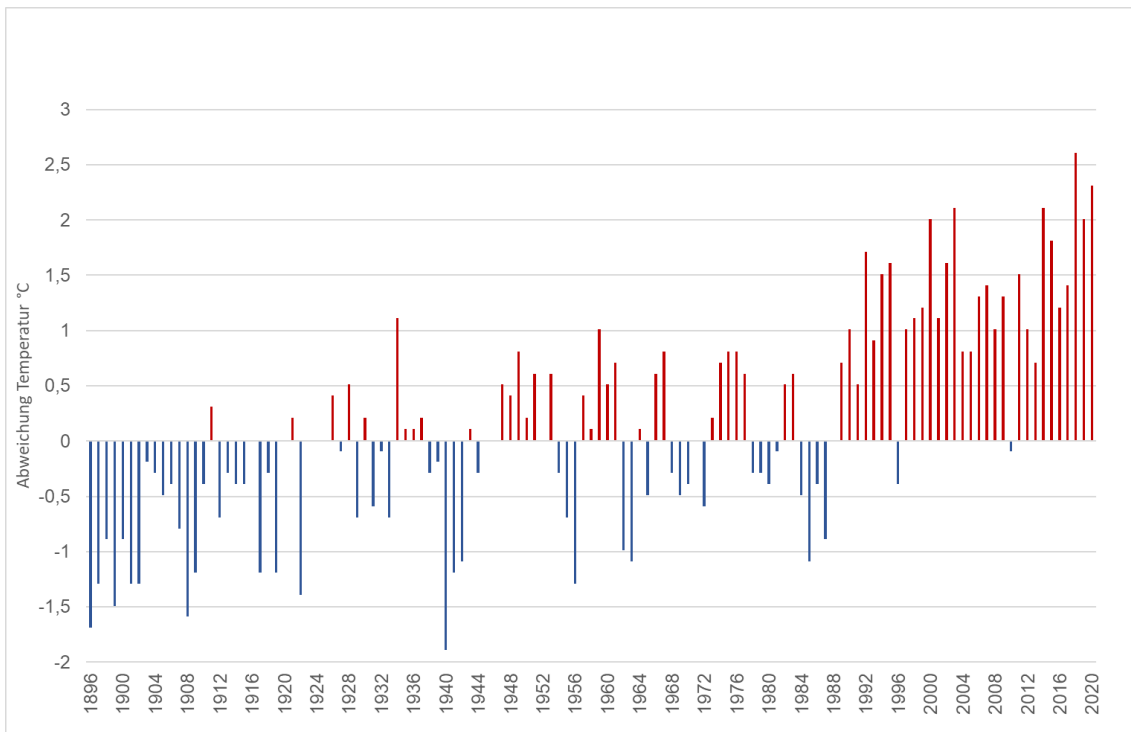


Abb. 9 Abweichung der Jahresmitteltemperatur vom Mittelwert der Referenzperiode 1961–1990 (9,7 °C) an der DWD-Station Kahl (Main)

Als Messdaten von DWD-Klimastationen zur Berechnung der potentiellen Verdunstung sind die Daten von Schaaheim-Schlierbach (seit 1987) und Frankfurt/Flughafen (siehe Abb. 10) verfügbar, welche sich beide am Rande des Untersuchungsgebietes befinden. Die langjährige mittlere Verdunstung nach Penman-Monteith liegt in Frankfurt/Flughafen bei 637 mm (Referenzperiode 1961-1990) bzw. bei 738 mm (Referenzperiode 1991-2020) bei einem mittleren Jahresniederschlag von 658 mm (Referenzperiode 1961-1990) bzw. 599 mm (Referenzperiode 1991-2020). Die klimatische Wasserbilanz ist für den Zeitraum von 1991-2020 somit mit -139 mm negativ. Für die Referenzperiode von 1961-1990 ist die klimatische Wasserbilanz mit 21 mm dagegen in etwa ausgeglichen.

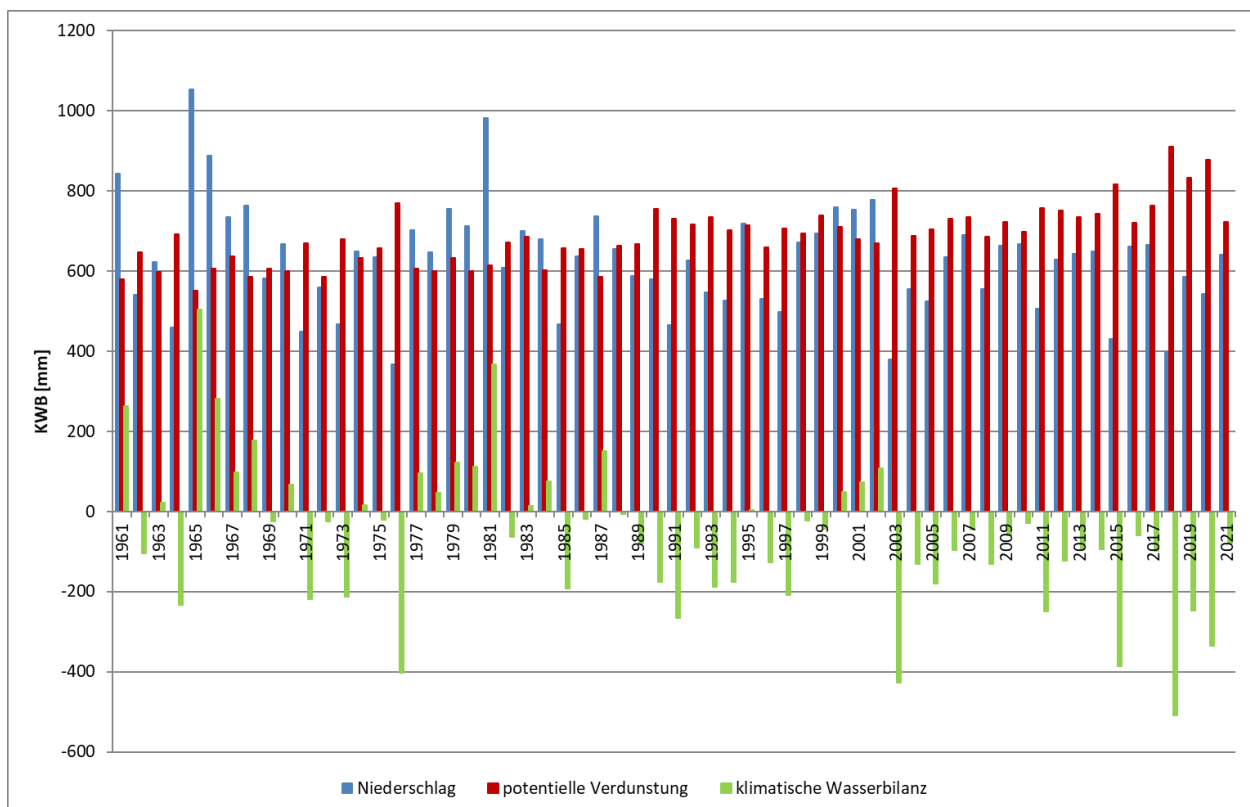


Abb. 10 klimatische Wasserbilanz an der DWD-Klimastation Frankfurt Flughafen

Für die Station Schaaheim-Schlierbach beträgt die potentielle Verdunstung nach Penman-Monteith in der Referenzperiode von 1991-2020 686 mm bei einem mittleren Jahresniederschlag von 625 mm. Die klimatische Wasserbilanz 1991-2020 ist mit -61 mm negativ (siehe Abb. 11).

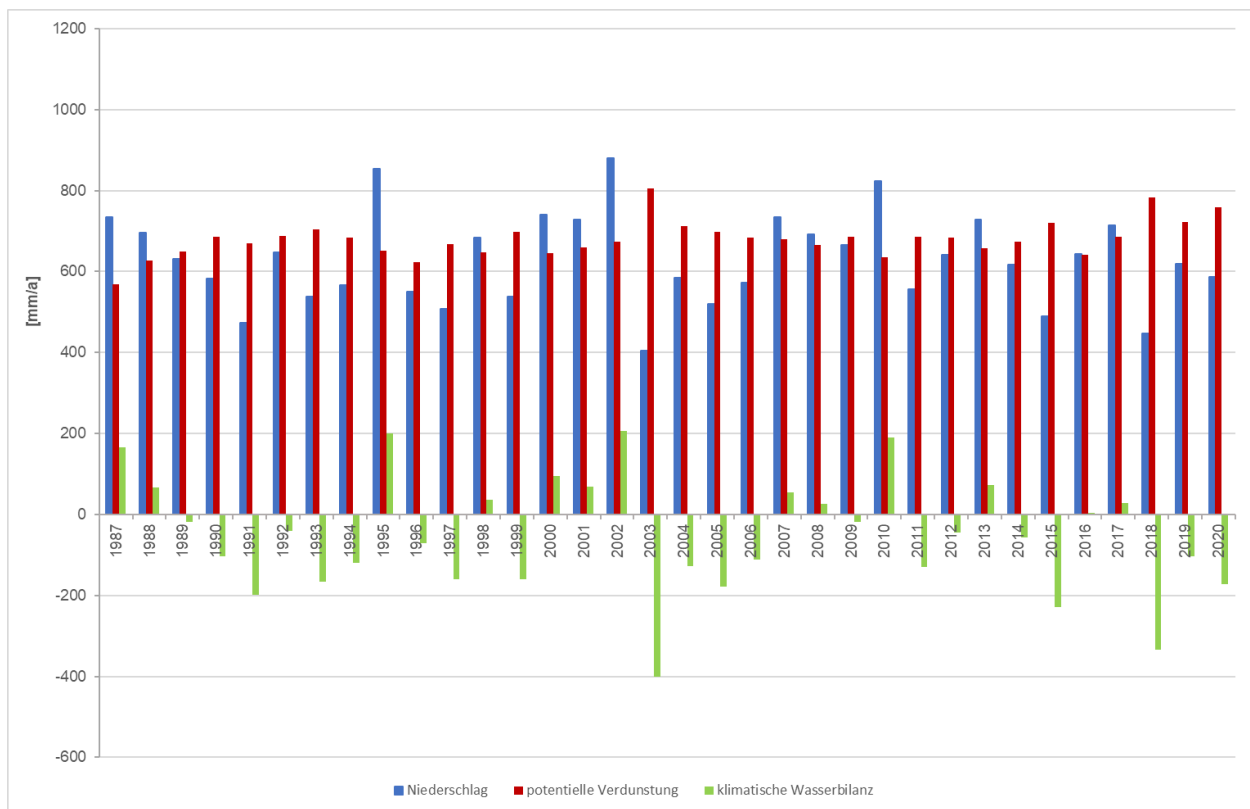


Abb. 11 klimatische Wasserbilanz an der DWD-Klimastation Schaaheim-Schlierbach

5.2 Ganglinienanalyse repräsentativer Messstellen

An repräsentativen Messstellen erfolgte eine Ganglinienanalyse unter Berücksichtigung der Witterung und der Entnahmemengen. Die Lage der Messstellen ist in Anlage 5.1 dargestellt. Die dargestellten Messstellen sind aufgrund ihres Ausbaus den jeweiligen Grundwasserstockwerken zugeordnet. Messstellen, für die keine Ausbaudaten vorliegen, wurden als „nicht zuordenbar“ eingestuft.

Im Untersuchungsgebiet wurde die Grundwasserförderung in den 1970er und 1980er Jahre intensiviert.

Der ZWO betreibt derzeit 11 Gewinnungsanlagen. Im Zeitraum bis 1966 wurden die Brunnen der Gewinnungsanlagen Martinsee, Hintermark, Patershausen, Dietzenbach, Birkig, Lämmerhecke und Froschhausen niedergebracht. Die ältesten Brunnen finden sich im WW Martinsee (ab 1927). Die Grundwasserförderung der Gewinnung Seligenstadt wurde 1955 aufgenommen. Der Bau der Brunnen Jügesheim erfolgte im Zeitraum von 1965-1992, während die Brunnen der Gewinnungsanlage Lange Schneise im Zeitraum von 1969-1992 niedergebracht wurden. Zuletzt wurde die Gewinnungsanlage Zellhausen im Jahr 2016 in Betrieb genommen.

Als erste Brunnen des ZVG Dieburg wurden 1964 die Buchstabenbrunnen gebaut, anschließend wurden im Zeitraum 1967-1968 die Brunnen 1 bis 13 niedergebracht. Das Wasserwerk des ZVG

mit Wasseraufbereitung ging 1971 in Betrieb. Die Inbetriebnahme der Brunnen 14-19 in der Schaafter Senke erfolgte im Zeitraum von 1982 bis 1986.

Abb. 12 zeigt die langjährigen Grundwasserstandsganglinien der Messstellen LHE-00-508027 (westlich Hainhausen) im 1. Grundwasserleiter und LHE-00-528061 (östlich Eppertshausen). Als Folge der Intensivierung der Grundwasserförderung und der Witterung mit einer ausgeprägten Trockenperiode sind die Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet in den 1970er Jahren deutlich abgesunken. Es entsteht ab den 1970/1980er Jahren ein neues niedrigeres Grundwasserstandsniveau.

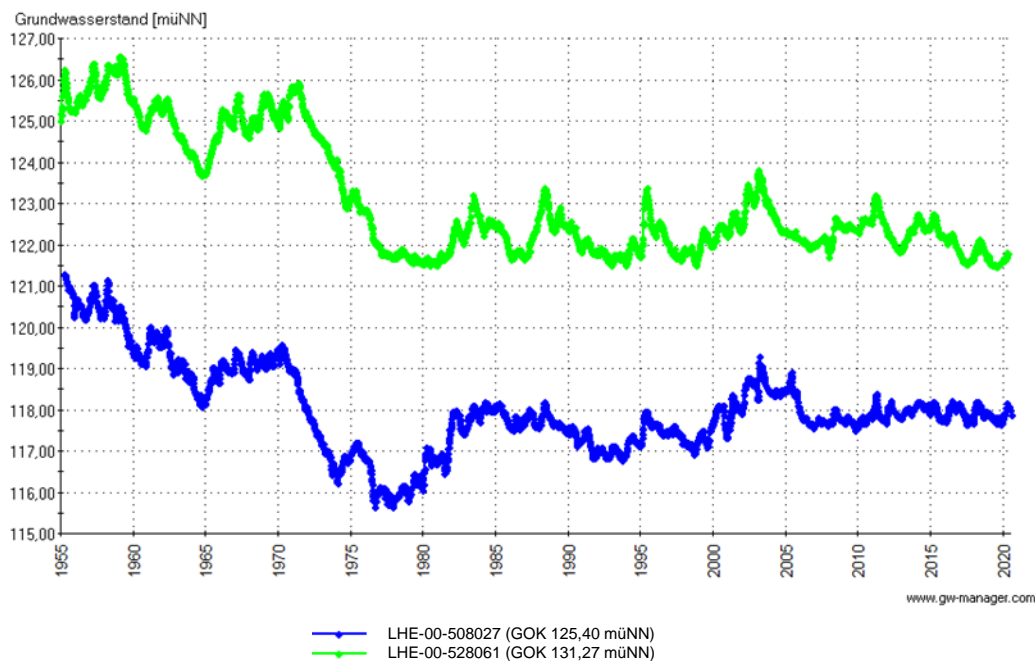


Abb. 12 Langjährige Grundwasserstandsganglinie der Landesmessstellen LHE-00-508027 und LHE-00-528061

Die Tiefststände des Grundwassers werden in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes Anfang der 1990er Jahre erreicht. Lediglich im Nordwesten war die Grundwassergewinnung bereits etabliert und die absoluten Tiefstände wurden witterungsbedingt bereits in den 1970er Jahren beobachtet. In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre werden für das förderbedingte neue Niveau mittlere Grundwasserstände beobachtet. Im Jahr 2000 setzt eine Folge von Nassjahren ein, die zu einem signifikanten Grundwasseranstieg führt, der in 2003 seinen Höhepunkt findet. Die Grundwasserhochstände in 2003 sind die höchsten Grundwasserstände, die in den vergangenen 30 Jahren gemessen wurden. Die Winterniederschläge in 2003 und vor allem in 2004 waren gering, so dass die Grundwasserstände mangels Grundwasserneubildung nach dem Überschreiten des Höchststandes in 2003 bis zum Ende des Jahres 2004 rückläufig sind. Bis 2018 bleiben die Grundwasserstände auf niedrigem, teilweise sinkendem Niveau.

Es liegen nur wenige Aufzeichnungen langjähriger Grundwasserstandsganglinien vor dem Zeitraum der Intensivierung der Grundwasserförderung vor. Im Folgenden werden daher zur Beschreibung verschiedener Trends der Grundwasserstandsentwicklung im gesamten Bilanzgebiet die Grundwasserstände ab 1980 herangezogen.

5.2.1 Nordwestlicher Bereich des Bilanzgebietes

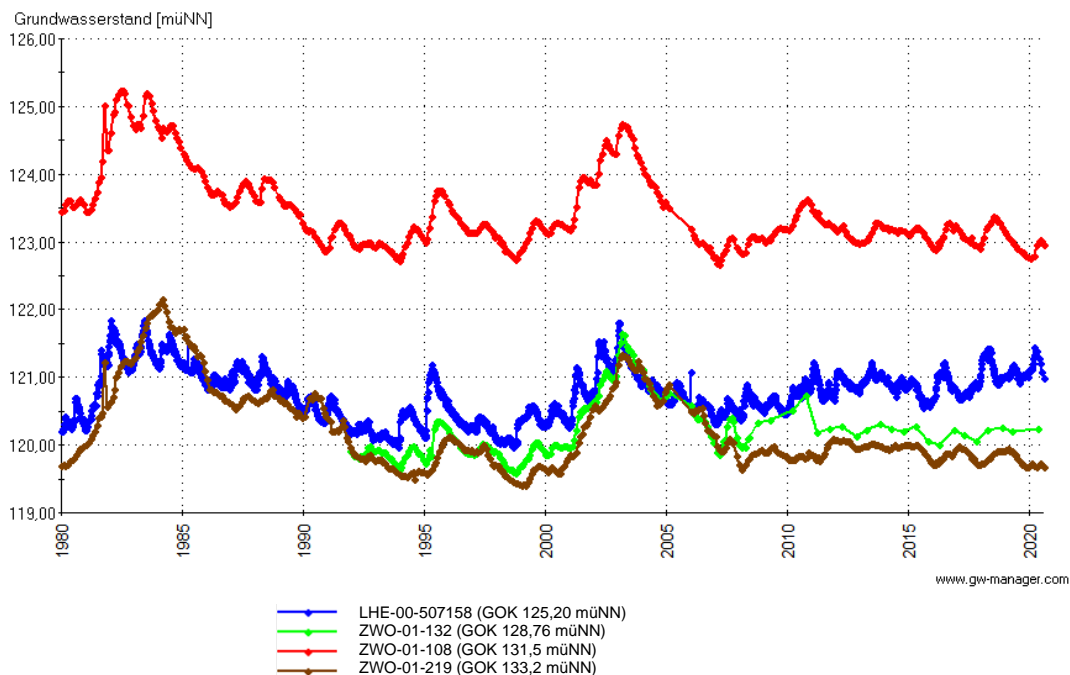


Abb. 13 Grundwasserstandsganglinien LHE-00-507158, ZWO-01-132, ZWO-01-108 und ZWO-01-219 (Bereich WW Hintermark)

Die Grundwassermessstellen ZWO-01-108 und ZWO-01-219, die sich im Anstrom der Brunnen des WW Hintermark befinden, weisen die Grundwasserhöchststände in den Jahren 1982-1984 sowie im Jahr 2003 auf. Deutlich ist auch die Trockenperiode der 1990er Jahre mit niedrigen Grundwasserständen in den Jahren 1993/94 und 1998/99 zu erkennen. Im Zeitraum von 2008 bis 2019 bleiben die Grundwasserstände etwa auf mittlerem Niveau. Die etwas 1,2 km ostnordöstlich der Brunnen gelegene Messstelle LHE-00-507158 (1. Grundwasserleiter) zeigt für den gleichen Zeitraum einen Grundwasserstandsanstieg von ca. 0,6 m und die im Nahbereich der Brunnen gelegene Messstelle ZWO-01-132 einen Grundwasserstandsanstieg von ca. 0,3 m. Die Fördermenge des WW Hintermark war im Zeitraum von 2011-2019 weitgehend konstant (siehe Abb. 14).

Im Bereich der Wasserwerke Hintermark und Patershausen ist oberflächennah ein schwebender Grundwasserleiter vorhanden, wie die beiden Doppelmessstellen in Abb. 15 zeigen. Die Messstellen ZWO-01-134 und ZWO-01-02.254 sind im schwebenden Grundwasserleiter ausgebaut.

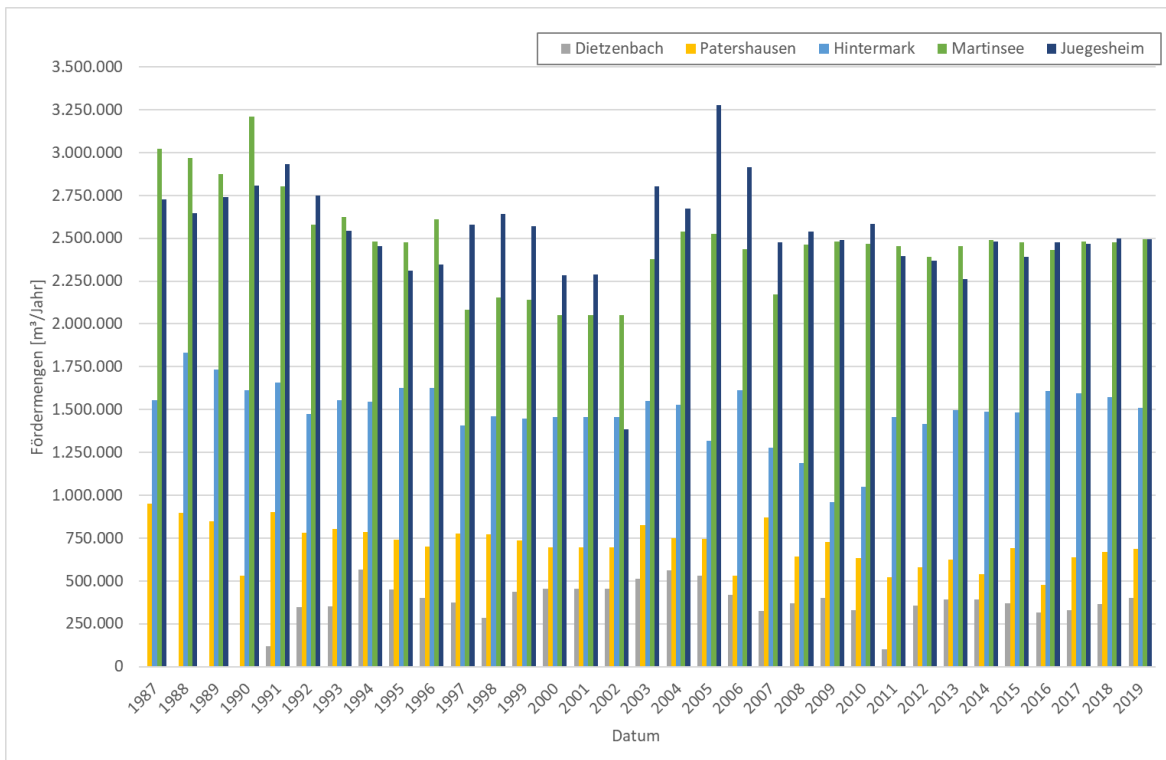


Abb. 14 Jahresfördermengen WW Dietzenbach, Hintermark, Patershausen, Martinsee und Jügesheim ZWO

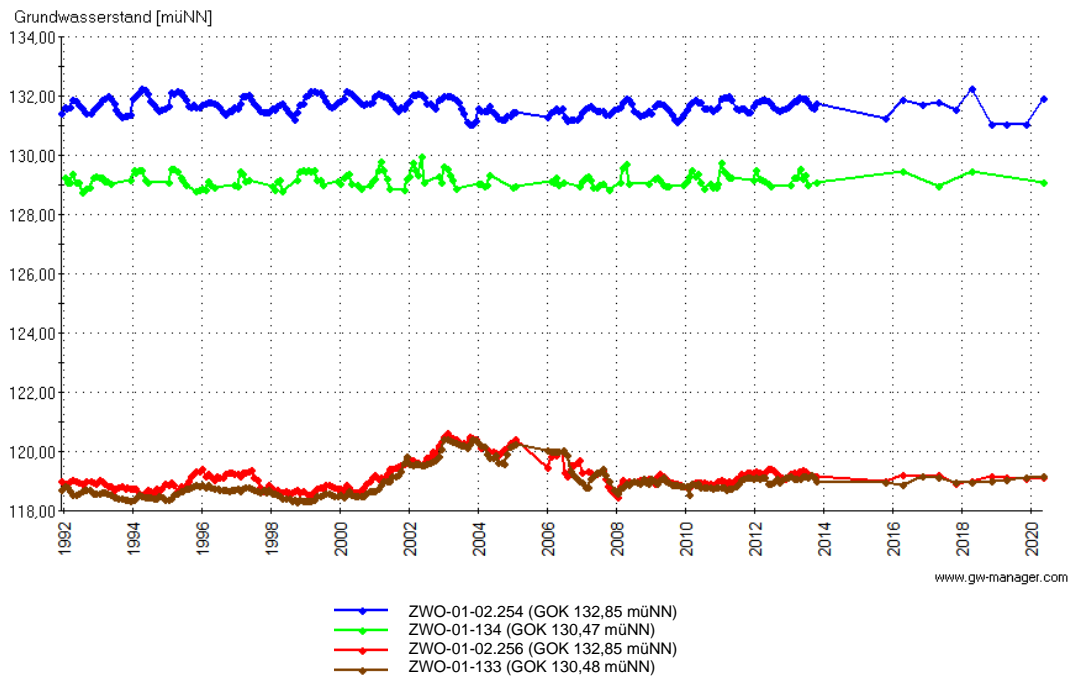


Abb. 15 Doppelmessstellen ZWO-01-133/01-134 und ZWO-01-02.254/01-02.256

An den Grundwassermessstellen im Bereich der Wasserwerke Martinsee und Jügesheim liegen die Grundwasserhochstände insbesondere an denen im Abstrom der Brunnen gelegenen Messstellen ZWO-06-009 und LHE-00-508069 (1. Grundwasserleiter) deutlich über den Grundwasserhochständen der 1980er Jahre.

Im Zeitraum von 2008-2019 sind die Fördermengen weitgehend konstant. Die Grundwasserstände zeigen einen leicht steigenden Trend, der aufgrund der Witterung im Jahr 2019 unterbrochen wird. Die Grundwasserniedrigstände der 1990er Jahre werden jedoch auch in 2019/2020 an keiner der Messstellen erreicht.

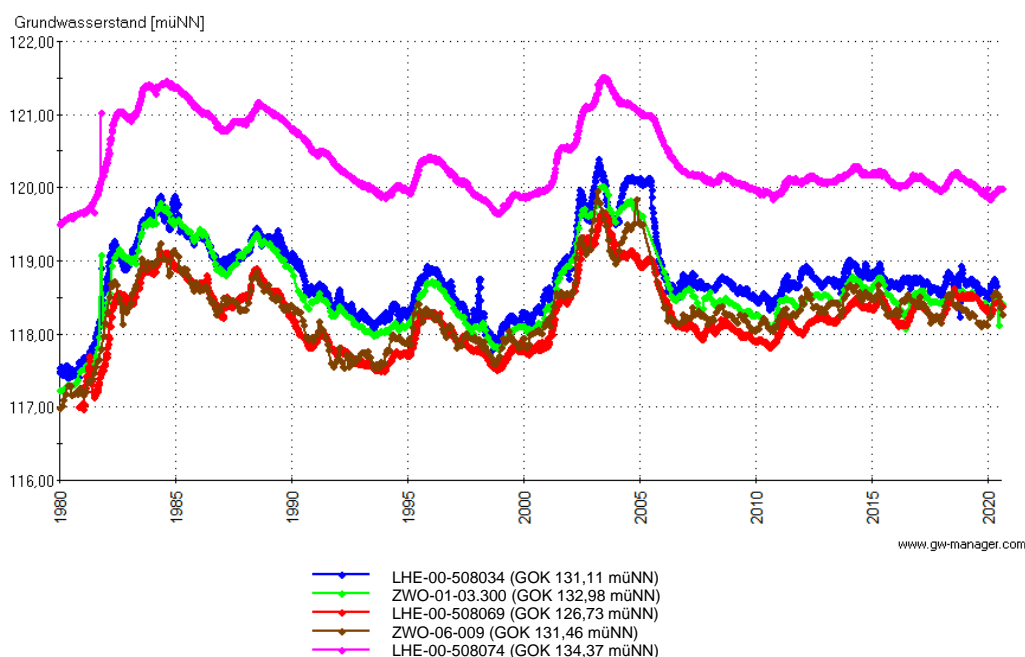


Abb. 16 Grundwasserstandsganglinien LHE-00-508034, ZWO-01-03.300, LHE-00-508069, ZWO-06-009 und LHE-00-508074 (Bereich WW Martinsee und Jügesheim)

Im Bereich des WW Dietzenbach treten an der Grundwassermessstelle LHE-00-507143 und LHE-00-507160 (1. Grundwasserleiter) hohe Grundwasserstände in den Jahren 1983 und 1988 sowie in der Nassperiode 2003 auf (siehe Abb. 17). Beide Messstellen liegen nahe der Verwertung zum Sprendlinger Horst. Die Grundwasserhochstände aus 2003 liegen ca. 0,8-0,9 m unter den Grundwasserhochständen der 1980er Jahre. Die Grundwassertiefstände Anfang 2020 liegen ca. 0,2-0,3 m unter den Tiefständen der 1990er Jahre. An den etwa 1 km weiter östlich gelegenen Messstellen ZWO-01-07.023 (1. Grundwasserleiter) und ZWO-01-03.314 liegen die Tiefstände 1998/99 und 2019/20 etwa auf gleichem Grundwasserstandsniveau und die Grundwasserstände sind im Zeitraum von 2010-2019 etwa konstant.

Die Messstelle LHE-00-507143 befindet sich nur 130 m vom nördlichen Brunnen des WW Dietzenbach entfernt, so dass sich hier in der Ganglinien insbesondere im Vergleich zur Messstelle

LHE-00-507160 (1. Grundwasserleiter) z.B. der Förderbeginn im Jahr 1991 und die geringen Fördermengen im Jahr 2011 wiederfinden (siehe Abb. 14).

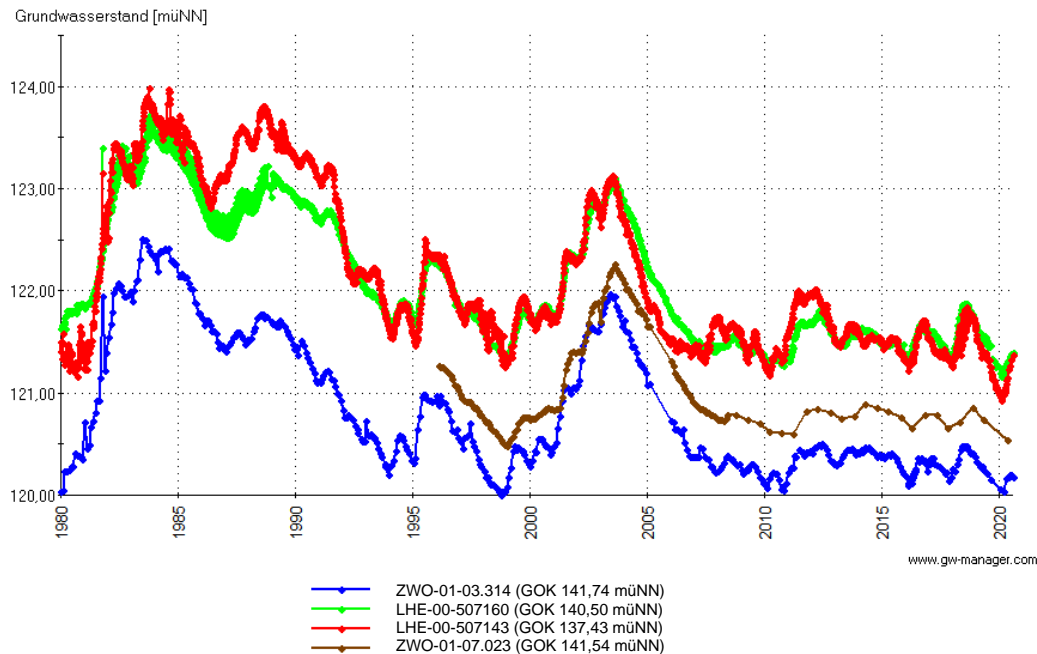


Abb. 17 Grundwasserstandsganglinien ZWO-01-03.314, LHE-00-507160, LHE-00-507143 und ZWO-01-07.023 (Bereich Dietzenbach)

Die 6 Brunnen des WW Lämmerhecke sowie die 4 Brunnen des WW Birkig fördern alle aus dem 1. Grundwasserleiter. Die jährlichen Entnahmemengen zeigt Abb. 19.

Abb. 18 zeigt die Grundwasserstandsganglinien der Messstelle ZWO-05-562 (1. Grundwasserleiter), die sich im Anstrom des WW Lämmerhecke in ca. 1 km Entfernung befindet. Ausgeprägt niedrige Grundwasserstände sind in den Jahren 1993 und 1998 zu beobachten, während das Grundwasserstandsmaximum im Jahr 2003 gemessen wurde. Die maximale Amplitude beträgt 2,3 m. Seit 2006 befinden sich die Grundwasserstände etwa auf mittlerem Niveau, wobei seit 2018 ein leichter Trend ansteigender Grundwasserstände zu beobachten ist. Die Messstelle ZWO-05-544 (1. Grundwasserleiter), die ca. 250 m von den Brunnen entfernt liegt, weist einen ähnlichen Verlauf auf, wobei jedoch die Grundwasserstandsdifferenz zwischen der Trocken- und Nassperiode mit einer Amplitude von 3,4 m deutlich größer ist. Die Flurabstände betragen über 5 m. Die im Abstrom der Brunnen gelegene Messstelle ZWO-09-038 (1. Grundwasserleiter) weist eine grundsätzlich andere Dynamik auf, die stark durch jahreszeitliche Schwankungen von bis zu 1 m geprägt ist. Die Flurabstände liegen hier durchgängig unter 2,5 m. Die Grundwasserstandsdifferenz zwischen Trocken- und Nassperiode ist dagegen gering ausgeprägt und beträgt ca. 0,8 m.

Die Messstelle LHE-00-508027 (1. Grundwasserleiter) liegt ca. 250 m südlich der Brunnen des WW Birkig. Auch hier sind ausgeprägt niedrige Grundwasserstände in den Jahren 1993 und 1998 sowie ein Grundwasserstandsmaximum im Jahr 2003 zu beobachten. Seit 2006 liegen die Grundwasserstände auf mittlerem Niveau, welches vergleichbar mit der Mitte der 1980er Jahre ist.

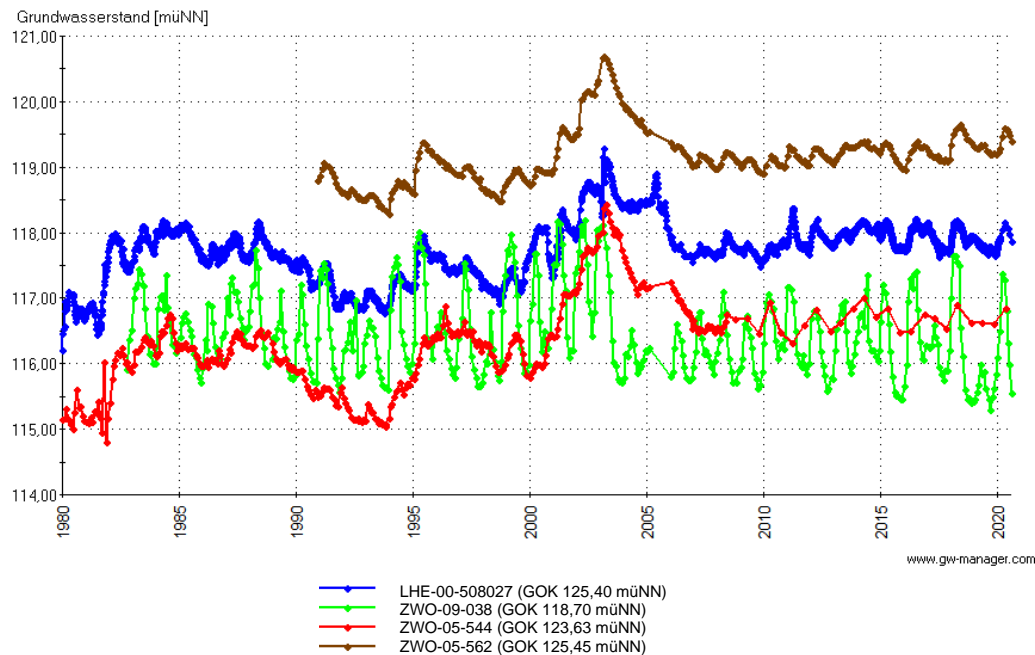


Abb. 18 Grundwasserstandsganglinien LHE-00-508027, ZWO-09-038, ZWO-05-544 und ZWO-05-562 (Bereich WW Lämmerhecke)

Östlich des WW Lämmerhecke ist oberhalb der Deckschicht ein schwebendes Grundwasserstockwerk vorhanden. Dort befinden sich trotz großer Flurabstände zum 1. Grundwasserleiter (siehe Anlage 4.1) Bruch- und Sumpfwälder.

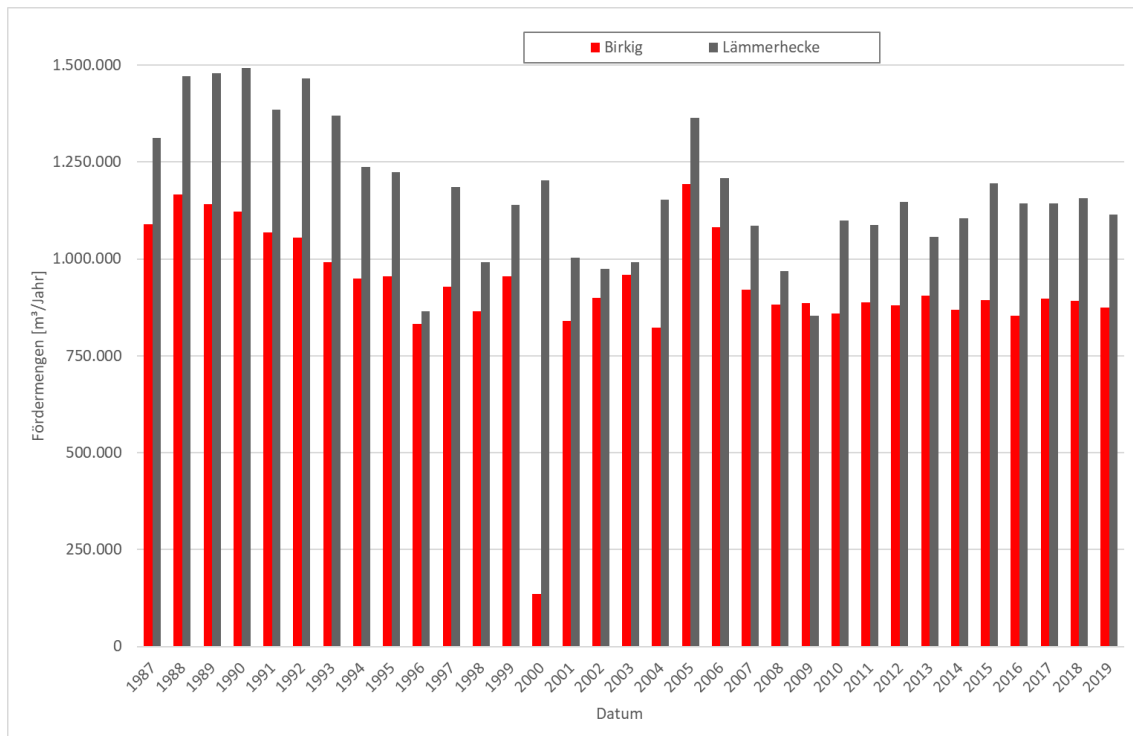


Abb. 19 Fördermengen WW Birkig und WW Lämmerhecke des ZWO

5.2.2 Nordöstlicher Bereich des Bilanzgebietes

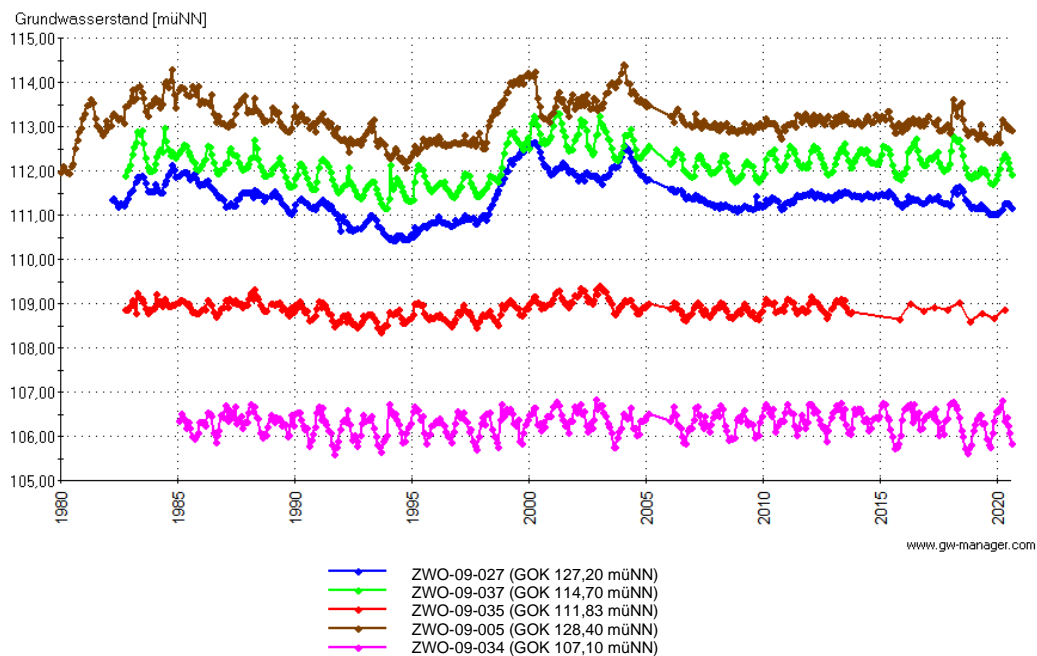


Abb. 20 Grundwasserstandsganglinien ZWO-09-027, ZWO-09-037, ZWO-09-035, ZWO-09-005 und ZWO-09-034 (Bereich Froschhausen)

Abb. 20 zeigt verschiedene Grundwasserstandsganglinien im Bereich des WW Froschhausen. Die Messstellen ZWO-09-005 und ZWO-09-027 (1. Grundwasserleiter), die sich im Nahbereich der Brunnen befinden, zeigen eine geringe jahreszeitliche Dynamik und eine deutliche Ausprägung der Trockenperiode der 1990er Jahre sowie der Nassperiode Anfang der 2000er Jahre. Das Grundwasserstandsmaximum tritt im Frühjahr 2000 sowie im Februar 2004 auf. Der in anderen Bereichen im Bilanzgebiet zu beobachtende kontinuierliche Grundwasserstandsanstieg im Zeitraum von 2000-2004 wird durch die erhebliche Erhöhung der Fördermengen im WW Froschhausen überlagert (siehe Abb. 21). Seit 2007 sind die Fördermengen weitgehend konstant, wobei das Jahr 2017 die geringsten Fördermengen aufweist. Klimatisch bedingt sind die Grundwasserstände seit 2017 leicht rückläufig und fallen im Zeitraum von 2015 - 2019 um ca. 0,7 m.

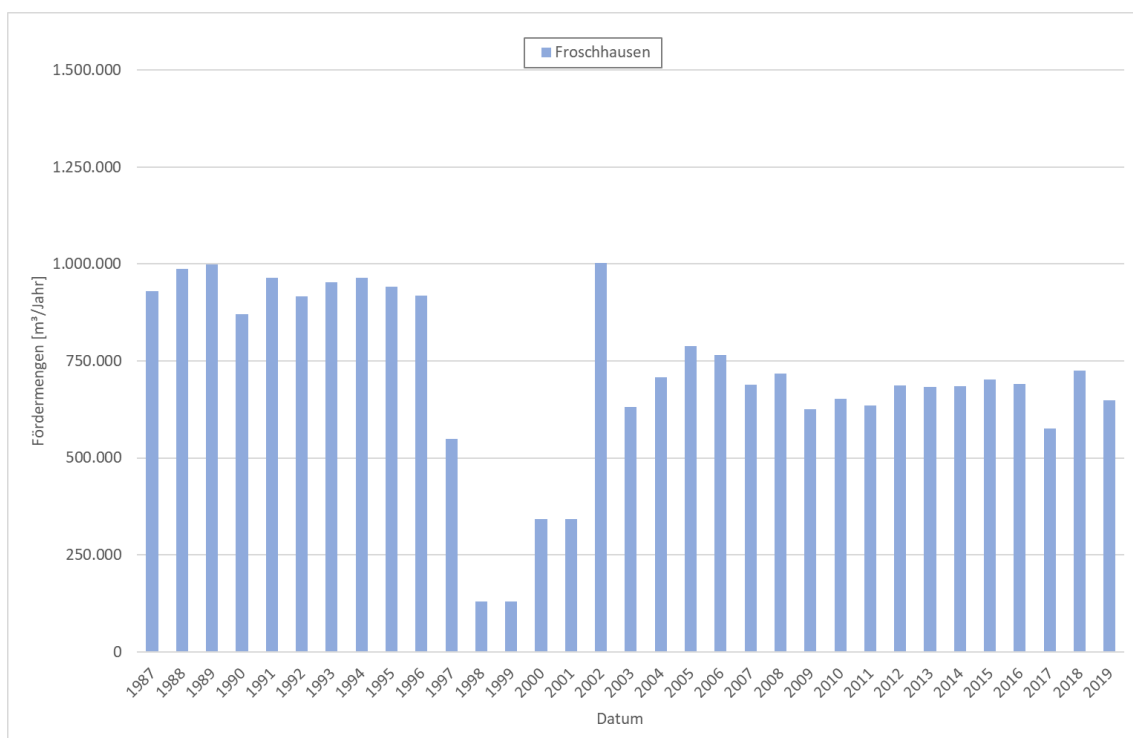


Abb. 21 Jahresfördermengen WW Froschhausen ZWO

Die Flurabstände liegen in diesem Bereich über 14 m. Die Messstellen ZWO-09-035 und ZWO-09-034 (beide im 1. Grundwasserleiter) befinden sich östlich der Brunnen im Bereich der Mainaue mit Flurabständen von weniger als 1,5 m (ZWO-09-034) bzw. weniger als 3,5 m (ZWO-09-035). Die Messstelle ZWO-09-035 liegt genau im Übergangsbereich zur Mainaue, in dem das Gelände deutlich nach Osten hin abfällt. Dies wird deutlich in den Ganglinien widerspiegelt. An der Messstelle ZWO-09-034 zeigt sich eine jahreszeitlich geprägte Grundwasserstandsdynamik mit einer Schwankungsamplitude von bis zu ca. 1 m. Der Einfluss der Trocken- und Nassjahre auf die Grundwasserstände ist nicht signifikant. An der Messstelle ZWO-09-035 ist dagegen in geringem Ausmaß eine Grundwasserstandsdifferenz von im Mittel ca. 0,7 m zwischen der Trockenperiode der 1990er Jahre und der Nassperiode mit dem Maximum im Jahr 2004 zur erkennen. Die

jahreszeitlich geprägte Grundwasserstandsdynamik weist eine Schwankungsamplitude von ca. 0,5 m auf.

Die Messstelle ZWO-09-037 (1. Grundwasserleiter) befindet sich nordöstlich der Brunnen Froschhausen am Rande des Hochbruchs südöstlich von Hausen. Die Ganglinie weist sowohl jahreszeitliche Grundwasserstandsschwankungen von ca. 0,6 m auf als auch klimatisch bedingte Grundwasserstandsdifferenzen zwischen der Trockenperiode der 1990er Jahre und der Nassperiode 2002-2004 von im Mittel ca. 0,5 m auf.

5.2.3 Main

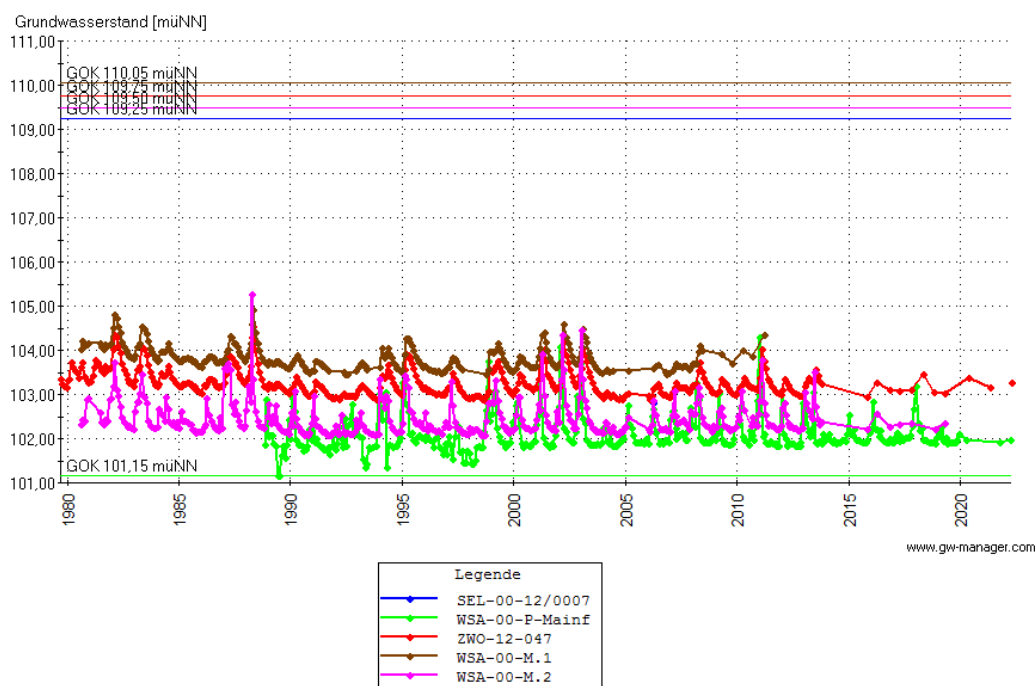


Abb. 22 Mainpegel Mainflingen (WSA-00-P-Mainf) und Grundwasserstandsganglinien SEL-00-12/0007, ZWO-12-047, WSA-00-M.1 und WSA-00-M.2 (Bereich nördlich Mainflingen in Mainnähe)

Die Grundwasserstände im Nahbereich des Mains werden stark durch die Wasserführung des Mains beeinflusst. Während in den Nahbereichen oberhalb der Staustufen der Mainwasserstand weitgehend konstant ist, zeigt sich in größerer Entfernung zu den Staustufen auch eine größerer Dynamik der Mainwasserstände mit z.B. Schwankungsamplituden der Monatsmittelwerte von 1-2 m (siehe Pegelstand Mainflingen in Abb. 22). Die Messstelle WSA-00-M.2 (1. Grundwasserleiter) liegt ca. 280 m vom Main entfernt und spiegelt deutlich die Dynamik der Mainwasserstände wieder. An den ca. 650 m vom Main entfernten Messstelle WSA-00-M.1 und ZWO-12-047 (beide im 1. Grundwasserleiter) werden die Grundwasserstände mit geringerer Schwankungsamplitude ebenfalls noch vom Mainwasserstand beeinflusst. Die Trockenperiode in den 1990er Jahren zeigt sich auch in den geringen Pegelständen des Mains und ist genauso wie die Nassperiode 2002-2004 an den Grundwasserstandsganglinien zur schwach ausgeprägt zu erkennen.

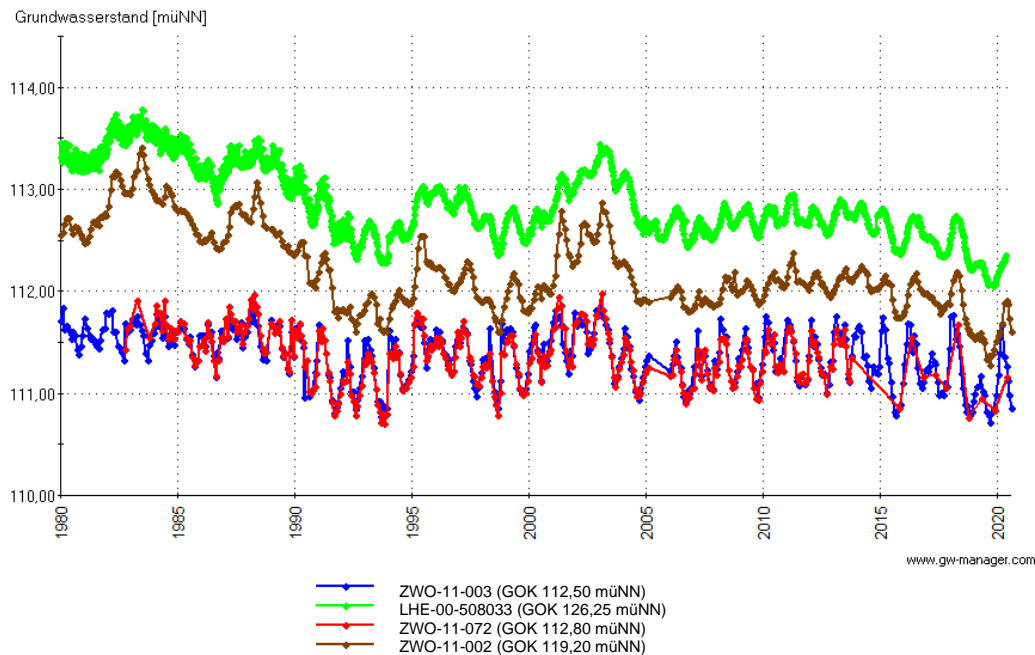


Abb. 23 Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-003, LHE-00-508033, ZWO-11-072 und ZWO-11-002 (Bereich zwischen Lange Schneise und Main)

Die Dynamik der Grundwasserstandsganglinien der Messstellen in der Mainniederung (ZWO-11-003 und ZWO-11-072 im 1. Grundwasserleiter) unterscheidet sich grundsätzlich von dem Verlauf der Grundwasserstandsganglinien in den Bereichen mit höheren Flurabständen (siehe Abb. 23). Der Flurabstand im Bereich der Mainniederung beträgt an den Messstellen ZWO-11-003 und ZWO-11-072 zwischen ca. 0,3 und 2,0 m. Die witterungsbedingte jährliche Schwankung amplitude der Grundwasserstände beträgt bis zu knapp 1 m, während die Grundwasserstandsdifferenz zwischen der Trockenperiode der 1990er Jahre und der Nassperiode 2002-2004 lediglich ca. 0,5 m beträgt. Der Flurabstand an den Messstellen ZWO-11-002 beträgt mehr als 6 m und an der Messstelle LHE-00-508033 mehr als 12 m. Die jahreszeitlichen Schwankungen sind deutlich geringer ausgeprägt und betragen weniger als 0,5 m. Dagegen sind die klimatisch bedingten Unterschiede zwischen Trocken- und Nassperiode mit mittleren Grundwasserstandsdifferenzen von ca. 0,8 m deutlicher zu erkennen. Die Messstelle ZWO-11-0072 befindet sich ca. 1,9 km und die Messstelle ZWO-11-002 knapp 1,3 km im Abstrom der Brunnen Lange Schneise, so dass die Grundwasserstände dort potentiell auch durch die Förderung des WW Lange Schneise beeinflusst werden.

5.2.4 Östlicher Bereich des Bilanzgebietes

Abb. 24 zeigt die Grundwasserstandsganglinie der Doppelmessstelle LHE-00-508081 (1. Grundwasserleiter) und LHE-00-508082 (schwebender Grundwasserleiter) im Anstrom der Brunnen Lange Schneise. Hier ist oberhalb der Deckschicht ein schwebendes Grundwasserstockwerk vorhanden mit Grundwasserständen, die 11-12 m über dem Grundwasserstand des 1. Grundwasserleiters liegen (siehe auch Anlage 5.1).

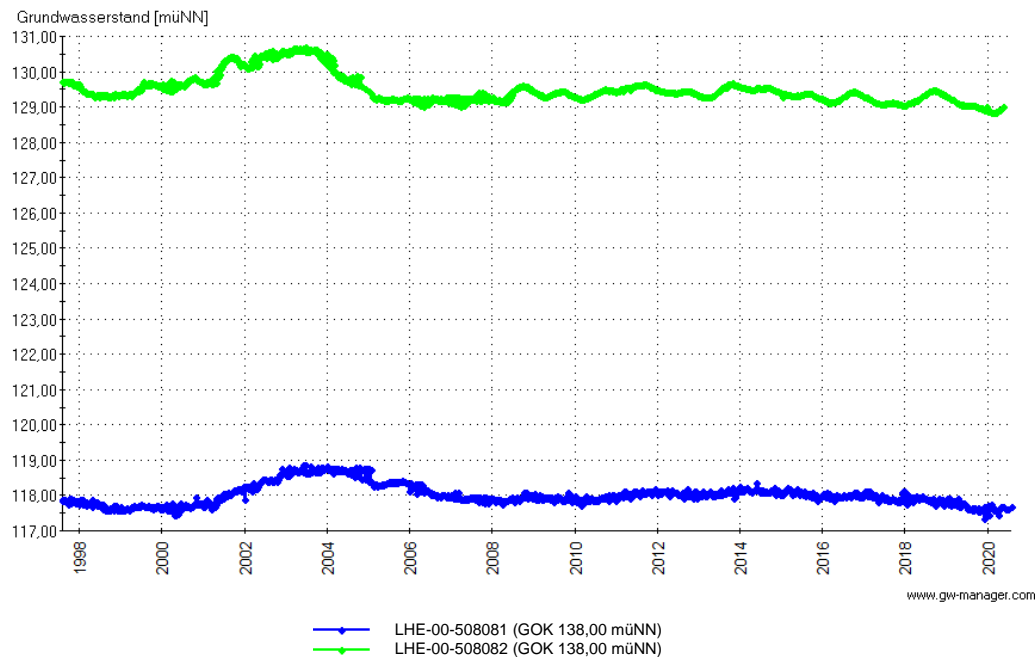


Abb. 24 Grundwasserstandsganglinie LHE-00-508081/508082

Die drei Brunnen der Gewinnung Seligenstadt fördern aus dem 2. Grundwasserleiter unterhalb des Unteren Tons. In diesem Bereich sind keine geeigneten Doppelmessstellen vorhanden, um die Wechselwirkungen zwischen dem 1. und 2. Grundwasserleiter zu beschreiben. Die hydraulische Trennwirkung des Unteren Tons ist jedoch im Bereich Seligenstadt nach den Ergebnissen eines Pumpversuchs so wenig ausgeprägt, dass sich bei gleichbleibender Förderung die Grundwasserabsenkung weitgehend vollständig auf die Grundwasserstände im 1. Grundwasserleiter auswirkt. Abb. 25 zeigt Grundwasserstandsganglinien von Messstellen, die im 1. Grundwasserleiter ausgebaut sind sowie der Messstelle ZWO-08.009, die einen Mischwasserstand zwischen dem 1. Grundwasserleiter und dem ggf. vorhandenen schwebenden Grundwasserleiter darstellt.

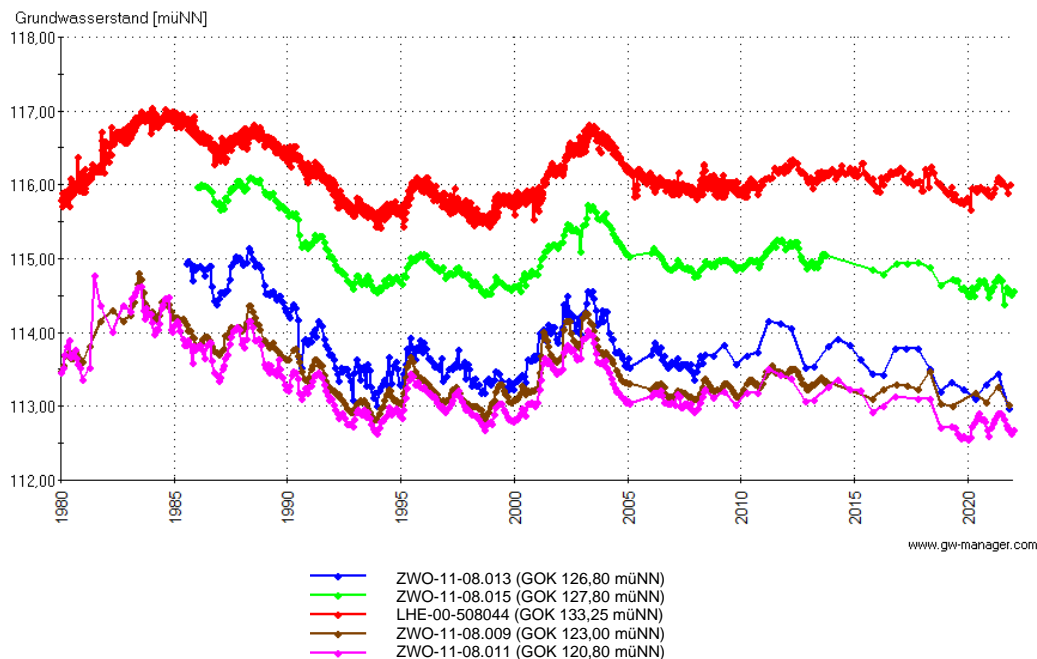


Abb. 25 Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-08.013, ZWO-11-08.015, LHE-00-508044, ZWO-11-08.009 und ZWO-11-08.011 (Bereich Seligenstadt)

Gut zu erkennen ist die oberstromige Lage der Messstelle ZWO-11-08.015 gegenüber der Messstellen ZWO-11-08.013 im Nahbereich der Brunnen sowie der Messstelle ZWO-11-08.011 im Abstrom der Brunnen. Die Amplitude der Messstelle im Oberstrom und Abstrom beträgt im Zeitraum von 1985-2020 ca. 1,5 m, die der Messstelle im Nahbereich 2,0 m. Die höchsten Grundwasserstände wurden Anfang der 1980er Jahre, ausgeprägt niedrige Grundwasserstände in den Jahren 1994, 1998 und 2019 gemessen. Seit 2017 sind die Grundwasserstände rückläufig. Es überlagern sich das ausgeprägte Trockenjahr 2018 und die damit verbundene erhöhte Förderung (siehe Abb. 27), so dass die Grundwasserstände im Brunnennahbereich um ca. 0,5 m fallen. An der ca. 2 km nördlich der Brunnen Seligenstadt gelegenen Messstelle LHE-00-508044 ist der Fördereinfluss deutlich geringer, so dass das Absinken der Grundwasserstände seit 2017 geringer ausfällt und im Wesentlichen klimatisch bedingt ist.

Die Brunnen der Langen Schneise Nord und Süd fördern mit Ausnahme einzelner Brunnen, deren Filterstrecken bis in den 2. Grundwasserleiter reichen, aus dem 1. Grundwasserleiter.

Abb. 26 zeigt Grundwasserstandsganglinien im Anstrom der Brunnen Seligenstadt (ZWO-11-08.015, 1. Grundwasserleiter), Lange Schneise Nord (ZWO-11-009) und Lange Schneise Süd (ZWO-11-015). Alle drei Messstellen liegen ca. 500 m von den Brunnen entfernt. Die Messstelle LHE-00-508044 (1. Grundwasserleiter) befindet sich ca. 2 km nördlich der Brunnen Seligenstadt. Die Grundwasserstände werden sowohl durch die Witterung als auch durch die Förderung (siehe Abb. 27) beeinflusst. So steigen nach den ausgeprägt niedrigen Grundwasserständen 1993/1994 die Grundwasserstände im Bereich Lange Schneise Süd (ZWO-11-015) aufgrund der

Fördermengenreduzierung bis Dezember 1996 wieder an, während im Bereich Seligenstadt und Lange Schneise Nord bei etwa gleichbleibenden Fördermengen der Grundwasserstandsanstieg bereits im Frühjahr 1996 endet. Das Grundwasserstandsmaximum während der Nassperiode 2002-2004 tritt an den Messstellen Seligenstadt (ZWO-11-08.015) und Lange Schneise Nord (ZWO-11-009) sowie der Landesmessstelle im April 2003 auf. Der durch die Fördermengenerhöhung sowie das Trockenjahr 2018 bedingte Grundwasserandrückgang im Zeitraum von 2015-2019 beträgt an der Messstelle ZWO-11-015 (Lange Schneise Süd) ca. 0,8 m und an der Messstelle ZWO-11-009 ca. 0,7 m. Dagegen sinken im gleichen Zeitraum die Grundwasserstände an der Messstelle ZWO-11-08.015 (Seligenstadt) sowie an der weiter nördlich gelegenen Messstelle LHE-00-508044 um knapp 0,5 m, da hier der Einfluss der Fördermengenerhöhung Lange Schneise nicht mehr so signifikant ist.

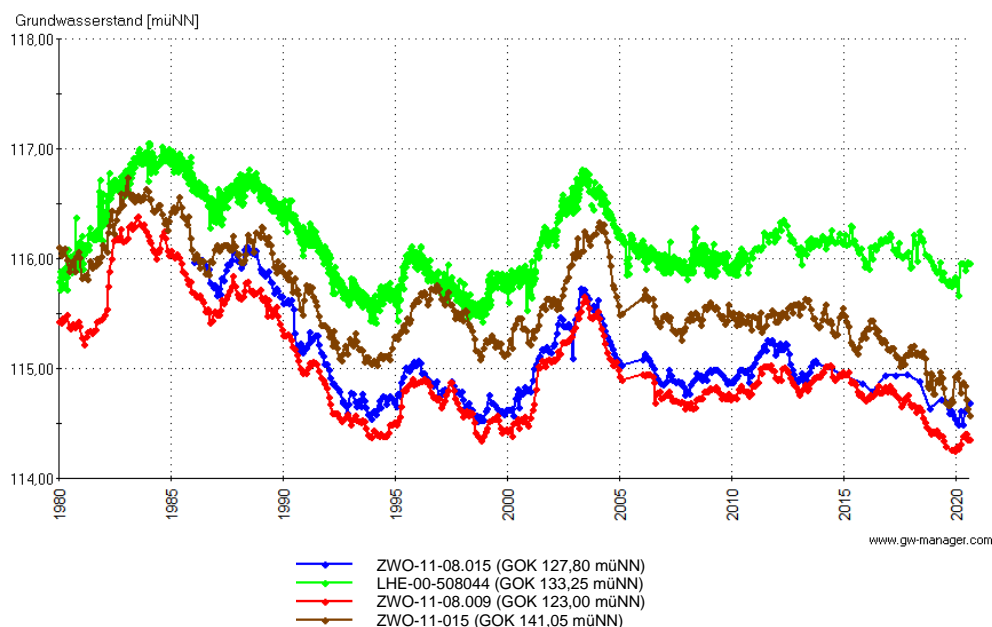


Abb. 26 Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-08.015, LHE-00-508044, ZWO-11-009 und ZWO-11-015 im Anstrom Lange Schneise Nord und Süd sowie Seligenstadt

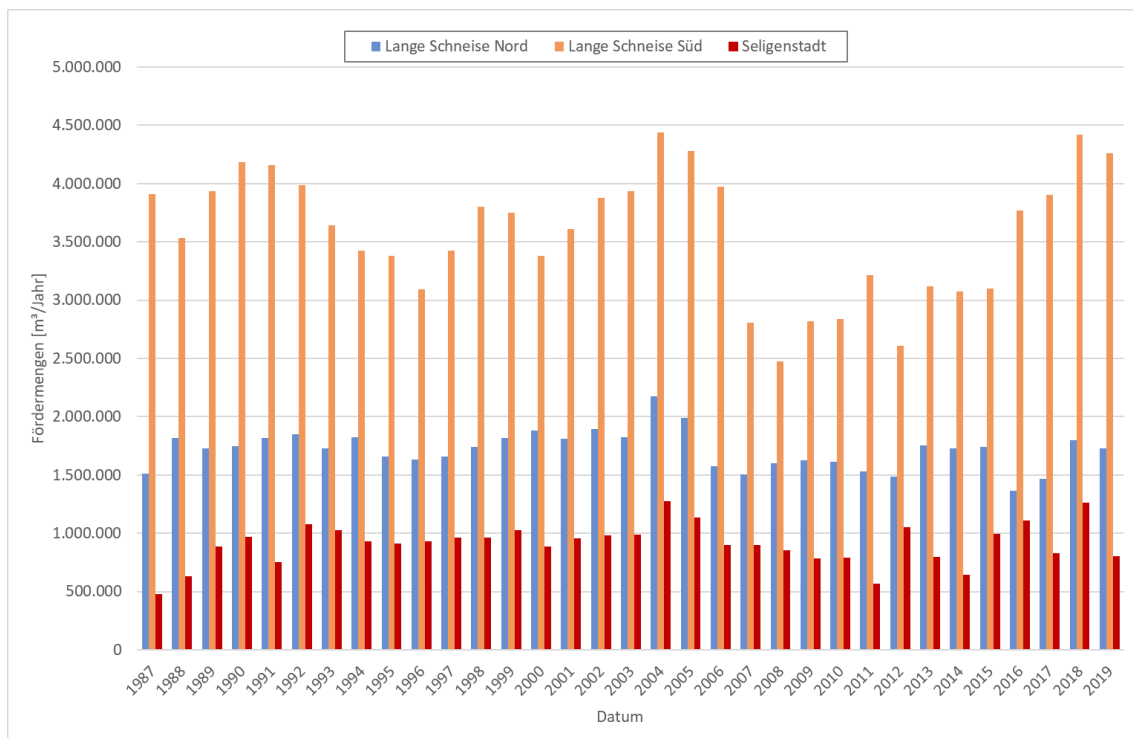


Abb. 27 Jahresfördermengen Lange Schneise Nord, Lange Schneise Süd und Seligenstadt

Die südlich gelegenen Brunnen der Lange Schneise Ost fördern aus dem 1. Grundwasserleiter. Im Bereich der Brunnen sowie weiter nach Süden ist keine Stockwerksgliederung vorhanden. In Gersprenznähe werden die Grundwasserstände durch das Gewässer beeinflusst und stabilisiert (siehe LHE-00-528002 und LHE-00-528010 in Abb. 29). Dagegen ist die Dynamik der weiter nördlich gelegenen Messstellen ZWO-11-078 und LHE-528023 stärker durch die Förderung sowie die Witterung geprägt. Die Grundwasserstandsmaxima treten hier 1982, 1983 und 2003 auf. Besonders niedrige Grundwasserstände wurden 1993/1994 sowie 2019 gemessen. Seit 2016 wurden die Entnahmemengen Lange Schneise Ost deutlich reduziert und die Fördermengen Lange Schneise Süd dagegen erhöht (siehe Abb. 28). Dennoch zeigt sich auch hier ein witterungsbedingter rückläufiger Trend der Grundwasserstände, der im Zeitraum von 2015-2019 mit ca. 0,4 m jedoch geringer ausfällt als im Bereich Lange Schneise Nord und Süd (vgl. Abb. 26).

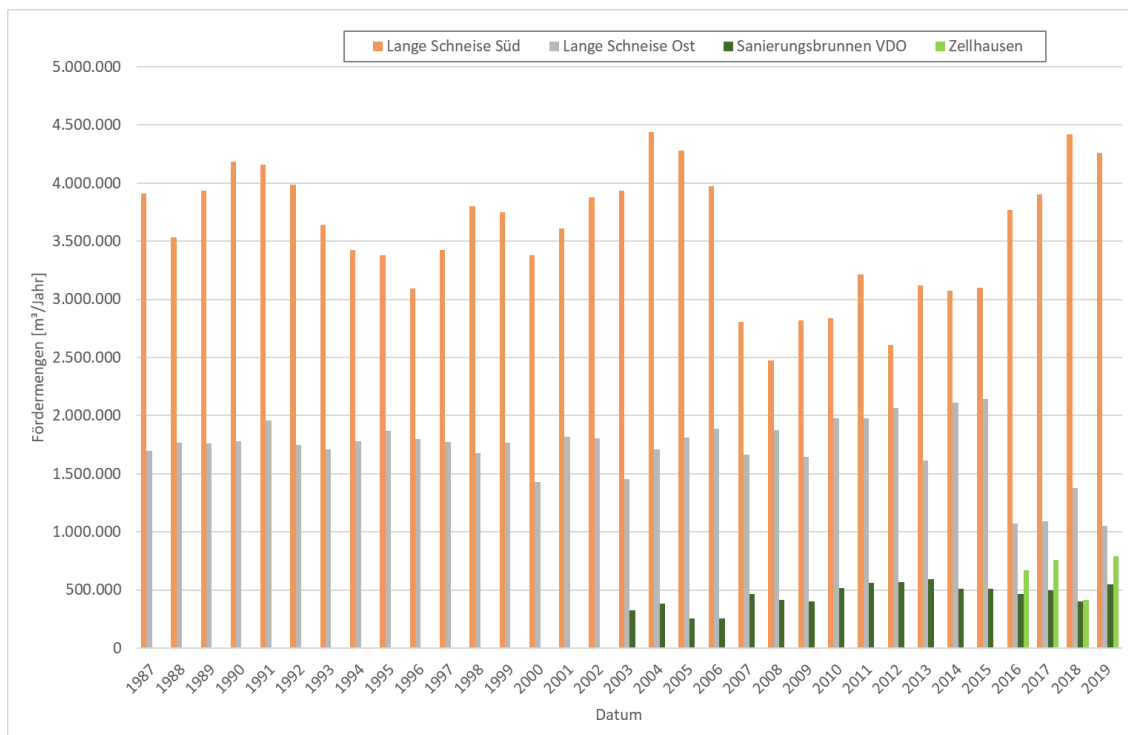


Abb. 28 Jahresfördermengen Lange Schneise Süd, Lange Schneise Ost, Zellhausen und VDO

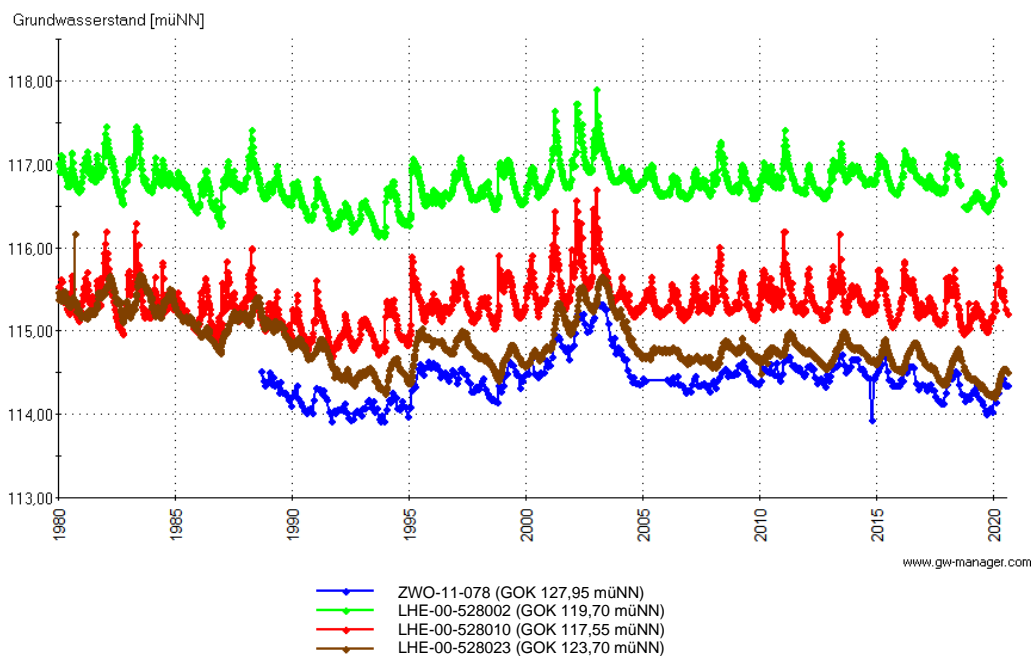


Abb. 29 Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-078, LHE-00-528002, LHE-00-528010 und LHE-00-528023 (Bereich Lange Schneise Ost, keine Stockwerksgliederung)

Die Geologie im Bereich der Brunnen Zellhausen ist sehr komplex (siehe Kapitel 2.2). Die Brunnen Zellhausen wurden 2016 in Betrieb genommen (siehe Fördermengen Abb. 28) und fördern aus dem 2. Grundwasserleiter.

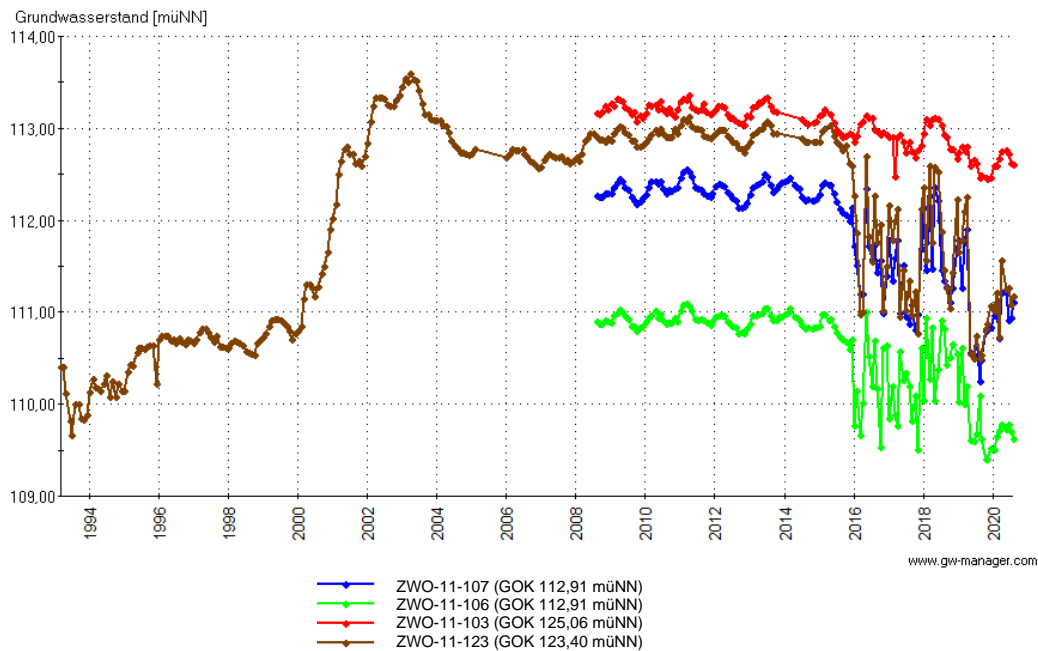


Abb. 30 Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-107, ZWO-11-106, ZWO-11-103 und ZWO-11-123 (2. Grundwasserleiter Brunnen Zellhausen)

Abb. 30 zeigt die Grundwasserstandsganglinien der Messstellen ZWO-11-106, ZWO-11-107, ZWO-11-123 und ZWO-11-103, die alle im 2. Grundwasserleiter verfiltert sind. Insbesondere an den nahe an den Brunnen gelegenen Messstelle ZWO-11-123, ZWO-11-106 und ZWO-11-107 ist der Einfluss der Förderung Zellhausener Wald mit einer deutlich höheren Dynamik der Grundwasserstandsganglinien und einer Absenkung der Grundwasserstände erkennbar.

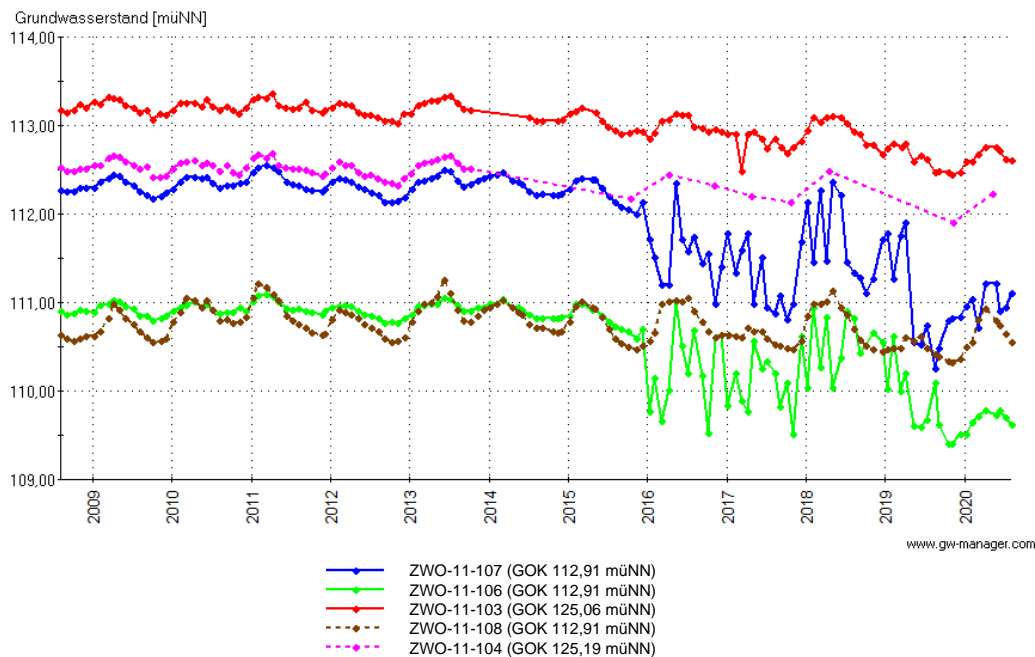


Abb. 31 Grundwasserstandsganglinien der Dreifachmessstelle ZWO-11-108/11-107/11-106 und der Doppelmessstelle ZWO-11-104/11-103

Abb. 31 zeigt die Grundwasserstandsganglinien der Dreifachmessstelle nördlich der Brunnen Zellhausen. Während die Messstelle ZWO-11-108 den 1. Grundwasserleiter repräsentiert, ist die Messstelle ZWO-11-107 im 2. Grundwasserleiter oberhalb des Tiefen Zwischenhorizontes (2. Grundwasserleiter oben) und die Messstelle ZWO-11-106 im 2. Grundwasserleiter unterhalb des Tiefen Zwischenhorizontes ausgebaut (2. Grundwasserleiter unten). Im 2. Grundwasserleiter ist der Einfluss der Förderung der Brunnen Zellhausen deutlich zu erkennen. Das Grundwasser im 2. Grundwasserleiter oben ist gespannt. Dies zeigt auch die weiter nordwestlich gelegene Doppelmessstelle ZWO-11-103 (2. Grundwasserleiter) und ZWO-11-104 (1. Grundwasserleiter).

Abb. 32 zeigt verschiedene Grundwasserstandsganglinien im 1. Grundwasserleiter sowie im schwebenden Grundwasserleiter im Bereich der Brunnen Zellhausen. Hier ist aufgrund der hydraulischen Trennwirkung des Unteren Tons keine signifikante Beeinflussung der Grundwasserstandsganglinien durch die Förderung der Brunnen Zellhausen zu erkennen. Das Absinken der Grundwasserstände im 1. Grundwasserleiter im Zeitraum von 2015-2019, welches auch die im Grundwasseranstrom liegende Messstelle LHE-00-528022 zeigt, ist im zum einen witterungsbedingt. Zum anderen werden die Grundwasserstände auch durch die Förderung der Brunnen Lange Schneise sowie der Sanierungsbrunnen VDO beeinflusst.

Im Bereich der Brunnen Zellhausen ist oberhalb des Oberen Tons ein schwebendes Grundwasserstockwerk vorhanden (ZWO-11-110). Dort liegen die Grundwasserstände ca. 2 -2,5 m über dem Grundwasserstands-niveau des 1. Grundwasserleiters (ZWO-11-109).

Ca. 1 km östlich der Brunnen Zellhausen liegt die Bong'sche Tongrube. Hier wurde bis Ende 2007 für den Tonabbau der Basalt AG eine Wasserhaltung im 1. Grundwasserleiter betrieben. Mit Ende der Wasserhaltung stieg der Grundwasserspiegel im 1. Grundwasserleiter deutlich an. So zeigt die am Rand der Tongrube gelegene Messstelle HIM-00-o5 einen Grundwasserstandsanstieg von ca. 1,7 m (siehe Abb. 32). Der Anstieg ist in auch an der westlich gelegenen Messstelle ZWO-11-073 und in sehr geringem Maße noch an der südlich der Tongrube gelegenen Messstelle ZWO-11-043 (beide mit Mischwasserstand 1. Grundwasserleiter und schwebender Grundwasserleiter) zu erkennen. Hier sind vor allem in den 1980er Jahren die Grundwasserstände infolge der Abdichtung des 1. Grundwasserleiters für die damals geplante Sondermülldeponie Mainhausen im Anstrom der Barriere deutlich angestiegen. Ausgeprägt niedrige Grundwasserstände sind hier in den Jahren 1993 und 2019 zu beobachten, während das Grundwasserstandsmaximum im Frühjahr 2003 gemessen wurde.

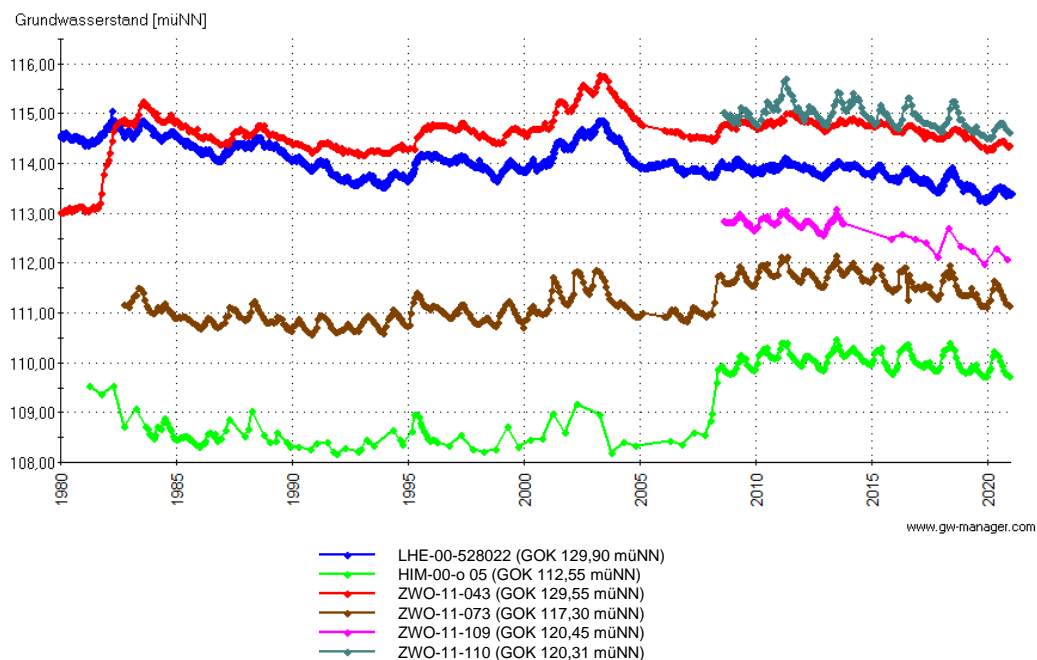


Abb. 32 Grundwasserstandsganglinien LHE-00-528022, HIM-00-o 05, ZWO-11-043, ZWO-11-073, ZWO-11-109 und ZWO-11-110 (1. Grundwasserleiter im Bereich Zellhausen)

5.2.5 Westlicher Bereich des Bilanzgebietes

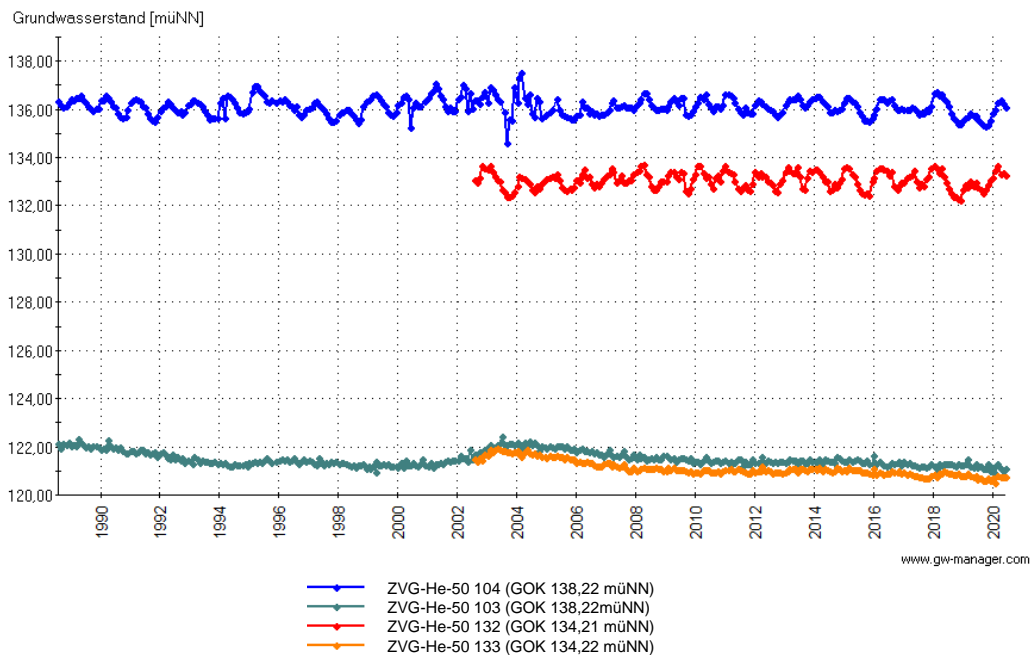


Abb. 33 Grundwasserstandsganglinien ZVG-He-50104/50103 und ZVG-He-50132/50133

Im Bereich des Brunnens Rollwalds ist auf der Deckschicht ein schwebendes Grundwasserstockwerk ausgebildet, das hydraulisch vom 1. Grundwasserleiter entkoppelt ist. Zwei Doppelmessstellen im Umfeld des Brunnens Rollwald veranschaulichen die hydraulische Unabhängigkeit (Abb. 33). Die Potentialhöhe des oberflächennahen Stockwerkes liegt stabil um 12 - 14 m höher als die des 1. Grundwasserleiters. Während im oberen Stockwerk die typischen, vom Klima geprägten Jahresamplituden von rd. 1 m mit Hochständen im Frühjahr und Tiefständen im Herbst zu beobachten sind, reagiert das Grundwasser im 1. Grundwasserleiter zeitverzögert auf mehrjährige Nass- oder Trockenperioden, zuletzt auf die Nassjahre 2000 - 2002 mit Hochständen im Jahr 2003. Die langjährige Amplitude ist mit rd. 1 m eher schwach ausgeprägt. Die langjährigen Ganglinien lassen keinen Trend erkennen, sondern zeigen ein stabiles Grundwasserniveau.

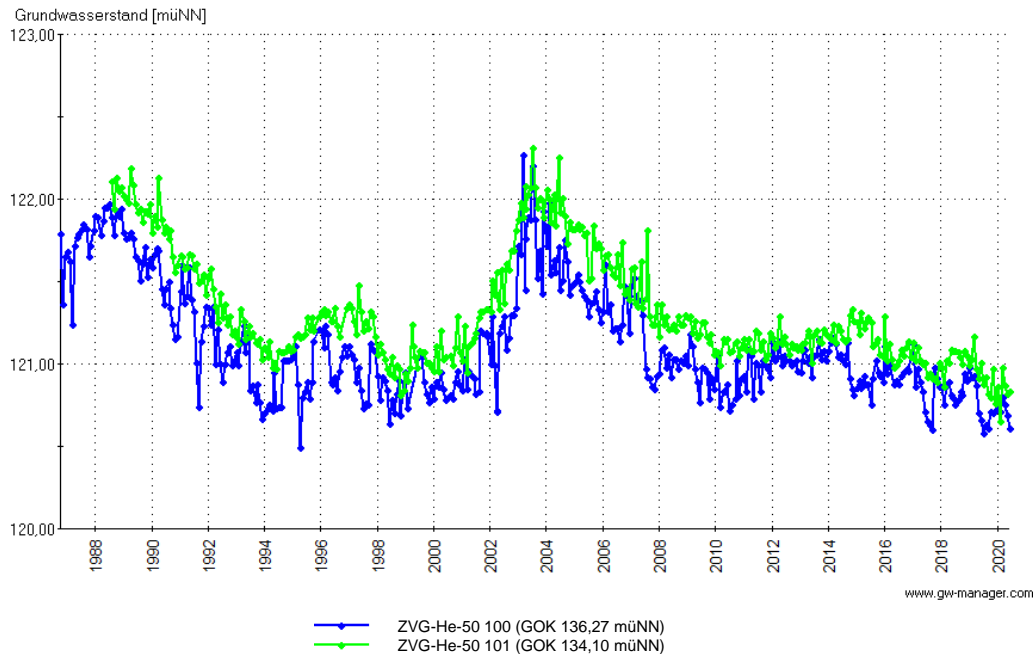


Abb. 34 Grundwasserstandsganglinien ZVG-He-50100 und ZVG-He-50101

In Abb. 34 sind die Grundwasserstandsganglinien von zwei weiteren Grundwassermessstellen im Umfeld des Brunnens Rollwald dargestellt, welche im 1. Grundwasserleiter unterhalb der Deckschicht ausgebaut sind. Die Messstelle 50100 in unmittelbarer Nachbarschaft zum Brunnen zeigt erwartungsgemäß den unruhigsten Ganglinienverlauf, da sie zeitnah auf Förderschwankungen reagiert. Die Messstellen 50101 ist kennzeichnend für den Oberstrom. Nach der letzten Nassperiode im Zeitraum 2002-2004 waren die Grundwasserstände bis 2010 rückläufig und liegen im Zeitraum von 2012-2015 auf einem mittleren Niveau. Seit 2016 ist ein Trend rückläufiger Grundwasserstände zu beobachten, der sich bis Ende 2019 fortsetzt. Die Grundwassertiefstände in 2019 liegen im Bereich der Niedriggrundwasserstände der 1990er Jahre.

5.2.6 Südwestlicher Bereich des Bilanzgebietes

Im Bereich der Brunnen I-V sowie Ea, G, H und J des ZVG Dieburg befindet sich eine stockwerkstrennende Tonschicht, die den 1. Grundwasserleiter unterteilt (siehe Anlage 2.2). Während die Brunnen IIIa bis Va sowie der Brunnen Ea ausschließlich unterhalb der Trennschicht ausgebaut sind, fördern die Brunnen I und II sowie die weiter südlich gelegenen Buchstabenbrunnen G, H und J sowohl im 1. Grundwasserleiter oben als auch im 1. Grundwasserleiter unten. Die Trennschicht keilt nordöstlich der Brunnen aus.

Abb. 35 zeigt im Bereich der Brunnen I-V die Grundwasserstandsganglinien der Messstelle ZVG-He-50025 im entfernten Oberstrom der Brunnen sowie der Messstelle ZVG-He-50004 im unmittelbaren Anstrom der Brunnen IV und V. Die Messstelle ZVG-He-50005 liegt im Abstrom. Alle Messstellen sind im 1. Grundwasserleiter oben ausgebaut. Im Bereich der Messstelle ZVG-He-

50005 ist die Trennschicht nicht mehr vorhanden. An allen Ganglinien ist die Nassperiode im Zeitraum von 2002-2004 zu erkennen. Die weiter entfernt gelegene Messstelle ZVG-He-50025 zeigt weitgehend einen klimatisch geprägten Verlauf mit der erneuten Nassperiode im Jahr 2011 sowie einem mittleren Grundwasserstandsniveau im Zeitraum von 2012-2015. Der seit 2016 zu beobachtende rückläufige Trend der Grundwasserstände führt Ende 2019 zu neuen Grundwasserstiefständen. Die Ganglinien der Messstellen ZVG-He-50004 und ZVG-He-50005 sind dagegen deutlich vom Förderregime geprägt.

Die Amplitude der Ganglinie der Messstelle ZVG-He-50004 ist im Vergleich zu den anderen Ganglinien im Zeitraum bis 2005/2006 deutlich größer, was auf den Fördereinfluss der Brunnen zurückzuführen ist. Die bis zu diesem Zeitraum betriebenen Brunnen III-V waren sowohl oberhalb als auch unterhalb der Trennschicht ausgebaut, so dass sich der Förderbetrieb auch deutlich an der oberhalb der Trennschicht ausgebauten Messstelle ZVG-He-50004 bemerkbar macht. Seit 2005/2006 sind die ausschließlich unterhalb der Trennschicht ausgebauten Brunnen IIIa bis Va in Betrieb. Dies führt zu einer deutlichen Verringerung der Schwankungsamplitude an der Messstelle ZVG-He-50004.

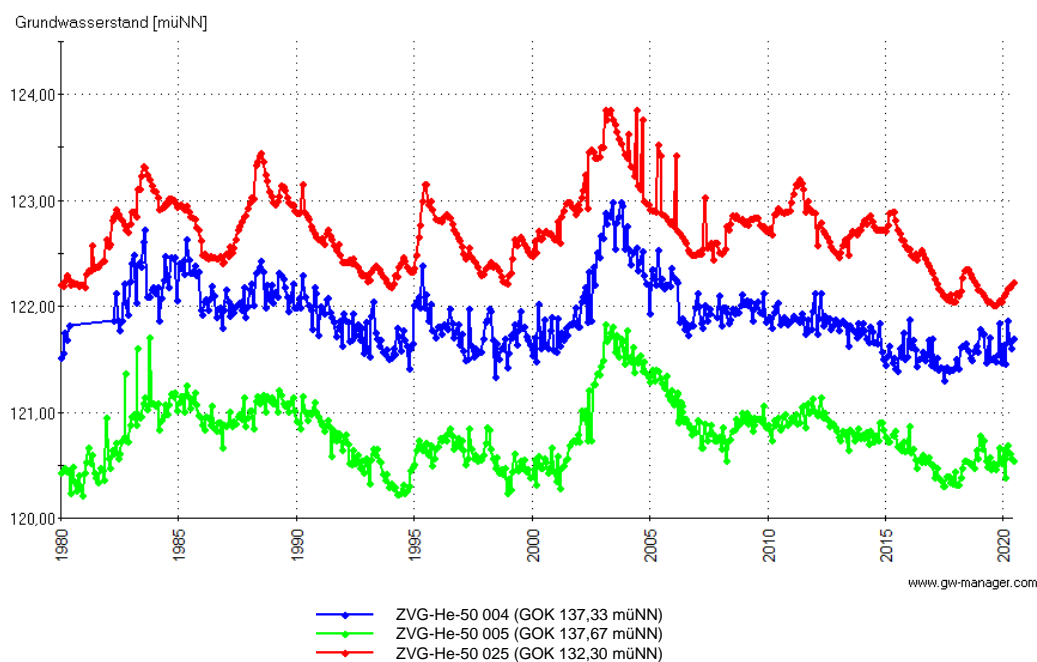


Abb. 35 Grundwasserstandsganglinien ZVG-He-50004, ZVG-He-50005 und ZVG-He-50025 (Bereich der Brunnen I-V ZVG Dieburg)

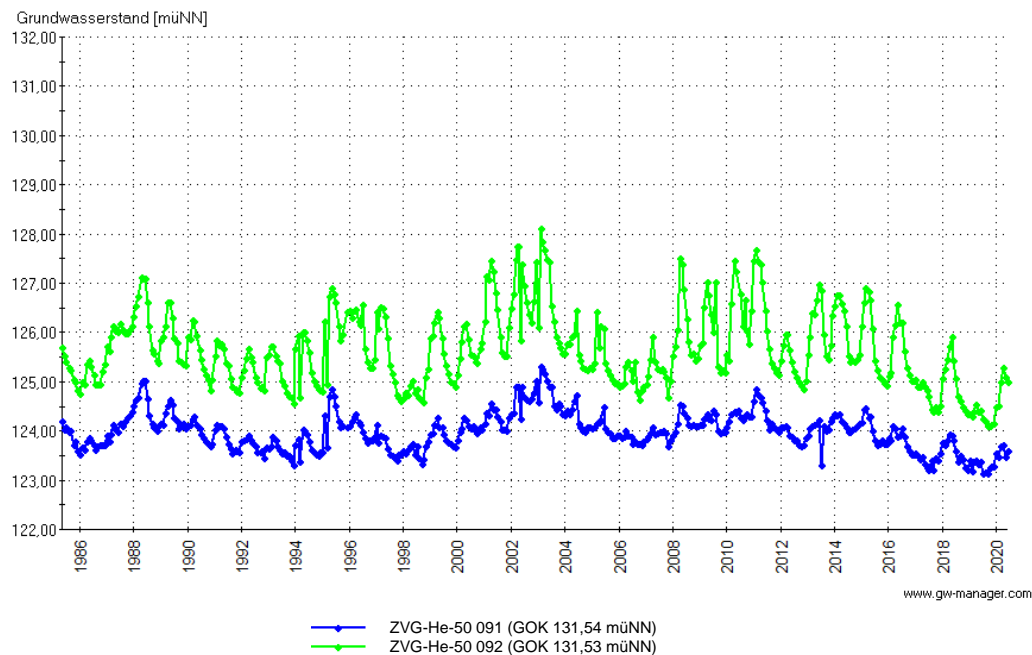


Abb. 36 Grundwasserstandsganglinien der Doppelmessstellen ZVG-He-50092/50091

Im 1. Grundwasserleiter unten unterhalb der Trennschicht liegen in weiten Bereichen gespannte Verhältnisse vor. Die Ganglinien der westlich der Buchstabenbrunnen gelegenen Messstelle ZVG-He-50091 im 1. Grundwasserleiter unten sowie der Messstelle ZVG-He-50092 im 1. Grundwasserleiter oben sind in Abb. 36 dargestellt. Deutlich ist die Potentialdifferenz zwischen den beiden Grundwasserleitern zu erkennen. Ansonsten zeigt sich ein ähnlicher Verlauf, wobei jedoch die jahreszeitlichen Schwankungen im unteren Stockwerk deutlich gedämpfter auftreten. An beiden Messstellen treten die niedrigsten Grundwasserstände im Betrachtungszeitraum Ende 2019 auf.

Südlich der Brunnen VI – IX liegt die Doppelmessstelle ZVG-He-50123 (1. Grundwasserleiter oben) und ZVG-He-50122 (1. Grundwasserleiter unten). Die Druckdifferenz zwischen den beiden Grundwasserleitern fällt hier deutlich geringer aus, da die stockwerkstrennende Tonschicht etwas weiter östlich auskeilt (siehe Abb. 37).

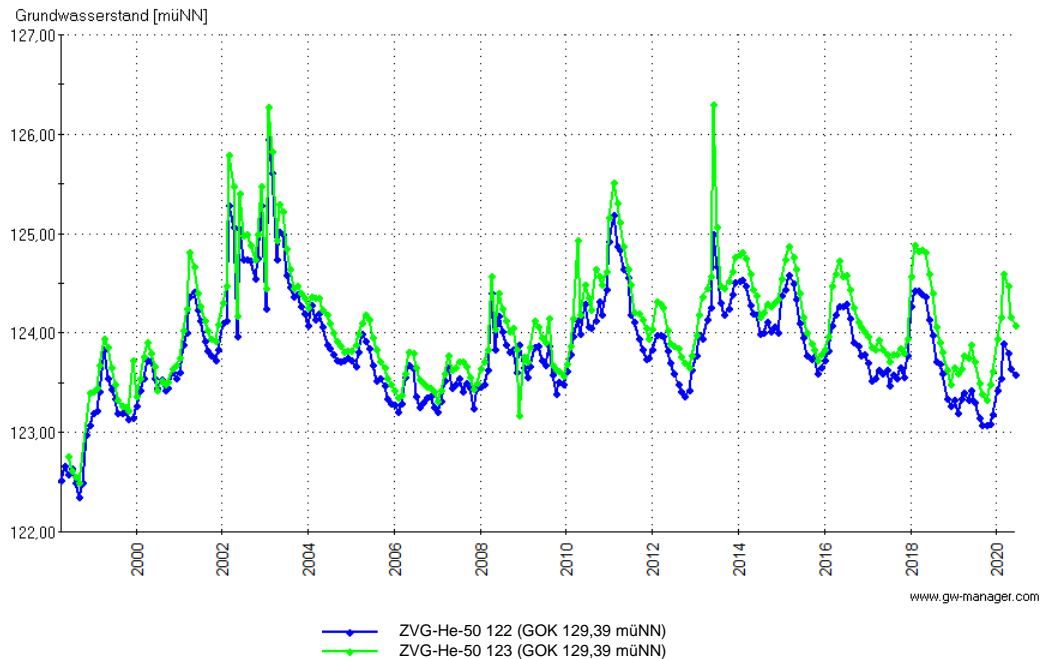


Abb. 37 Grundwasserstandsganglinien ZVG-He-50122/50123

Abb. 38 zeigt verschiedene Grundwasserstandsganglinien im Zustrom des Brunnens XIII des ZVG Dieburg. Die Messstellen ZVG-He-50135, ZVG-He-50143 und ZVG-KH-50156 sind ausschließlich unterhalb der Trennschicht im 1. Grundwasserleiter unten verfiltert. Die Messstelle ZVG-He-50026 befindet sich im Nahbereich des Brunnens XIII und gibt den Grundwassersstand im 1. Grundwasserleiter oben an. Die Trennschicht keilt nach Norden und Osten hin aus und ist im Bereich der Messstelle ZVG-He-50138 nicht mehr vorhanden. Dadurch treten auch kaum Potentialdifferenzen zwischen dem 1. Grundwasserleiter oben und unten auf. Die Grundwasserstandsganglinien der Messstellen ZVG-He-50138 und ZVG-He-50143 verlaufen nahezu identisch. Im Brunnennahbereich sind minimale Druckdifferenzen zwischen den Ganglinien der Messstellen ZVG-He-50026 und ZVG-KH-50156 zu erkennen. Beide Ganglinien sind deutlich durch das Förderregime geprägt. Das klimatisch bedingte Absinken der Grundwasserstände in den Jahren 2018 und 2019 wird durch die signifikante Erhöhung der Fördermengen im Brunnen XIII verstärkt. Insgesamt ist auch in diesem Bereich deutlich die Nassperiode 2002-2004 an den Grundwasserständen zu erkennen, gefolgt von einem mittleren Grundwasserstandsniveau im Zeitraum von 2012-2016.

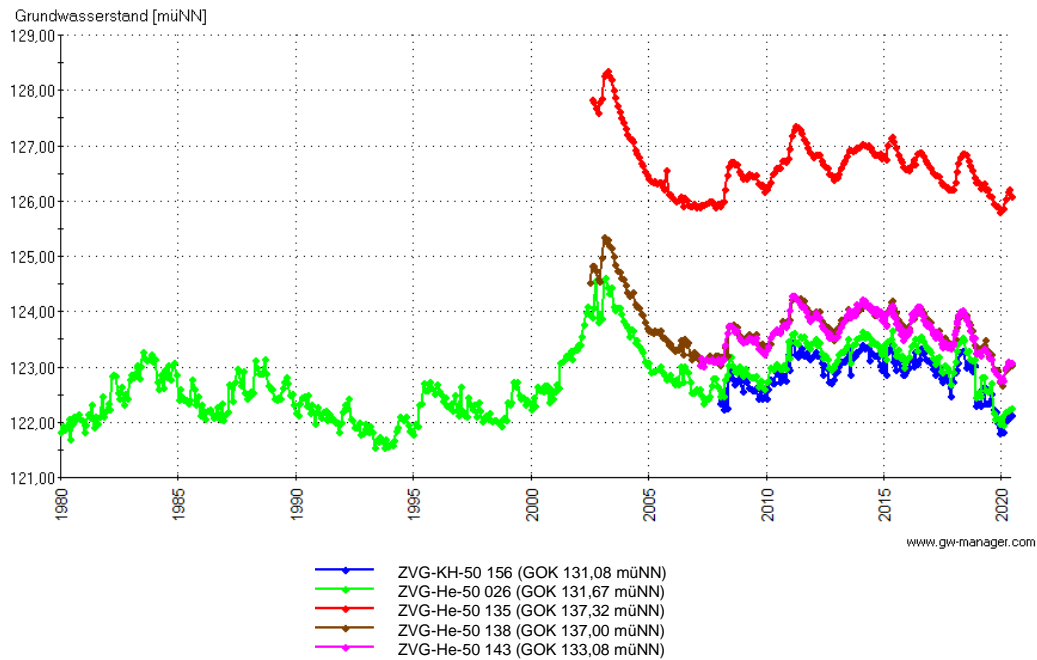


Abb. 38 Grundwasserstandsganglinien ZVG-KH-50156, ZVG-He-50026, ZVG-He-50135, ZVG-He-50138 und ZVG-He-50143 (Zustrom Brunnen XIII ZVG Dieburg)

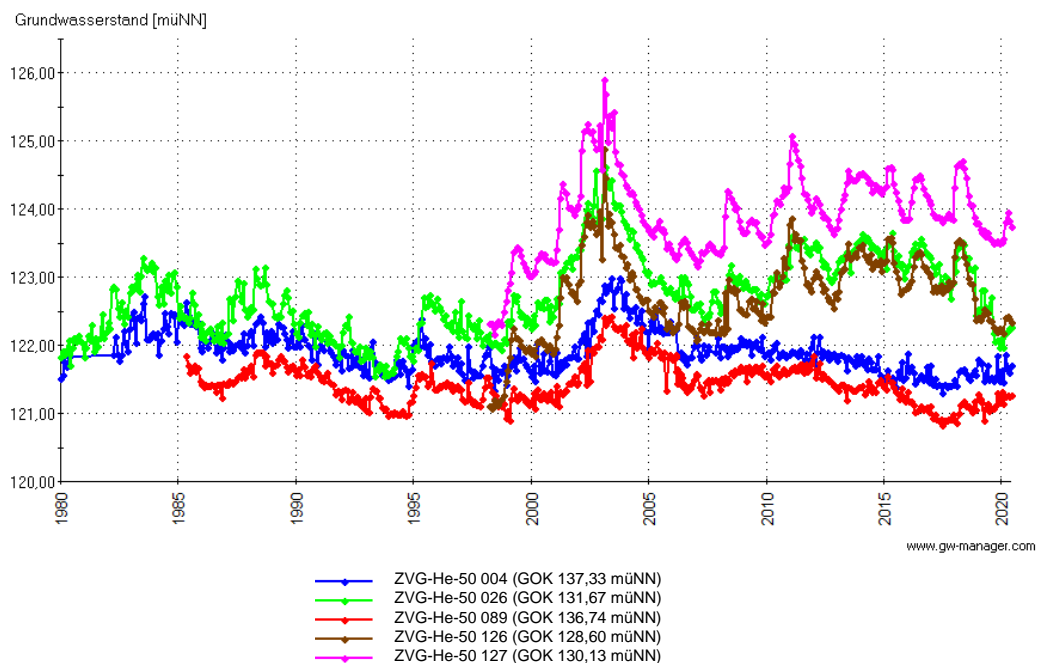


Abb. 39 Grundwasserstandsganglinien ZVG-He-50004, ZVG-He-50026, ZVG-He-50089, ZVG-He-50126 und ZVG-He-50127

Abb. 39 zeigt Grundwasserstandsganglinien aus dem 1. Grundwasserleiter oben im Bereich der Brunnen III-V (ZVG-He-50004 und ZVG-He-50089) sowie der Brunnen IX und X (ZVG-He-50126 und ZVG-He-50127) sowie des Brunnen XIII (ZVG-He-50026). Während die Ganglinien bis Mitte der 1990er Jahre weitgehend parallel verlaufen zeigen sich im Zeitraum von Ende der 1990er Jahre bis Ende 2019 deutliche Unterschiede, die durch das Förderregime der Brunnengruppen hervorgerufen werden (siehe Abb. 40). Die in 2002-2004 auftretende Nassperiode wird im Bereich der Brunnen VI-XIII durch die zeitgleiche Fördermengenreduzierung überlagert, wodurch sich in Summe ein Grundwasseranstieg von ca. 3-4 m ergibt. Dagegen beträgt im selben Zeitraum der Grundwasseranstieg im Bereich der Brunnen III-V ca. 1,5 m. Während nach 2007 die Grundwasserstände im Bereich der Brunnen IX bis XIII aufgrund der Förderreduzierung erneut ansteigen, verharren die Grundwasserstände im Bereich der Brunnen I-V im Zeitraum von 2007 bis Mitte 2012 etwa auf demselben Niveau und zeigen anschließend bis Mitte 2017 einen rückläufigen Grundwasserstand entsprechend der Fördermengenerhöhung. Trotz deutlicher Reduzierung der Fördermengen in den Jahren 2018 und 2019 erfolgt jedoch nur ein mäßiger Grundwasserstandsanstieg an den Messstellen ZVG-He-50004 und ZVG-He-50089, da die Grundwasserstände witterungsbedingt großräumig sinken.

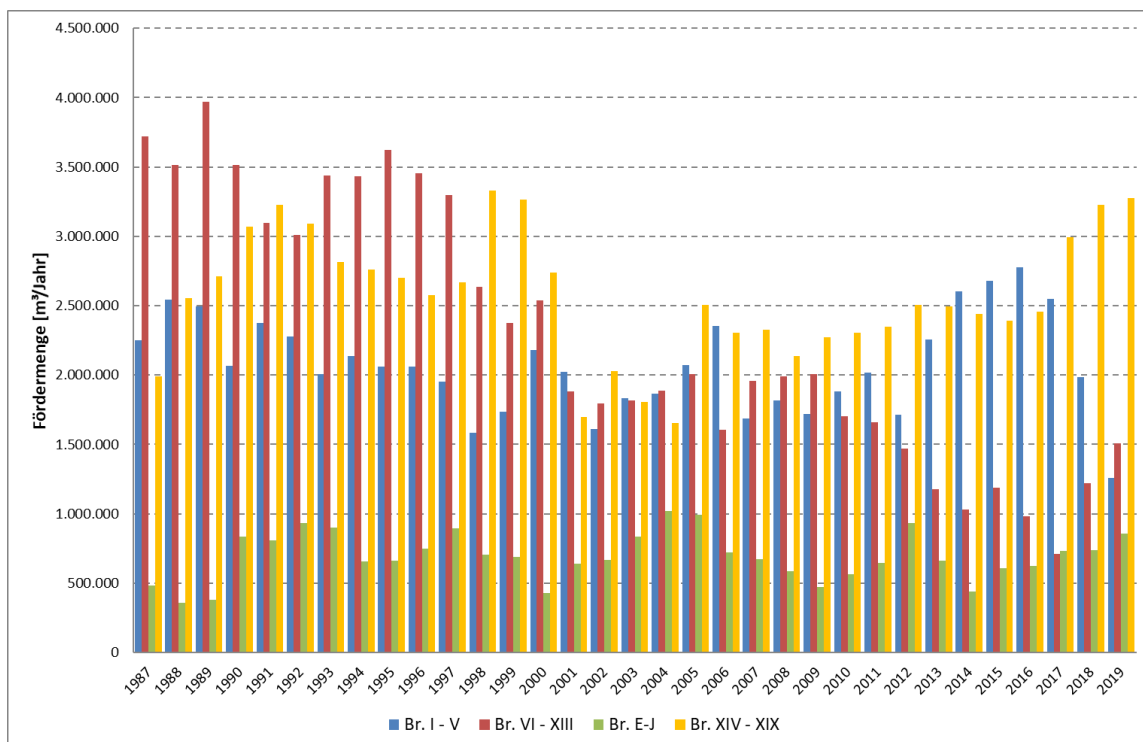


Abb. 40 Fördermengen ZVG Dieburg 1995-2019 in Brunnengruppen

5.2.7 Südöstlicher Bereich des Bilanzgebietes

Im Bereich der Schaafeheimer Senke sind keine Trennschichten im Grundwasserleiter vorhanden (siehe Anlage 2.2). Abb. 41 zeigt drei Grundwasserstandsganglinien mit Mindestgrundwasserstand laut Wasserrechtsbescheid vom 29.04.2003. Die Charakteristik aller Grundwasserstandsganglinien ist im Wesentlichen gleich. Grundsätzlich lässt sich die Trockenperiode der 1990er

Jahre erkennen, während sich die Grundwasserstände in den 1980er Jahren auf mittlerem Niveau bewegen. Während in den Jahren 2002-2004 eine deutliche Nassperiode ausgeprägt ist, bewegen sich die Grundwasserstände im Zeitraum von 2012 - 2014 in etwa auf mittlerem Niveau.

Der in 2014 einsetzende rückläufige Trend der Grundwasserstände hat sich an der Messstelle LHE-00-528024 im Jahr 2020 nicht fortgesetzt. Dagegen setzt sich an den Messstellen LHE-00-528029 und LHE-00-528070 im Bereich von Ringheim der rückläufige Trend im Jahr 2020 fort.

Die deutliche Förderrückgang im Br. XIX im Zeitraum 2011 bis 2018 ist in der Ganglinie der benachbarten Messstelle 528029 nicht erkennbar, offensichtlich dominiert der Klimaeinfluss gegenüber dem Fördereinfluss.

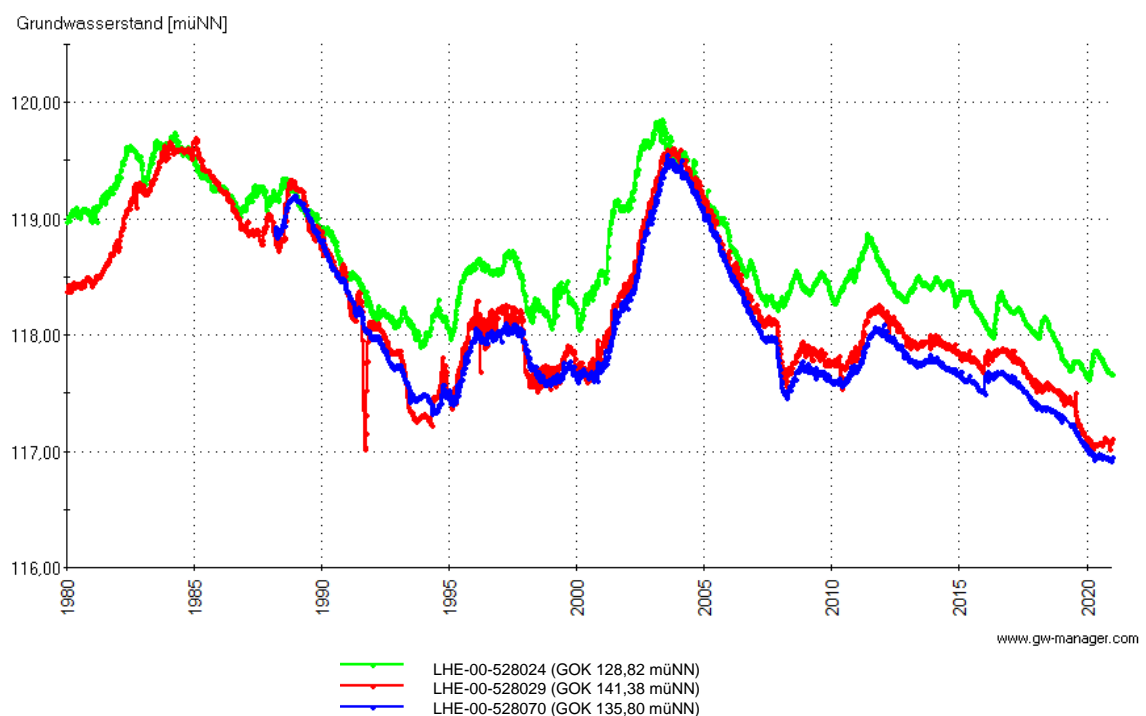


Abb. 41 Grundwasserstandsganglinien LHE-00-528024, LHE-00-528029 und LHE-00-528070 (Schaafheimer Senke)

Langjährig betrachtet verharrten die Grundwasserstände im Jahr 2020 auf einem sehr niedrigen Niveau, welches die Tiefstände der 1990er Jahre unterschreitet. Dies führt zu einer Unterschreitung der Mindestgrundwasserstände an den Messstellen LHE-00-528024 und LHE-00-528070 Ende 2019. Dies ist der Überlagerung mehrerer Trockenjahre mit der gesteigerten Förderung der Brunnen XIV-XIX des ZVG Dieburg in den Jahren 2017-2019 geschuldet (siehe Abb. 40).

5.2.8 Einfluss Fließgewässer

Einen vollkommen abweichenden Ganglinienverlauf zu den in Abb. 41 dargestellten Grundwasserstandsganglinien in der Schaafheimer Senke zeigt die an der Gersprenz gelegene Messstelle

ZVG-He-50111 (siehe Abb. 42). Die mehrjährige Amplitude ist deutlich kleiner, hingegen sind die kurzzeitigen Schwankungen höher. Der Grundwasserstand wird hier durch die Infiltration des Gersprenz stabilisiert, so dass sich Grundwasserförderung und Trockenjahre nicht widerspiegeln. Der Grundwassergang wird maßgeblich von der Wasserführung der Gersprenz geprägt, so dass auch Hochwasserspitzen in der Ganglinie der Messstelle erkennbar sind.

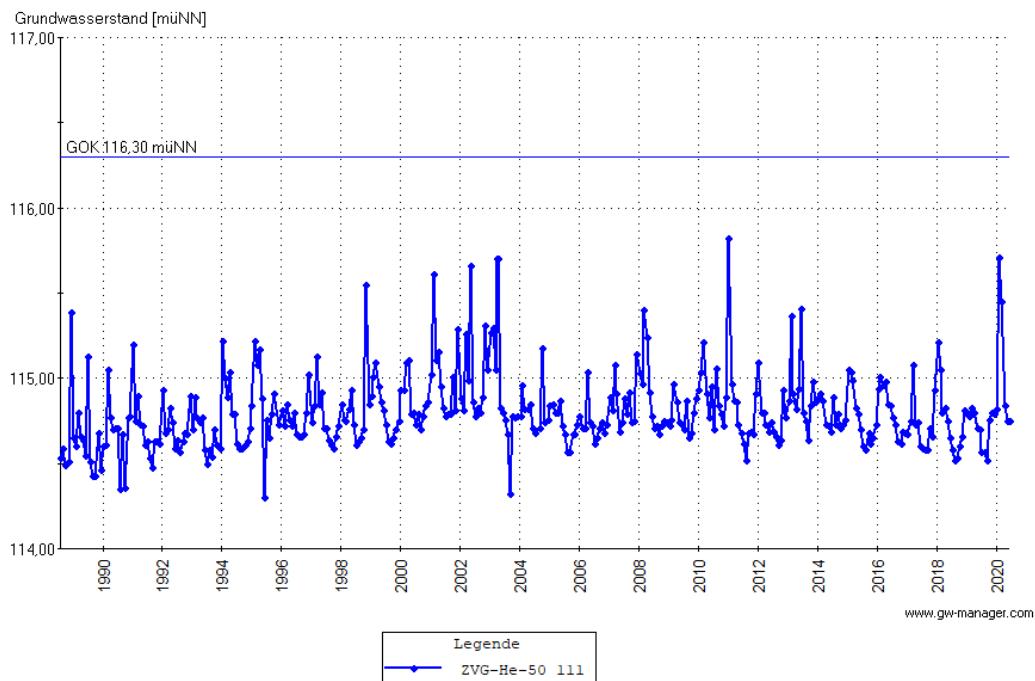


Abb. 42 Grundwasserstandsganglinie ZVG-He-50111 (Gersprenz)

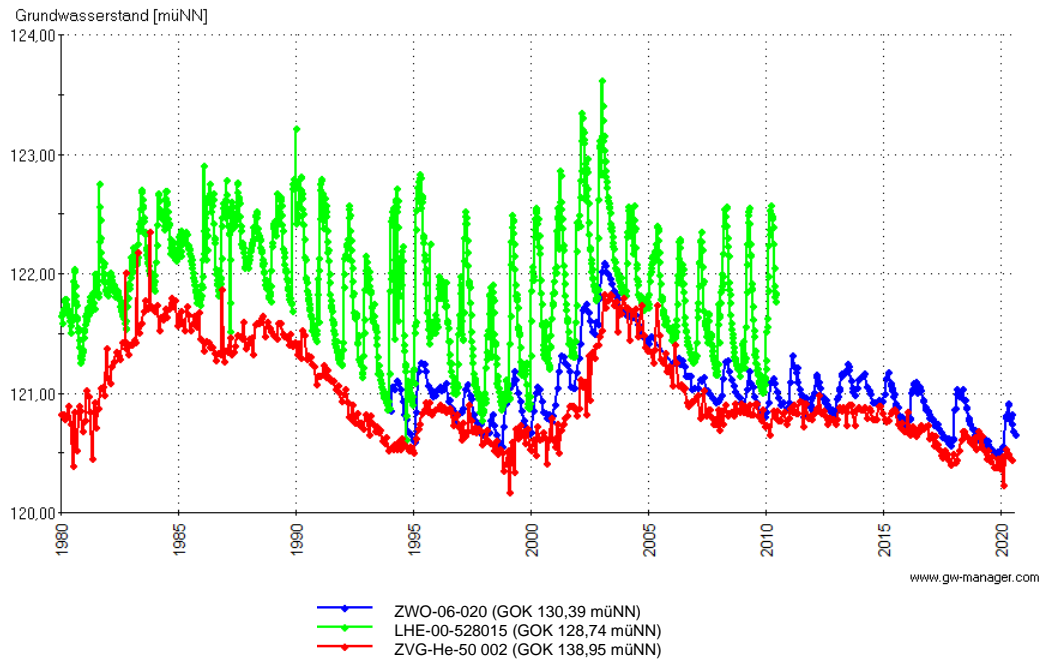


Abb. 43 Grundwasserstandsganglinien der Messstellen LHE-00-528015, ZWO-06-020 und ZVG-He-50002

Abb. 43 zeigt die Ganglinien der südöstlich von Nieder-Roden gelegenen Messstellen LHE-00-528015, ZWO-06-020 sowie ZVG-He-50002 (alle im 1. Grundwasserleiter ausgebaut). Die Messstelle LHE-00-528015 wurde im Jahr 2010 stillgelegt und befand sich unmittelbar an der Rodau, während die Messstelle ZWO-06-020 ca. 80 m weiter vom Gewässer entfernt liegt. In diesem Bereich ist keine Deckschicht mehr vorhanden und der Vorflutereinfluss der Rodau ist deutlich zu erkennen. Dagegen weist die weiter südöstlich unterhalb der Deckschicht ausgebauten Messstelle ZVG-He-50002 eine deutlich geringere Amplitude auf. Der langjährige klimatisch geprägte Verlauf der beiden Messstellen ist jedoch vergleichbar.

5.2.9 Einfluss Baggersee

Mit einer Mineralstoffentnahme im Grundwasser kommt der „Seeeffekt“ zum Tragen. Durch den im offenen Gewässer gegenüber dem Grundwasser vernachlässigbar geringen Fließwiderstand (horizontaler Wasserspiegel) wird das Grundwasser im Anstrombereich des Sees abgesenkt und im Abstrombereich aufgehört. Dieser Effekt ist bei einer Längserstreckung des Sees in Strömungsrichtung des Grundwassers besonders ausgeprägt. Abb. 44 zeigt 3 Grundwasserstandsganglinien (1. Grundwasserleiter) östlich der Kiesgrube Weiss in Babenhausen. Die Auskiesung im Altsee wurde 2009 abgeschlossen und seitdem wurde weiter östlich durch Auskiesung eine neue Seefläche geschaffen, die sich derzeit noch im Abbau befindet. Der Altsee und die Erweiterungsfläche erstrecken sich in Grundwasserströmungsrichtung. Die Messstelle LBY-00-100 befindet sich im näheren Abstrom der Erweiterungsfläche in ca. 650 m Entfernung, während sich die Messstellen LHE-00-528031 in einer Entfernung von ca. 1400 m südlich und die Messstelle

LBY-00-4126 sich in einer Entfernung von ca. 2100 m östlich der Erweiterungsfläche befinden. Während die Grundwasserstandsganglinien der beiden entfernteren Messstellen im Zeitraum von 1990 bis 2020 weitgehend parallel verlaufen, verringert sich die Grundwasserstandsdifferenz zu der Messstelle LBY-00-100 mit fortschreitendem Abbau und somit zunehmender Aufhöhung der Grundwasserstände im Abstrom der Seeflächen von etwa 0,5 m (1990er Jahre bis Ende 2009) auf ca. 0,25 m - 0,30 m (2018-2020). Demnach beträgt die Aufhöhung infolge des Seeeffektes im Zeitraum von 2009 bis 2020 an der Messstelle LBY-00-100 ca. 0,25 m. Auch hier zeigen alle Messstellen insgesamt seit 2014 einen Trend fallender Grundwasserstände.

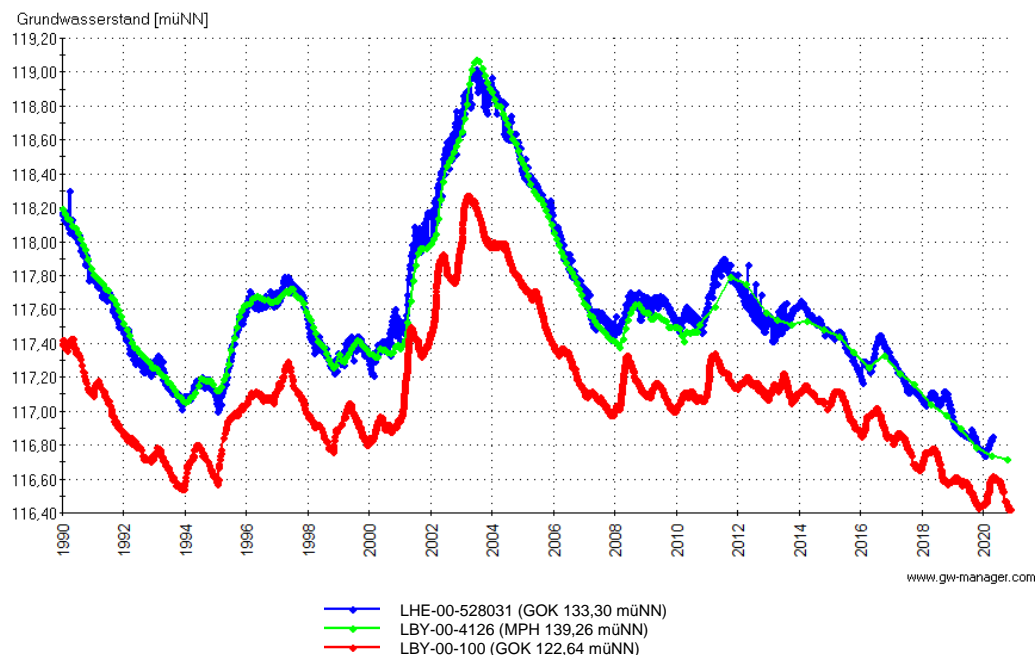


Abb. 44 Grundwasserstandsganglinien LHE-00-528031, LBY-00-4126 und LBY-00-100 (Kiesgrube Weiss Babenhausen)

5.2.10 Sensible Raumeinheiten

Im Folgenden sind einige weitere Grundwasserstandsganglinien im Bereich der hochsensiblen und sensiblen Raumeinheiten, die in Bereichen geringer Flurabstände liegen (siehe Anlage 4.1) dokumentiert. Die Lage der Messstellen ist Anlage 5.1 zu entnehmen.

Abb. 45 zeigt die Grundwasserstandsganglinie der Landesmesstelle 507134 südlich von Heusenstamm. Für die Messstelle liegt keine Ausbauezeichnung vor, so dass sie nicht direkt einem Grundwasserleiter zuzuordnen ist. Die Grundwasserstandsganglinie zeigt einen vorwiegend klimatisch geprägten Verlauf mit einer Amplitude von über 2 m.

Im Hengster nördlich Rembrücken befinden sich trotz großer Flurabstände von im Mittel 5 m (siehe Abb. 46) Bruch- und Sumpfwälder, so dass hier von einem schwebenden

Grundwasserleiter auszugehen ist. Die klimatisch bedingte Grundwasserstandsschwankung beträgt an der Messstelle ZWO-05-542 ca. 4 m.

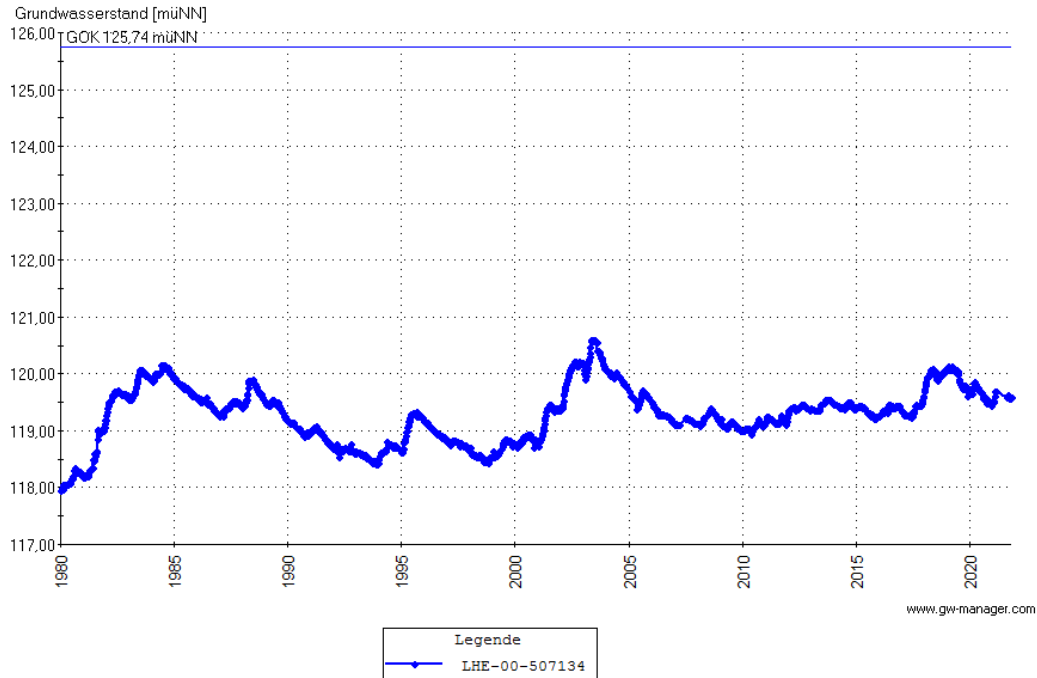


Abb. 45 Grundwasserstandsganglinie LHE-00-507134 (Sumpfwald südlich Heusenstamm)

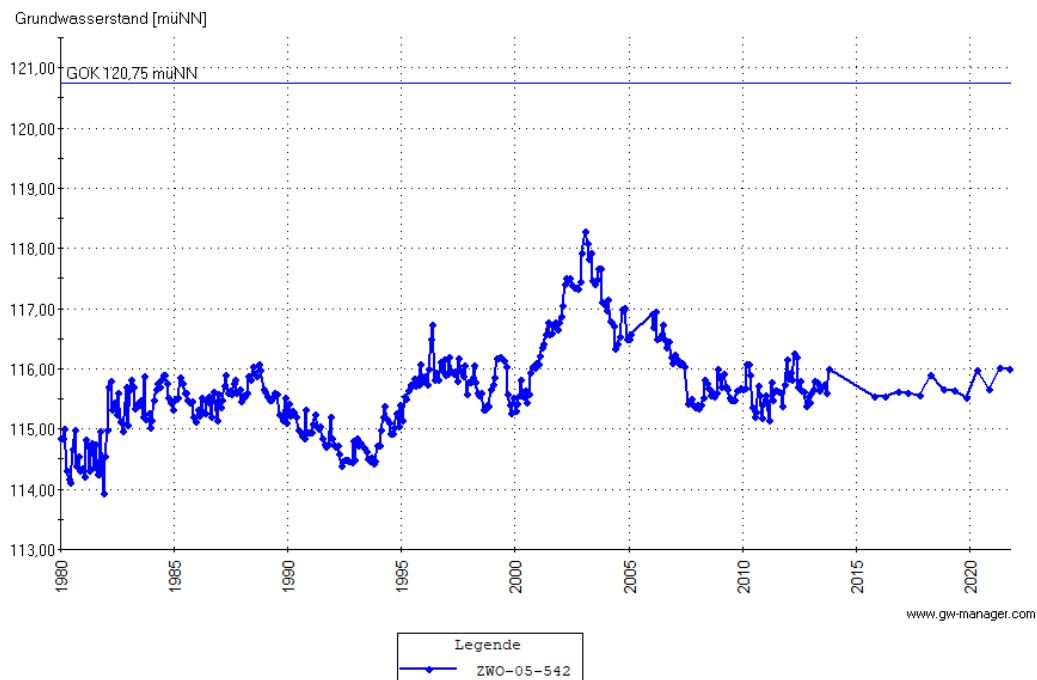


Abb. 46 Grundwasserstandsganglinie ZWO-05-542 im Hengster nördlich Rembrücken

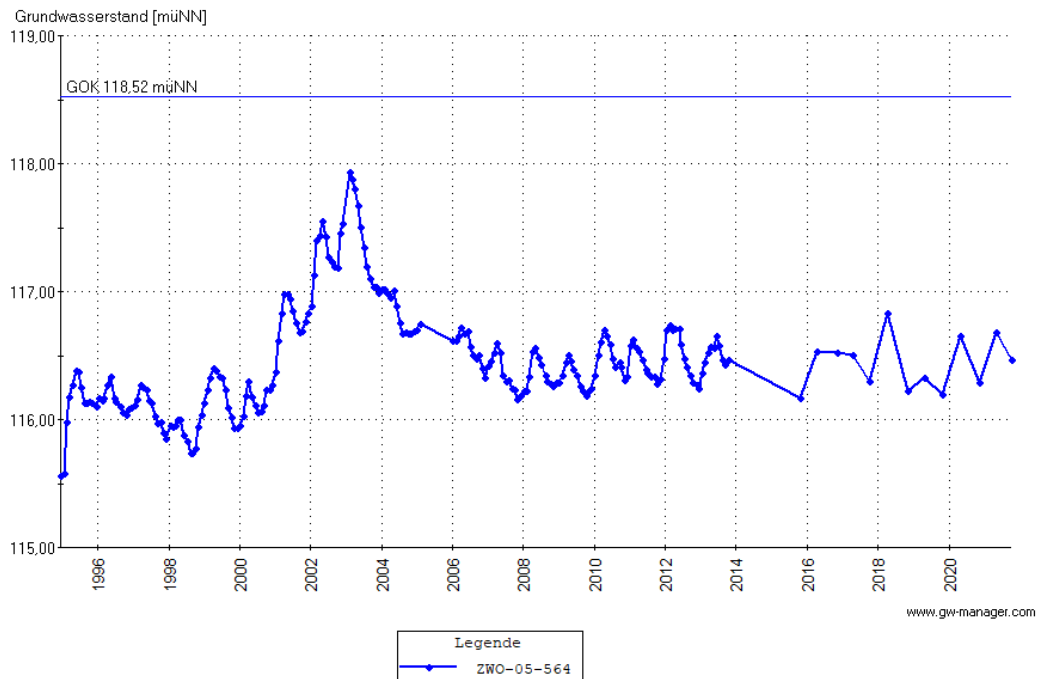


Abb. 47 Grundwasserstandsganglinie ZWO-05-564 (Erlenbruch in der Judenhecke bei Obertshausen)

Die Grundwasserstandsganglinie der im 1. Grundwasserleiter ausgebauten Messstelle ZWO-05-564 (Abb. 47) zeigt ausgeprägt niedrige Grundwasserstände in den Jahren 1994 zu Aufzeichnungsbeginn und 1998, während das Grundwasserstandsmaximum im Jahr 2003 gemessen wurde. Die maximale Amplitude beträgt 2,4 m. Seit 2006 befinden sich die Grundwasserstände etwa auf mittlerem Niveau.

Die beiden Grundwasserstandsganglinien der Messstellen ZWO-09-021 und ZWO-09-0015 im Bereich der Rodauniederung weisen eine maximale Amplitude von ca. 1 m auf und sind auch durch eine hohe jahreszeitliche Dynamik geprägt (siehe Abb. 48).

Die beiden Grundwasserstandsganglinien der im 1. Grundwasserleiter ausgebauten Messstellen ZWO-09-025 und LHE-00-508043 östlich von Hausen (siehe Abb. 49) weisen eine Dynamik auf, die stark durch jahreszeitliche Schwankungen von über 1 m geprägt ist. Die Flurabstände liegen hier fast durchgängig unter 2,5 m. Die Grundwasserstandsdifferenz zwischen Trocken- und Nassperiode ist dagegen gering ausgeprägt. Abb. 50 zeigt zwei weitere Grundwasserstandsganglinien im 1. Grundwasserleiter im Bereich des NSG Hochbruch von Hausen, die eine ähnliche Charakteristik aufweisen.

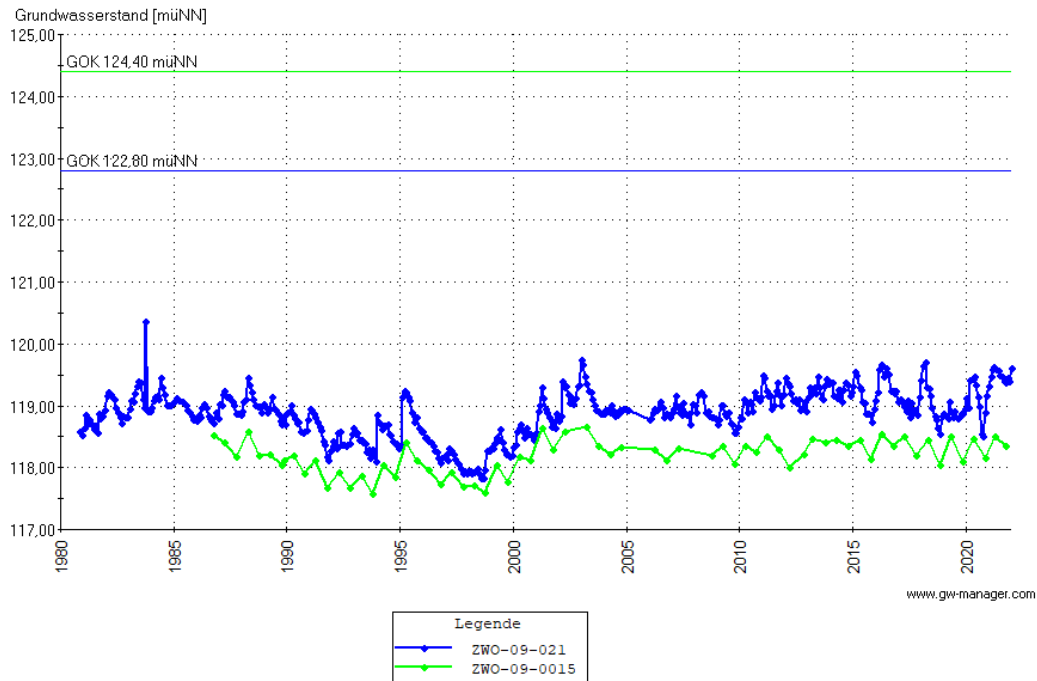


Abb. 48 Grundwasserstandsganglinie ZWO-09-021 und ZWO-09-0015 (Nasswiesen im Bereich der Rodau)

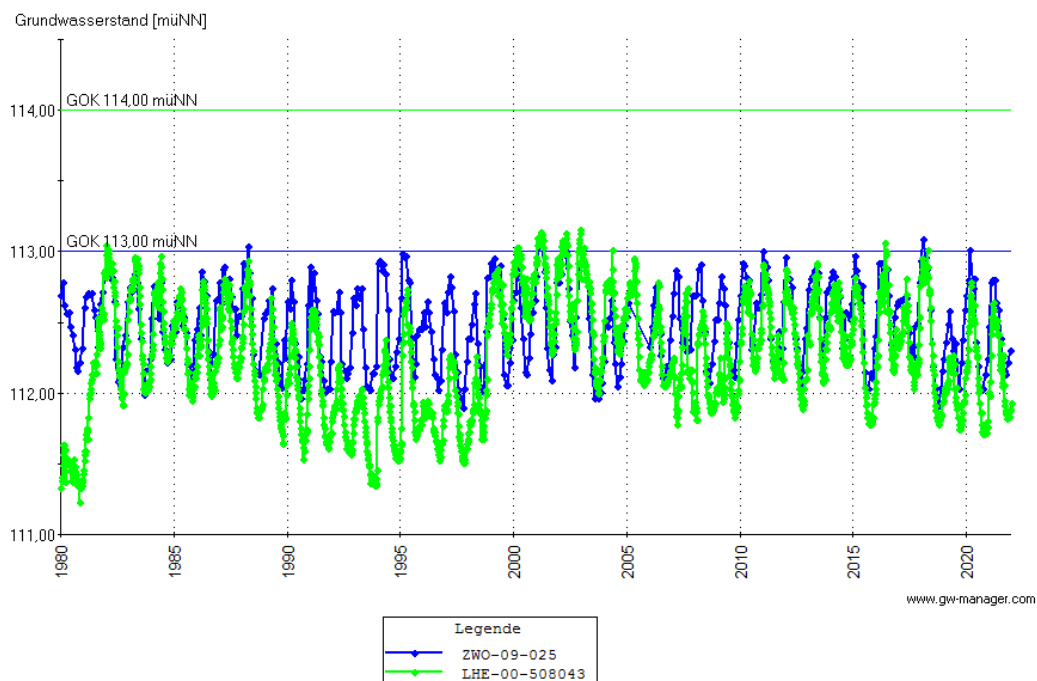


Abb. 49 Grundwasserstandsganglinie ZWO-09-025 (NSG Grabenwäldchenfest) LHE-00-508043 (Hochbruch bei Hausen)

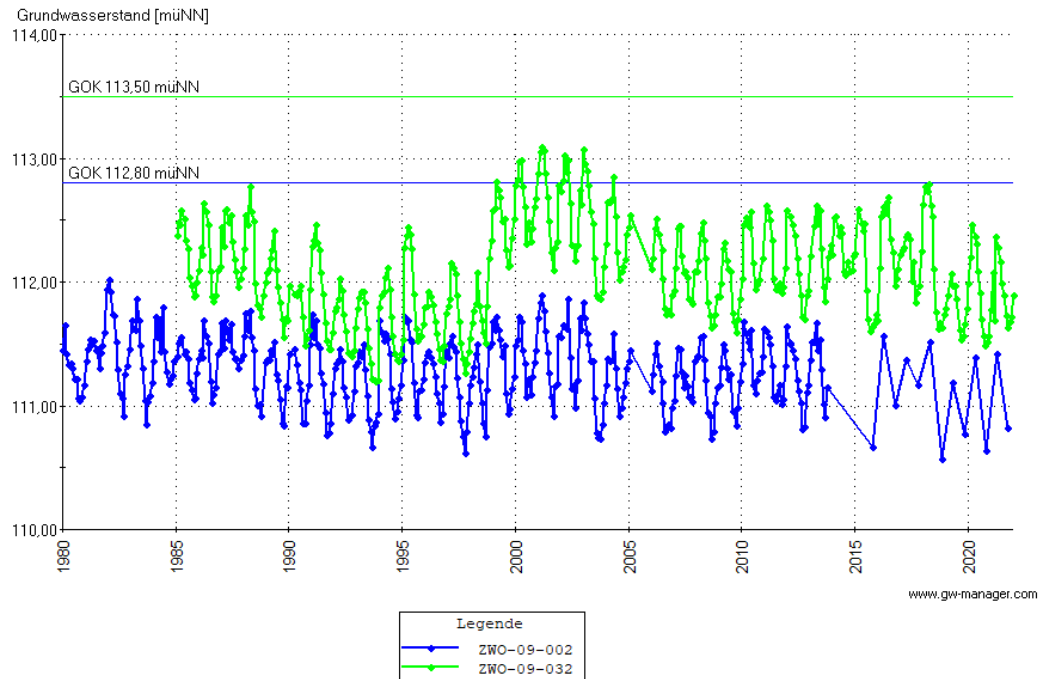


Abb. 50 Grundwasserstandsganglinien ZWO-09-002 und ZWO-09-032 (NSG Hochbruch bei Hausen)

Auch die Grundwasserstandsganglinie der nördlich von Froschhausen ebenfalls im Bereich geringer Flurabstände (1-2 m) gelegenen Messstelle ZWO-09-033 (Abb. 51) weist jahreszeitliche Schwankungen von bis zu 1 m auf, während die langjährigen Grundwasserstandsänderungen nur wenige Dezimeter betragen. Das Niveau der Niedriggrundwasserstände der aktuellen Trockenperiode 2018/2019 entspricht dem der 1990er Jahre.

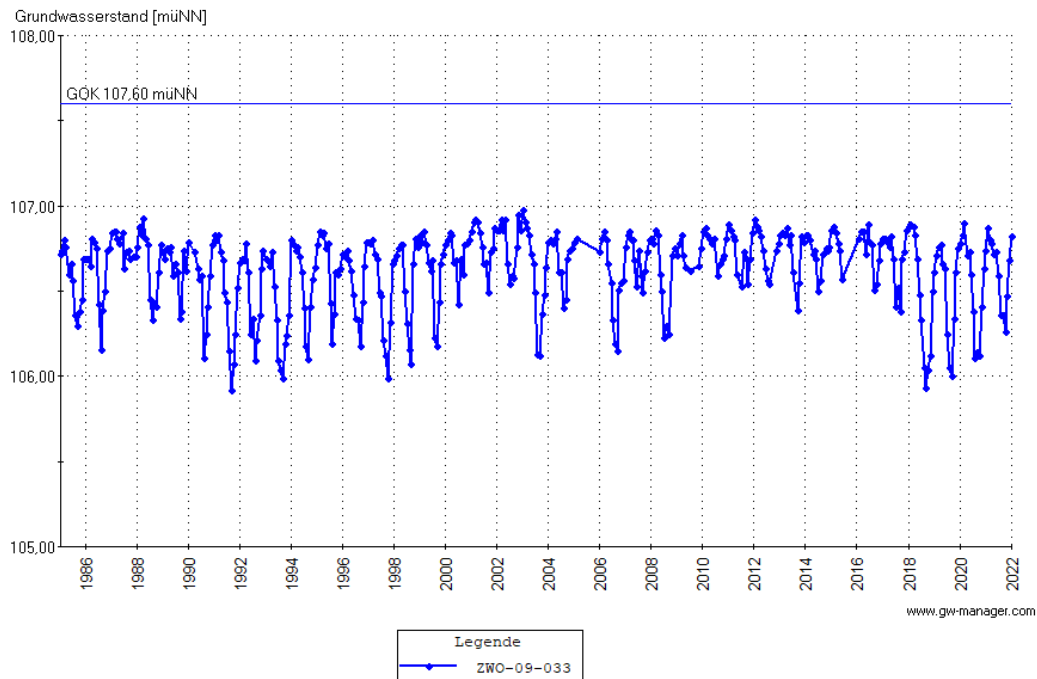


Abb. 51 Grundwasserstandsganglinie ZWO-09-033 (Erlenbruchwald und Großseggenried am Mühlgraben)

Abb. 52 zeigt die westlich des Schwarzbruchs von Seligenstadt gelegene Messstelle ZWO-11-08.022 (1. Grundwasserleiter). Dort fällt das Gelände nach Osten hin steil ab, so dass die Flurabstände im Bereich der Messstelle ca. 3 m betragen und im Bereich der Bruch- und Sumpfwälder im Schwarzbruch dann deutlich geringer sein müssen. Der Verlauf der Grundwasserstandsganglinie ist im Wesentlichen jahreszeitlich geprägt.

Abb. 53 zeigt die Grundwasserstandsganglinie der Messstelle ZWO-12-002 im Bruchwald Affelderchen südlich von Klein-Welzheim sowie die Ganglinie der weiter südlich gelegenen Messstelle ZWO-12-006, die im Bereich von Waldflächen mit knapp 3 m Flurabstand liegt. Beide Ganglinien weisen aufgrund der Lage im Mainauenbereich eine ausgeprägte jahreszeitliche Dynamik auf. Die Niedriggrundwasserstände der aktuellen Trockenperiode liegen ca. 0,2 m über denen der 1990er Jahre.

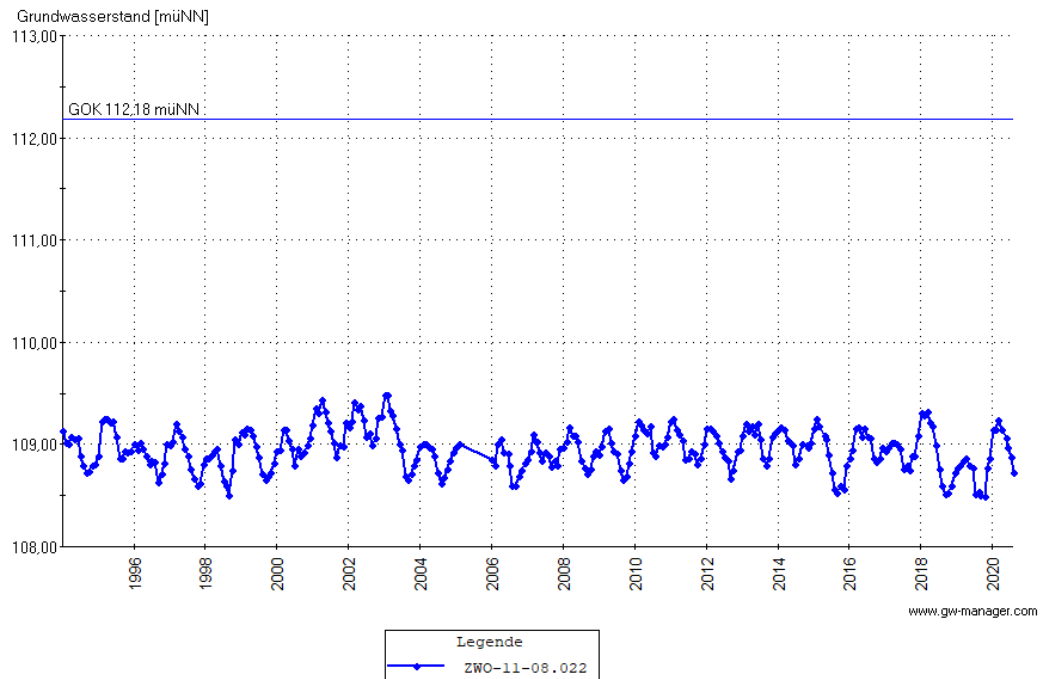


Abb. 52 Grundwasserstandsganglinie ZWO-11-08.022 (Schwarzbruch von Seligenstadt)

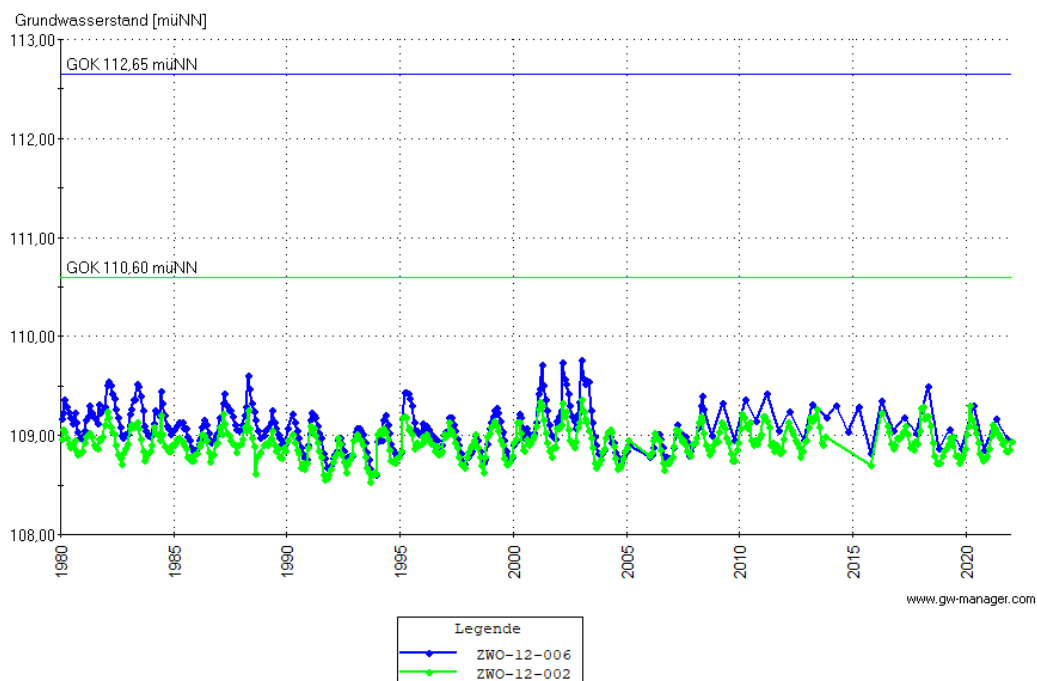


Abb. 53 Grundwasserstandsganglinien ZWO-12-006 und ZWO-12-002 (Affelderchen und Rettichbruch von Klein-Welzheim sowie angrenzende Waldflächen)

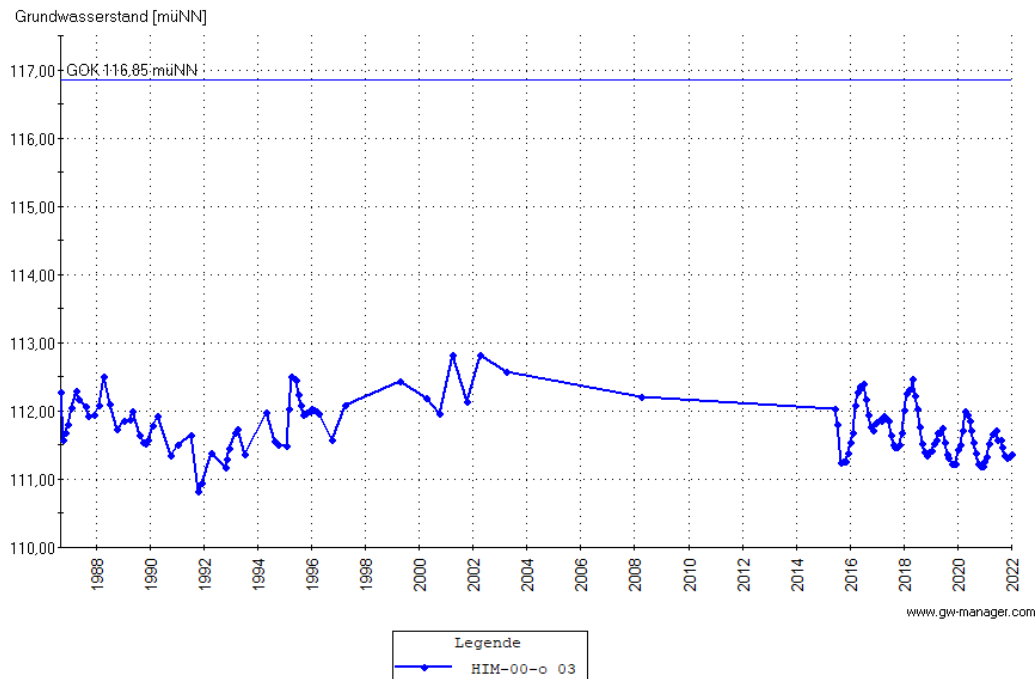


Abb. 54 Grundwasserstandsganglinie HIM-00-o 03 (Speckgraben von Mainflingen)

Die Grundwassermessstelle HIM-00-o 03 (siehe Abb. 54) befindet sich am westlichen Rand des Speckgrabens von Mainflingen im Bereich von Flurabständen 4 und 5 m. Die klimatisch bedingte Grundwasserstandsschwankung beträgt ca. 2 m und die Niedriggrundwasserstände der aktuellen Trockenperiode liegen ca. 0,5 m über denen der 1990er Jahre. Mit Ende der Wasserhaltung in der nordwestlich gelegenen Bongschen Tongrube in 2007 stieg der Grundwasserspiegel im 1. Grundwasserleiter auch in diesem Bereich etwas an (vgl. Kapitel 5.2.4).

Im Bereich des kleinräumig vorhandenen hochsensiblen Feuchtbiootyps Erlenbruchwald nordöstlich von Harreshausen liegen die Flurabstände an den Messstellen ZWO-11-038 und ZWO-11-020 zwischen 1,5 und 2,5 m (siehe Abb. 55). Anders als in den Mainauenbereichen dominiert die witterungsbedingte Amplitude gegenüber den jahreszeitlichen Schwankungen. Die Niedriggrundwasserstände der aktuellen Trockenperiode liegen mehr als 0,3 m über denen der 1990er Jahre. Auch die beiden Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-102 und ZWO-11-054 der Messstellen im Bereich der kleineren Waldflächen nördlich von Harreshausen mit Flurabständen von knapp 3 m zeigen einen ähnlichen Verlauf (siehe Abb. 56).

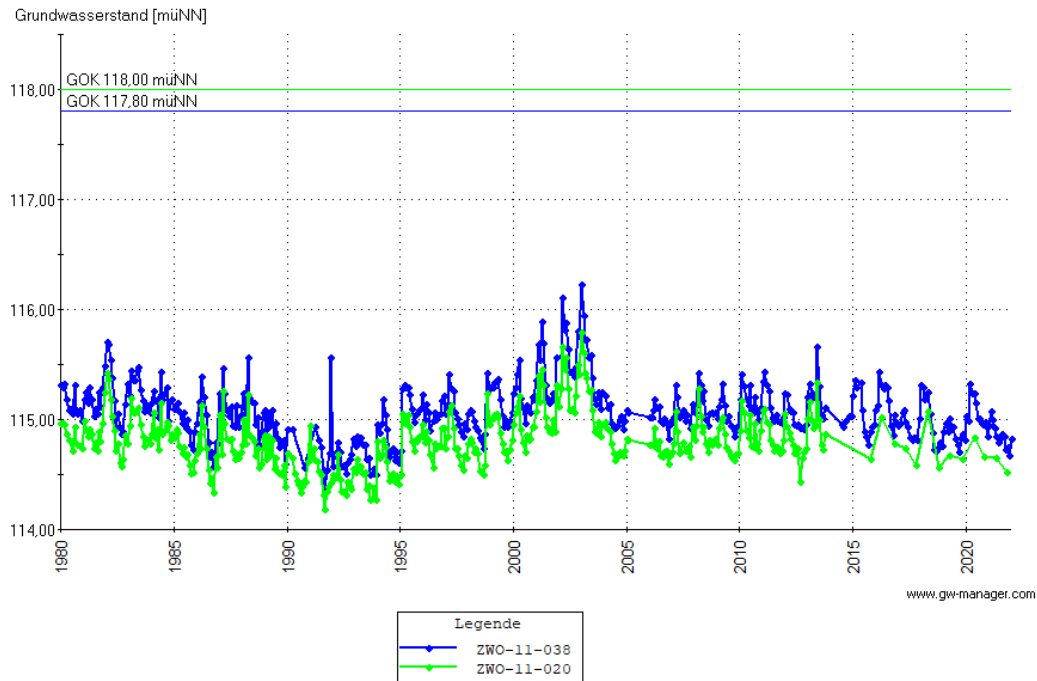


Abb. 55 Grundwasserstandsganglinie ZWO-11-038 und ZWO-11-020 (Erlenbruchwald nördlich der Schaafheimer Wiesen)

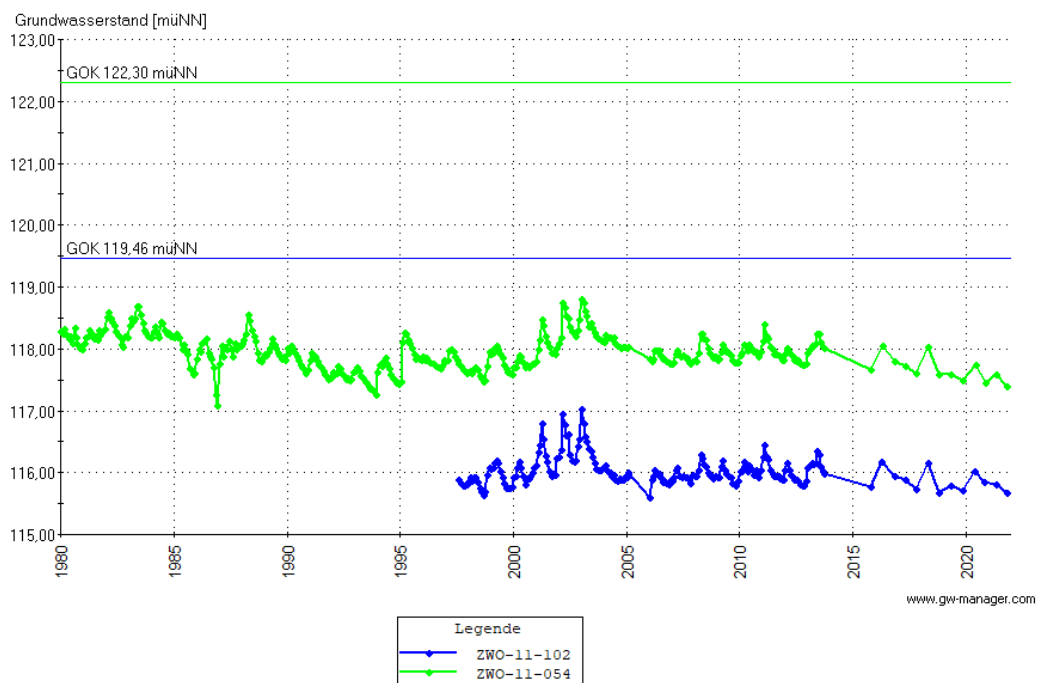


Abb. 56 Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-102 und ZWO-11-054 (Waldflächen nördlich der Schaafheimer Wiesen)

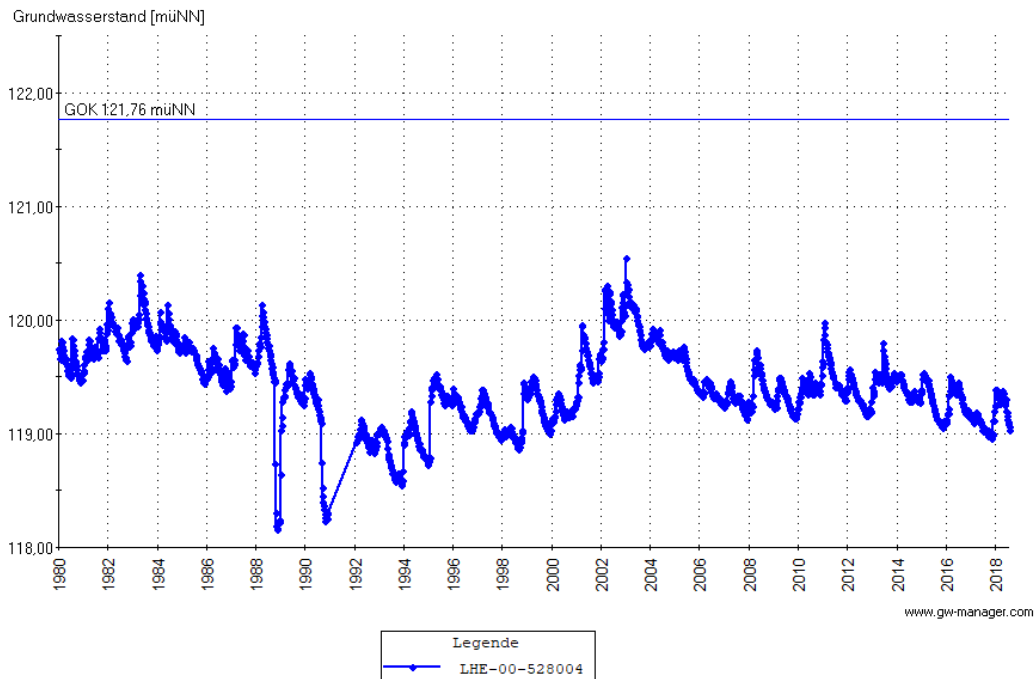


Abb. 57 Grundwasserstandsganglinie LHE-00-528004

Die Grundwasserstandsganglinie der Messstelle LHE-00-528004 im Bereich der kleineren Waldfläche zwischen Babenhausen und Harreshausen weist in den 1990er Jahren deutliche Tiefstände auf, die fast 1 m unter dem mittleren Grundwasserstandsniveau liegen. Die Flurabstände liegen zwischen 1,4 und ca. 3,0 m. Die witterungsbedingten Grundwasserstandsänderungen spielen eine untergeordnete Rolle im Ganglinienverlauf.

Die Grundwasserstandsganglinie der Messstelle ZVG-He-50112 im Bereich der kleineren Waldflächen östlich von Harreshause und südlich der Gersprenz weist eine klimatisch bedingte Amplitude von ca. 1,5 m auf. Deutlich ist der Einfluss der Gersprenz in den Grundwasserstandsschwankungen zu erkennen.

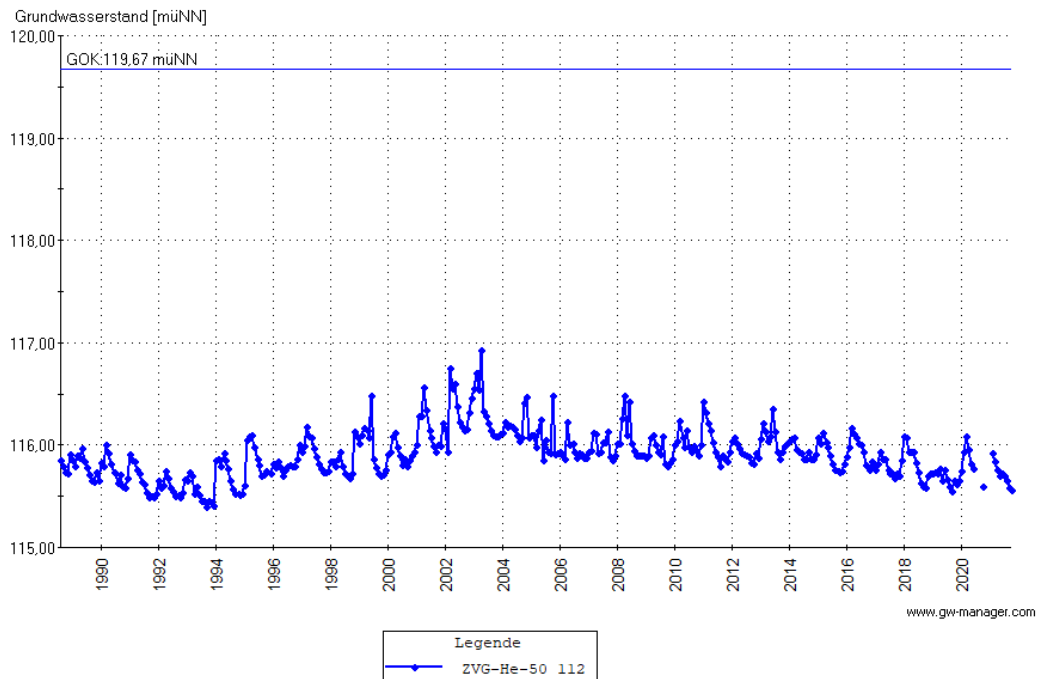


Abb. 58 Grundwasserstandsganglinie ZVG-He-50112 (kleinere Waldfläche südlich Gersprenz)

Die Grundwasserstandsganglinie der 2010 niedergebrachten Messstelle ZVG-He-50173 im Bereich der Großseggenriede im Norden des NSG Faulbruch von Münster (siehe Abb. 59) weist geringe Flurabstände von maximal 1,6 m auf. Trotz ausgeprägter jahreszeitlicher Dynamik ist die Trockenperiode 2018/2019 an der Ganglinie zu erkennen.

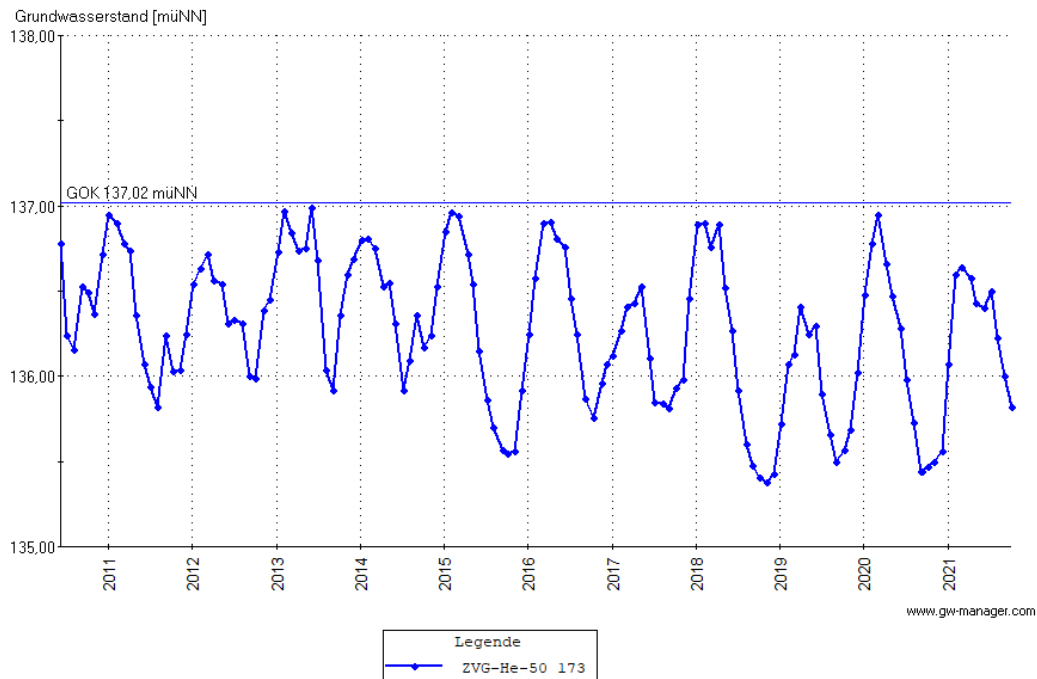


Abb. 59 Grundwasserstandsganglinie ZVG-He-50173 (NSG Faulbruch von Münster)

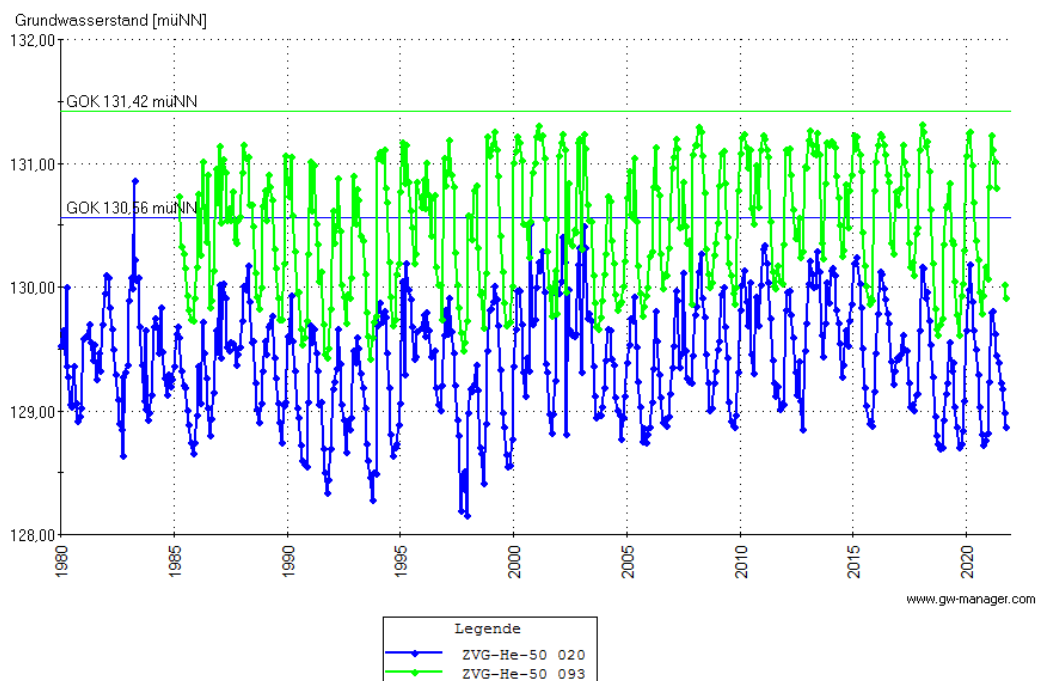


Abb. 60 Grundwasserstandsganglinie ZVG-He-50020 und ZVG-He-50093 (VSG Untere Gersprenzaue)

Abb. 60 zeigt die Grundwasserstandsganglinien der westlich von Hergershausen gelegenen Messstellen ZVG-He-50020 (Mischwasserstand 1. Grundwasserleiter oben und 1. Grundwasserleiter unten) und ZVG-He-50093 (Mischwasserstand schwebender Grundwasserleiter und 1. Grundwasserleiter oben). Beide weisen eine jährliche Schwankungsamplitude von mehr als 1 m auf und liegen im Bereich von Flurabständen unter 2 m. Die Grundwasserstände der aktuellen Trockenperiode 2018/2019 liegen ca. 0,4 m über denen der 1990er Jahre.

Eine ähnliche Dynamik weist auch die westlich von Harpertshausen gelegene Grundwasser-messstelle ZVG-He-50095 (1. Grundwasserleiter oben) auf (siehe Abb. 61).

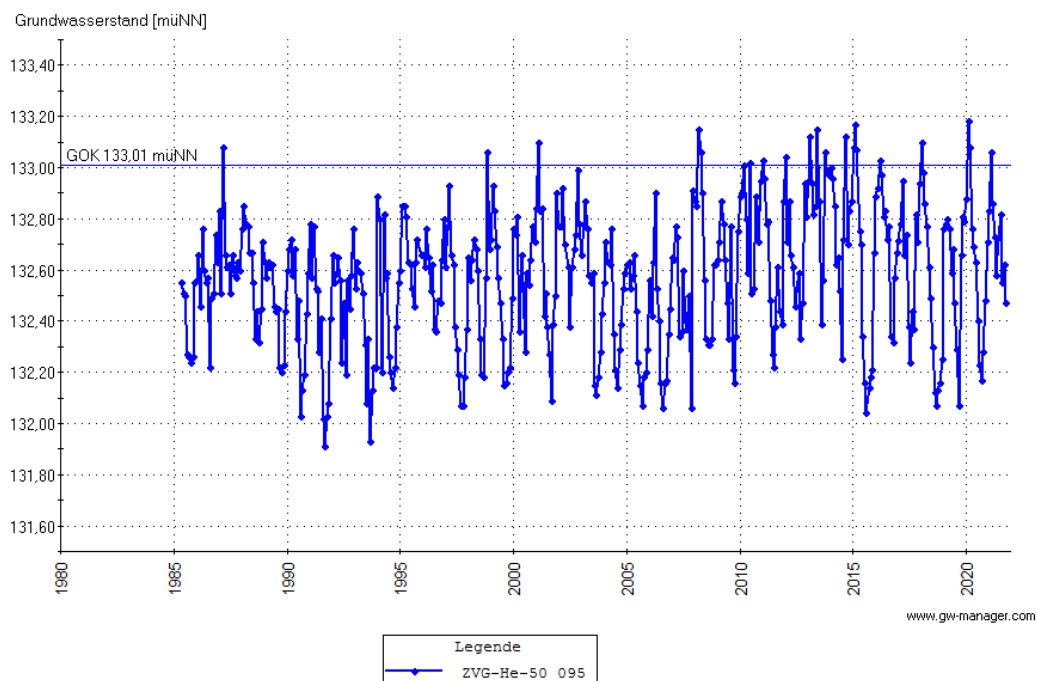


Abb. 61 Grundwasserstandsganglinie ZVG-He-50095

Zusammenfassend zeigt die Ganglinienanalyse der verschiedenen Messstellen im Bereich des Bilanzgebietes, dass

- die Grundwasserstandsganglinien im Bereich geringer Flurabstände eine andere Charakteristik zeigen als in Bereichen größerer Flurabstände,
- die Grundwasserstände in hochsensiblen/sehr sensiblen Raumeinheiten im wesentlichen durch jahreszeitliche Schwankungen geprägt sind und
- die Grundwasserstände in der Trockenperiode der aktuellen Grundwasserbewirtschaftung (2018/2019) im Bereich der sensiblen Raumeinheiten nicht tiefer und bereichsweise sogar höher sind als die Niedriggrundwasserstände der 1990er Jahre.

6 Grundwasserbewirtschaftung

6.1 Grundwasserbilanz

Eine Bilanzierung in der Grundwasserbewirtschaftung setzt ein Strömungsgleichgewicht ohne Speicherung im Aquifer und damit mittlere Verhältnisse wie sie näherungsweise 2013 herrschten voraus. Anlage 2.2 zeigt die Lage des Bilanzgebietes und des Modellgebietes. Die Grundwasserbilanz für das Bilanzgebiet wird auf Grundlage von Modellrechnungen für das Jahr 2013 hergeleitet. Die Grundwasserbilanz für mittlere klimatische Verhältnisse und die Entnahmen des Jahres 2013 ist in Tab. 8 für das Bilanzgebiet zusammengefasst.

Tab. 8 Grundwasserbilanz für mittlere klimatische Verhältnisse im Bilanzgebiet für das Jahr 2013

	Positive Bilanzgrößen / Quellen [Mio. m ³ /a]	Negative Bilanzgrößen / Senken [Mio. m ³ /a]
Grundwasserneubildung	39,9	
Entnahmen		-26,7
Randzustrom	4,7	
Infiltration Fließgewässer	13,9	
Exfiltration Fließgewässer		-14,4
Grundwasserabstrom in den Main		-17,1
Abstrom aus Bilanzgebiet im Südosten		-0,3
Summe	58,5	-58,5

Die Zuströme aus niederschlagsbürtiger Neubildung wurden fast im gesamten Bereich des Bilanzgebietes mit Hilfe von langjährigen Bodenwasserhaushaltsbetrachtungen als Mittel für den Zeitraum von 1981-2018 berechnet (BGS 2022). Für den südlichen Bereich des Bilanzgebietes, der außerhalb des Modellgebietes liegt und knapp 10% der Fläche des Bilanzgebietes beträgt, wurde die mittlere Grundwasserneubildung über die Flächennutzung und flächentypische mittlere Neubildungsraten aus den Bodenwasserhaushaltsbetrachtungen abgeschätzt. Die Interaktion Fließgewässer-Grundwasser wurde aus den entsprechenden Bilanzgrößen einer Grundwassermodellrechnung für mittlere Verhältnisse ermittelt. Detaillierte Messungen u.a. mit einer ausreichenden Zahl an Messstellen zur Interaktion Fließgewässer-Grundwasser standen nicht zur Verfügung.

Der Grundwasserneubildung von 39,9 Mio. m³/a stehen Entnahmen von 26,7 Mio. m³/a gegenüber. Davon entfallen 24,2 Mio. m³/a auf die öffentliche Trinkwasserversorgung, 0,4 Mio. m³/a auf die landwirtschaftliche Beregnung, 0,6 Mio. m³/a auf Gewerbe/Industrie und 1,1 Mio. m³/a auf Sanierungsentnahmen. Auch kommunale Entnahmen, Bewässerung von Sportanlagen, sonstige Zwecke sowie der Ausgleich der Mineralstoffentnahme bei Nassauskiesung sind mit in Summe ca. 0,4 Mio. m³/a berücksichtigt (siehe Kapitel 3.6). Der Randzustrom in das Bilanzgebiet summiert sich auf 4,7 Mio. m³/a, während der Abstrom in den Main 17,1 Mio. m³/a und der Grundwasserabstrom aus dem Bilanzgebiet 0,3 Mio. m³/a betragen. Für 2013 ist modelltechnisch

belegt, dass mit 0,3 Mio. m³/a kein nennenswerter Abstrom aus dem Bilanzgebiet im Südosten in den Porengrundwasserleiter, der sich innerhalb des Modellgebietes zum Main hin erstreckt, stattfindet. Der Infiltration aus den Fließgewässern von 13,9 Mio. m³/a steht eine Exfiltration von 14,4 Mio. m³/a gegenüber.

6.2 Ökologische Bewirtschaftungskriterien

Die in Kapitel 7.1 ausführlich beschriebenen ökologischen Aspekte zum langfristigen Schutz der Grundwasservorkommen bilden die Grundlage für eine umweltverträgliche Grundwasserbewirtschaftung. Im Bereich der hochsensiblen und sensiblen Raumeinheiten sowie der hochsensiblen und sehr sensiblen Feuchtbioptypen wird das Grundwasserstandsniveau, das sich seit über 30 Jahren eingestellt hat, beibehalten und die Niedriggrundwasserstände der 1990er Jahre stellen den ökologisch erforderlichen Niedriggrundwasserstand dar. Im Rahmen der Bewirtschaftung wird für die mäßig sensiblen grundwasserabhängigen Feuchtbioptypen zur Erhöhung des Bewirtschaftungsspielraums eine temporäre Grundwasserstandsabsenkung von bis zu 0,25 m als naturschutzverträglich erachtet, da Standorte mit mäßig sensiblen grundwasserabhängigen Feuchtbioptypen durch einen unausgeglichene Bodenwasserhaushalt und mäßige bis starke Schwankungsamplituden gekennzeichnet sind. Aufgrund der räumlichen Anordnung der hochsensiblen und sehr sensiblen Raumeinheiten/Biotope ist letzteres Kriterium im Ergebnis nicht relevant.

Auch für die Waldflächen mit Flurabständen von weniger als 3 m wird eine weitere temporäre Grundwasserstandsabsenkung von bis zu 0,25 m als naturschutzverträglich erachtet. Einzelne tiefwurzelnde Bäume können auch noch bei größeren Flurabständen (bis zu 5 m) Kontakt zum Grundwasser haben, die dort stockenden Bäume sind in der Lage, größere Grundwasserstandsschwankungen zu tolerieren (siehe Anhang 2).

Somit lauten die ökologischen Bewirtschaftungskriterien:

- keine Unterschreitung der Niedriggrundwasserstände der 1990er Jahre in hochsensiblen und sehr sensiblen Feuchtbioptypen/Raumeinheiten und
- weniger als 0,25 m Grundwasserstandsabsenkung in mäßig sensiblen Flächen (mäßig sensible Feuchtbioptypen sowie Waldflächen außerhalb von Feuchtbioptypen mit Flurabständen von weniger als 3 m).

In Verbindung mit den Deckschichten, die einen hohen Flächenanteil im Untersuchungsgebiet einnehmen, wird für die Flächen mit Feuchtbioptypen, die im Bereich mit Flurabständen von mehr als 5 m zum 1. Grundwasserleiter liegen, davon ausgegangen, dass diese über Stauwasser oder einen schwebenden Grundwasserleiter mit versorgt werden. Eine Änderung der Grundwasserstände im 1. Grundwasserleiter hat keinen Einfluss auf den Wasserhaushalt der Feuchtbiotope, so dass für diese Flächen keine Grundwasserstandsvorgaben zur Grundwasserbewirtschaftung festgelegt werden (siehe Anlage 4.1).

Die aktuellen Niedriggrundwasserstände sind im Grundwassergleichenplan November 2019 (Anlage 2.5) dargestellt und grundsätzlich mit den Niedriggrundwasserständen der 1990er Jahre

vergleichbar. Bereichsweise ergeben sich jedoch durch die veränderte Grundwasserbewirtschaftung höhere Grundwasserstände. So wurden z.B. im nordwestlichen Bereich des Bilanzgebietes die Wasserrechte aus Vorsorgegründen reduziert und die Niedriggrundwasserstände November 2019 liegen über denen der 1990er Jahre.

6.3 Bewirtschaftungsszenarien

Im Rahmen der Grundwasserbewirtschaftung ist ein guter mengenmäßiger Zustand des Grundwasserkörpers zu erhalten. Hierzu gehört ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserdargebot. Die mittleren Grundwasserentnahmen der Jahre 2015 - 2017 für den hier vorrangig betrachteten Grundwasserkörper 2470_3201 (siehe Anlage 1) betragen bereits 89 % der mittleren Neubildung aus Niederschlag der Jahre 1981 - 2010 (HMUKLV 2021, Hintergrunddokument Fachbeitrag mengenmäßiger Zustand). Dies stellt eine wesentliche Auslastung des Grundwasserkörpers dar.

Im Untersuchungsgebiet liegen die Grundwasserstände seit über 30 Jahren großräumig auf einem stabilen Niveau. Wie die Ganglinienanalyse zeigt, traten Anfang der 1990er Jahre im Bilanzgebiet ausgeprägt niedrige Grundwasserstände auf. Exemplarisch wird für die flächenhafte Betrachtung im Folgenden die Flurabstandskarte vom Oktober 1993 verwendet, da zu diesem Zeitpunkt im Untersuchungsgebiet großräumig verstärkt niedrige Grundwasserstände aufgetreten sind.

Ein Vergleich mit der Flurabstandskarte bei niedrigen Grundwasserständen, wie sie im Oktober 1993 vorherrschten, zeigt, dass die hochsensiblen und sehr sensiblen Feuchtbiooptypen dauerhaft dort anzutreffen sind, wo auch in Phasen ausgeprägt niedriger Grundwasserstände noch geringe Flurabstände herrschten. Dieser Zusammenhang wird 30 Jahre später durch die Auswertung der Flurabstände 2019 bei ebenfalls mehrjährig niedrigen Grundwasserständen bestätigt (Anhang 2). Die minimalen Grundwasserstände der 1990er Jahre werden daher als Kriterium für dauerhaft einzuhaltende Mindestgrundwasserstände im Bereich der hochsensiblen und sehr sensiblen Flächen in den Bewirtschaftungsszenarien angesetzt.

Um das Optimierungspotential für die Grundwasserbewirtschaftung zu ermitteln, wurde daher zunächst eine Ganglinienanalyse für repräsentative Grundwasserstandsmessstellen im Bereich der hochsensiblen und sehr sensiblen Raumeinheiten/Feuchtbiooptypen sowie der Waldflächen mit Flurabständen unter 3 m durchgeführt. Dabei zeigt sich, dass in einigen Bereichen die Niedriggrundwasserstände unter der aktuellen Bewirtschaftung 2018/2019 über denen der 1990er Jahre liegen (vgl. Kapitel 5.2). Dort ergibt sich dementsprechend eine Reserve im Grundwasser (Grundwasserstandspuffer) bzgl. der ökologisch erforderlichen Niedriggrundwasserstände, die im Rahmen der Bewirtschaftung genutzt werden kann.

Zur Anwendung kommt das bei BGS UMWELT vorhandene, instationär für den Zeitraum 1987-2018 kalibrierte numerische Grundwassermodell Untermain, das fast das gesamte Untersuchungsgebiet abdeckt und die Berechnung alternativer Förderszenarien unter Einbeziehung des Klimawandels ermöglicht (BGS 2022).

6.3.1 Ausschöpfung der aktuellen Wasserrechte

In einem ersten Schritt wurde geprüft, ob die Förderung entsprechend der aktuellen Wasserrechte im Bilanzgebiet auch in einer Trockenperiode mit den ökologisch erforderlichen Niedriggrundwasserständen verträglich ist. Für die Entnahmen der öffentlichen Wasserversorgung, der Landwirtschaft, von Gewerbe und Industrie sowie von Brauchwasser wurden die aktuellen Wasserrechte (Wasserrechte 2019 unter Berücksichtigung der Erhöhung Brunnen Zellhausener Wald) berücksichtigt (siehe Tab. 9 und Kapitel 3.3.1). Für die Sanierungen und die Tagebaue gibt es keine wasserrechtlich genehmigten Entnahmemengen, so dass hier die Entnahmen aus dem Jahr 2018 in den Modellrechnungen berücksichtigt werden.

Tab. 9 Aktuelle Wasserechte der öffentlichen Wasserversorgung im Modellgebiet

Betreiber	Wasserwerk	Wasserrecht [m³/a]
ZVG	Brunnen Harreshausen	55.000
ZVG	Brunnen Rollwald	350.000
ZVG	WW Hergershausen, Brunnen I - XIII, E, G, H und J	6.000.000
ZVG	WW Hergershausen, Brunnen XIV - XIX	3.200.000
ZWO	Brunnen Zellhausener Wald	1.200.000
ZWO	WW Birkig	900.000
ZWO	WW Dietzenbach	400.000
ZWO	WW Froschhausen	700.000
ZWO	WW Hintermark	1.500.000
ZWO	WW Jügesheim	2.500.000
ZWO	WW Lämmerhecke	1.100.000
ZWO	WW Lange Schneise	7.670.000
ZWO	WW Martinsee	2.500.000
ZWO	WW Patershausen	700.000
ZWO	WW Seligenstadt	1.040.000
Summe		29.815.000

Anlage 6.1 zeigt die Grundwasserstandsdifferenzen während einer Trockenperiode bei Ausschöpfung der aktuellen Wasserrechte der öffentlichen Wasserversorgung gegenüber den tatsächlichen Fördermengen unter der aktuellen Grundwasserbewirtschaftung im Jahr 2018. Zur Plausibilisierung sind im Bereich der naturschutzfachlich sensiblen Flächen die anhand der Grundwasserstandsganglinien ermittelten Grundwasserstandspuffer (Differenz der Niedriggrundwasserstände unter der aktuellen Bewirtschaftung 2018/2019 zu denen der 1990er Jahre) dargestellt. Hierbei wurden vorrangig Grundwassermessstellen berücksichtigt, die aufgrund ihres Ausbaus dem 1. Grundwasserleiter zugeordnet werden können. Die Grundwasserstandspuffer variieren zwischen 0 m im Bereich der stark jahreszeitlich geprägten Grundwasserstände in der Mainaue und bis zu max. 1,5 m im Nordwesten des Bilanzgebietes (siehe Ganglinienanalyse

Kapitel 5.2). Im Bereich der naturschutzfachlich sensiblen Flächen sind die berechneten Grundwasserstandsdifferenzen nicht größer als die Grundwasserstandspuffer. Dies gilt auch für die mäßig sensiblen Flächen. Die Modellrechnungen zeigen, dass bei optimierter Bewirtschaftung der Einzelbrunnen innerhalb der jeweiligen wasserrechtlichen Bescheidsvorgaben, die Ausschöpfung der aktuellen Wasserechte mit den ökologisch erforderlichen Niedriggrundwasserständen verträglich ist. Die aktuellen Wasserechte entsprechen somit derzeit einer nachhaltigen Grundwasserförderung.

6.3.2 Derzeit nutzbares Grundwasserdargebot

Das Gewinnbare Dargebot ist nach DIN 4049 der Teil des Grundwasserdargebotes, das mit technischen Mitteln entnehmbar ist und grundsätzlich einer Nutzung zur Verfügung steht. Das nutzbare Dargebot bezeichnet nach DIN 4049 den Teil des Gewinnbaren Grundwasserdargebots, das für die Wasserversorgung unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen genutzt werden kann. Als Randbedingungen werden hier im Folgenden Trockenperioden sowie eine umweltverträgliche Grundwasserstandsentwicklung berücksichtigt.

Anhand von Grundwassermodellrechnungen wurden in einem 2. Schritt die auch in Trockenperioden umweltverträglich gewinnbaren Grundwasserentnahmen unter Berücksichtigung der ökologisch erforderlichen Niedriggrundwasserstände im Sinne eines nutzbaren Dargebots rechnerisch abgeleitet. Das so ermittelte nutzbare Dargebot ist an die vorhandene Gewinnungsstruktur insbesondere der öffentlichen Wasserversorgung geknüpft und beträgt im betrachteten Bilanzgebiet ca. 35 Mio. m³/a.

Ergänzend wurde betrachtet, inwieweit die Wasserführung in den Fließgewässern durch die Erhöhung der Gewinnungsmenge beeinflusst wird. Grundsätzlich führt die Erhöhung der Gewinnungsmenge und die damit verbundene Verringerung der Grundwasserstände zu einer Veränderung der Austauschraten zwischen Fließgewässer und Grundwasser.

Ein Vergleich der Grundwassermodellrechnungen zum nutzbaren Dargebot sowie zum aktuellen Wasserrecht zeigt, dass infolge der veränderten Austauschraten der Abfluss in der Gersprenz im Bereich des Pegels Harreshausen um ca. 40 m³/h verringert wird. Dies entspricht bezogen auf ein MNQ von 3.013 m³/h (0,837 m³/s) am Pegel Harreshausen (langjähriges MNQ aus dem Gewässerkundlichen Jahrbuch 2017), etwa 1 % des Abflusses bei mittlerem Niedrigwasser in der Gersprenz. Für die Rodau ergibt sich analog eine Abflussänderung von ca. 39 m³/h im Bereich des Bilanzgebietes. Bezogen auf den weiter nördlich gelegenen Pegel Mühlheim mit einem MNQ von 677 m³/h bzw. 0,188 m³/s (WRRL Bewirtschaftungsplan 2015) entspricht dies knapp 6 % des Abflusses bei mittlerem Niedrigwasser. Der Einfluss der Erhöhung der Gewinnungsmenge auf die Wasserführung in den Fließgewässern ist somit sehr gering. In den instationären Modellrechnungen haben sich die Austauschraten auch in Trockenphasen nur geringfügig geändert. Zur Fortschreibung des verwendeten und ähnlicher Grundwassermodelle wird im Allgemeinen empfohlen, die Dichte des Pegelmessnetzes an Oberflächengewässern zu erhöhen, da sich hierdurch die Datengrundlage verbessern lässt.

Einen nennenswerter Spielraum zur Vergrößerung des nutzbaren Dargebots durch eine Optimierung der Anordnung der Gewinnungsanlage in der Fläche ist nicht erkennbar.

6.3.3 Langfristig gesichert nutzbares Dargebot unter Berücksichtigung des Klimawandels

Alle Klimaprognosen gehen von einem schnellen weiteren Temperaturanstieg aus. Das Ziel, den globalen Temperaturanstieg auf das 1,5 °C-Ziel des Pariser Klimaabkommens von 2015 zu begrenzen, wird voraussichtlich nicht mehr erreicht werden. Laut dem Deutschen Wetterdienst (Becker 2019) ist selbst das 2 °C-Ziel bis 2100 nur unter dem Emissionsszenario RCP 2.6, d.h. bei negativen Emissionen zu realisieren, also bei einer aktiven Reduzierung der klimaaktiven Gaskonzentrationen in der Luft.

Bei einem weitgehend ungebremstem Treibhausgasausstoß, von dem bisher ausgegangen werden muss, wird für den Zeitraum 2021 bis 2050 für Süddeutschland eine weitere Zunahme heißer Tage (Tagesmaximum >30 °C) um zehn bis 15 Tage erwartet (DKK et al. 2020). In besonders warmen Gebieten am Main könnte die Zunahme eine Größenordnung von 21-30 Tagen erreichen. Gekoppelt an die steigenden Temperaturen wird die potentielle Verdunstung (Evaporation und Transpiration) zunehmen.

Aufgrund der Abnahme des Temperaturgradienten zwischen den Polen und dem Äquator verändern sich die Wellenbewegungen des zirkumpolaren Starkwindbades (Jet Stream). In der Folge treten häufiger stabile (stationäre) Wetterlagen mit längeren Verweilzeiten von Tief- (Dauerregen, Hochwasser) und Hochdruckgebieten (Hitzeperioden, Dürre) auf (z.B. im „Jahrhundertsummer“ 2018 durch blockierende Hochdruckgebiete über Skandinavien, Becker 2019). Die weitere Zunahme solcher Extremereignisse gilt als sicher.

Die Modellierung der Niederschlagsentwicklung ist mit deutlich größeren Unsicherheiten behaftet als die der Temperatur. Die Bandbreite der Ergebnisse verschiedener regionaler Klimaprojektionen reicht von einer deutlichen Abnahme der Jahresniederschläge bis hin zu einer deutlichen Zunahme. Die meisten Klimaprojektionen lassen eine tendenzielle Zunahme der Jahresniederschläge erwarten. Dabei nehmen oftmals die Winterniederschläge zu, während die Sommerniederschläge in der Summe geringer werden. Die vergangenen 18 Jahre zeigten jedoch auch einen Trend zur Abnahme der Winterniederschläge. Diese Beobachtung deckt sich nicht mit den Prognosen der Klimamodelle. Hierbei ist jedoch neben den klimatischen Einflüssen auch immer die Variabilität der Witterung zu berücksichtigen.

In der Studie „Auswirkung des Klimawandels auf den Grundwasserhaushalt“ (BGS 2021) im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main wird detailliert die Untermainebene als eines der wesentlichen Dargebotsgebiete der Wasserversorgung für die Metropolregion Rhein-Main untersucht. Einen deutlichen Trend zu geringeren Grundwasserneubildungsraten zeigen allein die Klimaprojektionen mit dem Regionalmodell WETTREG. Alle übrigen Klimaprojektionen des Projektensembles führen bis etwa 2040/2050 zumindest zu weitgehend stabilen

oder ansteigenden Grundwasserneubildungsraten. Die Eintretenswahrscheinlichkeit ist für alle Klimaprojektionen gleich.

Seit der Intensivierung der Grundwasserförderung ab der 1970er Jahre sind witterungsbedingt minimale Grundwasserstände im Unterraingebiet für die langandauernde Phase unterdurchschnittlicher Grundwasserneubildung seit 2004 aus den meteorologischen Beobachtungsdaten abzuleiten. Grundsätzlich gilt, dass die hydro(geo)logischen Gebietsmerkmale einen deutlichen Einfluss haben, unter welchen Witterungsbedingungen Grundwasserstandsextrema auftreten (BGS 2021).

Zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung sind insbesondere die Klimaprojektionen mit den geringsten Grundwasserneubildungsraten zu betrachten. Für eine modellgestützte Abschätzung (iterative stationäre Modellrechnungen) des Risikos einer durch den Klimawandel verursachten Abminderung des nutzbaren Dargebots wurde für das Bilanzgebiet eine flächige Verringerung der Grundwasserneubildung um 15 % in Ansatz gebracht. Der gewählte Ansatz deckt weitestgehend das Szenario der Klimaprojektion mit dem Regionalmodell WETTREG mit deutlichem Trend zu geringeren Grundwasserneubildungsraten ab. Hierdurch kann auch der oben beschriebenen Diskrepanz zwischen Prognosen der Klimamodelle und bisherigen Beobachtungen bzgl. der Veränderung der Winterniederschläge Rechnung getragen werden. Um die ökologisch verträglichen Niedriggrundwasserstände einzuhalten, verringert sich das derzeit nutzbare Dargebot von 35 Mio. m³/a um ca. 4 Mio. m³/a bzw. um etwas mehr als 10%. Das hieraus resultierende langfristig gesichert nutzbare Dargebot beträgt unter Berücksichtigung möglicher ungünstiger Auswirkungen des Klimawandels ca. 31 Mio. m³/a.

Da das Grundwasserstandsniveau gegenüber den aktuellen Grundwasserständen im Wesentlichen unverändert bleibt, haben sich in den instationären Modellrechnungen die Austauschraten zwischen Fließgewässer und Grundwasser auch in Trockenphasen nur geringfügig geändert, so dass die flächenhafte Verringerung der Grundwasserneubildung durch den Klimawandel keine erheblichen Auswirkungen auf die Wasserführung der Fließgewässer hat.

6.3.4 Ressourcenmanagement

Im Rahmen der Bewirtschaftungsszenarien wurde weiterhin betrachtet, inwiefern durch eine zeitlich befristete Förderverlagerung in tiefere Stockwerke einem Unterschreiten der ökologisch erforderlichen Niedriggrundwasserstände in Trockenperioden entgegengewirkt werden kann.

Zur Grundwasserförderung aus dem 2. Grundwasserleiter liegen mehrjährige Betriebserfahrungen der Brunnen des WW Zellhausen (ZWO) sowie ersten positiven Erfahrungen mit Aufnahme des Betriebs des Brunnen VIII tief (ZVG Dieburg) vor. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Daten wurden anhand von stationären Grundwassermodellrechnungen die Auswirkungen einer Förderverlagerung in tiefere Stockwerke abgeschätzt. Demnach können durch eine zeitlich befristete Verlagerung in tiefere Stockwerke Entnahmen von mindestens 1 Mio. m³/a abgesichert werden. Die Verlagerung dient dazu, im Rahmen der Grundwasserbewirtschaftung einem weiteren Absinken der Grundwasserstände im Bereich der naturschutzfachlich sensiblen Flächen entgegen zu wirken. Da die Förderverlagerung in tiefere Grundwasserstockwerke nicht dem

generationsübergreifenden Vorsorgegedanken entspricht, stellt sie aus Sicht der Grundwasserbewirtschaftung keine Option dar und dient im Rahmen der Studie zur Grundwasserbewirtschaftung in der Untermainebene lediglich als Zusatzinformation.

6.4 Bewertung der Bedarfe der öffentlichen Wasserversorgung und von Brauchwasser

In Tab. 10 sind die Bedarfsprognosen der öffentlichen Wasserversorgung sowie den weiteren Grundwasserentnehmern (siehe Kapitel 3) dem in einer Trockenperiode langfristig gesichertem nutzbaren Dargebot innerhalb des Bilanzgebietes gegenübergestellt. Das langfristig gesicherte nutzbare Dargebot innerhalb des Bilanzgebietes setzt sich aus dem in Modellrechnungen ermittelten Wert für das Bilanzgebiet innerhalb des Modellgebietes sowie dem Dargebot der im Süden von Dieburg angrenzenden Fläche zusammen. Dies ist mit ca. 0,4 Mio. m³/a vergleichsweise gering.

Tab. 10 Bedarfsprognosen und langfristig gesichert nutzbares Dargebot unter aktueller Gewinnungsstruktur

Wasserbedarf im Bilanzgebiet	Prognose 2035		Prognose 2050	
	obere Variante	untere Variante	obere Variante	untere Variante
Öffentliche Wasserversorgung	31,85	28,91	32,27	29,34
Gewerbe/Industrie	0,41	0,41	0,41	0,41
gewerblicher Gartenbau	0,84	0,84	1,12	1,12
Landwirtschaft	1,90	1,90	2,50	2,50
Brauchwasser	0,43	0,43	0,43	0,43
Sanierung (ohne VDO)*	0,40	0,40	-	-
Baggerseen	0,10	0,10	0,10	0,10
Kleinentnahmen	0,20	0,20	0,20	0,20
Summe	36,13	33,19	37,03	34,10
Langfristig gesichert nutzbares Dargebot)**	31,00			

)* abzgl. der zur öffentlichen Wasserversorgung genutzten Menge

)** langfristig gesichert nutzbares Dargebot unter Berücksichtigung möglicher ungünstiger Auswirkungen des Klimawandels

Der gesamte prognostizierte Wasserbedarf im Bilanzgebiet beträgt für 2050 zwischen ca. 34 und 37 Mio. m³/a (vgl. Tab. 10). Hiervon entfallen ca. 4,6 Mio. m³/a auf sonstige Zwecke (Landwirtschaft, Gewerbe/Industrie, Brauchwasser, Baggerseen und Kleinentnahmen). Es wird deutlich, dass in Trockenphasen das langfristig gesichert nutzbare Dargebot nicht ausreicht, um den Gesamtwasserbedarf im Bilanzgebiet dauerhaft zu decken. Unter Berücksichtigung der oberen Variante des Trinkwasserbedarfs ergibt sich bereits für 2035 ein Defizit bei der Deckung des Gesamtwasserbedarfs.

Der Anteil der öffentlichen Wasserversorgung am gesamten Wasserbedarf im Bilanzgebiet beträgt je nach Prognosehorizont und Variante zwischen 85 und 90 %. Im Bereich der öffentlichen

Wasserversorgung ist in jedem Fall auf eine rationellen Wasserverwendung hinzuwirken. Der Zukunftsplan Wasser (HMULKV 2022) nennt hier als mögliche Maßnahmen:

- Mobilisierung von Einspar- und Substitutionspotentialen von Trinkwasser,
- Anreize zur Ausschöpfung von Innovationspotentialen der Wassernutzung,
- Sensibilisierung und Motivation der Verbraucher zum sparsamen Umgang mit Wasser.

In den unteren Varianten zur Bedarfsprognose der öffentlichen Wasserversorgung wurde bereits von einem rationellen Wasserverbrauch unter Berücksichtigung eines Einsparpotentials von 5 l/E*d beim Pro-Kopf-Verbrauch und von 10 % beim gewerblichen Bedarf ausgegangen. Demnach sind die unter Berücksichtigung möglicher ungünstiger Auswirkungen des Klimawandels prognostizierten Defizite des langfristig gesicherten nutzbaren Dargebotes durch rationelle Wasserverwendung nicht zu beheben, sondern höchstens zu begrenzen.

Auch in den anderen Bereichen wie Gewerbe/Industrie und Landwirtschaft ist auf eine rationelle Wasserverwendung zu achten. Für die Landwirtschaft wird als Maßnahme im Zukunftsplan Wasser (HMULKV 2022) die

- Einführung und Sicherstellung eines effizienten Wassermanagements in der Landwirtschaft aufgeführt.

Zur dauerhaften Sicherstellung der Wasserversorgung sieht der Zukunftsplan Wasser den Ausbau und die Ergänzung interkommunaler und regionaler Verbundsysteme zur Sicherstellung der Wasserversorgung in Trockenperioden vor. Diese Maßnahme ist im Hinblick auf das absehbare Defizit in der Bedarfsdeckung durch das langfristig gesicherte nutzbare Grundwasserdargebot in der Untermainebene zu prüfen. Eine ausreichende Erhöhung des nutzbaren Dargebots kann durch Grundwasseranreicherung (Infiltration) erreicht werden.

7 Herleitung von Maßnahmen zum langfristigen Schutz der Grundwasservorkommen

Zum langfristigen Schutz der Grundwasservorkommen sowie zur Sicherung der Trinkwasserversorgung werden unter Berücksichtigung der forst- und naturschutzfachlichen Restriktionen naturschutzfachliche Niedriggrundwasserstände und hydrogeologische Mindestgrundwasserstände für das Bilanzgebiet festgelegt. Im Bereich der grundwasserabhängigen hochsensiblen und sensiblen Feuchtbiootypen werden die Kriterien für die Überwachung primär auf den Erhalt von ökologisch begründeten Grundwasserständen ausgerichtet. Mit zunehmender Entfernung zu diesen sensiblen Bereichen können die Kriterien unter Wahrung der ökologischen Erfordernisse mit höherer Gewichtung auf die Erfordernisse für die erforderlichen Beobachtungsdaten zur Analyse des Systemverhaltens der Grundwasserkörper und für eine optimierte Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen ausgerichtet werden. Hierbei wurde die kumulierende Wirkung der einzelnen Grundwasserentnahmen in die Kriterienherleitung einbezogen. Die Vorgabe von einzuhaltenden Niedriggrundwasserständen, die die Grundwassersituation in Trockenphasen seit über 30 Jahren im Gebiet charakterisieren, sichert dauerhaft ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserdargebot. Die gewählten Kriterien basieren auf Grundlage einer ausgeglichenen Grundwasserbilanz, sodass keine Verschlechterung des guten mengenmäßigen Zustandes eintritt.

Das quantitative Monitoring beinhaltet somit naturschutzfachlich begründete Messstellen und ein Netz hydrogeologischer Messstellen, welche im Folgenden näher erläutert werden.

7.1 Ökologische Aspekte

Basierend auf die vorhandenen Daten zur Biootypenausstattung im Bilanzgebiet wurden in der naturschutzfachlichen Bewertungsgrundlage (Anhang 2) die Flächen der Feuchtbiootypen und ihre jeweilige Sensibilität im Hinblick auf Veränderungen des Wasserhaushaltes ermittelt. Diese werden bezüglich der Relevanz der Grundwasserbewirtschaftung auf den Wasserhaushalt in 2 Kategorien unterteilt:

- Wasserhaushalt des Standortes wird potentiell durch den bewirtschafteten 1. Grundwasserleiter beeinflusst oder
- Wasserhaushalt des Standortes wird nicht durch den bewirtschafteten 1. Grundwasserleiter beeinflusst, d.h. der Flurabstand zum 1. Grundwasserleiter beträgt mehr als 5 m.

Welche Flächen mit Feuchtbiootypen demnach einen Standort aufweisen, dessen Wasserhaushalt potentiell durch den bewirtschafteten 1. Grundwasserleiter beeinflusst wird, ist der überlagerten Darstellung der Feuchtbiootypen mit der Verbreitung der Deckschicht sowie den mittleren Flurabständen in **Anlage 7.1** zu entnehmen. Vorrangig handelt es sich um die Standorte im Bereich der Mainaue, der nördlichen Rodauniederung sowie der südlichen Gersprenzaue.

Ein Vergleich mit den Flurabständen des Trockenjahres 1993 zeigt, dass die hochsensiblen und sehr sensiblen Feuchtbiootypen dort anzutreffen sind, wo auch im Trockenjahr 1993 noch

geringe Flurabstände herrschten. Dagegen fehlen sie an Standorten, wo im Oktober 1993 größere Flurabstände (etwa >3-4m) dokumentiert sind (siehe Anhang 2). Dort liegen allenfalls noch mäßig sensible Raumeinheiten mit Feuchtbioptypen, deren Standorte durch einen unausgeglichene Bodenwasserhaushalt und mäßige bis starke Grundwasserstandsschwankungsamplituden gekennzeichnet sind. Insofern bilden die Vorkommen der Feuchtbioptypen außerhalb der Deckschichten im Bereich geringer Flurabstände (<5 m) die Grundwassersituation ab, d.h. die Niedriggrundwasserstände der 1990er Jahre sind mit den vorhandenen Feuchtbiotopflächen verträglich. Diese Übereinstimmung findet in der Flurabstandskarte 2019 ebenfalls für niedrige Grundwasserstände ihre Bestätigung.

Im Rahmen des Monitorings werden für die hochsensiblen und sehr sensiblen Raumeinheiten, deren Wasserhaushalt durch den bewirtschafteten 1. Grundwasserleiter geprägt ist, naturschutzfachliche Niedriggrundwasserstände festgelegt, die nicht unterschritten werden sollen. Aufgrund der räumlichen Anordnung der hochsensiblen /sehr sensiblen zu den mäßig sensiblen Standorten wird im Bilanzgebiet durch die naturschutzfachlichen Niedriggrundwasserstände das Grundwasserstandskriterium für die mäßig sensiblen Standorte erfüllt und eine zusätzliche Festlegung von Niedriggrundwasserständen für die mäßig sensiblen Standorte wird als nicht erforderlich erachtet.

Darüberhinaus werden für die naturschutzfachlichen Messstellen auch hydrogeologische Mindestgrundwasserstände vorgegeben, welche mindestens 0,2 m über den Niedriggrundwasserständen liegen (siehe Kapitel 7.2).

7.2 Hydrologische Aspekte

Ein kontinuierliches quantitatives Monitoring an hydrogeologischen Messstellen stellt die benötigten Grundwasserstandsdaten für eine Analyse des Systemverhaltens der Grundwasserkörper bereit und ergänzt das Netz an Messstellen mit naturschutzfachlichem Niedriggrundwasserstand. Das hydrogeologische Messnetz dient primär der geordneten Nutzung und optimierten Bewirtschaftung der Grundwasserressource. Der quantitative Zustand soll anhand der Grundwasserstände überwacht werden. Der gute mengenmäßige Zustand des Grundwassers im Bilanzgebiet soll erhalten werden, d.h. Grundwasserentnahme und nutzbares Grundwasserdargebot sollen im Gleichgewicht sein.

7.3 Quantitatives Monitoringkonzept

Die beschriebenen ökologischen und hydrologischen Aspekte für die Überwachung der Wasserrechte zur Sicherung der Trinkwasserversorgung wurden in ein Konzept des quantitativen Grundwassermonitoring überführt, dessen Messnetz aus naturschutzfachlichen und hydrogeologischen Messstellen in **Anlage 7.2** dargestellt ist.

Für die naturschutzfachlichen Messstellen wird ein Niedriggrundwasserstand und ein hydrogeologischer Mindestgrundwasserstand vorgegeben. Der naturschutzfachliche Niedriggrundwasserstand stellt den ökologisch verträglichen Niedriggrundwasserstand dar und wird für die naturschutzfachlichen Messstellen über die vorhandenen Grundwasserstandsganglinien sowie den

Grundwassergleichenplan des Trockenjahres 1993 (HLNUG 2013) abgeleitet. Alle naturschutzfachlich begründeten Messstellen weisen die für geringe Grundwasserflurabstände typischen saisonal geprägten Grundwasserstandsverläufe auf. Diese Dynamik wird durch die Grundwasserentnahmen, die zu weit überwiegendem Zweck der öffentlichen Wasserversorgung mit ihren relativ konstanten Entnahmen dienen, nicht überprägt. Zur Sicherstellung naturschutzfachlich verträglicher Grundwasserstände reicht daher die Vorgabe von einzuhaltenden Niedriggrundwasserständen aus.

Sämtliche Grundwasserstandsganglinien der naturschutzfachlichen Messstellen sowie die abgeleiteten Niedriggrundwasserstände sind in **Anlage 7.3** zusammengefasst. Zum Teil liegen an den Messstellen keine Grundwasserstände für die 1990er Jahren vor. Daher wurde für die Festlegung des Niedriggrundwasserstandes an der Messstelle ZWO-05-564 eine benachbarte Grundwasserstandsganglinien (ZWO-05-560) und für die Messstelle ZWO-11-08.022 die Pegeldaten des Harressees (ZWO-09-P19001) zur Ableitung der Niedriggrundwasserstände herangezogen. Für die Festlegung des Niedriggrundwasserstandes an der erst seit 2010 gemessenen Messstelle ZVG-He-50173 wurde der Grundwassergleichenplan 1993 des HLNUG ausgewertet.

Tab. 11 fasst für die vorhandenen Grundwassermessstellen (1. Grundwasserleiter), die im Nahbereich der feuchtesensiblen Flächen liegen, die naturschutzfachlichen Niedriggrundwasserstände sowie die hydrogeologischen Mindestgrundwasserstände zusammen.

Tab. 11 Grundwassermessstellen mit naturschutzfachlichem Niedriggrundwasserstand

GWM	Naturschutzfachlicher Niedriggrundwasserstand [müNN]	Hydrogeologischer Mindestgrundwasserstand [müNN]	Aktueller Bescheid Niedriggrundwasserstand [müNN]	Aktueller Bescheid Warnwert [müNN]
HIM-00-o 03	110,8	111,0	-	-
LHE-00-508043	111,5	111,7	111,5	111,8
LHE-00-528010	114,6	114,8	114,6	114,8
ZVG-He-50 173	135,3	135,6	-	-
ZWO-05-564	114,9	115,2	-	-
ZWO-09-021	118,1	118,3	118,1	118,4
ZWO-09-025	111,9	112,2	111,9	112,3
ZWO-09-033	105,9	106,2	-	-
ZWO-09-035	108,3	108,6	-	-
ZWO-09-037	111,4	111,7	111,4	111,7
ZWO-11-003	110,7	110,9	110,7	111,0
ZWO-11-038	114,3	114,5	-	-
ZWO-11-072	110,7	110,9	-	-
ZWO-11-08.022	108,3	108,6	-	-
ZWO-11-108	109,8	110,0	109,75	110,0

Die hydrogeologischen Mindestgrundwasserstände liegen in der Regel mindestens 0,2 m höher als die naturschutzfachliche Niedriggrundwasserstände und weisen die Funktion eines Warnwertes auf. Die Differenz zwischen Niedriggrundwasserstand und hydrogeologischem Mindestgrundwasserstand orientiert sich an den beobachteten Grundwasserstandsschwankungen.

Das Monitoring ist auch Grundlage für eine zielgerichtete Steuerung der Grundwasserstände, so soll durch rechtzeitige Bewirtschaftungsmaßnahmen, z.B. durch Förderverlagerung, ein Unterschreiten der Niedriggrundwasserstände vermieden werden.

7.4 Qualität

Neben der quantitativen Betrachtung der Grundwassersituation in der Untermainebene wurde ebenfalls eine fachliche Bewertung der Grundwasser- sowie der Gewässerbeschaffenheit hinsichtlich organischer Spurenstoffe durchgeführt. Die Sicherung der Grundwasserqualität ist ein wesentlicher Betrag zum Erhalt eines nutzbaren Grundwasserdargebotes. Eine ausführliche Bewertung findet sich im Anhang 3 „Teilstudie Qualität“.

Für die Bewertung der Grundwasserqualität wurden Proben an verschiedenen Brunnen und Grundwassermessstellen ausgewertet. Neben Ergebnissen der HLNUG-Messprogramme gibt es Messwerte des ZWO sowie einzelne Analyseergebnisse der Stadtwerke Dietzenbach und Mühlheim am Main. Für die Auswertungen wurden die Jahre 2018-2020 sowie vereinzelt Messwerte aus früheren Jahren verwendet.

Die Qualität der Fließgewässer im Untersuchungsgebiet wurde durch die Messergebnisse an 13 Gewässergütemessstellen sowie an Probenahmen der Bieber bei Dietzenbach bewertet. Daten liegen für die Jahre 2016-2020 vor.

Aufbereitet und ausgewertet wurden zuvor abgestimmte Leitparameter (Tab. 12).

Tab. 12 Relevante Parameter und Parametergruppen für von Kläranageneinleitungen beeinflusste Fließgewässer

Leitparameter für von Kläranageneinleitungen beeinflusste Fließgewässer	
Parametergruppe	Einzelparameter
Süßstoffe	Acesulfam, Sucralose
Pharmaka	Sulfapyridin, Azithromycin, Sulfamethoxazol, Valsartan, Carbamazepin, Diclofenac, Phenazon, Gabapentin
Pharmaka-Metabolit	Valsartansäure, Clofibrinsäure
Röntgenkontrastmittel	Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol
Perfluorcarbone	PFOS, PFOA, PFHxS
Benzotriazole	Benzotriazol, 4-, 5-Methyl-1H-benzotriazole
Pflanzenschutzmittel	Desphenyl-Chloridazon, S/R-Metolachlor
schwerflüchtige org. Spurenstoffe	p-Toluolsulfonsäure

Mithilfe von festgelegten Qualitätszielen und erstellten Befundverteilkarten wurden die Ergebnisse der Auswertungen dargestellt. Erwartungsgemäß weisen die Gewässergütemessstellen, oberhalb derer keine Kläranlagen-Einleitungen vorhanden sind, die geringsten Qualitätszielüberschreitungen auf. Bei den Fließgewässern zeigen sich hohe Belastungen in der Rodau und der Bieber. Ebenso weisen der Ohlebach (Zufluss Gersprenz) und der Hegwaldbach (Zufluss Lache) etliche nachgewiesene Parameter sowie Qualitätsüberschreitungen auf (siehe Tab. 4 Teilstudie Qualität). Die hohen Belastungen zeigen sich ebenfalls in den Grundwasserproben. Je nach Fließgewässerdichte im Umkreis der Gewinnungsanlagen/Messstellen, Ex- und Infiltrationsabschnitten der Fließgewässer sowie der Anzahl von Kläranlagen kann das Bilanzgebiet in Bereiche unterschiedlichen Gefährdungspotentials eingeteilt werden (siehe Tab. 5 Teilstudie Qualität).

Aufgrund der hohen Anzahl an Kläranlagen und Fließgewässern gilt der Bereich der Brunnen I-X, XIII, E, G, H und J des ZVG Dieburg als besonders gefährdet. Hier konnten zahlreiche Nachweise für Süßstoffe, Pharmaka, Röntgenkontrastmittel sowie PFC gefunden werden. Ein hohes Gefährdungspotential wird ebenso dem Bereich um die ZWO Brunnen Martinsee und Patershausen zugeordnet. Neben Süßstoffen, PFC, verschiedenen Parametern aus der Gruppe der Pharmaka und Röntgenkontrastmitteln wurden in diesem Bereich zusätzlich noch Benzotriazole nachgewiesen. Im Gegenzug kann aufgrund der mächtigen Deckschicht im Bereich des Brunnens Rollwald sowie der Exfiltration der Rodau im Bereich des WW Froschhausen von geringen Gefährdungen dieser Bereiche ausgegangen werden.

Maßnahmen für die Vermeidung von Spurenstoffen innerhalb der Untermainebene lassen sich aus der Spurenstoffstrategie Hessisches Ried ableiten (HMUKLV 2018). Besondere Beachtung liegt dabei auf dem Ausbau der vorhandenen Kläranlagen, welche durch ihre Lage Einfluss auf die Grundwasserqualität im betrachteten Gebiet haben.

Durch die Belastungen mit Nitrat und Pflanzenschutzmittel, die in erster Linie mit der landwirtschaftlichen Nutzung zu verbinden sind, wird der chemische Zustand des Grundwasserkörpers 2470_3201 (Porengrundwasserleiter des hessischen Untermain) nach EU-WRRL als schlecht eingestuft. Insbesondere der Nitratgrenzwert von 50 mg/l wird deutlich überschritten. Der Grenzwert für Pflanzenschutzmittel (Einzelparameter) wird vereinzelt geringfügig überschritten. Alle Wasserversorger haben derzeit die Nitratbelastung in ihrer Grundwasserbewirtschaftung zu berücksichtigen. Die WRRL-Messstellen stellen nur eine kleine Anzahl von Messstellen im Grundwasserkörper dar. Die Gesamtheit der Messstellen, die dem HLNUG vorliegen, zeigen hier ein eher flächenhaftes Belastungsbild (HMUKLV 2021).

Beim ZWO nehmen zudem laufende Grundwassersanierungsmaßnahmen Einfluss auf die Grundwasserbewirtschaftung. Die Einschränkungen betreffen in erster Linie qualitative Aspekte. Teilweise wird das gereinigte Grundwasser der öffentlichen Wasserversorgung zugeführt. Erhebliche Reduzierungen des nutzbaren Dargebots wegen Grundwassersanierungen sind derzeit nicht absehbar.

Es liegen keine Hinweise aus den vorliegenden Qualitätsdaten auf Grundwasserverunreinigungen durch Mineralstoffentnahme aus Baggerseen vor. Es verbleibt das Risiko durch das

Offenlegen des Grundwassers, z.B. durch den direkten Eintrag von Stoffen über den Luftpfad (atmosphärische Stoffeinträge, Verwehungen von angrenzenden Flächen, v.a. Landwirtschaft). Vereinzelt liegen Hinweise auf qualitative Beeinträchtigungen durch Baggerseeeverfüllung vor. Die Verfüllung mit Fremdmaterial führt grundsätzlich zu einem unerwünschten Eintrag zusätzlicher Nährstoffe in den Baggersee. Auch verbleibt trotz der durch Rechtsnormen umfassend geregelten Überwachung das Risiko einer Ablagerung von schadstoffbelastetem Material. Der Vergleich der Qualitätsdaten im Zu- und Abstrom von Baggerseen zeigt an mehreren Standorten eine wirksame Nitratreduktion durch die Baggerseepassage an.

Insgesamt waren erhebliche Abstriche in der Verwendung des Grundwassers aus Qualitätsgründen bisher nicht erforderlich. Trinkwasser wird in einwandfreier Qualität gemäß TrinkwV an die Verbraucher abgegeben. Gemäß dem Vorsorgeprinzip in der Grundwasserbewirtschaftung ist für die Bewertung der Belastungssituation ein strengerer Bewertungsmaßstab anzusetzen, als die derzeitige Einhaltung der Trinkwasserverordnung. Das Vorsorgeprinzip ermöglicht eine nachhaltige Entwicklung, weil es die Gewässerqualität langfristig sichern soll. Durch die Belastungssituation in einigen Fließgewässern ist ohne Maßnahmen auch zukünftig mit einem Eintrag und auch mit einer Anreicherung bestimmter Spurenstoffen zu rechnen.

8 Zusammenfassung und Bewertung

In der Untermainebene erstreckt sich einer der beiden großen Porengrundwasserleiter Südhessens. Er ist die zentrale Ressource für die Wasserversorgung der Stadt und des Kreises Offenbach und von Teilgebieten des Landkreises Darmstadt-Dieburg. Der Porengrundwasserleiter der Untermainebene unterliegt ausgeprägt vorhandenen konkurrierenden Grundwassernutzungen von öffentlicher Trinkwasserversorgung, Bergbau, Naturschutz, Forst und Landwirtschaft. Um eine umweltverträgliche Grundwasserbewirtschaftung sicherzustellen, werden mit der gebietspezifischen Studie zur Grundwasserbewirtschaftung in der Untermainebene im Sinne des Leitbildes „Integriertes Wasserressourcenmanagement Rhein-Main“ die Grundlagen erarbeitet, das Grundwasserdargebot vor Übernutzung und qualitativer Beeinträchtigung langfristig, auch hinsichtlich des Klimawandels und demographischer Veränderungen, zu schützen. Die Studie Grundwasserbewirtschaftung in der Untermainebene ist Bestandteil neuer Programme und Initiativen des Zukunftsplans Wasser (HMUKLV 2022), der das Leitbild „Integriertes Wasserressourcen-Management Rhein-Main“ (HMUKLV 2019) konkretisiert sowie Anforderungen und Maßgaben des vorsorgenden Schutzes der Wasserressourcen, der Rahmenbedingungen für die langfristige Sicherstellung der Wasserversorgung und einer effizienten Wassernutzung formuliert.

Die weitaus überwiegenden Grundwasserentnahmen dienen der öffentlichen Wasserversorgung durch den ZVG Dieburg und den ZWO. Einen deutlich geringeren Anteil haben die Stadtwerke Groß-Umstadt. Die Stadtwerke Mühlheim haben ihre Brunnen im nördlichen Untersuchungsgebiet im tertiären Festgestein ausgebaut und können auf Grund der hydrogeologischen Gebietsmerkmale als unabhängig von den Nutzungen des Porengrundwasserleiters der Untermainebene eingestuft werden, der im Rahmen der Studie zur Grundwasserbewirtschaftung in der Untermainebene unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Dargebotskomponenten detailliert bilanziert wurde.

Die Versorgungsgebiete des ZVG Dieburg und des ZWO sind mit Leitungen verbunden. Über das Leitungsnetz des ZWO besteht zudem Anschluss an den regionalen Leitungsverbund Rhein-Main.

Im Zeitraum 2010-19 wurden bei einem leicht steigenden Trend im Mittel ca. 25 Mio. m³/a Grundwasser aus dem Porengrundwasserleiter der Untermainebene für die öffentliche Wasserversorgung entnommen. Im Trockenjahr 2018 wurden knapp 28 Mio. m³/a gefördert, wobei der ZWO die ihm erteilten Wasserrechte praktisch vollständig ausschöpfte.

Die Vorausbetrachtungen zur demographischen Entwicklung weisen für das Untersuchungsgebiet als Teil der Metropolregion Rhein-Main eine weiterhin steigende Einwohnerzahl aus. In den aktuellen Bevölkerungsprognosen hat die Stadt Offenbach den anteilmäßig stärksten Einwohnerzahlanstieg aller Großstädte Hessens. Sowohl mittelfristig (2035) als auch auf längere Sicht (2050) ist von einem weiterhin steigenden Wasserbedarf auszugehen. Verbräuche in der öffentlichen Wasserversorgung auf dem derzeitigen Niveau erscheinen längerfristig nur möglich, wenn das Potential einer rationellen Wasserverwendung vollständig ausgeschöpft wird. Zwischenzeitlich ist von höheren Bedarfen auszugehen.

Die Träger der öffentlichen Wasserversorgung wirken ihrerseits auf eine rationelle Verwendung des Wassers hin. Sowohl für das Versorgungsgebiet des ZWO als auch des ZVG Dieburg werden kommunale und teilräumliche Wasserkonzepte aufgestellt.

Die übrigen Grundwasserentnahme belaufen sich als Mittel des Zeitraums 2010-19 in der Summe auf ca. 2,5 Mio. m³/a. Davon entfällt ca. 0,6 Mio. m³/a auf eine Maßnahme zur Grundwassersanierung, deren entnommenes und gereinigte Grundwasser der öffentlichen Wasserversorgung zugeführt wird. Die landwirtschaftliche Bewässerung entnimmt bei starken Schwankungen im Mittel knapp 0,5 Mio. m³/a bei Wasserrechten in Höhe von rund 1,0 Mio. m³/a. Mit der angestrebten weiteren Flächenerschließung zur landwirtschaftlichen Bewässerung und dem Mehrbedarf in Folge des Klimawandels wird der mittlere Bedarf langfristig auf rund 1,3 Mio. m³/a geschätzt. Stärkere Bedarfssteigerungen sind aber nicht ausgeschlossen, da auch mit den angestrebten Erweiterungen große Teile landwirtschaftlicher Flächen noch nicht für eine Bewässerung erschlossen sind.

Gewerbe und Industrie verbrauchten im Mittel rund 0,7 Mio. m³/a Grundwasser im Zeitraum 2010-19. Davon entfielen ca. 0,3 Mio. m³/a auf Gartenbaubetriebe. Dort wird die Bedarfssteigerung von ca. 0,3 Mio. auf längerfristig 0,6 Mio. m³/a als Folge des Klimawandels grob geschätzt, während der Bedarf bei den übrigen Gewerbe- und Industriebetrieben als unverändert angenommen wird. Mögliche Unsicherheiten resultieren in diesem Sektor aktuell durch die Ansiedlung von Rechenzentren mit relevanten Wasserverbräuchen in Verbindung mit deren Kühlung. Die übrigen Brauchwassernutzungen aus Grundwasser summieren sich auf weniger als 0,5 Mio. m³/a bei konstant angenommenen Bedarfen. Die Mineralstoffentnahme aus Baggerseen, die in ihrer Wirkung auf die Grundwasserstände einer Entnahme gleichzusetzen ist, wird ein Entnahmeäquivalent von 0,1 Mio. m³/a bei zukünftig gleichbleibender Mineralstoffentnahme im Nassabbau zugeordnet.

Die Bewirtschaftung des Grundwassers, deren Zusammenhänge u.a. mit einer sehr umfassenden Analyse der langjährig beobachteten Grundwasserstände aufgezeigt werden, wirkt sich in der Untermainebene durch den hydrogeologischen Aufbau der Grundwasserkörper lokal sehr unterschiedlich auf Oberflächengewässer und grundwasserabhängige/feuchtesensible Biotope aus. Oberhalb der bewirtschafteten Grundwasserleiter führen in weiten Teilen des Untersuchungsgebiets geringdurchlässige Lockergesteinsschichten bereichsweise zu oberflächennahen Stauhorizonten bzw. temporär oder dauerhaft schwebenden Grundwasserleitern. Im Bereich der Brunnen I-X, XIII, E, G, H, J des ZVG Dieburg und der Brunnen Zellhausener Wald des ZWO sind geohydraulisch wirksame Trennschichten nachgewiesen, die eine Dämpfung der tiefen Grundwasserentnahme im oberflächennahen Grundwasserleiter bewirken.

Um potentielle Konflikte zwischen Naturschutz sowie Forst- und Landwirtschaft durch Maßnahmen der Wasserwirtschaft frühzeitig zu erkennen und von vornherein zu minimieren, wurde eine naturschutzfachliche Einordnung der Biotope hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen des bestehenden Wasserhaushaltes vorgenommen. Es wurden Bereiche identifiziert, in denen ähnlich sensible, (grund-)wasserabhängige Biotoptypen gehäuft auftreten. Diese wurden als Raumeinheiten abgegrenzt und entsprechend der vorherrschenden Sensibilitätsklasse

gegenüber Veränderungen des Wasserhaushaltes der in ihnen auftretenden Feuchtbiotoptypen als „hochsensibel“, „sehr sensibel“ oder „mäßig sensibel“ eingestuft. Die hochsensiblen Raumeinheiten kennzeichnen die Zonen der höchsten potentiellen Konfliktstufe, innerhalb derer infolge der Grundwasserbewirtschaftung keine Absenkung der oberflächennahen Grundwasserstände erfolgen soll. Diese sensiblen Raumeinheiten sind ohne Berücksichtigung von Grundwasserflurabständen allein durch ihre Biotoptypenausstattung definiert. Hierauf aufbauend wurden die sensiblen Biotoptypen/Raumeinheiten mit den hydrogeologischen Gebietsmerkmalen korreliert.

Ein Vergleich mit der Flurabstandskarte bei niedrigen Grundwasserständen, wie sie im Oktober 1993 vorherrschten, zeigt, dass die hochsensiblen und sehr sensiblen Feuchtbiotoptypen dort anzutreffen sind, wo auch im genannten Referenzmonat noch geringe Flurabstände herrschten. Dagegen fehlen sie an Standorten, wo im Oktober 1993 größere Flurabstände (etwa >3-4 m) dokumentiert sind. Dort liegen allenfalls noch mäßig sensible Raumeinheiten mit Feuchtbiotoptypen, die mit einem etwas unausgeglichenem Bodenwasserhaushalt und stärkeren Grundwasserstandsschwankungen zurechtkommen. Dieser Zusammenhang wurde nach etwa 30 Jahren mit einem großräumig unveränderten Grundwasserstandsniveau für die aktuelle Trockenperiode an Hand der Flurabstände aus 2019 bestätigt. Insofern bilden die Vorkommen der Feuchtbiotoptypen außerhalb der Deckschichten im Bereich geringer Grundwasserflurabstände (< 5 m) die Grundwassersituation ab. Vorrangig handelt es sich um die Standorte im Bereich der Mainaue, der nördlichen Rodauniederung sowie der Gersprenaue.

Die Bewirtschaftung der Grundwasserleiter wird auf den Erhalt des bisherigen Grundwasserstandsniveaus unter den bezüglich des Wasserhaushalts hochsensiblen und sehr sensiblen Raumeinheiten in länger andauernden Trockenperioden ausgerichtet. Instationäre Modellrechnungen belegen, dass die erteilten Wasserrechte in einer länger andauernden Trockenperiode unter Einhaltung der naturschutzfachlich verträglichen Mindestgrundwasserstände ausgeschöpft werden können.

Seit der Intensivierung der Grundwasserförderung ab der 1970er Jahre sind witterungsbedingt minimale Grundwasserstände im Untermaingebiet für die langandauernde Phase unterdurchschnittlicher Grundwasserneubildung seit 2004 aus den meteorologischen Beobachtungsdaten abzuleiten (BGS 2021). Unter derart ungünstigen Witterungsbedingungen beträgt das nutzbare Dargebot im Bilanzraum ca. 35 Mio. m³/a. Die derzeitigen unter Zuhilfenahme sämtlicher erteilten Wasserrechte ermittelbaren Nettoentnahmen im Bilanzgebiet in Höhe von 32,66 Mio. m³/a zzgl. der Sanierungsentnahmen und Abbaurechte der Tagebaue schöpfen das nutzbare Dargebot in Höhe von 35 Mio. m³/a weitestgehend aus.

Bei einer Entwicklung des Trinkwasserbedarfs nach der oberen Variante (siehe Tab. 6) wird unter Anwendung der vorhandenen Optimierungsmöglichkeiten bei der Vergabe von Wasserrechten für Landwirtschaft und Industrie/Gewerbe das derzeit nutzbare Dargebot etwa um 2035 ausgeschöpft sein. Für den Zeitraum bis etwa 2035 können für die landwirtschaftliche Bewässerung die erteilten Wasserrechte von 1,01 Mio. m³/a innerhalb des Bilanzgebietes noch stärker bedarfsorientiert vergeben werden. In ähnlicher Größenordnung liegt das Optimierungspotential bei den

Wasserrechten für Gewerbe und Industrie, das ebenfalls noch stärker am tatsächlichen Verbrauch angelehnt werden kann.

Der gesamte prognostizierte Wasserbedarf im Bilanzgebiet beträgt für 2050 zwischen ca. 34 und 37 Mio. m³/a (vgl. Tab. 6). Je nach tatsächlicher Entwicklung des prognostizierten Trinkwasserbedarfs kann 2050 das derzeit nutzbare Dargebot von ca. 35 Mio. m³/a nicht ausreichen, um den Gesamtwasserbedarf im Bilanzgebiet (Trinkwasser sowie Landwirtschaft, Gewerbe/Industrie, Brauchwasser, Sanierungen, Baggerseen) zu decken.

Die Untersuchungen zur Dargebotsentwicklung mit einem Ensemble regionaler Klimaprojektionen legen für das Untersuchungsgebiet eine zumindest weitgehend stabile mittlere Grundwasserneubildung bis zur Mitte des Jahrhunderts nahe. Dabei weisen die Klimaprojektionen auf ausgeprägt Nass- und Trockenperioden hin (Witterungsvariabilität).

Wird eine nicht auszuschließende, hinsichtlich des Grundwasserdargebots ungünstige Klimaentwicklung in Ansatz gebracht (Reduzierung der mittleren Grundwasserneubildung um 15 %), verringert sich das nutzbare Dargebot um ca. 4 Mio. m³/a und es ergibt sich ein prognostiziertes langfristig gesichert nutzbares Dargebot von 31 Mio. m³/a. Dieses wird durch die derzeitigen Wasserrechte im Bilanzgebiet überschritten. Unabhängig von einer rationellen Wasserverwendung liegt auch der Wasserbedarf für die Prognosehorizonte 2035 und 2050 über dem langfristig gesichert nutzbaren Dargebot.

Die Herausforderungen für die zukünftige Sicherstellung der Wasserversorgung werden entsprechend größer.

Das auf dem derzeitigen Kenntnisstand abgesicherte Potential einer zeitlich befristeten Verlagerung von Entnahmen in tiefere Stockwerke in Phasen niedriger Grundwasserstände beträgt mindestens 1 Mio. m³/a. Da die Förderverlagerung in tiefere Grundwasserstockwerke nicht dem generationsübergreifenden Vorsorgegedanken entspricht, stellt sie aus Sicht der Grundwasserbewirtschaftung keine Option dar und dient im Rahmen der Studie zur Grundwasserbewirtschaftung in der Untermainebene lediglich als Zusatzinformation.

Zur Sicherung der umweltverträglichen Nutzung des Grundwasserdargebotes wurde ein quantitatives Monitoringkonzept mit einem Beobachtungsnetz aus naturschutzfachlichen und hydrogeologischen Messstellen erarbeitet. Für die naturschutzfachlichen Messstellen wird ein Niedriggrundwasserstand und ein hydrogeologischer Mindestgrundwasserstand vorgegeben. Der naturschutzfachliche Niedriggrundwasserstand sichert einen ökologisch verträglichen Niedriggrundwasserstand unter hinsichtlich der Feuchte hochsensiblen und sehr sensiblen Raumeinheiten (wertige Biotope und Waldbestände mit niedrigen Grundwasserflurabständen). Unabhängig von Mengen bzw. Bilanzierungen werden damit die Grundwasserstände unter feuchtesensiblen Flächen verträglich gesichert. Die hydrogeologischen Messstellen stellen die benötigten Grundwasserstandsdaten für eine Analyse des Systemverhaltens der Grundwasserkörper bereit. Das hydrogeologische Messnetz dient primär der geordneten Nutzung und optimierten Bewirtschaftung der Grundwasserressource zur Sicherstellung des guten mengenmäßigen Zustands.

Bei der Sicherung der Grundwasserqualität ist ein überdurchschnittliches Risiko durch Spurenstoffbelastungen für die Brunnen I-X, XIII, E, G, H und J des ZVG Dieburg und für die Gewinnungsanlagen Martinsee und Patershausen des ZWO vorhanden. Spurenstoffbelastungen mit Süßstoffen, Pharmaka, Röntgenkontrastmittel, PFC und Benzotriazole wurden nachgewiesen. In der Grundwasserbewirtschaftung des ZVG Dieburg und des ZWO sind auch die flächenhaften Nitratbelastungen zu berücksichtigen, die v.a. der Landwirtschaft zuzuordnen sind. Bei mehreren Gewinnungsanlagen des ZWO nehmen darüber hinaus Sanierungen von Grundwasserschadensfällen Einfluss auf die Bewirtschaftung. Diese Verunreinigungen des Grundwassers haben bisher zu keiner Reduzierung des nutzbaren Grundwasserdargebots geführt. Es liegen keine Hinweise aus den vorliegenden Qualitätsdaten auf Grundwasserverunreinigungen durch die Mineralstoffentnahme aus Baggerseen vor, die zu Abstrichen in der Verwendung des Grundwassers führen.

Durch die Belastungssituation in einigen Fließgewässern ist ohne Maßnahmen auch zukünftig mit einem Eintrag und auch mit einer Anreicherung bestimmter Spurenstoffen zu rechnen. Das qualitative Monitoring ist nicht nur auf die Trends an vorhandenen Qualitätsmessstellen, sondern auch hinsichtlich der Schadstoffverteilung, wie Schadstoffbelastung in den Fließgewässern, In- und Exfiltrationsabschnitte der Fließgewässer, der Verteilung im Grundwasser (Vorfeldmessstellen) und Fließrichtung des Grundwassers auszurichten. Bei der Sicherstellung der Ressourcenqualität sind insbesondere die Eintragspfade aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung und der Siedlungsentwässerung von Bedeutung und es ist für ein verträgliches Maß zu sorgen.

Trinkwasser wird in einwandfreier Qualität gemäß TrinkwV an die Verbraucher abgegeben.

Gemäß dem Vorsorgeprinzip in der Grundwasserbewirtschaftung ist für die Bewertung der Belastungssituation ein strengerer Bewertungsmaßstab anzusetzen, als die Einhaltung der Trinkwasserverordnung. Das Vorsorgeprinzip ermöglicht eine nachhaltige Entwicklung, weil es die Gewässerqualität langfristig sichern soll. In der Untermainebene ist es ebenso wie im Hessischen Ried für die öffentliche Wasserversorgung bislang möglich, z. B. durch Verschneidung des Rohwassers mehrerer Brunnen, die Trinkwasserverordnung einzuhalten. Jedoch machen die Belastungen in einzelnen Brunnen, meist in der Nähe der durch Kläranlagen abwasserbeeinflussten Fließgewässer, den Wasserversorgern zunehmend Probleme, sodass aufwendigeres Brunnenmanagement erforderlich wird oder sogar zukünftig die Trinkwasseraufbereitung intensiviert werden muss. Einschränkungen, wenn z. B. einzelne Brunnen nicht mehr zur Verfügung stehen, koppeln sich dann auch auf den quantitativen Aspekt zurück. Ziel eines qualitativen Monitorings ist es somit, Aufwand und Einschränkungen in der Wassernutzung (v.a. öffentliche Wasserversorgung) für die Zukunft abzuschätzen, um daraus die Notwendigkeit einer frühzeitigen Gegensteuerung abzuleiten.

Die zukünftigen Anforderungen in der Grundwasserbewirtschaftung leiten sich demnach insbesondere aus dem steigenden Wasserbedarf der Region ab. Dieser kann bei den derzeitigen Versorgungsstrukturen spätestens Mitte des Jahrhunderts bei einem unveränderten nutzbaren Dargebot nicht mehr gesichert abgedeckt werden. Dieser Zeitraum verkürzt sich deutlich bei einer klimatisch bedingt negativen Entwicklung der Grundwasserneubildung. Fallweise können

Lieferverpflichtungen nur bei sparsamer Wasserverwendung und gleichbleibendem nutzbarem Dargebot im bisherigen Umfang aufrecht erhalten werden.

Es sind daher zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung sowie zur Absicherung einer ökologisch verträglichen und wasserwirtschaftlich nachhaltigen Bewirtschaftung der Grundwasserressource in der Untermainebene alternative Bezüge oder eine veränderte Wasserbereitstellung über den Leitungsverbund Rhein-Main unverzüglich anzustreben und möglichst zeitnah umzusetzen. Eine ausreichende Erhöhung des nutzbaren Dargebots kann durch Grundwasseranreicherung (Infiltration) erreicht werden.

Brandt Gerdes Sitzmann
Umweltplanung GmbH

Darmstadt, den 07.12.2023



Dr.-Ing. M. Kämpf



Dipl.-Ing. M. Kapp

9 Literatur

- Ad-Hoc Arbeitsgruppe Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung.- 5. Auflage, 438 S., Hannover.
- Arcadis (2018): Wasserrechtsantrag der Stadtwerke Mühlheim am Main, 30. Mai 2018, Darmstadt
- Becker (2019) Klimawandel findet Stadt. Regionale Auswirkungen des globalen Klimawandels in Südhessen und Rhein Main. Vortrag beim Symposium Hofgut Oberfeld - Stadt und Land im Klimawandel, Darmstadt 07.09.2019.
- Berthold (2009): Klimawandel und Zusatzwasserbedarf im Hessischen Ried, HLOG Jahresbericht 2009.
- BGS (2021): Auswirkung des Klimawandels auf den Grundwasserhaushalt, Oktober 2021
- BGS (2022): Grundwassermodell Untermain Dokumentation, Projekt 5976, Dezember 2022
- DKK et al. (2020): Was wir heute übers Klima wissen. Basisfakten zum Klimawandel, die in Wissenschaft unumstritten sind, Stand September 2020. Hrsg.: Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst, Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz-Klima-Initiative, online unter www.klimafakten.de.
- HLfB (1997): Geologisch-hydrologisches Modell für das nördliche Dieburger Becken.
- HLNUG (2013): Hydrologisches Kartenwerk: Hessische Mainebene. Grundwasserhöhengleichen im Oktober 1993. Wiesbaden.
- HLNUG (2013): Hydrologisches Kartenwerk: Hessische Mainebene. Grundwasserflurabstand im Oktober 1993. Wiesbaden.
- HMUKLV (2018): Spurenstoffstrategie Hessisches Ried, April 2018
- HMUKLV (2019): Leitbild für ein integriertes Wasserressourcen-Management Rhein-Main IWRM, Wiesbaden, März 2019
- HMUKLV (2021): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen, Bewirtschaftungsplan 2021-2027
- HMUKLV (2022): Zukunftsplan Wasser, Wasserwirtschaftlicher Fachplan Hessen (download November 2022 https://umwelt.hessen.de/sites/umwelt.hessen.de/files/2022-07/zukunftsplan_wasser.pdf)
- LANG (2007): Die geologische Entwicklung der Hanau-Seligenstädter Senke (Hessen, Bayern), Dissertation am Fachbereich Material- und Geowissenschaften, TU Darmstadt.
- Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA) (2013): Waldentwicklungsszenarien für das Hessische Ried. 398 S., Göttingen, online unter: <https://univerlag.uni-goettingen.de/handle/3/isbn-978-3-86395-110-8>.

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Regierungspräsidium Darmstadt
Abteilung IV Umwelt Darmstadt
Dezernat 41.1 Grundwasser
Wilhelminenhaus
Wilhelminenstraße 1 - 3
64283 Darmstadt

REDAKTION

Dr. Martina Bodem (Dezernatsleitung)
Bettina Grünewald
Ralf Hofmann
Fabian Reichl
Svenja Uebers

V.i.S.d.P: Matthias Schaidler

DRUCK

Eigendruck Regierungspräsidium Darmstadt, Layout- und Druckzentrum
1. Auflage: März 2024

Nachdruck und Wiedergabe - auch auszugsweise - nur mit Genehmigung des Herausgebers

Foto Regierungspräsident Hilligardt: Rahel Welsen



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