



Projekt:

**„Datenerhebung und Dargebotsermittlung in den
Schwerpunktgebieten landwirtschaftliche Bewäs-
serung und Erarbeitung von Regelungen für die
Begutachtungspraxis bei Bewässerungsanträgen.“**

**Hydrogeologisches Modell
Osterhofener Platte, Unteres Isartal und Vilstal**

Bericht: 12/2024

Kurzfassung

Ein „Hydrogeologisches Modell“ (HGM) bezeichnet eine Modellvorstellung, bei der die natürlichen Gegebenheiten (geologisch und hydrogeologisch) vereinfacht abstrahiert und strukturiert werden (vgl. Kapitel 4). Ein wesentlicher Baustein eines hydrogeologischen Modells ist die Beschreibung einer Wasserbilanz, welche sowohl die Grundwasserneubildung und Grundwasserentnahmen als auch Zu- und Abströme und die Wechselwirkungen zwischen Grund- und Oberflächengewässern beschreibt. Dabei sind bspw. die Grundwasserneubildung und die Zu- und Abströme nicht direkt messbar. Diese werden im Rahmen der hydrogeologischen Modellvorstellung mittels hydrogeologischer Methoden quantifiziert. Dabei gilt grundsätzlich, je mehr Messdaten zur Verfügung stehen, desto aussagekräftiger kann die Modellvorstellung ausfallen. Insgesamt bestimmt im Wesentlichen die Datengrundlage und die Verteilung der vorhandenen Daten die Aussagekraft und Genauigkeit des hydrogeologischen Modells. Die daraus resultierenden Unsicherheiten in den Bilanzkomponenten werden in den jeweiligen Kapiteln näher erläutert und sind bei der Anwendung des hydrogeologischen Modells zu berücksichtigen. Die Beschreibung im hydrogeologischen Modell entspricht einem momentanen und damit stationären Systemzustand (Jahreswerte bzw. mittlere Jahreswerte), bei dem instationäre Prozesse wie bspw. Saisonalitäten nicht abgebildet werden.

Grundsätzlich gilt bei der Wasserressourcennutzung für Bewässerungszwecke die Nutzungshierarchie: 1. Speicherung von Niederschlags-/Oberflächenwasser, 2. Direkte Oberflächenwasserentnahme, bei ausreichend hohen Abflüssen, 3. Uferfiltrat, 4. Oberflächennahes Grundwasser. Die Ressourcenbewertung der Oberflächengewässer sowie die Speicherung derer bzw. von Niederschlagswasser sind nicht Bestandteil dieses HGMs sondern werden in der Handlungsempfehlung zur wasserwirtschaftlichen Begutachtung näher erläutert (siehe LfU-Internetseite „Bewässerung“).

Mit dem vorliegenden hydrogeologischen Modell „Osterhofener Platte, Unteres Isartal und Vilstal“ wurden zur Ermittlung des verfügbaren Grundwasserdargebots und der Ermittlung der dafür notwendigen Bilanzgrößen für die Wasserbilanz geologisch und hydrogeologisch sinnvolle Teilräume abgegrenzt. Zur Beurteilung der für eine Nutzung zur Verfügung stehenden Grundwassermenge (nutzbares Grundwasserdargebot) dieser einzelnen Teilräume ist nicht nur der Anteil der Entnahmen am Grundwasserdargebot (Wasserbilanz) bzw. der Grundwasserneubildung zu betrachten, sondern es sind des Weiteren ergänzende hydrogeologische Betrachtungen (Ganglinienauswertungen, Wasserbilanzen, grundwasserabhängige Oberflächengewässer und/oder Landökosysteme) erforderlich. Im Bereich des vorliegenden hydrogeologischen Modells wurden im Rahmen der Bearbeitung sogenannte Risikobereiche definiert, in denen sich, bedingt durch verstärkte Grundwassernutzung oder/und sich verändernden klimatischen Einflüssen, z. B. durch die Tendenz fallender Grundwasserstände zeigt, dass das Grundwasserdargebot stark beansprucht ist, auch wenn sich dies aus der alleinigen Betrachtung der überschlägigen Bilanzkomponenten nicht ergeben würde. In diesen Risikobereichen ist im Rahmen der Begutachtung von Grundwasserentnahmen und in Hinblick auf die Grundwasserbewirtschaftung eine Berücksichtigung und Anwendung weiterer Kriterien wie bspw. die Festlegung von Grenz-/Warngrundwasserständen erforderlich, sowie ggf. ein erweitertes Monitoring mit zusätzlicher Errichtung von Grundwassermessstellen.

Die im Rahmen des vorliegenden hydrogeologischen Modells erstellten Grundwasserbilanzen sowie der ermittelte Nutzungsgrad bezogen auf die Grundwasserneubildung bzw. des gebietsspezifischen Dargebots, können als Orientierungshilfe bei der Begutachtung von Grundwasserentnahmen dienen. Diese sind jedoch immer in Zusammenhang mit Grundwasserganglinienanalysen und der lokalen hydrogeologischen Verhältnisse zu bringen.

Inhaltsverzeichnis

1	Naturräumliche Verhältnisse	1
1.1	Lage des Untersuchungsgebietes	1
1.2	Morphologischer und hydrographischer Überblick	2
1.3	Meteorologische Verhältnisse	3
1.4	Geologische Verhältnisse	4
1.4.1	Tertiär	5
1.4.2	Quartär	5
1.5	Hydrogeologische Verhältnisse	7
1.5.1	Grundwasserleiter im Tertiär	7
1.5.2	Grundwasserleiter im Quartär	9
1.5.3	Grundwasserstandsentwicklung	11
1.6	Oberflächengewässer	14
2	Entnahmen	16
2.1	Grundwasserentnahmen	16
2.2	Oberflächengewässerentnahmen	19
3	Dargebotsbewertung in der Wasserwirtschaft	21
4	Erstellung des hydrogeologischen Modells	22
4.1	Methodik	22
4.2	Vertikale Abgrenzung des Modellraums	22
4.3	Horizontale Abgrenzung des Modellraums und der Teilräume	23
4.3.1	Unteres Isartal, Tertiär Nord und Tertiär Mitte	26
4.3.2	Vilstal, Tertiär Süd und Tertiär Vils Nord	27
4.3.3	Niederterrasse im Donautal	27
4.3.4	Hochterrasse mit Osterhofener Platte	27
4.3.5	Forstharter Rücken	28
4.4	Flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag	29
4.5	Austausch mit Oberflächengewässern	33
4.5.1	Isar	34
4.5.2	Vils	35
4.5.3	Donau	36

4.6	Horizontale Zuströme an der Modellgrenze	38
4.7	Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Grundwasserkörpern	39
4.7.1	Zustrom aus randlichen Teilgebieten des Tertiärs in das Untere Isartal	39
4.7.2	Zu- und Aussickerung im Unteren Isartal	39
4.7.3	Zustrom aus den randlichen Teilgebieten des Tertiärs in das Vilstal	40
4.7.4	Zu- und Abstrom aus bzw. in den Ortenburger Schotter (Teilräume Forstharter Rücken, Hochterrasse, Niederterrasse)	40
4.7.5	Grundwasserneubildung im tertiären Hauptgrundwasserstockwerk	42
4.8	Bilanzierung des Grundwasserumsatzes	45
4.8.1	Kurzzusammenfassung der Bilanzierung	45
4.8.2	Langjähriges Mittel der Grundwasserneubildung (Mittelwert 1971-2000)	46
4.8.2.1	Quartäre Teilräume	46
4.8.2.2	Tertiäre Teilräume	47
4.8.3	Reduzierte Grundwasserneubildung (Mittelwert 2012-2021)	51
4.8.3.1	Quartäre Teilräume	51
4.8.3.2	Tertiäre Teilräume	52
5	Risikobereiche	56
6	Zusammenfassung und Ausblick	62
7	Literaturverzeichnis	64

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Lage des Untersuchungsgebietes	1
Abb. 2:	Naturräumlicher Überblick des Untersuchungsgebietes	2
Abb. 3:	Mittlere jährliche Niederschlagsmenge (oben) und mittlere Jahresdurchschnittstemperaturen (unten) im Untersuchungsgebiet im Zeitraum 1951-2021 (Temperatur: DWD Stationsdaten; Niederschlag: DWD HYRAS)	4
Abb. 4:	Profil durch die Ortenburger Schotter (LFW 1993)	5
Abb. 5:	Hydraulisches Fenster zwischen Ortenburger Schotter und Donauquartär (aus RMD WASSERSTRASSEN GMBH 2011, vgl. Abb. 27 und Anlage 10)	8
Abb. 6:	Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Nördliche Vollsotter-Abfolge	8
Abb. 7:	Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Ortenburger Schotterabfolge	8
Abb. 8:	Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Braunkohlentertiär (inkl. Tertiärbuchten)	9
Abb. 9:	Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Glaukonitsande (inkl. Blättermergel)	9
Abb. 10:	Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Quartär des Donautals (Gesamt)	10
Abb. 11:	Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Quartär des Donautals (Holozänterrassen)	10
Abb. 12:	Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Quartär des Donautals (würmzeitliche Niederterrasse)	10
Abb. 13:	Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Quartär des Donautals (mittel- und altpleistozäne Terrassen)	10
Abb. 14:	Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Quartär des Isartals	10
Abb. 15:	Modellgebiet mit Teilräumen und Grundwassermessstellen des Landesgrundwasserdienstes (LGD)	12
Abb. 16:	Ausgewählte Grundwasserganglinien im Quartär (19125, 15143), Tertiär (19136) und Ortenburger Schotter (7157)	13
Abb. 17:	Gewässerkundliche Pegel im Untersuchungsgebiet mit Daten zu Abfluss	15
Abb. 18:	Verteilung der Oberflächenwasserentnahmen (gelb), sowie Einleitungen kommunaler und industrieller Abwasserbehandlungen	19
Abb. 19:	Blockbild der quartären Flusstäler und deren tertiäre Einzugsgebiete im hydrogeologischen Modell	22
Abb. 20:	Modellgebiet mit Teilräumen und Randbedingungen (Schwarz=No flow, Blau=Zufluss, Rot=Abfluss)	23
Abb. 21:	Modellgebiet mit Teilräumen – detaillierte Unterteilung – und Randbedingungen (Schwarz=No flow, Blau=Zufluss, Rot=Abfluss)	24
Abb. 22:	Umgriff der Osterhofener Platte (Rot) gemäß Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und Teilraumabgrenzung gemäß hydrogeologischem Modell	26
Abb. 23:	Gesamtabfluss im Untersuchungsgebiet Osterhofener Platte, Unteres Isartal und Vilstal im langjährigen Mittel 1971-2000 und 2012-2021	29
Abb. 24:	Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Untersuchungsgebiet Osterhofener Platte, Unteres Isartal und Vilstal - Gegenüberstellung des langjährigen Mittels und des reduzierten Dargebots	30

Abb. 25:	Jährliche Grundwasserneubildung im Untersuchungsgebiet Osterhofener Platte, Unteres Isartal und Vilstal im Zeitraum 1951-2021	32
Abb. 26:	Lage der relevanten Abflussmessstationen	33
Abb. 27:	Grundwasserneubildungsgebiet des Ortenburger Schotters im Forstharter Rücken	41
Abb. 28:	Grundwasserbilanz der quartären Teilräume in prozentualen Anteilen am jeweiligen Grundwasserdargebot (mittlere Grundwasserneubildung 1971-2000)	49
Abb. 29:	Grundwasserbilanz der quartären Teilräume (mittlere Grundwasserneubildung 1971-2000)	50
Abb. 30:	Grundwasserbilanz der quartären Teilräume in prozentualen Anteilen am jeweiligen Grundwasserdargebot (mittlere Grundwasserneubildung 2012-2021)	54
Abb. 31:	Grundwasserbilanz der quartären Teilräume (mittlere Grundwasserneubildung 2012-2021)	55
Abb. 32:	Festgelegte Risikobereiche innerhalb des hydrogeologischen Modells mit Überlagerung der Teilräume aus dem vorliegenden hydrogeologischen Modell	56
Abb. 33:	Bestehendes staatliches Sondernetz sowie die 2019 neu errichteten Grundwassermessstellen im Bereich der Osterhofener Platte	57
Abb. 34:	Grundwasserstand der Messstelle Ottmaring 5/24 (Lage siehe Abb. 33)	58
Abb. 35:	Lage des betrachteten Pegels Rottersdorf an der Vils und der Grundwassermessstelle MQS 12-R im Risikobereich „Vilstal West“	59
Abb. 36:	Pegelganglinie Rottersdorf/Vils	59
Abb. 37:	Grundwasserstandsentwicklung an der Grundwassermessstelle „Flussraummanagement MQS 12-R (MR12)“	60
Abb. 38:	Grundwasserstandsentwicklung an der Grundwassermessstelle Altenbuch in der Gemeinde Wallersdorf, Landkreis Dingolfing-Landau	61
Abb. 39:	Haidfing mit Dorfteich (Flurnummer 52, Gemarkung Haidfing) in der Gemeinde Wallersdorf, Landkreis Dingolfing-Landau; Topographische Karte (links) und Luftbildaufnahme (rechts)	61

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Hydraulische Durchlässigkeitsbeiwerte für die tertiären Schichten (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2011)	8
Tab. 2:	Hydraulische Durchlässigkeitsbeiwerte für die quartären Schichten des Donautals (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2011)	9
Tab. 3:	Langjährige statistische Abflusswerte an den betrachteten Pegeln	15
Tab. 4:	Genehmigte bilanzrelevante Grundwasserentnahmen [m ³ /a] unterteilt auf die Teilräume	17
Tab. 5:	Grundwasserentnahmen im Ortenburger Schotter und assoziierten tertiären Grundwasserleitern	18
Tab. 6:	Anteil der Grundwasserentnahmen mit dokumentierten Messdaten, sowie Ausschöpfungsgrad der genehmigten Entnahmemengen	18
Tab. 7:	Genehmigte Oberflächengewässerentnahmen [m ³ /a] unterteilt auf die Teilräume	20
Tab. 8:	Genehmigte Oberflächengewässerentnahmen aus Fließgewässern [m ³ /a] aufgeteilt auf Isar und Vils	20
Tab. 9:	Bezeichnung der einzelnen Teilräume und deren Flächenausdehnung	25
Tab. 10:	Raten der Grundwasserneubildung aus Niederschlag in den hydrogeologischen Teilräumen im Untersuchungsgebiet Osterhofener Platte, Unteres Isartal und Vilstal	31
Tab. 11:	Abflussdaten der Pegel an der Isar	34
Tab. 12:	Abflussdaten der Pegel an der Vils (Messzeitraum 1940-2012)	35
Tab. 13:	Bilanzierung der Abflusserhöhung der Vils in m ³ /s	36
Tab. 14:	Abflussdaten der Pegel an der Donau	36
Tab. 15:	Bilanzierung der Abflusserhöhung der Donau in m ³ /s	36
Tab. 16:	Zu- und Aussickerung von Grundwasser in das bzw. aus dem Quartär	42
Tab. 17:	Auswahl der Pegel für die Abschätzung der Leckage zum tertiären Hauptgrundwasserleiter	43
Tab. 18:	Anpassung der Grundwasserneubildung in den tertiären Teilräumen	44
Tab. 19:	Nutzungsgrad der unterschiedlichen Grundwasserleiter in den verschiedenen Teilräumen, unter Verwendung der mittleren Grundwasserneubildung für den Zeitraum 2012 – 2021	45
Tab. 20:	Grundwasserbilanz der quartären Teilräume (mittlere Grundwasserneubildung 1971-2000)	48
Tab. 21:	Grundwasserbilanz der tertiären Teilräume (mittlere Grundwasserneubildung 1971-2000)	48
Tab. 22:	Grundwasserbilanz der quartären Teilräume (mittlere Grundwasserneubildung 2012-2021)	53
Tab. 23:	Grundwasserbilanz der tertiären Teilräume (mittlere Grundwasserneubildung 2012-2021)	53

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Übersichtslageplan

Anlage 2: Hydrogeologischer Überblick

Hydrogeologische Profilschnitte (aus HK50, L7342 Landau a. d. Isar)

Anlage 3: Grundwasserhöhengleichen Tertiär und Quartär

Anlage 4: Grundwasserhöhengleichen Ortenburger Schotter

Anlage 5: Potenzialdifferenz Tertiär zu Quartär

Anlage 6: Potenzialdifferenz Ortenburger Schotter zu Quartär

Anlage 7: Grundwasserflurabstände Quartär

Anlage 8: Fließgewässernetz mit gewässerkundlichen Messstellen

Anlage 9: Unterkante des Quartärs

Anlage 10: Modellraum mit Teilräumen und Randbedingungen (inkl. Verbreitung des Ortenburger Schotters und Lage des hydraulischen Fensters)

Anlage 11: Modellraum mit Teilräumen und Grundwasserumsätzen des Quartärs

Anlage 12: Mächtigkeit des Quartärs

Anlage 13: Grundwassererfüllte Mächtigkeit (Quartär)

Anlage 14: Mächtigkeit des Ortenburger Schotters

Anlage 15: Grundwasserganglinien

Anlage 16: Methodik Modellierung Grundwasserneubildung, Anpassung des Baseflow-Index

Anlage 17: bewässerte Flächen

Anlage 18: Pegelganglinien

Anlage 19: Osterhofener Platte – Grundwassermessstellen mit langjährigen Ganglinien

1 Naturräumliche Verhältnisse

1.1 Lage des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt im Regierungsbezirk Niederbayern und umfasst die Landkreise Dingolfing-Landau und Deggendorf sowie randlich die Landkreise Straubing-Bogen, Landshut, Rottal-Inn und Passau (Abb. 1). Das Gebiet umfasst eine Fläche von ca. 1.522 km².

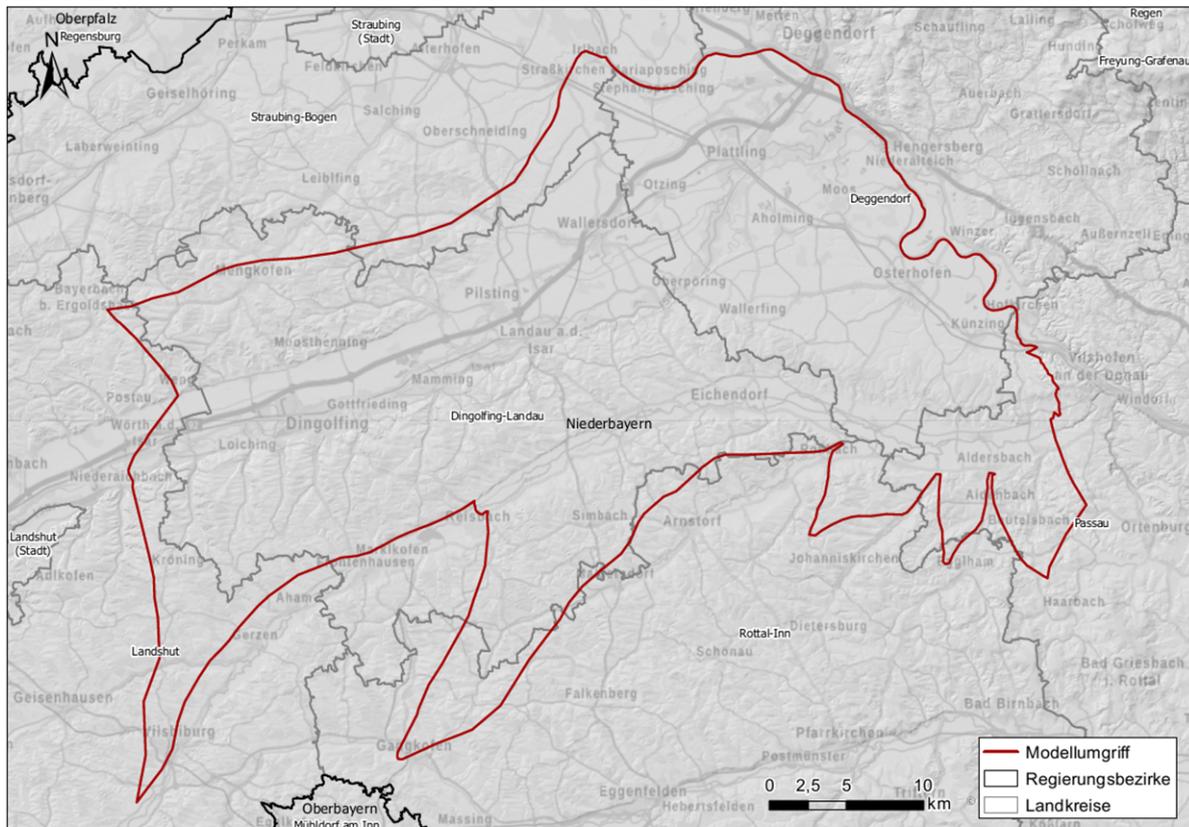


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet wird durch die topographischen Karten im Maßstab 1:50 000 Blätter L7142 Deggendorf, L7340 Dingolfing, L7342 Landau a. d. Isar, L7344 Vilshofen a. d. Donau, L7540 Vilsbiburg, L7542 Pfarrkirchen und L7544 Bad Griesbach i. Rottal abgedeckt.

1.2 Morphologischer und hydrographischer Überblick

Morphologisch lässt sich das Untersuchungsgebiet in das Tertiärhügelland und die pleistozänen Terrassen sowie die holozänen Talauen von Isar, Donau und Vils gliedern. Der morphologisch höchste Punkt mit etwa 516 mNN liegt im Tertiärhügelland bei Kröning. Der morphologisch am tiefsten gelegene Punkt ist mit rund 300 mNN bei Pleinting an der Donau zu finden. Das Untersuchungsgebiet umfasst die Bereiche der Osterhofener Platte, des Unteren Isartals zwischen Wörth a.d. Isar und der Isarmündung, das Vilstal zwischen Reisbach und dem Kristallinbereich westlich der Donau bei Grafenmühl, den Bereich des westlichen Donautals zwischen Irlbach im Norden und Hofkirchen im Süden sowie die umliegenden, in die genannten Täler entwässernden, tertiären Höhenzüge. Insgesamt können innerhalb des Untersuchungsgebietes vier größere Landschaftseinheiten – Dungau, Isar-Inn-Hügelland, Unteres Isartal, Donau-Isar-Hügelland (vgl. Abb. 2) – unterschieden werden.

An größeren Flüssen sind im Untersuchungsgebiet die Donau, die Isar und die Vils zu nennen. Im Tertiärhügelland ist eine Vielzahl kleinerer Bäche vorhanden. Die Terrassenflächen im Isartal werden vom Reißinger Bach, der in die Isar mündet und einer geringen Anzahl kleinerer Bäche, Kanäle und Gräben gequert. Im Bereich der Schotterebenen liegen insbesondere im Donau- und Isartal eine Reihe von Baggerseen.

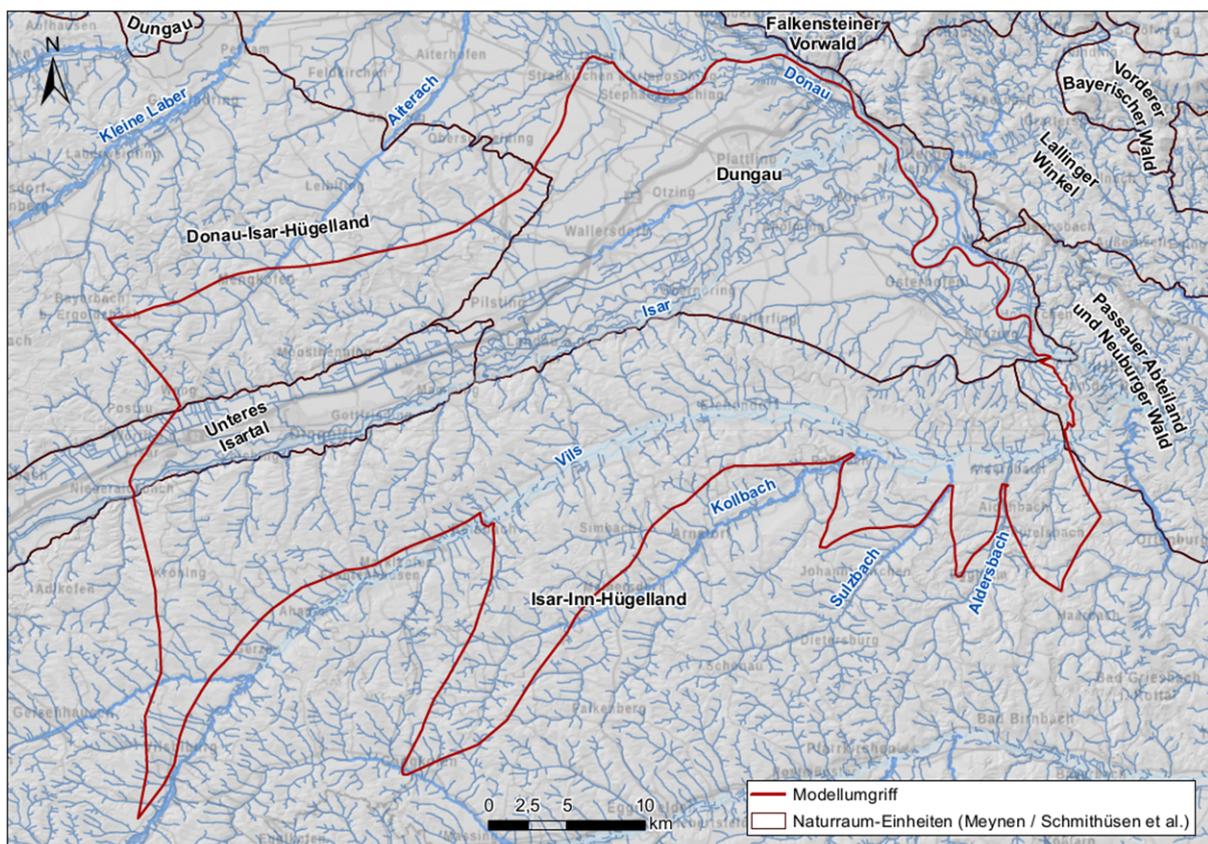


Abb. 2: Naturräumlicher Überblick des Untersuchungsgebietes

1.3 Meteorologische Verhältnisse

Im langjährigen Mittel von 1951-2021 betrug die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge im Untersuchungsgebiet 773 mm/a. Damit liegt der Niederschlag in dem Gebiet 15 % unter dem bayernweiten Mittel von 911 mm/a. Die Jahresniederschläge zeigen einen deutlichen Jahresgang: 60 % (465 mm) der Niederschläge fielen während des hydrologischen Sommerhalbjahres (Mai-Oktober) und 40 % (308mm) während des hydrologischen Winterhalbjahres (November-April).

Während die Jahresniederschläge eine stabile Variabilität in den 1980er und 1990er Jahren aufwiesen, gefolgt von einem Anstieg Anfang 2000, nehmen die jährlichen Niederschläge seit dem Jahr 2002 ab und liegen seit 2011 meist unter der durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge (Abb. 3).

Im langjährigen Mittel von 1951-2021 liegt die Jahresdurchschnittstemperatur mit 8,4 °C über dem bayernweiten Mittel von 8 °C. Die höchste monatliche Durchschnittstemperatur von 18 °C wird im Juli erreicht. Der Januar ist mit -1.6 °C am kältesten. Auffallend und im Vergleich zum Niederschlagstrend ist eine deutliche Zunahme der Jahresdurchschnittstemperatur im Zeitraum 1951 bis 2021 festzustellen (Abb. 3). So traten seit Anfang der 1990er-Jahre im Untersuchungsgebiet fast ausschließlich überdurchschnittlich warme Jahre auf.

Die reale mittlere jährliche Verdunstung (1951-2021) liegt im Untersuchungsgebiet mit 539 mm/a über dem bayernweiten Mittel von 530 mm/a. Mit Verdunstungsraten von 413 mm/a (77 %) im hydrologischen Sommerhalbjahr und 125 mm/a (23 %) im hydrologischen Winterhalbjahr zeigt die aktuelle Verdunstung einen ausgeprägten Jahresgang.

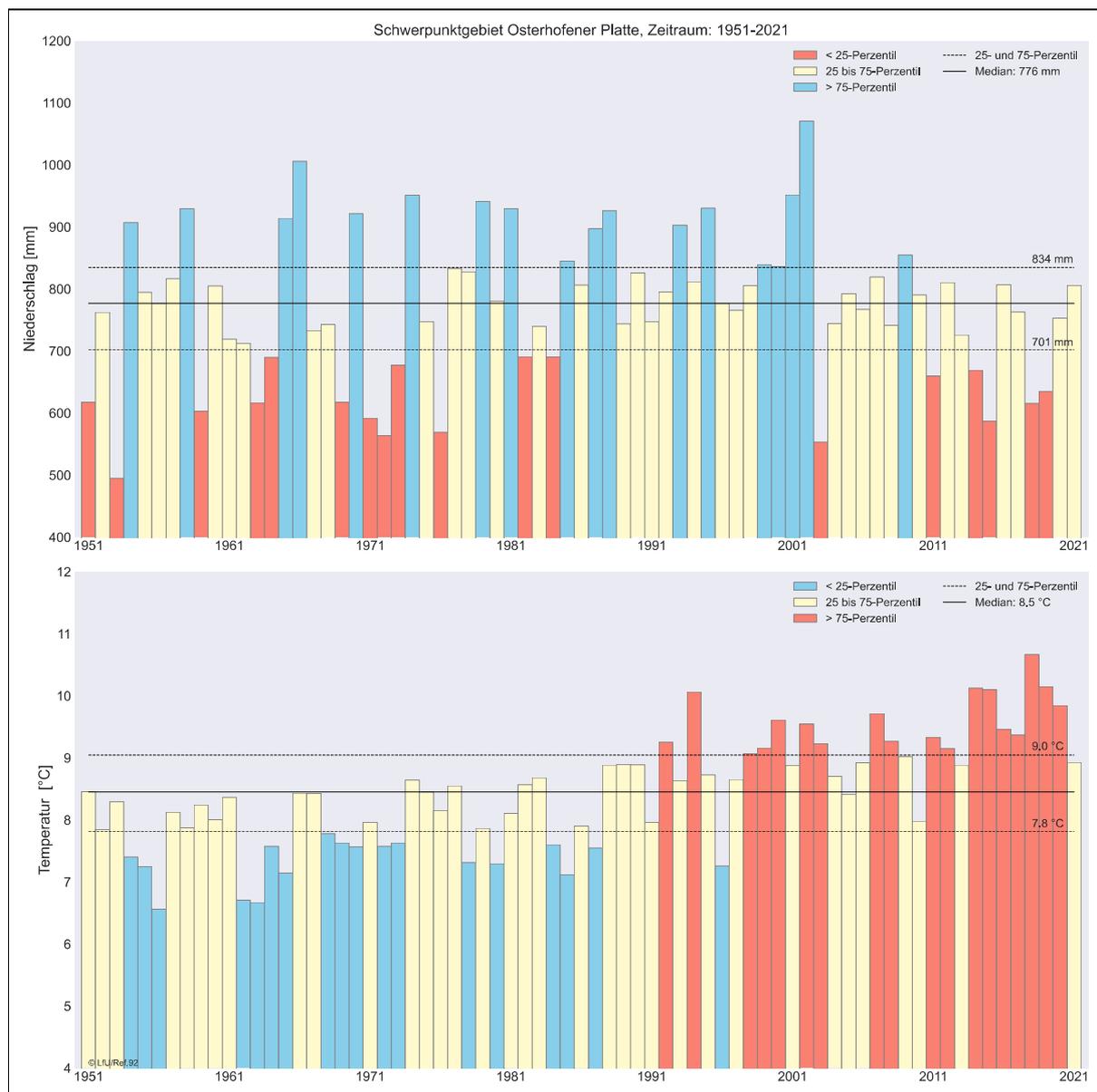


Abb. 3: Mittlere jährliche Niederschlagsmenge (oben) und mittlere Jahresdurchschnittstemperaturen (unten) im Untersuchungsgebiet im Zeitraum 1951-2021 (Temperatur: DWD Stationsdaten; Niederschlag: DWD HYRAS)

1.4 Geologische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet lässt sich aus geologischer Sicht im Wesentlichen in das Tertiärhügelland nördlich der Isar, zwischen Isar und Vils und südlich der Vils sowie die pleistozänen und holozänen Terrassen von Isar, Donau und Vils gliedern. In einem kleinen Bereich im südöstlichen Teil des Untersuchungsgebiets steht Kristallin des Grundgebirges an. Eine detaillierte Beschreibung der geologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet ist folgenden Erläuterungen zu den geologischen Karten (1:25 000) zu entnehmen: 7142 Straßkirchen, 7143 Deggendorf, 7240 Mengkofen, 7241 Pilsting, 7242 Wallersdorf, 7243 Plattling, 7344 Pleinting, 7440 Aham, 7441 Frontenhausen, 7442 Arnstorf, 7443 Roßbach, 7444 Aidenbach, 7540 Vilsbiburg, 7541 Gangkofen.

Die anstehenden hydrogeologischen Einheiten (nach der Hydrogeologischen Karte 1:500.000 – HK500) sind in Anlage 2 abgebildet. Im Folgenden wird nur auf jene stratigraphischen Einheiten näher eingegangen, die für das vorliegende Modell von Relevanz sind.

1.4.1 Tertiär

Die tertiären Ablagerungen im Untersuchungsgebiet stellen eine Wechselfolge von klastischen und bindigen Sedimenten der Molasse dar. Im Folgenden werden nur die für die Bilanzierungen relevanten Einheiten beschrieben.

Im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets liegen, scharf abgegrenzt, die Ortenburger Schotter auf den Glaukonitsanden und Blättermergeln der Oberen Meeresmolasse. Der Ortenburger Schotter wird als die erste fluviatile, grobklastische Schüttung aus den Alpen in das Molassebecken angesehen (UNGER 1997). Die Schüttung erfolgte aus Südosten und die Sedimente wurden parallel zum anstehenden Kristallin des Moldanubikums abgelagert. In den nördlichen Talflanken des Vilstals - im südlichen Bereich des Forstharter Rückens - ist der Ortenburger Schotter bereits in einer Teufe von unter 50 m anzutreffen. Von dort taucht er nach Norden hin ab und ist im nordwestlichen Teil des Untersuchungsgebiets erst in einer Teufe von ca. 120 m unter Gelände vorzufinden (Abb. 4 und Anlage 2). Der Ortenburger Schotter erreicht eine durchschnittliche Mächtigkeit von 20 bis 30 m, lokal sind Mächtigkeiten von mehr als 50 m möglich.

In den Talflanken von Isar und Vils bzw. den angrenzenden tertiären Höhenzügen stehen Sedimente der Oberen Süßwassermolasse (OSM) an. Sie stellen eine Wechselfolge von Tonen, Sanden und Kiesen mit zwischengeschalteten Kohleflözen des Braunkohletertiärs dar. Im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets lagert dieser Serie die Nördliche Vollschorter-Abfolge auf. Sie ist eine Wechselfolge aus grob- und feinklastischen Sedimenten mit mächtigeren Kiespaketen.

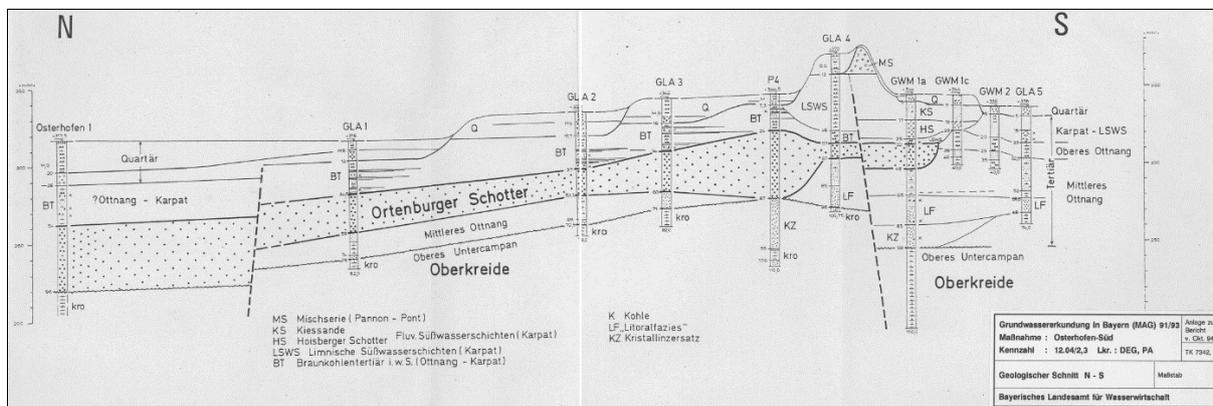


Abb. 4: Profil durch die Ortenburger Schotter (LfW 1993)

1.4.2 Quartär

Das Quartär im Untersuchungsgebiet wird aufgebaut aus den mit Löss und Lösslehm bedeckten pleistozänen Terrassen sowie den holozänen Talauen von Isar, Vils und Donau. Aufgrund der zum Teil großen Höhenunterschiede in der Quartärbasis, variiert die Mächtigkeit des Quartärs in den Talauen von Isar, Vils und Donau in einem Bereich von 5 bis 15 m.

Die Älteren Deckenschotter (donau- bis günzzeitlich) sind Fein- bis Mittelkiese. Die Terrassenkante des Günzniveaus liegt nördlich der Isar bei 355 mNN, südlich der Isar um Landau bei 375 mNN, südöstlich bei Ettling um 375 bis 370 mNN und südlich Schmiedorf bei 365 bis 360 mNN (ARGE

GEOTECHNISCHES BÜRO PROF. DR. SCHULER & DR.-ING. GÖDECKE GBRMBH / IGWU GMBH 2000). Im Bereich des Blattes 7344 Pleinting fällt die Terrassenkante von 365 mNN im Westen auf 355 mNN südlich von Pleinting (UNGER & BAUBERGER 1991).

Die Jüngeren Deckenschotter (mindelzeitlich) bestehen aus Grobsand bis Grobkies. Sie stehen in einem breiten Streifen östlich von Oberpörling bis Aholming an und biegen westlich von Aholming Richtung Südosten ab und setzen sich über Osterhofen und Künzing bis nach Pleinting fort. Im Vilstal fehlt dieses Terrassenniveau. In weiten Teilen ist die Mindelterrasse von Parabraunerde aus Löß mit bis zu 3,5 m Mächtigkeit, untergeordnet von Lößlehm, überdeckt.

Die Sedimente der Hochterrasse (rißzeitlich) sind mittel- bis grobkörnige Kiese mit einer Mächtigkeit von 15 bis 20 m. Das Terrassenniveau liegt zwischen 320 mNN und 340 mNN. Im Wesentlichen folgt sie dem oben beschriebenen Verlauf der Mindelschotter von Aholming bis Künzing in einer tieferen Hanglage. Die Osterhofener Platte wird zu weiten Teilen aus den Hochterrassenschottern aufgebaut.

Die Niederterrassenschotter (würmzeitlich) ersetzen die Decken- und Hochterrassenschotter in den Tallagen der Isar und Donau, wo diese ausgeräumt wurden. Sie reichen bis auf ein Niveau von 305 mNN. Es können zwei Niveaus der Niederterrasse bzw. einer älteren (320 bis 340 mNN) und einer jüngeren (um 308 mNN) unterschieden werden.

In den zentralen Talzonen der Donau, Isar und Vils sind die holozänen Ablagerungen verbreitet. Im Donau- und Isartal liegen nach UNGER & BAUBERGER (1991) drei Niveaus vor. Diese sind ein höher gelegenes Älteres Holozän, ein niedriger gelegenes Jüngeres Holozän und ein Bereich mit den jüngsten Talfüllungen. Die holozänen Ablagerungen im Vilstal bestehen aus umgelagerten tertiären Sedimenten und sind in der Regel feinkörniger bzw. mit einem höheren Feinkornanteil als in den oben genannten Tälern. In den zentralen Haupttalzonen sind Terrassenschotter mit bis zu 25 m Mächtigkeit vorhanden.

1.5 Hydrogeologische Verhältnisse

Die hydrogeologischen Verhältnisse des Untersuchungsgebiets sind in folgenden hydrogeologischen Karten und Gutachten umfassend dargestellt: Hydrogeologische Karten (1:50 000) L7340 Dingolfing, L7342 Landau a. d. Isar, L7344 Vilshofen a. d. Donau (im Entwurf), L7540 Vilsbiburg, L7542 Pfarrkirchen und L7544 Bad Griesbach i. Rottal, Hydrogeologische Karte 1:100 000 (HK100) der Planungsregionen 12 und 13, Hydrogeologisches Modell für den Ortenburger Schotter (ARGE GEOTECHNISCHES BÜRO PROF. DR. SCHULER & DR.-ING. GÖDECKE GBRMBH / IGWU GMBH 2000) und Grundwassermodell Untere Isar (LAHMEYER INTERNATIONAL GMBH 1996). Ausschnitte der HK100 der Planungsregionen 12 und 13 sind in Anlage 3 und Anlage 4 dargestellt.

Das Untersuchungsgebiet lässt sich in drei Bereiche mit unterschiedlichen hydrogeologischen Verhältnissen gliedern:

- die holozänen Talauen von Donau, Isar und Vils
- die mit Löß und Lößlehm bedeckten pleistozänen Terrassen im Donau-, Isar- und Vilstal
- das von tertiären Sedimenten gebildete Hügelland (Tertiärhügelland) nördlich der Isar, südlich der Vils und zwischen den beiden genannten Flussläufen

Für das vorliegende hydrogeologische Modell und die Bilanzierung sind die quartären Grundwasserleiter von wesentlicher Bedeutung. Die tertiären Grundwasserleiter sind hinsichtlich ihrer Einspeisung in bzw. der Aussickerung aus den quartären Grundwasserleitern von Bedeutung.

1.5.1 Grundwasserleiter im Tertiär

Die tertiären Ablagerungen im Untersuchungsgebiet, mit Ausnahme des Ortenburger Schotters, stellen einen Komplex aus grundwasserleitenden und -hemmenden Schichten dar. Die oberflächennahen grundwasserführenden Schichten der Höhenzüge entwässern in die Talzonen der Donau, Isar und Vils, wo die quartären Grundwasserleiter verbreitet sind. Somit sind jene Bereiche des Tertiärhügellandes bedeutende Grundwasserneubildungsgebiete für den Zustrom in die quartären Grundwasserleiter. Des Weiteren findet (bereichsweise) ein vertikaler Austausch mit den quartären Grundwasserkörpern über das Leaky-Aquifer-Prinzip statt.

Die durchschnittlichen hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) der tertiären Schichten sind in Tab. 1 und deren Häufigkeitsverteilung in den Abb. 6 bis Abb. 9 dargestellt (aus BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2011).

Unter den tertiären Schichten sind die Ortenburger Schotter mit ihren Kiesen und Sanden ein Grundwasserleiter mit einem ergiebigen Grundwasservorkommen, das auch in mehreren zu Trinkwasserzwecken genutzten Tiefbrunnen erschlossen ist (vgl. 2.1, Tab. 4). Seit Ende der 1980er-Jahre wird dieser Grundwasserleiter intensiv genutzt und die hydraulische Situation ist durch die Nutzung stark beeinflusst. In weiten Teilen seiner Verbreitung ist der Ortenburger Schotter durch grundwasserhemmende Schichten von den quartären Grundwasserleitern getrennt (kein Austausch über Leaky-Aquifer-Prinzip). Im Bereich nördlich von Künzing steht der Ortenburger Schotter im direkten Kontakt mit dem quartären Grundwasserleiter (Abb. 5) und bildet somit ein zusammenhängendes Grundwasserstockwerk mit dem Donauquartär. Die Ober- und Unterkante des Ortenburger Schotters wurden aus ARGE GEOTECHNISCHES BÜRO PROF. DR. SCHULER & DR.-ING. GÖDECKE GBRMBH / IGWU GMBH (2000) übernommen. Nördlich des Forstharter Rückens liegen im Ortenburger Schotter gespannte Grundwasserhältnisse vor. Aus 24 Pumpversuchen wurde für die hydraulische Durchlässigkeit ein Median von $k_f = 1,74 \times 10^{-4}$ m/s ermittelt (Tab. 1, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2011). Im hydrogeologischen Modell zum Grundwasserströmungsmodell für die Ortenburger Schotter zwischen Straubing und Vilshofen werden k_f -Werte von 1×10^{-4} m/s bis 4×10^{-4} m/s genannt (WROBEL 1983 in ARGE GEOTECHNISCHES BÜRO PROF. DR. SCHULER & DR.-ING. GÖDECKE GBRMBH / IGWU GMBH 2000).

Für den Bereich um das hydraulische Fenster werden höhere k_f -Werte postuliert als im sonstigen Verbreitungsgebiet des Ortenburger Schotter. Die Verteilung der Grundwasserpotenziale ist Anlage 4 zu entnehmen. Da sich das vorliegende Modell auf die oberflächennahen Grundwasserleiter fokussiert, wird der Ortenburger Schotter nur in seiner Wechselwirkung mit den quartären Grundwasserleitern, in Form von Aus- und Zusickerung, berücksichtigt.

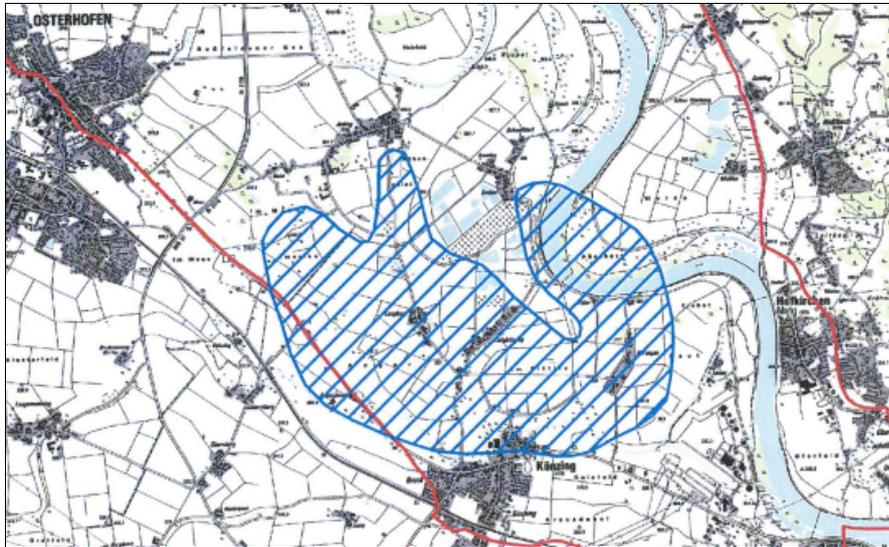


Abb. 5: Hydraulisches Fenster zwischen Ortenburger Schotter und Donauquartär (aus RMD WASSERSTRABEN GMBH 2011, vgl. Abb. 27 und Anlage 10)

Tab. 1: Hydraulische Durchlässigkeitsbeiwerte für die tertiären Schichten (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2011)

Hydrostratigraphische Einheit	Pumpversuche	Minimum [m/s]	10 %-Quantil [m/s]	Median [m/s]	90 %-Quantil [m/s]	Maximum [m/s]
Nördliche Vollschotter-Abfolge (miNV)	10	$1,28 \times 10^{-5}$	$1,91 \times 10^{-5}$	$7,55 \times 10^{-5}$	$2,93 \times 10^{-4}$	$3,42 \times 10^{-4}$
Ortenburger Schotterabfolge (miOG)	24	$1,93 \times 10^{-6}$	$4,82 \times 10^{-6}$	$1,74 \times 10^{-4}$	$1,01 \times 10^{-3}$	$2,13 \times 10^{-3}$
Braunkohlen-Tertiär (OSM, tB)	57	$1,70 \times 10^{-7}$	$2,69 \times 10^{-7}$	$4,80 \times 10^{-6}$	$1,26 \times 10^{-4}$	$9,85 \times 10^{-4}$
Glaukonitsande (miGB)	53	$2,32 \times 10^{-7}$	$9,17 \times 10^{-7}$	$1,51 \times 10^{-5}$	$6,71 \times 10^{-5}$	$5,54 \times 10^{-4}$

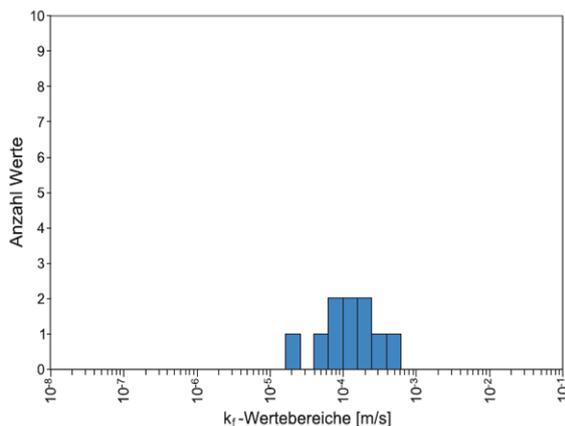


Abb. 6: Häufigkeitsverteilung der k_f -Werte – Nördliche Vollschotter-Abfolge

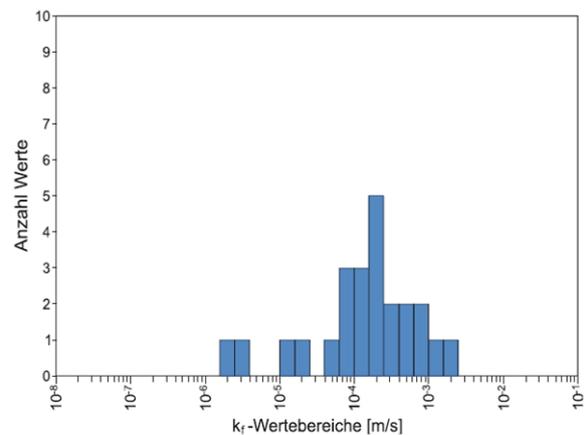


Abb. 7: Häufigkeitsverteilung der k_f -Werte – Ortenburger Schotterabfolge

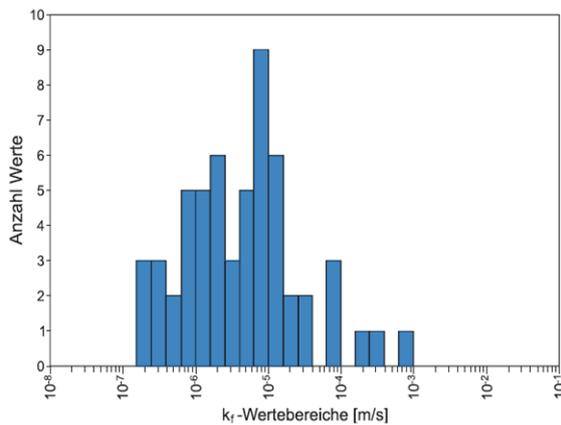


Abb. 8: Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Braunkohlentertiär (inkl. Tertiärbuchten)

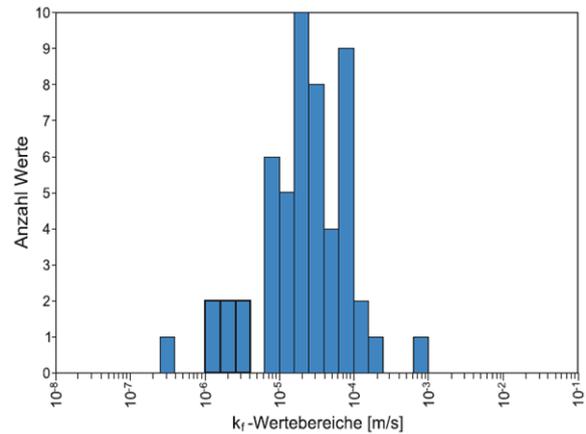


Abb. 9: Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Glaukonitsande (inkl. Blättermergel)

1.5.2 Grundwasserleiter im Quartär

Die pleistozänen und holozänen Kiese und Sande bilden das oberste Grundwasserstockwerk. Diese meist sehr grobklastischen Ablagerungen sind insbesondere in den holozänen Flusstälern der Donau, der Isar und der Vils verbreitet, sowie in den pleistozänen Terrassen, die die Täler mit Unterbrechungen begleiten.

Die im Donau- und Isartal anstehenden Schotter sind als Kiese mit sandigen Einschaltungen ausgebildet, wobei die älteren Schotter (Deckenschotter) insgesamt feinkörniger sind als die jüngeren Schotter. Die mehr sandig-tonigen Ablagerungen im Vilstal bestehen im Wesentlichen aus umgelagertem Tertiär aus dem Hügelland (ARGE GEOTECHNISCHES BÜRO PROF. DR. SCHULER & DR.-ING. GÖDECKE GBRMBH / IGWU GMBH 2000). Die durchschnittlichen hydraulischen Durchlässigkeiten der quartären Schichten sind in Tab. 2 und die Verteilung der hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte in den Abb. 10 bis Abb. 13 dargestellt (aus BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2011).

Tab. 2: Hydraulische Durchlässigkeitsbeiwerte für die quartären Schichten des Donautals (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2011)

Hydrostratigraphische Einheit	Pumpversuche	Minimum [m/s]	10 %-Quantil [m/s]	Median [m/s]	90 %-Quantil [m/s]	Maximum [m/s]
Quartär des Donautals (Gesamt)	307	$7,24 \times 10^{-6}$	$6,71 \times 10^{-5}$	$7,75 \times 10^{-4}$	$5,76 \times 10^{-3}$	$1,29 \times 10^{-2}$
Quartär des Donautals (Holozänterrassen)	144	$1,0 \times 10^{-5}$	$9,12 \times 10^{-5}$	$7,90 \times 10^{-4}$	$5,92 \times 10^{-3}$	$1,22 \times 10^{-2}$
Quartär des Donautals (würmzeitliche Niederterrasse)	25	$9,3 \times 10^{-5}$	$1,23 \times 10^{-4}$	$8,27 \times 10^{-4}$	$2,55 \times 10^{-3}$	$4,24 \times 10^{-3}$
Quartär des Donautals (mittel- und altpleistozäne Terrassen)	137	$7,24 \times 10^{-5}$	$4,74 \times 10^{-5}$	$7,45 \times 10^{-4}$	$5,57 \times 10^{-3}$	$1,29 \times 10^{-2}$

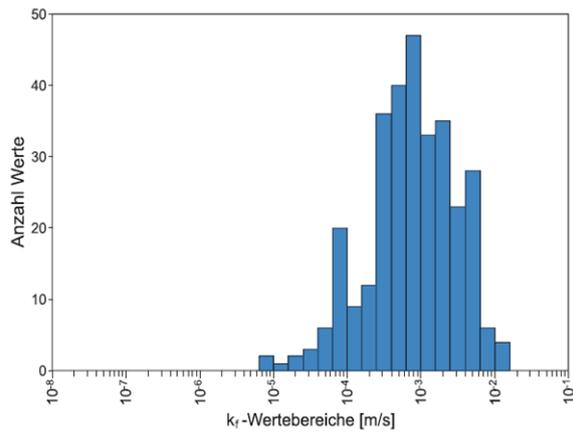


Abb. 10: Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Quartär des Donautals (Gesamt)

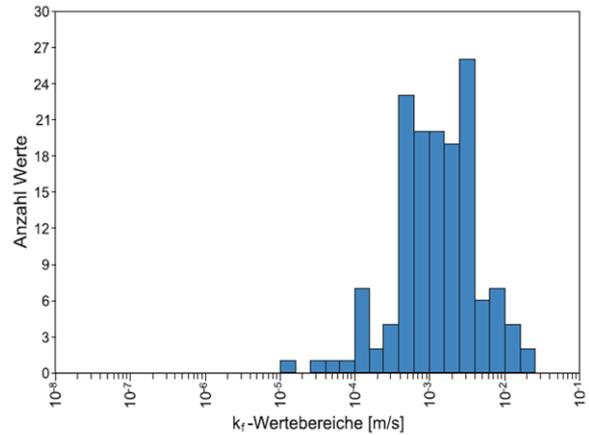


Abb. 11: Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Quartär des Donautals (Holozänterrassen)

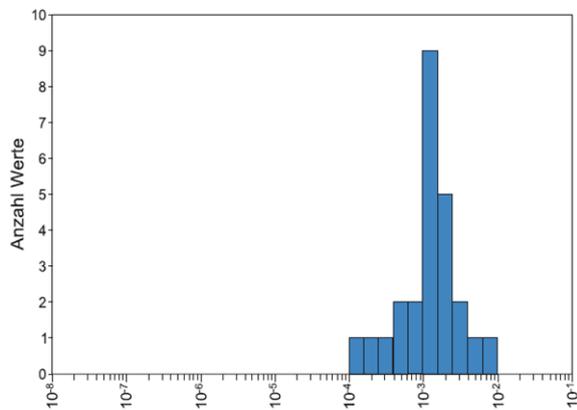


Abb. 12: Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Quartär des Donautals (würmzeitliche Niederterrasse)

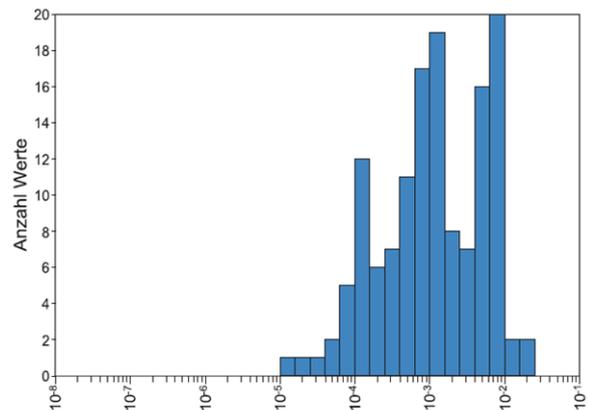


Abb. 13: Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Quartär des Donautals (mittel- und altpleistozäne Terrassen)

Für die Berechnung der Durchlässigkeitsbeiwerte der quartären Talfüllungen des Isartals standen 29 Pumpversuche zur Verfügung (aus BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2007). Auf dieser Grundlage wurde ein Median des kf-Wertes von 5×10^{-3} m/s errechnet, bei dem 90 % der Werte in einem Bereich zwischen 8×10^{-4} m/s und 3×10^{-2} m/s liegen (vgl. Abb. 14).

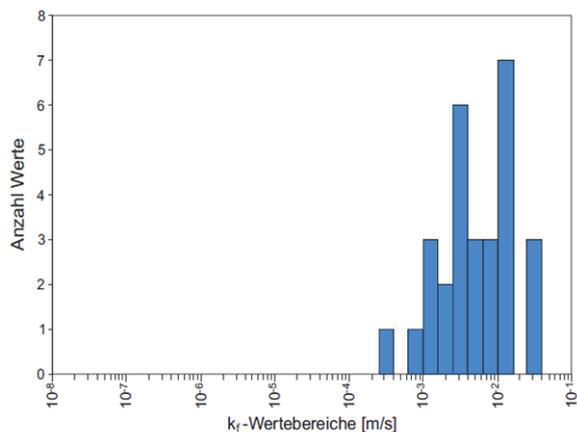


Abb. 14: Häufigkeitsverteilung der kf-Werte – Quartär des Isartals

Wichtige Grundwasserneubildungsgebiete für die quartären Grundwasserleiter sind neben jenen Bereichen, in denen sie oberflächlich anstehen, die tertiären Höhenzüge, die in die quartären Talfüllungen entwässern. Die Verteilung der quartären Grundwasserpotenziale ist Anlage 3 zu entnehmen, die Differenz zu den Potenzialen im tertiären Grundwasserleiter Anlage 5, die Flurabstände Anlage 7, die Mächtigkeiten Anlage 12 und die grundwassererfüllten Mächtigkeiten Anlage 13. Ein Austausch mit den tertiären Grundwasserleitern findet über das Leaky-Aquifer-Prinzip statt und ist in Richtung und Menge von den Potenzialunterschieden des Quartärs und Tertiärs sowie der Ausbildung der Trennschicht gesteuert.

Die quartären Grundwasserleiter (pleistozäne Terrassen und holozäne Talauen) sind hydraulisch gekoppelt. An den Terrassenkanten kommt es aufgrund von Querschnittsverengung zu Quellaustritten.

1.5.3 Grundwasserstandsentwicklung

Zur Beurteilung der Grundwasserstandsentwicklung in den Grundwasserleitern Quartär, Tertiär und Ortenburger Schotter wurden die Grundwasserganglinien von Grundwassermessstellen aus dem Landesgrundwasserdienst (LGD) herangezogen. Abb. 15 zeigt die Lage der betrachteten Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet. Dabei sind die Messstellen 7015, 7018, 7117, 7122, 7126, 15143, 15187, 15188, 15200, 15205, 18128, 19125 im Quartär, die Messstellen 7010, 7020, 15184, 15191, 15196, 15199, 15201, 15204, 19136 im Tertiär und die Messstellen 7017, 7019, 7157, 7165, 7173 im Ortenburger Schotter verfiltert.

Die Schwankungen im Grundwasserstand liegen demnach sowohl im quartären Grundwasserleiter als auch im tertiären Grundwasserleiter und dem Ortenburger Schotter bei einem bis maximal vier Metern.

Anhand der Grundwasserstandsentwicklung zeigt sich sowohl im Grundwasserleiter Quartär als auch im Tertiär seit den etwa 2000er Jahren ein deutlich fallender Trend der Grundwasserstände (Abb. 16). Wohingegen im Ortenburger Schotter bereits seit Beginn der Aufzeichnungen in der 80er Jahren an der Messstelle 7157 ein kontinuierlich fallender Trend erkennbar ist.

Alle Grundwasserganglinien der in Abb. 15 dargestellten Messstellen des Landesgrundwasserdienstes sind in Anlage 15 beigefügt.

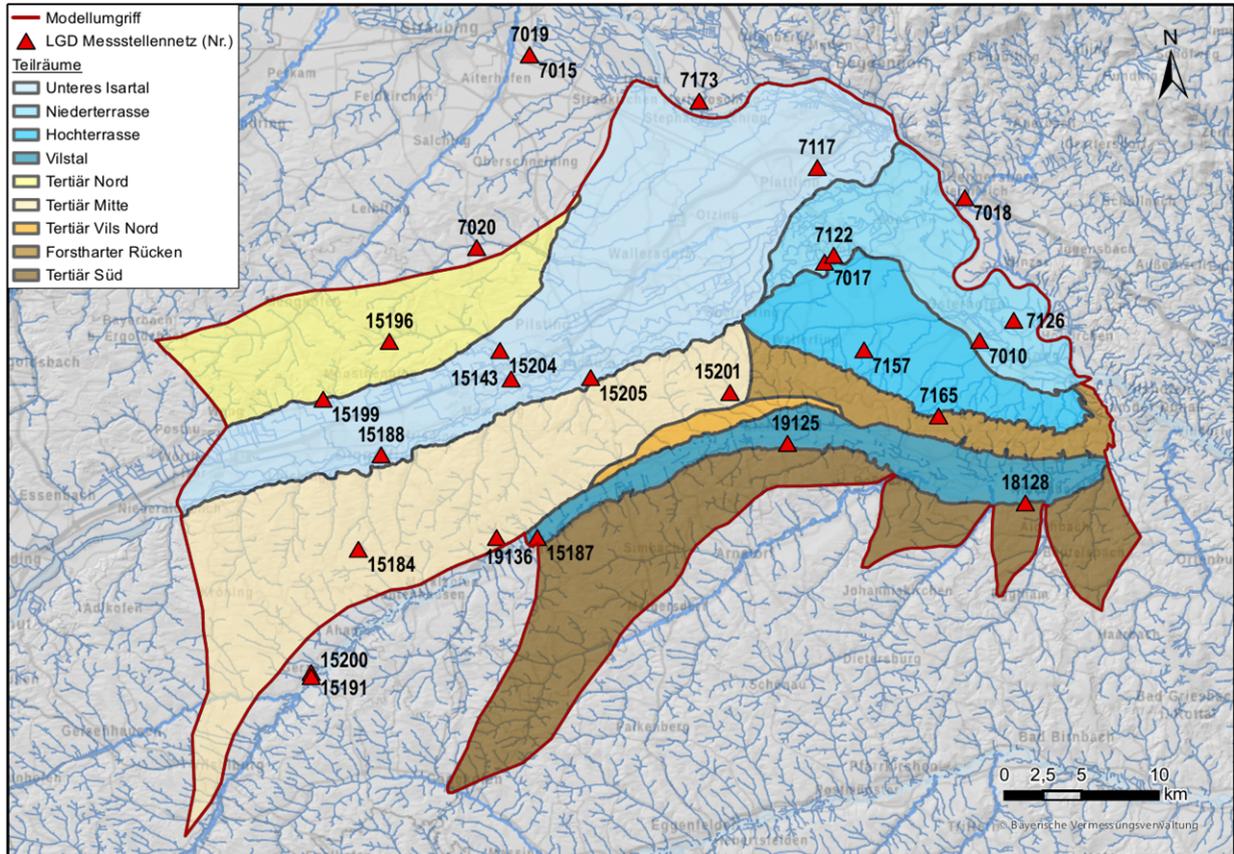


Abb. 15: Modellgebiet mit Teilräumen und Grundwassermessstellen des Landesgrundwasserdienstes (LGD)

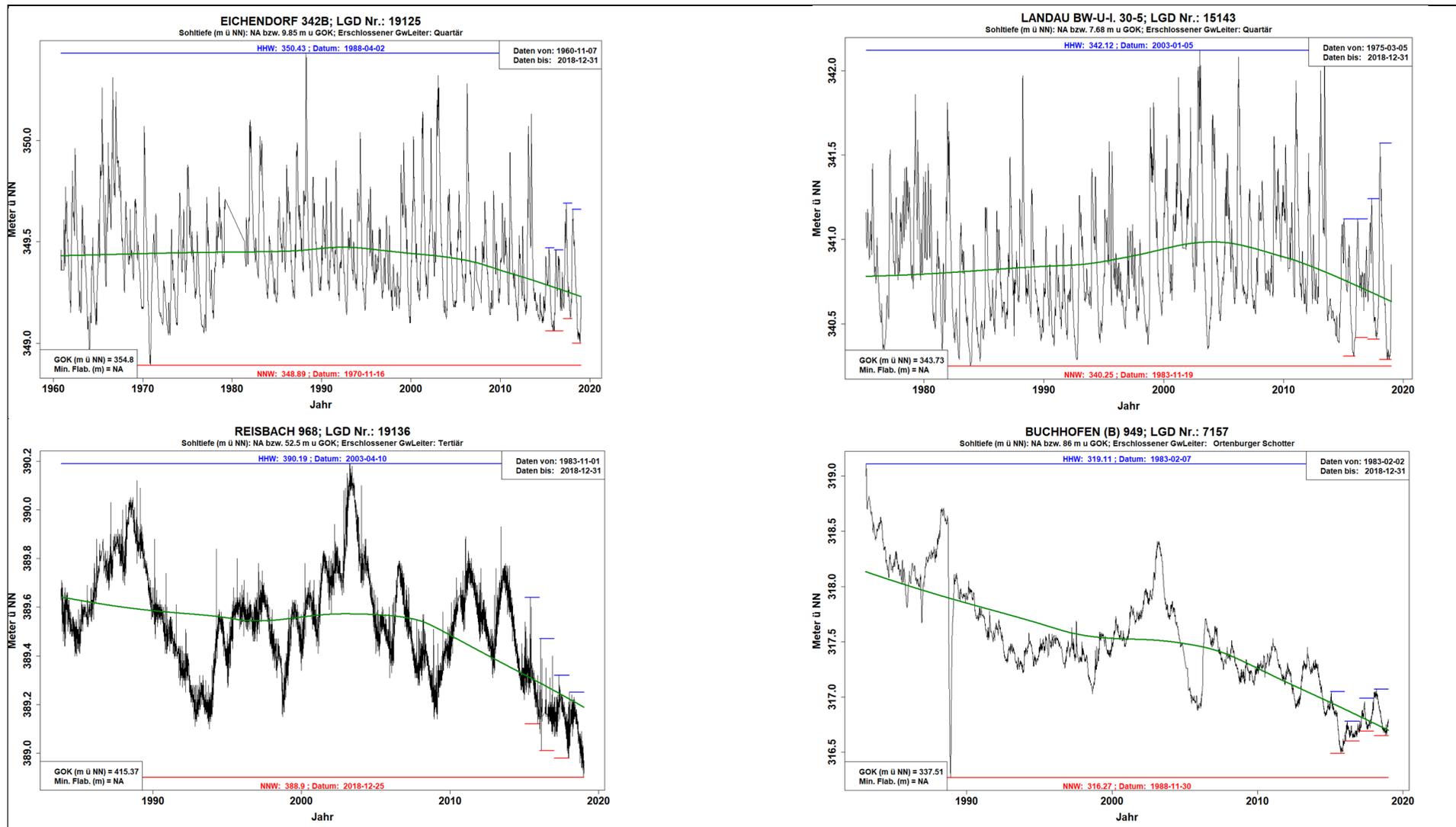


Abb. 16: Ausgewählte Grundwasserganglinien im Quartär (19125, 15143), Tertiär (19136) und Ortenburger Schotter (7157)

1.6 Oberflächengewässer

Das Fließgewässernetz weist im Untersuchungsgebiet eine stark differenzierte Ausprägung und Verteilung auf (Anlage 8). Im Nordosten wird das Untersuchungsgebiet durch die Donau begrenzt, die in diesem Bereich einen mittleren Abfluss am Pegel Hofkirchen von 638 m³/s aufweist. Während die Niederterrasse rechtsseitig der Donau von Altarmen der Donau durchzogen ist und von kleineren Gewässern, die in die Donau entwässern, durchströmt wird, weist die Hochterrasse kaum oberirdische Gewässer auf. Ihren größten Zustrom erfährt die Donau auf dieser Strecke durch die Isar.

Die Isar durchströmt in ihrem Unterlauf in nordöstlicher Fließrichtung das Untersuchungsgebiet. Ihr jährlicher mittlerer Abfluss liegt am Pegel Landau/Isar bei 169 m³/s, am Pegel Plattling kurz vor ihrer Mündung in die Donau südöstlich von Deggendorf etwas erhöht bei 173 m³/s. In diesem Abschnitt wird die Isar von mehreren kleineren Bächen und Gräben gespeist. Insbesondere die Terrassenflächen linksseitig der Isar werden von mehreren Mühlbächen parallel zum Unterlauf der Isar durchflossen, bevor sie in die Isar münden, in denen eine Vielzahl ehemaliger Wassermühlen als Wasserkraftwerke im Betrieb sind.

Die im südlichen Teil des Untersuchungsgebiets fließende Vils teilt sich auf ihrer Fließstrecke mehrmals in den neuen Vilskanal und die Altvils auf. Die langjährige mittlere Abflussmenge (MQ) beträgt in diesem Abschnitt 5,42 m³/s (Pegel Rottersdorf). Die Vils wird von zahlreichen Bächen gespeist. Als größter Zustrom im Untersuchungsgebiet ist der Kollbach zu nennen, der kurz vor der Mündung bei Kröhstorf eine mittlere jährliche Abflussmenge von 1,55 m³/s (Pegel Bruckhäuser/Kollbach) führt.

Da entlang der Grenzen des Untersuchungsgebiets weitere gewässerkundliche Pegel liegen, deren Gewässer unterhalb des Pegels ins Untersuchungsgebiet fließen, wurden diese mit in die Betrachtungen mit aufgenommen.

Die langjährigen statistischen Abflusswerte der im Untersuchungsgebiet betrachteten Pegel an den Hauptgewässern Donau, Isar und Vils und den Nebengewässern Große Vils, Kollbach, Reißingerbach und Ödbach sind in Tab. 3 sowie die Lage der dazugehörigen Pegel in Abb. 17 und Anlage 8 dargestellt.

In Kapitel 4.5 erfolgen weitere statistische Auswertungen ausgewählter Abflusspegel. Die im Untersuchungsgebiet betrachteten Pegelganglinien (Abflüsse in m³/s) sind in der Anlage 18 dargestellt.

Tab. 3: Langjährige statistische Abflusswerte an den betrachteten Pegeln

Gewässer / Pegel	NQ [m³/s]	MNQ [m³/s]	MQ [m³/s]	MHQ [m³/s]	HQ [m³/s]
Donau / Pfelling	105	200	456	1510	2670
Donau / Hofkirchen	165	301	638	1870	3320
Isar /Landshut Birket	51	83	162	533	1050
Isar mit Mühlbächen / Landau	59	88	169	573	1150
Isar mit Mühlbächen / Plattling	66	94	173	544	1180
Große Vils / Vilsbiburg	0,42	0,97	2,65	53	151
Vils / Aham	1,16	2,05	4,49	91	197
Vils / Rottersdorf	1	2,36	5,42	75	270
Vils / Grafenmühle	1,82	4,5	10,5	135	520
Kollbach / Kollbach	0,1	0,21	0,64	26	49
Kollbach / Bruckhäuser Kollbach	0,26	0,46	1,55	61	134
Reißingerbach / Wallersdorf	0,007	0,01	0,32	5,12	13,6
Ödbach / Haberkofen	0,006	0,013	0,052	1,8	5,3

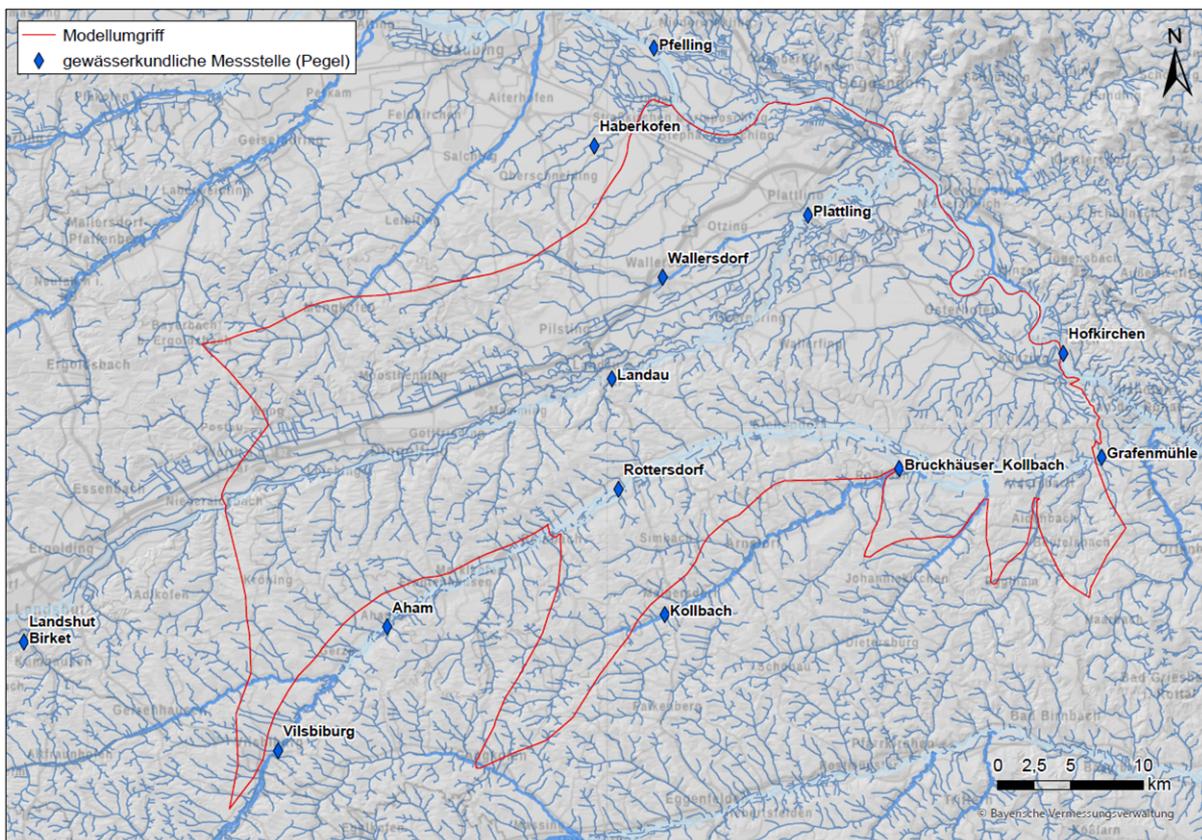


Abb. 17: Gewässerkundliche Pegel im Untersuchungsgebiet mit Daten zu Abfluss

2 Entnahmen

2.1 Grundwasserentnahmen

An den Landratsämtern wurden alle Bescheide zu Betriebswasserentnahmen sowie der privaten Trinkwasserversorgung nacherhoben und in der Fachanwendung Wasserversorgung der wasserwirtschaftlichen Datenbank „Informationssystem Wasserwirtschaft (INFO-Was) erfasst. Nur in den seltensten Fällen lagen für Entnahmen, die nicht unter die Eigenüberwachungsverordnung (EÜV) fallen, Daten zu tatsächlichen Entnahmen vor. Aus diesem Grund wurden für die Bilanzierung, sowohl für die öffentliche Wasserversorgung, als auch für Bewässerung oder sonstige Zwecke (Brauchwasser, Eigentrinkwasser, Heil- und Mineralwasser) immer die genehmigten Entnahmen herangezogen. Dadurch kann eine konservative Bewertung vorgenommen werden, da das „worst-case“ Szenario unter Ausschöpfung der maximal rechtlich genehmigten Mengen zugrunde gelegt wird. Erlaubnisfreie Entnahmen werden in der Bilanzierung nicht berücksichtigt, da hierzu keine ausreichende Datengrundlage vorhanden ist.

In Tab. 4 sind die genehmigten Grundwasserentnahmen im Untersuchungsgebiet, zugeordnet zu den jeweiligen Teilräumen (vgl. Kapitel 4.2), aufgelistet und in Tab. 6 genehmigte und tatsächliche Entnahmen gegenübergestellt. Die Verteilung der Entnahmestellen ist Anlage 1 zu entnehmen. Insbesondere in der Nähe der großen Vorfluter (Isar, Donau) ist bei einzelnen Wasserversorgungen mit einem Uferfiltratanteil zu rechnen. So wird für die Wasserversorgungsanlage Moos an der Isar, der Wasserversorgung Bayerischer Wald (WBW) ein Uferfiltratanteil zwischen <15 – 30 % angenommen (LfU-Projekt „Klimaanpassung und Wasserversorgung“). Für eine genauere Bilanzierung müssten alle Entnahmen in der Nähe der Vorfluter auf ihren Uferfiltratanteil überprüft und die grundwasserbürtigen Entnahmemengen entsprechend angepasst werden. In der vereinfachten Modellbetrachtung wurden die Uferfiltratanteile nicht berücksichtigt und dementsprechend die Entnahmemengen vollständig den jeweiligen quartären Teilräumen zugewiesen.

Die größte Anzahl an Grundwasserentnahmen befindet sich im Teilraum „Unteres Isartal“. Hierbei handelt es sich größtenteils um Bewässerungsbrunnen, die innerhalb des Teilraums sehr inhomogen verteilt sind. So weist der Bereich in Mündungsnähe eine wesentlich höhere Brunnendichte auf, als der Bereich des Isartals zwischen Landshut und Landau. Die Bewässerungsbrunnen sind überwiegend auf die vier quartären Teilräume verteilt.

Für das vorliegende Modell ist innerhalb der tertiären Teilräume vor allem der Grundwasserumsatz im Hauptgrundwasserleiter relevant. Da die wenigen, in den tertiären Teilräumen, vorhandenen Bewässerungsentnahmen flachgründig sind und sich nahezu ausschließlich in der Nähe von Fließgewässern befinden, wurden diese als Entnahmen aus schwebenden Grundwasserleitern und nicht aus dem tertiären Hauptgrundwasserleiter eingestuft. Diese werden daher als nicht bilanzrelevant geführt.

Während die tertiären Teilräume kaum für Bewässerung genutzt werden, befinden sich dort etwa 60 % der Grundwasserentnahmen zur öffentlichen Wasserversorgung. Der Rest teilt sich auf die quartären Teilräume Niederterrasse und Unteres Isartal Nord-Ost2 auf, wobei der größte Anteil auf die Niederterrasse entfällt. Entnahmen, die innerhalb der quartären Teilräume liegen, aber Tiefengrundwasser nutzen, wurden als nicht bilanzrelevant eingestuft und bei der Grundwasserbilanz nicht berücksichtigt.

Aufgrund seiner hohen Ergiebigkeit wird der Ortenburger Schotter von mehreren Wassergewinnungsanlagen zur Trinkwasserförderung genutzt. Diese befinden sich im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets, da die Ausbreitung des Ortenburger Schotters sich auf diesen Teil beschränkt (vgl. Anlage 2).

In Tab. 5 sind die Wassergewinnungsanlagen aufgelistet, die aktuell den Ortenburger Schotter oder kleinere tertiäre Grundwasserleiter, die diesen speisen, nutzen

Die Beschreibung der Unterteilung der Teilräume ist dem Kapitel 4.3 "Horizontale Abgrenzung des Modellraums und der Teilräume,, zu entnehmen.

Tab. 4: Genehmigte bilanzrelevante Grundwasserentnahmen [m³/a] unterteilt auf die Teilräume

Teilraum	Bewässerung	Sonstige	Öffentliche Wasserversorgung	Gesamt
Tertiär Nord 1			1.420.000	1.420.000
Tertiär Nord 3			20.000	20.000
Gesamt - Tertiär Nord			1.440.000	1.440.000
Unteres Isartal West	78.060	680.115		758.175
Unteres Isartal Mitte	844.012	176.513		1.020.525
Unteres Isartal Wallersdorf 1	634.394	30.000		664.394
Unteres Isartal Wallersdorf 2	319.498	3.500		322.998
Unteres Isartal Ost	446.448	100.000		546.448
Unteres Isartal Nord-Ost 1	671.700	50		671.750
Unteres Isartal Nord-Ost 2	924.585	988.950	1.003.650	2.917.185
Gesamt - Unteres Isartal	3.918.697	1.979.128	1.003.650	6.901.475
Tertiär Mitte		130.400	3.665.000	3.795.400
Vilstal West	1.093.900	32.800		1.126.700
Vilstal Ost	297.083	84.500		381.583
Gesamt - Vilstal	1.390.984	117.300		1.508.284
Tertiär Süd 1		309.000	1.746.800	2.022.885
Tertiär Süd 2		105.000	136.000	136.050
Gesamt - Tertiär Süd		414.000	1.882.800	2.158.935
Hochterrasse Isar	189.673			189.673
Hochterrasse	1.414.027	24.635		1.438.662
Gesamt - Hochterrasse	1.603.700	24.635		1.628.335
<i>davon Osterhofener Patte gem. WWA</i>	<i>1.564.815</i>	<i>20.100</i>		<i>1.584.915</i>
Niederterrasse	1.354.690	185.170	3.500.000	5.039.860
<i>davon Osterhofener Patte gem. WWA</i>	<i>198.200</i>	<i>400</i>		<i>198.600</i>
Gesamt	8.268.071	2.720.233	11.491.450	22.479.754

Tab. 5: Grundwasserentnahmen im Ortenburger Schotter und assoziierten tertiären Grundwasserleitern

WGA Name	Genehmigte Entnahmemenge [m³/a]	Grundwasserleiter
Reutholz	200.000	Tertiär (undifferenziert)
Hennermais	157.680*	Tertiär (undifferenziert)
BUCHHOFEN	50.000	Ortenburger Schotter
Tiefbrunnen SEVERIN-Quelle Obergessenbach	20.000	Ortenburger Schotter
WV Stadt Plattling	30.000	Ortenburger Schotter
Brunnen Niederpoering	60.000	Ortenburger Schotter
BRAUEREIGELAENDE	220.000	Ortenburger Schotter
Gesamt	737.680	

* Wert wurde von l/s hochgerechnet

Tab. 6: Anteil der Grundwasserentnahmen mit dokumentierten Messdaten, sowie Ausschöpfungsgrad der genehmigten Entnahmemengen

	Öffentliche Wasserversorgung	Bewässerung	Sonstige
Realentnahmen [m³/a]	9.952.376	68.910	1.822.294
genehmigte Entnahmen [m³/a]	12.985.500	191.352	2.472.381
Ausschöpfung der Genehmigung [%]	76,6	36,0	73,7
Gesamtzahl der Wasserfassungen	63	1429	125
Anzahl Wasserfassungen mit dokumentierten Entnahmemengen	56	18	33
Anteil der Wasserfassungen mit dokumentierten Entnahmemengen [%]	88,9	1,3	26,4

Über die im Rahmen des Projektes erfassten genehmigten Entnahmemengen hinaus gibt es eine Vielzahl von erlaubnisfreien Entnahmen gem. § 46 WHG bzw. Art. 29 BayWG im Untersuchungsgebiet. Bei diesen, überwiegend zur Gartenbewässerung genutzten Brunnen, ist von einer Zahl im mittleren dreistelligen Bereich innerhalb der Grenzen des Untersuchungsgebietes auszugehen. Diese Entnahmemengen konnten nicht quantifiziert werden und werden daher nicht in der Bilanzierung berücksichtigt.

In den Entnahmebescheiden zu Bewässerungszwecken sind zum Teil Angaben zu den zugeordneten bewässerten Flurstücken enthalten. Diese sind in Anlage 17 dargestellt. Grundsätzlich liegen jedoch nicht für alle Bewässerungsentnahmen Angaben zu den entsprechend zu bewässerten Flurstücken vor.

2.2 Oberflächengewässerentnahmen

Analog zu den Grundwasserentnahmen, wurden an den zuständigen Landratsämtern Oberflächengewässerentnahmen erfasst (Abb. 18). Die im Bericht verwendeten Daten zu Oberflächengewässerentnahmen beruhen auf einer Abfrage aus der wasserwirtschaftlichen Datenbank „Informationssystem Wasserwirtschaft (INFO-Was)“, Datenstand Juli 2022. Innerhalb des Modellraums umfassen die genehmigten Oberflächengewässerentnahmen 13,4 Mio. m³/a, hiervon entfallen allein 13,2 Mio. m³/a auf Entnahmen aus der Isar, bei denen es sich vorwiegend um industrielle Nutzungen handelt. Hierbei kann es sich teilweise um Entnahmen mit Rückleitung in das Gewässer handeln. Eine Unterscheidung diesbezüglich wurde nicht vorgenommen. Insgesamt werden 0,4 Mio. m³/a für Bewässerungszwecke verwendet, der Großteil hiervon wird aus der Vils entnommen (Tab. 8).

In Tab. 7 sind die genehmigten Oberflächengewässerentnahmen im Untersuchungsgebiet, zugeordnet zu den jeweiligen Teilräumen (vgl. Kapitel 4.2) und in Tab. 8 mit Zuordnung zu den großen Gewässern Isar und Vils aufgelistet.

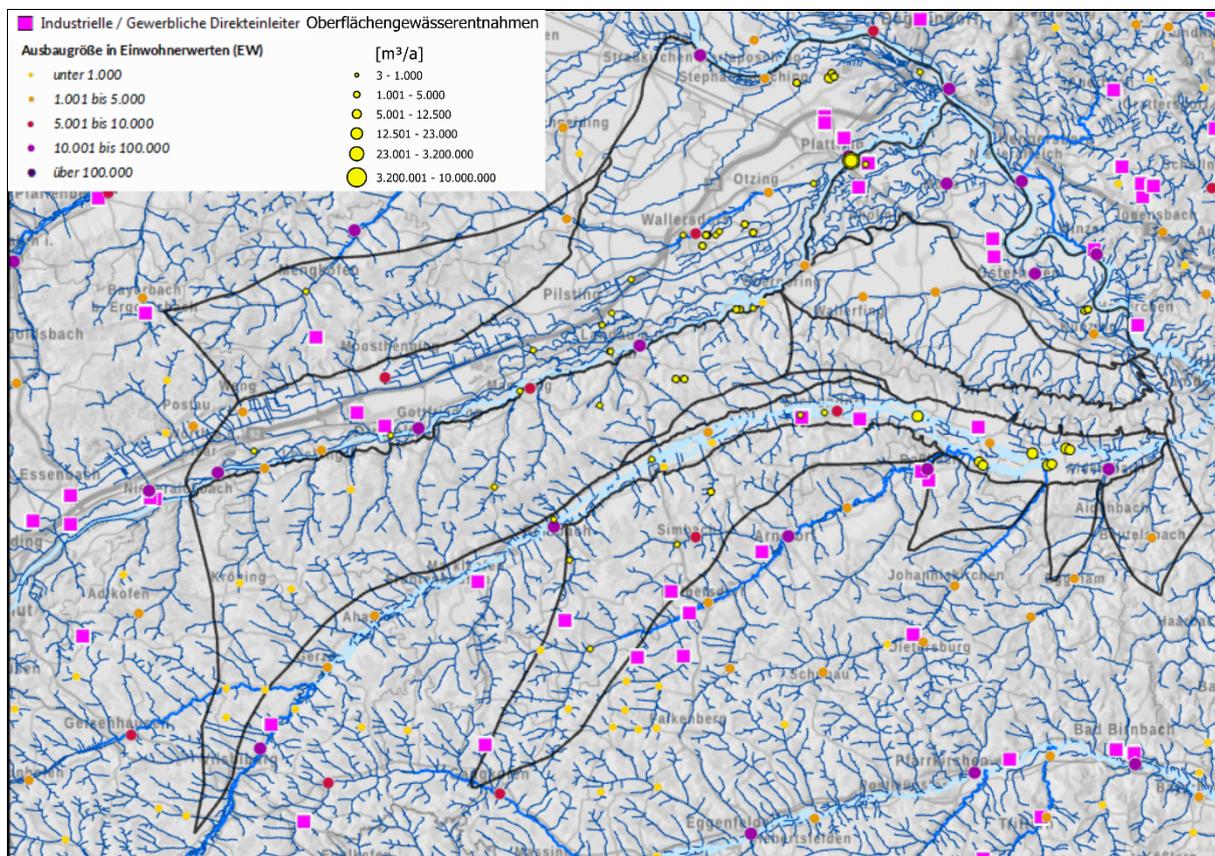


Abb. 18: Verteilung der Oberflächenwasserentnahmen (gelb), sowie Einleitungen kommunaler und industrieller Abwasserbehandlungen

Tab. 7: Genehmigte Oberflächengewässerentnahmen [m³/a] unterteilt auf die Teilräume

Teilraum	Bewässerung	Sonstige	Gesamt
Tertiär Nord 2	23		23
Unteres Isartal West	45	16	60
Unteres Isartal Mitte	7.007		5.403
Unteres Isartal Wallersdorf 1	6.042	4.000	10.042
Unteres Isartal Wallersdorf 2	4.000		4.000
Unteres Isartal Ost	1.000	13.200.000	13.201.000
Unteres Isartal Nord-Ost 2	13.100	200	13.300
Gesamt Unteres Isartal	31.194	13.204.216	13.235.410
Tertiär Mitte	6.122		6.122
Vilstal West	22.234		22.234
Vilstal Ost	113.080		113.080
Gesamt Vilstal	135.314		135.314
Tertiär Süd 1	2.068		2.068
Niederterrasse	6.100		6.100
Gesamtergebnis	180.821	13.204.216	13.385.037

Tab. 8: Genehmigte Oberflächengewässerentnahmen aus Fließgewässern [m³/a] aufgeteilt auf Isar und Vils

Oberflächengewässerentnahmen	Bewässerung	Sonstige	Gesamt
Isar	6.798	13.200.000	13.206.798
Vils	113.194		113.194
Gesamt	119.992	13.200.000	13.319.992

3 Dargebotsbewertung in der Wasserwirtschaft

Bei der Grundwasserdargebotsbewertung ist der mengenmäßige Zustand eines (Teil-)Bilanzgebietes zu betrachten. Hierbei ist die Kenntnis aller Einflussgrößen einer Grundwasserbilanz zur Ermittlung des verfügbaren Grundwasserdargebots und eine der Bewertung entsprechend notwendigen Abgrenzung von (Teil-)Bilanzräumen erforderlich. Im Rahmen einer Grundwasserdargebotsbetrachtung spielen neben der Grundwasserneubildung und den bereits vorhandenen Entnahmen auch Randzu- und -abströme sowie die Interaktion mit Oberflächengewässern und dadurch bedingte Uferfiltratanteile eine Rolle. Wieviel Grundwasser entnommen werden kann, hängt zudem von weiteren Parametern ab, die zur Beurteilung des mengenmäßigen Zustands eines (Teil-)Bilanzraums heranzuziehen sind, insbesondere Grundwasserganglinienanalysen, Wasserbilanzbetrachtungen, grundwasserabhängige Oberflächengewässer und/oder Landökosysteme.

In die Grundwasserdargebotsbewertung fließen die Bilanzkomponenten Grundwasserneubildung, Randzustrom, Uferfiltratanteile und Grundwasserentnahmen aus der hydrogeologischen Modellvorstellung ein. Die maximale Bewirtschaftungsmenge und damit das nutzbare Grundwasserdargebot in einem (Teil-)Bilanzgebiet entspricht der sogenannten gebietsspezifischen Wassermenge.

$$\text{gebietsspezifische Wassermenge} = \text{maximal 30 \% Grundwasserneubildung} + \text{Randzustrom} + \text{Uferfiltratanteil} - \text{bestehende Entnahmen}$$

Die Berücksichtigung des Anteils der Grundwasserneubildung ist abhängig vom vorhandenen Grundwasserdargebot und ggf. entsprechend zu reduzieren, wenn dies aus Gründen der Bewirtschaftung des Grundwasserleiters erforderlich ist. In Anlehnung an das EG-WRRL-Kriterium zur Einschätzung des Risikos, den guten mengenmäßigen Zustand des Grundwasserkörpers zu verfehlen, dürfen maximal 30 % der Grundwasserneubildung als Orientierungswert bei der Beurteilung und nur bei ausreichendem Grundwasserdargebot angesetzt werden. Die Bilanzkomponenten Randzustrom und Uferfiltrat sind nur in den Fällen anzuwenden, in denen gesicherte Erkenntnisse vorhanden sind. Für den Randzustrom gilt ein Orientierungswert von 30 % des Gesamttrandzustroms. Abweichungen davon sind grundsätzlich möglich (z.B. höherer Anteil bei gut gestützten Grundwasserleitern, geringerer Anteil bei langfristig sinkenden Grundwasserständen, Nutzungskonflikten oder negativen Umweltauswirkungen). Für eine Zustandsbewertung sind zudem weitere Parameter, wie zum Beispiel die Entwicklung von Grundwasserganglinien, zu berücksichtigen und ggf. auf dieser Grundlage die maximalen Orientierungswerte zu reduzieren.

Die maximale gebietsspezifische Wassermenge gilt als maximale Bewirtschaftungsmenge im definierten Teileinzugsgebiet. Sofern (Teil-)Bilanzräume eine Übernutzung des nutzbaren Grundwasserdargebots anzeigen, kann im Rahmen der Bewirtschaftung die Einteilung in ein Risikogebiet notwendig werden. Für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen ist darin ggf. ein erweitertes Grundwassermonitoring, die Festlegung von minimalen Grenzgrundwasserständen und/oder eine Anpassung der Entnahmemengen erforderlich.

4 Erstellung des hydrogeologischen Modells

4.1 Methodik

Zur Erstellung des hydrogeologischen Modells wurde zunächst der Modellraum mit äußeren Randbedingungen 1. Art (Vorgabe eines Festpotentials) und 2. Art (Vorgabe eines Zu- und Abflusses, welcher gleich Null gesetzt wird – No-flow-Randbedingung) abgegrenzt (Abb. 20, Anlage 10). Im nächsten Schritt erfolgte aufgrund der naturräumlichen Verhältnisse die Unterteilung des Modellraumes in mehrere Teilräume für die oberflächennahen Grundwasserleiter. Zusätzlich konnten die Ortenburger Schotter abgegrenzt werden. Die Wechselwirkung dieser Räume untereinander sowie der Einfluss der Modellränder wurden in Form von Randzu- und Randabströmen sowie Zu- und Aussickerung festgelegt. Zur Gliederung des Modellraumes und der Bestimmung der genannten Wechselwirkungen wurde die Quartärunterkante in den vier quartären Aussagegebieten auf Basis von 1770 Bohrdaten in einem 200 m x 200 m Raster modelliert. Bei der Interpolation der Quartärunterkanten wurden nur geprüfte Bohrungen des Bodeninformationssystems Bayerns (BIS) in den jeweiligen Aussagegebieten berücksichtigt (Abb. 20, Anlage 9). Für die Abschätzung der Randzuflüsse musste die wassererfüllte Quartärmächtigkeit ermittelt werden. Dazu wurden die Grundwassergleichen der Hydrogeologischen Karte (HK50) mit den modellierten Quartärunterkanten verschnitten (Anlage 12).

4.2 Vertikale Abgrenzung des Modellraums

Für das Isar- und Vilstal stellen die angrenzenden tertiären Flanken wichtige Grundwasserneubildungsgebiete dar. Aus der Hydrogeologischen Karte (vgl. Anlage 3) lässt sich anhand der Grundwassergleichen des Tertiärs entnehmen, dass dieses mit den quartären Sedimenten der großen Flusstäler in hydraulischen Kontakt steht. Es wird angenommen, dass das im tertiären Hauptgrundwasserstockwerk neugebildete Grundwasser den quartären Grundwasserleitern zuströmt bzw. teilweise unmittelbar in den Vorflutern abströmt. Dies ist schematisch dem in Abb. 19 dargestellten Blockbild zu entnehmen, welches exemplarisch die Interaktion zwischen den quartären Ablagerungen in den Flusstälern und deren tertiäre Einzugsgebiete verdeutlicht. Um den Randzustrom aus dem Tertiär korrekt zu erfassen, muss der tertiäre Hauptgrundwasserleiter im Detail bilanziert werden. Tiefere hydrogeologische Einheiten des Tertiärs wurden im hydrogeologischen Modell nicht bilanziert, da weder zum Einzugsgebiet, noch zu deren Entlastungszonen genaue Kenntnisse vorliegen.

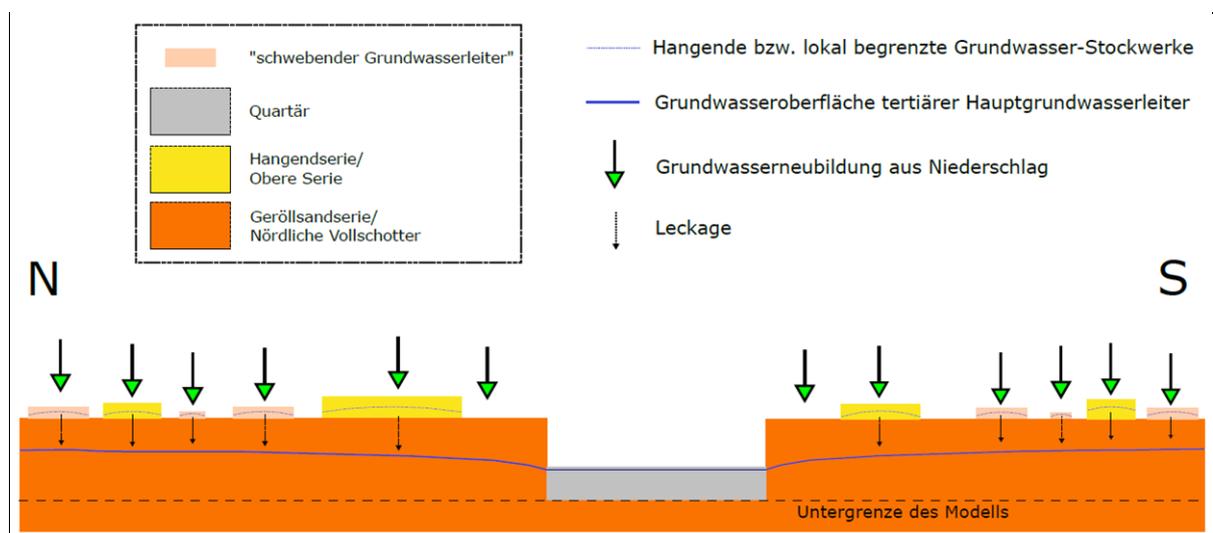


Abb. 19: Blockbild der quartären Flusstäler und deren tertiäre Einzugsgebiete im hydrogeologischen Modell

4.3 Horizontale Abgrenzung des Modellraums und der Teilräume

Die Abgrenzung des Modellraums erfolgte neben hydraulischen und hydrogeologischen Aspekten auch im Hinblick auf die Konzentration von Grundwasserentnahmen.

Im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets speist der tertiäre Grundwasserleiter von Norden und Süden das Quartär des Isartals und wurde somit in die Betrachtung mit aufgenommen. Im südlichen bis südöstlichen Bereich des Projektgebiets wird das Quartär des Vilstals ebenfalls von dem südlich angrenzenden tertiären Grundwasserleiter gespeist. Alle Grenzen, die im Tertiär liegen, verlaufen entlang von Grundwasserscheiden und entsprechen damit einer No-flow-Randbedingung. Im Norden verläuft die Grenze des Bilanzraums ebenfalls entlang einer Grundwasserscheide im Tertiär, welche sich im Quartär zur Donau hin fortsetzt. Jene Bereiche im Tertiär, die in die lokalen Vorfluter (Kollbach, Sulzbach, Aldersbach und Teilstrecke der Vils) entwässern, wurden ausgeschlossen. Es wird angenommen, dass die gesamte Grundwasserneubildung dem quartären Grundwasserleiter bzw. den Vorflutern Isar und Vils zugerechnet werden kann.

Das Modellgebiet wurde nach hydrogeologischen Kriterien in regionale Teilräume unterteilt (Abb. 20) und die jeweiligen oberflächennahen und hydraulisch verbundenen Schichten zu einem Grundwasserleiter zusammengefasst. Für eine detaillierte Abgrenzung in Hinblick auf das Wasserdargebot in den Schwerpunktgebieten von Bewässerungsentnahmen wurden diese Gebiete weiter unterteilt (Abb. 21, Tab. 9 und Anlage 10). Die detaillierten Abgrenzungen innerhalb der regionalen Teilräume orientieren sich im Wesentlichen anhand von Randstromlinien. Ausnahme bildet das Vilstal, bei dem der östliche und westliche Teilraum durch eine Grundwassergleiche getrennt wurde.

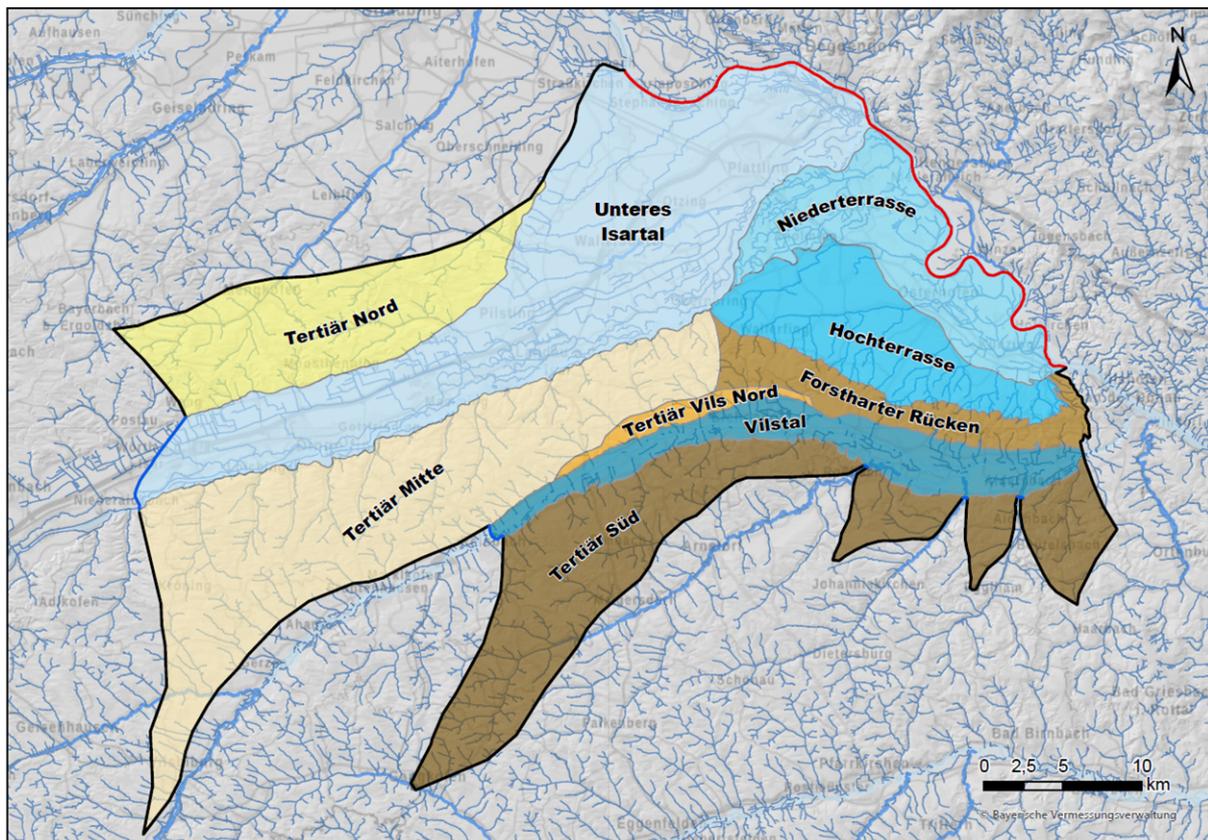


Abb. 20: Modellgebiet mit Teilräumen und Randbedingungen (Schwarz=No flow, Blau=Zufluss, Rot=Abfluss)

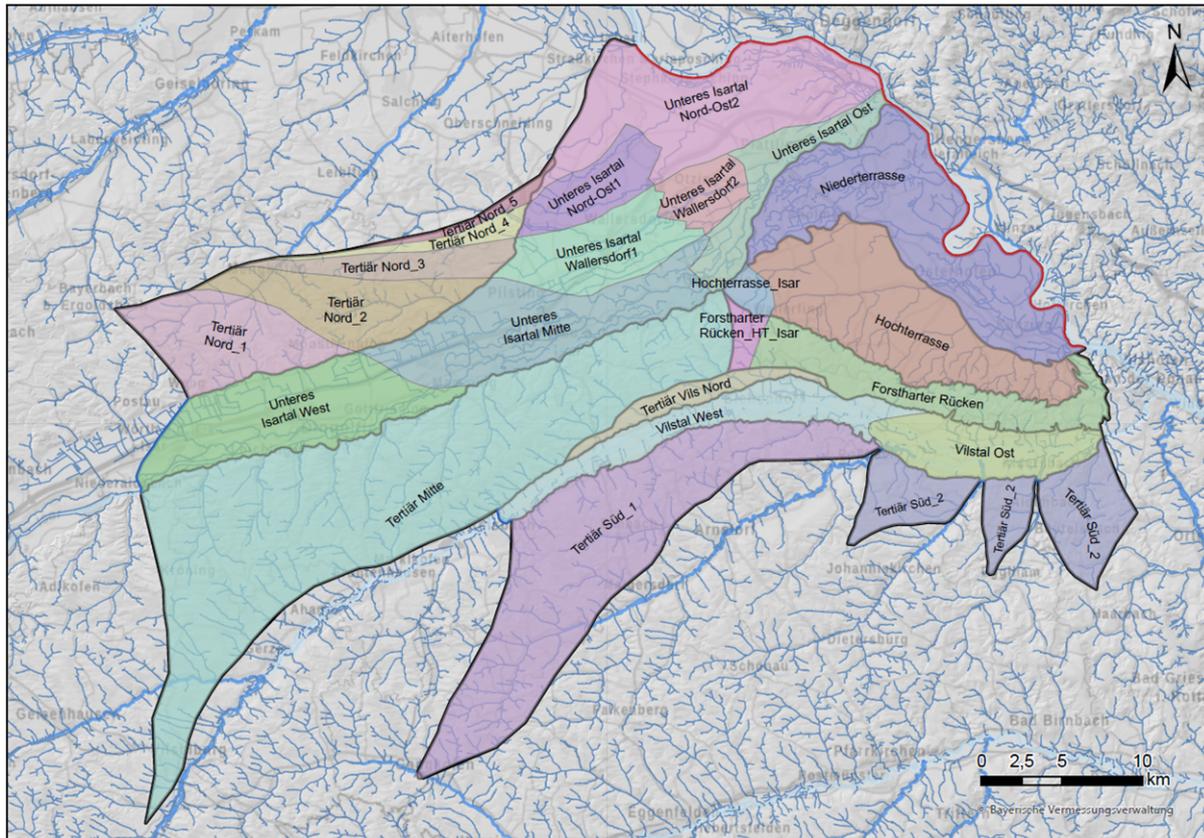


Abb. 21: Modellgebiet mit Teilräumen – detaillierte Unterteilung – und Randbedingungen (Schwarz=No flow, Blau=Zufluss, Rot=Abfluss)

Tab. 9: Bezeichnung der einzelnen Teilräume und deren Flächenausdehnung

Teilraum	Teilraumunterteilung	Fläche [km²]
Tertiär Nord	Tertiär Nord 1	54
	Tertiär Nord 2	48
	Tertiär Nord 3	24
	Tertiär Nord 4	11
	Tertiär Nord 5	7
Unteres Isartal	Unteres Isartal West	78
	Unteres Isartal Mitte	81
	Unteres Isartal Wallersdorf 1	44
	Unteres Isartal Wallersdorf 2	19
	Unteres Isartal Ost	34
	Unteres Isartal Nord-Ost 1	28
	Unteres Isartal Nord-Ost 2	102
Tertiär Mitte	Tertiär Mitte	312
Tertiär Vils Nord	Tertiär Vils Nord	16
Vilstal	Vilstal Ost	41
	Vilstal West	48
Tertiär Süd	Tertiär Süd 1	163
	Tertiär Süd 2	70
Forstharter Rücken	Forstharter Rücken HT Isar	7
	Forstharter Rücken	52
Hochterrasse	Hochterrasse Isar	6
	Hochterrasse	102
Niederterrasse	Niederterrasse	115

Für den Bereich Osterhofener Platte liegt eine Abgrenzung des WWA Deggendorf vor, die ohne Berücksichtigung hydrogeologischer Kriterien nach landwirtschaftlicher Nutzfläche und Verwaltungsgrenzen vorgenommen wurde (Abb. 22). Für dieses Gebiet wird der Grundwasserumsatz in den Bilanzbetrachtungen gesondert dargestellt.

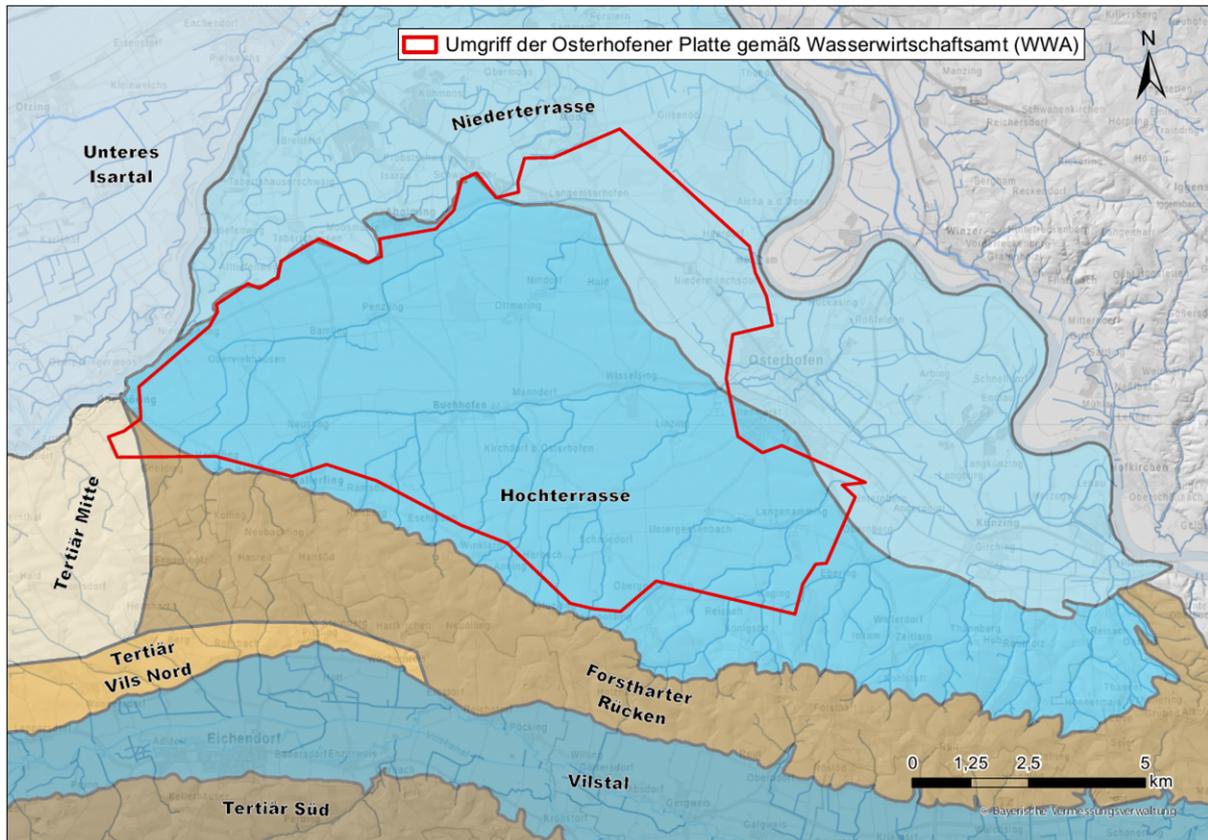


Abb. 22: Umgriff der Osterhofener Platte (Rot) gemäß Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und Teilraumabgrenzung gemäß hydrogeologischem Modell

4.3.1 Unteres Isartal, Tertiär Nord und Tertiär Mitte

Unteres Isartal

Der Teilraum „Unteres Isartal“ umfasst fluviatile, quartäre Bildungen, die das Tertiär überlagern. Im westlichen Bereich des Isartals besteht das unterlagernde Tertiär größtenteils aus den Schichten der nördlichen Vollschotterabfolge, die als Grundwasserleiter angesehen werden können. Die westliche Begrenzung wird mit einer Festpotentialgrenze definiert worüber ein Zustrom in das Modellgebiet erfolgt. Im östlichen Teil des Isartals wird das Quartär von den geringleitenden Schichten der Oberen Süßwassermolasse unterlagert. Im Osten, an der Grenze zur Donau, erfolgt ein Abstrom aus dem Modellgebiet. Nach Süden hin wird der Teilraum von der Isar bzw. den steil ansteigenden Hängen des Tertiärs und im äußersten Osten vom Übergang zur Hoch- und Niederterrasse begrenzt. Die Fläche des Teilraums beläuft sich auf 386 km². Zur Modellierung der Unterkante des zusammengefassten quartären Grundwasserleiters wurden 1.058 Bohrungen herangezogen. Die Interpolation der Quartärunterkante erfolgte für alle Aussagegebiete („Unteres Isartal“, „Vilstal“, „Hochterrasse“ und „Niederterrasse“) mit dem Natural Neighbour Verfahren. Die mittlere Mächtigkeit des quartären Grundwasserleiters im Teilraum „Unteres Isartal“ beträgt 7,8 m und die mittlere grundwassererfüllte Mächtigkeit 4,4 m.

Tertiär Nord

Der Teilraum „Tertiär Nord“ mit einer Fläche von rund 144 km² wird im Norden durch eine Grundwasserscheide begrenzt. Nach Süden wurde eine Abgrenzung durch den Übergang zu den quartären Bildungen des Teilraums „Unteres Isartal“ getroffen. Im Westen wird der Teilraum durch die Modellgebietsgrenze (No-flow-Randbedingung) begrenzt. Es wird angenommen, dass die Grundwasserneubildung abzüglich der lokalen Entnahmen dem Teilraum „Unteres Isartal“ zuströmt.

Tertiär Mitte

Der Teilraum „Tertiär Mitte“ wird im Westen von der Modellgebietsgrenze (No-flow-Randbedingung), im Norden von der Isar bzw. den quartären Bildungen des Isartals und im Süden vom Quartär des Vilstals bzw. dem in Richtung Vilstal entwässernden Teil des Tertiärs begrenzt. Die östliche Grenze verläuft entlang einer No-flow-Randbedingung am Übergang zum Teilraum „Forstharter Rücken“, der in Richtung Hochterrasse und z.T. in Richtung Isar (Unteres Isartal) entwässert. Der Teilraum hat eine Fläche von 312 km². Es wird angenommen, dass die Grundwasserneubildung abzüglich der lokalen Entnahmen in die, an der Nordgrenze verlaufende, Isar exfiltriert.

4.3.2 Vilstal, Tertiär Süd und Tertiär Vils Nord

Vilstal

Der Teilraum „Vilstal“ wird im Westen von der Modellgebietsgrenze (Festpotential) begrenzt. An dieser Stelle findet ein Zustrom in den Modellraum statt. Die nördliche Grenze verläuft entlang des Übergangs zum Tertiär. Im Osten, wo die Vils den Modellraum verlässt, erfolgt die Abgrenzung an der Modellgebietsgrenze entlang des anstehenden Kristallins. In Richtung Süden wird der Teilraum am Übergang zum südlich anschließenden Tertiärrücken bzw. senkrecht zu den von Süden her in das Vilstal mündenden Tälern des Kollbachs, Sulzbachs und Aldersbachs abgegrenzt. Die Fläche des Teilraumes beläuft sich auf 89 km². Es wurden 250 Bohrungen zur Modellierung der Quartärunterkante des Vilstals herangezogen. Die mittlere Mächtigkeit des Vilsquartärs beträgt 6,9 m und die mittlere grundwassererfüllte Mächtigkeit 3,7 m.

Tertiär Süd

Der Teilraum des „Tertiär Süd“ wird im Norden von den quartären Bildungen des Vilstals begrenzt. Alle übrigen Grenzen ergeben sich aus Grundwasserscheiden (No-flow-Randbedingung) und aus der bereits erwähnten Aussparung der Täler des Kollbachs, Sulzbachs und Aldersbachs. Der Teilraum „Tertiär Süd“ hat eine Fläche von 233 km².

Tertiär Vils Nord

Der Teilraum „Tertiär Vils Nord“ wurde im Norden hinsichtlich hydrogeologischer Einheiten auf Grundlage der Hydrogeologischen Karte 1:100 000 der Planungsregion 13 (LFU 2007) abgegrenzt. Im Süden erfolgt die Abgrenzung am Übergang zum Quartär des Vilstals. Es handelt sich um den einzigen Teilraum, der von Norden her in den Teilraum „Vilstal“ entwässert. Die Fläche beträgt 16 km².

4.3.3 Niederterrasse im Donautal

Der Teilraum „Niederterrasse“ umfasst die würmzeitlichen und holozänen Schotter im Donautal. Im Norden wird der Teilraum vom Isartal, im Osten von der Donau und im Westen und Süden von der Hochterrasse begrenzt. Die Donau stellt die Vorflut für diesen Teilraum dar und damit einen Abstrom aus dem Modellgebiet. Nebst der flächenhaften Grundwasserneubildung aus Niederschlag wird der Teilraum „Niederterrasse“ auch vom Teilraum „Hochterrasse“ sowie dem tieferliegenden Ortenburger Schotter gespeist. Der Teilraum erstreckt sich über eine Fläche von rund 115 km². Zur Modellierung der Unterkante des quartären Grundwasserleiters wurden 498 Bohrungen herangezogen. Die mittlere Mächtigkeit beträgt 8,6 m und die mittlere grundwassererfüllte Mächtigkeit 6,4 m.

4.3.4 Hochterrasse mit Osterhofener Platte

Der Teilraum „Hochterrasse“ wird in Richtung Nordwesten, Norden und Nordosten von der Terrassenkante zur Niederterrasse hin abgegrenzt. In Richtung Süden erfolgt eine Abgrenzung entlang dem Übergang der pleistozänen Schotter zum Tertiär des Forstharter Rückens sowie zum anstehenden Kristallin. Im äußersten Westen befindet sich die Isar als Grenze zum Quartär des unteren Isartals.

Der Teilraum umfasst die löß- bzw. lößlehmüberdeckte rißzeitliche Hochterrasse sowie die mindelzeitlichen, ebenfalls überdeckten, Jüngeren Deckenschotter. Entsprechend der quartären Grundwassergleichen entwässert das auf einer Fläche von 108 km² im Teilraum „Hochterrasse“ neugebildete Grundwasser in den Teilraum „Niederterrasse“ und zu geringen Anteilen vom innerhalb der Hochterrasse abgegrenzten Teilraum „Hochterrasse Isar“ in Richtung Isar. Zur Modellierung der Unterkante des quartären Grundwasserleiters wurden 43 Bohrungen herangezogen. Die mittlere Mächtigkeit beträgt 14,9 m und die mittlere grundwassererfüllte Mächtigkeit 3,6 m.

4.3.5 Forstharter Rücken

Der Teilraum „Forstharter Rücken“ wird nach Westen hin durch eine No-flow-Randbedingung, die den Tertiärbereich zwischen Vils- und Isartal in einen in Richtung Isar und einen in Richtung Teilraum „Hochterrasse“ entwässernden Bereich teilt, abgegrenzt. Die Abgrenzung nach Nordosten erfolgt entlang des Übergangs zum Quartär des Teilraums „Hochterrasse“. Im Osten wird der Teilraum durch eine Oberflächenwasserscheide im anstehenden Kristallin und im Süden durch das Quartär des Vilstals begrenzt. Entsprechend der aus den Grundwassergleichenkarten abgeleiteten Grundwasserfließrichtung entwässert das überwiegende in diesem Teilraum neugebildete Grundwasser in Richtung Norden, ein geringer Anteil, der durch den Teilraum „Forstharter Rücken HT Isar“ abgegrenzt wird, entwässert in Richtung Isar. Der Teilraum „Forstharter Rücken“ hat eine Fläche von rund 59 km².

4.4 Flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag

Die flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist für die Gesamtbilanzierung des Dargebots von zentraler Bedeutung und stellt hier das Ergebnis der Bodenwasserhaushaltsmodellierung mit dem Modell GWN-BW (Vers. 3.1) unter anschließender Verrechnung des modellierten Gesamtabflusses mit dem flächenhaften Baseflow-Index (BFI) dar (Gleichung 1).

Grundwasserneubildung = Gesamtabfluss x BFI

Gleichung 1

Die Modellergebnisse des Gesamtabflusses im Untersuchungsgebiet für das langjährige Mittel 1971-2000 und das reduzierte Dargebot 2012-2021 sind in Abb. 23 dargestellt.

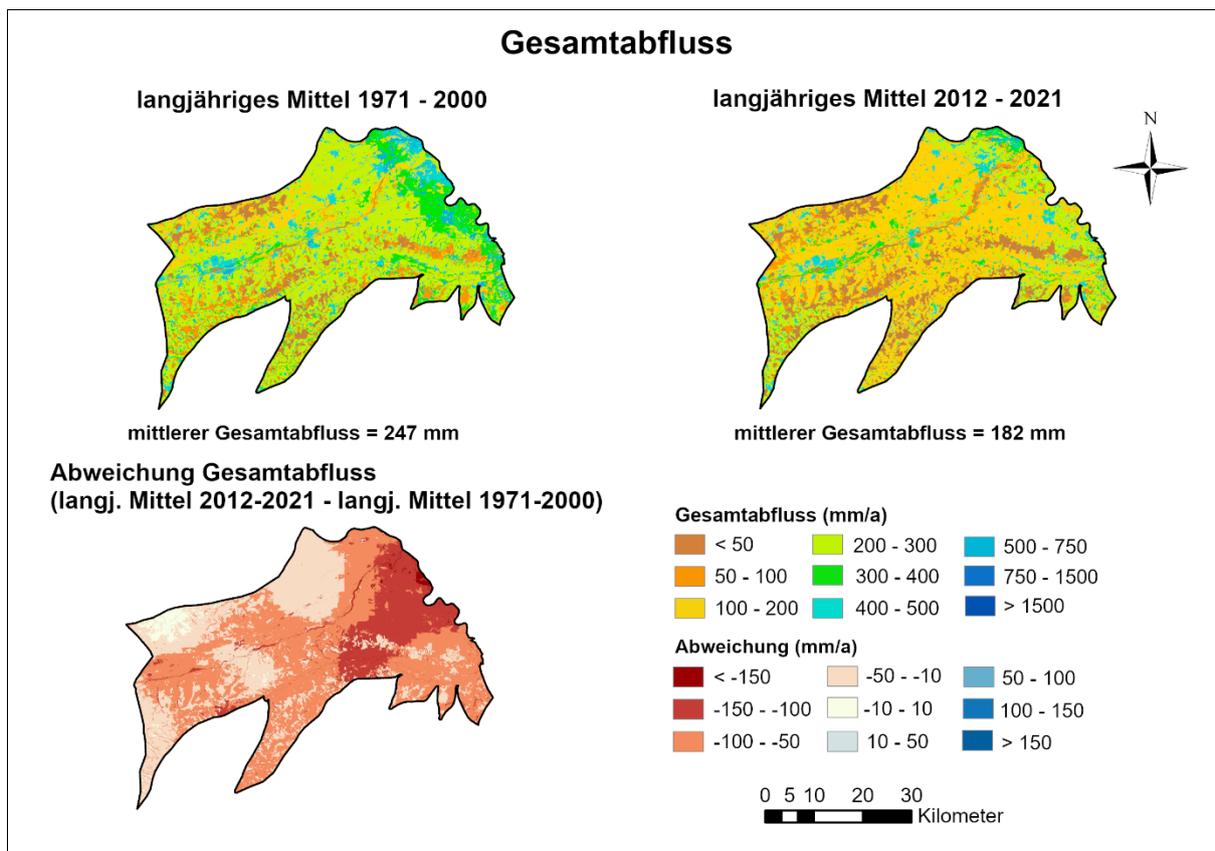


Abb. 23: Gesamtabfluss im Untersuchungsgebiet Osterhofener Platte, Unteres Isartal und Vilstal im langjährigen Mittel 1971-2000 und 2012-2021

Der BFI [0:1], als Quotient aus Basis- und Gesamtabfluss, berücksichtigt als Reduktionsfaktor die relevanten Direktabflussanteile des Gesamtabflusses (unverdunsteter Anteil des Niederschlags) und liegt für Bayern in regionalisierter Form für die gesamte Landesfläche vor (LfU 2009). Er ist das Ergebnis multipler linearer Regressionsanalysen einzugsgebietspezifischer und somit zeitinvarianter Größen im Maßstab 1:500.000. Die berücksichtigten Eingangsgrößen sind in Tabelle 2 der Anlage 16/1 aufgeführt. Für nähere Informationen zur Methodik des bayernweiten BFI sei an dieser Stelle auf LfU (2009) verwiesen. Um der hohen Auflösung der Modellierung in den Untersuchungsgebieten gerecht zu werden, erfolgte eine gebietspezifische Anpassung des bayernweiten BFI-Datensatzes, der die maßgeblichen Gebietscharakteristika angemessen wiedergibt. Im Zuge der Anpassung wurden auch bislang vernachlässigte Einflüsse, wie Versiegelung und Drainage, berücksichtigt.

Eine ausführliche Darstellung der Methodik zur Modellierung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag kann der Anlage 16 entnommen werden.

Das Ergebnis der BFI-Anpassung ist in Anlage 16/2.6 dargestellt. Hohe BFI-Werte zeigen an, dass am jeweiligen Standort ein entsprechend hoher Anteil der Gesamtabflusshöhe neubildungswirksam wird. Das flächengewichtete Mittel des BFI im Untersuchungsgebiet liegt, nach der Anpassung und infolge der Reduktion durch Versiegelung und Drainagen, um 0,03 unterhalb des ursprünglich verwendeten BFI. Die räumliche Differenzierung des BFI konnte durch die vorgenommene Anpassung wesentlich erhöht werden.

Die finalen Ergebnisse der Modellierung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag verdeutlichen Abb. 24 und Tab. 10. Gegenübergestellt sind die Raten des langjährigen Mittels (1971 – 2000) und des reduzierten Dargebots (2012-2021). Das reduzierte Dargebot beschreibt dabei den über ein gleitendes Mittel berechneten Zehnjahreszeitraum mit der geringsten Grundwasserneubildung („Trockenwetterdargebot“ nach KLIWA 2017 bzw. KOPP ET AL. 2018).

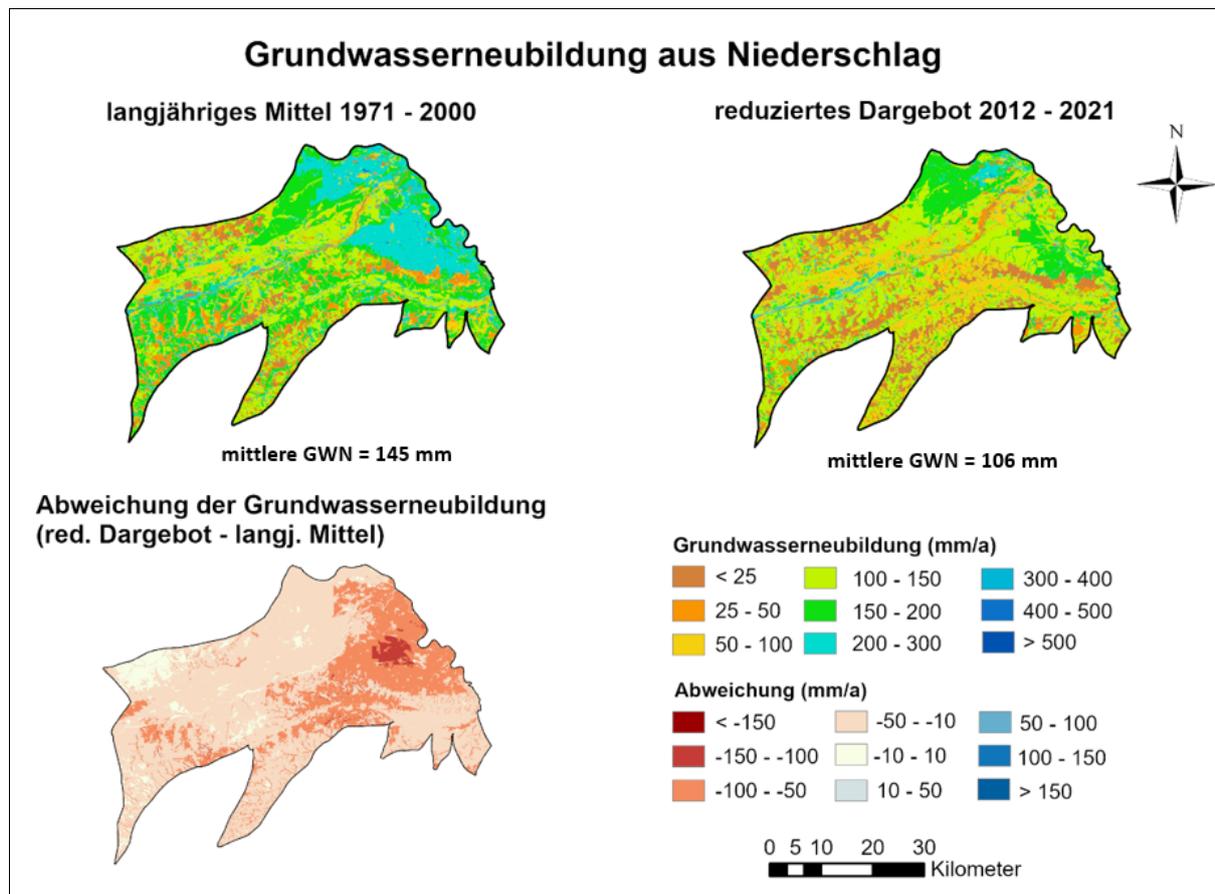


Abb. 24: Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Untersuchungsgebiet Osterhofener Platte, Unteres Isartal und Vilstal - Gegenüberstellung des langjährigen Mittels und des reduzierten Dargebots

Im Untersuchungsraum beträgt die Grundwasserneubildung im langjährigen Mittel 145 mm bzw. 216 Mio. m³/a. Das reduzierte Dargebot für den Untersuchungsraum entspricht der mittleren Grundwasserneubildung aus Niederschlag für den Zehnjahreszeitraum 2012 – 2021 und beläuft sich auf 106 mm bzw. 157 Mio. m³/a. Innerhalb dieser Dekade des reduzierten Dargebots betrug die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag somit lediglich ca. 73 % vom langjährigen Mittel 1971-2000. Die Änderungsraten der Grundwasserneubildung aus Niederschlag vom reduzierten Dargebot gegenüber dem langjährigen Mittel sind in der Tab. 10 dargestellt.

Tab. 10: Raten der Grundwasserneubildung aus Niederschlag in den hydrogeologischen Teilräumen im Untersuchungsgebiet Osterhofener Platte, Unteres Isartal und Vilstal

Teilraum	langjähriges Mittel 1971-2000 [Mio. m ³ /a]	reduziertes Dargebot 2012-2021 [Mio. m ³ /a]	Abweichung red. Dargebot ggü. dem langjährigen Mittel [%]
Tertiär Nord 1	6,2	5,5	-11
Tertiär Nord 2	5,7	4,5	-20
Tertiär Nord 3	1,9	1,3	-30
Tertiär Nord 4	1,0	0,7	-29
Tertiär Nord 5	0,8	0,6	-24
Unteres Isartal West	11,3	8,8	-22
Unteres Isartal Mitte	10,6	8,2	-23
Unteres Isartal Wallersdorf 1	6,5	5,5	-16
Unteres Isartal Wallersdorf 2	3,2	2,6	-18
Unteres Isartal Ost	5,0	3,6	-29
Unteres Isartal Nordost 1	4,9	4,2	-13
Unteres Isartal Nordost 2	21	17,3	-18
Tertiär Mitte	40,7	29,7	-27
Tertiär Vils Nord	2,2	1,3	-42
Vilstal Ost	6,1	4,7	-23
Vilstal West	7,2	4,8	-33
Tertiär Süd 1	19,2	12,4	-35
Tertiär Süd 2	9,6	7,0	-27
Forstharter Rücken HT Isar	0,8	0,5	-45
Forstharter Rücken	6,1	3,9	-36
Hochterrasse Isar	1,4	0,9	-35
Hochterrasse	22,3	14,2	-36
Niederterrasse	22,3	14,7	-34
Gesamt	216,1	157,0	Ø -27
<i>davon Osterhofener Platte gemäß WWA</i>	21,2	13,2	-38

Um die langjährige Entwicklung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Untersuchungsgebiet darzustellen, werden in Abb. 25 die jährlichen Grundwasserneubildungsraten des gesamten modellierten Zeitraumes 1951 bis 2021 aufgezeigt. Auffallend ist das wiederholte Auftreten überdurchschnittlich hoher Neubildungsraten bis zum Jahr 2002 und insbesondere gegen Ende der 1970er Jahre. Solche Jahre überdurchschnittlicher Neubildungsraten tragen zur (Wieder-)Auffüllung der Grundwasserleiter nach defizitären Phasen bei und halten bei regelmäßigem Auftreten den Wasserhaushalt in einem Gleichgewicht. Auffällig ist ebenfalls, dass Jahre überdurchschnittlicher Neubildungsraten bereits seit 2003 ausblieben bei einer zugleich markanten Häufung von Jahren unterdurchschnittlicher Grundwasserneubildung aus Niederschlag.

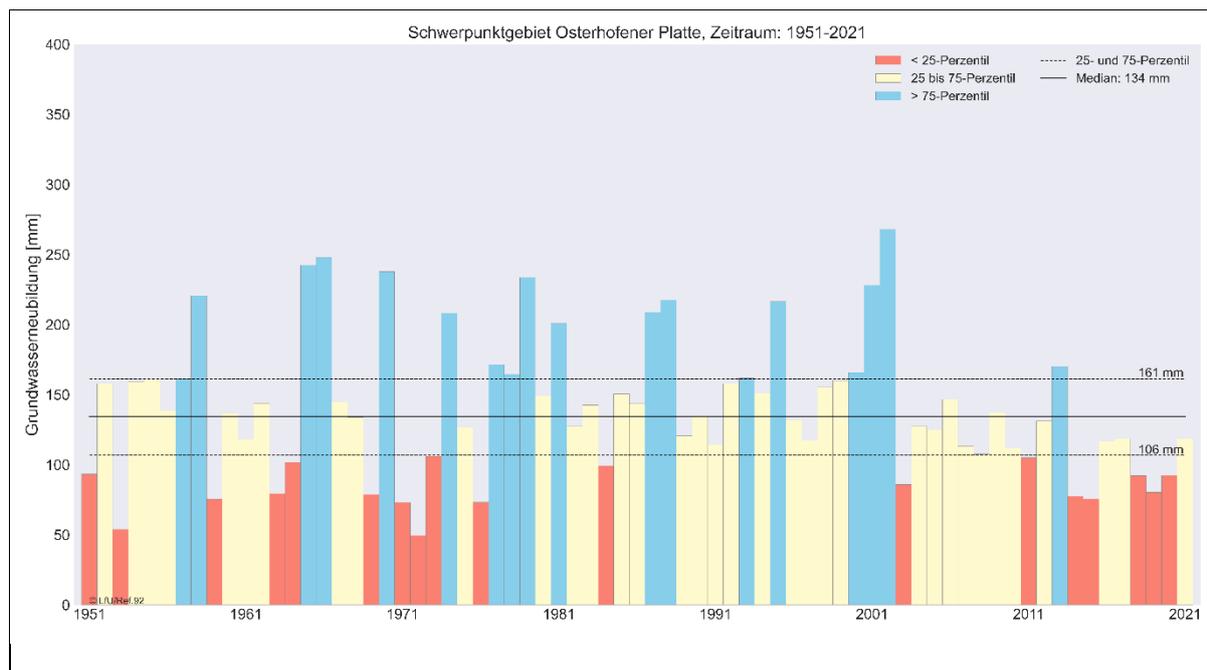


Abb. 25: Jährliche Grundwasserneubildung im Untersuchungsgebiet Osterhofener Platte, Unteres Isartal und Vilstal im Zeitraum 1951-2021

Aufgrund der verschiedenen, in Anlage 16/3 beschriebenen Unsicherheiten kann nicht ausgeschlossen werden, dass Abweichungen zwischen Modellergebnissen und tatsächlichen Standortbedingungen auftreten. In solchen Fällen sind örtliche Fachexpertise und Kenntnis der lokalen Gegebenheiten besonders wichtig, um die Modellergebnisse zu plausibilisieren.

Im Hinblick auf das tatsächliche Wasserdargebot eines Betrachtungsraums muss außerdem berücksichtigt werden, dass neben der Grundwasserneubildung aus Niederschlag weitere wichtige Bilanzgrößen relevant sein können. In vielen Fällen entspricht die Grundwasserneubildung aus Niederschlag näherungsweise dem Grundwasserdargebot. Insbesondere in ergiebigen Talaquiferen müssen jedoch weitere wichtige Bilanzgrößen, wie z. B. ein möglicher lateraler Zustrom zum Aquifer oder Uferfiltrat, berücksichtigt werden.

4.5 Austausch mit Oberflächengewässern

Entlang der Isar und Vils treten influente (Infiltration ins Grundwasser aus dem Gewässer) und effluente (Exfiltration aus dem Grundwasser ins Gewässer) Grundwasserverhältnisse im Wechsel auf. Im Folgenden werden diese, soweit nach Datenlage möglich quantitativ behandelt. Die Lage der betrachteten relevanten Pegel ist in Abb. 26 dargestellt.

Die Quantifizierung der Abflusserhöhungen im Verlauf der Isar bzw. Vils zwischen Eintritt in bzw. Austritt aus dem Modellgebiet erfolgt zur Plausibilisierung der für die Bilanzierung verwendeten Grundwasserneubildung aus Niederschlag. Zur Quantifizierung der grundwasserbürtigen Abflusserhöhung in den beiden großen Vorflutern wurde der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) an den Isarpegeln „Landshut Birket“, „Landau“ und „Plattling“ bzw. an den Vilspegeln „Rottersdorf“ und „Grafenmühle“ genutzt. Der MNQ wurde als Bezugsgröße dem mittleren Abfluss (MQ) vorgezogen, da nur der Anteil des Abflusses, der aus dem Grundwasser gespeist wird, quantifiziert werden soll. Bei Verwendung des MQ setzt sich die Abflusserhöhung in den Vorflutern aus dem Basis-, Direkt- und Zwischenabfluss zusammen, die nur schwer voneinander zu trennen sind. Der Niedrigwasserabfluss (NQ) bzw. niedrigste bekannte Abfluss (NNQ) konnte nicht für eine Quantifizierung genutzt werden, da die Niedrigwasserabflüsse an den einzelnen Pegeln zeitlich deutlich voneinander getrennt sind.

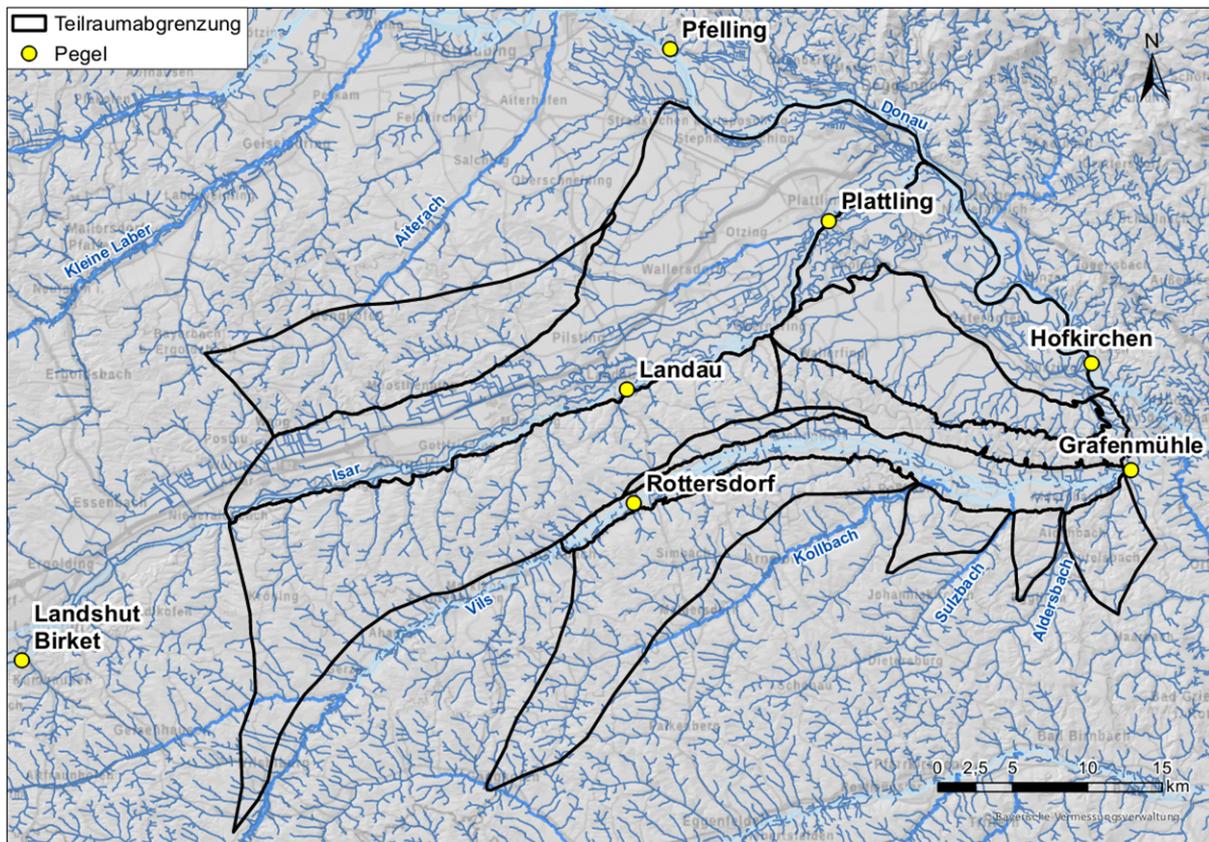


Abb. 26: Lage der relevanten Abflussmessstationen

Lokal betrachtet ist in Bereichen von Stauhaltungen bedingt durch den Flusswasserstand eine potenzielle Zusickerung in das Grundwasser möglich. In diesen Bereichen ist jedoch oftmals mit einer teildichteten Sohle aufgrund der Strömungsverhältnisse zu rechnen und ein Austausch mit dem Grundwasser nur eingeschränkt möglich. In Bereichen mit vorhandenen Schmalwänden wird der Austausch zwischen dem Fluss und dem angrenzenden Grundwasserbereich ebenfalls weitgehend unterbunden. Zum Teil bilden dort rückgelagerte Gewässer die Vorflut für das Grundwasser. Diese Aspekte werden in der folgenden Betrachtung nicht berücksichtigt.

4.5.1 Isar

Entlang der Isar gibt es drei für das Projektgebiet relevante Abflussmessstationen: „Landshut Birket“, „Landau Isar“ und „Plattling“ (Abb. 26). Diese drei Messstationen decken 49,5 km der 58,6 km Länge der Isar im Untersuchungsgebiet ab. In Tab. 11 sind die Messstationen „Landshut-Birket“, „Landau“ und „Plattling“ mit den relevanten Daten aufgeführt, die der Bestimmung der Abflusserhöhung dienen. Der MNQ stellt das arithmetische Mittel der niedrigsten Tageswerte (NQ) dar.

Tab. 11: Abflussdaten der Pegel an der Isar

Pegel	Landshut Birket	Landau	Plattling	Differenz Plattling - Landshut Birket
MNQ [m ³ /s]	82,6	87,6	93,9	11,3
NQ [m ³ /s]	50,9	59,0	66,3	15,4
Fluss [km]	76,47	29,06	9,12	67,35

Der in den Pegeln gemessene Abfluss setzt sich aus Anteilen von Oberflächen-, Zwischen- und Grundwasserabfluss zusammen. Beim Niedrigwasserabfluss wird der Anteil von Oberflächen- und Zwischenabfluss als vernachlässigbar klein angenommen. Aus diesem Grund wurde, für den Vergleich mit der durch Grundwasserneubildung ausgelösten Abflusserhöhung, der mittlere Niedrigwasserabfluss verwendet.

Zwischen den Pegeln „Landshut Birket“ und „Plattling“ nimmt der mittlere Niedrigwasserabfluss der Isar um 11,3 m³/s zu. Dies entspricht einer Abflusserhöhung von 0,17 m³/(s · km).

Wenn der Grundwasserzustrom zur Isar im dritten Abschnitt zwischen dem Pegel „Plattling“ und der Mündung in die Donau, aufgrund der sich in Donaunähe umkehrenden Grundwasserfließverhältnisse, vernachlässigt wird, ist für die Abflusserhöhung nur die Fließstrecke bis zum Pegel Plattling relevant (49,48 km). Die Abflusserhöhung innerhalb des Modellraums entspricht somit 8,41 m³/s.

Die Abflusserhöhung ergibt sich zum einen aus zuströmendem Grundwasser, zum anderen über kleinere Fließgewässer, die innerhalb des Modellraums in die Isar münden. Für die Teilräume Tertiär Nord_1-3, Tertiär Mitte, Forstharter Rücken HT Isar, Hochterrasse Isar sowie für folgende Teilräume im Unteren Isartal: West, Mitte, Wallersdorf1, Wallersdorf2, Ost, stellt die Isar die Vorflut dar. Die für diese Teilräume berechnete Grundwasserneubildung aus Niederschlag (langjähriges Mittel) strömt daher der Isar zu. Insgesamt entspricht dies einer Abflusserhöhung von 2,70 m³/s.

Die aus der flächenhaften Grundwasserneubildung aus Niederschlag resultierenden Abflusserhöhung entspricht 32 % der gemessenen Abflusserhöhung. Der große Unterschied zeigt auf, dass die gemessene Abflusserhöhung nicht allein auf der lokalen Grundwasserneubildung aus Niederschlag beruht, sondern noch weitere Faktoren maßgeblich Einfluss nehmen. Hier könnte es sich um nicht berücksichtigte Zwischenabflüsse, sowie mögliche anthropogene Einleitungen durch bspw. Kläranlagen handeln. Zudem kann durch die zahlreichen Staustufen eine künstliche Erhöhung des Niedrigwasserabflusses der Isar (Speichereffekte) nicht ausgeschlossen werden. Insbesondere der Aspekt, dass die Isar durch den Abfluss des Sylvensteinspeichers beeinflusst ist, erhöht die Unsicherheit dieser Betrachtungsweise. Bei Niedrigwasser wird aus dem Sylvensteinspeicher Wasser in die Isar abgeleitet, mit dem Ziel am Pegel in Bad Tölz einen Durchfluss von 20 m³/s zu halten. Aus diesem Grund ist der Niedrigwasserabfluss der Isar durch die Ableitung aus dem Sylvensteinspeicher reguliert und spiegelt in diesen Fällen nicht den natürlichen Niedrigwasserabfluss wider.

4.5.2 Vils

Um die Wechselwirkung der Vils mit dem Grundwasser im rund 17 km langen Talabschnitt oberhalb Grafenmühl (Eintritt der Vils in das Kristallin) quantitativ zu bestimmen, wurden im Rahmen der Grundwassererkundung in Bayern (Maßnahme Osterhofen Süd, Kennz. 12.04/2) Abflussmessungen an der Vils und ihren Nebengewässern durch das WWA Pfarrkirchen und das WWA Passau Anfang der 1990er-Jahre durchgeführt. Die Messungen mit Flügelsonde und Schätzungen an kleinen Gerinnen zeigen zwischen Reichstorf und Walchsing (rund 13 km Tallänge) eine Abflussminderung von rund 130 l/s bzw. rund 4,10 Mio. m³/a und zwischen Schönerting und Grafenmühl (rund 2 km Tallänge) eine Abflusserhöhung von rund 200 l/s bzw. rund 6,31 Mio. m³/a. Für die Messungen wird eine Ungenauigkeit von mindestens 10 % genannt. Die angezeigte Tendenz wird nach der geologischen Situation als plausibel erachtet. Dennoch kann aufgrund der Messgenauigkeit der Abflussmessungen im Abschnitt oberhalb Walchsing eine postulierte Infiltration ins Grundwasser von rund 500 l/s bzw. 15,77 Mio. m³/a nicht ausgeschlossen werden (LFW 1993).

Eine Auswertung der Abflussdaten für die Vils erfolgte zwischen den Pegeln „Rottersdorf“ und „Grafenmühle“ (Tab. 12 und Tab. 13). Da die beiden Pegel nahezu an dem westlichen bzw. östlichen Modellrand liegen, kann die Abflusserhöhung zwischen den Pegeln für die Abflusserhöhung im gesamten Modellgebiet herangezogen werden. Für den Niedrigwasserabfluss NQ (niedrigster Wert der betrachteten Zeitspanne) ergibt sich eine Abflusserhöhung von 25,86 Mio. m³/a. Für den mittleren Niedrigwasserabfluss MNQ (arithmetisches Mittel der niedrigsten Tageswerte (NQ) der betrachteten Zeitspanne) ergibt sich eine Abflusserhöhung von 67,49 Mio. m³/a. Diese Abflusserhöhung wird neben dem, durch die Grundwasserneubildung aus Niederschlag quantifizierbaren, grundwasserbürtigen Zustrom zum Vorfluter auch durch die drei größeren Bäche (Kollbach, Sulzbach und Aldersbach) verursacht. Der Abfluss des Sulzbachs entspricht laut LFW (1993) rund einem Drittel des Abflusses des Kollbachs. Wenn angenommen wird, dass der Aldersbach eine etwas geringere Abflussmenge als der Sulzbach aufweist, dann sollte die Summe aus der Grundwasserneubildung aus Niederschlag, die dem Vilstal zugutekommt (45,30 Mio. m³/a) und die Zuflüsse aus den drei genannten Bächen (22,39 Mio. m³/a), der Abflusserhöhung im Modellgebiet entsprechen (67,69 Mio. m³/a).

Für eine Bilanzierung der Wasserressourcen kann angenommen werden, dass das gesamte Wasser, das über Grundwasserneubildung aus Niederschlag, Randzustrom oder Oberflächengewässer in das Vilstal eintritt, den Teilraum am Pegel „Grafenmühle“ wieder verlassen muss. Grund für diese Annahme ist, die Passage der Vils durch das Kristallin, welche mit k_f -Werten von 10^{-10} bis 10^{-14} m/s als undurchlässig angesehen werden kann (LFU 2011).

Für die Vils ergibt sich mit - 0,1 m³/s ein geringer Bilanzfehler (vgl. Tab. 13). Insbesondere das Fehlen von vielen kleineren Oberflächengewässern und der enge Durchlass am Pegel „Grafenmühle“ vereinfachen hier die Bilanzierung des Volumenstromes in der Vils. Die verwendeten Raten der Grundwasserneubildung aus Niederschlag erscheinen plausibel und können für eine Grundwasserbilanz herangezogen werden.

Tab. 12: Abflussdaten der Pegel an der Vils (Messzeitraum 1940-2012)

Pegel	Rottersdorf/Vils	Grafenmühle/Vils	Differenz
MNQ [m ³ /s]	2,36	4,5	2,14
NQ [m ³ /s]	1,00	1,82	0,82
Fluss [km]	44,37	4,80	39,57

Tab. 13: Bilanzierung der Abflusserhöhung der Vils in m³/s

Bilanzkomponente	Volumenstrom
Grundwasserneubildung	+ 1,44
Zustrom aus dem Kollbach	+ 0,46
Zustrom aus dem Sulzbach	+ 0,15
Zustrom aus dem Aldersbach	+ 0,10
Randzustrom über Modellgrenze	+ 0,01
Grundwasserentnahmen	- 0,12
Abflussänderung in der Vils	- 2,14
Bilanzfehler	-0,10

4.5.3 Donau

Das gesamte Untersuchungsgebiet liegt im oberirdischen wie unterirdischen Einzugsgebiet der Donau und entwässert somit in ebendiese.

Im Bereich der Modellregion stehen für die Pegel „Pfelling“ und „Hofkirchen“ Abflussdaten zur Verfügung. Ein Vergleich der Abflussmessungen zeigt eine Zunahme des mittleren Niedrigwasserabflusses von 101 m³/s (Tab. 14).

Tab. 14: Abflussdaten der Pegel an der Donau

Pegel	Pfelling	Hofkirchen	Differenz
MNQ [m ³ /s]	201	302	101
NQ [m ³ /s]	105	165	60
Fluss [km]	2.305,53	2.256,86	48,67

Alle Teilräume der Modellregion entwässern letztlich in die Donau, für die Bilanzierung der Abflusserhöhung sind jedoch nur die Teilräume relevant, deren Grundwasser in die Donau zwischen den betrachteten Pegeln exfiltriert. Die Summe, der aus flächenhafter Grundwasserneubildung aus Niederschlag resultierenden Abflusserhöhung, der relevanten Teilräume (Unteres Isartal, Niederterrasse, Hochterrasse, Forstharter Rücken, Tertiär Nord, Tertiär Mitte vgl. Tab. 22) ist in Tab. 15 als Grundwasserneubildung aufgeführt.

Tab. 15: Bilanzierung der Abflusserhöhung der Donau in m³/s

Bilanzkomponente	Volumenstrom
Grundwasserneubildung	+ 5,10
Zustrom aus der Isar	+ 93,90
Gewässer nördlich der Donau: Summe Abflusswerte aus Niedrigwasserregionalisierung (nq1gkp_z)	+ 1,87
Abflussänderung in der Donau	- 101,00
Grundwasserentnahmen	- 0,44
Bilanzfehler	-0,57

Die Donau bildet die Ostgrenze des hydrogeologischen Modells. Die hier dargestellte überschlägige Bilanzierung beschränkt sich vorwiegend auf die westlich der Donau gelegenen Zuflüsse. Östlich der Donau liegen lediglich für den Koll- und Auerbach Abflussdaten vor. Es wurden daher die Abflusswerte aus der Niedrigwasserregionalisierung (1) herangezogen, die Summe ergab $1,87 \text{ m}^3/\text{s}$. Da kleinere Einzugsgebiete häufig mit der Donau zusammengelegt sind, konnten die Zuströme kleinerer Gerinne nicht berücksichtigt werden. Es ist daher anzunehmen, dass sich der Bilanzfehler unter Berücksichtigung dieser noch weiter reduzieren ließe.

4.6 Horizontale Zuströme an der Modellgrenze

Die westlichen Begrenzungen der Teilräume „Unteres Isartal“ und „Vilstal“ verlaufen jeweils entlang einer Grundwasserhöhengleiche im quartären Grundwasserleiter. Somit ist ein Grundwasserzustrom anzusetzen, der mittels untenstehender Gleichung 2 nach Darcy ermittelt wurde.

$$Q = k_f \times i \times A = k_f \times i \times b \times d_w \quad \text{Gleichung 2}$$

Formelzeichen	Größe	Unteres Isartal	Vilstal
k_f	hydraulischer Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	5×10^{-3}	1×10^{-3}
i	hydraulisches Gefälle [-]	0,0021	0,0038
b	durchflossene Querschnittsbreite [m]	6.312	1.126
d_w	grundwassererfüllte Mächtigkeit [m]	3,78	2,08
Q	Volumenstrom [Mio. m ³ /a]	7,7	0,3

Für den Teilraum „Unteres Isartal“ ergibt sich gemäß obenstehender Berechnungsgrundlage ein Randzustrom im Quartär von rund 7,7 Mio. m³/a und für den Teilraum „Vilstal“ von rund 0,3 Mio. m³/a.

4.7 Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Grundwasserkörpern

4.7.1 Zustrom aus randlichen Teilgebieten des Tertiärs in das Untere Isartal

Für das Isartal stellen die angrenzenden tertiären Flanken wichtige Grundwasserneubildungsgebiete dar. Es wird angenommen, dass das im Teilraum „Tertiär Nord“ neugebildete Grundwasser im tertiären Hauptgrundwasserstockwerk (vgl. Kapitel 4.7.5) gänzlich dem quartären Grundwasserleiter im Unteren Isartal zugutekommt. Ein Zustrom aus dem Teilraum „Tertiär Mitte“ in den quartären Grundwasserleiter des Unteren Isartals wird nicht berücksichtigt, da über die vorherrschenden hydrogeologischen Verhältnisse angenommen werden kann, dass diese Bilanzmenge über die Isar und deren unmittelbaren Uferbegleitstrom abströmt. Die langjährige mittlere Grundwasserneubildung in den ins Isarquartär entwässernden tertiären Flanken aus den nördlichen Tertiärteilräumen beträgt ohne Berücksichtigung von Entnahmen ca. 10,8 Mio. m³/a. Unter Berücksichtigung der lokalen Grundwasserentnahmen in den tertiären Teilräumen beträgt diese Bilanzgröße 9,3 Mio. m³/a.

Bedingt durch die hydrogeologischen Verhältnisse strömt mit einer langjährigen mittleren Grundwasserneubildung von ca. 0,5 Mio. m³/a ein Teil des im Forstharter Rücken neugebildeten Grundwassers aus dem Teilraum „Forstharter Rücken HT Isar“ in den Teilraum „Hochterrasse Isar“. Für die von dort in das Untere Isartal zuströmende Bilanzmenge wird angenommen, dass diese über die Isar und deren unmittelbaren Uferbegleitstrom abströmt und damit nicht als Zustrom für das Untere Isartal angesetzt wird.

4.7.2 Zu- und Aussickerung im Unteren Isartal

Anhand der Potenzialunterschiede zwischen dem quartären und tertiären Grundwasserleiter (vgl. Anlage 5), ergibt sich regional eine Zusickerung (Tertiär zu Quartär) oder eine Aussickerung (Quartär zu Tertiär). Neben dem Potenzialunterschied (Δh) sind die Schichtdicke der Trennschicht und deren hydraulische Durchlässigkeit entscheidend. Für die Berechnung nach Darcy (Gleichung 3), wurde eine mittlere Trennschichtdicke von 1 m, mit einer hydraulischen Durchlässigkeit von 10⁻⁹ m/s angenommen.

$$Q = k_f \times \frac{\Delta h}{d} \times A \quad \text{mit } \Delta h = h_T - h_Q \quad \text{Gleichung 3}$$

$$Q = \text{Zusickerung/Aussickerung} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$$

$$k_f = \text{hydraulische Durchlässigkeit} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$\Delta h = \text{Potenzialdifferenz} [\text{m}]$$

$$h_T = \text{Potenzial tertiärer Hauptgrundwasserleiter} [\text{m}]$$

$$h_Q = \text{Potenzial quartärer Grundwasserleiter} [\text{m}]$$

$$d = \text{Schichtdicke der Trennschicht} [\text{m}]$$

$$A = \text{Oberfläche der Trennschicht} [\text{m}^2]$$

Das vorliegende hydrogeologische Modell setzt die Annahme, dass die Grundwasserneubildung in einigen der an das Quartär angrenzenden tertiären Teilräumen, abzüglich der lokalen Entnahmen, das Quartär als Randzustrom speist. Hierbei wird nicht differenziert, ob dieser Zustrom lateral erfolgt oder es sich um eine Zusickerung aus der Tiefe handelt. Um die Größe nicht doppelt in der Bilanz zu berücksichtigen, wird daher in der Bilanzierung des Grundwasserumsatzes (vgl. 4.8) nur die Aussickerung berücksichtigt.

4.7.3 Zustrom aus den randlichen Teilgebieten des Tertiärs in das Vilstal

Die angrenzenden tertiären Talflanken und Hochflächen des Vilstals stellen, vergleichbar dem Unteren Isartal, ebenfalls wichtige Grundwasserneubildungsgebiete für das Vilsquartär dar. Die langjährige mittlere Grundwasserneubildung in den Teilräumen „Tertiär Süd“ und „Tertiär Vils Nord“, die dem Teilraum „Vilstal“ zugutekommt wurde gemäß Kapitel 4.7.5 bestimmt und beträgt ca. 18,8 Mio. m³/a. Davon erfolgt ein Zustrom von ca. 13,5 Mio. m³/a (langjähriges Mittel) vom Teilraum „Tertiär Süd 1“ und „Tertiär Vils Nord“ in den Teilraum „Vilstal West“ sowie ein Zustrom von ca. 5,2 Mio. m³/a (langjähriges Mittel) vom Teilraum „Tertiär Süd 2“ in den Teilraum „Tertiär Vils Ost“.

4.7.4 Zu- und Abstrom aus bzw. in den Ortenburger Schotter (Teilräume Forstharter Rücken, Hochterrasse, Niederterrasse)

Bei den Ortenburger Schottern (Abb. 27, Anlage 10) handelt es sich nicht um einen im hydrogeologischen Modell abgehandelten Teilraum. Zur Bilanzierung der Grundwasserzu- und abströme in den beiden Teilräumen „Hochterrasse“ und „Niederterrasse“ ist es jedoch erforderlich auch den Grundwasserumsatz im Ortenburger Schotter zu betrachten.

In der Hochterrasse findet, aufgrund der deutlich unterschiedlichen Potentialverhältnisse, eine Aussickerung aus dem Quartär in die Ortenburger Schotter statt. Im Bereich der Niederterrasse drehen sich diese Verhältnisse um und es kommt zu einem Aufstieg des Grundwassers aus den Ortenburger Schottern ins Quartär. Nördlich von Künzing steht der quartäre Grundwasserleiter ohne Trennschicht im direkten Kontakt mit den Ortenburger Schottern (hydraulisches Fenster). So kann hier von einem zusammenhängenden Grundwasserleiter mit ausgeglichenem Potential ausgegangen werden. Zur Abschätzung der dem Donauquartär zusickernden Wassermenge wurde der Volumenstrom über die 310 mNN Grundwassergleiche (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2011) der Ortenburger Schotter im Anstrom zum hydraulischen Fenster berechnet. Diese Grundwasserhöhengleiche liegt vollständig im gespannten Bereich des Ortenburger Schotters, sodass die Mächtigkeit des Ortenburger Schotters als wassererfüllte Mächtigkeit angesetzt werden kann. Die mittlere Mächtigkeit der Schotter entlang dieser Grundwasserhöhengleiche beträgt ca. 23,6 m, die durchflossene Breite etwa 1.350 m und das mittlere hydraulische Gefälle etwa 2,2 ‰. Mit einem k_f -Wert von $1,74 \times 10^{-4}$ m/s ergibt sich nach Darcy ein Volumenstrom von ca. 0,01 m³/s bzw. 0,39 Mio. m³/a. Vergleichend können die Modellrechnungen der RMD Wasserstraßen GmbH 2011 herangezogen werden. Darin wird eine Austauschrate von $1,5 \cdot 10^{-9}$ m³/(s·m²) für den Bereich des hydraulischen Fensters ermittelt. Das entspricht der Menge des zusätzlichen Grundwasserstroms aus den tertiären in die quartären Schichten. Bezogen auf die Fläche ergibt sich eine Austauschrate von 11,23 l/s und damit 0,38 Mio. m³/a.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag, die jenem Teil des Ortenburger Schotters zugutekommt, der über das Donauquartär in die Donau entwässert, findet im Teilraum „Forstharter Rücken“ statt (Abb. 27) (ARGE GEOTECHNISCHES BÜRO PROF. DR. SCHULER & DR.-ING. GÖDECKE GBRMBH / IGWU GMBH 2000). Die Modellierung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag ergibt für dieses Gebiet im langjährigen Mittel (1971-2000) einen Wert von ca. 6 Mio. m³/a. Nach Korrektur um die Leckagerate, vgl. Kapitel 4.7.5, kann ein Wert für den tertiären Hauptgrundwasserleiter von ca. 4 Mio. m³/a angenommen werden. Die Differenz von 2 Mio. m³/a fließt in den von schwebenden Grundwasserleitern gespeisten Bächen und Gerinnen ab. Unter der Annahme einer Leckagerate von $2 \frac{l}{s \cdot km^2}$ für das Grundwasserneubildungsgebiet des Ortenburger Schotter (vgl. Abb. 27) ergibt sich für den tiefer liegenden Ortenburger Schotter eine Grundwasserneubildung von 2,2 Mio. m³/a. Die restliche Menge von 1,8 Mio. m³/a strömt lateral in Richtung Donau ab. Dabei wird angenommen, dass die Hochterrasse aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse unterströmt wird und kein Zustrom aus

dem Forstharter Rücken in die Hochterrasse erfolgt. In diesem Zusammenhang wird des Weiteren angenommen, dass das innerhalb des Forstharter Rücken neu gebildete und in Richtung Norden abfließende Grundwasser im Bereich der Donau abströmt und damit auch die Niederterrasse unterströmt. Aus der in die Ortenburger Schotter versickernden Menge strömen in etwa 0,4 Mio. m³/a über das in der Niederterrasse gelegene hydraulische Fenster dieser zu (Abb. 27).

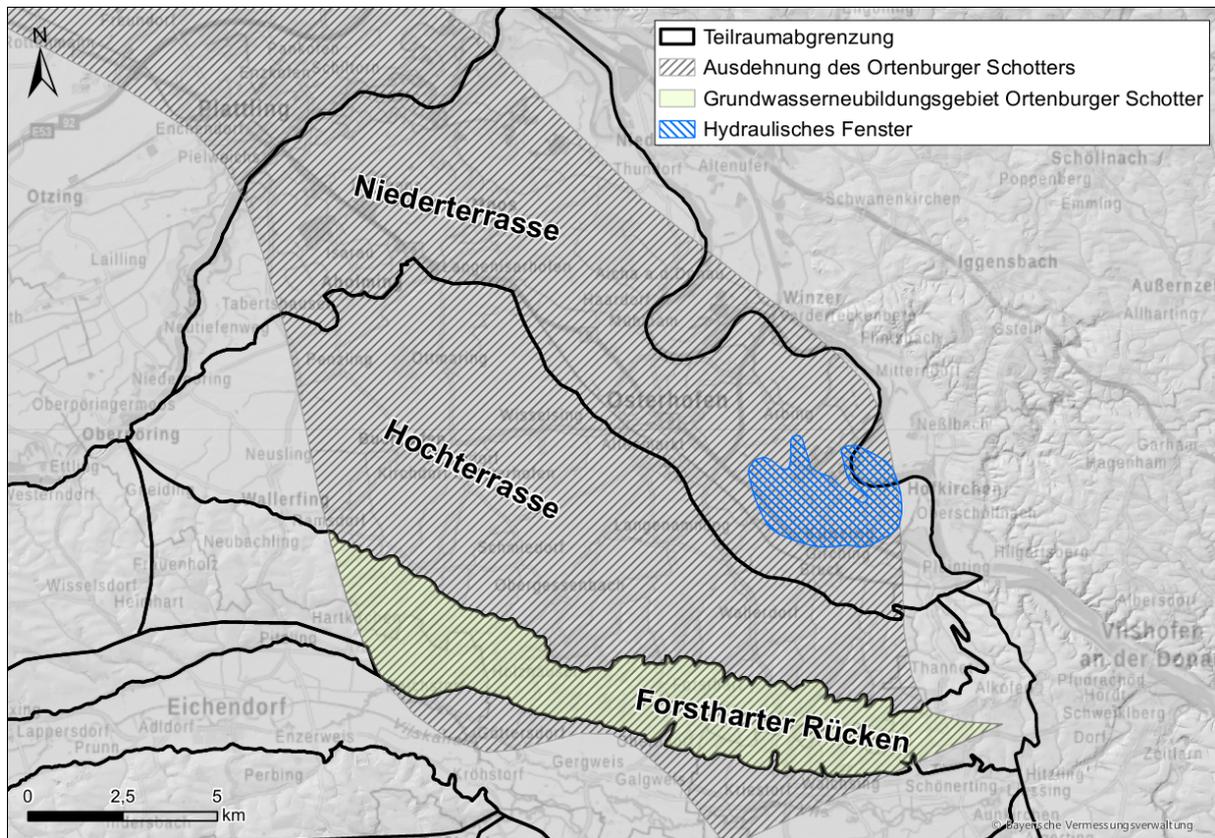


Abb. 27: Grundwasserneubildungsgebiet des Ortenburger Schotters im Forstharter Rücken

In den Bereichen außerhalb des hydraulischen Fensters ist der Ortenburger Schotter durch tertiäre Schichten vom Quartär getrennt. Dort kann ein Austausch von Wasser über das Leaky-Aquifer-Prinzip stattfinden, in Richtung und Menge gesteuert von der Differenz des Grundwasserpotenzials (Anlage 6) in den Ortenburger Schottern h_{OS} und im Quartär h_Q sowie der Mächtigkeit und Durchlässigkeit k_f des zwischengelagerten Schichtpakets d . Die Berechnung des Umsatzes erfolgt mit der Gleichung 4.

$$Q = k_f \times \frac{\Delta h}{d} \times A \quad \text{mit } \Delta h = h_{OS} - h_Q \quad \text{Gleichung 4}$$

Der k_f -Wert der Trennschicht beträgt laut ANDRES & EGGER (1983) 5×10^{-9} m/s.

Tab. 16: Zu- und Aussickerung von Grundwasser in das bzw. aus dem Quartär

Teilraum		Niederterrasse	Hochterrasse*
Zusickerung	Fläche mit Zusickerung A [km ²]	50,42	
	mittlere Mächtigkeit des trennenden Schichtpakets d [m]	41,2	
	mittlere Potenzialdifferenz $\Delta h = h_{OS} - h_Q$ [m]	2,7	
	Zusickerung ins Quartär [Mio. m ³ /a]	0,51	
Aussickerung	Fläche mit Aussickerung A [km ²]	26,04	71,80
	mittlere Mächtigkeit des trennenden Schichtpakets d [m]	50,2	37,4
	mittlere Potenzialdifferenz $\Delta h = h_{OS} - h_Q$ [m]	- 2,0	- 6,0
	Aussickerung aus dem Quartär [Mio. m ³ /a]	- 0,17	- 1,80

* Zusickerung tritt nicht auf

4.7.5 Grundwasserneubildung im tertiären Hauptgrundwasserstockwerk

Für das Isar- und Vilstal stellen die angrenzenden tertiären Flanken wichtige Grundwasserneubildungsgebiete dar. Aus der Hydrogeologischen Karte (LFU, 2002, HK100) lässt sich anhand der Grundwassergleichen des Tertiärs entnehmen, dass dieses mit den quartären Sedimenten der großen Flusstäler (Isar, Vils) in hydraulischen Kontakt steht. Es wird angenommen, dass das im tertiären Hauptgrundwasserstockwerk neugebildete Grundwasser, abzüglich der lokalen Entnahmen, den jeweiligen benachbarten quartären Grundwasserleitern zuströmt bzw. z.T. über die Isar und deren unmittelbaren Uferbegleitstrom abströmt.

Die durch GWN-BW ermittelte Grundwasserneubildung aus Niederschlag (vgl. Kapitel 4.4) bezieht sich auf den obersten Grundwasserleiter, wobei es sich nicht zwingend um den in der Hydrogeologische Karte (LFU, 2007, 2011 HK100) aufgeführten obersten Grundwasserleiter handeln muss. Insbesondere im Tertiärhügelland sind diese von schwebenden Grundwasserleitern, teils noch unbekannter Ausdehnung, überlagert. Die modellierte Grundwasserneubildung aus Niederschlag bezieht sich im Falle vorkommender schwebender Grundwasserleiter auf eben diese, sodass es für die tiefer liegenden Grundwasserleiter einer Korrektur zur Berechnung der zu erwartenden Leckagemengen in tiefer liegende Grundwasserleiter bedarf.

Das tertiäre Hauptgrundwasserstockwerk wird häufig von kleinräumigen Schichtwasservorkommen, sogenannten schwebenden Grundwasserleitern überlagert. Die räumliche Ausbreitung, sowie das Druckniveau der schwebenden Grundwasservorkommen sind häufig unbekannt. Um die in tiefer liegende Grundwasserleiter aus der Grundwasserneubildung aus Niederschlag versickernde Leckagemenge zu ermitteln, gibt es methodisch unterschiedliche Ansätze. Bei einer sehr guten Datenlage, guter Detailkenntnisse der Hydrogeologie, z. B. Mächtigkeit, Durchlässigkeit von Trennschichten, Potenzialunterschied zwischen den Grundwasserleitern, lässt sich die Menge nach Darcy berechnen. Da diese Informationen nicht flächendeckend zur Verfügung stehen, wurde dieser Ansatz als nicht zielführend gesehen. Die Ermittlung der Grundwasserneubildung im tertiären Hauptgrundwasserstockwerk

erfolgte daher anhand von Detailuntersuchungen an geeigneten Abflusspegeln innerhalb des Tertiärhügellands und wird für die im Rahmen dieses hydrogeologischen Modells betrachteten Grundwasserleiter im Folgenden näher erläutert (vgl. Kapitel 4.2).

In Detailanalysen verschiedener im Tertiärhügelland gelegener Abflusspegel wurde eine potentiell für tiefer liegende Grundwasserleiter zur Verfügung stehende Wassermenge ermittelt. Um diese Menge abzuschätzen wurde die im Pegelinzugsgebiet durch GWN-BW modellierte Sickerwassermenge (SW_{EZG_Pegel}) aufsummiert (Zeitraum 1971-2000 und 2012-2021) und mit den gemessenen grundwasserspeisten Niedrigwasserabflüssen (Q_B) der Pegel verglichen. Es wurde angenommen, dass die Differenz beider Größen potentiell zur Versickerung, als sogenannte Leakage, für tiefer gelegene Grundwasserleiter zur Verfügung steht (vgl. Gleichung 5). Durch die Verrechnung mit den jeweiligen Pegelinzugsgebieten, lassen sich so Leckageraten in $[l/s \cdot km^2]$ bestimmen, die sich auf Regionen vergleichbarer hydrogeologischer Verhältnisse außerhalb der Pegelinzugsgebiete anwenden lassen (vgl. Gleichung 6).

$$\text{potentielle Leakage } \left[\frac{l}{s} \right] = \sum SW_{EZG_Pegel} \left[\frac{l}{s} \right] - Q_B \left[\frac{l}{s} \right] \quad \text{Gleichung 5}$$

$$\text{potentielle Leckagerate } \left[\frac{l}{s \cdot km^2} \right] = \frac{\text{pot. Leakage } \left[\frac{l}{s} \right]}{\text{Pegelinzugsgebiet } [km^2]} \quad \text{Gleichung 6}$$

Um die Grundwasserneubildung im tertiären Hauptgrundwasserleiter (Leakage aus den schwebenden Grundwasserleitern) zu bemessen, wurden passende Pegelinzugsgebiete innerhalb des Tertiärhügellands gewählt.

Tab. 17: Auswahl der Pegel für die Abschätzung der Leakage zum tertiären Hauptgrundwasserleiter

Gewässer	Pegel	Einzugsgebiet [km ²]	1971-2000 [l/s·km ²]	2009-2018 [l/s·km ²]
Pfetrach	Altdorf	110,16	2,04	2,27
Vils	Grafenmühle	1439,50	2,40	1,53
Abens	Mainburg	143,50	2,30	1,82
Aiterach	Salching	138,00	2,50	1,42
Reißinger Bach	Wallersdorf	87,30	2,74	2,17
		Mittelwert:	2,39	1,84

Für das hydrogeologische Modell stellen die ermittelten Leckageraten (1971-2000: 2,39 l/s·km², 2012-2021: 1,70 l/s·km²) eine bedeutende Größe dar. Die mittels Leckageraten angepasste Grundwasserneubildung für die tertiären Teilräume ist Tab. 18 zu entnehmen.

Tab. 18: Anpassung der Grundwasserneubildung in den tertiären Teilräumen

Tertiärteilraum	Grundwasserneubildung aus Niederschlag		Anpassung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag um die Leckageraten	
	langjähriges Mittel 1971-2000 [Mio. m³/a]	reduziertes Dargebot 2012-2021 [Mio. m³/a]	langjähriges Mittel 1971-2000 [Mio. m³/a]	reduziertes Dargebot 2012-2021 [Mio. m³/a]
Tertiär Nord 1	6,5	5,5	4,1	2,9
Tertiär Nord 2	5,9	5,1	3,7	2,6
Tertiär Nord 3	2,0	1,5	1,8	1,3
Tertiär Nord 4	1,0	0,7	0,8	0,6
Tertiär Nord 5	0,9	0,6	0,5	0,4
Tertiär Mitte	43	32	23,6	16,8
Tertiär Vils Nord	2,3	1,5	1,2	0,9
Tertiär Süd 1	21	15	12,3	8,8
Tertiär Süd 2	11	7,0	5,2	3,7
Forstharter Rücken HT Isar	1,1	0,7	0,5	0,4
Forstharter Rücken	7,7	4,6	3,9	2,8

Die unterirdischen Einzugsgebiete können deutlich von den im Ansatz verwendeten oberirdischen Einzugsgebieten abweichen. Des Weiteren ist nicht im kompletten Umfang geklärt, für welche Grundwasserleiter der jeweils betrachtete Gewässerabschnitt Vorflutfunktion einnimmt. Bei der Betrachtung wurden gezielt Pegel ausgewählt, die anhand der anstehenden hydrogeologischen Einheiten und der zur Verfügung stehenden Informationen aus Grundwassergleichen vor allem Zufluss aus den hangenden Grundwasserstockwerken erhalten. Des Weiteren wurden tiefere Grundwasserleiter im Liegenden des tertiären Hauptgrundwasserleiters im vorliegenden hydrogeologischen Modell nicht betrachtet, sodass keine Berücksichtigung der Leckage in tiefer liegenden Grundwasserleitern erfolgte. Für tiefer liegende Grundwasserleiter existieren mit dem verwendeten Ansatz zudem keine geeigneten Pegel und es sind keine Literaturwerte bekannt.

Auch wenn anzunehmen ist, dass die unterirdischen Einzugsgebiete nicht immer deckungsgleich zu den oberirdischen Einzugsgebieten verlaufen, wird der Ansatz als hinreichend genau angesehen. Es hat sich gezeigt, dass Einzugsgebiete mit vergleichbarer hydrogeologischer Ausprägung, vergleichbare Leckageraten aufweisen. Dennoch ist davon auszugehen, dass die Werte in einer gewissen Bandbreite variieren können und im Rahmen des vorliegenden hydrogeologischen Modells zu Unsicherheiten führen, aber dennoch die derzeit beste auf Messdaten basierte Herleitung darstellen.

4.8 Bilanzierung des Grundwasserumsatzes

4.8.1 Kurzzusammenfassung der Bilanzierung

In Tab. 19 wird der Grundwasserumsatz, der in Kapitel 4.8.3 bilanzierten Grundwasserleiter der verschiedenen Teilräume betrachtet. Es wird zum einen der Nutzungsgrad der Grundwasserneubildung aus Niederschlag und zum anderen bzgl. der gebietsspezifischen Wassermenge aufgeführt. Bei der gebietsspezifischen Wassermenge werden alle weiteren bekannten positiven Bilanzgrößen miteinbezogen (Randzustrom, Zusickerung, Begleitstrom, vgl. Kapitel 3). Der jeweilige Nutzungsgrad an den einzelnen Betrachtungsszenarien ist in Klassen von 0-10 %, 10-30 %, >30 % angegeben.

Bei der Aufstellung in Tab. 19 wurde sich unter Annahme der mittleren Grundwasserneubildung des Zeitraum 2012 – 2021 auf das reduzierte Dargebot beschränkt. Die Tabelle zeigt den Überblick über die Grundwassernutzungssituation der einzelnen Teilräume innerhalb des Modellgebiets. Die detaillierten Grundwasserbilanzen der einzelnen Teilräume sind den Kapiteln 4.8.2 und 4.8.3 zu entnehmen.

Tab. 19: Nutzungsgrad der unterschiedlichen Grundwasserleiter in den verschiedenen Teilräumen, unter Verwendung der mittleren Grundwasserneubildung für den Zeitraum 2012 – 2021

	Teilraum	Nutzungsgrad der Grundwasserneubildung			Nutzungsgrad der gebietsspezifischen Wassermenge		
		0-10	10-30	>30	0-10	10-30	>30
Tertiär	Tertiär Nord 1			x			x
	Tertiär Nord 2	x			x		
	Tertiär Nord 3	x			x		
	Tertiär Nord 4	x			x		
	Tertiär Nord 5	x			x		
	Tertiär Mitte		x			x	
	Tertiär Vils Nord	x			x		
	Forstharter Rücken HT Isar	x			x		
	Forstharter Rücken	x			x		
	Tertiär Süd 1		x			x	
	Tertiär Süd 2	x			x		
Quartär	Unteres Isartal West	x			x		
	Unteres Isartal Mitte	x			x		
	Unteres Isartal Wallersdorf 1		x		x		
	Unteres Isartal Wallersdorf 2		x		x		
	Unteres Isartal Ost		x		x		
	Unteres Isartal Nord-Ost 1		x			x	
	Unteres Isartal Nord-Ost 2		x			x	
	Niederterrasse		x			x	
	Hochterrasse Isar		x			x	
	Hochterrasse	x			x		
	Vilstal Ost	x			x		
	Vilstal West		x		x		
	Osterhofener Platte (gemäß WWA, vgl. Abb. 22)		x			x	

4.8.2 Langjähriges Mittel der Grundwasserneubildung (Mittelwert 1971-2000)

Als positive Eingangsgrößen für die Grundwasserbilanz im Modellgebiet sind die flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag, die randlichen Zuströme sowie die Zusickerung aus tieferen Grundwasserleitern zu nennen. Die negativen Eingangsgrößen dagegen sind randliche Abströme, Aus-sickerung in tiefere Grundwasserleiter, der Abfluss über die Vorfluter und Grundwasserentnahmen.

Die Bilanzgrößen für die quartären Teilräume sind in Tab. 20 und die der tertiären Teilräume in Tab. 21 aufgelistet und quantifiziert.

Abb. 28 zeigt die Grundwasserbilanz der quartären Teilräume grafisch. Um die Vergleichbarkeit zwischen den Teilräumen zu gewährleisten, werden die einzelnen positiven und negativen Größen des Grundwasserdargebots als Anteile am Gesamtdargebot des jeweiligen Teilraums angegeben. Die absoluten Werte des Grundwasserdargebots in den quartären Teilräumen sind in Abb. 29 dargestellt.

4.8.2.1 Quartäre Teilräume

Unteres Isartal

Die positiven Größen der Grundwasserbilanz des Teilraumes „Unteres Isartal“ sind die Grundwasserneubildung aus Niederschlag, die mit insgesamt 62,5 Mio. m³/a berechnet wurde sowie die Summe der Randzuströme aus den umliegenden tertiären Teilräumen „Tertiär Nord“ und über den Modellrand mit insgesamt 17,9 Mio. m³/a.

Zu den negativen Bilanzgrößen des gesamten Teilraumes „Unteres Isartal“ zählen die Grundwasserentnahmen von 6,9 Mio. m³/a, die Aussickerung aus den quartären Schichten in tieferliegende Grundwasserstockwerke mit 1,3 Mio. m³/a, sowie die Speisung des Isarabflusses aus dem Grundwasser mit 71,4 Mio. m³/a.

Hochterrasse mit Osterhofener Platte

Auf dem Gebiet des Teilraumes „Hochterrasse“ wurde die flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag mit 23,6 Mio. m³/a errechnet. Die Hochterrasse erfährt aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse keinen Randzustrom aus dem südlich gelegenen Forstharter Rücken.

Als negative Werte gehen in die Grundwasserbilanz des Teilraumes die genehmigten Grundwasserentnahmen mit insgesamt 1,6 Mio. m³/a, die Aussickerung in tiefere Grundwasserstockwerke von 1,8 Mio. m³/a, der Randabstrom in Richtung Niederterrasse von 19 Mio. m³/a und die Exfiltration in die Isar von 1,7 Mio. m³/a ein.

Für den Bereich der Osterhofener Platte (gem. Abb. 22) wurde eine Grundwasserneubildung aus Niederschlag von 21,2 Mio. m³/a, sowie eine Zusickerung aus den Ortenburger Schottern von 0,06 Mio. m³/a ermittelt. Dem Grundwasserdargebot von 21,3 Mio. m³/a stehen Grundwasserentnahmen von 1,8 Mio. m³/a und eine Aussickerung von 1,6 Mio. m³/a gegenüber.

Niederterrasse

Auf dem Gebiet des Teilraumes „Niederterrasse“ wurde eine flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag von 22,3 Mio. m³/a ermittelt. Weitere positiv in die Bilanz eingehende Größen sind die Zusickerung aus dem Ortenburger Schotter (0,5 Mio. m³/a) und der Zustrom durch das hydraulische Fenster (0,4 Mio. m³/a) von insgesamt 0,9 Mio. m³/a sowie der Randzustrom aus dem Teilraum „Hochterrasse“ von 19 Mio. m³/a.

Als negative Werte in die Grundwasserbilanz des Teilraumes gehen die Grundwasserentnahmen mit insgesamt 5 Mio. m³/a, die Aussickerung in tiefere Grundwasserstockwerke von 0,2 Mio. m³/a und die Exfiltration in die Donau mit 37 Mio. m³/a ein.

Vilstal

Im Teilraum „Vilstal“ wurde eine flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag von 13,3 Mio. m³/a ermittelt. Weitere positive Bilanzgrößen in diesem Teilraum sind die über die umliegenden tertiären Talflanken und über den Modellrand erfolgenden Randzuströme von insgesamt 16,8 Mio. m³/a.

Negative Bilanzgrößen des Teilraums sind die Grundwasserentnahmen mit 1,5 Mio. m³/a und die Exfiltration in die Vils aus dem Grundwasser mit 28,5 Mio. m³/a.

Ortenburger Schotter

Der Ortenburger Schotter wird durch die auf dem Leaky-Aquifer-Prinzip beruhende Zusickerung des Grundwassers aus den hangenden quartären Schichten der Nieder- und Hochterrasse, sowie der tertiären Schichten des Forstharter Rückens gespeist. Die vertikalen Ströme für die Nieder- und Hochterrasse wurden nach Darcy berechnet (Tab. 16). Die Berechnung der aus den Ortenburger Schottern in das Quartär übertretenden Grundwassermenge ergibt einen Wert von 0,9 Mio. m³/a. Davon sind 0,4 Mio. m³/a Durchsatz durch das hydraulische Fenster (Abb. 27, Anlage 10) und 0,5 Mio. m³/a flächenhafte Zusickerung über Leakage in das Quartär der Niederterrasse.

4.8.2.2 Tertiäre Teilräume

Die tertiären Teilräume (Tertiär Nord, Tertiär Mitte, Tertiär Vils Nord, Tertiär Süd, Forstharter Rücken) erhalten keine Rand- oder vertikalen Zuströme aus tieferen Grundwasserstockwerken. Es wird angenommen, dass die gesamte Grundwasserneubildung der tertiären Teilräume, abzüglich der lokalen Entnahmen, den jeweiligen benachbarten quartären Teilräumen zuströmt bzw. z. T. über die Isar und deren unmittelbaren Uferbegleitstrom abströmt (vgl. Kapitel 4.7). Die Ergebnisse der Bilanzierung sind Tab. 21 zu entnehmen. Abweichend hierzu verhält es sich beim Forstharter Rücken. Hier versickert ein Anteil von 2,2 Mio. m³/a in den Ortenburger Schotter, die restlichen 1,8 Mio. m³/a strömen lateral in Richtung Donau ab. Dabei wird angenommen, dass die Hochterrasse aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse unterströmt wird und kein Zustrom vom Forstharter Rücken in die Hochterrasse erfolgt und dieses Grundwasser im Bereich der Donau abströmt (vgl. Kapitel 4.7.4). Für die Abschätzung des versickernden Anteils wurde eine Leckagerate von $2 \frac{l}{s \cdot km^2}$ für die in Abb. 27 dargestellte Grundwasserneubildungsregion angenommen (ARGE GEOTECHNISCHES BÜRO PROF. DR. SCHULER & DR.-ING. GÖDECKE GBRMBH / IGWU GMBH 2000).

Tab. 20: Grundwasserbilanz der quartären Teilräume (mittlere Grundwasserneubildung 1971-2000)

Bilanzgrößen in m³/a		Teilräume												
		Unteres Isartal West	Unteres Isartal Mitte	Unteres Isartal Wallersdorf 1	Unteres Isartal Wallersdorf 2	Unteres Isartal Ost	Unteres Isartal Nordost 1	Unteres Isartal Nordost 2	Hochterrasse Isar	Hochterrasse	Niederterrasse	Vilstal West	Vilstal Ost	
Positiv	Mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag (1971 - 2000)	11.272.776	10.630.283	6.549.110	3.229.270	5.001.183	4.871.495	20.972.192	1.352.671	22.252.071	22.294.805	7.168.019	6.084.155	
	Randzustrom Modellgrenze	7.730.000										280.000		
	Grundwasserzustrom Tertiär	2.634.596	3.651.603	1.755.658	1.755.658	5.407.260	804.222	1.303.491	494.279			11.211.115	16.496.969	
	Grundwasserzustrom Quartär				5.884.716	17.720.745		4.199.745			19.013.409		6.321.319	
	Zusickerung										900.000			
Negativ	Bewässerung	-78.060	-844.012	-634.394	-319.498	-446.448	-671.700	-924.585	-189.673	-1.414.027	-1.354.690	-1.093.900	-297.083	
	Sonstiger Zweck	-680.115	-176.513	-30.000	-3.500	-100.000	-50	-988.950		-24.635	-185.170	-32.800	-84.500	
	Öffentliche Wasserversorgung							-1.003.650			-3.500.000			
	Aussickerung				-680.000	-605.000				-1.800.000	-170.000			
	Grundwasserabstrom		-13.261.361	-7.640.373	-9.866.645		-5.003.968			-19.013.409		-17.532.434		
	Exfiltration Vorfluter	-20.879.197				-26.977.741		-23.558.243	-1.657.277		-36.998.354		-28.520.860	
30% der lokalen Grundwasserneubildung		-3.381.833	-3.189.085	-1.964.733	-968.781	-1.500.355	-1.461.449	-6.291.658	-405.801	-6.675.621	-6.688.442	-2.150.406	-1.825.247	
30% der gebietsspezifischen Wassermenge		-6.491.211	-4.284.566	-2.491.430	-3.260.893	-8.438.756	-1.702.715	-7.942.628	-554.085	-6.675.621	-12.662.464	-5.597.740	-8.670.733	

Tab. 21: Grundwasserbilanz der tertiären Teilräume (mittlere Grundwasserneubildung 1971-2000)

Bilanzgrößen in m³/a		Teilräume										
		Tertiär Nord 1	Tertiär Nord 2	Tertiär Nord 3	Tertiär Nord 4	Tertiär Nord 5	Forstharter Rücken HT Isar	Forstharter Rücken	Tertiär Vils Nord	Tertiär Mitte	Tertiär Süd 1	Tertiär Süd 2
Positiv	Mittlere Grundwasserneubildung Anpassung Leckage (1971 - 2000)	4.054.596	3.651.603	1.775.658	804.222	499.269	494.279	3.959.919	1.237.394	23.550.257	12.309.521	5.246.854
	Bewässerung											
Negativ	Sonstiger Zweck									-130.400	-309.000	-105.000
	Öffentliche Wasserversorgung	-1.420.000		-20.000						-3.665.000	-1.746.800	-136.000
	Aussickerung											
	Grundwasserabstrom	-2.634.596	-3.651.603	-1.755.658	-804.222	-499.269	-494.279	-3.959.919	-1.237.394		-10.253.721	-5.005.854
	Exfiltration Vorfluter									-19.754.857		
30% der lokalen Grundwasserneubildung		-1.216.379	-1.095.481	-532.697	-241.267	-149.781	-148.284	-1.187.976	-371.218	-7.065.077	-3.692.856	-1.574.056
30% der gebietsspezifischen Wassermenge		-1.216.379	-1.095.481	-532.697	-241.267	-149.781	-148.284	-1.187.976	-371.218	-7.065.077	-3.692.856	-1.574.056

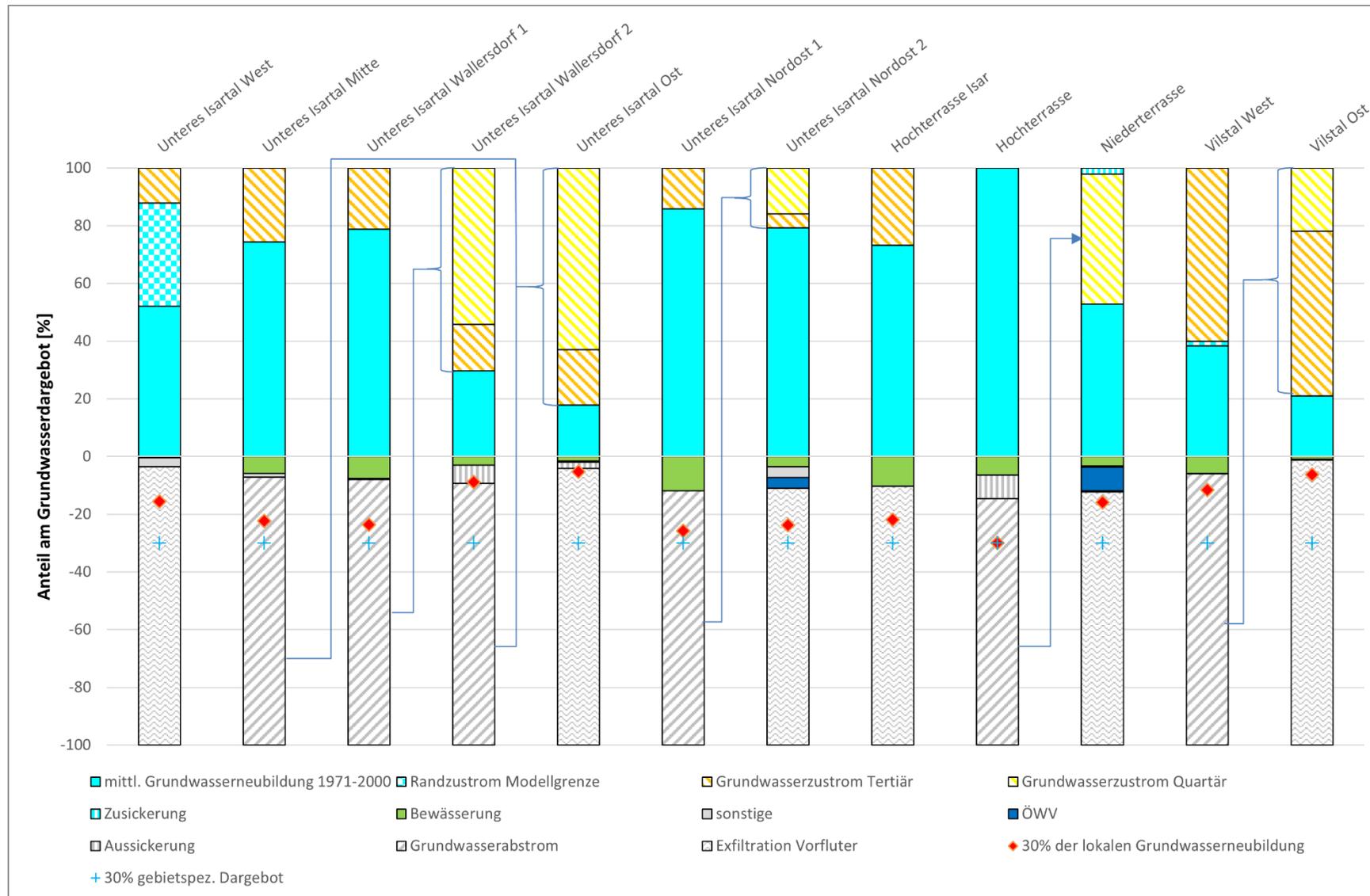


Abb. 28: Grundwasserbilanz der quartären Teilräume in prozentualen Anteilen am jeweiligen Grundwasserdargebot (mittlere Grundwasserneubildung 1971-2000)

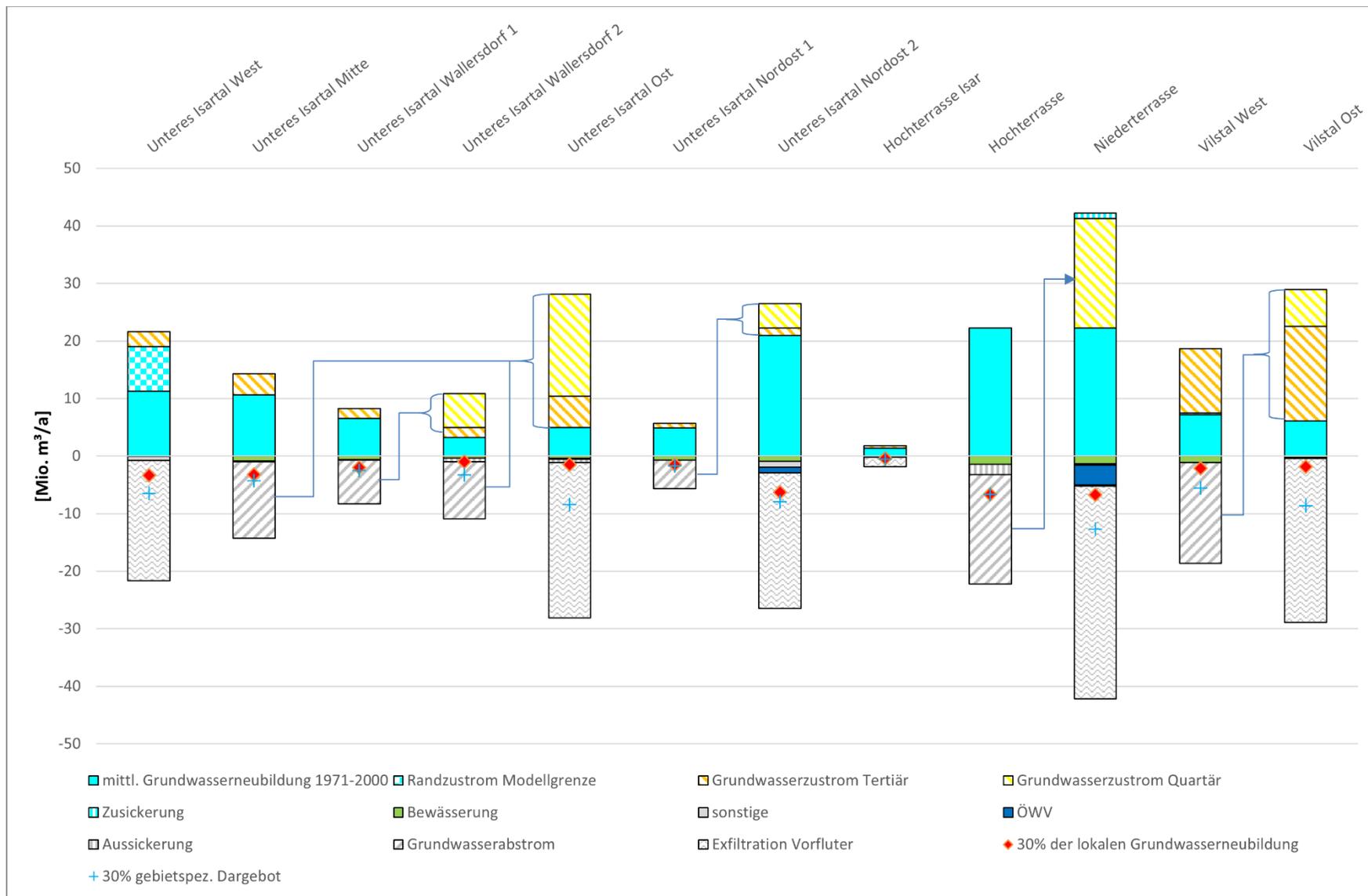


Abb. 29: Grundwasserbilanz der quartären Teilräume (mittlere Grundwasserneubildung 1971-2000)

4.8.3 Reduzierte Grundwasserneubildung (Mittelwert 2012-2021)

Um in der Dargebotsbetrachtung, dem in der jüngeren Vergangenheit verzeichneten Rückgang der Grundwasserneubildung aus Niederschlag Rechnung zu tragen, wurde das Mittel für den Zeitraum 2012 – 2021 angesetzt, was in den Teilräumen „Unteres Isartal“, „Vilstal“ und „Niederterrasse“ zu einem entsprechend verringerten Abfluss über die großen Vorfluter bzw. kleineren Gerinne führt. Des Weiteren führt die geringere Grundwasserneubildung aus Niederschlag zu niedrigeren Randab- und zuströmen was sich sowohl auf die Bilanz der tertiären als auch der quartären Teilräume auswirkt. Für die Ermittlung der Grundwasserneubildung im tertiären Hauptgrundwasserstockwerk, wurde die niedrigere Leckagerate angesetzt. (vgl. 4.7.5)

Die Bilanzgrößen für die quartären Teilräume sind in Tab. 22 und für die tertiären Teilräume in Tab. 23 aufgelistet und quantifiziert.

Abb. 30 zeigt die Grundwasserbilanz der quartären Teilräume grafisch. Um die Vergleichbarkeit zwischen den Teilräumen zu gewährleisten werden die einzelnen positiven und negativen Größen des Grundwasserdargebots als Anteile am Gesamtdargebot des jeweiligen Teilraums angegeben. Die absoluten Werte des Grundwasserdargebots in den quartären Teilräumen sind in Abb. 31 dargestellt.

4.8.3.1 Quartäre Teilräume

Unteres Isartal

Für das „Untere Isartal“ zeigt sich, dass sich die Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Vergleich zum langjährigen Mittel von 62,5 Mio. m³/a auf 50,1 Mio. m³/a reduziert. Die positiven Größen der Grundwasserbilanz mit den Randzuströmen aus den tertiären Teilräumen „Tertiär Nord“ und dem Zustrom über dem Modellrand reduzierten sich unter Ansatz des reduzierten Dargebots von 17,9 Mio. m³/a auf 14,5 Mio. m³/a. Dabei wird angenommen, dass der Zustrom über den Modellrand konstant bleibt.

Zu den negativen Bilanzgrößen des gesamten Teilraumes „Unteres Isartal“ zählen die Grundwasserentnahmen von 6,9 Mio. m³/a, die Aussickerung aus den quartären Schichten in tieferliegende Grundwasserstockwerke mit 1,3 Mio. m³/a, sowie die Speisung des Isar- und Donauabflusses aus dem Grundwasser mit 55,9 Mio. m³/a.

Hochterrasse mit Osterhofener Platte

Auf dem Gebiet des Teilraumes „Hochterrasse“ wurde die flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag unter Ansatz des reduzierten Dargebots mit 15,1 Mio. m³/a errechnet. Die Hochterrasse erfährt aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse keinen Randzustrom aus dem südlich gelegenen Forstharter Rücken.

Als negative Werte in die Grundwasserbilanz des Teilraumes gehen die genehmigten Grundwasserentnahmen mit insgesamt 1,6 Mio. m³/a, die Aussickerung in tiefere Grundwasserstockwerke von 1,8 Mio. m³/a, der Randabstrom in Richtung Niederterrasse von 11 Mio. m³/a und die Exfiltration in die Isar von 1 Mio. m³/a ein.

Für den Bereich der Osterhofener Platte (gem. Abb. 22) wurde eine Grundwasserneubildung aus Niederschlag von 13,2 Mio. m³/a, sowie eine Zusickerung aus den Ortenburger Schottern von 0,06 Mio. m³/a ermittelt. Dem Grundwasserdargebot von 12,3 Mio. m³/a stehen Grundwasserentnahmen von 1,8 Mio. m³/a und eine Aussickerung von 1,6 Mio. m³/a gegenüber.

Niederterrasse

Auf dem Gebiet des Teilraumes „Niederterrasse“ wurde eine flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag unter Ansatz des reduzierten Dargebots von 14,7 Mio. m³/a ermittelt. Weitere positiv in die Bilanz eingehende Größen sind die Zusickerung aus dem Ortenburger Schotter (0,5 Mio. m³/a) und der Zustrom durch das hydraulische Fenster (0,4 Mio. m³/a) von insgesamt 0,9 Mio. m³/a sowie der Randzustrom aus dem Teilraum „Hochterrasse“ von 11 Mio. m³/a.

Als negative Werte in die Grundwasserbilanz des Teilraumes gehen die Grundwasserentnahmen mit insgesamt 5, Mio. m³/a, die Aussickerung in tiefere Grundwasserstockwerke von 0,2 Mio. m³/a und die Exfiltration in die Donau mit 21,4 Mio. m³/a ein.

Vilstal

Im Teilraum „Vilstal“ reduziert sich die flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag unter Ansatz des reduzierten Dargebots im Vergleich zum langjährigen Mittel von 13,3 Mio. m³/a auf 9,5 Mio. m³/a. Die weiteren positiven Bilanzgrößen in diesem Teilraum aus den umliegenden tertiären Talflanken und die über den Modellrand erfolgenden Randzuströme reduzieren sich von insgesamt 16,8 Mio. m³/a auf 11,4 Mio. m³/a.

Negative Bilanzgrößen des Teilraums sind die Grundwasserentnahmen mit 1,5 Mio. m³/a und die Exfiltration in die Vils aus dem Grundwasser mit 19,4 Mio. m³/a.

Ortenburger Schotter

Für den Ortenburger Schotter wurden keine abweichenden Annahmen gegenüber den Ergebnissen aus Kapitel 4.8.2.1 getroffen.

4.8.3.2 Tertiäre Teilräume

Für die tertiären Teilräume gelten die unter Kapitel 4.8.2.2 beschriebenen Verhältnisse unverändert. Die Ergebnisse der Bilanzierung sind Tab. 23 zu entnehmen.

Tab. 22: Grundwasserbilanz der quartären Teilräume (mittlere Grundwasserneubildung 2012-2021)

Bilanzgrößen in m³/a		Teilräume												
		Unteres Isartal West	Unteres Isartal Mitte	Unteres Isartal Wallersdorf 1	Unteres Isartal Wallersdorf 2	Unteres Isartal Ost	Unteres Isartal Nordost 1	Unteres Isartal Nordost 2	Hochterrasse Isar	Hochterrasse	Niederterrasse	Vilstal West	Vilstal Ost	
Positiv	Mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag (2012 - 2021)	8.789.820	8.171.985	5.474.778	2.639.343	3.561.847	4.217.679	17.255.557	880.183	14.198.354	14.709.738	4.828.249	4.707.636	
	Randzustrom Modellgrenze	7.730.000										280.000		
	Grundwasserzustrom Tertiär	1.464.022	2.597.374	1.243.020	1.243.020	3.840.394	572.041	927.169	351.579			7.300.081	11.071.153	
	Grundwasserzustrom Quartär				4.810.384	13.598.189		3.545.929			10.959.692		3.981.548	
	Zusickerung										900.000			
Negativ	Bewässerung	-78.060	-844.012	-634.394	-319.498	-446.448	-671.700	-924.585	-189.673	-1.414.027	-1.354.690	-1.093.900	-297.083	
	Sonstiger Zweck	-680.115	-176.513	-30.000	-3.500	-100.000	-50	-988.950		-24.635	-185.170	-32.800	-84.500	
	Öffentliche Wasserversorgung							-1.003.650			-3.500.000			
	Aussickerung				-680.000	-605.000				-1.800.000	-170.000			
	Grundwasserabstrom		-9.748.835	-6.053.404	-7.689.749		-4.117.970			-10.959.692		-11.281.629		
	Exfiltration Vorfluter	-17.225.667				-19.848.983		-18.811.470	-1.042.089		-21.359.570		-19.378.754	
30% der lokalen Grundwasserneubildung		-2.636.946	-2.451.596	-1.642.433	-791.803	-1.068.554	-1.265.304	-5.176.667	-264.055	-4.259.506	-4.412.921	-1.448.475	-1.412.291	
30% der gebietsspezifischen Wassermenge		-5.395.153	-3.230.808	-2.015.339	-2.607.824	-6.300.129	-1.436.916	-6.518.596	-369.529	-4.259.506	-7.970.829	-3.722.499	-5.928.101	

Tab. 23: Grundwasserbilanz der tertiären Teilräume (mittlere Grundwasserneubildung 2012-2021)

Bilanzgrößen in m³/a		Teilräume										
		Tertiär Nord 1	Tertiär Nord 2	Tertiär Nord 3	Tertiär Nord 4	Tertiär Nord 5	Forstharter Rücken HT Isar	Forstharter Rücken	Tertiär Vils Nord	Tertiär Mitte	Tertiär Süd 1	Tertiär Süd 2
Positiv	Mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag (2012 - 2021)	2.884.022	2.597.374	1.263.020	572.041	355.128	351.579	2.816.679	880.155	16.751.229	8.755.726	3.732.072
	Bewässerung											
Negativ	Sonstiger Zweck									-130.400	-309.000	-105.000
	Öffentliche Wasserversorgung	-1.420.000		-20.000						-3.665.000	-1.746.800	-136.000
	Aussickerung											
	Grundwasserabstrom	-1.464.022	-2.597.374	-1.243.020	-572.041	-355.128	-351.579	-2.816.679	-880.155		-6.699.926	-3.491.072
	Exfiltration Vorfluter									-12.955.829		
30% der lokalen Grundwasserneubildung		-865.207	-779.212	-378.906	-171.612	-106.538	-105.474	-845.004	-264.046	-5.025.369	-2.626.718	-1.119.622
30% der gebietsspezifischen Wassermenge		-865.207	-779.212	-378.906	-171.612	-106.538	-105.474	-845.004	-264.046	-5.025.369	-2.626.718	-1.119.622

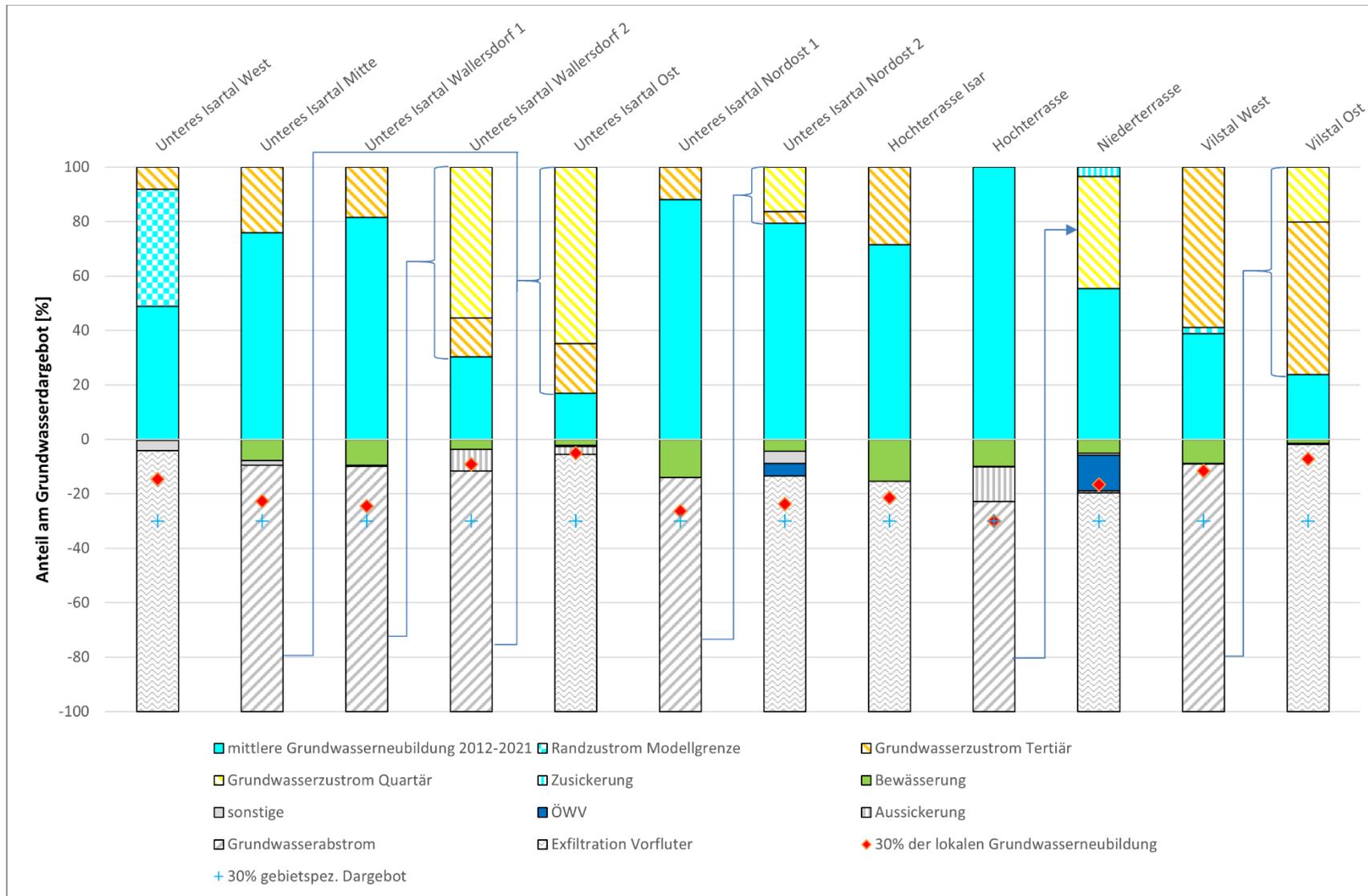


Abb. 30: Grundwasserbilanz der quartären Teilräume in prozentualen Anteilen am jeweiligen Grundwasserdargebot (mittlere Grundwasserneubildung 2012-2021)

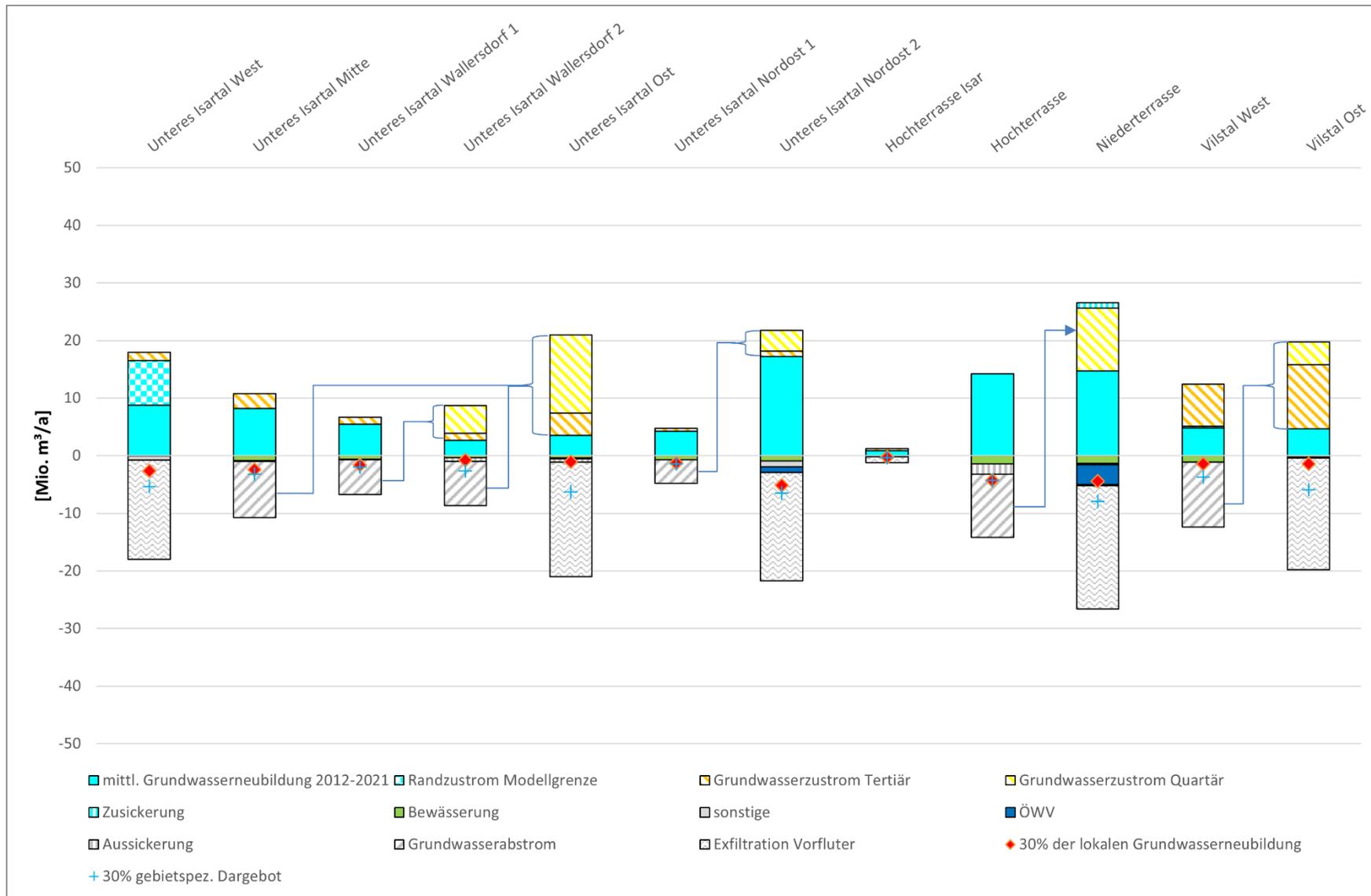


Abb. 31: Grundwasserbilanz der quartären Teilräume (mittlere Grundwasserneubildung 2012-2021)

5 Risikobereiche

Das 30 %-Kriterium (vgl. Kapitel 3) kann als Orientierungswert zur Beurteilung des mengenmäßigen Zustands von Grundwasserkörpern und (Teil-)Bilanzräumen herangezogen werden und gilt dabei als Maximalwert. Wie bereits in Kapitel 3 erläutert, sind zur Beurteilung des mengenmäßigen Zustands ggf. weitere hydrogeologische Betrachtungen (Ganglinienauswertungen, Wasserbilanzen, grundwasserabhängige Oberflächengewässer und/oder Landökosysteme) erforderlich bzw. hängen davon ab.

Im Bereich des vorliegenden hydrogeologischen Modells wurden im Rahmen der Bearbeitung sogenannte Risikobereiche definiert, in denen sich, bedingt durch verstärkte Grundwassernutzung oder/und sich verändernden klimatischen Einflüssen, z. B. durch die Tendenz fallender Grundwasserstände zeigt, dass das Grundwasserdargebot stark beansprucht ist. In diesen Risikobereichen ist im Rahmen der Begutachtung von Grundwasserentnahmen und in Hinblick auf die Grundwasserbewirtschaftung eine Berücksichtigung und Anwendung weiterer Kriterien wie bspw. die Festlegung von Grenz-/Warngrundwasserständen erforderlich sowie ggf. ein erweitertes Monitoring mit zusätzlicher Errichtung von Grundwassermessstellen.

Insgesamt wurden mit dem nördlichen Unteren Isartal, der Osterhofener Platte und dem Vilstal West drei Risikobereiche innerhalb des hydrogeologischen Modells festgelegt (Abb. 32).

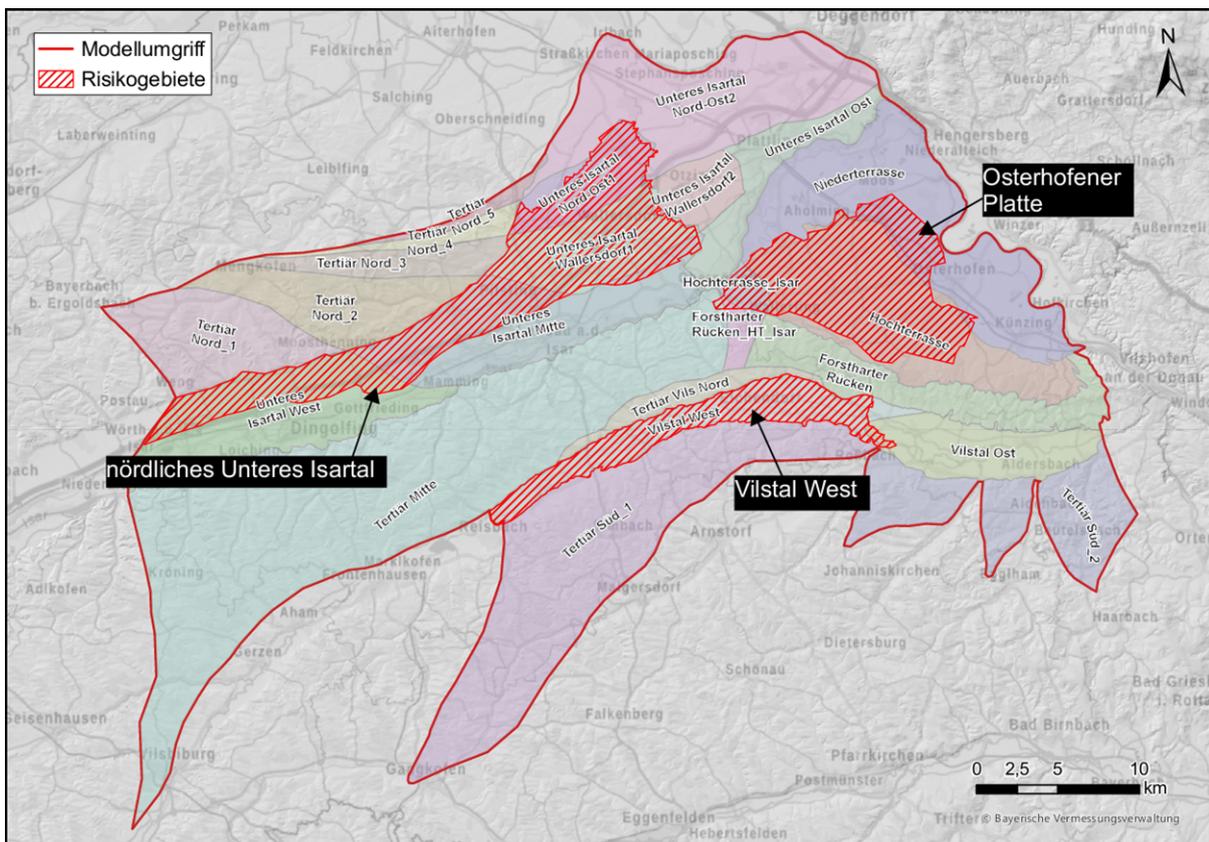


Abb. 32: Festgelegte Risikobereiche innerhalb des hydrogeologischen Modells mit Überlagerung der Teilräume aus dem vorliegenden hydrogeologischen Modell

Osterhofener Platte

Die Osterhofener Platte (Abgrenzung gemäß WWA) ist hydrogeologisch gekennzeichnet durch eine mächtige Überdeckung des obersten Grundwasserleiters mit Lößlehm und dadurch, dass die Grundwasserneubildung aus Niederschlag für das Grundwasserdargebot aufgrund fehlender Randzuflüsse die einzige positive Bilanzkomponente darstellt. Infolge dieser mächtigen Überdeckung erfolgt seit dem Trockenjahr 2015 nur eine sehr langsame Erholung der tief abgefallenen Grundwasserstände. Als Beispiel ist die Grundwasserganglinie der Messstelle Ottmaring 5/24 in Abb. 34 dargestellt. Weitere langjährige Grundwasserganglinien können Anlage 19 entnommen werden.

Das Grundwasservorkommen unterhalb der Osterhofener Platte an der Bruchkante zur Niederterrasse speist zahlreiche Quellen, daher ist der Randabstrom von der Osterhofener Platte bzw. Hochterrasse in die Niederterrasse von zentraler Bedeutung für die Quellbiotope und Bäche, die dort ihren Ursprung haben. Sie bilden zudem die Vorfluter für mehrere kommunale Kläranlagen.

Das im Bereich der Osterhofener Platte vergleichsweise geringe Grundwasserdargebot, welches sich hauptsächlich aus der Grundwasserneubildung aus Niederschlag speist, steht der in Zukunft vermehrt zu erwartenden Grundwassernutzung zu Bewässerungszwecken entgegen. Daher wurde zur besseren Überwachung der Grundwasserbewirtschaftung vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf im Jahr 2019 das bestehende Grundwassermessstellennetz erweitert. Im Februar 2020 haben die Messstellen der Erweiterung den Messbetrieb aufgenommen, durch die relativ homogene Verteilung der Messstellen, können Änderungen der Grundwasserstände in der Fläche kleinräumig erfasst werden und so bei der Begutachtung von Entnahmen unterstützen (Abb. 33). Des Weiteren sind zukünftig zusätzlich Pumpversuche und hydrochemische Untersuchungen an den Grundwassermessstellen geplant.

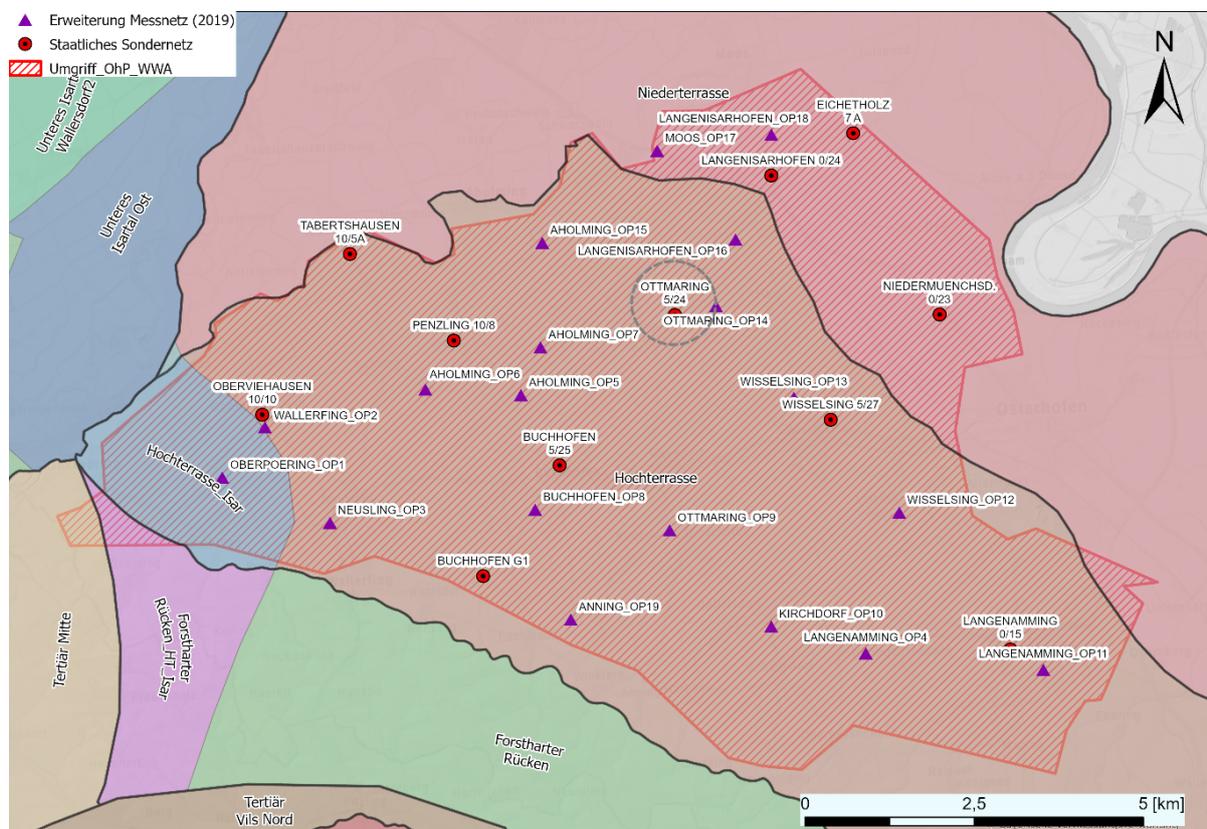


Abb. 33: Bestehendes staatliches Sondernetz sowie die 2019 neu errichteten Grundwassermessstellen im Bereich der Osterhofener Platte

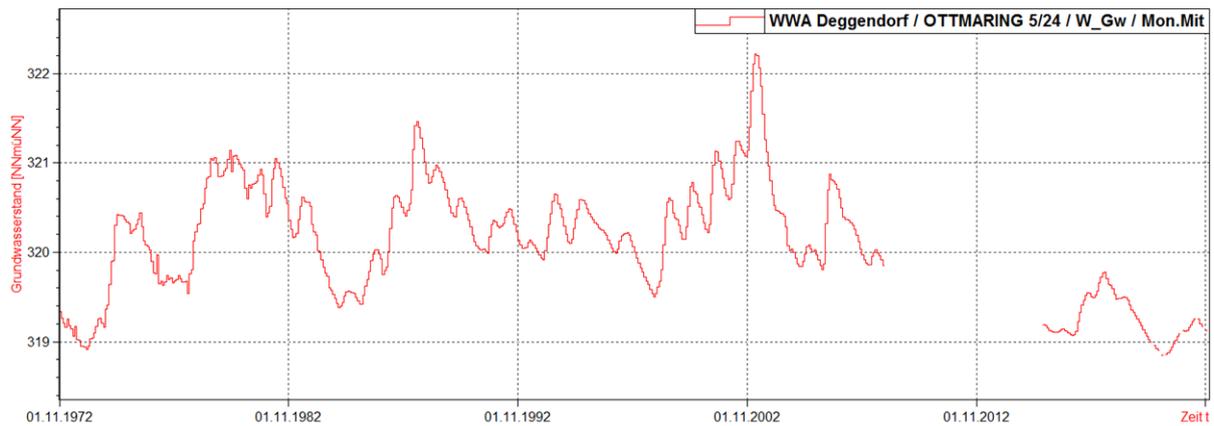


Abb. 34: Grundwasserstand der Messstelle Ottmaring 5/24 (Lage siehe Abb. 33)

Vilstal West

Im Bereich des Vilstals zeigt der Nutzungsgrad der Grundwasserneubildung aus Niederschlag eine starke Beanspruchung des Grundwasserleiters durch Grundwasserentnahmen an. Den größten Anteil haben mit ca. 1,4 Mio. m³/a im Teilraum „Vilstal West“ Grundwasserentnahmen zum Zweck der Bewässerung. Insbesondere im breiter werdenden Talbereich in Richtung Osten dieses Teilraums ist vor allem der Gemüseanbau vorherrschend. Wasserstand und Abfluss der Vils zeigen am Pegel Rottersdorf (Abb. 35 und Abb. 36), dass in vermehrt auftretenden Trockenjahren seit ca. 2013 eine geringere Wasserführung gegeben ist und der Einfluss der Vils auf den angrenzenden quartären Grundwasserkörper abnimmt. Auch wenn davon ausgegangen werden kann, dass mit dem Zustrom aus den tertiären Flanken das Grundwasserdargebot höher ist als aus der alleinigen Betrachtung der Grundwasserneubildung, zeigen sich im Bereich des Teilraums „Vilstal West“ in den Grundwasserständen fallende Tendenzen seit dem Trockenjahr 2013. Abb. 37 zeigt am Beispiel der Grundwassermessstelle „Flussgebietsmanagement MQS 12-R“ die Grundwasserstandsentwicklung in diesem Bereich, welche seit ca. 2013 insbesondere in den Sommermonaten aufgrund der geringen Wasserführung der Vils und zunehmender lokaler Grundwasserentnahmen zu signifikanten Absenkungen des Grundwasserspiegels führt.

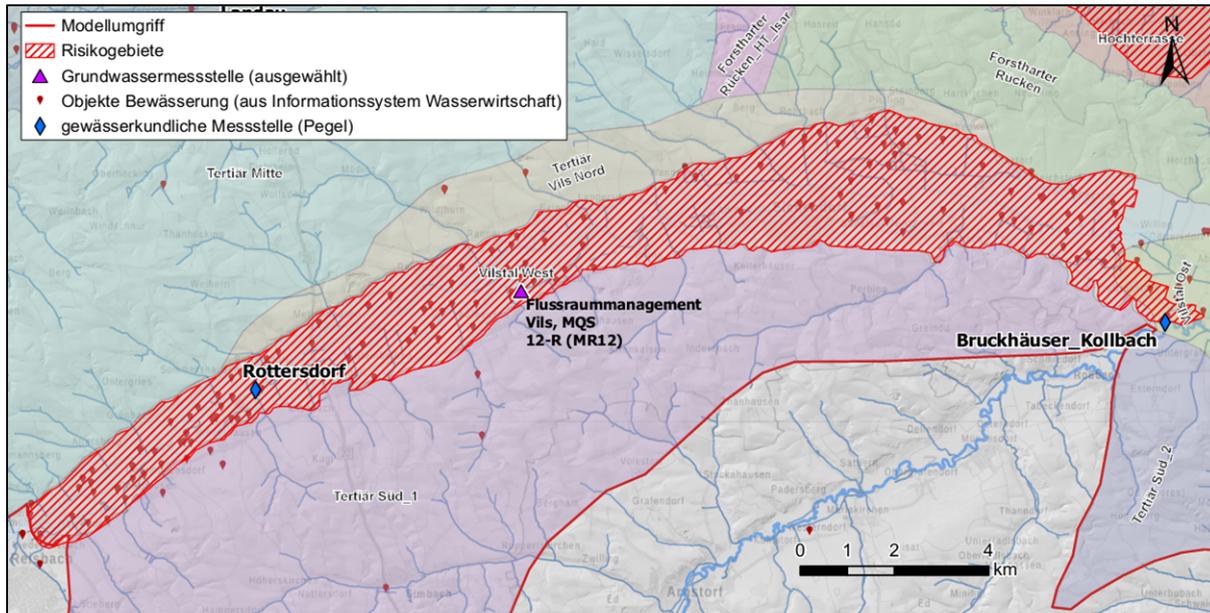


Abb. 35: Lage des betrachteten Pegels Rottersdorf an der Vils und der Grundwassermessstelle MQS 12-R im Risikobereich „Vilstal West“

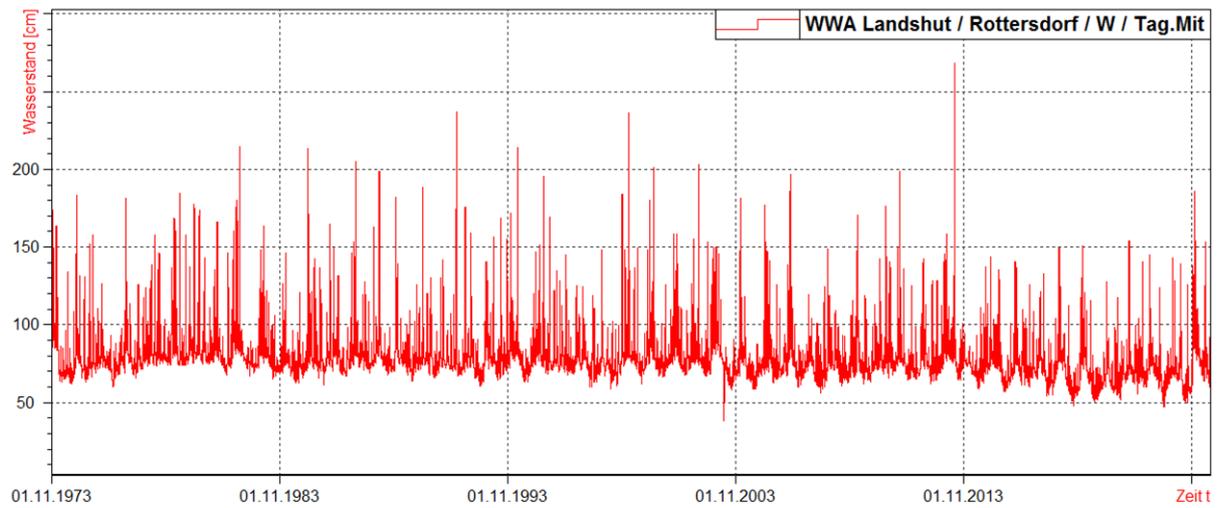


Abb. 36: Pegelganglinie Rottersdorf/Vils

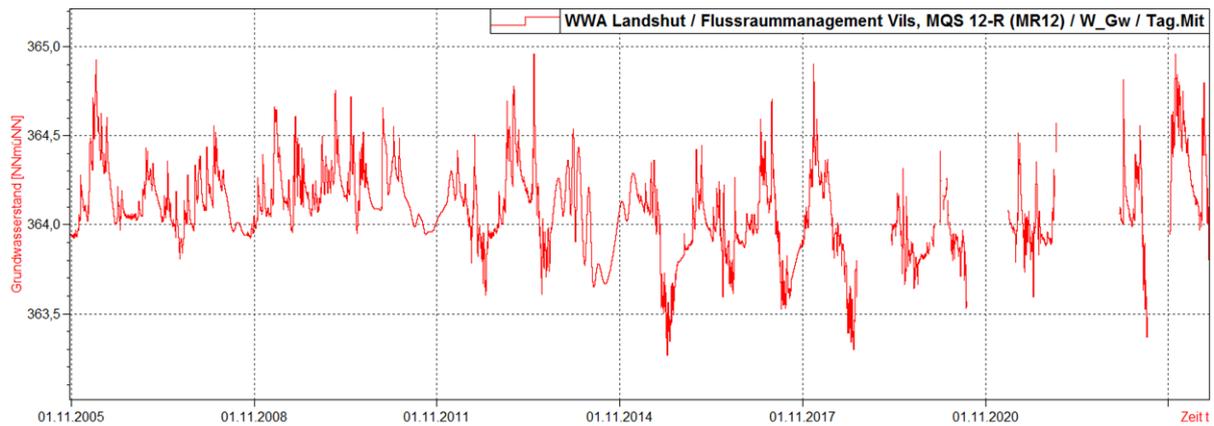


Abb. 37: Grundwasserstandsentwicklung an der Grundwassermessstelle „Flussraummanagement MQS 12-R (MR12)“

Nördliches Unteres Isartal

Das Risikogebiet im nördlichen Teil des Unteren Isartals ist insbesondere aufgrund fallender Grundwasserspiegel ausgewiesen worden. In diesen Teilbereichen hat die Isar mit ihren Grundwasserbegleitströmen keinen Einfluss mehr die dortigen Grundwasserkörper bei hoher Wasserführung zu speisen.

Betrachtet man die Grundwasserspiegel in Grundwassermessstellen im Teilraum „Unteres Isartal Nord-Ost 1“ (Abb. 38) zeigt sich seit 2013 ein signifikantes Absinken der Grundwasserspiegel. Bei längeren Niederschlagsperioden erholt sich der Grundwasserspiegel teilweise wieder, wie zum Beispiel im feuchteren Jahr 2021, allerdings reichen die Niederschläge nicht aus, um annähernd an mittlere Grundwasserstände vor 2013 zu gelangen.

Der sinkende Grundwasserstand in den nördlichen Bereichen des Unteren Isartals lässt sich nicht nur punktuell an verschiedenen Grundwassermessstellen belegen. Zahlreiche Meldungen von Bürgern in den letzten Jahren über trockenengefallene Brunnen für Einzeltrinkwasserversorgungen (z.B. nördlich von Wallersdorf im Landkreis Straubing-Bogen), Grundwasserwärmepumpen (z.B. in Haidenkofen, Gemeinde Wallersdorf und in Wallersdorf), Bewässerungsbrunnen (mehrere Brunnen in der Gemeinde Wallersdorf) und Teiche machen die sinkende Tendenz der Grundwasserstände darüber hinaus sichtbar. Insbesondere ist an dieser Stelle der große Dorfteich in Haidlfing, Gemeinde Wallersdorf, zu erwähnen (Abb. 39), mit einem seit 2016 stetig abfallenden Wasserspiegel (belegbar über die historischen Luftbildaufnahmen). Heute ist der Dorfteich ausgetrocknet. Nach Aussage des Landratsamts Dingolfing-Landau gehen jedes Jahr mehrere Meldungen bezüglich sinkender Grundwasserstände ein.

Meldungen von Bürgern über Veränderungen infolge sinkender Grundwasserstände kommen auch aus dem Landkreis Landshut. Diese liegen ebenfalls im nördlichen Unteren Isartal, außerhalb des Einflussbereichs der Isar. Hier sind die Austrocknung von kleinen angelegten Teichen und dem Bach durch die Siedlung im westlichen Teil des Marktes Ergolding sowie das Trockenfallen von Grundwasserwärmepumpen (z.B. in der Münchnerau, Stadt Landshut) als Beispiele zu nennen.

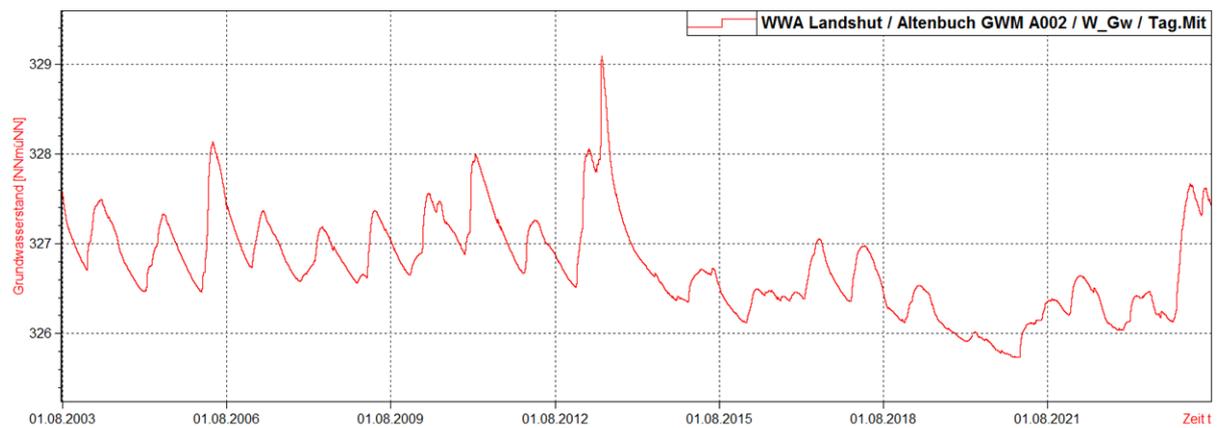


Abb. 38: Grundwasserstandsentwicklung an der Grundwassermessstelle Altenbuch in der Gemeinde Wallersdorf, Landkreis Dingolfing-Landau

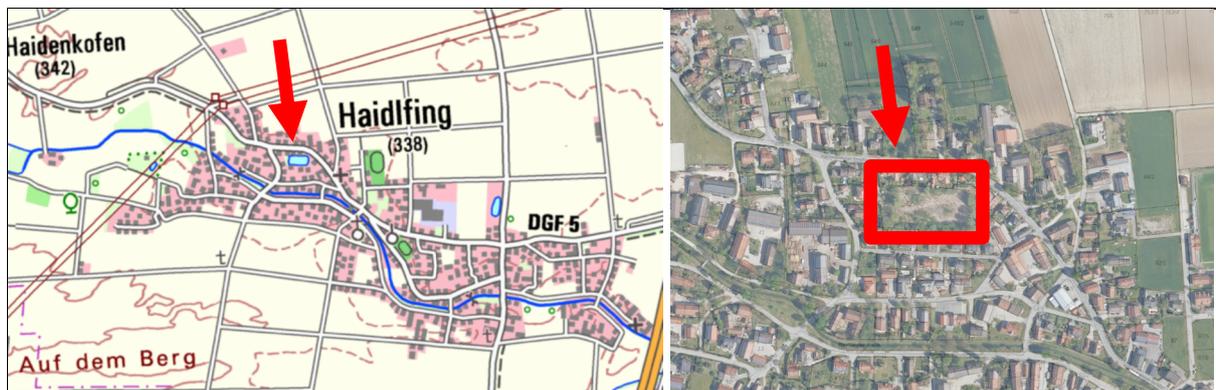


Abb. 39: Haidlfing mit Dorfteich (Flurnummer 52, Gemarkung Haidlfing) in der Gemeinde Wallersdorf, Landkreis Dingolfing-Landau; Topographische Karte (links) und Luftbildaufnahme (rechts)

6 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem vorliegenden hydrogeologischen Modell „Osterhofener Platte, Unteres Isartal und Vilstal“ wurden zur Ermittlung des verfügbaren Grundwasserdargebots und der Ermittlung der dafür notwendigen Bilanzgrößen für die Wasserbilanz geologisch und hydrogeologisch sinnvolle Teilräume abgegrenzt. Das Modellgebiet wurde demnach in neun regionale Teilräume unterteilt und die jeweiligen oberflächennahen und hydraulisch verbundenen Schichten zu einem Grundwasserleiter zusammengefasst. Für eine detaillierte Abgrenzung in Hinblick auf das Wasserdargebot in den Schwerpunktgebieten von Bewässerungsentnahmen wurden diese Gebiete weiter unterteilt, sodass insgesamt für das vorliegende hydrogeologische Modell 23 Teilräume abgegrenzt und Grundwasserbilanzen aufgestellt wurden.

Die unterschiedlichen hydrogeologischen Einheiten des Tertiärs stehen mit den quartären Einheiten der Flusstäler in hydraulischen Kontakt. Dabei erfolgt ein Zustrom vom im tertiären Hauptgrundwasserstockwerk neugebildeten Grundwasser in die angrenzenden Quartärteilräume, so dass dort ein höheres Grundwasserdargebot zur Verfügung steht, als sich aus einer alleinigen Betrachtung der Bilanzkomponenten Grundwasserneubildung und Grundwassernutzungen ergeben würde. Die durch das Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW berechnete Grundwasserneubildung aus Niederschlag bezieht sich dabei auf den obersten Grundwasserleiter. Um daraus die Grundwasserneubildung des tertiären Hauptgrundwasserstockwerks bestimmen zu können und damit auch den Randzustrom in die angrenzenden Quartärteilräume, wurden die im Pegeleinzugsgebiet durch GWN-BW modellierte Sickerwassermenge mit den gemessenen grundwassergespeisten Niedrigwasserabflüssen an Pegeln verglichen. Dabei wurde angenommen, dass die Differenz beider Größen potentiell zur Versickerung, als sogenannte Leckage, für tiefer gelegene Grundwasserleiter zur Verfügung steht.

Das Untere Isartal und die Hochterrasse werden durch zahlreiche Brunnen zur landwirtschaftlichen Bewässerung genutzt. Weil die höher gelegenen Tertiärgebiete in die tiefer gelegenen quartären Schotterterrassen einspeisen steht dort ein höheres Dargebot zur Verfügung als sich aus einer einfachen Bilanzierungsbetrachtung ergeben würde. Dennoch zeigen aktuelle Entwicklungen zu Grundwasserständen, dass das vorhandene Grundwasserdargebot bereits stark beansprucht ist. Die betrachtete Osterhofener Platte weist in Relation zu den Grundwasserentnahmen ein vergleichsweise geringes Dargebot auf. Für diesen Teilbereich steht als einzige positive Bilanzgröße die Grundwasserneubildung aus Niederschlag zur Verfügung, da bedingt durch die hydrogeologischen Verhältnisse keine Randzuströme angenommen werden können. Für die hauptsächlich zur Trinkwassergewinnung genutzten Niederterrasse besteht in Zeiten eines reduzierten Dargebots eine Nutzung über 30% der dortigen Grundwasserneubildung aus Niederschlag. In Hinblick auf die ermittelten Zustrommengen kommt es bei dieser Betrachtung jedoch zu einer geringen Ausnutzung des Grundwasserdargebots. Unter dem Aspekt der Zustrommengen sind diese aus der oberstromigen Hochterrasse damit kritisch zu beobachten. Im Bereich des Teilraums Vilstal zeigen die aktuellen Betrachtungen mit den vorhandenen Grundwassernutzungen, dass grundsätzlich von einem ausreichenden Grundwasserdargebot für Grundwassernutzungen bedingt durch randliche Zuströme aus dem Tertiär ausgegangen werden kann. Jedoch zeigen auch in diesem Bereich aktuelle Grundwasserstandsentwicklungen, dass dieser Teilraum in Zeiten eines reduzierten Dargebots und bedingt durch geringere Abflüsse in den Gewässern das Grundwasserdargebot stark beansprucht ist.

Zur Beurteilung des mengenmäßigen Zustands der einzelnen Teilräume hinsichtlich Grundwasserdargebot ist nicht nur der Anteil der Entnahmen am Grundwasserdargebot bzw. der Grundwasserneubildung zu betrachten, sondern es sind des Weiteren ergänzende hydrogeologische Betrachtungen (Ganglinienauswertungen, Wasserbilanzen, grundwasserabhängige Oberflächengewässer und/oder Landökosysteme) erforderlich. Im Bereich des vorliegenden hydrogeologischen Modells wurden im

Rahmen der Bearbeitung sogenannte Risikobereiche definiert, in denen sich, bedingt durch verstärkte Grundwassernutzung oder/und sich verändernden klimatischen Einflüssen, z. B. durch die Tendenz fallender Grundwasserstände zeigt, dass das Grundwasserdargebot stark beansprucht ist auch wenn sich dies aus der alleinigen Betrachtung der überschlägigen Bilanzkomponenten nicht ergeben würde. In diesen Risikobereichen ist im Rahmen der Begutachtung von Grundwasserentnahmen und in Hinblick auf die Grundwasserbewirtschaftung eine Berücksichtigung und Anwendung weiterer Kriterien wie bspw. die Festlegung von Grenz-/Warngrundwasserständen erforderlich sowie ggf. ein erweitertes Monitoring mit zusätzlicher Errichtung von Grundwassermessstellen.

Das erstellte hydrogeologische Modell erlaubt eine genauere Betrachtung der Einzelfälle hinsichtlich der Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen. Die Datenlage zur Ermittlung der einzelnen Bilanzkomponenten ist teilweise recht unterschiedlich, sodass sich daraus in Teilbereichen hinsichtlich Randzuströmen und Interaktionen zu Oberflächengewässern zum Teil deutliche Unsicherheiten ergeben. Für detaillierte Betrachtungen gegenseitiger Beeinflussungen von Entnahmebrunnen und zur Erstellung einzelner Detailbilanzen sind daher in jedem Fall entsprechende ausgelegte Grundwassermessstellennetze erforderlich. Im Bereich der Osterhofener Platte wurde zur besseren Überwachung der Grundwasserbewirtschaftung vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf bereits ein Grundwassermessstellennetz errichtet. Damit können Änderungen der Grundwasserstände in der Fläche kleinräumig erfasst werden und so bei der Begutachtung von Entnahmen unterstützen. Mit der vorliegenden Datengrundlage kommt dieses Teilgebiet für eine optionale numerische Grundwassermodellierung im Rahmen des Projektes in Frage.

7 Literaturverzeichnis

ARGE GEOTECHNISCHES BÜRO PROF. DR. SCHULER & DR.-ING. GÖDECKE GBRMBH / IGWU GMBH (2000): Grundwasserströmungsmodell für die Ortenburger Schotter zwischen Straubing und Vilshofen – Teil A: Hydrogeologisches Modell. – 223 S.; Markt Schwaben.

ARGE GEOTECHNISCHES BÜRO PROF. DR. SCHULER & DR.-ING. GÖDECKE GBRMBH / IGWU GMBH (2001): Grundwasserströmungsmodell für die Ortenburger Schotter zwischen Straubing und Vilshofen – Teil B: D-Grundwasserströmungsmodell. – 149 S.; Augsburg.

ANDRES, G. & EGGER, R. (1983): Untersuchung zum Grundwasserhaushalt des Tiefenwassers der Oberen Süßwassermolasse durch Grundwasseraltersbestimmung.- Informationsberichte d. Bayer. Landesamts f. Wasserwirtschaft 8/83, München.

FACHSEKTION HYDROGEOLOGIE IN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT (FH-DGG, 2002): Hydrogeologische Modelle – Ein Leitfaden mit Fallbeispielen: 120 S., Hannover

GUDERA, T. & MORHARD, A. (2015): Hoch aufgelöste Modellierung des Bodenwasserhaushalts und der Grundwasserneubildung mit GWNBW. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 59 (5), 205-216; DOI: 10.5675/HyWa_2015,5_1

INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. KOBUS UND PARTNER GMBH (2015): Nitrattransportmodell Tertiärhügelland – Zusammenfassender Abschlussbericht. – 29 S., Stuttgart.

KLIWA (2017): Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen (1951-2015). - KLIWA Berichte Heft 21; <http://www.kliwa.de/publikationen-hefte.htm>

KOPP, B., BAUMEISTER, C., GUDERA, T., HERGESELL, M., KAMPF, J., MORHARD, A., & NEUMANN, J (2018): Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen von 1951-2015. - Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 62 (2), 62-76; DOI: 10.5675/HyWa_2018,2_1

LAWA – UNTERARBEITSGRUPPE (2011): Sachstandsbericht – Fachliche Umsetzung der EG-WRRRL, Teil 5, Bundesweit einheitliche Methode zur Beurteilung des mengenmäßigen Zustands: 26 S.

LFU - BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2022): Handlungsempfehlung zum Vorgehen bei der Begutachtung von Wasserentnahmen für die Bewässerung, 13 S, Augsburg.

LFU - BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [Hrsg.] (2009): Hydrogeologische Karte von Bayern 1:500.000 – Blatt 4: Mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag (1971-2000) – Mit Erläuterungen: 88 S., Augsburg

LFU - BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [Hrsg.] (2011): Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 12 Donau-Wald - Hydrogeologische Karte 1:100 000. – Mit Erläuterungen: 214 S., Augsburg.

LFU - BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [Hrsg.] (2007): Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 13 Landshut - Hydrogeologische Karte 1:100 000. – Mit Erläuterungen: 232 S., Augsburg.

LFW - BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1993): Grundwassererkundung in Bayern; Maßnahme Osterhofen Süd, Kennz. 12.04/2 – Abflußmessungen an der Vils. – München.

LFU - BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [Hrsg.] (2021): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Bayern – Methodenband zur Bewirtschaftungsplanung: 169 S., Augsburg.

LUBW - LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2005): Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken - Grundlagen, Ermittlung und Beispiel.

UNGER, H.J. & BAUBERGER, W. (1991): GEOLOGISCHE KARTE VON BAYERN 1:25000, BLATT 7344 PLEINTING, MIT ERLÄUTERUNG – BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT, MÜNCHEN.

RMD WASSERSTRASSEN GMBH (2011): Donauausbau Straubing-Vilshofen – Untersuchung der quartären Grundwasserverhältnisse im Donautal zwischen Straubing und Vilshofen; Grundwassermodell 2009; Grundlagen, Modellaufbau, stationäre Kalibrierung und Validierung. – 80 S., München.

UNGER, H.J. (1997): Der Ortenburger Schotter am Nordrand der ostbayerischen Molasse. - Geologica Bavarica, 102, S. 361-392, 23 Abb., 3 Tab., München.

WASSERWIRTSCHAFTSAMT DEGGENDORF (2017): Sanierung der Unteren Isar von Fluss-km 21,0 – 8,3 Stützkraftstufe Pielweichs, Beweissicherung Grundwasser – Erläuterungsbericht für das Jahr 2016. – 10 S. Deggendorf.

INTERNETQUELLEN:

(1) HYDROLOGISCHE PLANUNGSGRUNDLAGEN - LOSEBLATTSAMMLUNG

http://www.stmug.bybn.de/wasser_intern/gewaesserkunde/oberirdische_gewaesser_quantitativ/hydrologische_planungsgrundlagen/index.htm (zuletzt abgerufen 02/2021)