

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH



**Grundwasserbewirtschaftungskonzept
Neustadt an der Weinstraße**

Synthese



Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
Niederlassung Bonn
Acherstraße 13b, 53111 Bonn
Telefon +49 228 945875-0, bce-bonn@bjoernsen.de
Oktober 2023, DF, PM, SK, 2005005.43

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht

1	Einführung	1
1.1	Anlass und Ziel	1
1.2	Randbedingungen und Anforderungen in Rheinlandpfalz	1
2	Gewinnungsgebiete der Stadt Neustadt	2
2.1	Räumliche Abgrenzung	2
2.2	Flächennutzung	4
2.3	Grundwassermessnetz	5
2.4	Hydrogeologische Gliederung	6
2.5	Grundwasserströmung und Fließzeiten	9
2.6	Grundwasserbeschaffenheit und Gefährdungspotentiale	10
3	Grundwasserdargebot	15
3.1	Niederschlag und Grundwasserneubildung	15
3.2	Oberflächengewässer und Quellschüttungen	16
4	Grundwasserbewirtschaftung (IST - GW-Gewinnung und Infrastruktur)	18
4.1	Brunnen, Wasserrecht und Grundwasserentnahmen	18
4.2	Wiedervernässungsmaßnahmen im Ordenswald	21
4.3	Grundwasserstände, -entwicklungen und Abhängigkeiten	21
5	Wasserversorgung	23
5.1	Aufbereitungs- und Transportinfrastruktur	23

5.2	Rohrnetzverluste	25
5.2.1	Wasserverluste und Schäden	25
5.2.2	Aktuelle Maßnahmen / Rehabilitationsstrategie	25
6	Grundwasser- und Verbrauchsbilanz (Ist-Zustand)	26
6.1	Entnahme	26
6.2	Verbrauch	26
7	Randbedingungen für die zukünftige Grundwasserbewirtschaftung	28
7.1	Ausgangssituation der bestehenden Grundwasserbewirtschaftung	28
7.2	Vorgesehene und geplante Entwicklungen der Grundwasserbewirtschaftung in Neustadt a.d.W.	29
7.2.1	Bewirtschaftung des Wassergewinnungsgebietes Sattelmühle	29
7.2.2	Absenkung des Grenzwertes für Arsen	30
7.2.3	Zweite Aufbereitungsanlage WW Ordenswald	30
7.3	Klimafolgen und -risiken	30
7.4	Zukünftiger Wasserbedarf	36
8	Handlungsbedarfe	37
8.1	Wasserquantität	37
8.1.1	Mittlere jährliche Bedarfsdeckung	37
8.1.2	Saisonale Bedarfsdeckung	39
8.2	Wasserqualität	39
9	Bewirtschaftungsoptionen	40
9.1	Potentielle zukünftige Nutzung bestehender Quellen für die Trinkwasserversorgung	40
9.2	Mögliche Varianten	43
9.2.1	V1: Erhöhung des Entnahmevolumens im EZG Ordenswald	43
9.2.2	V2: Erhaltung und Sanierung Sattelmühle	44
9.2.3	V3: Wassergewinnung aus dem Buntsandstein des Pfälzer Waldes	46
9.2.4	V4: Wassergewinnung außerhalb des Ordenswaldes	47
9.2.5	V5: Trinkwassertransportleitung Kaiserslautern – Neustadt	48
9.2.6	V6: Interkommunales Verbundnetz zur Wasserversorgung	48

9.3	Bewertung der Varianten	50
10	Handlungsempfehlungen	52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Quellgebiete westlich von Neustadt a.d.W.	4
Abbildung 2: Geologisches Schemaprofil in West-Ost-Richtung mit den benachbarten Einzugsgebieten der Brunnen Ordenswald und der Brunnen Benzenloch	7
Abbildung 3: Quellhorizonte im Pfälzer Wald	9
Abbildung 4: Flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag (1971-2000, links) und absolute Änderungen in der „nahen Zukunft“ (2021-2050, rechts) auf Basis regionaler Klimasimulationen	32
Abbildung 5: Bewertungsmatrix der im Juni/Juli 2023 begangenen Quellen im Westen von Neustadt a.d.W.	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Hydrostratigraphische Gliederung der Lockersedimente des Oberrheingrabens	6
Tabelle 2: Elektrische Leitfähigkeiten und oberirdische EZG der Quellen westlich von Neustadt a.d.W. im Juni und August 2023	10
Tabelle 3: Entnahmemengen und Genehmigungen für die Brunnen im Einzugsgebiet Ordenswald	18
Tabelle 4: Aktuelle jährliche Entnahmen und genehmigte jährliche Entnahmen von Grundwasser in den Gewinnungsgebieten von Neustadt a.d.W.	26
Tabelle 5: Jährliche Entnahme, Bereitstellung und Verluste von Grundwasser für die Trinkwasserversorgung in Neustadt a.d.W.	26
Tabelle 6: Tägliche Verbrauchsbilanzen und potentielle Kapazitäten von Grundwasser für die Trinkwasserversorgung in Neustadt a.d.W.	27
Tabelle 7: Zusammenfassung jährliche Entnahme, Bereitstellung und Verrechnung	28
Tabelle 8: Stündliches Dargebot, Verbrauch und Kapazitäten in den EZG Ordenswald und Sattelmühle	29
Tabelle 9: Klimatische Auslöser, deren Wirkungsketten und Risiken für die Trinkwasserversorgung	34
Tabelle 10: Abschätzung der Deckung des Wasserbedarfs von Neustadt a.d.W. bis zum Jahr 2050 unter Berücksichtigung des Klimawandels	37
Tabelle 11: Verschiedene Szenarien des zukünftigen Wasserbedarfs	39
Tabelle 12: Gegenüberstellung der einzelnen Wassergewinnungsoptionen und der damit verbundenen Vor- und Nachteile	50

Anlagen

Reihe A: Übersichten und Zusammenstellungen

- A-1 Stammdaten der Grundwassermessstellen (tabellarisch)
- A-2 Anlagenreihe Entwicklung der Grundwasserstände

Reihe B: Übersichten und Pläne

Maßstab

- | | | |
|-----|--|------------|
| B-1 | Übersichtskarte Einzugsgebiet und Wasserschutzgebiet | 1 : 55.000 |
| B-2 | Übersichtskarte Landwirtschaftliche Fläche und Messstellen | 1 : 30.000 |
| B-3 | Versorgungsschemata der einzelnen Quellgebiete | |

Abkürzungsverzeichnis

BCE	Björnsen Beratende Ingenieure GmbH / Björnsen Consulting Engineers
EWZ	Einwohnerzahl
GOK	Geländeoberkante
GWM	Grundwassermessstelle
HB	Hochbehälter
KW	Klimawandel
MGWL	Mittlerer Grundwasserleiter
MHW	Mittlerer Höchstwasserstand
MNW	Mittlerer Niedrigwasserstand
m NHN	Höhe in Meter über Normalhöhen-Null (NHN)
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
OGWLo	Oberer Grundwasserleiter, oben (Oberflächennächster Grundwasserleiter)
OGWLu	Oberer Grundwasserleiter, unten
OZH	Oberer Zwischenhorizont
PW	Pumpwerk
SWL	Stadtwerke Lambrecht GmbH
SWN	Stadtwerke Neustadt a.d.W. GmbH
TB	Tiefbrunnen
TW	Trinkwasser
UGWL	Untere Grundwasserleiter
UZH	Unterer Zwischenhorizont
ZH1	Zwischenhorizont

Verwendete Unterlagen

- [1] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Wasserbedarfsprognose bis 2050
Stuttgart, Juni 2021
Verfasser: RBS Wave GmbH

- [2] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Studie zur Optimierung der Wasserversorgung in Neustadt an der Weinstraße
Kaiserslautern, Januar 2018
Verfasser: OBERMEYER Planen + Beraten GmbH

- [3] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Grundwassergewinnung Ordenswald: Abschätzung der Nitratabbauwahrscheinlichkeit.
Koblenz, Oktober 2020
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure

- [4] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Grundwassergewinnung Ordenswald: Hydrogeologisches Modell
Koblenz, Mai 2007
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure

- [5] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Grundwassergewinnung Ordenswald: Potentielle Auswirkungen der Grundwasserentnahmen der Wassergewinnung Ordenswald.
Koblenz, April 2020
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure

- [6] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Wassergewinnung Ordenswald: Studie zur Vorerkundung einer alternativen Wassergewinnung zum Ordenswald.
Koblenz: September 2017
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure

- [7] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Sanierung und Optimierung der Grundwasseraufbereitung im Wasserwerk Ordenswald.
Karlsruhe, Januar 2017
Verfasser: DVGW-Technologiezentrum Wasser

- [8] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Antrag auf Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes Ordenswald. Bemessung und Abgrenzung der Schutzzonen.
Koblenz, Januar 2015
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure

- [9] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Hydrogeologischer Bericht über den Dauerpumpversuch in zwei Brunnen Sattelmühle (Br. 1 und Br. 2) der Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH, Gemarkung Lambrecht (Pfalz) im Mai 2019.
Worms, September 2019
Verfasser: Ingenieurbüro für Geotechnik
- [10] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Bericht über potentielle Gefährdung im geplanten WSG – Brunnen Sattelmühle 1 und 2
Stadtwerke Neustadt – Brunnen Sattelmühle 1 und 2 Stadtwerke Lambrecht (Pfalz).
Neustadt, September 2014
Verfasser: IPR Consult
- [11] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Grundwassergewinnung Ordenswald: Hydrologische und ökologische Beweissicherung
2015 bis 2018.
Koblenz, März 2019
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure
- [12] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Neukonzeption der Grundwasseraufbereitung Ordenswald. Abschlussbericht zu den Pilotierungsergebnissen aus dem Zeitraum 23.06.2020 bis 26.03.2021
Karlsruhe, Mai 2021
Verfasser: DVGW-Technologiezentrum Wasser
- [13] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH & Stadtwerke Kaiserslautern Versorgungs-AG
Studie zur Verlegung einer Trinkwasserleitung zwischen Kaiserslautern und Neustadt an der Weinstraße
Kaiserslautern, Januar 2019
Verfasser: OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
- [14] Landkreise Bad Dürkheim/Weinstraße, Südliche Weinstraße und Rhein-Pfalz-Kreis sowie kreisfreie Städte Neustadt a.d.W., Speyer und Kaiserslautern
Interkommunales Verbundnetz zur Sicherung der Trinkwasserversorgung
Stuttgart, Juni 2019
Verfasser: RBS Wave GmbH
- [15] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Stellungnahme: Wassergewinnung Ordenswald - Mögliche Auswirkungen durch eine Grundwasserentnahmeerhöhung an den Brunnen Ordenswald.
Koblenz, März 2021
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure

- [16] Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen (RLPKK)
Themenheft Klimawandel – Entwicklungen in der Zukunft
Trippstadt, 2020
- [17] KLIWA
Leitfaden zur Durchführung von KLIWA-Stresstests.
Kooperation KLIWA – Klimaveränderungen und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft
Hof/Saale, Karlsruhe, Mainz, Wiesbaden, Juli 2019
- [18] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Innerbetriebliche Überprüfung des Wasserversorgungssystems zur Erhöhung der Versorgungssicherheit
Risikomanagement
Stuttgart, August 2022
Verfasser: RBS Wave GmbH
- [19] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Grundwassergewinnung Ordenswald- Dokumentation zur Errichtung der Vorfeldmessstellen
Koblenz, Oktober 2006
Verfasser: Björnsen Beratende Ingenieure
- [20] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Bericht über potentielle Gefährdung im geplanten WSG – Silbertalquellen / Wachenheim.
Genehmigungsplanung.
Neustadt, September 2014
Verfasser: IPR Consult
- [21] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Antrag auf Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten – Silbertalquellen/Wachenheim. Genehmigung.
Neustadt, Februar 2010
Verfasser: IPR Consult
- [22] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH und Stadtwerke Lambrecht (Pfalz)
Antrag auf Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten – Brunnen Sattelmühle 1 u. 2. Genehmigung.
Neustadt, April 2014
Verfasser: IPR Consult
- [23] Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität
„Zukunftsplan Wasser“ und Wasserversorgungsplan Rheinland-Pfalz
Vortrag am LDEW „Informationstag WASSER 2022“.
06.07.2022
Verfasser: Andreas Christ (Abteilung Wasserwirtschaft)

- [24] Bezirksregierung Rheinland-Pfalz
Genehmigung Brunnenentnahme TB1-9 Ordenswald, Az. 566-101 Ne 42/74
20.03.1997
- [25] Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität von Rheinland-Pfalz
Wasserversorgungsplan Rheinland-Pfalz 2022
Teil 1. Bestandsaufnahme
Mainz, August 2022
- [26] Arbeitskreis KLIWA
Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg,
Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen (1951-2015)
KLIWA-Berichte: Heft 21
März, 2017
Verfasser: Baumeister, C.; Gudera, T.; Hergesell, M.; Kampf, J.; Kopp, B.; Neumann, J.;
Schwebler, W.; Wingerling, M.
- [27] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Verbund Wasserversorgung SWL/SWN. Beschreibung der Variante 2.
Neustadt a.d.W., Juni 2023
- [28] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Grundwassergewinnung Ordenswald: Hydrologische und ökologische Beweissicherung.
Koblenz, September 2014
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure
- [29] BjörnSEN Beratende Ingenieure
Wassergewinnungsgebiet Ordenswald. Antrag auf einen Langzeitpumpversuch im Probebe-
trieb der Brunnen Ordenswald mit bis zu 4,0 Mio. m³/a.
Präsentation: Ergänzungen zum Monitoringkonzept.
Bonn, November 2021
- [30] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Instationäres Grundwassermodell. Entwurf
Bonn, Juni 2034
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure
- [31] Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz.
Quellen-Leitfaden.
Red.: Herbert Kiewitz. Bearb.: Holger Schindler, Wolfgang Frey]. – 1. Aufl. Bearb. ISBN 978-
3-933123-19-0
Mainz, April 2008

- [32] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Stellungnahme – Analyse und Bewertung der vorhandenen Strategie zur Wasserverlustbekämpfung.
Stuttgart, September 2023
Verfasser: RBS Wave GmbH
- [33] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Quellenkartierung – Erfassung und Bewertung der Quellen im Bereich Neustadt an der Weinstraße
Bonn, September 2023
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH
- [34] Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (2012)
Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG)
(Hrsg.)
Beschaffenheit natürlicher, ubiquitär überprägter Grundwässer in Rheinland-Pfalz 2012
Verfasser: Bitzer, F.; Reinheimer, L., Plaul, W.
- [35] Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH
Ergänzung zum Antrag auf Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes Ordenswald vom Februar 2025.
Koblenz, Oktober 2019
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure
- [36] Rechtsverordnung zur Ausweisung des Wasserschutzgebietes Ordenswald (AZ: 312-311 – Neustadt/14), 04.03.2022, Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd Rheinland-Pfalz
- [37] Stadtwerke Kaiserslautern Versorgungs-AG (SWK) & Zweckverband Wasserversorgung „Westpfalz“ (ZWW)
iGwB – Integriertes Grundwasserbewirtschaftungskonzept 2040 – Raum Kaiserslautern
Kaiserslautern, Dezember 2022
Verfasser: SWK, ZWW, Peschla&Rochmes, BjörnSEN Beratende Ingenieure

1 Einführung

1.1 Anlass und Ziel

Die Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße fördern Grundwasser zur öffentlichen Trinkwasserversorgung vornehmlich aus neun Tiefbrunnen im Ordenswald und zwei Brunnen, den Brunnen Sattelmühle, am Rande des Pfälzer Waldes sowie den Pfarrwiesen- und Steinbruchquellen.

Im Hinblick auf die anstehende Neubeantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis für die Brunnen Ordenswald, geplante Modernisierungen (Wasserwerk Ordenswald) sowie angesichts der Klimaveränderungen steht eine Aktualisierung des Bewirtschaftungskonzeptes an. Ziel ist es dabei ein nutzbares Dargebot abzuschätzen und Handlungsspielräume für die Bewirtschaftung aufzuzeigen. Dabei werden der Wasserversorgungsplan, die Erkenntnisse zu Klimaveränderungen sowie die Erfahrungen in der Region berücksichtigt.

Das Konzept soll als Beitrag zur späteren Bearbeitung wasserrechtlicher Anträge, als Grundlage für Planungsvorhaben und als Handlauf für die Anpassung an Klimaveränderungen dienen.

1.2 Randbedingungen und Anforderungen in Rheinlandpfalz

Der Rückgang der Grundwasserneubildung unter Berücksichtigung der Verdunstung ist eine der Klimawandelfolgen für die Wasserwirtschaft. Seit 2003 lag die mittlere jährliche Neubildungsrate in Rheinland-Pfalz, ausgenommen von 2013, unter dem langjährigen Mittel von 1951–2020. Das belegt auch der rückläufige Trend der Grundwasserstände an Messstellen, die weitgehend unbeeinflusst von Wasserentnahmen sind (z.B. 1063a südlich Haßloch).

Für die Zukunft gehen Prognosen von einer Abnahme der Grundwasserneubildung in Rheinland-Pfalz von etwa 19% [26]. Dabei spielen rückläufige Niederschläge sowie gestiegene und steigende Lufttemperaturen und die dadurch erhöhte Verdunstung (aus dem Boden und über die Pflanzen) eine wichtige Rolle für den Rückgang der Wasserverfügbarkeit. Zudem verlängert sich seit ca. 10 bis 15 Jahren die Vegetationsperiode, was ein Mehr an Verdunstung über Pflanzen bedingt.

Seit dem Jahr 2010 wurden in den meisten Monaten unterdurchschnittliche Monatsniederschläge an der Station Neustadt a.d.W. verzeichnet [6]. Extremwetterlagen wie Hitze, Dürren, Niedrigwasser-, Starkregen- und Hochwasserereignisse nehmen zu. Der Schutz der Wasserressourcen für die Trinkwassergewinnung sowie ihrer Bedeutung für wertvolle Lebensräume, für die Landwirtschaft und für die Industrie ist von großer Bedeutung.

Vor diesem Hintergrund plant die Regierung von Rheinland Pfalz die Entwicklung eines „Zukunftsplans Wasser“, der die notwendigen Schritte zur Anpassung an die Klimawandelfolgen aufzeigt. Im Rahmen des Projekts sollen neue Wasserversorgungspläne erstellt, bestehende Pläne fortgeschrieben und zusätzliche Trinkwasserreserven gesichert werden. Das nachhaltige Grundwassermanagement spielt hierbei eine besondere Rolle. Dabei muss der Eintrag von Schadstoffen reduziert werden und die Entnahme von Grundwasser darf dessen Neubildung nicht überschreiten [23].

Der Wasserversorgungsplan 2022 für Rheinland-Pfalz [25] ist z.B. eine Fortführung des zwischen 1998 und 2006 erstellten ersten Plans und berücksichtigt eine neue Wasserversorgungsstruktur sowie den

durch den Klimawandel verursachten Rückgang der Grundwasserneubildung und des nutzbaren Grundwasserdargebots. In diesem Zusammenhang sollten die Wasserversorgungsbetreiber Daten zu Bedarf, Deckung und Dargebotsreserven für das Jahr 2018 und eine Einschätzung für die Zukunft sowie geplante Maßnahmen zur Sicherstellung der Wasserversorgung vorlegen.

Außerdem werden zukünftig mindestens die novellierte Trinkwasserverordnung sowie die neue Trinkwassereinzugsgebietsverordnung teils verschärfte und auch neue Anforderungen an die Grundwasserbewirtschaftung stellen.

2 Gewinnungsgebiete der Stadt Neustadt

2.1 Räumliche Abgrenzung

Der Grundwasserbewirtschaftungsraum der Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße umfasst insgesamt vier Wassergewinnungsgebiete [Übersichtskarte B-1]:

- Gewinnungsgebiet Ordenswald
- Gewinnungsgebiet Sattelmühle
- Gewinnungsgebiet Kaltenbrunner Tal
- Gewinnungsgebiet Silbertal

Das **Wassergewinnungsgebiet Ordenswald** umfasst neun Tiefbrunnen mit einer genehmigten Gesamtentnahmemenge von 3,5 Mio. m³/a und das Wasserwerk Ordenswald. Das Gewinnungsgebiet Ordenswald versorgt insgesamt siebzehn Versorgungszonen und stellt somit das größte Wasserversorgungsgebiet der Stadt Neustadt dar ([1]; [2]; EZG in Anlage 1.1 in [3]; WSG in [3] und hier in Anlage B-1).

Das **Gewinnungsgebiet Sattelmühle** verfügt über zwei Tiefbrunnen mit genehmigten Entnahmemengen von 340.000 m³/a (Brunnen 1) und 235.000 m³/a (Brunnen 2), somit insgesamt 575.000 m³/a. Zudem gehören drei Quellen (Pfarrwiese und Steinbruch 1 und 2) mit Entnahmemengen von 90.000 m³/a (Pfarrwiese) und 95.000 m³/a (Steinbruch 1 und 2) (Anlage B-1), somit insgesamt 185.000 m³/a, zu diesem Gewinnungsgebiet. Das geförderte Wasser wird im Pumpwerk West aufbereitet und versorgt das Teil-Versorgungsgebiet Neustadt West [1] [2] [33].

Das **Gewinnungsgebiet Kaltenbrunner Tal** verfügt über drei Quellen („Finstertal“) mit einer genehmigten Entnahmemenge von 2.000 m³/a, welche die Kaltenbrunner Hütte sowie das Hohe Loog Haus versorgen. Die Aufbereitung erfolgt im Kaltenbrunner Tal [1] [2].

Das **Gewinnungsgebiet Silbertal** verfügt über drei aktiv betriebene Quellen, welche das Forsthaus Silbertal, Forsthaus Rotsteig, den Kurpfalzpark sowie das Oppauer Haus versorgen. Die Aufbereitung erfolgt in Anlagen der Gemeinde Wachenheim im Silbertal [1] [2]. Zusammen mit den Quaderhangquellen 1 bis 3 sowie den Quellen im Gimmeldinger Tal beträgt die genehmigte Entnahmemenge 60.000 m³/a [33].

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

Insgesamt bestehen in zehn Gewinnungsgebieten im Pfälzer Wald westlich von Neustadt a. d. W. **28 weitere Quelfassungen**, die ehemals dezentral genutzt wurden bzw. aktuell außer Betrieb sind (Abbildung 1, [33]):

- 5 Stück im Quellgebiet Diedesfeld-Klausental: Quelle Kaltenbrunnen, Quelle Knabenbrunnen, Grethquelle, Hintere und Vordere Springquelle
- 3 Stück im Quellgebiet Finstertal-Kaltenbrunner Tal: Quelle Bischofskehl, Quelle am Windloch, Alte Pfalzbrauereiquelle
- 4 Stück im Quellgebiet Sattelmühle-Esthal: Fichtenwegquelle, Große und kleine Frankenecker Quelle, Straufelswiesenquelle
- 1 Stück im Quellgebiet Silbertal: Quelle 3
- 3 Stück im Quellgebiet Mußbach-Benjetal: Quaderhangquellen 1, 2 und 3
- 6 Stück im Quellgebiet Gimmeldinger Tal: Loog-, Steingeiß-, Haberacker-, Felsen-, Neumühl- und Talmühlquelle
- 1 Stück im Quellgebiet Hambach/Haagweg: Quelle Haagweg
- 1 Stück im Quellgebiet Schöntal: Abbe-Richard-Quelle (weitere 3 Quellen, die Hirschtal-, Stenzel- und Königsquelle, sind nicht an das Versorgungsnetz angeschlossen, deren Zustand ist unbekannt, vgl. auch Anlage B-3)
- 3 Stück im Quellgebiet Meisental: Schloß-, Eichbrunnenquelle und Obere Quelle
- 1 Quelle Königsbach

Anlage 2 in [33] enthält Detailkarten der einzelnen Gewinnungsgebiete mit genauer Lage der genannten Quellen.

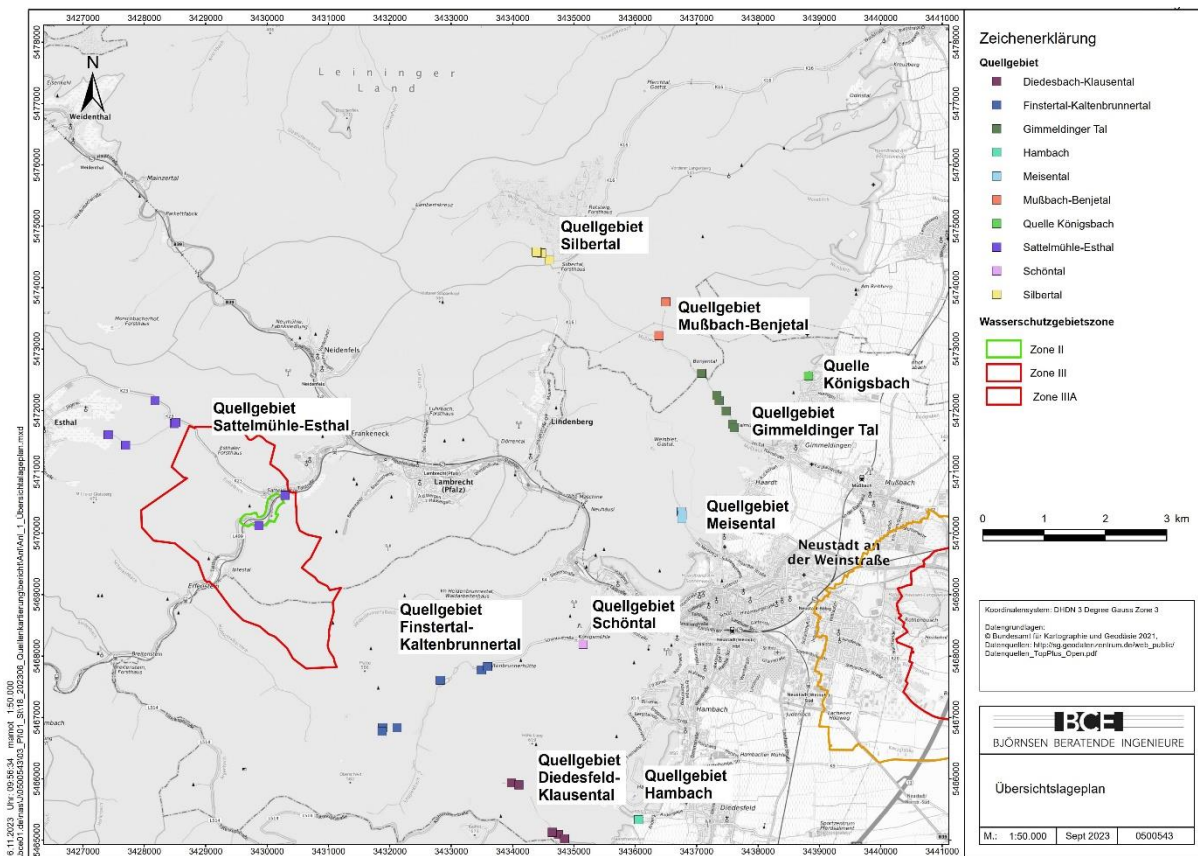


Abbildung 1: Quellgebiete westlich von Neustadt a.d.W.

Anmerkungen: Lageplan entspricht Anlage 1.1 aus [33].

2.2 Flächennutzung

Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald

Der Raum des Einzugsgebiets lässt sich vereinfacht anhand der Oberflächengewässerverläufe beschreiben, obgleich es sich bei dem Einzugsgebiet der Brunnen um das unterirdische Einzugsgebiet, das Grundwassereinzugsgebiet bei einer Entnahme von 3,5 Mio. m³/a, handelt (Anlage B-1).

Nördlich des Rehbaches: Um die Ortslage NW-Mußbach (Zentrum auf rd. 140 m NHN) erstrecken sich ausgedehnte Rebflächen bis zum Anstieg des Pfälzerwaldes. Nach Osten schließen sich dann landwirtschaftlich genutzte Flächen an, wobei ortsnahe und vor allem entlang der B38 verbreitet auch freizeitgenutzte Grundstücke (z.B. Pferdehaltung, Gärten) anzutreffen sind.

Zwischen Rehbach und Speyerbach: Dieser Bereich wird hauptsächlich von einem zusammenhängenden Waldgebiet eingenommen (Geländeniveau zwischen 120 und 125 m NHN). Sein westlicher Teil ist der Ordenswald, nach Osten schließen sich der Gauwald und daran der Oberwald an. Zwischen dem nördlichen Waldrand und dem Rehbach sind verbreitet Wiesenflächen gelegen. Zwischen dem südlichen Waldrand und dem Speyerbach finden sich im Bereich Speyerdorf ebenfalls Wiesenflächen sowie im östlichen Anschluss das Gewerbegebiet „Im Altenschemele“ unter anderem mit der Kläranlage Neustadt a. d. W. Westlich des Ordenswaldes dominiert der besiedelte Bereich von Neustadt

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

an der Weinstraße mit dem Komplex der Deponie Haidmühle/ABZ Neustadt Maifischgraben [9], einer Reitanlage sowie der Kleingartenanlage „Rotenbusch“ am Westrand des Waldes.

Südlich des Speyerbaches: Im Westen befindet sich hier ein Großteil der Bebauung Neustadt (Zentrum auf rd. 135 m NHN). In den letzten Jahrzehnten hat sich die bebaute Fläche nach Osten weiter ausgedehnt (Gewerbegebiet Nachtweide). Südwestlich der Bebauung von Neustadt dominiert wieder Weinbau. Nach Osten schließen sich dann hauptsächlich landwirtschaftlich genutzte Flächen an, in denen südlich des Ordenswaldes die Bebauung von Lachen-Speyerdorf eingebettet ist (Zentrum Lachen auf rd. 125 m NHN, Zentrum Speyerdorf auf rd. 120 m NHN). Östlich von Lachen-Speyerdorf erstreckt sich der (ehemalige) Flugplatz Lachen-Speyerdorf mit der ehemaligen Edon-Kaserne in dessen südwestlichem Randbereich. Die südliche Begrenzung der Bebauung von Neustadt und von Lachen-Speyerdorf wird etwa durch die in südöstlicher Richtung verlaufende B39 markiert.

In Richtung der Orte Maikammer und Edenkoben wird die Flächennutzung überwiegend durch den Weinbau dominiert. Vereinzelt, und vor allen Dingen südöstlich von Neustadt, findet man Gärten und Ackerland [3]. Von Nordost nach Südwest wird das Gesamtgebiet seit Ende der siebziger Jahre von der Autobahn A65 durchschnitten [4].

Gewinnungsgebiet Sattelmühle, Kaltenbrunner Tal und Silbertal sowie sonstige Quelfassungen

Die Landnutzung in den Gebieten Sattelmühle, Kaltenbrunner Tal und Silbertal ist aufgrund der dichten Bewaldung (Mischwald) im Wesentlichen geprägt von Forstwirtschaft. Am Talboden des Iptestals (Gebiet Sattelmühle) befinden sich neben Siedlungs- und Gewerbegebieten auf kleineren Flächen Wiesen, Grünland und vereinzelt Fischteiche [10] [20]. Im Umfeld der Kleinen Frankenecker Quelle befindet sich neben Misch- und Nadelwald auch extensives Grünland [33].

Die Brunnen der Stadtwerke Neustadt befinden sich in der Gemarkung Lambrecht im Speyerbachtal an der Sattelmühle, dem südlichen Teil von Frankeneck. Sie liegen innerhalb des Naturparks Pfälzerwald [22].

Das Silbertal ist fast ausschließlich von Misch- und Nadelwald bedeckt. Im näheren Quellumfeld gibt es außer dem Forsthaus Silbertal nur wenig Bebauung [21]. Der Quellbereich der Silbertalquelle 4 befindet sich in einer angelegten Grünfläche (Naherholung) zwischen Waldrand und Wirtschaftsweg [33].

2.3 Grundwassermessnetz

Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald

Der Untersuchungsbereich ist mit einem Netz von Grundwassermessstellen überzogen, verteilt v.a. über die Fläche des Einzugsgebiets der Brunnen Ordenswald in unterschiedlichen Tiefenlagen der GWL im entsprechenden Stockwerksbau. Eine systematische und umfangreiche Erfassung der Grundwassermessstellen ist im Hydrogeologischen Modell zu finden [4] und in Anlage B-2. Insbesondere vor 1994 errichtete Messstellen liefern wegen teilweise fehlender oder unzureichender Absperungen/Abdichtungen nur bedingt repräsentative Messwerte. Daher wurde im Zuge der Bearbeitungen zur Neuausweisung des WSG neue Messstellen gebaut [19].

An 27 Messstellen wird im Zuge der Vorfeldüberwachung sowie des Monitorings der Wiedervernäsung im Ordenswald regelmäßig der Grundwasserstand gemessen (seit 2007/2008 meist täglich mittels Datenloggern, Verweis auf Anlagen B-2 und A-1). 18 Grundwassermessstellen werden im Rahmen der Vorfeldüberwachung beprobt und das Grundwasser hydrochemisch analysiert. Dabei wird ein jährliches Standardanalyseprogramm im UGWL sowie ein 5-jährliches Übersichtsanalyseprogramm umgesetzt (vgl. RVO zum WSG). Der Parameterumfang der Vorfeldüberwachung ist im Schutzkonzept zum WSG aufgeführt. Außerdem werden derzeit zwei ergänzende Grundwassermessstellen im UGWL geplant (voraussichtlich Umsetzung im Winter 2023/24).

Gewinnungsgebiet Sattelmühle, Kaltenbrunner Tal und Silbertal sowie sonstige Quelfassungen

Für die Gewinnungsgebiete Sattelmühle, Kaltenbrunner Tal und Silbertal sowie im Bereich der sonstigen Quelfassungen sind derzeit keine speziellen Messnetze eingerichtet.

2.4 Hydrogeologische Gliederung

Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald

Das Gewinnungsgebiet Ordenswald befindet sich im westlichen Bereich des Oberrheingrabens am östlichen Rand des Pfälzer Waldes. Der Oberrheingraben ist durch tektonische Brüche bzw. Verwerfungen in Schollen untergliedert (randliche Zwischenscholle, Zwischenscholle und randliche Grabenscholle). Das Gewinnungsgebiet liegt auf der sogenannten Zwischenscholle (Abbildung 1 in [3]). Dabei stellt die Randschollenverwerfung im Bereich Neustadt an der Weinstraße den westlichen Rand des Einzugsgebietes der Wassergewinnung Ordenswald dar, da über die Randschollenverwerfung keine bedeutender Grundwasserfluss beobachtet wird. Das Grundwasserneubildungsgebiet erstreckt sich somit vornehmlich im Bereich südlich und östlich von Neustadt.

Die Brunnen und das Wasserwerk Ordenswald liegen in der naturräumlichen Haupteinheit des Speyerbach-Schwemmfächers (Niederterrasse des Speyerbaches). Der Untergrund besteht aus einer Wechsellagerung von gut durchlässigen Kies- und Sandschichten (Grundwasserleiter) und gering durchlässigen Schluff- und Tonschichten (Trenn- oder Zwischenhorizonte). Das Grundwasser fließt in den Poren der Sande und Kiese. Abbildung 2 gibt einen schematischen Überblick über den Aufbau der für die Trinkwassergewinnung Ordenswald bedeutsamen Untergrundschichten bis zu einer Tiefe von in etwa 140 m unter GOK. Insgesamt lassen sich von oben nach unten vier Grundwasserleiter (gelb gekennzeichnet) unterscheiden, die in der Regel durch bindige Zwischenschichten (ZH1, OZH und UZH, violett gekennzeichnet) voneinander getrennt sind ([1]; Tabelle 1 in [3]).

Die Trennung der Grundwasserleiter durch bindige, wasserhemmende Zwischenschichten kann örtlich unterbrochen und sandig ausgebildet sein, was durch Bohrungen belegt ist [1]. Die Unterbrechungen der Zwischenschichten bzw. deren sandige Ausprägung können lokale hydraulische Fenster zwischen den Grundwasserleitern bilden und ermöglichen die Grundwasserneubildung der tieferen Grundwasserleiter. Diese sind vornehmlich im westlichen Bereich der Zwischenscholle beobachtet worden (Abbildung 1 in [3]).

Tabelle 1: Hydrostratigraphische Gliederung der Lockersedimente des Oberrheingrabens

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

Grundwasserleiter / -stauer	Bezeichnung	Abkürzung	Mächtigkeit
GWL 1	Oberer Grundwasserleiter, oben	OGWLo	~10 m
GWS 1	Zwischenhorizont	ZH1	
GWL 2	Oberer Grundwasserleiter, unten	OGWLu	
GWS 2	Oberer Zwischenhorizont	OZH	~5 m
GWL 3	Mittlerer Grundwasserleiter	MGWL	Zwischenscholle: 20 m Grabenscholle: 40-50 m
GWS 3	Unterer Zwischenhorizont	UZH	~5 m
GWL 4	Unterer Grundwasserleiter	UGWL	Zwischenscholle: ~90 m Grabenscholle: ~150 m

Anmerkungen: GWL = Grundwasserleiter. GWS = Grundwasserstauer.

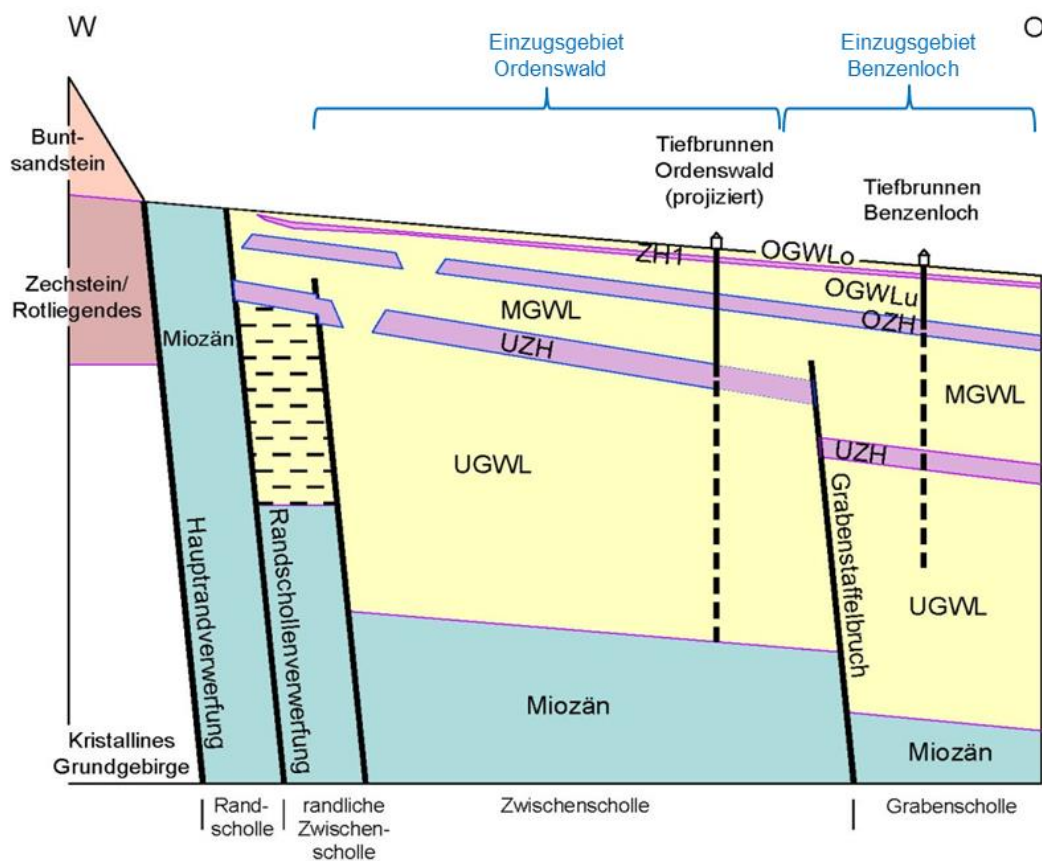


Abbildung 2: Geologisches Schemaprofil in West-Ost-Richtung mit den benachbarten Einzugsgebieten der Brunnen Ordenswald und der Brunnen Benzenloch

Anmerkungen: Die Brunnen Ordenswald werden von den Stadtwerken Neustadt an der Weinstraße (SWN) betrieben, die Brunnen Benzenloch von den Gemeindewerke Haßloch (GWH). (U)ZH = (Unterer) Zwischenhorizont.. (O, M, U)GWL = (Oberer, mittlerer, unterer) Grundwasserleiter.

Die Brunnen Ordenswald erschließen ausschließlich den UGWL (Unteren Grundwasserleiter), indem sie bis dahin mittels Vollverrohrung abgesperrt sind. Die hier für den UGWL angegebenen hydraulischen Durchlässigkeiten bewegen sich im Bereich von $5 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$ m/s. Die Ergiebigkeiten sind mit 2 und >10 l/s relativ hoch. Die Grundwasserströmung ist von Südwest nach Nordost gerichtet.

Gewinnungsgebiete Sattelmühle, Kaltenbrunner Tal und Silbertal sowie sonstige Quellfassungen

Die Gewinnungsgebiete Sattelmühle, Kaltenbrunner Tal und Silbertal liegen im Pfälzer Wald westlich von Neustadt an der Weinstraße (Anlage B-1). Geologisch baut sich der Pfälzer Wald aus den Sand- und Tonsteinen des unteren Buntsandstein (Trifels-, Rehberg- und Schlossbergschichten) auf. Diese können Gesamtmächtigkeiten von über 300 m erreichen. Im Liegenden des Buntsandsteins folgen die vor allen in den Tälern aufgeschlossenen Schichten des Zechstein und Rotliegenden. Quartäre Ablagerungen sind nur kleinräumig in Tälern vorhanden und spielen für die Grundwassergewinnung keine Rolle (Anlage 2.1 und Anlage 2.2.1 in [6]).

Hydrogeologisch bilden die Festgesteine des Buntsandsteins einen Komplex aus Grundwasserleitern mit doppelter Wasserwegsamkeit durch Klüfte und Gesteinsporen (Trifels- und Rehbergschichten) sowie Grundwassergeringleitern bzw. -stauern (Schlossbergschichten, Zechstein, Rotliegend). Die für die Trifels- und Rehbergschichten angegebenen Durchlässigkeiten bewegen sich im Bereich zwischen 1×10^{-6} m/s und 5×10^{-4} m/s, für die Schlossbergschichten zwischen 1×10^{-6} m/s und 5×10^{-5} m/s (Anlage 2.3 in [6]).

Die Ergiebigkeiten (Wassermenge, die an einem Punkt entnommen werden kann) liegen zwischen <2 und 10 l/s. Dabei treten hohe Ergiebigkeiten vor allem im westlichen Bereich des Pfälzer Waldes (z.B. bei Kaiserslautern) auf. Aufgrund der Untergrundstrukturen nehmen diese nach Osten allerdings ab. Quellen in der Umgebung von Neustadt a. d. W. zeigen im Mittel nur geringe Schüttungen mit Werten zwischen <1 l/s und 6 l/s (Anlage 4 in [6]).

Die im Bereich der Brunnen im Gebiet der Sattelmühle erschlossenen Gesteine sind als Sand- und Tonsteine ausgebildet und dem Zechstein und Rotliegenden zuzuordnen [22].

Die Quellen im Gebiet Sattelmühle entspringen den Rehberg- und Schloßberg-Schichten (Fichtenwegquelle und Straufelsbrunnen) sowie den Zechstein-Schichten (Kleine und Große Frankenecker Quelle). Die Pfarrwiesenquelle und die Steinbruchquellen befinden sich an der Grenze der Rehberg-/Schloßberg und der Trifels-Schichten [33].

Die vier Silbertalquellen entspringen den Zechstein-Schichten, ca. 20–25 m unterhalb der Hangendgrenze zum Buntsandstein. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters in der Nähe der Quellen wird aus der stratigraphischen Position mit ca. 20–40 m angenommen [21].

Die Quellen im Gebiet Kaltenbrunner Tal / Finstertal entspringen den Zechstein-Schichten (Finstertal Quellen 1, 2 und 3) und den Trifels-Schichten des Unteren Buntsandsteins (Quelle Bischofskehl, Quelle am Windloch sowie Quelle Pfalzbrauerei) [33].

Die sonstigen Quellfassungen sind an die für den Sandsteinkomplex des Pfälzer Waldes charakteristischen hydrogeologischen Aufbau und dessen Quellhorizonte gebunden (Abbildung 3).

Eine geologische Karte mit Lageplan der einzelnen Quellen westlich von Neustadt a. d. W. bietet Anlage B-1.3 in [33].

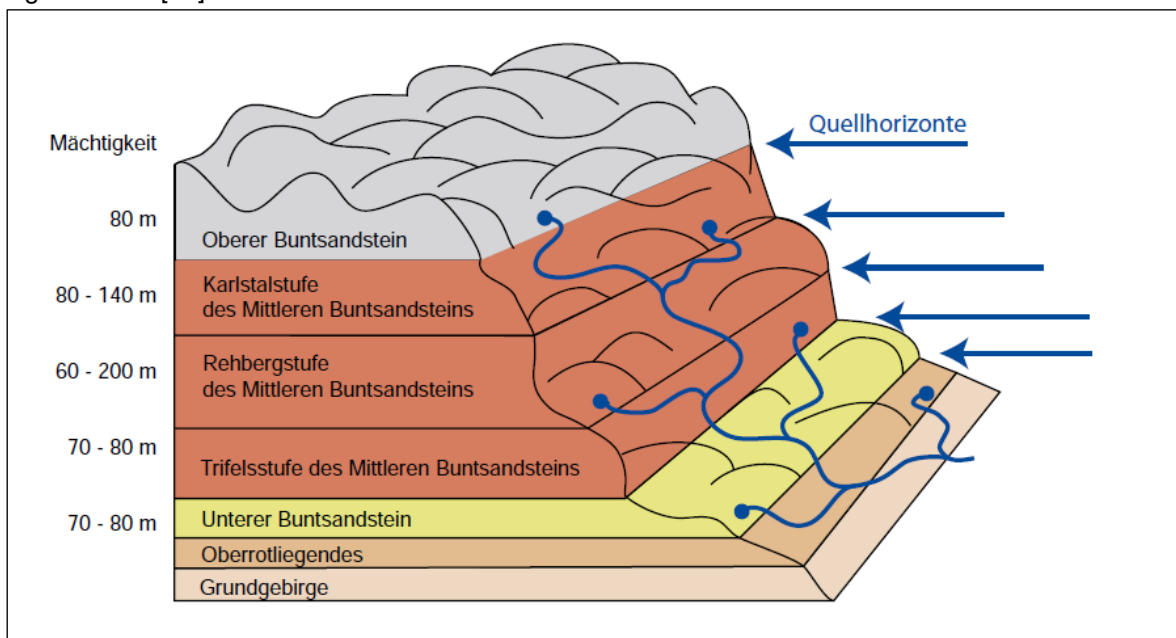


Abbildung 3: Quellhorizonte im Pfälzer Wald

Anmerkungen: Abbildung entnommen aus Quellen-Leitfaden Rheinland-Pfalz [31].

2.5 Grundwasserströmung und Fließzeiten

Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald

Die Grundwasserströmung im OGWLo und OGWLu folgt grundsätzlich einer Hauptfließrichtung von Nordwest nach Südost (Anlagen 6.1 und 6.2 in [3]). Dabei sind im OGWLo lokale Beeinflussungen durch den hydraulischen Anschluss an Oberflächengewässer und durch örtliche Wiedervernässungsmaßnahmen erkennbar [11]. Der OGWLo als oberflächennächster Grundwasserleiter spendet der Vegetation in Bereichen mit geringen Flurabständen Wasser und kann somit lokal ökologisch eine maßgebliche Rolle spielen. Im MGWL ist die Grundwasserströmung grundsätzlich gen Nordost bzw. Ost-Nordost gerichtet (Anlage 6.3 in [3]). Das Grundwasser im UGWL strömt grundsätzlich nach Nordost (Anlage 6.4 in [3]). Die Fließzeiten im UGWL zeigt Anlage 6.7 in [3]. Von den Messstellen 7.3 und 10.3 bis zu den Brunnen ergeben sich Fließzeiten von entsprechend rd. 30 Jahren bzw. rd. 70 Jahren bis zu den Brunnen Ordenswald (Anlage 6.7 in [3]).

Gewinnungsgebiete Sattelmühle, Kaltenbrunner Tal und Silbertal sowie sonstige Quellfassungen

Die Fließrichtung des Grundwassers ist im Silbertal auf die Talachse und die Quellen gerichtet (Anlage B-1). Die Grundwasserneubildung liegt bei 156 mm/a und ist aufgrund der geringen Niederschläge geringer als der übliche Wert für den Buntsandstein von ca. 200 mm/a [21].

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

Tabelle 2: Elektrische Leitfähigkeiten und oberirdische EZG der Quellen westlich von Neustadt a.d.W. im Juni und August 2023

Quellgebiet	Elektr. Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	EZG-Größe [km^2]
Diedesfeld-Klausental	53 (Kaltenbrunnen) – 130 (Grethquelle)	0,004 (Kaltenbrunnen) – 0,9 (Knabenbrunnen und Grethquelle)
Kaltenbrunner Tal	117 (Pfalzbrauerei) – 219 (Bischofskehl)	0,001 (Finstertal 1 und Windloch) – 1,2 (Pfalzbrauerei)
Sattelmühle	99 (Steinbruchquelle 2) – 260 (Pfarrwiesenquelle)	0,33 (Kl. Frankenecker Quelle) – 59,9 (Gr. Frankenecker Quelle)
Silbertal	99–132	0,001 – 0,9
Mußbach-Benjetal	140 (Quaderhangquelle 4)	0,13 (Quaderhangquelle 1) – 6,61 (Quaderhangquelle 4)
Gimmeldinger Tal	120 (Loog- / Felsenquelle) – 225 (Haberackerquelle)	0,09 – (Talmühlquelle) 3,26 (Loogquelle)
Hambach / Haagweg	21 (Haagwegquelle)	0,002 (Haagwegquelle)
Schöntal	--	1,1 (Abbe Richard)
Meisental	185 (Eichbrunnenquelle) – 261 (Obere Quelle)	0,01 (Schlossquelle) – 0,9 (Obere Quelle)
Quelle Königsbach	124	0,002

Anmerkungen: Werte sind [33] entnommen.

Die elektrischen Leitfähigkeiten des Grundwassers an den Quellen westlich von Neustadt a.d.W. liegen zwischen 100 und maximal 260 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabelle 2). Diese Werte liegen im Bereich der gemäß [34] typischen Werte für Buntsandstein (50–730 $\mu\text{S}/\text{cm}$) und für Zechstein (40–540 $\mu\text{S}/\text{cm}$) in Rheinland-Pfalz. Ausnahmen stellen die zwei Quellen Haagweg und Kaltenbrunnen in den Gebieten Hambach und Diedesfeld-Klausental mit je 21 und 53 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dar. Grundsätzlich weisen diese niedrigen Werte auf eine geringe Verweilzeit des Wassers im Boden bzw. im Untergrund hin. Ein weiterer Grund hierfür können die kleinen EZG der Quellen mit je 0,002 und 0,004 km^2 sein. Ggf. ist das Quellwasser auch zu einem großen Anteil durch Niederschlags-/Oberflächenwasser beeinflusst. Zumindest an der Quelle Kaltenbrunnen ist ein Eintrag und Einfluss von Oberflächenwasser aus dem nahen, wasserführenden Wegrandgraben möglich [33], wobei die hier vorgestellten Werte nach einer niederschlagsarmen Periode aufgenommen wurden.

Bei einem Vergleich aller Quellgebiete ist erwartungsgemäß die Tendenz zu erkennen, dass die elektrischen Leitfähigkeiten in Quellgebieten mit größeren oberirdischen EZG größer sind (Tabelle 2). Kleine Quell-EZG mit hohen elektrischen Leitfähigkeiten deuten auf längere Fließzeiten bzw. eine Speisung aus tieferen Schichten hin. Quellen, bei denen dieses Verhältnis beobachtet wurde, sind z.B. die Haberackerquelle (Gimmeldinger Tal), die Quelle Bischofskehl (Kaltenbrunner Tal) und die Obere Quelle (Meisental). Dahingegen liegt ein Verhältnis von großem Quell-EZG zu niedrigen elektrischen Leitfähigkeiten bei der Loogquelle (Gimmeldinger Tal), der Großen Frankenecker Quelle (Sattelmühle) und der Quaderhangquelle 4 (Mußbach-Benjetal) vor.

2.6 Grundwasserbeschaffenheit und Gefährdungspotentiale

Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald

Die Brunnenwässer haben untereinander einen sehr ähnlichen Chemismus. Sie sind trübstofffrei und farblos und weisen teilweise einen Geruch nach Schwefelwasserstoff auf, welcher für sauerstoff- und nitratfreie Wässer nicht ungewöhnlich ist. Neben Spuren an Schwefelwasserstoff, treten in Folge mikrobieller Prozesse als weitere reduzierte Verbindungen Methan, Ammonium, Eisen (II) und Mangan (II) auf. Sämtliche Brunnenwässer sind relativ weich, neutralsalzhaltig und weisen einen relativ hohen CO₂-Gehalt auf, was zu stark Calcit lösenden Eigenschaften und pH-Werten im leicht sauren Bereich führen (pH 6,3). Natürliche organische Verbindungen (TOC, SAK₂₅₄) sind nur in geringen Mengen vorhanden. Eisen und Mangan liegen vollständig in gelöster Form, d. h. als Fe²⁺ und Mn²⁺ im Rohwasser vor. Die Konzentrationen an Ammonium (0,1 mg/L) und Methan (0,064 mg/L) sind gering, so dass stark Sauerstoff zehrende Prozesse bei der Aufbereitung keine Rolle spielen.

Eine zeitliche Auswertung der Analysedaten ergibt, dass der Grundwasserchemismus in den letzten 15 Jahren praktisch konstant war. Es konnte lediglich ein leichter Anstieg der Sulfatkonzentration in den Wässern aus den nördlichen Brunnen 4 und 9 verzeichnet werden. Dies ist möglicherweise die Folge eines zunehmenden Nitratabbaus durch Pyritoxidation.

Der vorliegende Chemismus erfordert eine Aufbereitung der Brunnenwässer zur Entfernung der reduzierten Inhaltsstoffe Eisen (ii) und Mangan (II) um eine Ausfällung von Eisen- und Manganhydroxidhydraten bei der Wasserverteilung und folgenden Störungen zu unterbinden. Darüber hinaus muss für Korrosionsschutzzwecken überschüssiges CO₂ entfernt werden [12].

Innerhalb des Brunneneinzugsgebietes Ordenswald existieren zahlreiche Einrichtungen, Nutzungen, Vorgänge und Handlungen, die wassergefährdende Stoffe betreffen (können) und damit bei nicht sachgemäßem Umgang bzw. bei Havarien eine nachteilige Beeinträchtigung der Grundwasserbeschaffenheit verursachen können [8].

Das standortbedingte Gefährdungspotential wird durch folgende Faktoren bestimmt:

- Lage im Brunneneinzugsgebiet Ordenswald“
- Vertikaler Grundwasseraustausch
- Fließzeiten bis zum nächsten Tiefbrunnen

Unter Berücksichtigung der o.g. Faktoren, wurde das Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald in drei Teileinzugsgebiete mit unterschiedlicher standortbedingter Gefährdung eingeteilt ([8], Abbildung 9). Detaillierte Erläuterungen können Tabelle 3 in [8] entnommen werden.

Folgende nutzungsbedingte Gefährdungspotenziale im Brunneneinzugsgebiet sind zu berücksichtigen:

- *Industrielle und gewerbliche Nutzungen.* Dazu zählen derzeitige Industrie- und Gewerbe-Betriebe mit Anlagen zum Umgang mit Wasser gefährdenden Stoffen sowie solche Betriebe, bei denen aufgrund der Branche und der Produktionspalette ein Einsatz wassergefährdender Stoffe zu vermuten ist. Das größte zusammenhängende Gewerbegebiet mit entsprechend vielen Gefahrenpunkten befindet sich im Bereich Nachtweide mit Verlängerung entlang und nördlich der Branchweilerhofstraße (Roßlauf-Gelände). Ein weiterer Schwerpunkt liegt beidseitig des westlichen Endes der Speyerdorfer Straße sowie der Lachener Straße (Anhang 1.1 und Anlage 6.1 in [8]).

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

- *Altstandorte.* Dazu zählen Grundstücke mit stillgelegten Anlagen, die gewerblichen, industriellen oder sonstigen wirtschaftlichen Unternehmen dienten, sofern auf ihnen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen wurde, sowie militärische Liegenschaften, deren Nutzung aufgegeben wurde. Bekannteste Altstandorte, da es sich jeweils um größere Areale handelt, sind das IBAG-Gelände (Nachweise: LHKW: max. 5 µg/l; PAK und BTEX-Aromate: je max. 2 µg/l) sowie zwei ehemalige Militär-Gelände (Nachweise: AKW, LHKW) (Anlage 1.3 und 6.3 in [8]).
- *Altablagerungen.* Dazu zählen stillgelegte Abfallentsorgungsanlagen sowie Grundstücke außerhalb von Abfallentsorgungsanlagen, auf denen Abfälle behandelt, gelagert und/oder abgelagert worden sind. Die größte Altablagerung im Einzugsgebiet der Tiefbrunnen Ordenswald ist die frühere Deponie Haidmühle. Im Zeitraum 1949 bis 1972 wurde auf dem Gelände eine unregelmäßige Müllablagerung ohne Untergrundabdichtung vorgenommen. Bis zur Stilllegung 1982 wurde noch Erdaushub und Bauschutt abgelagert. Seit Anfang der 1980er Jahre erfolgt eine Überwachung des Grundwassers. Eine Beeinträchtigung der Grundwasserbeschaffenheit unter sowie im näheren Abstrom der Altablagerungen ist gegeben (Nachweise: Salzbelastung, organische Belastung, Ammoniumbelastung) (Anlagen 1.3 und 8 in [8]).
- *Sonstige Gefahrenpunkte.* Dazu zählen Friedhöfe, Abwasserbeseitigungsanlagen, landwirtschaftliche Nutzungen einschließlich Weinbau und Erwerbsgartenbau sowie Verkehrsanlagen.

Aus dem nutzungsbedingten und dem standortbedingten Gefährdungspotential (s.o.) wurde das Gesamtgefährdungspotential ermittelt (Tabelle 4 in [8]). Gefahrenpunkte, welche insgesamt ein hohes Gesamtgefährdungspotential aufweisen (Tankanlagen, Betriebe, Altstandorte und Altablagerungen), sind in Anlage 6.6 in [8] dargestellt.

Ein besonderes Augenmerk liegt auf örtlich hohen Nitratgehalten im Grundwasser im weiteren Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald [8]. An den Brunnen Ordenswald ist hingegen kein Nitrat nachweisbar (Anlagen 7.1 und 7.3.2 in [8]). Auch im Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald bewegen sich die Nitratkonzentrationen zumeist im Bereich der Hintergrundkonzentrationen. Näheres Augenmerk liegt lediglich auf der Messstelle 7.3, da die gemessenen Nitratgehalte den Grenzwert nach TrinkwV überschreiten und das Grundwasser von dieser Messstelle aus bis zu den Brunnen (hier: Brunnen 2) rund 30 Jahre Fließzeit benötigt (Anlage B-2). Auf dieser Fließstrecke reduziert sich allerdings der Nitratgehalt durch Abbau, Dispersion und sonstige Retardation im Grundwasserleiter, so dass sich die Vorwarnzeit eines möglichen Nitratdurchbruches an den Brunnen Ordenswald um geschätzt rund fünf bis zehn Jahre verlängert. In den nächsten 50 bis 100 Jahren geht von dem Grundwasserzstrom aus diesem Bereich keine Gefährdung eines Nitratdurchbruches an den Brunnen Ordenswald aus [3].

Sattelmühle

Die Wässer der beiden Brunnen haben eine ähnliche chemische Beschaffenheit. Die Wässer sind weich (Härte von ca. 7–8°dH) und relativ gering mineralisiert (elektr. Leitfähigkeit 300-370 µS/cm). Der pH-Wert liegt im schwach basischen Bereich, das Wasser ist schwach kalklösend. Eisen- und Mangan-gehalte lagen unter der Nachweisgrenze. Arsen weist geogen bedingte leicht erhöhte Konzentrationen (0,010–0,011 mg/l) auf, der Trinkwassergrenzwert von 0,01 mg/l wurde somit z.T. überschritten. Die analysierten leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (LHKW) sowie die Per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) wurden in keiner Probe nachgewiesen. Die Grenzwerte der Trinkwasser-

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

verordnung werden, mit Ausnahme von Arsen und temporär der pH-Wert-Abweichung vom Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht sowie der damit verbundenen erhöhten Calcitlösekapazität, eingehalten. Nach der Aufbereitung der Rohwässer (Mischung und Entsäuerung im Pumpwerk West) unterschreiten auch diese Parameter die Grenzwerte [9].

Diverse Nutzungen im WSG Sattelmühle ergeben einheitlich überwiegend „hohe“ bis „sehr hohe“ Gefährdungspotenziale in der Zone III und „sehr hohe“ in der Zone „II“. Erfasste Altlasten stellen u.E. ein besonderes Risiko bei Ablagerungen aus der Papierproduktion sowie bei geringer Entfernung zu den Brunnen (Zone II) dar. Das größte Gefährdungspotenzial für die vier Trinkwasserbrunnen stellen u.E. die Landstraße L499, die Gewerbefläche „Sattelmühle“ bei Lagerung oder Verwendung von wassergefährdenden Stoffen, die Abwasserentsorgung (vor allem in Iptestal und der Abwasserkanal in der Ortslage Sattelmühle) und ggf. Altablagerungen dar.

Bisher ergaben sich aber keine Hinweise auf eine signifikante Beeinflussung durch die Altlasten. Akuter Handlungsbedarf wurde bisher ausgeschlossen. Eine empfohlene vertiefende Bewertung der Altablagerungen und Einschätzung ihres Einflusses auf die Brunnen steht aus [10].

Für eine Abwasserbeseitigung in Iptestal ist eine getrennte Kanalisation geplant sowie eine Druckleitung für Schmutzwasser von Iptestal bis zur Sattelmühle.

Die bei der Ortsbegehung am 20.06.2023 im Quellgebiet Sattelmühle-Esthal gemessenen elektrischen Leitfähigkeiten waren unauffällig (mit einer Schwankungsbreite von 99 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Steinbruchquelle 2) bis 260 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Pfarrwiesenquelle)). Die Temperaturen lagen mit rd. 9 bis 10°C in dem für Grundwasser typischen Bereich [33].

Als Gefährdungspotenzial für die Wasserqualität werden im Bereich des Straufelsbrunnen, der Steinbruchquellen und der Kleinen Frankenecker Quelle die dort vorhandene Infrastruktur (Parkplatz, Straße, Forstwege und Bahnlinie der Museumsbahn „Kuckucksbähnle“) eingestuft. Die Steinbruchquellen und Frankenecker Quellen zeigten teils großen Sanierungsbedarf bei den Bauwerken [33]

Ergebnisse von Laboranalysen liegen zudem für die Große Frankenecker Quelle aus dem Mai 2019 vor. Die Ergebnisse zeigten keine Auffälligkeiten bei den organoleptischen Parameter. Für die Trübung wurde 0,87 NTU, für den Sauerstoffgehalt 10,7 mg/l gemessen. Der pH-Wert lag mit rd. 7,1 im neutralen Bereich. Die analysierten An- / Kationen (Ca, Mg, Na, K, SO₄, Cl) zeigten keine Auffälligkeiten. Deren Gehalte waren entsprechend der niedrigen Leitfähigkeit, mit rd. 3 bis rd. 19 mg/l gering. Für Nitrat wurden rd. 8 mg/l gemessen (Grenzwert TrinkwV: 50 mg/l). Auch die Eisen, Mangan und Aluminiumgehalte (max. 0,04 mg/l für Al) sind als unauffällig gemäß TrinkwV einzustufen. Der TOC-Gehalt war mit 0,85 mg/l gering [33].

Silbertal

Das Quellwasser aus den vier Silbertalquellen ist organoleptisch einwandfrei, gering mineralisiert und sehr weich (Härte von ca. 2,5°dH). Der pH-Wert liegt mit etwa 6,5 im schwach sauren Bereich, eine signifikante Versauerung des Grundwassers liegt nicht vor [21]. Die elektrische Leitfähigkeit beträgt ca. 100–130 $\mu\text{S}/\text{cm}$, die Temperatur des Quellwassers liegt bei 9–11°C [21] [33]. Das Wasser befindet sich nicht im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht, die vorhandene aggressive Kohlensäure ruft eine hohe Calcitlösekapazität von ca. 30-40 mg/l hervor.

In Quelle 4 zeigen sich im Vergleich zu den übrigen Quellen leicht erhöhte Eisen- und Mangangehalte, die aber durch Quellwasservermischung reduziert werden. Die Grenzwerte für Trinkwasser werden für Aluminium, Arsen, Barium, Fluorid, Nickel und Phosphor deutlich unterschritten [21].

Zusammengefasst sind die Stoffgehalte ausgeglichen und ohne langfristige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit. Das Quellwasser weist eine für das Ursprungsgestein und das bewaldete EZG typische Beschaffenheit ohne anthropogene Beeinflussung und Auffälligkeiten auf. Die Grenzwerte der TrinkwV werden, mit Ausnahme der pH-Wert Abweichung vom Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht sowie der damit verbundenen erhöhten Calcitlösekapazität, eingehalten [21].

Das undichte Schachtbauwerk von Quelle 3 wird als Gefährdungspotenzial für die Wasserqualität bewertet, da hier Oberflächenwasser eintreten kann. Weiterhin werden die Forstwege im direkten Quellumfeld aller vier Quellen als Gefährdungspotenzial identifiziert [33].

Kaltenbrunner Tal

Die elektrischen Leitfähigkeiten der Quellwässer liegen zwischen 117 und 219 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und sind somit unauffällig. Die Messwerte der Wassertemperatur liegen mit 10,2°C bis 12,1°C in etwa im Bereich der für Grundwasser erwartbaren Temperaturen [33].

Die Finstertal Quelle 1 wurde nach Auskunft der SWN auch in der Vergangenheit nicht für die Wasserversorgung genutzt. Womöglich könnte die Wasserqualität nicht den Anforderungen entsprochen haben. Zudem könnten sich die an den Quellen vorbeiführenden Forst- und Wanderwege als nachteilig für die Grundwasserbeschaffenheit auswirken. Die Quelleinhausungen sind bei allen Quellen sanierungsbedürftig [33].

Sonstige Quellfassungen

In den Quellgebieten Diedesfeld-Klausental und Hambach sind die elektrischen Leitfähigkeiten der Quellwässer mit 21–130 $\mu\text{S}/\text{cm}$ teils etwas gering, die Temperaturen mit 11–23,8 °C teils hoch im Vergleich zu den bekannten Hintergrundwerten. Die auffälligen Werte wurden an den Quellen Haagweg, Kaltenbrunnen und Knabenbrunnen gemessen und weisen auf Beeinflussung z.B. durch Niederschlagswasser/Oberflächenwasser hin. Die Messwerte an den anderen Quellen lagen im Bereich der für Grundwasser erwartbaren Werte. Die Einhausungen der Springquellen wären zu sanieren und die Nähe zu Wirtschaftswegen kann ein Gefährdungspotenzial durch das Austreten von wassergefährdenden Stoffen darstellen [33].

Für das Quellgebiet Mußbach-Benjetal sind keine Auffälligkeiten bei den elektrischen Leitfähigkeiten (140 $\mu\text{S}/\text{cm}$) oder bei den Wassertemperaturen (rd. 11,7°C) erkennbar. Die Nähe zu Forstwegen oder Naherholungsinfrastruktur kann ein Gefährdungspotenzial darstellen [33].

Gefährdungspotenziale für die Wasserqualität an den Quellen im Gimmeldinger Tal sind [33]:

- Verkehrswege an der Talmühlquelle und an der Loogquelle (mit Parkplatz)
- Hohe Wassertemperaturen mit rd. 16°C an der Loogquelle (bei der Messung stand jedoch Wasser im Schacht, so dass dieser Messwert nicht der Temperatur des Quellwassers zugeordnet werden kann, sondern bei den herrschenden Lufttemperaturen von ca. 24 °C möglicherweise erwärmt war)

Die elektrischen Leitfähigkeiten lagen mit rd. 120–225 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im üblichen Bereich.

Messungen zur Temperatur und Leitfähigkeit des Wassers an der Abbe-Richard-Quelle im Gebiet Schöntal wurden nicht durchgeführt.

Auch im Gebiet Meisental sind die Werte der elektrischen Leitfähigkeit unauffällig (185–261 $\mu\text{S}/\text{cm}$), während die Wassertemperatur an der Oberen Quelle mit rd. 15 °C erhöht ist. Aber auch hier konnte der Messwert der Temperatur nicht eindeutig dem Quellwasser zugeordnet werden und wird möglicherweise durch die Lufttemperatur beeinflusst [33].

Das Schachtbauwerk der Quelle Königsbach liegt im Ort und kann daher durch den Eintrag wassergefährdende Stoffe beeinträchtigt werden. Die elektrische Leitfähigkeit des Wassers liegt bei 124 $\mu\text{S}/\text{cm}$, die Temperatur mit 16°C über dem für Grundwasser erwartbaren Niveau (der hohe Wert ist eventuell wie an der Loogquelle und Oberen Quelle zu erklären). Jedoch kann die mangelnde Beschattung und Vegetation am Schachtbauwerk eine Erwärmung des Wassers begünstigen [33].

3 Grundwasserdargebot

3.1 Niederschlag und Grundwasserneubildung

Die Beschreibung der hydrologischen Situation erfolgt auf Basis der Station Mußbach bzw. der synoptischen Station Neustadt (https://www.wetter.rlp.de/Internet/global/internetctr.nsf/dlr_web_full.xsp?src=L941ES4AB8&p1=1PJCNH7DKW&p3=9IQ84WEY3L&p4=XJPZBV4849, besucht: Juni 2023). Im langjährigen Mittel (Normalperiode 1951 bis 1980) beträgt der Jahresniederschlag an der Station rd. 642 mm. Hiervon entfallen rd. 306 mm auf das Winter- und rd. 336 mm auf das Sommerhalbjahr. Dabei sind seit 2011 generell unterdurchschnittliche Jahresniederschläge zu verzeichnen (Anlage 3.1 in [3]). Die für die Grundwasserneubildung relevanten Winterhalbjahresniederschläge fallen seit 2003, mit Ausnahme von 2008, ebenfalls unterdurchschnittlich aus (Anlage 3.3 in [3]). An der Niederschlagsstation Neustadt lag der mittlere jährliche Niederschlag in den letzten Jahren von 2015 bis 2022 um 57 mm/a niedriger als im längeren Zeitraum 2000–2022 (2000–2022: 537 mm/a; 2015–2022: 480 mm/a) [30]. Eine nasse Periode mit überdurchschnittlichen Winterhalbjahresniederschlägen ist lediglich für Anfang der 1980er Jahre sowie für die Jahre 1994, 1995, 1998 und 2000 bis 2002 zu verzeichnen [3] [11].

Das Grundwasserneubildungsgebiet bzw. das Bilanzdeckungsgebiet und somit Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald erstreckt sich unter der Annahme der wasserrechtlich genehmigten Entnahmemenge von 3,5 Mio. m^3/a vornehmlich südlich von Neustadt auf überwiegend landwirtschaftlich genutzten Flächen [3]. Für die Grundwasserneubildungsraten werden Werte im Größenbereich von 2 bis 5 l/s km^2 berechnet [2] [3]. Mittels Quellschüttungsdaten werden im Geoportal Rheinland Pfalz für den Ordenswald Grundwasserneubildungen von > 50 bis 75 mm angegeben [6].

Im Buntsandstein (Gewinnungsgebiete Sattelmühle, Silbertal und Kaltenbrunner Tal sowie sonstige Quelfassungen) liegt die Grundwasserneubildung zwischen 200 mm und 225 mm [6].

In den Zeiträumen 2000–2010 oder 2011–2015 lag die Grundwasserneubildung aus Niederschlag in Rheinland Pfalz um jeweils 7 % oder 22 % unter dem langjährigen Mittel zwischen 1951–2010. Insbesondere seit dem Jahr 2003 lagen die Werte durchgängig entweder unter dem 25%-Perzentil oder unter dem Mittelwert von 104 mm/a, Ausnahme bildet das Jahr 2013 [26].

An den meisten Grundwassermessstellen in Neustadt a.d.W. werden seit 2013 in allen Grundwasserleitern rückläufige Grundwasserstände beobachtet [29].

Zukünftige Prognosen der Grundwasserneubildung aus Niederschlag (WETTREG2006 (ECHAM5/A1B)) geben für das Projektgebiet eine relative Abnahme von -5 bis -10 % für 2021–2050 und eine relative Zunahme von +5 bis +10 % für 2071–2100 an [26].

3.2 Oberflächengewässer und Quellschüttungen

Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald

Im Untersuchungsgebiet besteht ein verzweigtes Oberflächengewässersystem. Dabei sind der Speyerbach südlich des Ordenswaldes und der Rehbach im nördlichen Ordenswald die beiden Hauptgewässer, die in etwa auch die Südgrenze bzw. Nordgrenze des Ordenswalds markieren (Anlage 1.1 in [11], Anlage B-1).

Der Speyerbach entspringt im Pfälzerwald. Bei Bach-km 24,9, noch innerhalb des Stadtgebiets von Neustadt an der Weinstraße, zweigt der Rehbach an einem Wehr ab. Dieses Teilungswehr, die Winzinger Scheide, ist so ausgelegt, dass etwa zwei Drittel der Wasserführung auf den Speyerbach und etwa ein Drittel auf den Rehbach entfallen. Am Pegel Neustadt (oberhalb der Rehbachabzweigung) beträgt die mittlere Wasserführung des Speyerbachs rd. 2,4 m³/s.

Im Bereich Ordenswald sind weitere wichtige Nebengewässer anzuführen, die mit Speyerbach oder Rehbach in Verbindung stehen. Sie sind Relikte einer früheren, intensiv durchgeführten Wiesen- und Waldbewässerung sowie bereichsweise auch Entwässerung:

- Der Erbsengraben zweigt etwa in Höhe des Brunnen TB1 vom Speyerbach ab, verläuft im südlichen Randbereich der Waldflächen (Ordenswald, Gauwald, Oberwald) und geht dann im Bereich der Kläranlage von Neustadt a. d. W. in den Waldgraben über.
- Der Rückgängergraben zweigt etwa in Höhe des früheren Wasserwerks Mußbach vom Rehbach ab, verläuft dann weitgehend entlang des nördlichen Ordenswaldrands (bereichsweise Aufteilung in zwei Gräben) und mündet oberhalb der Pfalzmühle wieder in den Rehbach (Anlage 1.1 in [11]).

Zur Erhöhung der Wasserführung bzw. zu Speisung des Rückgängergrabens und des Erbsengrabens werden/wurden im Rehbach bzw. Speyerbach mittels Abflusshindernissen (Steine, Baumstämme, Astwerk/Holzstangen u.a.) Ableitungsstellen errichtet. Das Wasser staut sich so im Rehbach und im Speyerbach punktuell auf und tritt von dort in den Rückgängergraben und den Erbsengraben über [11].

Der Vollständigkeit halber werden im Folgenden die stehenden Oberflächenwasserkörper im Ordenswald kurz beschrieben: So befindet sich unweit südöstlich des früheren Wasserwerkes Mußbach der Soldatenweiher, der vom Rückgängergraben gespeist wird. Mit Abstand der größte See im Untersuchungsgebiet ist der rd. 5 ha große Mußbacher Baggerweiher (Naturschutzgebiet mit Rechtsverordnung 1989). Dieser bis rd. 8 m tiefe See (aufgedecktes Grundwasser) ist Ende der siebziger Jahre durch Materialentnahme für den Bau der Autobahn A65 entstanden [11].

Sattelmühle

Das Gebiet Sattelmühle wird über den Speyerbach nach Osten entwässert. Im Speyerbachtal befinden sich zwei Quellen, die früher auch zur Wasserversorgung genutzt wurden: die Kleine Frankenecker Quelle, etwa 150 m nördlich des Brunnen 2 Neustadt, und die Große Frankenecker Quelle, etwa 250 m südlich des Brunnen 1 Neustadt. Die Quellschüttung lag bei früheren Messungen bei etwa 1–7 l/s bzw. 6–16 l/s [9].

Während der Ortsbegehung am 21.06.2023 wurden die höchsten Quellschüttungen im Gebiet Sattelmühle-Esthal an den Steinbruchquellen mit je rd. 3 l/s sowie an der Großen Frankenecker Quelle mit 4,5 l/s gemessen. An der Kleinen Frankenecker Quelle sowie der Fichtenwegquelle lag die Quellschüttung bei rd. 1,8–2 l/s. Die geringste Quellschüttung wurde am Straufelsbrunnen (rd. 0,25 l/s) registriert. An der Pfarrwiesenquelle konnte im Juni 2023 lediglich der Überlauf gemessen werden, hier liefen rd. 0,6 l/s ab. Bei Messungen der Quellschüttung der Pfarrwiesenquelle in den Jahren 2016/2017 wurden rd. 1,8 bzw. 3,5 l/s ermittelt [33].

Silbertal

Im Silbertal in der Gemarkung Wachenheim befinden sich vier Quellen, die von den SWN für die Trinkwasserversorgung genutzt werden, wobei Quelle 3 laut SWN in Vergangenheit und aktuell aufgrund mangelnder Wasserqualität außer Betrieb ist [33]. Quelle 1 wird durch zwei Rohre gefasst, die aus Süd und Süd-Südwest kommend im Quellschacht münden. Quellen 2 bis 4 sind durch Schächte gefasst, der Zulauf erfolgt über die Schachtsohle. Von den jeweiligen Schächten der Quellen wird das Wasser über Rohre zum Sammelbecken geleitet [21].

Die Schüttung betrug im Zeitraum 1999–2004 im Mittel 1,7 l/s bei Quelle 1 sowie insgesamt 1,2 l/s bei den Quellen 2-4. Die Gesamtschüttung liegt bei durchschnittlich 2,9 l/s; diese Menge entspricht in etwa 10,3 m³/h bzw. 90.400 m³/a. Die Ganglinie der Quellschüttung ist sehr ausgeglichen, was auf eine gute Speicherkapazität im Gestein und durch den Wald hindeutet [21].

An der am 20.06.2023 durchgeführten Begehung konnte die Quellschüttung aufgrund zu geringer Wassermengen an den Quellen 1 und 2 nicht gemessen werden. An Quelle 3 wurden 0,05 l/s, an Quelle 4 wurden 0,2 l/s gemessen. Darüber hinaus liegen Messungen aus den Jahren 2016 und 2017 vor, welche Gesamtschüttungen von rd. 2–2,1 l/s für alle vier Quellen zeigen [33].

Kaltenbrunner Tal

Für die Finstertal Quellen 2 und 3 wurden bei einer Ortsbegehung am 20.06.2023 insgesamt 1,7 l/s ermittelt. Die Finstertal Quelle 1 war trocken; daher liegen für diese Quelle keine Schüttungsdaten vor. An der Quelle Bischofskehl lag die Schüttung bei 1,8 l/s, an der Pfalzbrauereiquelle bei 2,3 l/s. Die Schüttungen der Quelle am Windloch sowie der Quelle Abbe Richard betragen am 1.08.2023 maximal 0,2 l/s [33].

Sonstige Quellfassungen

Die am 20.06.2023 gemessenen Quellschüttungen in den Gebieten Diedesfeld-Klausental, Mußbachbenjetal, Gimmeldinger Tal, Meisental und an der Quelle Königsbach lagen mehrheitlich im Bereich von $\leq 0,3$ l/s. Ausnahmen stellten die Loogquelle mit 2,3 l/s und die Talmühlquelle mit 2,0 l/s im Gimmeldinger Tal dar [33].

Die hier genannten Quellschüttungen, welche bei den Ortsbegehungen im Juni / Juli 2023 gemessen wurden, lassen sich wie folgt hydrologisch einordnen:

Den Messungen ging eine Periode mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen voraus (in den Monaten Januar, April und Mai 2023 wurde das langjährige Mittel um > 10 % unterschritten, im Februar und Juni lag die Abweichung vom langjährigen Mittel bei > 50 %). Des Weiteren lagen die Abflüsse im nahe gelegenen Speyerbach im Juni / Juli 2023 bzw. zur Zeit der Schüttungsmessungen nur knapp oberhalb des amtlichen mittleren Niedrigwasserabflusses (MNQ, Mittelwert aus den Jahresminima für die Periode 1937 bis 2021). Daher werden die gemessenen Quellschüttungen mengenmäßig insgesamt im unterdurchschnittlichen Bereich eingeordnet bzw. entsprechen Niedrigwasserverhältnissen, und stellen die Grundlage für eine konservative Abschätzung des Nutzungspotentials der Quellen dar [33].

4 Grundwasserbewirtschaftung (IST - GW-Gewinnung und Infrastruktur)

4.1 Brunnen, Wasserrecht und Grundwasserentnahmen

Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald

Die Tiefbrunnen TB1 bis TB9 der Wassergewinnung Ordenswald befinden sich im westlichen Bereich der Zwischenscholle und erschließen den UGWL mit Ausbautiefen bis 140 m unter Gelände [2]. Gegen einen direkten vertikalen Zufluss aus dem OGWL und dem MGWL (hydraulischer Kurzschluss) sind die Tiefbrunnen Ordenswald jeweils mit einer Sperrverrohrung bis zum UGWL hin geschützt. Aktuell besteht eine gehobene Erlaubnis zur jährlichen Entnahme von Grundwasser in Höhe von 3,5 Mio. m³ [5].

Kenndaten zu den Tiefbrunnen Ordenswald sind in Anlage 3.1 in [11] zusammengestellt. Die Tiefbrunnen TB1, TB2, TB4, TB6 und TB7 bestehen bereits seit Anfang der 1970er Jahre (1976 in Betrieb gegangen). Als Ersatz für die im Jahr 2000 zurückgebauten ehemaligen Mußbach-Brunnen 3 und 5 wurden 1994 die Brunnen TB3 und TB5 erstellt (1995 in Betrieb gegangen). Um die Gesamtentnahme noch besser verteilen zu können und die hydraulische Belastung der Einzelbrunnen zu verringern, sind 2005 die beiden Brunnen TB8 und TB9 hinzugekommen (Inbetriebnahme 2008, Anlage 1.1 in [11]). Im Jahr 2018 sind TB1 und TB4 regeneriert worden, da im Zuge einer Zustandskontrolle mittels TV-Befahrung Alterungserscheinungen, v.a. Verockerungen, festgestellt wurden. Im Rahmen der Reinigungs- und Regenerierungsmaßnahmen wurden die Verockerungen gelöst und entfernt sowie die Auflandungen beseitigt [11]. TB7 wurde im Jahr 2021 regeneriert.

Derzeitige Entnahmemengen und die genehmigten Entnahmemengen sind Tabelle 3 zu entnehmen. Dabei werden von Montag bis Donnerstag die Brunnen 1, 2, 3, 4, 5 und 6 betrieben und von Donnerstag bis Montag die Brunnen 1, 2, 4, 7, 8 und 9 [2] [persönl. Mitteilung durch SWN].

Tabelle 3: Entnahmemengen und Genehmigungen für die Brunnen im Einzugsgebiet Ordenswald

Brunnen	Aktuelle Betriebsweise		Genehmigte Mengen	
	[m ³ /h]	[m ³ /d]	[m ³ /h]	[m ³ /d]
TB1	180	3.600	180	

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

TB2	180	3.600	180	
TB3	90 von 180	3.600	180	3.600
TB4	180	3.600	180	
TB5	90 von 180	3.600	180	3.600
TB6	180	3.600	180	
TB7	180	3.600	180	
TB8	90 von 110	2.640	110	2.640
TB9	90 von 110	2.640	110	2.640

Anmerkungen: Quellen [2] und [24].

Die genehmigte Gesamtentnahmemenge von Brunnen 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7 liegt bei 20.600 m³/d; für Brunnen 8 und 9 liegt die Gesamtentnahmemenge zusätzlich bei jeweils 2.640 m³/d. Für alle TB zusammen liegt die genehmigte jährliche Gesamtentnahmemenge bei 3,5 Mio. m³/a [24]. Die maximal zugelassene Förderleistung aller Tiefbrunnen zusammen liegt bei 1.260 m³/h. Dem steht jedoch eine maximale Aufbereitungsleistung des Wasserwerks Ordenswald von nur 900 m³/h gegenüber [2], die die Trinkwassereinspeisung ins Verteilungsnetz entsprechend begrenzt.

Die Jahressummen der Grundwasserentnahmen an den Tiefbrunnen Ordenswald im Zeitraum 1980 bis 2019 sind in Anlage 4.1 in [5] aufgetragen. Seit 1980 schwankten die Entnahmen zwischen rd. 2,6 Mio. m³ (1981) und rd. 3,8 Mio. m³/a (2003 – außerordentlich trocken-heißes Jahr). In den letzten 10 Jahren (2010 bis 2019) wurden zwischen rd. 3,0 Mio. m³/a und rd. 3,4 Mio. m³/a entnommen. Damit wurde das genehmigte Wasserrecht von 3,5 Mio. m³/a zwischen rd. 85% (2013) und rd. 98% (2018, 2019) ausgeschöpft. Diese Entwicklung geht mit der klimatischen Entwicklung und dem damit verbundenen Trend zu trockeneren, wärmeren Jahren einher.

Die Monatsentnahmemengen bewegten sich in den letzten 10 Jahren (2010 bis 2019) zwischen rd. 196 Tsd. m³/Monat (Februar 2015) und 409 Tsd. m³/Monat (Juli 2018). Dabei verdeutlicht Anlage 4.2 in [5] die jahreszeitliche Verteilung der Entnahmen mit in der Regel deutlich höheren monatlichen Fördermengen in den Sommermonaten infolge des höheren sommerlichen Wasserbedarfes. Die höchste Monatsentnahmemenge seit 1991 wurde bisher im August 2003 mit rd. 446 Tsd. m³/a gefördert (Anlage 4.2 in [5]).

Hinsichtlich der brunnenbezogenen Verteilung ist anzumerken, dass aus der „nördlichen Brunnen-gruppe“ (TB3, TB4 und TB9) nur etwa halb so viel Wasser wie jeweils aus der „mittleren Brunnen-gruppe“ (TB2, TB5 und TB6) und der „südlichen Brunnengruppe“ (TB1, TB7 und TB8) gefördert wird [5].

Sattelmühle

Die Brunnen Sattelmühle erschließen Grundwasser im ungespannten Zustand aus den Festgesteinen des Unteren Zechstein und Rotliegenden. Die Brunnen 1 und 2 wurden in den Jahren 1964–1966 im Auftrag der Stadtwerke Neustadt a. d. W. GmbH errichtet (Anlage 1 und 2 in [9]). 2005 wurden Sanierungsmaßnahmen an den Brunnen durch Einschubverrohrungen vorgenommen (Anlagen 3 in [9]) und 2018 wurden diese zuletzt gereinigt und regeneriert.

Am 15.10.2012 wurde durch die SGD Süd eine unbefristete gehobene Erlaubnis für die Grundwasserentnahme aus den Tiefbrunnen 1 und 2 der Stadtwerke Neustadt a. d. W. zur öffentlichen Wasserver-

sorgung erteilt. Die bewilligten Fördermengen betragen je Brunnen $72 \text{ m}^3/\text{h}$ und $1.440 \text{ m}^3/\text{d}$ sowie maximale Jahresfördermengen von $340.000 \text{ m}^3/\text{a}$ (Brunnen 1) und $235.000 \text{ m}^3/\text{a}$ (Brunnen 2). Die beiden Brunnen werden z.Zt. in halbjährlichem Wechsel betrieben. Die Jahresgesamtentnahme beider Brunnen zusammen liegt bei $350.000 \text{ m}^3/\text{a}$ [9]. Im Zeitraum 2003–2013 lagen die Entnahmen aus beiden Brunnen zwischen 300.000 – $515.000 \text{ m}^3/\text{a}$ [22]. Die maximale Pumpenleistung und die somit technisch maximal mögliche Entnahmemenge je Brunnen beträgt $60 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $120 \text{ m}^3/\text{h}$ für beide Brunnen, was der wasserrechtlich zugelassenen maximalen Tagesentnahme je Brunnen ($1.440 \text{ m}^3/\text{d}$) entspricht [9]. Das Wasser aus den Brunnen Sattelmühle wird über eine gemeinsame Zuleitung mit Quellwässern (Pfarrwiesenquelle und Steinbruchquellen 1 und 2) in das Pumpwerk West gespeist und somit verschnitten [22]. So wird der Arsengehalt des Rohwassers aus den Brunnen Sattelmühle vermindert und die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung eingehalten.

Für die Pfarrwiesen- sowie die beiden Steinbruchquellen existieren unbefristete Wasserrechte. Die Entnahme an der Pfarrwiesenquelle darf $90.000 \text{ m}^3/\text{a}$, die an den Steinbruchquellen $95.000 \text{ m}^3/\text{a}$ nicht überschreiten. Für die große und kleine Frankenecker Quelle bestand ein befristetes Wasserrecht bis 1997, für die Fichtenwegquelle bis 1995 [33].

Die Fichtenwegquelle befindet sich nach Auskunft der Stadtwerke Neustadt in Privatbesitz. Eine Nutzung findet lediglich dann statt, wenn die Schüttung der Pfarrwiesen- und der Steinbruchquellen nicht ausreicht, um den Arsengehalt der Brunnen Sattelmühle ausreichend zu vermindern [33].

Silbertal

An vier Quellen im Silbertal ist die Entnahme von Wasser durch wasserrechtliche Bewilligungsbescheid seit 1969 genehmigt und durch Bescheid der SGD Süd seit 2005 unbefristet verlängert. Hierin ist die Entnahme aus den vier Quellen und sieben weiteren Quellen aus den Gemarkungen Gimmeldingen und Deidesheim auf $60.000 \text{ m}^3/\text{a}$ begrenzt. Die vier Quellen dienen zur Versorgung der Forsthäuser Silbertal, Rotsteig und Opphauer Haus. Die ehemals angeschlossene Looganlage ist mittlerweile anderweitig versorgt. In den Jahren 2005–2008 lagen die Entnahmen zwischen 3.700 – $31.400 \text{ m}^3/\text{a}$. Sie machten somit nur einen Teil der natürlichen Quellschüttung aus [21].

Weitere Entnahmen finden an Privatbrunnen zur landwirtschaftlichen Beregnung statt. Das Volumen wurde für 2007 auf ca. $160.000 \text{ m}^3/\text{a}$ geschätzt, wobei der Wert heute deutlich höher liegen müsste. Aktuelle Erhebungen hierzu liegen zur Zeit der Berichtserstellung nicht vor.

Kaltenbrunner Tal

Es existiert ein Wasserrecht für die Quellen 1 bis 3 zur Versorgung der Kaltenbrunner Hütte sowie des Hohe Loog Hauses in Höhe von $2.000 \text{ m}^3/\text{a}$. Für die übrigen Quellen liegt aktuell kein Wasserrecht vor [33].

Sonstige Quellfassungen

Wasserrechte liegen ansonsten für den Großteil der übrigen Quellen in den Gebieten Diedesfeld-Klausental, Mußbach-Benjetal, Meisental (Ausnahme Obere Quelle) und Gimmeldinger Tal (Ausnahme Loogquelle und Talmühlquelle) vor [33].

4.2 Wiedervernässungsmaßnahmen im Ordenswald

Zur Wiedervernässung von ehemals feuchten Standorten erfolgen im Gewinnungsgebiet seit 1997 bzw. 2008/2009 gemäß wasserrechtlicher Nebenbestimmung Wasserausleitungen entlang des Erbsegrabens und des Rückgängergrabens. Hierbei wird Wasser dauerhaft aus Speyer- und Rehbach geleitet und zeitlich begrenzt aus den beiden Gräben in kleinräumige Senken des Ordenswald abgezweigt. Dort dient die Wasserzuführung der örtlichen Stützung der Grundwasserstände und somit der feuchteabhängigen Vegetation.

Nähere Beschreibungen der Eingriffe zwischen 1997 und 2014 sind [28] zu entnehmen. Angaben zu den Einstauperioden mittels des Nutriawehrs (Wiedervernässungsfläche bei GWM 9.1 und 9.2, Anlage 1.1 und Anlage 6 in [11]) zu finden. Zudem wurde im Frühjahr 2018 der Auslass des Rückgängergrabens verlegt und im Juli 2018 in Betrieb genommen. Weitere Maßnahmen an den Gräben sind nicht bekannt [11].

4.3 Grundwasserstände, -entwicklungen und Abhängigkeiten

Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald

Die regionalen und langfristigen Grundwasserstandsentwicklungen für den Ordenswald liegen für den Zeitraum von 1980 bis 2022 vor (Anlagenreihe A-2).

Im Oberen Grundwasserleiter oben (OGWLo, amtliche und von Entnahmen unbeeinflusste Messstelle 1063a, Anlage 5.1.1 in [5]) ist die Grundwasserstandsentwicklung sowohl regional als auch im weiteren Umfeld der Brunnen weitestgehend hydrologisch geprägt mit steigenden Grundwasserständen im Herbst/Winter und fallenden in den Sommermonaten. Von 1980 bis 2019 sind Schwankungsbreiten von rd. 2 m zu verzeichnen. Bis Anfang von 2003 bewegte sich der Grundwasserstand, mit Ausnahme der Jahre 1991 bis 1993, um bis zu rd. 0,8 m über dem mittleren Höchstwasserstand (MHW). Ein deutlicher Rückgang des Grundwasserstandes um rd. 0,7 m ist im Trockenjahr 2003 zu verzeichnen. Seitdem schwankt der Grundwasserstand um den mittleren Niedrigwasserstand (MNW) und belegt somit insgesamt die trockenen Verhältnisse. Eine Abhängigkeit der Grundwasserstandsentwicklung von den Entnahmen ist aus den vorliegenden Daten nicht ersichtlich.

Im Oberen Grundwasserleiter unten (OGWLu; Messstelle I, Anlage 5.1.10 in [5]) sind zwischen 1993 und 2010 Schwankungsbreiten von rd. 3 m zu verzeichnen. Dabei war von Mitte/Ende der 1990er Jahre bis 2009 insgesamt ein fallender Trend beobachtbar. Aufgrund der in 2010 im Zuge der Wiedervernässungsmaßnahmen durchgeführten Versickerung von Wasser kam es zu einem Anstieg des Grundwasserstandes um rd. 4 m. Seitdem ist die Grundwasserstandsentwicklung vor allem hydrologisch als auch durch die stützenden Wiedervernässungsmaßnahmen geprägt. Weitere Messstellen lassen eine vergleichsweise geringfügige Beeinflussungen durch die Grundwasserentnahmen (z. B. GWM 5.1b) nicht ausschließen.

Im Mittleren Grundwasserleiter unten (MGWL; Messstellen 3.2, 4.2 und 27.2, Anlage 5.2 in [5]) lagen die Grundwasserstände langfristig von Mitte der 1990er bis Anfang der 2000er Jahre im Bereich des mittleren Höchstwasserstandes (HMW). Seit 2008 liegt das Grundwasserstandsniveau insgesamt um etwa 1 m niedriger. Seit 2013/2014 ist abgesehen von den jährlichen Schwankungen, infolge der seit 2011 unterdurchschnittlichen Niederschläge ein insgesamt fallender Trend zu verzeichnen. In 2019 unterschritten die Grundwasserstände zumeist den mittleren Niedrigwasserstand (MNW).

Im Unteren Grundwasserleiter unten (UGWL; Messstellen 1.3, 2.3, 4.3 und 5.3, Anlage 5.3 in [5]) ist hinsichtlich der langfristigen Entwicklung der Grundwasserstände im Entnahmegrundwasserleiter festzustellen, dass der Grundwasserstand an der Messstelle F in den 1980er und 1990er Jahren zu meist noch um rd. 1 bis rd. 2 m über dem für diese Messstelle errechneten mittleren höchsten Grundwasserstand lag. Mitte der 2000er Jahre ist ein Sinken des Grundwasserstandes feststellbar. Danach liegen keine Daten mehr vor. An der Messstelle 2.3 ist seit 2014, abgesehen von kurzfristigen Schwankungen, ein fallender Trend erkennbar.

Die Auswirkungen der Grundwasserentnahmen sind erwartungsgemäß sowohl im Entnahmegrundwasserleiter (UGWL) als auch im hangenden Mittleren Grundwasserleiter (MGWL) an den Grundwasserserganglinien ersichtlich und statistisch nachweisbar [5].

Sattelmühle, Kaltenbrunner Tal und Silbertal sowie sonstige Quelfassungen

Im Rahmen eines Dauerpumpversuchs in zwei Brunnen im EZG Sattelmühle im Mai 2019 durch die SWN wurden folgende Beobachtungen gesammelt [9]:

Die zwei Brunnen Sattelmühle sowie die zwei nahe gelegenen Brunnen Lambrecht beeinflussten sich gegenseitig. Wegen der parallel laufenden Brunnen Lambrecht schwankten die Wasserstände der Brunnen Sattelmühle stark um bis etwa 0,5 m; Absenkungsphasen wurden vor allem nachts (keine Entnahmen in den Brunnen Lambrecht) durch Aufspiegelungsphasen unterbrochen. Aufgrund der Beeinflussung durch die Entnahmen in den Brunnen Lambrecht sind genaue Angaben zu absoluten Absenkungsbeträgen in den Brunnen Sattelmühle infolge Pumpversuches nicht möglich. Bei der maximalen Entnahme der Brunnen Lambrecht am 23.05.19 ging der Wasserstand um 0,8 m im Br Sattelmühle 1 und um 1,0 m im Brunnen Sattelmühle 2 zurück. Die Absenkung in Bezug auf das Ausgangsniveau betrug bei den Leistungsstufen 90, 100 und 120 m³/h: in etwa 4,0 m, 5,7 m und 8,5 m im Brunnen 1 sowie 1,2 m, 2,5 m und 5,3 m im Brunnen Sattelmühle 2. Bei den ersten beiden kurzen Leistungsstufen wurde die Beharrung nicht erreicht, bei der Dauerentnahme hat sich der Wasserspiegel fast stabilisiert. Durch die Entnahmen in den Brunnen Lambrecht sind exakte Angaben hierzu nicht möglich. Die maximal abgesenkten Wasserspiegel lagen bei 22 m (Br. 1 NW) bzw. 18 m Tiefe (Br. 2 NW) und damit noch im Vollrohrbereich. Nach dem Pumpversuch stiegen die Wasserstände innerhalb weniger Tage nur ungefähr auf das Ausgangsniveau (1,2 m höher im Brunnen Sattelmühle 1 und 1,0 m tiefer im Brunnen Sattelmühle 2) an, was auf Beeinträchtigung der hydraulischen Anbindung bzw. des Zustandes der Brunnen hindeuten könnte (Einschubverrohrung). Der Pumpversuch wurde allerdings wegen Eintrübung des Grundwassers an den Brunnen Lambrecht abgebrochen. Die Ergiebigkeiten bzw. Leistungen der Brunnen Lambrecht und Sattelmühle sind somit u.a. wegen der hydraulischen Wechselwirkungen beschränkt.

Für die Quellen liegen die Ergiebigkeiten grundsätzlich zwischen < 2 und 10 l/s. Dabei treten hohe Werte vor allem im westlichen Bereich des Pfälzer Waldes (z.B. bei Kaiserslautern) auf. Aufgrund der Untergrundstrukturen nehmen diese nach Osten allerdings ab. Quellen in der Umgebung von Neustadt a. d. W. zeigen im Mittel vergleichsweise geringe Schüttungen mit Werten zwischen <1 l/s und 6 l/s [6].

5 Wasserversorgung

5.1 Aufbereitungs- und Transportinfrastruktur

Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald

Im Wasserwerk Ordenswald werden die geförderten Rohwässer aus den neun Brunnen (Tiefbrunnen Ordenswald 1 bis 9) aufbereitet. Das Wasserwerk liegt östlich der Kernstadt Neustadt a. d. W. in dem Waldgebiet Ordenswald, unweit der Bundesautobahn 65. Dieses Wasserwerk wurde notwendig, da die alte Aufbereitung in der Kernstadt (mittlerweile zurückgebaut) für die neugeordnete Wasserversorgung einen sehr ungünstigen Standort aufgewiesen hat und auch in ihrer Ausbaugröße nicht den Bedarf der eingemeindeten Ortsteile decken konnte. Die neue Aufbereitungsanlage im Ordenswald wurde auf den zukünftigen Maximalbedarf der Kernstadt sowie der Ortsteile ausgelegt [2].

Die Leistungsfähigkeit der Aufbereitung im Wasserwerkes Ordenswald beträgt 900 m³/h. D.h. bei einem Volllastbetrieb der Aufbereitungsanlagen können insgesamt fünf der neun Tiefbrunnen in Kombination mit je 180 m³/h eingesetzt werden. Eine Erhöhung des Durchsatzes, beispielsweise bei einem erhöhten Trinkwasserbedarf, ist in der bestehenden Filteranlage nur begrenzt möglich. Grund dafür ist ein relativ hoher Eisengehalt im Rohmischwasser (3,7 mg/L), so dass die Überstaufilter vergleichsweise oft gespült werden müssen und somit die Durchsatzrate beeinträchtigen [12].

Schwachstellen des Wasserwerkes Ordenswald sind (1) ein hohes Betriebsalter von diversen Aggregaten/Rohrleitungssträngen/Armaturen sowie weitere Sanierungs-/Aktualisierungsbedarfe, (2) fehlende Redundanzen einzelner Glieder der Prozesskette, Energieversorgung und Totalausfall (Standortbezogen), (3) nur mobile Notstromversorgung nur für Teillastbetrieb und (4) eine sensible Aufbereitungstechnik (kaum Spielraum) [2]. Derzeit wird der Neubau des Wasserwerks Ordenswald (WWO 2) als Redundanz zum Bestand (WWO 1) geplant. Das bestehende Wasserwerk WWO 1 soll anschließend saniert werden.

Im Wasserwerk Ordenswald wird das Eigenwasser aus den neun Tiefbrunnen aufbereitet und in das Wasserversorgungsgebiet verteilt. Das geförderte Rohwasser gelangt über zwei Einspeiseleitungen in eine von fünf Aufbereitungsstraßen, bestehend aus einer Vorbelüftungskammer und einem mit Quarzsand gefüllten offenen Filterbecken. Nach dem Durchlauf der Filtration und Trübungsmessung wird dem Wasser in der Sammelleitung, in Richtung der Wasserspeichern, verdünnte Natronlauge zu dosiert. Mit Hilfe eines pH-Wert Messgerätes wird die Qualität des Trinkwassers permanent überwacht. Für die Trinkwasserförderung aus den im Wasserwerk Ordenswald befindlichen Speicherbehältern stehen zwei Pumpengruppen zur Verfügung. Die Pumpengruppe-Ost (Lachen-Speyerdorf) besteht aus zwei Pumpen mit einer Solldruckvorgabe von 3,66 bar und dient ausschließlich zur Förderung des Trinkwassers in die Versorgungszonen Lachen-Speyerdorf und Geinsheim. Die Pumpengruppe-West (Neustadt) besteht aus drei Förderpumpen mit einer Solldruckvorgabe von 6,60 bar und versorgt, mit Ausnahme der Hochzone West und einiger kleineren Abnehmer, nahezu das gesamte restliche Wasserversorgungsgebiet der Stadt Neustadt an der Weinstraße [1].

Vom Wasserwerk Ordenswald verlaufen derzeit drei Reinwasserleitungen zu den Versorgungsnetzen/-bereichen. Eine Leitung verläuft in Richtung Branchweilerhofstraße (Reitverein - Neustadt Mitte) mit einem Rohrdurchmesser von rd. 600 mm. Des Weiteren verbindet eine PVC-Leitung DN 400 das Wasserwerk mit dem Ortsteil Hambach (Druckerhöhungsanlage Hambach,

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

Mühle Gutting) und eine weitere PVC-Leitung DN 400 den Ortsteil Lachen-Speyerdorf (Wasserturm Lachen-Speyerdorf). Von der so genannten „Südleitung“ führt ein Abzweig DN 200 zum Ortsteil Lachen-Speyerdorf und versorgt das Gebiet „Ritterbüschel“ [13].

Für die Versorgung der Kernstadt Neustadt a. d. W. sowie deren Ortsteile stehen derzeit insgesamt 19 Trinkwasserspeicher zur Verfügung. Die enorme Behälterzahl, bezogen auf das Versorgungsgebiet, ist auf die sehr bewegte Topografie mit einem maximalen Höhenunterschied von 493 m (Gewinnungsgebiet - Pfälzer Waldhütte Hohe Loog) zurückzuführen. Diese Höhenunterschiede erfordern, dass das Trinkwasser von Versorgungszone zu Versorgungszone - unter Beachtung der Druckverhältnisse - hochgepumpt werden muss [13].

Sattelmühle, Kaltenbrunner Tal und Silbortal sowie sonstige Quellfassungen

Das Wasserversorgungsgebiet Neustadt West umfasst das Versorgungsgebiet der Zone Mitte der Kernstadt Neustadt, der Hochzone West der Kernstadt Neustadt sowie einige vereinzelte Gebäude (z.B. Staatsstraße 29). Die Versorgung erfolgt über das PW West (Nennleistung: 58 m³/h [13]) aus den Wassergewinnungsgebieten der Quellen Steinbruch und Pfarrwiesen bei Esthal sowie aus den Brunnen Sattelmühle I und II. Das Quellmischwasser (Steinbruchquellen 1 und 2 sowie Pfarrwiesenquelle) wird dabei im Unterflurschacht nahe des Feuerwehrschießplatzes zunächst mittels UV-Desinfektion behandelt. Das Quellmischwasser wird in einem weiteren Schacht mit dem Brunnenwasser, aufgrund des nach der Trinkwasserverordnung nicht zulässigen Arsengehaltes des geförderten Brunnenwassers, gemischt und dem Sammelbehälter (V = 2 x 25 m³; max. Wsp. = 160,56 m ü. NN; min. Wsp. = 159,71 m ü. NN) bzw. Pumpwerk West (Q = 2 x 90 m³/h; H = 50 m) zugeführt. Das Mischungsverhältnis beträgt dabei 2/3 Tiefbrunnenwasser zu 1/3 Quellmischwasser. Der pH-Wert des Mischwassers wird mittels einer Natronlaugen-Dosieranlage angepasst. Die Aufbereitung des Trinkwassers erfolgt kontinuierlich über 24 Stunden. Das aufbereitete Wasser wird vom Pumpwerk West in die Zone Mitte bzw. in Richtung des Pumpwerks Schöntal geleitet. Um Durchflussschwankungen abzufangen, steht ein Sammelbehälter mit einem Nutzvolumen von 50 m³ zur Verfügung [1].

Die Bautechnik von Brunnen 1 und 2 befindet sich in einem ausreichenden Zustand, da aufgrund der vorhandenen PVC-Einschubverrohrung mit einer Haltbarkeit von ca. 20 Jahren gerechnet wird (Beilage 6.1 in [18]).

Das Wasserversorgungsgebiet **Silbortal** liefert Wasser an Anlagen, die durch die Gemeinde Wachenheim betrieben werden. Hierbei wird Wasser der Silbortalquellen 1, 2 und 4 zunächst im Sammelbehälter Silbortal zusammengeführt und mittels UV-Anlage desinfiziert, um anschließend über eine Leitung 150 PVC an die Forsthaus Silbortal, Kurpfalzpark/Forsthaus Rotsteig sowie die Ophphauer Haus geliefert zu werden.

Das Wasserversorgungsgebiet **Kaltenbrunner Tal** und Hohe Loog umfasst die Gaststätte Friedrich sowie die Pfälzer Waldhütte Hohe Loog. Das aus den Finstertalquellen gewonnene Rohwasser wird über eine Quelleitung DN 125 GG in Richtung des PW Kaltenbrunnerhütte geleitet. Dort wird das Rohwasser mittels einer UV-Desinfektionsanlage behandelt und der pH-Wert mittels einer Phosphatdosierungsanlage eingestellt, um anschließend von zwei Pumpen über eine Förderleitung DN 100 GGG/ PE 63 SDR 11 in den privaten Vorlagebehälter Hohe Loog (V = 8 m³; Wsp. = 618,70 m ü. NN), welcher die Hohe Loog Hütte versorgt, gefördert. Die Gaststätte Friedrich wird direkt mit dem Vordruck

der Quelleitung über die Anlagen (UV-Desinfektion und Phosphatdosierung) am PW Kaltenbrunnerhütte versorgt [1].

5.2 Rohrnetzverluste

5.2.1 Wasserverluste und Schäden

Für die Ermittlung der Wasserverluste im Versorgungsgebiet der Stadtwerke Neustadt a.d.W. wurden Wasserbereitstellungs- und Wasserverkaufszahlen von 2014 bis 2020 gegenübergestellt (Tabelle 5 in [1], Tabelle 1 in [32]). Der Vergleich zwischen den bereitgestellten und verkauften Wassermengen zeigt einen durchschnittlichen prozentualen Verlust von 8,9 %. Dieser besteht aus echten Verlusten (an den Behältern und Rohrnetzleitungen) und scheinbaren Verlusten (Messfehler, Schleichverluste, nicht gemessener Verbrauch, Wasserdiebstahl). Wassermengen zum Eigenverbrauch wie z.B. Leitungsspülungen, Behälterreinigungen, Rohrbrüche, Feuerwehrrübungen sind hierbei nicht berücksichtigt. Der spezifische Wasserverlust, welcher die Länge des Rohrnetzes von 273 km mitberücksichtigt, ergibt für den o.g. Zeitraum $0,14 \text{ m}^3/(\text{km}\cdot\text{h})$, was im Bereich der nach DVGW-Arbeitsblatt W 392 genannten Grenzwerte für mittlere Wasserverluste liegt [1] [32]. Innerhalb des Zeitraums 2014–2020 ist tendenziell eine Abnahme der Wasserverluste festzustellen: Mittels linearer Regression ergibt sich eine jährliche Reduktion von 1,16 %.

Zwischen 2007 und 2017 sind in den Versorgungszonen der SWN durchschnittlich 0,11 Schäden je km und Jahr an Hauptleitungen und 1,11 Schäden je 1.000 Anschlüsse und Jahr an Anschlussleitungen aufgetreten [32]. Gemäß DVGW W 400-3 liegt die Schadensrate für die Hauptleitungen im mittleren Bereich, diejenige für die Anschlussleitungen wird als niedrig eingestuft. Somit liegt die Rate in den Versorgungsgebieten der SWN nur wenig oberhalb der bundesweiten Rate von $\leq 0,1$ Schäden/(km*a). Die Empfehlungen der DVGW W 400-3 lauten für die Hauptleitungen den „Standard zu verbessern“ und für die Anschlussleitungen den „Standard zu halten“ [32].

In der Mehrheit der Versorgungsgebiete ist ein signifikanter Anteil des Rohrnetzwerkes zwischen 40 und 60 Jahre alt [32]. Gemäß DVGW W 401 ist das ein Alter, welches die technische Nutzungsdauer von Leitungen noch nicht überschreitet. Jedoch liegt dieses, je nach Leitungsgruppe, bereits im unteren Bereich der empfohlenen Nutzungsdauern und erfordert daher in den kommenden Dekaden eine Sanierung bzw. Erneuerung.

5.2.2 Aktuelle Maßnahmen / Rehabilitationsstrategie

Die SWN setzen aktuell die folgenden Maßnahmen zur Minimierung von Wasserverlusten um [32]:

- Das Rohrnetz wird mittels Geophonen und Korrelatoren auf Basis von Vermutung von Schäden überwacht. Dabei ist nicht bekannt, inwiefern Daten aus dem Leitsystem (z.B. zonengenaue Bilanzierung von Durchflussmessungen, v.a. Nachtverbrauchsmessungen) für die Erkennung der Rohrbrüche und Leckagen genutzt werden.
- Seit 2013 ist ein 24 Std.-Bereitschaftsdienst bei Bedarf zur Rohrbruch- und Leckstellenortung (Korrelation) des Wasserverteilnetzes beauftragt.
- Systematische Netzinspektionen (z.B. elektro-akustische und elektromagnetische Verfahren, sowie GI/HDGI-Verfahren HE/H2 Hochdruck – Gas-Injektion) werden seit 2013 durchgeführt.

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

- Aufgetretene Schäden an Versorgungs- und Hausanschlussleitungen werden statistisch dokumentiert und in einem GIS-System gepflegt.
- Zwischen 2016 und 2018 wurden pro Jahr durchschnittlich 0,48 % der Haupt- und Versorgungsleitungen im Versorgungsgebiet der SWN saniert/erneuert. Diese Quote liegt unterhalb der bundesweiten, durchschnittlichen Rate von ca. 0,67 % (gemäß Netz- und Schadenstatistik Wasser aus den Jahren 2013 bis 2015).
- Eine Analyse und Berechnung des Wasserrohrnetzes inkl. Ableitung von Erneuerungsmaßnahmen für auffällige Bereiche wurde durchgeführt.
- Erstellung einer Strategie zur Wasserverlustbekämpfung (wurde in 2023 beauftragt)

6 Grundwasser- und Verbrauchsbilanz (Ist-Zustand)

6.1 Entnahme

Tabelle 4: Aktuelle jährliche Entnahmen und genehmigte jährliche Entnahmen von Grundwasser in den Gewinnungsgebieten von Neustadt a.d.W.

	Mittlere Jahresentnahmen [m³/a]	Genehmigte jährliche Entnahmemengen [m³/a]
Ordenswald (Br. 1-9)	3.480.024	3.500.000
Sattelmühle (Br. 1&2)	369.459	575.000
Quelle Pfarrwiese	88.776	90.000
Quelle Steinbruch	77.857	95.000
Kaltenbrunner Tal	1.039	2.000
Silbertal	4.352	60.000
Summe	4.021.507	4.322.000
Differenz (genehmigte Entnahme – aktuelle Entnahme)	300.493	

Anmerkungen: Quellen: [2], [4], [14], persönl. Mitteilung der SWN.

6.2 Verbrauch

Tabelle 5: Jährliche Entnahme, Bereitstellung und Verluste von Grundwasser für die Trinkwasserversorgung in Neustadt a.d.W.

Posten	Mengen [m³/a]	Erläuterung
Entnahmemenge	4.021.507	inkl. OW, Sattelmühle, Kaltenbrunner Tal und Silbertal
A: Eigenverbrauch (Entnahme – Abgabe)	67.530	z.B. Rohrbrüche, Feuerwehreinsätze, Behälterreinigungen, Netzspülungen, Mittel 2018–2022
B: Verluste (vor Abgabe)	83.550	Im Quellgebiet Sattelmühle, Mittel 2018–2022
Bereitstellungsmenge (Stadtnetz)	3.865.035	für die Versorgungsgebiete der Stadtwerke Neustadt, Mittel 2018–2022

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

Entnahmemenge – A – B	3.870.427	
Differenz Entnahme – Bereitstellung	156.472	
Verrechnungsmenge gesamt	3.502.079	inkl. Exporte, Mittel 2018–2021
Differenz Bereitstellung – Verrechnung gesamt	362.956	Leistungsverluste (laut SWN)
Exportierte Menge (Teil der Bereitstellungsmenge)	360.214	An Deidesheim/Wachenheim und Maikammer (in Bereitstellungsmenge enthalten, Mittel 2018–2022)
Verrechnungsmenge nur Neustadt a.d.W.	3.141.865	exkl. Exporte
Differenz Entnahme – Verrechnung gesamt	519.428	
Differenz Entnahme – Verrechnung nur Neustadt a.d.W.	879.642	
Verluste gesamt (vor Abgabe: B + Leistungsverluste)	446.506	
Anteil Verluste gesamt von Entnahmemenge [%]	11,1	
Anteil Leistungsverluste von Bereitstellungsmenge [%]	9,4	
Anteil Differenz Entnahme – Bereitstellung von Bereitstellungsmenge [%]	4,1	für Annahme 2 in Tabelle 10
Anteil Eigenverbrauch (A) von Bereitstellungsmenge [%]	1,9	für Annahme 3 in Tabelle 10

Anmerkungen: Quellen: Die schwarz markierten Werte sind Angaben der SWN. Die Werte in roter Schrift sind berechnet.

Tabelle 6: Tägliche Verbrauchsbilanzen und potentielle Kapazitäten von Grundwasser für die Trinkwasserversorgung in Neustadt a.d.W.

Posten	Br. Ordenswald [m³/h]	Br. Sattelmühle [m³/h]	Summe [m³/h]
Aktuelle Entnahmemenge	900 [2] [SWN] [24]	42 [2], 56 [inkl. Quellen, SWN]	942, 956
Mittlere höchste Entnahmemenge	647 [SWN]	56 [inkl. Quellen, SWN]	703
Genehmigte Entnahmemenge	1.260 [2]	2 x 72 = 144 [SWN] [9]	1.404 [2]
Förderkapazität (techn. max.)	2.258 [2]	2 x 60 = 120 [9]	2.378
Aufbereitungskapazität	900 [2] [12]	58 [1]	958
Ø Verbrauch (aus Bereitstellungsmenge abgeleitet)	451 [1]		
Max. Verbrauch (aus Bereitstellungsmenge abgeleitet)	766 [1]		
Differenz genehmigte – aktuelle Entnahme	88–142		
Anteil aktuelle Entnahme / genehmigte Entnahme	87–90%		

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

Anmerkungen: Quellen: Schwarz markierte Werte – [1], [2], [9], [12] sowie persönl. Angaben der SWN. Rot markierte Werte – berechnet.

Der aktuelle Wasserverbrauch je Einwohner wurde auf Basis der Verbrauchswerte der Jahre 2014–2020 errechnet (Tabelle 7 in [1]). Dieser ergibt im Durchschnitt 180 l/Exd bzw. 132 l/Exd (ohne Großabnehmer mit etwa 1.000.000 m³/a Wasserverbrauch) und liegt damit etwas über dem Durchschnittswert in Deutschland von 127 l/Exd. Der Wasserverbrauch berücksichtigt Wasserverluste, Abgaben an Haushalte, Handel, Gewerbe, Landwirtschaft und öffentliche Abnehmer im Versorgungsgebiet der Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße [1].

In den Jahren zwischen 2014 und 2020 ist ein Anstieg sowohl in der Bereitstellungsmenge (um ca. 14 %, von 3,643 auf 4,144 Mio. m³/a) als auch im Wasserverbrauch (um ca. 28 %, von 3,168 auf 4,057 Mio. m³/a) zu beobachten [32].

7 Randbedingungen für die zukünftige Grundwasserbewirtschaftung

Für die Planung einer zukünftigen Grundwasserbewirtschaftung, welche eine gesicherte Trinkwasserversorgung für das Versorgungsgebiet Neustadt an der Weinstraße gewährleisten kann, sind vier grundlegende Faktoren verantwortlich, welche Handlungsbedarfe erzeugen können:

- Die Ausgangssituation der bestehenden Grundwasserbewirtschaftung (Kapitel 7.1)
- Vorgesehene und geplante Entwicklungen der bestehenden Grundwasserbewirtschaftung (Kapitel 7.2)
- Klimawandelfolgen und -risiken (Kapitel 7.3)
- zukünftige Wasserbedarfsentwicklungen (Kapitel 7.4)

7.1 Ausgangssituation der bestehenden Grundwasserbewirtschaftung

Tabelle 7: Zusammenfassung jährliche Entnahme, Bereitstellung und Verrechnung

Posten	Menge [m ³ /a]
Genehmigte Gesamtentnahmemenge	4.322.000
Mittlere jährliche Gesamtentnahmemenge (letzte 5 Jahre)	4.021.507
Bereitstellungsmenge gesamt (Einleitung in das Stadtnetz)	3.865.035
Verrechnungsmenge gesamt (mit Exporten)	3.502.079
Verrechnungsmenge Neustadt (ohne Exporte)	3.141.865
Differenz Entnahme vs Bereitstellung gesamt	156.472
Differenz Entnahme vs Verrechnung gesamt	519.428
Differenz Entnahme vs Verrechnung Neustadt	879.642

Anmerkungen: Die Werte sind Tabelle 4 und Tabelle 5 entnommen.

- In der aktuellen Grundwasserbilanz Ordenswald wird mit einer Entnahme von 3,48 Mio. m³/a (aktuelles 5-jähriges Mittel) kalkuliert, was um ca. 20.000 m³/a unter der aktuell genehmigten Entnahmemenge liegt (Tabelle 4).
- Die mittlere jährliche Entnahmemenge (letzte 5 Jahre) von Ordenswald, Sattelmühle, Kaltenbrunner Tal und Silbertal zusammen entspricht 4,021 Mio. m³/a und liegt damit ca. 300.500 m³ unter der genehmigten Gesamtentnahmemenge von 4,322 Mio. m³/a.

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

- Nach Verlusten (Sattelmühle) und Eigenverbrauch werden 3,865 Mio. m³/a in das Stadtnetz geleitet.
- Verrechnet und damit tatsächlich verbraucht werden 3,502 Mio. m³/a.
- Zwischen Entnahme und Verrechnung besteht eine Differenz von 519.428 m³/a.
- Weitere 360.214 m³/a werden an die Gemeinden Deidesheim, Wachenheim und Maikammer exportiert. Daraus ergibt sich für Neustadt a.d.W. eine Verrechnungsmenge von 3,142 Mio. m³/a.

Tabelle 8: Stündliches Dargebot, Verbrauch und Kapazitäten in den EZG Ordenswald und Sattelmühle

Posten	Menge [m ³ /h]
Genehmigte Gesamtentnahmemenge	1.404
Durchschnittl. Verbrauch (aus Bereitstellungsmenge abgeleitet)	451
Max. Verbrauch (aus Bereitstellungsmenge abgeleitet)	766
Brunnenentnahme (aktuell)	942 ohne Quellen, 956 mit Quellen
Brunnenleistung (potentiell)	2.378
Aufbereitungsleistung	958

Anmerkungen: Die Werte sind Tabelle 6 entnommen.

- Die aktuelle Entnahmemenge der Brunnen Ordenswald liegt bei 900 m³/h. Genehmigt wären 1.260 m³/h und technisch möglich 2.258 m³/h. Limitierender Faktor ist die Wasseraufbereitung des WW Ordenswald mit max. 900 m³/h (Tabelle 6).
- Die Brunnenwässer aus dem EZG Sattelmühle weisen geogen bedingt leicht erhöhte Arsenkonzentrationen (0,010–0,011 mg/l) auf. Der Trinkwassergrenzwert von 0,01 mg/l wird dadurch z.T. überschritten. Die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung werden temporär auch bei der pH-Wert-Abweichung vom Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht sowie bei der damit verbundenen erhöhten Calcitlösekapazität nicht eingehalten. Die Rohwässer müssen daher durch Mischung und Entsäuerung im Pumpwerk West aufbereitet werden, damit die genannten Parameter die Grenzwerte unterschreiten (Kapitel 2.6).

7.2 Vorgesehene und geplante Entwicklungen der Grundwasserbewirtschaftung in Neustadt a.d.W.

7.2.1 Bewirtschaftung des Wassergewinnungsgebietes Sattelmühle

Die Wassergewinnungsanlagen des Gewinnungsgebietes Sattelmühle erfordert eine Generalüberholung bzw. Sanierung oder ggf. Neubau der beiden Brunnen sowie die Neubau der Rohwassertransportleitung (Baujahr 1894) vom Wassergewinnungsgebiet Sattelmühle zum Pumpwerk West. Die Brunnen Sattelmühle sind im Rahmen einer Notsanierung mit einer Einschubverrohrung versehen worden, so dass eine Regenerierung deutlich erschwert ist, und sie durch Alterung zunehmend an Ergiebigkeit verlieren. Eine Sanierung bzw. ein Neubau stellt erheblichen Aufwand dar, der bei dem abgeschätzten zukünftigen Wasserbedarf allerdings unumgänglich erscheint. In diesem Zusammenhang

wird derzeit eine Studie erstellt, die den Verbund zwischen dem Versorgungsnetzen der Stadtwerke Lambrecht und der Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße bewertet.

7.2.2 Absenkung des Grenzwertes für Arsen

Die Novellierung der Trinkwasserverordnung 2022/2023 sieht u. a. eine Absenkung des Grenzwertes für Arsen auf 0,010 mg/l vor [TrinkwV, Artikel 1, Anlage 2, Teil II]. Dieser Grenzwert gilt für Wasserversorgungsanlagen, welche vor dem 12.01.2028 in Betrieb genommen worden sind, bis zum Ablauf des 11.01.2036. Ab dem 12.01.2036 gilt für alle Wasserversorgungsanlagen ein verschärfter Grenzwert von 0,004 mg/l. Für Anlagen, die bereits ab dem 12.01.2028 neu in Betrieb genommen werden, gilt der verschärfte Wert schon ab dem Tag der Inbetriebnahme.

Eine Verminderung des Arsen-Grenzwertes auf 0,004 mg/l ab dem Jahr 2036 wird direkte Auswirkungen auf das Mischungsverhältnis des Wassers im Pumpwerk West haben. Um den neuen Grenzwert einhalten zu können, wird ein angepasstes Mischungsverhältnis von 3/5 Brunnenwasser zu 2/5 Quellwasser im Pumpwerk West erforderlich. Dadurch müsste entweder ca. 198.000 m³/a mehr Quellwasser zum Mischen erschlossen, gefördert und beigemischt werden, oder rund 297.500 m³/a weniger belastetes Brunnenwasser gefördert werden. Die hergeleiteten Mengen beziehen sich auf die maximal genehmigten Entnahmemengen in Tabelle 4. Das zusätzliche Quellwasser müsste von neuen bzw. externen Quellen bezogen werden, da die genehmigten, jährlichen Entnahmemengen für die Quellen Pfarrwiese und Steinbruch aktuell nahezu komplett ausgenutzt sind (siehe Tabelle 4).

7.2.3 Zweite Aufbereitungsanlage WW Ordenswald

Um die Versorgungssicherheit von Trinkwasser zu garantieren, wird eine zweite unabhängige Aufbereitungsanlage im Wasserwerk Ordenswald gebaut. Diese ermöglicht eine zusätzliche Aufbereitung von Rohwasser von 540 m³/h [persönl. Mitteilung durch SWN].

7.3 Klimafolgen und -risiken

Die zukünftige Entwicklung der klimatischen Verhältnisse und mögliche Auswirkungen, z.B. auf die Grundwasserneubildung, wird allgemein mit Hilfe von Klimaprojektionen bewertet. Klimaprojektionen machen Aussagen zu den mittleren Verhältnissen eines Parameters innerhalb von 30-Jahreszeitscheiben bis max. dem Jahr 2100.

Den einschlägigen Klimaszenarien zu Folge ist für Rheinland-Pfalz zu erwarten, dass die Temperaturen und damit einhergehend auch die Verdunstung weiterhin zunehmen werden. Die Entwicklung der mittleren jährlichen Niederschlagsmengen ist für Rheinland-Pfalz nicht eindeutig abzusehen. Eine Abschätzung kann hingegen bei der zeitlichen Verteilung des Niederschlags über das Jahr gemacht werden: Sommerniederschläge werden tendenziell weiter abnehmen und voraussichtlich häufiger in Form von Starkregenereignissen auftreten. Dabei wird die Zahl der Trockentage zunehmen. Niederschläge im Winter und Frühjahr werden hingegen zunehmen. Mit erhöhten Temperaturen über das gesamte Jahr verlängert sich auch die Vegetationsperiode, was eine zusätzliche Erhöhung der Verdunstungssummen und eine weitere Zehrung des Bodenwassers bedingt [16]. Die für Rheinland-Pfalz prognostizierten klimatischen Entwicklungen können die in Tabelle 9 aufgezeigten Folgen und Risiken für die Trinkwasserversorgung verursachen. Die aufgelisteten Folgen und Auswirkungen sind generischer

Natur, d.h. sie sind unter den gegebenen klimatischen Änderungen grundsätzlich möglich und von Entscheidungsträgern in der Trinkwassergewinnung und -versorgung grundsätzlich zu berücksichtigen. Deren Gültigkeit und Relevanz für den konkreten Kontext von Neustadt an der Weinstraße ist zu überprüfen und zu bewerten:

Erläuterung zu den möglichen Auswirkungen

Tendenziell steigende Lufttemperaturen mit einhergehender steigender Verdunstung sowie die Veränderung der saisonalen Niederschlagsverteilung können künftig die bislang bekannten Muster der Grundwasserneubildung und der Grundwasserstandsentwicklung beeinflussen und verändern. Zu erwartende höhere Niederschlagsmengen im Winterhalbjahr können die Grundwasserneubildung stützen und erhöhen. Die prognostizierte Entwicklung hin zu geringeren Sommerniederschlägen und temperaturbedingt erhöhter Verdunstung würde dem jedoch entgegenwirken und eine erhöhte Grundwasserzehrung bedingen. Grundsätzlich führen niedrigere Sommerniederschläge zu stärkeren Defiziten im Bodenwasserhaushalt während der Sommermonate. Dies erhöht die Gefahr, dass Defizite über die Wintermonate nicht flächig ausgeglichen werden können, da zunächst der ausgetrocknete Boden (die ungesättigte Zone) wieder durchfeuchtet werden muss (ausgenommen lokale Bereiche, die über indirekte Neubildung und Kluftwasserwegsamkeiten im oberflächennahen Festgestein gespeist werden). Die resultierenden Defizite in der Wasserbilanz können sich so über mehrere Jahre aufaddieren. Besonders die Region, in der Neustadt an der Weinstraße liegt, gilt dabei als „deutlich“ bis „stark“ sensitiv bzgl. des Grundwasserangebotes gegenüber Trockenzeiten. Dies wird durch eine bereits beobachtbare, klimatisch bedingte Verlängerung der Vegetationszeit weiter verstärkt. Eine mögliche größere Häufigkeit von Starkniederschlagsereignissen, welche zu einem höheren Anteil an Oberflächenabfluss führen und nur bedingt zur Grundwasserneubildung beitragen, würde sich ggf. ebenfalls nachteilig auf das Grundwasserangebot auswirken.

Bislang gingen die Prognosen der Grundwasserneubildung für die Zukunft aufgrund rückläufiger Niederschläge von einer Abnahme in Rheinland-Pfalz von etwa 19% aus [26]. An Abbildung 5 sind die berechnete mittlere jährliche Grundwasserneubildung für die Periode 1971 bis 2000 sowie das Prognoseergebnis für die Periode 2021 bis 2050 für Rheinland-Pfalz flächig dargestellt. Auf dieser Darstellung zeigt der rote Rahmen den Untersuchungsraum um Neustadt an der Weinstraße an. Demnach sind im westlichen Teil, im Pfälzer Wald, von einem geringen Anstieg von bis zu 5 %, im Oberrheingraben hingegen von einem Rückgang von bis zu 10 % zu erwarten. Gemäß der Messwerte von 2021 und 2022 liegen die Grundwasserneubildungswerte unter den angenommenen Startwerten für die Zukunftsprognose, was inhaltlich durch die Aufeinanderfolge von trocken-heißen Jahren im Zeitraum 2015 bis 2022 zu begründen ist.

Gemäß Fachaustausch mit dem LfU (Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, das sich auf Kenntnisse aus der Auswertung aktueller Szenarienergebnisse des Weltklimarates stützt, ist in den kommenden Jahrzehnten wahrscheinlich mit keiner weiteren signifikanten Reduzierung der Grundwasserneubildung im Raum Neustadt a.d.W. zu rechnen, ggf. mit einer leichten Zunahme.

Allerdings müssen an dieser Stelle die komplexe Interaktion zwischen Klima und Grundwasserstand sowie lokal-spezifische Besonderheiten berücksichtigt werden, welche deutlich zeigen, dass die Erholung der Grundwasserstände zeitlich verzögert stattfindet. Deshalb ist davon auszugehen, dass in den kommenden Jahren die Grundwasserstände im Raum Neustadt a.d.W. zunächst weiter fallen oder zumindest stagnieren, ggf. trotz Zunahme der Grundwasserneubildungsraten. Dabei könnten noch nicht

quantifizierbare Effekte langer Trockenphasen auf die hydrologischen Eigenschaften des Untergrundes (z.B. kritische Vergrößerung des Flurabstandes, Veränderung der Versickerungsfähigkeit, Hysterese etc.) diese Verzögerung verstärken.

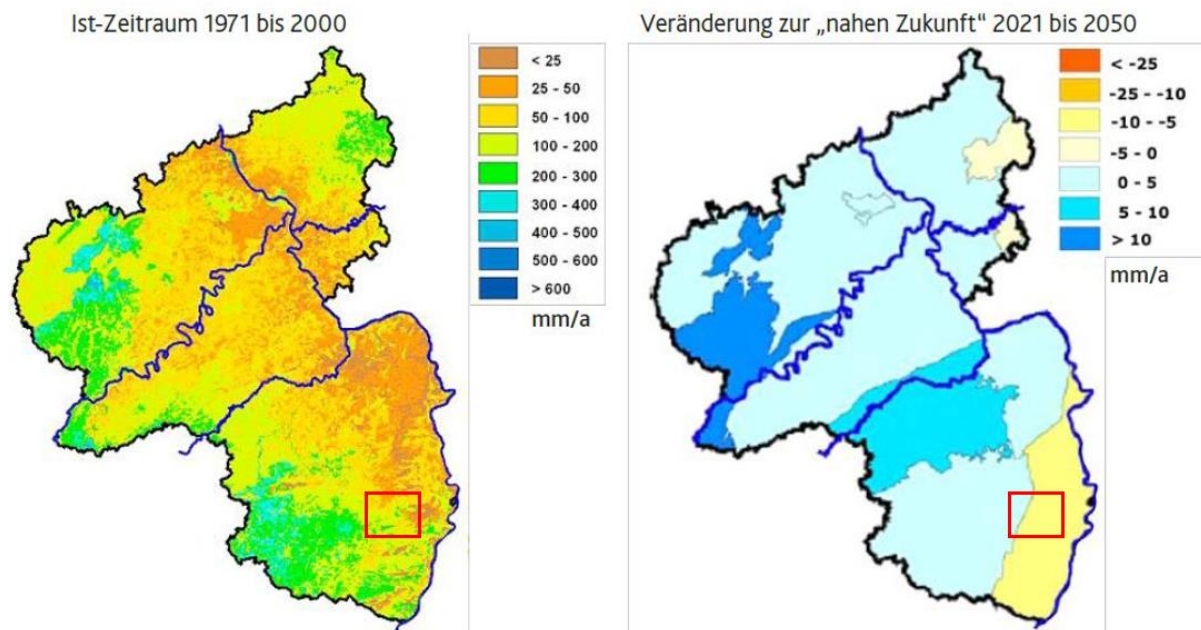


Abbildung 4: Flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag (1971-2000, links) und absolute Änderungen in der „nahen Zukunft“ (2021-2050, rechts) auf Basis regionaler Klimasimulationen

Anmerkungen: Roter Kasten: Raum Neustadt a.d.W. Quelle: <https://www.kliwa.de/>

Um mehr Gewissheit darüber zu erlangen, könnten mögliche Klimawandelfolgen auch empirisch gestützt abgeschätzt werden, falls Einigkeit über Klimaszenarien besteht und belastbare lokal-spezifischer Beobachtungsdaten zur Verfügung stehe. Ohne Festlegung von Parametern zu einem lokalen Klimaszenario kann ein Stresstest zum schlechtesten erwartbaren Klimawandeleinfluss wichtige Erkenntnisse für mögliche Anpassungsstrategien und -maßnahmen ergeben. Demnach wurde ein erster modellbasierter Stresstest in Anlehnung an die Empfehlungen des KLIWA-Forschungsprogramms durchgeführt [17]. Ziel dieses Stresstestes ist es, die Auswirkungen einer Trockenperiode mit minimaler Grundwasserneubildung sowie die Folgen auf die Grundwasserstandsentwicklung abzuschätzen. Hierfür wurde nach nachrichtlicher Rücksprache mit dem LFU (Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz) ein Rechenlauf mit dem instationäre Grundwasserströmungsmodell für die Brunnen Ordenswald aufgesetzt [15], mit dem vier besonders trockene Jahre in Folge simuliert werden:

- Als Grundlage für die Berechnung wird der Zeitraum 2019 bis 2022 gewählt, der mit dem bestehenden kalibrierten Grundwassermodell bereits berechnet wurde und für den an vielen Messstellen ein fallender Trend der gemessenen Grundwasserstände zu erkennen ist.
- Um extrem trockene Verhältnisse zu simulieren, wird die Grundwasserneubildung im Zeitraum 2019 – 2022 auf jeweils 30 % des Monatswertes reduziert.
- Die Grundwasserentnahmen werden gemäß eines erhöhten Wasserbedarfs an den Brunnen Ordenswald mit 4,0 Mio. m³/a eingerechnet (vgl. Kapitel 6 und 9.2.1).

Dieser erste modellbasierte KLIWA-Stresstest zeigt, dass die Grundwasserstände in allen Grundwasserleitern bzw. -stockwerken rückläufig sind. Die Absenkungen betragen im OGWLo nach vier Jahren simulierter Trockenheit weitflächig zwischen 0,2 bis 0,8 m im Vergleich zum August 2022, der repräsentativ für Niedrigwasserverhältnisse nach den trocken-heißen Jahren 2015 bis 2022 gilt. Um die Bachläufe herum ist die Absenkung gemindert, durch Versickerung aus den Bächen und der folgenden Stützung des Grundwasserkörpers. In Bereichen, die weiter von den Bachläufen entfernt liegen, kann es zu Absenkungen von bis zu 1,6 m kommen. In den tieferen Grundwasserleitern ist die „Wiederauffüllung“ des Grundwassers durch Aussickerung aus den Bächen gedämpft und nicht mehr erkenntlich. Hier zeigt sich der rückläufige Trend der Grundwasserstände infolge der reduzierten Grundwasserneubildung deutlich mit weitflächigen Absenkungen um 1,0 bis 1,4 m. Der Stresstest liefert damit erste rechnerische Hinweise auf die empfindlichsten Bereiche sowie erste Abschätzungen zu Absenkungsbeträgen im Grundwasser.

Darüber hinaus können Starkniederschlagsereignisse mit ihrem Schadenspotential einen negativen Einfluss auf die technische Infrastruktur der Wasserversorgung haben. Im Gegensatz zu den Starkniederschlägen können länger anhaltende Niedrigwasserverhältnisse, z.B. durch Trübung, zu einer zukünftig häufigeren Beeinträchtigung des geförderten Grundwassers, v.a. an den Brunnen Sattelmühle im Festgestein führen. Die zu erwartenden häufigeren und ggf. intensiveren Starkniederschläge können entsprechend häufiger Verkeimungen an Brunnen im Festgestein (Sattelmühle) bewirken. Grundsätzlich sind solche Keimeinträge ein bekanntes Phänomen, welches durch die mitunter schnelle Fließkomponente des Grundwassers in den ggf. weit geöffneten Klüften im Festgestein, hier Sandstein, bedingt wird.

Des Weiteren ist die sich zeitlich stetige Veränderung im Wasserhaushalt bzw. die Instationarität in der Entwicklung von Trocken- und Nassperioden zu beachten, die in den vergangenen Jahrzehnten beobachtet werden konnte. Einzelne Trockenjahre können auftreten, die jedoch im Dargebot von darauffolgenden Nassperioden aufgefangen werden können. Eine länger andauernde Trockenperiode oder Nassperiode von drei oder mehr Jahren kann jedoch einen erheblichen Einfluss auf das Dargebot nach sich ziehen, der so schnell nicht wieder ausgeglichen werden kann. Da solche Ereignisse sich nicht präzise prognostizieren lassen und auf Wahrscheinlichkeiten basieren, ist es sinnvoll möglichen Klimawandelfolgen anhand von Wirkungskettenanalysen weitergehend zu bewerten.

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

Tabelle 9: Klimatische Auslöser, deren Wirkungsketten und Risiken für die Trinkwasserversorgung

Klimatischer Auslöser	Prozess (Wirkungskette)	Auswirkung	#	Folgen / Risiken	Indizien Neustadt	Folgen GW-Bewirtschaftung
Veränderte NS-Verteilung im Jahr + Zunahme Temperatur	Abnahme versickerungswirksamer Winterniederschlag	(1) Reduzierte GW-Neubildung (dauerhaft, temporär)	1.1	Entleerung bis Erschöpfung von GW-Leitern => Reduzierung des Wasserdargebotes	Unwahrscheinlich (BCE 202103)	Reduzierte GW-Entnahme; ggf. zusätzlicher Standort für Wassergewinnung nötig
Zunahme Starkregen	Verminderter Anteil des Niederschlages für Versickerung		1.2	Kritisches Absinken des GW-Spiegels => Trockenfallen von Pumpen	Möglich (BCE 202103)	
Zunahme Trockenperioden	Verminderte Infiltration und Versickerung auf ausgetrockneten Böden		1.3	Kritisches Absinken des GW-Spiegels => Schäden an GW-sensiblen Ökosystemen	Möglich (BCE 202103)	
Abnahme Sommerniederschläge	Zunahme der GW-Zehrung im Sommer		1.4	Abnahme der Wasserqualität durch verminderte Verdünnung	Möglich	
Zunahme Niedrigwasser	Verminderte GW-Influenz durch Oberflächengewässer		1.5	Verzögerte bzw. nicht vollständige GW-Speichererholung (negative WHH-Bilanz)	Stress-Test (4 Trockenjahre in Folge): Rückgang der Grundwasserstände um weitere 0,5 - 1,8 m	
Stürme, Trockenperioden, Waldbrände, ...	Abnahme Waldbedeckung => Verminderte Versickerung					
Zunahme mittlere (Winter-) Niederschläge / Starkregen	Zunahme der Versickerung	(2) Erhöhte GW-Neubildung (dauerhaft, temporär)	2.1	Vernässung von land- und forstwirtschaftlichen sowie bebauten Flächen		
Zunahme Flusshochwasser	Influenz aus Oberflächengewässer ins Grundwasser		2.2	Mobilisation von Schadstoffen von der Oberfläche und Eintrag ins GW / Brunnen	Möglich [18]	Erhöhter Aufbereitungsbedarf
Zunahme Luft-/Boden-/GW-temperatur	Senkung Sauerstoffgehalt / pH-Wert; Zunahme Nitrat Reduktionsprozess, Humusabbau, Schädlingsbekämpfung	(3) Reduzierte GW-Qualität (dauerhaft oder temporär)	3.1	Überschreitung kritischer Grenzwerte => gesetzliches Förderverbot?		Alternativer Standort für Wassergewinnung
Zunahme Trockenperioden	Abnahme Nitrataufnahme durch Pflanzen; Abnahme Bodenfilter durch Trockenrisse		3.2	Überlastung der Aufbereitungsleistung /-kapazitäten der Anlagen => Verunreinigung von Grund- bzw. Trinkwasser mit Schadstoffen/Krankheitserregern		Erhöhter Aufbereitungsbedarf
Zunahme Winter-/ Starkniederschlag	Max. Aufnahmekapazitäten von Entwässerungssystemen oder -anlagen werden überstiegen		3.3	Eintrag von Verunreinigungen in beschädigtes Rohwassertransportnetz	Möglich [18]: Aufgrund der nachgelagerten Filteranlagen ist eine Desinfektion im Bereich der Rohwasserleitungen nur eingeschränkt bzw. nicht möglich	
	Verstärkte Auswaschung von Schadstoffen aus dem Boden / Deponien / Altlasten in das Sickerwasser					
Absenkung GW-Spiegel	Konzentrationsanstieg von Schadstoffen					
Zunahme Extremereignisse	Mobilisierung ungenutzter / überschüssiger Düngemittel nach Missernten					
Zunahme Hochwasser	Erhöhter Eintrag von Schadstoffen durch Influenz/Versickerung					
Stürme, Trockenperioden, Waldbrände, ...	Abnahme Waldbedeckung => Verminderte Wasserreinigung					
Zunahme Hitzeperioden / Trockenperioden	Erhöhter Spitzenbedarf in der Bevölkerung, Wirtschaft, ...	(4) Erhöhter Wasserbedarf (temporär)	4.1	Temporäre Beeinträchtigung der Bedarfsdeckung		
			4.2	nicht ausreichend Fassungs-, Aufbereitungs-, Transport-, Verteilungs-, und Speicherkapazitäten		
Zunahme von klimainduzierten Naturgefahren	Direkt (z.B. Überschwemmung der Anlagen) oder indirekt (z.B. über Strom- oder IT-Ausfall)	(5) Beeinträchtigung Trinkwasser-	5.1	Beschädigung / Ausfall von Trinkwasserversorgungsinfrastruktur (Trafostationen)	Möglich [18]: bei Ausfall einer Trafostation fallen einzelne Brunnen	Trinkwasserversorgung nur noch mit

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

Klimatischer Auslöser	Prozess (Wirkungskette)	Auswirkung	#	Folgen / Risiken	Indizien Neustadt	Folgen GW-Bewirtschaftung
(Hangbewegungen, Hochwasser, Sturm, Starkregen, etc.)		Infrastruktur			aus, bei großräumigen Stromausfall fallen alle Brunnen aus	vorhandenem Inhalt in Wasserbehältern möglich
			5.2	Temporär ist die Erreichbarkeit der Anlagen eingeschränkt oder nicht möglich => Behebung von Defekten/Ausfällen nicht möglich	Möglich [18]: Brunnen 3, 4, 5 und 7 in ordenswald	Temporäre Versorgungsengpässe
Hitzeperioden / erhöhte Lufttemperatur	Erwärmung des Trinkwassers		5.3	Keimbildung im Trinkwasser in Speicher- und Verteilungsanlagen, Gefährdungen für die menschliche Gesundheit, Abnahme der Trinkwasserqualität		
Extreme Trockenperioden	Reduzierter Grundwasserspiegel		5.3	Beschädigung der Pumpen (Kavitationsproblem, Verockerung, Trockenfallen)		
			5.5	Beschleunigung der Alterungsprozesse in Brunnen	Möglich [18]	

Anmerkungen: GW = Grundwasser; WHH = Wasserhaushalt.

7.4 Zukünftiger Wasserbedarf

Die Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße haben 2021 eine Wasserbedarfsprognose für ihr Wasserversorgungsgebiet veröffentlicht [1]. Folgende Parameter wurden hierbei untersucht:

- Einwohnerentwicklung nach einer pessimistischen Variante des Statistischen Landesamtes mit einem Rückgang von 0,049 % (52.469 Einwohner im Jahr 2050).
- Einwohnerentwicklung nach einer optimistischen Variante mit einem Zuwachs von 0,107 % (59.218 Einwohner im Jahr 2050).
- Pro-Kopf-Verbrauch der letzten 7 Jahre von 180 l/per Capita und Tag einschl. mittlere Wasserverluste und mit Großabnehmern.
- Pro-Kopf-Verbrauch der letzten 3 Jahre von 189 l/ per Capita und Tag einschl. mittlere Wasserverluste und mit Großabnehmern.
- Pro-Kopf-Bedarf von 132 l/ per Capita und Tag einschl. mittlere Wasserverluste und ohne Großabnehmer für den geplanten Einwohnerzuwachs von 1.905 Einwohnern, d.h. ein durchschnittlicher Tagesbedarf von 251,46 m³/d.
- Durchschnittlicher Wasserbedarf von 209 m³/d für die geplanten Gewerbegebiete mit einem Tagesspitzenfaktor von 1,8.
- Mit drei unterschiedlichen Tagesspitzenfaktoren von 1,7 / 1,8 / 1,9, um u. a. die Auswirkungen des Klimawandels zu berücksichtigen. Der maximal gemessene Tagesspitzenfaktor der letzten 7 Jahre beträgt 1,68 im Jahr 2019. Nach dem Regelwerk DVGW W 410 ergeben sich hier rechnerisch 1,71.
- Durchschnittliche Wasserabgabe an Deidesheim, Maikammer und Wachenheim von 30 m³/h / 720 m³/d / 262.800 m³/a.
- Maximale Wasserabgabe an Deidesheim, Maikammer und Wachenheim von 60 m³/h / 1.440 m³/d / 525.600 m³/a.

Unter Berücksichtigung der optimistischen Einwohnerprognose, einem Tagesspitzenfaktor von 1,9, sowie einem Sicherheitszuschlag von 10 % ergibt sich ein prognostizierter Tagesspitzenbedarf für das Jahr 2050 in Höhe von **961 m³/h**.

Aus der bestehenden Bereitstellungsmenge von 3.865.035 m³/a (Mittel 2018–2022, Tabelle 5) und den zusätzlichen Bedarfen für Einwohnerzuwachs (251 m³/d bzw. 91.615 m³/a) und für die geplanten Gewerbegebiete (209 m³/d bzw. 76.285 m³/a) ergibt sich eine prognostizierte Bereitstellungsmenge für das Jahr 2050 in Höhe von 4.032.935 m³/a.

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

Tabelle 10: Abschätzung der Deckung des Wasserbedarfs von Neustadt a.d.W. bis zum Jahr 2050 unter Berücksichtigung des Klimawandels

Posten	Menge	Quelle	Erläuterung
Mittlerer Tagesbedarf (bei Zuwachs der EWZ) [m ³ /d]	11.042	[1]	Aus mittl. Bereitstellungsmenge 2014–2020 abgeleitet
Mittlerer Jahresbedarf (bei Zuwachs der EWZ) [m ³ /a]	4.030.330	[1]	Mittlerer Tagesbedarf * 365 Tage
Mittlerer Jahresbedarf (bei Zuwachs der EWZ) [m ³ /a]	4.032.935	Tabelle 5	Bereitstellungsmenge 2018-2022 + 251m ³ /d * 365 + 209m ³ /d * 365
Einrechnung von Verlusten und anderen Verbräuchen vor Abgabe			Differenz zur Entnahmemenge
Annahme 1: konstant	156.472	Tabelle 5	
Annahme 2: mit prozentualem Anteil Diff. Entnahme vs Bereitstellung / Bereitstellung	163.164	Tabelle 5, vorletzte Zeile	bezogen auf mittl. Jahresbedarf (bei Zuwachs der EWZ, s.o.)
Annahme 3: mit prozentualem Anteil Eigenverbrauch / Bereitstellung	76.041	Tabelle 5, letzte Zeile	Bei Aufgabe des Gewinnungsgebietes Sattelmühle
Annahme 1: Zukünftige mittlere jährliche Entnahmemenge	4.186.802		
Annahme 2: Zukünftige mittlere jährliche Entnahmemenge	4.193.494		
Annahme 3: Zukünftige mittlere jährliche Entnahmemenge	4.106.371		

Anmerkungen: EWZ = Einwohnerzahlen.

8 Handlungsbedarfe

8.1 Wasserquantität

Mögliche Mehrbedarfe bzgl. der Gewinnung von Trinkwasser in den kommenden Dekaden könnte durch folgende Faktoren hervorgerufen werden:

- Kompensation eingeschränkter Fördervolumina aus dem EZG Sattelmühle (wegen Arsen-Gehalten und rückläufiger Ergiebigkeit)
- Erhöhung des Mischverhältnisses Quellwasser/Brunnenwasser an der Sattelmühle (Absenkung des Grenzwertes für Arsen)
- Steigender Wasserbedarf (Entwicklung EWZ und Wirtschaft, Klimawandel)
- Abnehmende Wasserverfügbarkeit durch den Klimawandel

8.1.1 Mittlere jährliche Bedarfsdeckung

Die einzelnen Faktoren, welche den zukünftigen, mittleren, Jahresentnahmebedarf beeinflussen, können bzgl. deren Volumenpotential wie folgt abgeschätzt werden:

- Ein Wachstum der Einwohnerzahlen und der Wirtschaft (Industrie) erfordert eine zukünftige Mindestgesamtentnahmemenge von 4,194 Mio. m³/a. Diese ergibt sich aus dem mittleren Jahresbedarf (Annahme 2, Tabelle 10) sowie der Differenz aus Entnahme und Bereitstellung (Tabelle 5). Die exportierten Wassermengen an Deidesheim, Wachenheim und Maikammer sowie die Leitungsverluste sind hier bereits berücksichtigt (Tabelle 11).
- Hierbei ergibt sich ein Bewirtschaftungsspielraum von 128.506 m³/a, welcher 3 % der genehmigten Gesamtentnahmemenge entspricht.
- Ein Mehrbedarf durch den Klimawandel ist in der Prognose der Spitzenentnahmen (Tagespitzenfaktoren) berücksichtigt.
- Eine Aufgabe der Brunnen im Gewinnungsgebiet Sattelmühle würde zu einer Fehlmenge von 575.000 m³/a führen, die den oben genannten Bewirtschaftungsspielraum aufzehren und einen zusätzlichen Bedarf von rd. 359.371 m³/a ergeben würde. Der mittlere Entnahmebedarf reduziert sich auf 4,106 Mio. m³/a, da die Verluste im Quellgebiet Sattelmühle vor der Verteilung an die Stadt entfallen (siehe B in Tabelle 5 und Annahme 3 in Tabelle 10).
- Unter der Annahme, dass die Brunnen und Quellen im Gewinnungsgebiet Sattelmühle ab 2036 und nach der Verschärfung des Arsengrenzwertes auf 0,04 mg/l (nach TrinkwV, siehe Kapitel 7.2.2) weiter bewirtschaftet werden sollen, ist dementsprechend auch ein angepasstes Mischungsverhältnis von 3/5 Brunnen- zu 2/5 Quellwasser erforderlich.
- Die Absenkung des Grenzwertes für Arsen durch eine Reduktion der belasteten Brunnenwassermenge für die Mischung würde zu einer Fehlmenge von 297.500 m³/a führen, was den Bewirtschaftungsspielraum aufbrauchen und einen neuen Bedarf von rd. 169.000 m³/a bilden würde. Diese Werte ergeben sich aus dem Vergleich mit den maximal genehmigten Entnahmemengen.
- Eine Absenkung des Grenzwertes für Arsen durch die Förderung von mehr unbelastetem Quellwasser für die Mischung würde zu einer neu benötigten Menge von 198.333 m³/a führen. Diese Maßnahme würde den Bewirtschaftungsspielraum von 128.506 m³/a zunächst nicht verändern, da das Wasser von neuen bzw. anderen Quellen als den Quellen Pfarrwiese und Steinbruch bezogen werden müsste (siehe Kapitel 7.2.2). Für diese würde es eigene genehmigte Jahresentnahmemengen geben, die hier noch nicht berücksichtigt sind.
- Alternativ könnte eine Arsenaufbereitungsanlage installiert werden, um das gesamte Förderolumen zu erhalten.

Tabelle 11: Verschiedene Szenarien des zukünftigen Wasserbedarfs

Zukünftiges Szenario	Entnahmebedarf [m³/a]	Zukünftig fehlende Menge durch... [m³/a]	Bewirtschaftungsspielraum (im Vgl. zur genehmigten Gesamtentnahmemenge) [m³/a]
Mittlere, jährliche Entnahmemenge (Annahme 2, Tabelle 10) bis 2050 (Zuwachs der EWZ)	4.193.494	--	128.506 (+3 %)
+ Beibehaltung Sattelmühle ab 2036 (Absenkung Arsengrenzwert durch Reduktion der Brunnenwassermenge)	4.193.494	297.500	-168.994 (-3,9 %)
+ Beibehaltung Sattelmühle ab 2036 (Absenkung Arsengrenzwert durch Erhöhung der Quellwassermenge)	4.193.494	198.333	128.506 (+3 %)
+ Aufgabe Brunnen Sattelmühle (genehmigte Mengen)	4.106.371	575.000	-359.371 (-8,3 %)

Anmerkungen: Die genehmigte Jahresentnahmemenge beträgt 4.322 Mio. m³/a (Tabelle 4). Die ermittelten zukünftig fehlenden Mengen und Bewirtschaftungsspielräume bei den zwei Szenarien mit Annahme einer Beibehaltung der Sattelmühle basieren auf den genehmigten Entnahmemengen im EZG Sattelmühle.

8.1.2 Saisonale Bedarfsdeckung

Für die Wasserbedarfsprognose von RBS wave GmbH [1] wurden neben dem durchschnittlichen Tagesverbrauch auch Tagesspitzenverbräuche berechnet und verwendet, um den Klimawandel zu berücksichtigen. Mit der Annahme einer optimistischen Einwohnerentwicklung, einem Tagesspitzenfaktor von 1,9, sowie einem zusätzlichen Sicherheitszuschlag von 10 % ergibt sich hier ein prognostizierter Tagesspitzenbedarf für das Jahr 2050 in Höhe von 961 m³/h.

8.2 Wasserqualität

Hinsichtlich der Wasserqualität besteht ein Programm zur Vorfeldüberwachung der Brunnen Ordenswald (vgl. Kapitel 2.6). Im Zuge dieser Vorfeldüberwachung, die im Schutzkonzept sowie der Begründung für die Neuausweisung des Wasserschutzgebietes Ordenswald festgelegt ist [35][36], ist zukünftig besonders auf die möglichen Auswirkungen durch klimabedingte Veränderungen zu achten. Diese betrifft Parameter wie Trübung, die mögliche Verlagerung von Stoffen aus den oberen Grundwasserstockwerken in Richtung Entnahmegrundwasserleiter etc. Die Betrachtung der Parameter und die wirkenden Prozesse ist im Zuge der jährlichen Analysenauswertung zu überprüfen.

Die Wasserqualität im Gewinnungsgebiet Sattelmühle einschließlich der Pfarrwiesenquelle und den Quellen Sattelmühle sollte ebenfalls hinsichtlich möglicher Auswirkungen durch klimabedingte Veränderungen beobachtet werden, in Anlehnung an die Vorfeldüberwachung Ordenswald. Im Bereich Sattelmühle stehen der Parameter Trübung und die Verkeimung im Vordergrund, welche bereits überwacht werden.

9 Bewirtschaftungsoptionen

9.1 Potentielle zukünftige Nutzung bestehender Quellen für die Trinkwasserversorgung

Beauftragt durch die SWN hat BCE im Juni/Juli 2023 eine Bestandsaufnahme und Bewertung der möglichen Nutzung aller Quellen vorgenommen, die im Bewirtschaftungsgebiet der SWN westlich von Neustadt a.d.W. liegen [33]. Hierfür wurden die Quellschüttung, Wasserqualität, Größe des oberirdischen Einzugsgebietes, der Zustand der Infrastruktur, Gefährdungspotenziale und das Vorhandensein eines gültigen Wasserrechts genauer betrachtet. Es wurden positive (+), negative (-) und bei der Bewertung der Infrastruktur und der Gefährdungspotenziale neutrale Bewertungen (0) vergeben (vgl. Abbildung 5). Positive Bewertungen (+) flossen mit 1, negative Bewertungen (-) mit -1 und neutrale Bewertungen (0) mit 0 in die Gesamtbewertung ein. Die Summe der Bewertungen der einzelnen Parameter bildet die Gesamtbewertung. Diese kann damit zwischen „-----“ als schlechtmöglichste Bewertung und der bestmöglichen Bewertung „++++++“ liegen. Für ein bedeutendes Nutzungspotenzial sollten alle Einzelbewertungen positiv (+) ausfallen und zur vollen Punktzahl von „++++++“ führen.

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

Quellgebiet	Quelle	Bewertungsparameter						Gesamtbewertung
		Quellschüttung	Wasserqualität	Wasserrecht	Zustand der Infrastruktur	Gefährdungspotenzial Quelle	Gefährdungspotenziale Nutzender	
Diedesfeld Klausental	Quellgebiet Diedesfeld-Klausental							
	01 Kaltenbrunnen	-	-	+	+	0	+	+
	02 Knabenbrunnen	-	-	+	+	+	0	+
	03 Grethquelle	-	+	+	0	0	+	++
	04 Hintere Springquelle	-	+	+	-	0	0	0
	05 Vordere Springquelle	-	+	+	0	0	0	+
Finstertal-Kaltenbrunnental	Quellgebiet Finstertal-Kaltenbrunnental							
	01 Finstertal Quelle 1	-	+	+	0	-	+	+
	02 Finstertal Quelle 2	+	+	+	+	0	+	+++++
	03 Finstertal Quelle 3	+	+	+	+	0	+	+++++
	04 Bischofskehl	+	+	-	+	-	+	++
	05 Windloch	-	+	-	-	0	0	-
	06 Pfalzbrauerei	+	+	-	+	0	+	+++
Sattelmühle-Esthal	Quellgebiet Sattelmühle-Esthal							
	01 Pfarrwiesenquelle	+	+	+	+	+	+	+++++
	02 Fichtenwegquelle	+	+	-	0	+	+	+++
	03 Straufelsbrunnen	-	+	-	+	-	+	0
	04 Steinbruchquellen	+	+	+	-	0	0	++
	05 Gr. Frankenecker Quelle	+	+	-	-	-	0	-
	06 Kl. Frankenecker Quelle	+	+	-	-	-	0	-
Silbertal	Quellgebiet Silbertal							
	01 Silbertal Quelle 1	-	+	+	+	0	+	+++
	02 Silbertal Quelle 2	-	+	+	+	0	+	+++
	03 Silbertal Quelle 3	-	+	+	-	-	+	0
	04 Silbertal Quelle 4	-	+	+	+	0	+	+++
Mußbachtal	Quellgebiet Mußbachtal-Benjetal							
	01 Quaderhangquelle 1	-	+	+	-	0	+	+
	03 Quaderhangquelle 3	-	+	-	0	-	+	-
Gimmeldinger Tal	Quellgebiet Gimmeldinger Tal							
	01 Loogquelle	+	0	-	0	0	+	+
	02 Steingebißquelle	-	+	+	0	+	0	++
	03 Haberackerquelle	-	+	+	0	+	+	+++
	04 Felsenquelle	-	+	+	0	+	+	+++
	05 Neumühlquelle	-	+	+	0	+	+	+++
	06 Talmühlquelle	+	+	-	0	0	+	++
Hambachtal	Quellgebiet Hambach-Haagweg							
01 Quelle Haagweg	-	0	-	0	-	+	--	
Schöntal	Quellgebiet Schöntal							
01 Abbe-Richard Quelle	-	0	-	0	-	0	--	
Meisental	Quellgebiet Meisental							
	01 Eichenbrunnenquelle	-	+	-	0	-	+	-
	02 Obere Quelle	-	-	-	0	+	+	-
	03 Schloßquelle	-	+	-	-	-	+	-
Königsbach	Königsbach							
01 Königsbachquelle	-	-	-	-	-	+	---	

Abbildung 5: Bewertungsmatrix der im Juni/Juli 2023 begangenen Quellen im Westen von Neustadt a.d.W.

Anmerkungen: Matrix entspricht Tabelle 13 in [33].

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

Gemäß Abbildung 5 besteht ein bedeutendes Gesamtnutzungspotenzial lediglich für die Pfarrwiesenquelle, die als einzige Quelle mit „+++++“ die volle Punktzahl erreicht. Für alle anderen erfassten Quellen mit positiver Bewertung („+“ – „++++“) besteht im Einzelfall ein eingeschränktes Nutzungspotenzial. Für Quellen mit einer Gesamtbewertung von „0“ oder schlechter besteht kein Nutzungspotenzial.

Hinsichtlich der möglichen Nutzung der Quellen zur Trinkwasserversorgung sind insbesondere Quellen mit vorhandenem Wasserrecht zu betrachten, da der Aufwand für ein neues Wasserrechtsverfahren erheblich, und vor dem Hintergrund der insgesamt geringen Quellschüttungen nicht verhältnismäßig ist.

Von den Quellen mit eingeschränktem Nutzungspotenzial zuzüglich der Pfarrwiesenquelle besteht für 16 Stück ein Wasserrecht. Hiervon werden folgende 8 Quellen aktuell bereits genutzt:

Quellgebiet Finstertal-Kaltenbrunnertal:

- Finstertal Quelle 1
- Finstertal Quelle 2
- Finstertal Quelle 3

Quellgebiet Sattelmühle/Esthal:

- Pfarrwiesenquelle
- Steinbruchquellen

Quellgebiet Silbertal:

- Silbertal Quelle 1
- Silbertal Quelle 2
- Silbertal Quelle 4

Die Bewertung [33] hat ergeben, dass eine Ausweitung der Nutzung der Quellen im Finstertal und im Silbertal nicht realistisch ist, da die Schüttungen insgesamt zu gering sind.

Ob die Erhöhung der Nutzung der Quellen im Gebiet Sattelmühle/Esthal möglich ist, müsste eingehender geprüft werden. Bei beiden Quellen wäre entsprechend eine Änderung im bestehenden Wasserrecht notwendig.

Die Gesamtbewertung der Steinbruchquellen ist mit „++“ relativ niedrig. Die negative Bewertung hinsichtlich des Zustandes der Infrastruktur an den Steinbruchquellen begründet sich mit dem Zutritt von Wasser durch Fugen und Wand im Schachtbauwerk. Ob dies einen zu behebbenden Schaden darstellt, müsste im Rahmen der eigenen Bauwerksbewertung beurteilt werden.

Die weiteren Quellen mit bestehendem Wasserrecht im Gebiet Diedesfeld-Klausental, Mußbachtal-Benjetal und im Gimmeldinger Tal weisen mit 0,1-0,3 l/s zu geringe Schüttungen auf, als das eine Nutzung realistisch wäre (Kapitel 6.1, 6.5 und 6.6).

Alle weiteren Quellen weisen kein Nutzungspotenzial auf. Hier ist die Verhältnismäßigkeit zwischen Aufwand (Wasserrecht, Renovierung/Sanierung, etc.) und Nutzen (Schüttung) in nicht gegeben.

Zusammenfassend stellt eine Nutzungsausweitung an den Quellen aus wasserwirtschaftlicher Sicht (mengenmäßig, wasserrechtlich, Kosten-Nutzen-bezogen) derzeit keine Option zur Bedarfsdeckung der Trinkwasserversorgung dar.

Für alle Quellen, die sich in Nutzung befinden, empfiehlt sich, die technischen Bauwerke zu prüfen und notwendige Instandhaltungsarbeiten auszuführen.

Weiterhin empfiehlt es sich, den Verdacht auf Einfluss von Oberflächenwasser an den Quellen Kaltenbrunnen zu prüfen.

Grundsätzlich empfiehlt es sich, die technischen Bauwerke turnusmäßig (jährlich) zu prüfen und ggf. Pflegemaßnahmen (z.B. Entfernung von Vegetation) weiterzuführen um fortschreitendem Verfall vorzubeugen. Bei Quellen, bei denen eine Wiederinbetriebnahme nahezu ausgeschlossen ist, kann ggf. ein Rückbau geprüft werden, um z.B. eine ökologische Aufwertung zu erreichen.

9.2 Mögliche Varianten

9.2.1 V1: Erhöhung des Entnahmevolumens im EZG Ordenswald

Variante V1 sieht eine Erweiterung des Fördervolumens im Wassergewinnungsgebiet Ordenswald vor. Dafür planen die SWN den Ausbau ihres Wasserwerkes Ordenswald und zudem eine Erhöhung der wasserrechtlich erlaubten Entnahmemenge von 3,5 Mio. m³/a auf 4,0 Mio. m³/a. Somit beträgt die Entnahmeerhöhung 0,5 Mio. m³/a [5]. Diese Variante resultiert aus der im Risikomanagement eruierten langfristigen Aufgabe des Gewinnungsgebietes Sattelmühle. Sie ist die bisher am besten untersuchte und vorbereitete Variante und beinhaltet die folgenden Aspekte:

- Für die Erhöhung des Entnahmevolumens ist auch der Bau eines zusätzlichen Tiefbrunnens (Brunnen 10) östlich der bestehenden Brunnengalerie vorgesehen, um die Grundwasserentnahmen zu vergleichmäßigen, Entnahmespitzen zu kappen und somit mögliche Auswirkungen weiter zu minimieren [5].
- Neue im Bereich des Ordenswaldes zu errichtende Brunnen könnten, aufgrund der bereits vorhandenen Infrastrukturen und der nahe gelegenen bestehenden Wassergewinnungsanlagen, mit einem vergleichsweise geringen Aufwand an das bestehende Versorgungsnetz angeschlossen werden [6].
- Die Erhöhung des Entnahmevolumens erfordert auch die Erhöhung der Wasseraufbereitungskapazitäten. Geplant ist eine zweite, unabhängige Aufbereitungsanlage im Wasserwerk Ordenswald. Die bisherige Nennleistung von 900 m³/h (Tabelle 6) soll dadurch um 540 m³/h auf 1.440 m³/h erweitert werden (persönl. Mitteilung durch die SWN). Gutachten für eine großtechnische Umsetzung sind bereits erfolgt [12]. Mittlerweile läuft das Genehmigungsverfahren für die neue Aufbereitungsanlage.

Die Auswirkungen der geplanten Mehrentnahmen auf die Grundwasserstände wurden in [5] untersucht und [15] vertieft. Ergebnisse der Studien zeigen, dass langfristig, im Dauerentnahmebetrieb der Brunnen mit 4,0 Mio. m³/a eine bereichsweise Grundwasserabsenkung im oberflächennahen Grundwasserleiter von 0,1 bis 0,3 m zu erwarten ist. Diese Absenkung zeigt sich vornehmlich im Bereich der Brunnengalerie Ordenswald sowie in den nordwestlichen und südwestlichen Verbreitungsgrenzen des oberflächennahen Grundwasserleiters OGWLo (Anlage 3 in [15]). Hierbei handelt es sich um langfris-

tig zu erwartende Zustände, die von der zeitlichen Dynamik des Grundwasserneubildungsgeschehens, z.B. der Aufeinanderfolge von trockenen Jahren oder von feuchten Wintern, überprägt werden und ggf. nicht eintreten werden. Die bereichsweise Entkoppelung des für die Vegetation maßgebenden Bodenwasserhaushaltes vom Grundwasser hat zur Folge, dass eine berechnete Absenkung des Grundwasserstands nicht zwingend zu einer messbaren Verschlechterung der Standortbedingungen der Vegetation bzw. Wasserversorgung führt.

Im Hinblick auf die beobachtete regionale Abnahme der Niederschläge und Zunahme von Trockenperioden mittel- bis langfristig ist mit weiter sinkenden Grundwasserständen zu rechnen, was zukünftig wasserwirtschaftlich berücksichtigt werden muss. Die Folgen des Klimawandels auf die Grundwasserneubildungsrate (Annahme: -25%) in Kombination mit einer Entnahmeerhöhung führen langfristig bereichsweise zu einer Absenkung im OGL um mehr als 2 m. Somit hat eine langfristige Reduktion der Grundwasserneubildung um 25% im Vergleich zum Planungsfall rechnerisch deutlich größere Auswirkungen als die Entnahmeerhöhung auf 4,0 Mio. m³/a. Allerdings gilt auch hier, dass die zeitliche Dynamik des Grundwasserneubildungsgeschehens im stationären Grundwassermodell unberücksichtigt bleibt [15].

Der Ordenswald wird vorrangig forstwirtschaftlich genutzt. Frei von Besiedlungsflächen und mit der vergleichsweise geringeren Anzahl von sonstigen Infrastruktureinrichtungen ist von einem geringen nutzungsbedingten Gefährdungspotential auszugehen [3]. Auch das standortbedingte Gefährdungspotential ist aufgrund der Lage zu Gefährdungspunkten im unterirdischen Einzugsgebiet sowie der langen Fließzeiten von rd. > 30 Jahren nach [3] als gering einzustufen. Das Gesamtgefährdungspotential kann als gering bis mittel eingestuft werden [6]. Örtlich erhöhte Nitratgehalte im Entnahmegrundwasserleiter im Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald wurden in [3] hinsichtlich der Gefährdung eines möglichen Nitratdurchbruchs genauer untersucht. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass sich im Einzugsgebiet der Brunnen Ordenswald die Nitratkonzentrationen zumeist im Bereich der Hintergrundkonzentrationen bewegen. Auffällig sind lediglich die Messstellen 10.2 (MGWL) und 10.3 (UGWL) mit deutlich erhöhten Nitratgehalten, aber ausreichend langen Fließzeiten von rd. 70 Jahren, und die Messstelle 7.3, wo der Grenzwert nach TrinkwV bei Grundwasserfließzeiten von rd. 30 Jahren überschritten wird. Eingedenk aller parameterbedingten sowie methodischen Unsicherheiten und unter der konservativen Annahme gleichbleibender Nitratgehalte an Messstelle 7.3 kann angenommen werden, dass es in den nächsten 50 bis 100 Jahren nicht zur signifikanten Erhöhung der Nitratwerte im Rohwasser der Brunnen Ordenswald kommen wird [3].

Mit folgenden Klimarisiken muss an dem Standort gerechnet werden. Deren Gültigkeit und Signifikanz muss geprüft werden (vgl. Kapitel 7.3, Tabelle 9): 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, (4.1), (4.2), 5.1, 5.2, 5.3.

9.2.2 V2: Erhaltung und Sanierung Sattelmühle

Variante V2 sieht den Erhalt und Weiterbetrieb der Sattelmühle vor. Es ist zu berücksichtigen, dass durch Variante V2 keine zusätzliche Wassermenge im Vergleich zur aktuellen Situation bereitgestellt werden kann, sondern lediglich der bevorstehende Stopp eines Großteils der Wasserversorgung aus

dem EZG Sattelmühle verhindert wird. Das dabei zu erwartende, maximal erhaltene Rohwasservolumen beträgt rund 575.000 m³/a, welches den genehmigten jährlichen Entnahmemengen für Brunnen 1 und 2 entspricht [9] (Tabelle 4).

Für den Weiterbetrieb der Sattelmühle wäre eine Generalüberholung der beiden Brunnen sowie der Rohwassertransportleitung (Baujahr 1894) vom Wassergewinnungsgebiet Sattelmühle zum Pumpwerk West notwendig. Die Brunnen Sattelmühle sind im Rahmen einer Notsanierung mit einer Einschubverrohrung versehen worden, so dass eine Regenerierung deutlich erschwert ist und sie durch Alterung zunehmend an Ergiebigkeit verlieren. Dies hat eine direkte Auswirkung auf das Mischungsverhältnis des Wassers im Pumpwerk West und die Trinkwasserversorgung [15] (Tabelle 5).

Ein Pumpversuch im Jahre 2019 im Bereich des Entnahmegebietes Sattelmühle, welcher Aufschluss über weiteres belastbares und nachhaltiges Entnahmepotential geben sollte, zeigte eine so starke Beeinflussung der Brunnen der Stadtwerke Lambrecht (Pfalz) GmbH, dass der Pumpversuch abgebrochen werden musste [9].

Eine verpflichtende Absenkung des Arsen-Grenzwertes ab dem Jahr 2036 wird direkte Auswirkungen auf das Mischungsverhältnis des Wassers im Pumpwerk West haben (Kapitel 7.2.2). Um den neuen Grenzwert und das damit verbundene Mischungsverhältnis von 3/5 Brunnen- zu 2/5 Quellwasser einhalten zu können, müsste a) mehr Quellwasser erschlossen, gefördert und beigemischt werden, oder b) weniger Brunnenwasser gefördert werden:

Für Variante a) müsste das Wasser von neuen Quellen bezogen werden, da die genehmigten, jährlichen Entnahmemengen für die Quellen Pfarrwiese und Steinbruch aktuell nahezu komplett ausgenutzt sind (siehe Tabelle 4).

Für Variante b) würde sich das aus den Brunnen 1 und 2 maximal entnehmbare Wasservolumen von 575.000 m³/a um 297.500 m³/a auf 277.500 m³/a reduzieren (Kapitel 7.2.2).

Alternativ könnte eine Arsenaufbereitungsanlage installiert werden, um das gesamte Fördervolumen zu erhalten.

Eine weitere Variante, die die Beibehaltung des Fördervolumens und die Einhaltung der Arsen-Grenzwerte erfüllen und zusätzlich eine Unterstützung bei Versorgungsengpässen bieten würde, ist die Versorgung über die Aufbereitungsanlage „Frankeneck“ und den Hochbehälter „Schauer Berg“ der Stadtwerke Lambrecht sowie über eine neue Pendel-Druckleitung zum „PW-West“ der SWN [27]:

- Das Brunnenwasser (40 m³/h) und das Quellwasser (20 m³/h) der SWN soll der TW-Aufbereitungsanlage „Frankeneck“ der SWL zugeführt werden. Das gemeinsam aufbereitete Trinkwasser der SWL und der SWN wird über eine bestehende Druckleitung aus der Aufbereitungsanlage „Frankeneck“ in den Hochbehälter „Schauer Berg“ gepumpt.
- Zwecks des Verbunds zwischen den SWN und den SWL müsste eine ca. 4,0 km TW-Leitung (Kosten 2.000.000 €) entlang unbefestigter Waldwege zwischen dem Hochbehälter „Schauer Berg“ und dem Netz der SWN realisiert werden, um sich bei Engpässen gegenseitig in beide Versorgungsrichtungen mit ca. 60 m³/h Trinkwasser beliefern zu können. Ein Steuerkabel sollte mitverlegt werden, um die Wasserstände des HB „Schauer Berg“ zur Pumpensteuerung im PW West zu übertragen.

- Es ist zu prüfen, ob und wie die gewünschten 60 m³/h von Seiten der SWL machbar sind. Ggf. müsste ein „hydraulisch besserer“ Anschlusspunkt im TW-Verteilnetz der SWL mit einer höheren Entnahmekapazität gefunden werden.
- Um das Wasser von Neustadt in den HB „Schauer Berg“ pumpen zu können, muss die Leitung an das Stadtnetz „HB Vogelsang“ eingebunden und in das PW-West eingebaut werden.
- Im Rahmen dieser Verbundlösung sollte die Druckleitung (2,0 km) vom PW-West bis ins Stadtnetz „Höhe Stadionbad“ komplett erneuert werden, da diese sehr alt ist.
- Das Ing.-Büro RBS Wave soll ggf. eine Netzberechnung der genannten Variante hinsichtlich optimaler Leitungsanbindung, Druck-, Mengen- und Energiebilanzen durchführen.
- Landschaftspflegerischer Begleitplan und Artenschutzprüfung müssten hierfür erstellt werden

Mit folgenden Klimarisiken muss an dem Standort gerechnet werden. Deren Gültigkeit und Signifikanz muss geprüft werden (vgl. Kapitel 7.3, Tabelle 9): 1.2, 1.5, 3.1, 3.2, (4.1), (4.2), 5.1, 5.2, 5.3.

9.2.3 V3: Wassergewinnung aus dem Buntsandstein des Pfälzer Waldes

Variante V3 sieht eine weitere Erschließung der Grundwasservorkommen im Buntsandstein des Pfälzer Waldes vor. Hierbei handelt es sich um das gleiche hydrogeologische System wie bei der Sattelmühle. Eine Erschließung dieser Grundwasservorkommen wäre gleichzusetzen mit einer Ausweitung des Gewinnungsgebietes Sattelmühle.

Zur Abschätzung der möglichen gewinnbaren Grundwassermenge aus dem Buntsandstein des Pfälzer Waldes wurde für zwei im Bereich des Speyerbachtals liegende Flächen (Lage siehe Abbildung 2 in [6]) das potentiell mögliche Grundwasservolumen überschlägig abgeschätzt. Das daraus nachhaltig gewinnbare Rohwasservolumen beträgt rein rechnerisch 6–14 Mio. m³/a. Die tatsächlich gewinnbaren Mengen sind allerdings wahrscheinlich deutlich geringer, da der Untergrund tektonisch in ein Bruchschollenmuster zerlegt ist und die Grenzen der Bruchschollen eine hemmende oder sogar dichtende Wirkung auf Grundwasserströmungen haben können, weshalb nicht von einem durchgehenden Grundwasserkörper ausgegangen wird [6].

Grundsätzlich liegen die Ergiebigkeiten im westlichen Bereich des Pfälzer Waldes (z.B. bei Kaiserslautern) höher (<2 und 10 l/s). Quellen in der Nähe von Neustadt a.d.W. zeigen im Mittel deutlich geringere Schüttungen (fast die Hälfte, mit <1 und 6 l/s). Aufgrund der unsteten und kleinteiligen hydrogeologischen Situation ist die zu erwartende Ergiebigkeit einzelner Quellen und Brunnen gering.

Das bedeutet, dass für die Erschließung eine derzeit unbestimmte ausreichende Anzahl neuer Quellen beziehungsweise Brunnen zu finden, zu erkunden und zu erschließen ist. Weitere aufwendige Erkundungsschritte wären hier nötig [6].

Das standort- und nutzungsbedingte Gefährdungspotential wird aufgrund der Landnutzung (v.a. Forst) als vergleichsweise gering eingestuft. Derzeit sind mögliche Gefährdungen durch Altlasten nicht bekannt, so dass lokal höhere nutzungsbedingte Gefährdungspotentiale nicht ausgeschlossen werden können (z.B. ehemaliger Standort des Papierherstellers Hoffmann & Engelmann) [6].

Eine Anbindung mehrerer einzelner Gewinnungsstandorte an das bestehende Wasserversorgungsnetz bzw. eine Erweiterung des Versorgungsnetzes ist notwendig. Dies bedeutet einen hohen Aufwand und hat hohe Kosten zur Folge. Zudem ist ggf. der Aufwand für wasserrechtliche Genehmigungen sowie für Wasserschutzgebietsausweisungen zu beachten [6]. Bereits bekannte Quellen und vorhandene Brunnen (ehemalige Papierfabrik Hoffmann & Engelmann [6], ehem. Papierfabrik Knoeckel Schmitt [6], Firma Glatz (Frankeneck) [9]) könnten reaktiviert und genutzt werden.

Mit folgenden Klimarisiken muss an dem Standort gerechnet werden. Deren Gültigkeit und Signifikanz muss geprüft werden (vgl. Kapitel 7.3, Tabelle 9): 1.2, 1.5, 3.1, 3.2, (4.1), (4.2), 5.1, 5.2, 5.3.

9.2.4 V4: Wassergewinnung außerhalb des Ordenswaldes

Variante V4 sieht eine Erschließung von Grundwasservorkommen außerhalb des Ordenswald vor, insbesondere sind hier die Bereiche nördlich und südlich des Stadtgebietes Neustadt an der Weinstraße bzw. der südöstliche Bereich des Gemeindegebietes zwischen Lachen-Speyerdorf und Geinsheim gemeint [6].

Die hydrostratigraphische Untergliederung im Untersuchungsgebiet entspricht den von Variante V1 (Kapitel 9.1) dargestellten Verhältnissen. Aufgrund der Lage des betrachteten potentiellen Gewinnungsgebietes ist jedoch von geringeren Mächtigkeiten des MGWL von ca. 10 m bis 20 m sowie des UGWL von ca. 60 m bis 120 m auszugehen. Das zu erwartende gewinnbare Rohwasservolumen wurde nicht abgesteckt, es sind aber Ergiebigkeiten von 2 bis >10 l/s zu erwarten, ähnlich wie bei V1 [6].

Aufgrund der ausgedehnten intensiven landwirtschaftlichen Nutzung, der Neustädter Besiedlungsflächen, sonstiger Infrastruktureinrichtungen und der Standorte hohen Gefährdungspotentials (Anlage 6.2 in [6]) ist von einem insgesamt erhöhten Gesamtgefährdungspotential für eine Trinkwassergewinnung auszugehen. In diesen Bereichen sind in allen Grundwasserleitern bereits erhöhte Zeigerwerte für landwirtschaftliche Nutzung aufgefunden worden. Neue Gewinnungsanlagen (Brunnen) lägen innerhalb von Bereichen mit bereits vorhandenen Belastungen oder in vergleichsweise kurzer Distanz dazu, so dass die Vorwarnzeit verkürzt und die Schutzfähigkeit somit verringert wäre [6].

Die Standortsuche bzw. -auswahl für die Errichtung neuer Gewinnungsanlagen ist aufgrund der bestehenden Landnutzung (landwirtschaftliche Flächen, Bebauung etc.) sowie zahlreichen vorhandenen Infrastruktureinrichtungen und den örtlich verteilten Besitzverhältnissen vergleichsweise aufwendig. Ähnliches gilt ggf. für die Anbindung möglicher neuer Gewinnungsstandorte an das Versorgungsnetz. Zudem machen die beobachteten Grundwasserbelastungen eine neue Trinkwasseraufbereitung erforderlich. Entnahmen aus neuen Brunnen außerhalb des Ordenswaldes hätten wahrscheinlich eine Veränderung der Einzugsgebiete der bestehenden Grundwassergewinnungen zur Folge. Somit wäre auch eine Änderung der wasserrechtlichen Genehmigungen und Wasserschutzgebietsabgrenzungen erforderlich. Die mögliche Konkurrenz zu umliegenden Wassergewinnungen wäre dabei zu beachten.

Mit folgenden Klimarisiken muss an dem Standort gerechnet werden. Deren Gültigkeit und Signifikanz muss geprüft werden (vgl. Kapitel 7.3, Tabelle 9): 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, (4.1), (4.2), 5.1, 5.2, 5.3.

9.2.5 V5: Trinkwassertransportleitung Kaiserslautern – Neustadt

Variante V5 sieht die Verlegung einer Trinkwassertransportleitung zwischen dem Versorgungsgebiet der Stadt Kaiserslautern und dem Versorgungsgebiet der Stadt Neustadt an der Weinstraße vor.

Ziel ist die Neuordnung und Erweiterung der Wasserversorgung in Neustadt an der Weinstraße [13]. Das zu erwartende gewinnbare Trinkwasservolumen ist derzeit offen, die Abgabemengen stehen in Kaiserslautern nicht zur Verfügung [37].

Noch offene Fragen sind, ob die Wasserversorgung dauerhaft oder nur bei Engpässen erfolgen kann. Für eine Notversorgung muss geklärt werden, welche konkreten Menge bereitgestellt und ob eine Notversorgung nur in Richtung Neustadt a.d.W. oder sogar in beide Richtungen umgesetzt werden soll.

Als Übergabepunkt wurde die „Pumpstation West“ im Gebiet „Alte Maschine“ von den Stadtwerken Neustadt an der Weinstraße genannt. Diese erhält ihr Wasser vom Hochbehälter „Vogelsang“ im freien Gefälle. Eine überschlägige hydraulische Betrachtung hat ergeben, dass es aufgrund der bestehenden geodätischen Verhältnisse und der vorhandenen Rohrleitungsdimension zu Problemen kommen könnte ausreichend Wasser liefern zu können. Durch Erhöhung der Rohrleitungsdimension kann dieses Problem behoben werden [13].

Neben der hydraulischen Betrachtung muss eine grundsätzliche Mischbarkeit der Wässer gewährleistet sein. Die Durchführung einer Mischwasseranalyse ist daher notwendig (kein Bestandteil dieser Studie) [13].

Mit folgenden Klimarisiken muss an dem Standort gerechnet werden. Deren Gültigkeit und Signifikanz muss geprüft werden (vgl. Kapitel 7.3, Tabelle 9): (4.1), (4.2), 5.1, 5.2.

9.2.6 V6: Interkommunales Verbundnetz zur Wasserversorgung

Variante V6 sieht ein interkommunales Verbundnetz von vierzehn Trinkwasserversorgern aus den Landkreisen Bad Dürkheim/Weinstraße, Südliche Weinstraße, Rhein-Pfalz-Kreis sowie von den kreisfreien Städten Neustadt an der Weinstraße, Speyer und Kaiserslautern zur gegenseitigen Notwasser-versorgung vor. Diese soll längere Ausfälle von Wasserversorgungsanlagen oder Tagesspitzenverbräuche durch gegenseitige Wasserlieferungen und -bereitstellungen kompensieren und abdecken [14].

Die Wasserbilanz von Neustadt a.d.W. zeigt Stand 2019 ein ausreichendes Wasserdargebot bei mittlerem und maximalem Tagesverbrauch, der Überschuss beträgt entsprechend 539 m³/h und 40 m³/h [14]. Neue Verbindungen der SW Neustadt a.d.W. GmbH wären mit folgenden Versorgern denkbar [14]:

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

- SW Lambrecht GmbH: hat eine positive Wasserbilanz mit Dargebotsüberschüssen von 45 m³/h (bei mittlerem Tagesbedarf) und 10 m³/h (bei max. Tagesbedarf), welche theoretisch zur Verfügung gestellt werden könnten.
- SW Germersheim GmbH bzw. SW Speyer GmbH: können nach eigenen Angaben aus Richtung Hanhofen ca. 100 m³/h bereitstellen. Angaben zu den Bilanzen von den SW Germersheim GmbH und den SW Speyer GmbH müssten noch eingeholt werden.
- VGW Edenkoben: Angaben zur Bilanz müssen noch eingeholt werden.

Bei den acht Versorgern, für die Wasserbilanzdaten vorliegen, ergeben sich in der Gesamtbilanz Überschüsse von 1.691 m³/h bei der mittleren Tagesmenge und von 87 m³/h bei der maximalen Tagesmenge [14].

Die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Zusammenschluss von mindestens zwei Versorgern sind folgende:

- Die Wasserqualität im Trinkwasserversorgungssystem entspricht den Anforderungen der TrinkwV sowie der DIN 2000.
- Die einzelnen Versorger stellen das Wasser in ausreichender Menge, mit ausreichendem Druck und möglichst störungsfrei bereit.

Nachteile dieser Variante sind die sehr hohen Investitionskosten, die Entstehung neuer Abhängigkeiten in verbrauchsintensiven Zeiten und ein hoher Aufwand durch regelmäßige Spülungen und Wartungen der Leitungen (da diese in gewissen Zeiträumen nicht verwendet werden müssen). Aufbereitungskapazitäten und Förderkapazitäten innerhalb des Gebietes Neustadt a.d.W. müssen ggf. ausgebaut werden [2].

Mit folgenden Klimarisiken muss an dem Standort gerechnet werden. Deren Gültigkeit und Signifikanz muss geprüft werden (vgl. Kapitel 7.3, Tabelle 9): (4.1), (4.2), 5.1, 5.2 + Bilanzen der einzelnen Versorger im KW. Soweit hilft eine interkommunale Verbundlösung für Notfälle und Engpässe bei einem einzelnen Wasserversorgungsunternehmen. Für eine Anpassung an Trockenperioden, die alle Trinkwasserversorger der Region gleichzeitig betreffen, wird die Erschließung einer weiteren Bezugsquelle für Wasser erforderlich, z.B. eine neue interkommunal getragene Rheinuferfiltratgewinnung.

9.3 Bewertung der Varianten

Tabelle 12: Gegenüberstellung der einzelnen Wassergewinnungsoptionen und der damit verbundenen Vor- und Nachteile

Variante	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Zu erwartende Menge [Mio. m³/a]	0,5	a: 0,2 b: -0,3	6–14	0,06–0,32 (2-10 l/s)	bis max. 3,5 (400 m³/h)	0,09–0,39 (10–45 m³/h)
Leistungen	Neuer Brunnen, Ausbau Wasserwerk, höhere Aufbereitungs-kapazität	a: Neue Quellen od. neue Arsenauf-bereitungs-anlage b: Weniger Brunnen-wasser, Sanierung Leitungen und Brunnen	Neue Brunnen, Quellen und Infra-struktur	Neue Auf-bereitungs-anlage, neue Brunnen	Übergabe-punkt, neue Rohr-leitung	Neue Rohrleitun-gen, hö-herere Auf-bereitungs-kapazitä-ten
Aufwand / Kosten	mittel	hoch	hoch	hoch	--	--
Gefährdungspotential	gering bis mittel	mittel bis hoch	gering	mittel bis hoch	--	--
Nutzung bisheriger Infrastrukturen möglich	ja	ja	nein	nein	ja	ja
Neufestlegung Schutzgebiete / wasserrechtl. Genehmigung nötig	ja	--	ja	ja	--	--

Anmerkungen: V1 = Erhöhung Entnahmemenge Ordenswald. V2 = Erhaltung und Sanierung Sattelmühle. V3 = Buntsandstein des Pfälzer Waldes. V4 = Außerhalb Ordenswald. V5 = Trinkwasserleitung Kaiserslautern-Neustadt (nur bei Engpässen). V6 = Interkommunaler Verbund (nur bei Engpässen, Verbindung mit SW Lambrecht GmbH).

Für das zukünftige Szenario einer wachsenden Bevölkerung und Zunahme von Industrie und Gewerbe in Neustadt a.d.W. (bis 2050) wurde gezeigt, dass ein Bewirtschaftungsspielraum von 3 % im Vergleich zur genehmigten Gesamtentnahmemenge übrig bleibt (Kapitel 8.1.1). Hierbei sind der Klimawandel und seine Auswirkungen auf den Bedarf und die Verfügbarkeit von nutzbarem Wasser allerdings noch nicht berücksichtigt. Auf Basis der beobachtbaren klimatischen Entwicklung in Neustadt a.d.W. kann davon ausgegangen werden, dass der geringe Handlungsspielraum von 3 % durch eine

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

Berücksichtigung dieses Faktors komplett aufgezehrt und ein zusätzlicher Bedarf entstehen wird. Aus diesem Grund werden Maßnahmen in der Grundwasserbewirtschaftung notwendig, um zu gewährleisten, dass Neustadt a.d.W. auch zukünftig weiterhin mit ausreichend und qualitativ hochwertigem Trinkwasser versorgt wird. Hinzu kommt, dass man nach Möglichkeit eine kurzfristige Abschaltung der Wasserbelieferung der Gemeinden Deidesheim, Wachenheim und Maikammer (siehe Exporte in Tabelle 5) im Falle von Engpässen aufgrund von Trockenzeiten vermeiden möchte; dies kann aber laut den SWN nicht ausgeschlossen werden.

Varianten V1 und V2 haben den Vorteil, dass bestehende Infrastrukturen genutzt und weitere ausgebaut bzw. saniert werden können. Hier hält sich auch das Ausmaß an erforderlichen Neufestlegungen von Schutzgebieten sowie wasserrechtlichen Genehmigungen mutmaßlich in Grenzen, was allerdings im Einzelfall geprüft werden müsste. Die Gefährdungspotentiale sind bereits bekannt und können durch bestehende Ansätze minimiert werden. Die Idee das Gewinnungsgebiet Sattelmühle zu erhalten, indem man die die Aufbereitungsanlage „Frankeneck“ und den Hochbehälter „Schauer Berg“ der Stadtwerke Lambrecht mit nutzt und die Versorgung über eine neue Pendel-Druckleitung zum „PW-West“ der SWN herstellt, bietet die Möglichkeit Kosten und Aufwand zu reduzieren. Jedoch müssen auch hier vollumfängliche UVP und FFH erstellt werden, und die Detailabstimmungen mit den SWN sind noch durchzuführen.

Grundsätzlich wäre es auch möglich die aktuelle Bewirtschaftung des EZG Sattelmühle bis zur Verschärfung des Arsen-Grenzwertes (11.01.2036) gemäß TrinkwV beizubehalten und Sanierungen der Infrastruktur bis kurz vor 2036 heraus zu zögern. Mögliche Konsequenzen dieser Vorgehensweise wären allerdings kurzfristig auftretende Versorgungsdefizite, wenn die bestehende Infrastruktur (Transportleitungen, Brunnen) aufgrund von a) Defekten ausfallen sollte oder b) unzureichenden Zustands die Wasserqualität maßgeblich verschlechtern sollte. Außerdem kann eine rückläufige Schüttung der Quellen aufgrund klimawandelbedingter, geringerer Grundwasserneubildungsraten Engpasssituationen in Trockenperioden verstärken. Dies gilt aber auch für alle übrigen Gewinnungsgebiete.

Eine Kombination aus den Varianten V2 und V3 ist bezüglich der potentiell zusätzlich gewinnbaren Wassermengen vielversprechend. Diese sind allerdings mit großen Ungenauigkeiten verbunden und fallen wahrscheinlich deutlich geringer aus. Ein weiterer Nachteil sind der große Aufwand und die hohen Kosten, da Brunnen, Quellen, Transportleitungen etc. neu erschlossen und gebaut werden müssen. Die Infrastruktur für eine Trinkwasserversorgung besteht noch nicht. Hierfür erforderliche Vorstudien, -prüfungen und Genehmigungen werden viel Zeit in Anspruch nehmen.

Nachteile von V4 sind im Wesentlichen das hohe Gefährdungspotential durch die im Gebiet intensiv genutzte Landwirtschaft sowie der hohe Aufwand, der sich durch die Abstimmungen mit zahlreichen Grundstückseigentümer*innen, die umfangreiche Neuplanung und -erstellung der Versorgungsinfrastruktur sowie die erforderlichen Vorstudien, -prüfungen und Genehmigungen ergibt.

Der Ausbau von V5 und V6 ist sinnvoll und kann temporär Versorgungsnotlagen entschärfen, wenn regional Ungleichgewichte im Wasserdargebot herrschen. Durch gemeinsame Investitionen mehrerer Versorger können ggf. Kosten, Material, Flächen für die Infrastruktur etc. eingespart werden. Anderer-

seits entstehen hierdurch neue Abhängigkeiten von externen Wasserversorgern. Zu Vor- bzw. Machbarkeitsstudien ist bisher wenig bekannt (siehe allerdings Verbandsgemeinde Leiningerland). Eine mögliche Umsetzung ist daher noch weit entfernt. Außerdem werden Exporte von Wasser zu externen Versorgern im Umkreis nur dann umsetzbar sein, wenn auch V2 und somit die Unterschreitung von Trinkwassergrenzwerten erreicht wird.

10 Handlungsempfehlungen

In Kapitel 8 wurde gezeigt, dass der zukünftige Handlungsspielraum für eine Grundwasserbewirtschaftung nur 3% der genehmigten, jährlichen Gesamtentnahmemenge entspricht. Hierbei sind der Klimawandel und seine Auswirkungen auf den Bedarf und die Verfügbarkeit von nutzbarem Wasser allerdings noch nicht berücksichtigt. Angesichts der trockenheißen Jahre 2015 bis 2022 und der zeitlich verzögerten Reaktion des Grundwassersystems darauf kann davon ausgegangen werden, dass der geringe Handlungsspielraum von 3 % in den kommenden Jahren aufgezehrt und ein zusätzlicher Bedarf entstehen wird, selbst wenn die nächsten Jahre durchschnittliche Grundwasserneubildung bringen.

Um den Handlungsspielraum zu vergrößern und somit die Abhängigkeiten von externen Versorgern zu vermindern und Versorgungsdefizite zu vermeiden, wird die weitere Prüfung und Planung zu folgenden Bewirtschaftungsvarianten vorgeschlagen:

- Die **Umsetzung von Variante 1 in Kombination mit Variante 2** – Erhöhung des Entnahmolumens im EZG Ordenswald sowie Erhaltung und Sanierung der Brunnen Sattelmühle einschließlich der Instandsetzung der Steinbruchquellen 1 und 2
 - Hierfür ist die Beantragung einer neuen wasserrechtlichen Erlaubnis für eine höhere Entnahmemenge erforderlich.
 - Die im Wasserwerk Ordenswald geplante, zweite Aufbereitungsanlage kann die Bereitstellungsmenge auf 1.440 m³/h erhöhen. Gutachten für eine großtechnische Umsetzung sind bereits erfolgt, das Genehmigungsverfahren ist im Gange.
 - Umfassende Sanierungen der Transportinfrastruktur im EZG Sattelmühle, um dieses auch in Zukunft für die Wasserversorgung von Neustadt a.d.W. nutzen zu können (Variante 2). Der Bau einer Arsen-Aufbereitungsanlage ist hierbei zu betrachten, um die ab 2036 verschärften Grenzwerte unterschreiten zu können. Die entsprechenden Maßnahmen sind frühzeitig vorzubereiten und umzusetzen.
 - Instandsetzung der undichten Schachtbauwerke an den Steinbruchquellen 1 und 2
- Die **Reduzierung der Leitungsverluste** im Einzugsgebiet Sattelmühle und im Versorgungsgebiet der SWN (Tabelle 5, Kapitel 5.2) soll die einzelnen Bewirtschaftungsoptionen ergänzen. Dies kann durch Erarbeitung einer neuen Verlustminimierungsstrategie erfolgen, welche folgende Aspekte beinhaltet: i) Systematische Überwachung, ii) Ortung der Defizitstellen, iii) fortlaufende Verlust- und Schadensdokumentation, und iv) kurzfristige sowie sukzessive Sanierung der bestehenden Versorgungsinfrastruktur.

Auch wenn die Wasserverluste in den vergangenen Jahren zurückgegangen sind, werden diese laut DVGW als „mittel“ eingestuft und die Schadensrate im Rohrnetz als „niedrig bis mittel“ eingeordnet. Die Empfehlungen der DVGW für die Hauptleitungen lauten den „Standard zu verbessern“. Die Quote der Sanierungen/Erneuerungen liegt unterhalb des Bundesdurchschnitts und das teils hohe Alter der Leitungen schreibt umfassende Erneuerungen/Sanierungen in den nächsten Dekaden vor. Ein hohes Netzalter bzw. eine zu geringe Rehabilitationsquote kann sich negativ auf die Entwicklung der Wasserverluste im System auswirken [32]. Daher schlagen wir vor die von RBS Wave GmbH empfohlenen Maßnahmen umzusetzen, welche die aktuelle Wasserverluststrategie der SWN ergänzen sollen [32]:

- Durchflussmessungen an allen relevanten Ein- und Ausspeisepunkten einrichten und das Rohrnetz kontinuierlich überwachen (so können z.B. die laufend neu entstehenden Rohrbrüche bzw. andere Leckstellen zeitnah identifiziert und behoben werden). Die Datenübertragung soll in Echtzeit in eine Zentrale erfolgen, wo diese weiterverarbeitet werden.
 - Zukünftiges Messsystem und Überwachungstechnik festlegen, Schwellenwerte für die Identifizierung von Leckstellen festlegen.
 - Eine detaillierte Wasserbilanzierung erstellen; hierfür sollen zukünftig die scheinbaren Wasserverluste und die nicht in Rechnung gestellten Rohrnetzabgaben (z.B. Feuerlöschbedarf, Kanal- und Straßenreinigung, Hydranten- und Leitungsspülung, Bewässerung öffentlicher Flächen, Ortsbrunnen, etc.) überwacht, gemessen oder mindestens abgeschätzt werden.
 - Die Erneuerungsquote der Leitungen auf 1 % (jährlich 2,8 km) erhöhen.
 - Ein Rehabilitationskonzept inkl. detaillierter Betrachtung des Rehabilitationsbedarfs erstellen. Hierfür zunächst die bestehende Schadensdokumentation überprüfen, bewerten und ggf. anpassen.
- Folgende Maßnahmen der SWN sollen weitergeführt werden [32]: Jährliche Bilanzierungen der Wasserverluste, Schadensdokumentation und -analyse, Pflege der Schäden und Maßnahmen in einem GIS-System.
 - **Prüfung von Maßnahmen zur Grundwasseranreicherung**, z.B. durch Entnahmen aus Quellen oder Brunnen bei überdurchschnittlicher Schüttung im Winterhalbjahr oder im Frühjahr, um den zeitweilig „überschüssigen“ Dargebotsanteil gezielt ins Grundwasser zu versickern. Im Winterhalbjahr sind die Niederschlagsmengen höher, die Verdunstung geringer und die Grundwasserneubildung höher. Hinzu kommt ein reduzierter Wasserbedarf seitens Industrie/Gewerbe, Landwirtschaft und Bevölkerung, da z.B. weniger bewässert wird. Vor diesem Hintergrund wäre es konzeptionell denkbar, Grundwasser anzureichern mit Quell- und Oberflächenwasser, wenn dieses im Jahrgang zur Verfügung steht. Das angereicherte Grundwasser stünde dann in den trockenen und bedarfsreichen Phasen des Jahres zur Verfügung. Für solche Maßnahmen müssten u.a. ggf. Verrieselungs- oder Versickerungsanlagen oder ggf. Infiltrationsbrunnen neu geplant und errichtet werden. Ggf. könnte in Kooperation mit der Landwirtschaft deren Bewässerungstechnik verwendet werden (vornehmlich im Winterhalbjahr, wenn die Bewässerung außer Betrieb ist).

Außerdem gilt:

Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße GmbH

Grundwasserbewirtschaftungskonzept, Synthese

- Geschaffene **Redundanzen** (Variante V2 oder V6) können Versorgungsengpässe verhindern oder Notfallsituationen mindern.
- **Dezentrale Entnahme im Sommer** – Unterschiedliche Gewinnungsgebiete sollten breit genutzt werden, um lokale kritische Absenkungen zu vermeiden.

Darüber hinaus sind weitere Maßnahmen denkbar, die im kommunalen Kontext abzustimmen und zu planen wären:

- Klimarisikoanalyse (für Varianten, für Nachbarversorger - Bilanzen)
- Wassernotfallplan erstellen
- Beitrag zu einem kommunalen Klimafolgenanpassungskonzept

Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die zukünftigen Bilanzen wurden bisher nicht berechnet (z.B. Tabelle 10 und Tabelle 11). Hierfür empfehlen sich folgenden Untersuchungen:

- Weitergehende Auswertung und ggf. weitere Ausführung des modellbasierten Stresstests (nach dem Vorgehen der KLIWA, [17], [15]), die mit den zuständigen Behördenstellen abgestimmt werden sollte.
- Für die Wasserbedarfsprognose von RBS wave GmbH [1] wurden neben dem durchschnittlichen Tagesverbrauch auch Tagesspitzenverbräuche berechnet und verwendet, um den Klimawandel zu berücksichtigen. Mit der Annahme einer optimistischen Einwohnerentwicklung, einem Tagesspitzenfaktor von 1,9, sowie einem zusätzlichen Sicherheitszuschlag von 10 % ergibt sich hier ein prognostizierter Tagesspitzenbedarf für das Jahr 2050 in Höhe von 961 m³/h. Zukünftige Szenarien des Wasserbedarfs (wie in Tabelle 11) mit Berücksichtigung des Klimawandels lassen sich auf Basis der Tagesspitzenfaktoren 1,7 bis 1,9 darstellen. Hierfür ist eine bestimmte Anzahl an Tagen pro Jahr mit Tagesspitzenverbräuchen zu wählen und zu argumentieren.

Im Zuge der zukünftigen Grundwasserbewirtschaftung empfiehlt sich eine frühzeitige Berücksichtigung der Anforderungen der novellierten Trinkwasserverordnung sowie der neuen Trinkwassereinzugsgebietsverordnung, um die bestehenden Instrumente der Bewirtschaftung, wie z.B. die Vorfeldüberwachung, das hydrologische Monitoring u.a. vorausschauend und nutzenbringend einsetzen zu können.

Aufgestellt:

Dipl.-Geogr. Daniel Funk
Dr. rer. nat. Philipp Mamot

Bonn, Oktober 2023

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH



p.friedrich@bjoernsen.de, Nov 20,2023 09:44:28 AM UTC

Dipl.-Kfm. (FH) Patrick Friedrich



s.klose@bjoernsen.de, Nov 20,2023 09:49:58 AM UTC

ppa. Dr. rer. nat. Stephan Klose, Dipl. Geol.