



Erfassung und Beurteilung der Niedrigwasserstände in der Rheinniederung in den Jahren 2018 bis 2020 im Bereich von Hagenbach

Teil II

**Lösungsmöglichkeiten zur Begrenzung des Wasserstands des
Hagenbacher Altrheins und der angeschlossenen Gewässer
bei Niedrigwasser unter hydrologischen Gesichtspunkten**

Mai 2023





Erfassung und Beurteilung der Niedrigwasserstände in der Rheinniederung in den Jahren 2018 bis 2020 im Bereich von Hagenbach

Teil II

Lösungsmöglichkeiten zur Begrenzung des Wasserstands des Hagenbacher Altrheins und der angeschlossenen Gewässer bei Niedrigwasser unter hydrologischen Gesichtspunkten

Karlsruhe, den 19.04.2023

Antragsteller:

Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft u. Bodenschutz
Neustadt an der Weinstraße
Deichmeisterei / Neubaugruppe Hochwasserschutz

Bearbeiter:



K. Eckert, Dipl.-Ing.

(Dr. rer. Nat. Anja Füger, Geol.

R. Stephan, Dipl.-Geol.

Teil II

INHALT

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | Lösungsmöglichkeiten zur Begrenzung des Wasserstands der Binnengewässer bei Niedrigwasser in der pfälzischen Rheinniederung..... | 4 |
| 1.1 | Einflussfaktor Rheinwasserstand..... | 4 |
| 1.2 | Anpassungsmaßnahmen zur Erhöhung der Binnenwasserstände der Gewässer in Rheinnähe | 5 |
| 1.2.1 | Einzugsgebiet Schöpfwerk Hagenbach | 6 |
| 1.2.2 | Grundwasserstände um den Hagenbacher Altrhein | 7 |
| 1.2.3 | Lösungsmöglichkeiten zur Begrenzung des Binnenwasserstands | 9 |
| 1.2.3.1 | Entschlammung der Sohle der maßgebenden Binnengewässer | 11 |
| 1.2.3.2 | Begrenzung des Binnenwasserstands über den Freiauslauf am Schöpfwerk Hagenbach | 11 |
| 2 | Fazit..... | 13 |
| 3 | Quellen..... | 13 |

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

| | | |
|---------|---|----|
| Abb. 1: | Betriebsdatenauswertung für das Schöpfwerk Hagenbach vom 01.01.2018 bis 31.12.2020..... | 6 |
| Abb. 2: | Übersichtslageplan der Messstellen, um den Hagenbacher Altrhein | 7 |
| Abb. 3: | Darstellung der Grundwasserganglinien im südlichen Teil des Oberwaldes und nördlich davon | 7 |
| Abb. 4: | Darstellung der Grundwasserganglinie in der Rheinebene und Rheinwasserstand | 8 |
| Abb. 5: | Oberstrom liegender Teil des Hagenbacher Altrheins /8/ | 10 |
| Abb. 6: | Unterstrom liegender Teil des Hagenbacher Altrheins /8/ | 10 |
| Abb. 7: | Betriebsdatenauswertung für das Schöpfwerk Hagenbach vom 01.01.2018 bis 31.12.2020 mit Pumpeneinschaltwasserstände für die Sommer- und Winterzeit | 12 |

1 Lösungsmöglichkeiten zur Begrenzung des Wasserstands der Binnengewässer bei Niedrigwasser in der pfälzischen Rheinniederung

Die Wasserstände in den Binnengewässern nahe des Rheins sind eine zeitlich und räumlich veränderliche Größe, deren Entwicklung durch Überlagerung von verschiedenen Einflüssen geprägt ist:

- Rheinwasserstände
- Hydrologie (Niederschlag / Verdunstung)
- Zufluss über Fließgewässer, die von der Niederterrasse der Rheinniederung bzw. dem Rhein zulaufen

Diese Einflussfaktoren unterliegen zeitlichen Änderungen, zudem besitzen alle Faktoren an jedem Ort ein anderes Gewicht, sodass die Wasserstandentwicklung der Binnengewässer auch räumlich variiert. Der Einfluss des Rheinwasserstands übt in Niedrigwasserzeiten, aufgrund der unterschiedlichen Schwankungsbreiten oder den unterschiedlichen Zeitpunkten des Auftretens, den größten Einfluss auf den Wasserstand der Binnengewässer in der Rheinniederung aus. Der zweite Faktor beeinflusst die Binnengewässer und den Rheinwasserstand gleichermaßen. Dagegen spielt der ohnehin geringe Zufluss / Wasserstand der zulaufenden Fließgewässer gerade in den Sommermonaten bei Niedrigwasser auf den Wasserstand der Binnengewässer nur eine untergeordnete Rolle.

1.1 Einflussfaktor Rheinwasserstand

Jedes Fließgewässer erodiert im Laufe dessen Entwicklung die Sohle. Unterhalb des staugeregelten Rheinabschnitts ist auch heute noch von Sohlerosionen auszugehen, die im Mittel etwa einen halben bis einen Zentimeter pro Jahr ausmachen /6/. Dies sind mittlere Werte, die im Flussverlauf schwanken können, sogar Auflandungen sind möglich. Insbesondere die Tulla'sche Rheinkorrektur löste weitere Erosionsschübe aus, da durch die Stromverkürzung das Gefälle erhöht wurde /6/. So sind beispielsweise am Pegel Maxau die Wasserspiegelsenkungen von 1840 bis 1870 darauf zurückzuführen. Nach 1900 zeigte sich in Maxau allerdings die Tendenz zur Aufhöhung der Rheinsohle. Diese Tendenz hält heute noch an. Im Gegensatz dazu sind die Erosionswirkungen am Pegel Worms viel deutlicher zu erkennen. Das bedeutet, dass seit der Zeit vor Tulla am Pegel Maxau die Wasserstände für einen bestimmten Abfluss höher, und am Pegel Worms entsprechend niedriger geworden sind /3/.

Für den Rheinabschnitt zwischen Neuburg am Rhein und Sondernheim bewirkt die Sohlerhöhung des Rheinabschnitts, bei gleichem Abfluss auf der ca. 12 km langen Strecke, eine schleichende Erhöhung des Wasserstands. Dieser rückstauende Effekt wirkt sich in Niedrigwasserzeiten im Gegensatz zu anderen Rheinabschnitten positiv auf die Wasserstände der Binnengewässer aus, die im Rhein die Vorflut finden.

1.2 Anpassungsmaßnahmen zur Erhöhung der Binnenwasserstände der Gewässer in Rheinnähe

Künftig weist die Entwicklung der Niedrigwasserabflüsse infolge des Klimawandels für das hydrologische Sommerhalbjahr übereinstimmende, deutliche Niedrigwasserabflussminderungen und eine deutliche Verlängerung der Niedrigwasserdauer auf. Niedrigwasserereignisse im Sommerhalbjahr könnten künftig am Rhein insbesondere hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen eine zunehmende Bedeutung erlangen. Bei niedrigen Wasserständen können die Wassertemperaturen im Sommer stärker ansteigen. Beispiel dafür sind die Niedrigwasserereignisse 2003, 2006 und das Jahr 2018. Nach Untersuchungen ist mit einer Zunahme der sommerlichen Wassertemperaturen am Rhein um 1,5 °C für die nahe Zukunft und über 3 °C für die ferne Zukunft zu rechnen. Dies bedeutet, insbesondere bei geringem Abfluss, eine Zunahme der Tage mit Wassertemperaturen über 25 °C (ökologisch kritischer Schwellenwert) im Rhein / Bestandsaufnahme zu den Niedrigwasserverhältnissen am Rhein /2/.

Ein erfolgreiches Niedrigwassermanagement sollte zukünftig sowohl operative Maßnahmen für den akuten Niedrigwasserfall, aber insbesondere auch Maßnahmen zur Niedrigwasservorsorge beinhalten. Stützpfiler des Vorsorgemanagements ist ein ausgewogener, praxisnaher und vorweggreifender Maßnahmenkatalog, welcher Handlungsempfehlungen auch in puncto Relevanz, Akzeptanz, Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und hinsichtlich verschiedener Wechselwirkungen mit anderen Maßnahmen beleuchtet. Ein solcher Katalog basiert auf fundiertem Wissen über zukünftige Veränderungen der Abflussverhältnisse in den einzelnen Regionen /1/.

Für die Erhöhung des Binnenwasserstands in der Rheinniederung im Umfeld des Hagenbacher Altrheins stehen verschiedene Anpassungsmaßnahmen zur Verfügung:

- Begrenzung des Binnenwasserstands auf einen Mindestwasserstand
- Entschlammung der Sohle des maßgebenden Binnengewässers

1.2.1 Einzugsgebiet Schöpfwerk Hagenbach

Das Schöpfwerk Hagenbach dient dazu, ein rund 24,9 km² großes Gebiet der Rheinniederung zu entwässern. Führt der Rhein kein Hochwasser, entwässert der Hagenbacher Altrhein ein Teil des Bienwaldes über den Hessbach in den Rhein.

Für die Trockenjahre 2018 bis 2020 wurde das Betriebsmanagement vom Schöpfwerk Hagenbach dargestellt. Der Entwässerungsverband Obere Rheinniederung betreibt am Schöpfwerk Hagenbach in Zeiten niedriger Wasserstände im Rhein in den Jahren 2018 bis 2020 **keine binnenseitige Wasserhaltung** (Abb. 1).

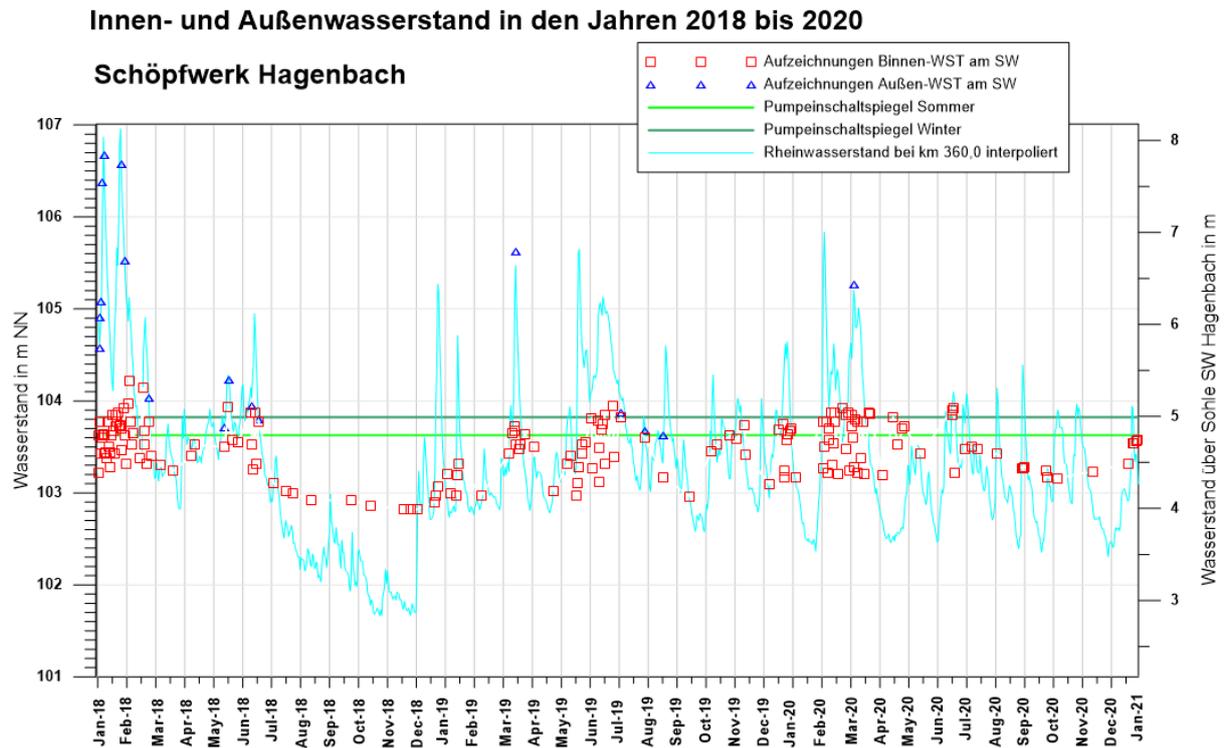


Abb. 1: Betriebsdatenauswertung für das Schöpfwerk Hagenbach vom 01.01.2018 bis 31.12.2020

1.2.2 Grundwasserstände um den Hagenbacher Altrhein

Um die Auswirkungen des Niedrigwassers auf die Grundwasserstände um den Hagenbacher Altrhein aufzeigen zu können, wird auf Grundwassermessstellen zurückgegriffen, die im Grundwassermessnetz des Landes Rheinland-Pfalz enthalten sind (Abb. 2).



Abb. 2: Übersichtslageplan der Messstellen, um den Hagenbacher Altrhein



Abb. 3: Darstellung der Grundwasserganglinien im südlichen Teil des Oberwaldes und nördlich davon

Für die Auswertung der Grundwasserstände in der Niedrigwasserperiode 2018 bis 2020 wird auf die Ganglinie der Grundwassermessstelle 1122 verwiesen, die ca. 700 m vom Hagenbacher Altrhein (Abb. 3) entfernt errichtet wurde. Im näheren Umfeld des Hagenbacher Altrheins existieren keine

Grundwasseraufzeichnungen. Die historischen Grundwasseraufzeichnungen der GWM 1122 (Abb. 3) belegen, dass die Grundwasserstände in diesem Gebiet schon in der Vergangenheit unterhalb des Tiefstands aus dem Jahr 2018 lagen. Während der Trockenperiode 1971 bis 1976 erreichte der Grundwasserstand an der Grundwassermessstelle 1122 die bisher dokumentierten absoluten Tiefstände (Markierungen in Abb. 3) im Jahr 1972 bei 101,87 mNN bzw. 1976 bei 101,90 mNN. Diese lagen ca. 0,1 m unter den Tiefständen (Markierungen in Abb. 3) aus dem Jahr 2003 bzw. 2018 (101,96 mNN), sodass das Trockenjahr 2018 kein ungewöhnliches Ereignis für tiefe Grundwasserstände darstellt. Der Tiefstand aus dem Jahr 2018 stellt sich stattdessen an der unteren Schwelle des Schwankungsbereichs ein.

Die tiefen Grundwasserstände aus dem Jahr 2018 sind um den Hagenbacher Altrhein keine Ausnahmereignis und liegen im unteren natürlichen Schwankungsbereich des Grundwassers.

Um den Einfluss des Rheinwasserstands auf das Grundwasser aufzeigen zu können, ist in Abbildung 4 der langjährige Verlauf des Rheinwasserstands am Pegel Maxau und die Grundwasserganglinie der Messstelle 1122 dargestellt. Beide Ganglinien zeigen die gleiche Dynamik im Verlauf sowie die unterschiedlichen Schwankungsbreiten der Ganglinien, die signifikant für Wasserstände in Fließgewässern und im Grundwasser sind.

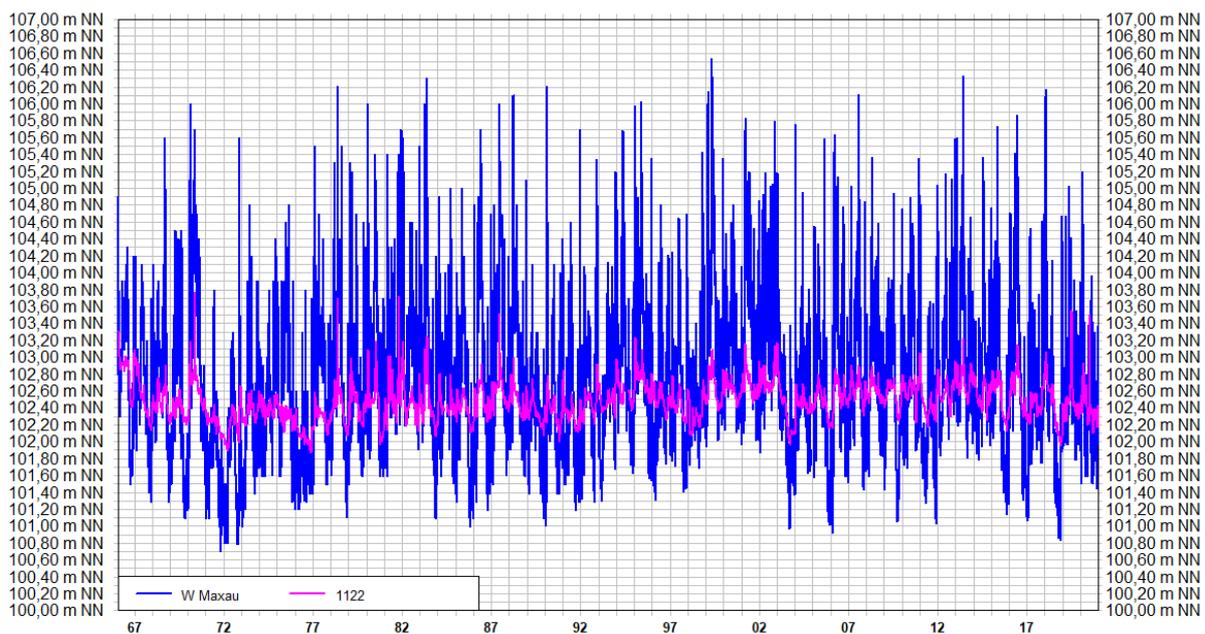


Abb. 4: Darstellung der Grundwasserganglinie in der Rheinebene und Rheinwasserstand

Eine Erhöhung des Wasserstands im Hagenbacher Altrhein führt zu keiner signifikanten Erhöhung des Grundwasserstands in dessen Umfeld, da der Rhein und nicht der Hagenbacher Altrhein das dominierende Gewässer in der Oberrheinebene darstellt.

Eine Wasserstandserhöhung des Hagenbacher Altrheins in Niedrigwasserzeiten würde möglicherweise aus hydrologischer Sicht in dessen Randbereich positive Effekte mit sich bringen. Um nennenswerte Wasserstandserhöhungen in den Gewässern erzielen zu können, müssten jedoch die Zuflüsse aus der Rheinniederung in den Hagenbacher Altrhein aufgrund dessen großen Wasservolumens in großen Mengen zur Verfügung stehen.

1.2.3 Lösungsmöglichkeiten zur Begrenzung des Binnenwasserstands

Ein wesentlicher Einfluss auf das Gewässersystem ist der Zufluss des Hessbachs aus dem Hinterland, welcher den Hagenbacher Altrhein speist. Gewöhnlicherweise liegen im Frühjahr im Gegensatz zu den Sommer-, Herbst- und stellenweise Wintermonaten höhere Zuflüsse (schnell ansteigender Wasserspiegel) aus dem Hinterland durch Niederschlag sowie infiltrierendes Grundwasser (Grundwasserneubildung) vor. Über die Sommermonate fällt der Zufluss aus dem Hinterland durch ausbleibenden Niederschlag und hohe Verdunstung meist geringer (langsam ansteigender Wasserstand) aus, sodass von jahreszeitlich abhängigen und mengenmäßig unterschiedlichen Zuflüssen gesprochen werden kann, die auf das Gewässersystem wirken.

Die Lokalisierung der trockengefallenen Flächen vom 23.09.2020 durch die IUS GmbH Weibel und Ness zeigt, dass die gesamte Gewässerfläche im oberstromliegenden Bereich des Hagenbacher Altrheins (vor der Schwelle) durch die Zuflüsse des Hessbachs mit Wasser gefüllt ist. Hinter der Schwelle ist der Zufluss über die Sommermonate zu gering, um den Teil des Altrheins ausreichend mit Wasser zu speisen.

Eine Schwelle, die im Hagenbacher Altrhein im Umfeld der Bahnhofstraße zwischen Kreisverkehr und Schienentraße errichtet wurde, trennt bei niedrigen Wasserständen den ober- (Abb. 5) vom unterstrom liegenden Teil des Altrheins (Abb. 6).

Dem Entwässerungsverband Obere Rheinniederung EOR und der Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd, Neustadt an der Weinstraße liegen für die Schwellenhöhe kein Maß vor. Die Schwellenhöhe ist laut Entwässerungsverband so bemessen, dass der freie Querschnitt des Altrheins den Zufluss zum Schöpfwerk bei Pumpbetrieb nicht behindert. Die Höhe der Schwelle wurde im Rahmen des Gutachtens nicht erhoben und sollte bei Bedarf durch ein Vermessungsbüro ermittelt werden.

Weiter ist, wie am Schöpfwerk Neuburg, auf der Rheinseite des Schöpfwerks eine zweite Verschluss-ebene in Form eines Stemmtors, angebracht, das den Hagenbacher Altrhein bei höherem Rheinwasserstand im Vergleich zum Binnenwasserstand, vom Rhein entkoppelt.

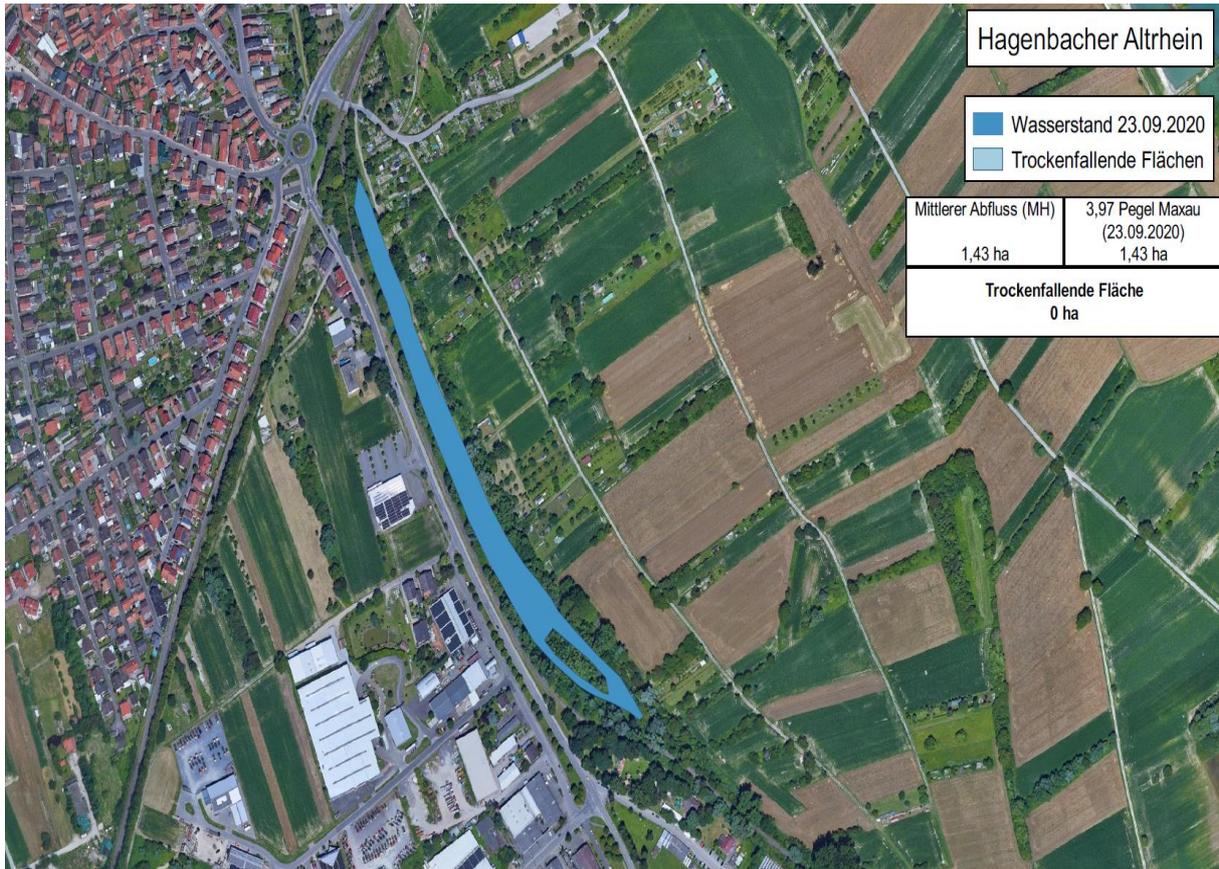


Abb. 5: Oberstrom liegender Teil des Hagenbacher Altrheins /8/



Abb. 6: Unterstrom liegender Teil des Hagenbacher Altrheins /8/

1.2.3.1 Entschlammung der Sohle der maßgebenden Binnengewässer

Im Jahr 2014 wurden Entschlammungsmaßnahmen im Hagenbacher Altrhein zur Erneuerung und Erhaltung des Gewässersystems durchgeführt. Hierbei handelt es sich nicht um eine vollständige Entschlammung des Gewässers, sondern um die Schaffung einer durchgehenden Rinne mit angrenzenden Flachwasserzonen, die in Niedrigwasserzeiten auch trockenfallen können. Gerade die Uferzone, die sich im Wechselbereich befindet, ist im ökologischen Sinn als wertvoll zu betrachten. Daher ist eine vollständige Entschlammung des Hagenbacher Altrheins oder eine Entschlammung entsprechender Gewässerabschnitte aus naturschutzfachlicher Sicht nicht erstrebenswert und wird in diesem Zusammenhang nicht weiterverfolgt.

1.2.3.2 Begrenzung des Binnenwasserstands über den Freiauslauf am Schöpfwerk Hagenbach

Um den Wasserstand im Hagenbacher Altrhein in Trockenzeiten erhöhen zu können, muss die Zuflussmenge in das Gewässer je nach Wasserstand im Altrhein entsprechend hoch sein. Im Jahr 2018 führte der Altrhein bis in den Frühsommer 2018 hinein ausreichend Wasser, was sich bei Beginn der Trockenperiode 2018 (Mitte Juni) änderte. Über die Sommermonate führte der Heilbach, der ebenfalls im Binnenwald entspringt und als vergleichbarer Zufluss für den Hessbach gilt /7/, nur noch geringe Mengen Wasser oder fiel zeitweise trocken. Dadurch bildete sich der Teil des Altrheins, der direkt über das Freiauslaufbauwerk des Schöpfwerks entwässert, als Rinne aus und die großräumigen Uferzonen fielen trocken.

Um diesem Umstand entgegenzuwirken ist der Bau einer betonierten festen Schwelle im binnenseitigen Einlaufbereich des Freiauslaufbauwerks eine Möglichkeit den Wasserstand bei Niedrigwasser zu begrenzen. Ein Nachteil des Bauwerks ist die Begrenzung der Schwellenhöhe auf ein bestimmtes unveränderbares Niveau, was sich nachteilig auf den Fischwechsel und auf die Leistungsfähigkeit der Binnenentwässerung bei höheren Wasserständen im Betriebsfall „Binnenentwässerung über Freiauslauf“ auswirkt. Weiter ist diese Maßnahme mit hohen Baukosten verbunden und wird als unwirtschaftlich erachtet.

Die wirtschaftlichste und einfachste Lösungsmöglichkeit den Binnenwasserstand über den Freiauslauf zu begrenzen, ist das temporäre Einsetzen eines Überfallschützes auf der Stirnseite des Einlaufbereichs des Freiauslaufbauwerks. Diese Maßnahme wurde probeweise am Schöpfwerk Neuburg betrieben. Hierbei zeigte sich, dass sich Sediment bzw. Geschwemmsel durch die geringe Fließgeschwindigkeit innerhalb der Halterungen des Schieberbauteils, die im Bereich des Freiauslaufs fest montiert ist, abgelagert und es zu Störungen im Betrieb bei aufkommenden Rheinhochwasser kommen kam.

Nach Aussage des Entwässerungsverbandes ist die binnenseitige Begrenzung des Wasserstands über den Schieber am Freiauslauf der Schöpfwerke für ein störungsfreien Betrieb nicht ausgelegt, da dieser auf einer Seite und nur bei Rheinhochwasser selbstdichtend ausgebildet ist, d.h. wenn die Fließrichtung vom Rhein auf den Altrhein gerichtet ist.

In diesem Zusammenhang wird der Umbau der Schieberbauwerke bei den Schöpfwerken Neuburg, Hagenbach und Wörth am Rhein geprüft, um Ablagerungen zwischen Schieber und dessen Halterung bei Niedrigwasser minimieren zu können und dadurch den Haltewasserstand über die Schieberbauwerke regeln zu können.

Gemäß den Aufzeichnungen des Entwässerungsverbandes Oberer Rheinniederung (Abb. 7) stellen sich Wasserstände im Hagenbacher Altrhein während der Jahre 2018 bis 2020, wie folgt ein. Der Wasserstand im Altrhein wird im Sommer bei Rheinhochwasser (hellgrüne Linie in Abb. 7) auf 103,62 mNN und im Winter (dunkelgrüne Linie in Abb. 6) auf 103,82 mNN begrenzt. Eine Mindestwasserhaltung wurde an den Schöpfwerken in der Rheinniederung bisher nicht realisiert. Über die Sommermonate fiel der Wasserstand im Altrhein zwischen den Jahren 2018 bis 2020 bis auf 102,82 mNN. Der Wasserstand im Altrhein schwankte zwischen den 3 Jahren um bis zu 3,0 m.

In Anlehnung an die Haltewasserstände der Schöpfwerke Neuburg und Wörth am Rhein bei denen der Binnenwasserstand bei Niedrigwasser basierend auf dem Wasserstand am Rheinpegel Maxau auf 4,0 m (Wasserhaltung am Schöpfwerk Wörth) bzw. 4,2 m (Wasserhaltung am Schöpfwerk Neuburg) begrenzt wurde, würde der binnenseitige Haltewasserstand am Schöpfwerk Hagenbach zwischen 102,90 mNN und 103,10 mNN liegen.

Dadurch wird das sogenannte Leerlaufen des Altrheins bei niedrigen Rheinwasserständen entschärft und der großflächige Verlust von aquatischen Habitaten verhindert.

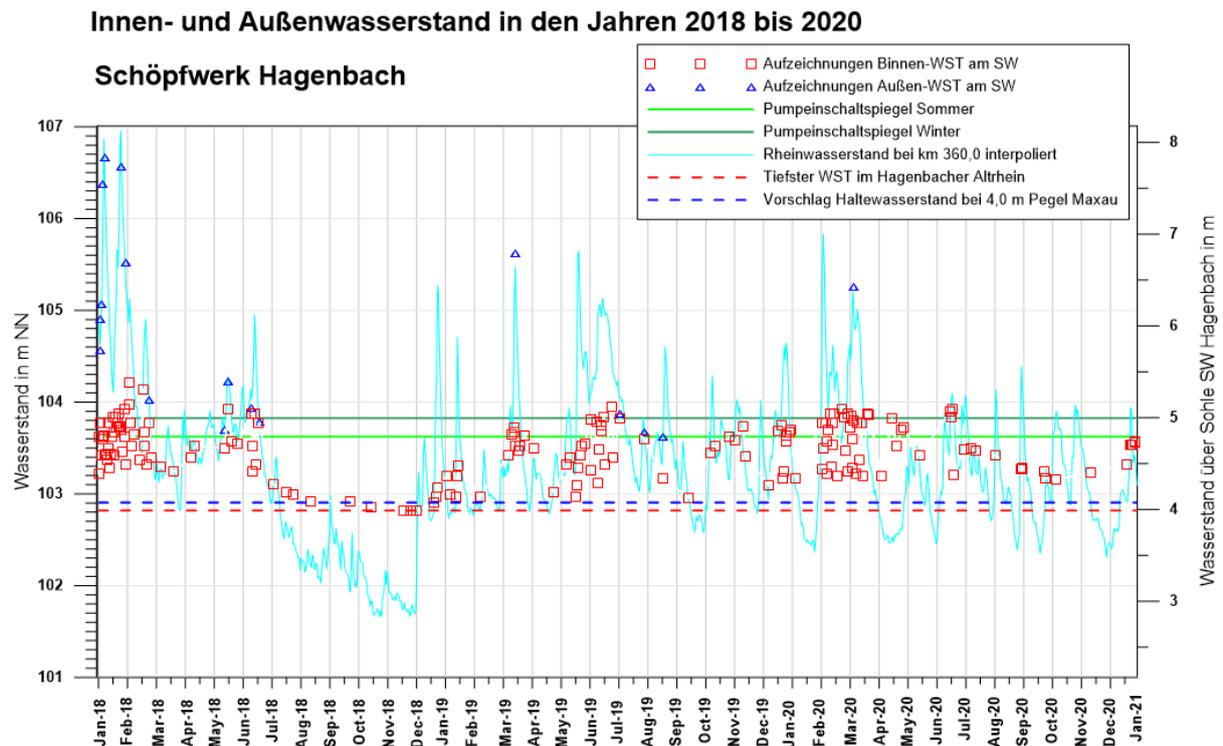


Abb. 7: Betriebsdatenauswertung für das Schöpfwerk Hagenbach vom 01.01.2018 bis 31.12.2020 mit Pumpeinschaltwasserstände für die Sommer- und Winterzeit

Im Gegensatz zu den Binnengewässer Wörther Altwasser und Neupotzer Altrhein besitzt der Hagenbacher Altrhein aufgrund des schmalen Gewässerquerschnitts ein geringeres Speichervolumen bei höheren Zuflüssen aus dem Hinterland. Somit steigt der Wasserstand in diesem Gewässer im Vergleich zum Wörther Altwasser bzw. zum Neuburger Altrhein bei höheren Zuflüssen deutlich schneller an. Eine geringere Wasserstanddifferenz zwischen Haltewasserstand bei Niedrigwasser und Wasserstand bei Schöpfbetrieb führt in Hochwasserzeiten zu einem erhöhten Pumpbetrieb am Schöpfwerk und somit zu höheren Betriebskosten.

2 Fazit

Nach Abwägung zwischen der ökologischen Bewertung durch die IUS GmbH Weibel und Ness /8/ und dem Speichervolumen des Gewässers bei Hochwasser wird der Haltewasserstand im Hagenbacher Alt-rhein auf 102,90 mNN begrenzt, dies entspricht einem Rheinwasserstand von ca. 4,0 m am Rheinpegel Maxau. Die Wasserhaltung ist am Schöpfwerk mindestens von April bis Oktober über die nächsten 3 Jahre (2024 bis 2026) als Testbetrieb durchzuführen.

3 Quellen

- /1/ KLIWA-berichte Heft 23: Niedrigwasser in Süddeutschland: Analysen, Szenarien und Handlungsempfehlungen, Arbeitskreis KLIWA, April 2018
- /2/ Bestandsaufnahme zu den Niedrigwasserverhältnissen am Rhein, IKS, CIPR, ICBR, Koblenz 2018
- /3/ Jahresbericht 2018/2019: bfg (Bundesanstalt für Gewässerkunde), Koblenz im Mai 2020
- /4/ Untersuchungen der Auswirkungen des Schöpfwerkbetriebs Neuburg auf die Grundwasserverhältnisse, IB hydrag, Karlsruhe, im Januar 2015
- /5/ HVZ Baden-Württemberg – Pegel Maxau - <https://www.hvz.baden-wuerttemberg.de/>
- /6/ Schöpfwerkaufzeichnungen Entwässerungsverband Obere Rheinniederung
- /7/ Gräben und Bäche im Bienwald - Landesforsten Rheinland-Pfalz (Stand 28.06.2021) https://www.wald-rlp.de/fileadmin/website/forsamtseiten/bienwald/downloads/graeben_und_baeche.pdf
- /8/ Erfassung und Beurteilung der Niedrigwasserstände in der Rheinniederung in den Jahren 2018 bis 2020 im Bereich von Hagenbach – Teil III Ökologische Bewertung: IUS Weibel und Ness, Kandel im Juni 2023