



## **Gliederung**

1	Allgemeine Situation und Aufgabenstellung .....	3
2	Trinkwassergewinnung der WGA Niederau .....	4
3	Grundwasserhydraulik und -fließrichtung.....	7
4	Schutzmaßnahmen bei der Uferfiltration.....	11
5	Zusammenfassung .....	14

## **Kurzbericht**

zur Trinkwassergewinnung im Wasserschutzgebiet „Goldene Meile“ der Stadtwerke Sinzig

---

### **1 Allgemeine Situation und Aufgabenstellung**

Die Stadtwerke Sinzig betreiben im Mittelrheintal im Bereich der „Goldenen Meile“ die Wassergewinnungsanlage (WGA) „Niederau“. Die Gewinnungsanlage dient zur Trinkwasserversorgung der Stadt Sinzig und der Verbandsgemeinde Bad Breisig.

Das Gewinnungsgebiet „Goldene Meile“ bezeichnet eine linksseitige, mit eiszeitlichen Schottern aufgefüllte Talweitung zwischen Bad Breisig und Remagen mit einer Breite von ca. 2 km und einer Länge von ca. 10 km (HPI 2010). Die Lage der „Goldenen Meile“ ist der Abbildung 1 zu entnehmen.

Im Rahmen eines Kurzberichtes sollen die geohydraulischen Zusammenhänge zwischen der Trinkwassergewinnung in Sinzig und dem Rhein in leicht verständlicher Form beschreiben; hierbei geht es vornehmlich um die Aspekte der Herkunft des in der WGA Niederau geförderten Wassers und die Art der hydraulischen Einflüsse des Rheins auf die Brunnenanlage („Uferfiltrat“).

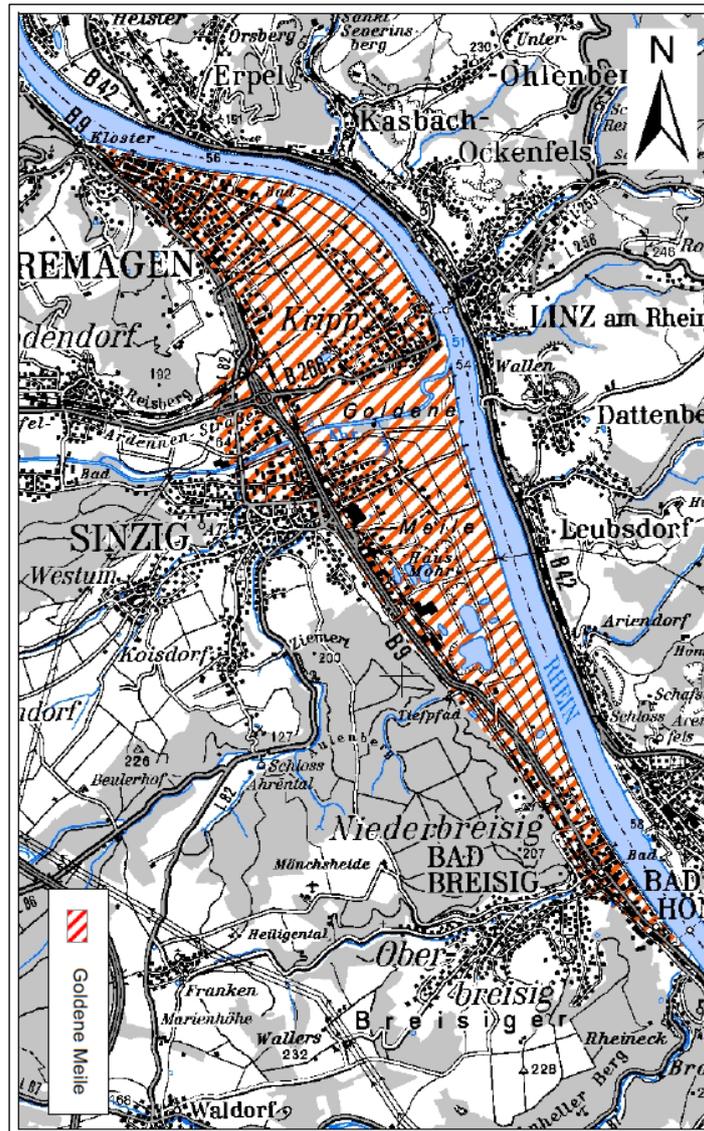


Abb. 1: Lage der Goldenen Meile (Quelle: HPI 2010).

## 2 Trinkwassergewinnung der WGA Niederau

Die vier, ca. 18 m tiefen Brunnen der WGA Niederau befinden sich auf einer linksrheinischen Verebnungsfläche im unteren Mittelrheintal, das sowohl im Westen als auch im Osten durch steile Bergflanken aus Schiefer-tonen und Grauwacken begrenzt wird. Die Ahr mündet unweit der Brunnenanlage in den Rhein. An dieser Verschneidungsstelle der beiden Flusssysteme haben sich seit der Eiszeit infolge der Hebung des Rheinischen Schiefergebirges sowie der klimatisch gesteuerten Flussdynamik

und dem Wechsel von Erosion und Ablagerung die standörtlich bedeutenden Voraussetzungen für ein ergiebiges Grundwasservorkommen gebildet.

Die Gletscher aus Skandinavien und aus dem Alpenraum haben in der zurückliegenden Eiszeit das Mittelrheintal nicht erreicht, wirkten aber klimatisch auf die Dynamik des damaligen Rheins und seiner Nebenflüsse. Die Flüsse führten in Tau- und Warmwetterphasen erhebliche Schmelzwassermengen, die die in den Kälteperioden abgelagerten Kiese weiter nach Norden transportierten und dabei das Bett der Flüsse weiter vertieften. Parallel dazu verlagerte der Fluss immer wieder seinen Verlauf und verzweigt sich an den Stellen, die schon erodiert wurden. Die Abbildung 2 zeigt beispielhaft eine aktuelle Flusssituation am oberen Lech, die der damals im Mittelrheintal herrschenden Situation ähnlich ist.



Abb. 2: Ablagerungen von groben Kiesen in einem sich stetig verändernden Flussbett (Beispiel): rechts: Prallhang (z. B. heutige östliche Seite des Rheintals bei Sinzig); links: Gleithang (vergleichbare Situation der Brunnenstandorte).

Im Mittelrheintal haben sich in der Eiszeit Terrassenablagerungen gebildet, die für die Wassergewinnung von überörtlicher Bedeutung sind. Sie sind das Resultat der lang anhaltenden Eintiefung des Rheins mit Beginn vor ca. 700.000 Jahren in die quasi wasserundurchlässigen Schichten des Rheinischen Schiefergebirges (WASSER UND BODEN 2010). Die grundwasserführenden Schichten der „Goldenen Meile“ sind aus einem verwilderten Flusssystem abgelagert worden, das seinen Stromstrich immer wieder verlagert hat. Die Ablagerungen des Rheins bestehen hauptsächlich aus groben, teilweise mit Sand vermengten Kiesen. Überlagert wird der kiesige Grundwasserleiter durch Hochflutlehme, die aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit eine sehr wichtige Schutzfunktion für die Qualität des Grundwassers bilden. Unterlagert wird der Grundwasserleiter durch sehr gering wasserdurchlässige Tonablagerungen (Verwitterungshorizont der Schichten des Schiefergebirges aus dem Unterdevon, Alter ca. 395 bis 420 Mio. Jahre). Sie bilden einen sogenannten Grundwasserstauer. Einen Eindruck über die Gesteinsablagerungen des Grundwasserleiters (Kiese) und –stauer (Tone) zeigt Abbildung 3.



Abb. 3: Übergang der wasserspeichernden Kiese (Grundwasserleiter) in die trockenen und wasserundurchlässigen (Verwitterungs-)Tone des Schiefergebirges an der Basis der Terrassenablagerung (Grundwasserstauer) (Quelle: WASSER UND BODEN 2010).

Die eiszeitlich verursachte Bildung eines hoch wasserdurchlässigen Kieskörpers (Grundwasserleiter) aus den Flussablagerungen des Rheins und die hydraulische Koppelung und die direkte Kommunikation des in den Ablagerungen eingespeicherten Grundwassers an den Flusslauf bedingen heute eine gegenseitige Abhängigkeit der Fluss- und Grundwasserdynamik und beeinflussen so auch die Wassergewinnung in Niederau.

### **3 Grundwasserhydraulik und -fließrichtung**

Seit mehr als 150 Jahren ist der heutige Verlauf des Rheinbettes an der östlichen Talseite „fixiert“, da durch wasserbauliche Maßnahmen eine Verlagerung des Stroms verhindert wird. Die seitliche Begrenzung des Rheintals erzeugt innerhalb der Terrassenablagerung der „Goldenen Meile“ einen Grundwasserabfluss, dessen Richtung vom Wasserspiegel im Vorfluter (= Rhein) gesteuert wird und zeitlich stark variiert. Prinzipiell folgt das Grundwasser ab Bad Breisig dem Rheinstrom von Südwesten nach Nordosten. Auf Höhe der Ahrmündung und im Bereich Niederau fließt das Grundwasser primär aus westlichen Richtungen auf den Rhein zu. Den Schwankungen des Rheinwasserspiegels, die durch die Regenfälle in den Vogesen und in Süddeutschland gesteuert werden, folgen die Grundwasserstände durch Druckausgleich, unabhängig von den jeweiligen lokalen Niederschlägen. Die Grundwasserstände im Gewinnungsgebiet „Goldene Meile“ sind somit maßgeblich vom Rheinwasserstand und der begrenzten Verbreitung der wasserdurchlässigen Rheinkiese im Mittelrheintal abhängig. Sie weisen zeitliche Schwankungen um mehrere Meter auf (WASSER UND BODEN 2010), die mit zunehmender Entfernung zum Rhein immer weiter gedämpft werden.

Ist der Grundwasserstand in den Rheinkiesen höher als der Rheinpegel, so fließt das Grundwasser ungehindert in den Fluss ab („normale“ Strömungsrichtung). Steigt der Rheinpegel über den Grundwasserstand in den Rheinkiesen an, so entsteht im Uferbereich eine Rückstauzone, da das Grundwasser nicht mehr in den Fluss austreten kann. Bei weiter steigendem Flusspegel beginnt nun ein Infiltrationsvorgang, bei dem Flusswas-

ser in die Terrassenkiese gedrückt wird. Dieser Prozess wird als natürliche Uferfiltration bezeichnet, die aber aufgrund der „Widerlagerfunktion“ des seitlich anströmenden Grundwassers nur wenige Meter weit in den Kieskörper eindringen kann. Fällt der Rheinwasserspiegel wieder, dann fällt auch der Druck in dem rückgestauten Grundwasser und das Grundwasser kann wieder frei in den Fluss abfließen. Dieser Prozess ist an Flüssen ein sich stetig wiederholender Vorgang. Der quantitative und qualitative Austausch von Grundwasser mit dem Flusswasser ist dabei auf einen ca. 50 bis 100 m breiten Uferstreifen begrenzt (DIELER ET AL. 1964). Die Abbildung 4 zeigt beispielhaft den zeitlichen Verlauf des Druckausgleichs zwischen Hoch- und Niedrigwasser am Rhein.

Nur wenn die Brunnen in Niederau außer Betrieb sind, strömt das Grundwasser bei niedrigen und mittleren Rheinwasserständen in den Rhein ungenutzt ab. Durch den Betrieb der vier Brunnen der WGA Niederau wird dieses Wechselspiel zwischen dem Grundwasser und dem Rhein grundlegend verändert. Der Brunnenbetrieb erzeugt einen sogenannten Absenktrichter, dessen Tiefe und seitliche Ausdehnung maßgeblich von der Fördermenge der Brunnen abhängt (vgl. Abbildung 5). Im Tiefpunkt des Absenkungstrichters entsteht nun ein neuer „Vorfluter“, dessen Niveau tiefer als der Rheinpegel liegen kann (Abbildung 6).

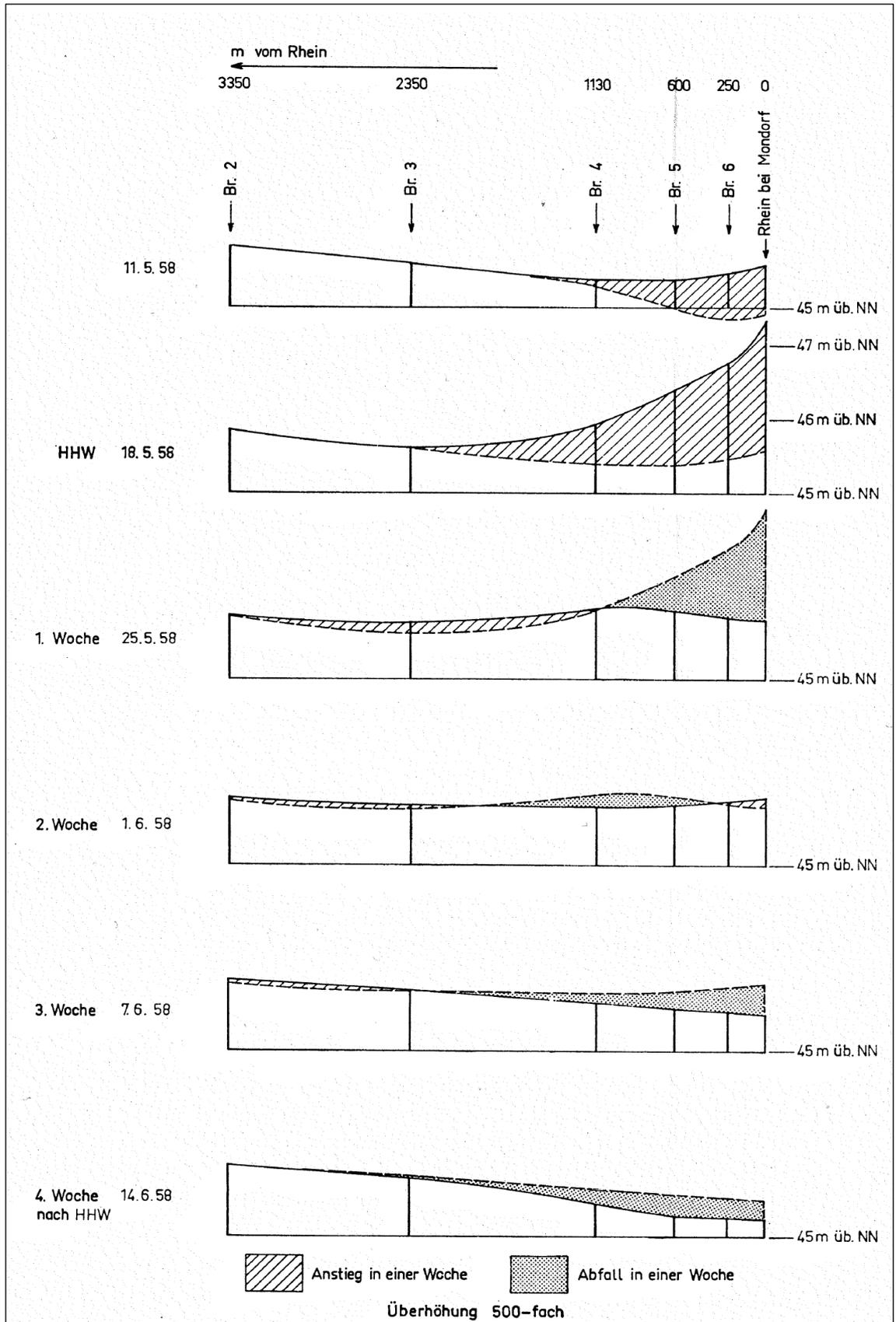


Abb. 4: Zeitlicher Verlauf des Druckausgleichs zwischen Rhein und dem angrenzenden Grundwasserleiter (Quelle: Dieler et al. 1964).

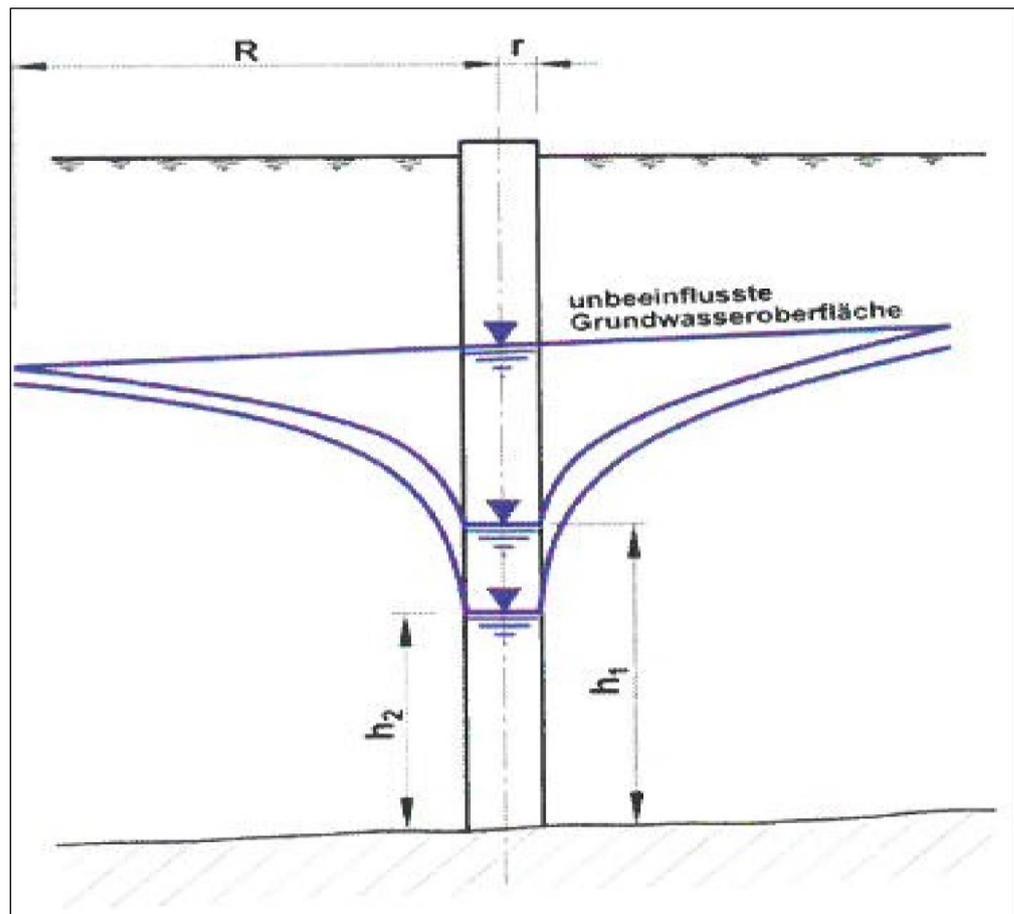


Abb. 5: Schematische Darstellung des Absenkungstrichters an einem Brunnen in einem ungespannten Grundwasserleiter (wie im Fall der WGA Niederau) bei zwei unterschiedlich hohen Förderraten (Quelle: TRESKATIS 2016).

Im Förderbetrieb stellt sich durch die Überlagerung des Absenkungstrichters der Brunnen mit dem Rheinpegel zwischen den Trinkwasserbrunnen und dem Rhein nun landeinwärts eine Druckdifferenz ein, die eine Umkehr der „normalen“ Strömungsrichtung auslöst; d. h. das Grundwasser strömt jetzt vom Rhein in den östlichen Brunnenabsenkungstrichter und mischt sich mit dem aus westlichen Richtungen in den Trichter gezogenen landseitigen Grundwasser (vgl. Abbildung 6). Da der Wasserspiegel in den Brunnen abgesenkt ist, fehlt das „Widerlager“ des landseitigen Grundwassers und das Rheinwasser kann nun bis zum Brunnen infiltrieren. Der Prozess der förderinduzierten Uferfiltration ist somit weitreichender als die „natürliche“ Uferfiltration, da der Rückstau von der Landseite pumpentechnisch aufgehoben wird. Nur bei längerem Rheinhochwasser wird der

Absenkungstrichter durch den Hochstau und Überdruck des Rheins praktisch „überstaut“ und es fließt nur Uferfiltrat zu den Brunnen. Der landseitige Zustrom wird abgeriegelt. Dieser Prozess kommt aber äußerst selten vor, da die Hochwasserereignisse zeitlich zu kurz sind (maximal 2 bis 3 Wochen), um das Uferfiltrat gegen den Zustrom von Westen bis zu den Brunnen zu drücken.

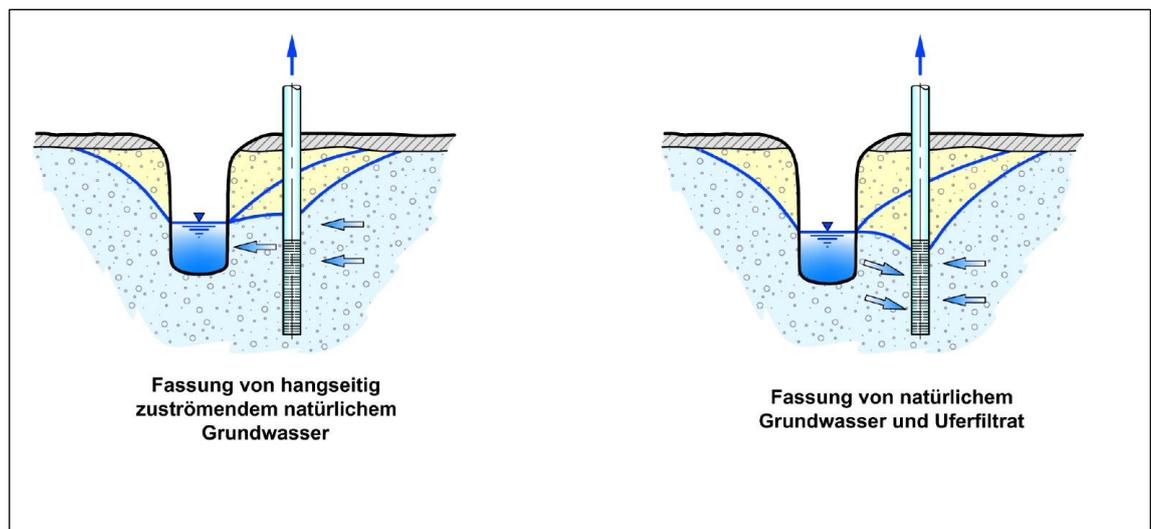


Abb. 6: Förderbedingte Uferfiltration: links: Wasserspiegel im Brunnen höher als der Flusspegel (keine Uferfiltratgewinnung); rechts: Wasserspiegel im Brunnen tiefer als der Flusspegel (Gewinnung einer Mischung von Uferfiltrat und Grundwasser = Fall Niederau) (Quelle: TRESKATIS 2016).

#### 4 Schutzmaßnahmen bei der Uferfiltration

Der größte Teil des nutzbaren Dargebotes am Gewinnungsstandort stammt aufgrund dessen Nähe zum Rhein aus dem **Uferfiltrat des Rheins**. Der Prozess der förderinduzierten **Uferfiltration** ist die Gewinnung von Flusswasser, das aufgrund eines hydraulischen Gefälles über die Sohl- und Uferböschung eines Flusses durch eine Bodenpassage zu einem Brunnen strömt (vgl. Abbildungen 6 und 7). Diesen hydraulischen Prozess nutzen die Brunnen in Niederau zur Sicherung des Dargebotes.

Die Uferfiltration ist sowohl hinsichtlich der Gewinnungsmenge quantitativ als auch hinsichtlich der Grundwasserqualität im Grundwasserraum wirksam. Die Verweilzeiten des Wassers im Boden betragen in Abhängigkeit vom Abstand der Brunnen zum Flussufer, der Durchlässigkeit des Untergrundes und des hydraulischen Gradienten zwischen Fluss- und Brunnenwasserspiegel zwischen einigen Wochen und mehreren Monaten bis Jahren (JEKEL 2004).

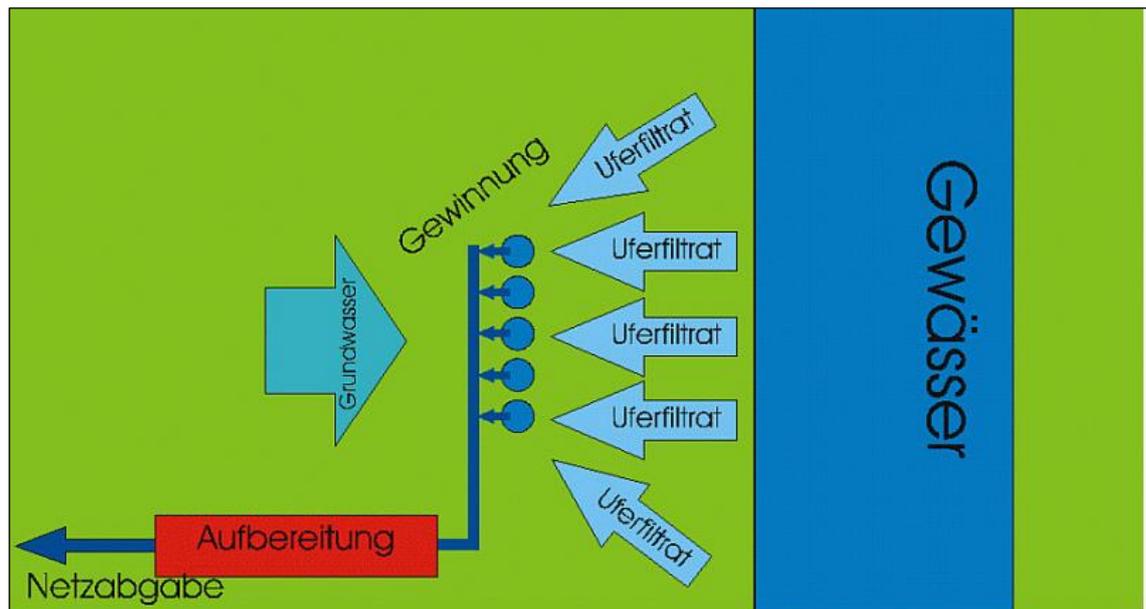


Abb. 7: Schemaskizze Uferfiltration (Quelle: LFU 2016).

Die Abhängigkeiten zwischen den Fluss- und Grundwasserständen und die Wechselwirkungen zwischen der Flusswasserqualität und der Grundwasserbeschaffenheit im angrenzenden Grundwasserleiter wurden von den Betreibern der Wasserwerke entlang des Rheins bereits früh erkannt (vgl. BIESKE UND PARTNER 2015). Im Nachgang zu einem Unfall in der Chemieanlage der Fa. Sandoz im Jahr 1986 im Großraum Basel, bei dem große Mengen mit Chemikalien verunreinigten Löschwassers in den Rhein flossen, wurde ein Verbundforschungsvorhaben zur Sicherheit der Trinkwassergewinnung aus Rheinuferfiltrat durchgeführt, dessen Ergebnisse von SONTHEIMER (1991) publiziert wurden. Dabei wurden die hydrochemischen und hydraulischen Ausgleichswirkungen und Prozesse bei der Bodenpassage zwischen dem Flusswasser und dem Grundwasser untersucht.

Während der Passage wird das Wasser im Untergrund filtriert und biologisch gereinigt. Zudem reguliert die Bodenpassage die Wassertemperatur. Dies ist besonders im Sommer wichtig, da Oberflächenwasser sonst zu warm sein kann und so nicht den Ansprüchen der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) und der DIN 2000 entspricht. Die Reinigungswirkung der Bodenpassage wird vor allem durch die Qualität des Oberflächenwassers, die Fließzeit und –strecke, die Bodenbeschaffenheit sowie die Temperatur im Oberflächenwasser und im Untergrund gesteuert (SCHULTE-EBBERT 2004, SONTHEIMER 1991). Erhöhte Konzentrationen von Schadstoffen im Rhein werden auf diese Art vermindert oder abgebaut. Daher stellen auch kurzzeitige Schadstoffwellen in der Regel keine Gefährdung der Trinkwasserversorgung dar (SONTHEIMER 1991, LANUV 2017).

Wie im vorangegangenen Abschnitt 3 bereits erläutert, wird aus den Brunnen in der Regel ein Gemisch aus echtem Grundwasser und infiltriertem Wasser gefördert (vgl. Abbildung 7), wobei die Anteile je nach Lage der Brunnengalerien und den Strömungsverhältnissen im Untergrund variieren. Durch die Auswahl eines geeigneten Bewirtschaftungsregimes der Brunnen können das Mischungsverhältnis sowie die Fließzeiten und Strömungsverhältnisse im Untergrund beeinflusst werden (GRISCHEK 2003).

Als weitere Folge des Brandunfalls 1986 im Chemieunternehmen Sandoz wurde ein Rhein-Alarmmodell (auch Rheinfließzeitmodell) für den Rhein und seine wichtigsten Nebenflüsse entwickelt. Das Modell kann bei plötzlichen Schadstoffeinleitungen den Verlauf der entstehenden Schadstoffwelle vorherberechnen und hat sich seit dem Sandoz-Störfall bei einer Vielzahl weiterer stoßartiger Verunreinigungen als unverzichtbares Instrument im Rahmen des internationalen Warn- und Alarmplans Rhein bewährt (IKSR 2016).

Grundsätzlich gilt: wenn im Rahmen der Gewässerüberwachung Schadstoffe im Rhein festgestellt werden, wird eine Meldung über den „Warn- und Alarmplan Rhein“ abgesetzt. Die Betreiber der Trinkwasserwerke am Rhein werden durch die Hauptwarnzentrale in Mainz über die Befunde informiert. Die Trinkwasserversorger entscheiden eigenverantwortlich über erforderliche und geeignete Maßnahmen des Trinkwasserschutzes.

Aufgrund der langen Fließzeiten verfügen die Trinkwasserversorgungsunternehmen über ausreichend Zeit, um die Gefährdung abzuschätzen, die Rohwasserüberwachung anzupassen und bei Bedarf Sicherungsmaßnahmen einzuleiten.

Für den Wasserschutz am Wasserwerk Niederau bedeutet dies, dass die Nähe zum Rhein und dem damit verbundenen Prozess der Uferfiltration keine besonderen Gefährdungen des Trinkwassers zu besorgen sind. Ohne den Zufluss von Rheinuferfiltrat wäre in der „Goldenen Meile“ keine nennenswerte oder regional bedeutsame Wassergewinnung aus dem Terrassenkies möglich. Dieser ist nicht nur räumlich begrenzt, sondern hat auch nur ein begrenztes Neubildungspotenzial für Grundwasser aus infiltrierenden Niederschlägen (BIESKE UND PARTNER 2015).

## **5 Zusammenfassung**

- Die Stadtwerke Sinzig betreiben im Gebiet „Goldenen Meile“ die Wassergewinnungsanlage „Niederau“, bestehend aus vier Vertikalbrunnen.
- Die Brunnen dienen zur Trinkwasserversorgung der Stadt Sinzig und der Verbandsgemeinde Bad Breisig.
- Die im Mittel ca. 18 m tiefen Brunnen fördern Grundwasser aus den Terrassenablagerungen (vorwiegend Kiese) des Rheins.
- Die überlagernden Hochflutlehme bilden aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit eine sehr wichtige Schutzfunktion für das Grundwasser.
- Die Grundwasserstände im Gewinnungsgebiet „Goldene Meile“ sind maßgeblich vom Rheinwasserstand abhängig.
- Bei „normalen“ hydraulischen Verhältnissen strömt das Grundwasser von den westlichen Hochflächen zu den Brunnen und zum Rhein.
- Durch den Förderbetrieb erfolgt eine Umkehr der normalen Strömungsrichtung von West nach Ost, das Grundwasser strömt jetzt auch vom Rhein zu den Brunnen (Bildung und Förderung „Uferfiltrat“).
- Im Normalfall gewinnen die Brunnen also eine Mischung aus Uferfiltrat und echtem, landseitigen Grundwasser.

- Der Prozess der Uferfiltration umfasst das Eindringen von Flusswasser über die Sohle oder Uferböschungen eines Fließ- oder Standgewässers in einen angrenzenden Grundwasserleiter.
- Während der Bodenpassage wird das Wasser filtriert und biologisch gereinigt.
- Erhöhte Konzentrationen von Schadstoffen im Rhein werden auf diese Art vermindert oder abgebaut.
- Kurzzeitige Schadstoffwellen stellen in der Regel keine Gefährdung der Trinkwasserversorgung dar.
- Durch den „Warn- und Alarmplan Rhein“ können im Falle einer Havarie (Verunreinigung) rechtzeitig erforderliche und geeignete Maßnahmen zum Trinkwasserschutz ergriffen werden, wodurch eine Gefährdung der Bevölkerung mit kontaminiertem Trinkwasser auszuschließen ist.

Aufgestellt:

Lohmar, den 04.04.2017  
WB/TR/el 5154E001

Verfasser:

  
.....  
(Geogr./Geoinf. B. Weizenkamp)

  
.....  
(Prof. Dr. habil. C. Treskatis)

## Literatur

**LFU – BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2016):**

Uferfiltrat. Online abrufbar unter:

[http://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasser\\_quelle\\_verbraucher/trinkwassergewinnung/uferfiltrat/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasser_quelle_verbraucher/trinkwassergewinnung/uferfiltrat/index.htm) [Stand: Februar 2017]

**BIESKE UND PARTNER (2015):**

Sachverständigengutachten zur Abgrenzung der Zone III eines Wasserschutzgebietes für die Brunnen I bis IV Niederau der Stadtwerke Sinzig.

**DIELER, H. ET AL. (1964):**

Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Grund- und Flusswasser im Rheintal bei Köln. – Geol. Mitt. 3, Heft 4: S. 313 – 338; Aachen.

**GRISCHEK, T. (2003):**

Zur Bewirtschaftung von Uferfiltratfassungen an der Elbe. Mitteilungen des Instituts für Grundwasserwirtschaft, Technische Universität Dresden, Heft 4.

**HPI - HYDROPROJEKT INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (2010):**

Grundwassermodelluntersuchung für das Wasserschutzgebiet „Goldene Meile“.

**IKSR - INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (2016):**

Internationaler Warn- und Alarmplan Rhein. Stand: 13.06.16.

**JEKEL, M. (2004):**

Kombinierte Verfahren der Oberflächenwasseraufbereitung. In: Wasseraufbereitung – Grundlagen und Verfahren, DVGW Lehr- und Handbuch Wasserversorgung Band 6, Oldenbourg Industrieverlag GmbH, S. 844-856.

**LANUV - LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (2017):**

Trinkwassergewinnung an Rhein und Ruhr. Online abrufbar unter:

<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/wasserversorgungstrinkwasser/trinkwassergewinnung-an-rhein-und-ruhr/> [Stand: Februar 2017]

**SCHULTE-EBBERT, U. (2004):**

Künstliche Grundwasseranreicherung und Untergrundpassage. In: Wasseraufbereitung – Grundlagen und Verfahren, DVGW Lehr- und Handbuch Wasserversorgung Band 6, Oldenbourg Industrieverlag GmbH, S. 403-432.

**SONTHEIMER, H. (1991):**

Trinkwasser aus dem Rhein? Bericht über ein Verbundforschungsvorhaben zur Sicherheit der Trinkwassergewinnung aus Rheinuferfiltrat. 1. Auflage, 295 S.

**TRESKATIS (2016):**

Bohrbrunnen – 9. Auflage: 1018 S.; s. S. 10 und 11 Bilder; München.

**WASSER UND BODEN GMBH (2010):**

Wasserwerk Niederau Wasserschutzgebiet: Fachtechnische Begründung der Wasserschutzzonen II und III und Beschreibung der Zone I (März 2010).