



Wasserentnahme nachhaltig gestalten.

Zukunft sichern, Ressourcen schützen

Vorwort

„Wasser verantwortungsvoll nutzen – Zukunft sichern“

Unter diesem Leitsatz hat sich eine Arbeitsgruppe des VDM-Ausschusses für Technik intensiv mit der Frage beschäftigt, wie die Wasserentnahme durch Mineralbrunnen nachhaltig und zukunftsfähig gestaltet werden kann. Wasser ist für die deutschen Mineralbrunnen nicht nur eine Ressource – es ist die Lebensgrundlage ihres wirtschaftlichen Handelns. Der sorgsame Umgang mit ihr gehört daher seit jeher zum Selbstverständnis der Branche. Doch die Herausforderungen wachsen: Der Klimawandel, veränderte Niederschlagsmuster und zunehmend häufige Trockenphasen machen eine Weiterentwicklung bisheriger Strategien erforderlich.

Zugleich steigen die Erwartungen von Politik und Behörden. Die Vergabe von Wasserrechten wird zunehmend daran geknüpft, wie transparent, vorausschauend und risikobewusst Unternehmen mit der Ressource Wasser umgehen. Die Themen „Wasserentnahme“ und „Wassernutzung“ stehen zunehmend im Fokus öffentlicher Diskussionen.

Dieser Leitfaden will ein praxisnahes Werkzeug sein – er soll Impulse geben, wie Mineralbrunnenbetriebe ihre Wasserentnahme noch strukturierter, effizienter und nachhaltiger gestalten können. Ein belastbares Risikomanagement, kombiniert mit einem kontinuierlichen Monitoring und einer soliden Datengrundlage, schafft nicht nur Sicherheit im eigenen Handeln, sondern auch Vertrauen bei öffentlichen Stakeholdern und ist damit die Basis für den langfristigen Zugang zur Ressource Wasser. Das Thema „Wassernutzung“ wird in einem weiteren Leitfaden des Ausschusses für Technik aufgegriffen werden.

Wir danken allen, die mit ihrer Expertise und Erfahrung zur Erstellung dieses Leitfadens beigetragen haben. Ein besonderer Dank gilt dabei Herrn Dipl.-Geol. Dr. Jörg Reuther, HPC AG, für die gute Zusammenarbeit und engagierte Ausarbeitung des Textes.

Ihre Rückmeldungen und Anregungen sind willkommen – sie helfen uns, den Leitfaden weiterzuentwickeln. Denn eines ist sicher: Das Thema bleibt in Bewegung!

Bonn, den 02.06.2025

Dabei haben mitgewirkt:

- André Fietkau, VDM
- Volker Harbecke, Carolinen Brunnen
- Dr. Thomas Hens, Gerolsteiner Brunnen
- Jannis Maas, Staatl. Bad Meinberger Mineralbrunnen
- Nicole Müller, VDM
- Dipl.-Geol. Dr. Jörg Reuther/Dipl.-Geol. Jens Klaassen
- Joachim Weippert, Vilsa
- Xaver Wiesbacher, Adelholzener

Inhaltsverzeichnis.

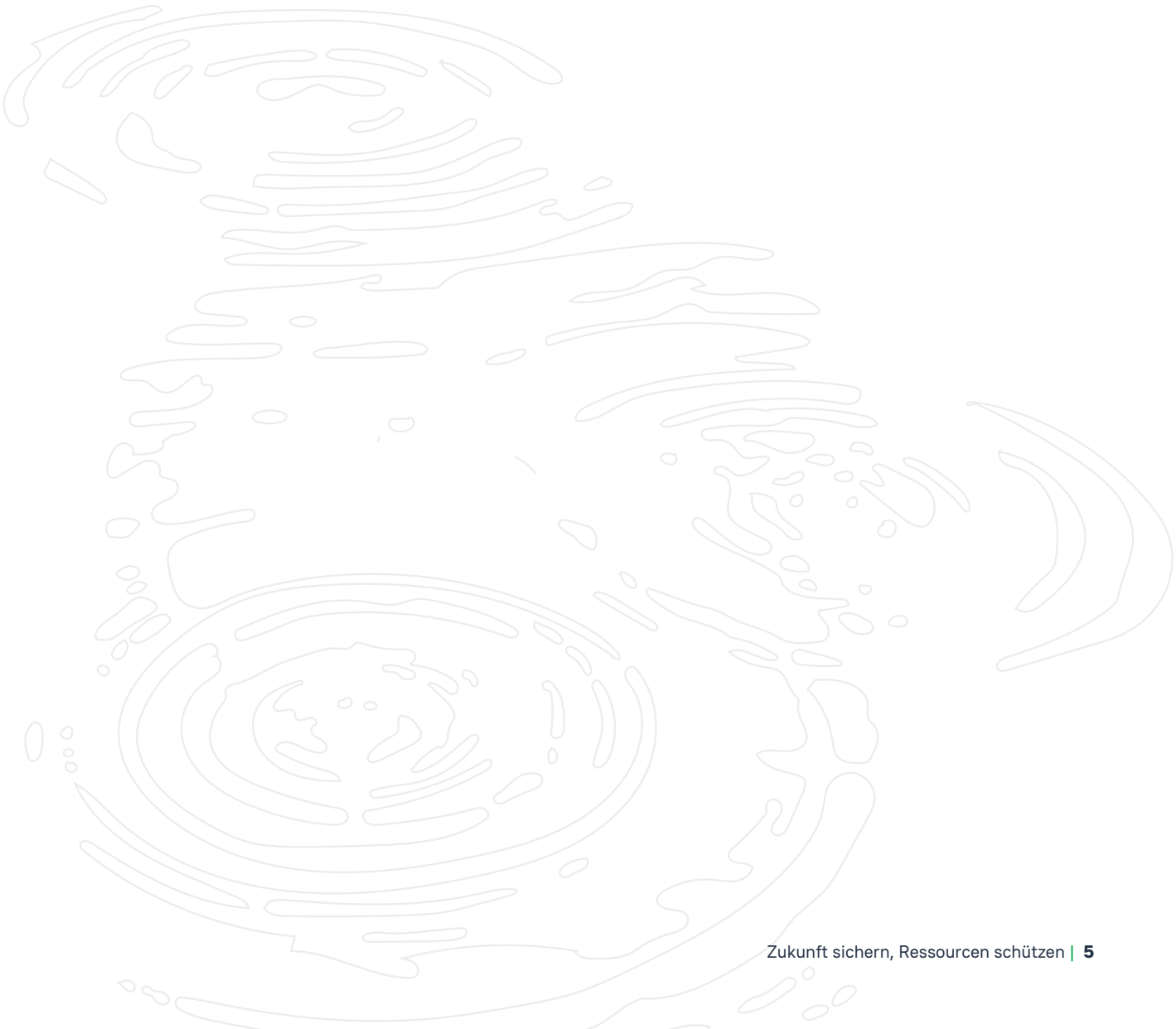
1. Einleitung	6
2. Erfassung der Ressource (Grundwasservorkommen)	8
2.1 Geowissenschaftliche Rahmenbedingungen	9
2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen	10
2.3 Technische Rahmenbedingungen	11
3. Überwachung der Ressource	13
3.1 Monitoring des chemischen und mengenmäßigen Zustands	13
3.2 Überwachung des technischen Zustands von Entnahme- und Messstellen	15
4. Risikomanagement	16
4.1 Gefährdungsanalyse	17
4.2 Risikoabschätzung	20
4.3 Risikobewertung	20
4.3.1 Intakte Schutzschicht vom Neubildungsgebiet bis hin zum Absenkbereich	22
4.3.2 Unvollkommene Intaktheit der Schutzschicht vom Neubildungsgebiet bis zum Absenkbereich (vor allem bei Lockergesteinsressourcen)	23
4.4 Darstellung der Risikobewertung und Ableiten von Maßnahmen	24
5. Welche Prozesse können implementiert werden?	25
5.1 Einzugsgebietsausweisung	25
5.2 Monitoring	26
5.2.1 Beobachtungspunkte	27
5.2.2 Betriebsdatenerfassung	27
5.3 IST-SOLL-Vergleich und vorbeugende Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen	28
5.4 Vorbeugende Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahme	30
5.5 Stakeholdermanagement	31
5.6 Risikomanagement	31
6. Fazit	32
Glossar	33

Tabellenverzeichnis.

Tab. 1	Auflistung von geowissenschaftlichen Daten, die zur Beschreibung und Bewertung der Ressource wichtig sind	10
Tab. 2	Auflistung von Daten, die zur Bewertung der rechtlichen Rahmenbedingungen der Wassergewinnung notwendig sind	11
Tab. 3	Faktoren zur Beschreibung der Überwachung der technischen Ausrüstung und des baulichen Zustandes der Wassergewinnungsanlagen	12
Tab. 4	Monitoring-Parameter zur Erfassung des chemischen und mengenmäßigen Zustandes im Rahmen der Wassergewinnung	14
Tab. 5	Überlicksmäßige Auflistung von Kontrollprogrammen zur Erfassung des technischen Zustandes der Wassergewinnungsanlagen	15
Tab. 6	Die drei Säulen des Multi-Barrieren-Prinzips zur Sicherstellung der Wassergewinnung	16
Tab. 7	Gefährdungssektoren mit Gefährdungsträgern (Beispielhaft)	17
Tab. 8	Räumlich zuordenbare Gefährdungskriterien im Brunneneinzugsgebiet	18
Tab. 9	Nicht räumlich zuordenbare Gefährdungsträger im Brunneneinzugsgebiet	19
Tab. 10	Gefährdungsträger für die Wassergewinnungsanlage (Brunnen/Quelle)	19
Tab. 11	Beispielhafte Auflistung eines Gefährdungsträgerinventars	20
Tab. 12	Bewertung zur Einstufung der Eintrittswahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes	21
Tab. 13	Bewertungsmatrix zur Einstufung des Ausgangsrisikos	21
Tab. 14	Wertebereiche zur Risikoeinstufung	22
Tab. 15	Bewertungsmatrix zur Einstufung des Rohwassers für Systeme mit intakter Schutzwirkung	23
Tab. 16	Wertebereiche zur Risikoeinstufung der Gefährdung für das Rohwasser für Systeme mit intakter Schutzwirkung	23
Tab. 17	Bewertungsmatrix zur Einstufung des Rohwassers für Systeme mit unvollkommener Schutzwirkung	24
Tab. 18	Wertebereiche zur Risikoeinstufung der Gefährdung für das Rohwasser für Systeme mit unvollständiger Schutzwirkung	24
Tab. 19	Minimaler Monitoringumfang an Beobachtungspunkten (Grundwassermessstellen und Entnahmestellen)	27
Tab. 20	Minimaler Monitoringumfang zur Betriebsdatenerfassung	27
Tab. 21	Übersicht möglicher zu ermittelnder Stammdaten	28

Abbildungsverzeichnis.

Abb. 1	Der Kreislauf zur Sicherung der Wassergewinnung	8
Abb. 2	Schematische Darstellung eines unterirdischen Brunneneinzugsgebietes und die Projektion als Einzugsgebiet	9
Abb. 3	Variation der Leitfähigkeit über die Pumpdauer	15
Abb. 4	Entscheidungsbaum zur Ableitung der Methode zur Einzugsgebietsausweisung	26
Abb. 5	Parameter zur Ermittlung der Grundwasserspiegellagen	30





1. Einleitung

Deutschland droht keine Wasserknappheit. Auch unter den Bedingungen des Klimawandels ist eine nachhaltige Nutzung, also Wasserentnahmen von weniger als 20 % des erneuerbaren Dargebots, bis in das Jahr 2100 sichergestellt. Ab 2050 werden sich die Entnahmen sogar von aktuell 11,6 % auf ca. 8 % des erneuerbaren Dargebots reduzieren.¹ Dieser erfreuliche Befund für die nationale Ebene gilt jedoch nicht uneingeschränkt. Heißere und trockenere Sommer, eine Abnahme der Bodenfeuchte sowie Extremwetterereignisse können nach der Nationalen Wasserstrategie² signifikante Auswirkungen auf regionale Wasserhaushalte haben. In einzelnen Regionen kann es daher vorübergehend zu sinkenden Grundwasserständen und Übernutzungen kommen. Dem positiven

deutschlandweiten Gesamttrend steht also das Risiko von zeitlich begrenzter, regionaler Wasserknappheit gegenüber.

Höhere Anforderungen an Genehmigungsverfahren

Die Gesetzgeber sowie die Wasserverwaltungen von Bund und Ländern nehmen dieses Risiko vermehrt in den Blick. Die Nationale Wasserstrategie bietet dafür den einheitlichen Rahmen. Von besonderer Bedeutung für die zukünftige Vergabe von Wasserrechten sind die von dem Umweltbundesamt und der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser initiierten Leitlinien zum Umgang

mit Wasserknappheit. Das Verfahren ist eine unmittelbare Folge der Nationalen Wasserstrategie und soll bis zur ersten Jahreshälfte 2026 abgeschlossen sein. Neben der Berücksichtigung von zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels soll insbesondere die Wasserzuteilung in tatsächlichen Knappheitslagen geregelt werden. Wichtige Kriterien sollen die vollständige Erfassung und Dokumentation sämtlicher Wasserentnahmen sowie der nachhaltige und schonende Umgang mit der entnommenen Ressource sein.

Der Klimawandel bildet auch den Ausgangspunkt für die Neueinstufung von Tiefengrundwasser, wie sie Ende 2023 von Bayern vorgelegt wurde. Tiefengrundwasser soll demnach verstärkt als „Eiserne Reserve“ vorgehalten werden, um mögliche zukünftige Einschränkungen bei der Wasserverfügbarkeit ausgleichen zu können. Die Entnahme von Tiefengrundwasser in der Gegenwart soll hingegen besonderen Zwecken vorbehalten bleiben. Zu diesen privilegierten Nutzungen zählt zwar auch die Gewinnung von natürlichem Mineralwasser. Die fachlichen Standards zur Erfassung und Überwachung der in Anspruch genommenen Tiefengrundwasservorkommen sind jedoch hoch. Gleiches gilt für die effiziente Verwendung des Tiefengrundwassers in den Betrieben.

Die genannten Beispiele stehen stellvertretend für eine Entwicklung, welche die Antragssteller in Wasserrechtsverfahren mit wesentlich höheren fachlichen Anforderungen konfrontiert als noch in der Vergangenheit. Gefordert werden vertiefte Angaben sowohl zu den Entnahmemengen und ihrer nachhaltigen Verwendung als auch den genutzten (Grund-) Wasservorkommen.

Nachhaltiger Umgang mit der Ressource Wasser

Für die Mineralbrunnen ist der nachhaltige Umgang mit der Ressource Wasser Teil ihrer DNA. Ohne eine verantwortungsbewusste und an der Regenerationsfähigkeit der Vorkommen orientierte Quellanutzung wären die zum Teil seit Generationen bestehenden Brunnenbetriebe kaum vorstellbar. In dem Sinne können die Mineralbrunnen für sich eine Vorbildfunktion in Anspruch nehmen.

Der vorliegende Leitfaden soll die Mineralbrunnen dabei unterstützen, ein Bewusstsein für die geänderten politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen zu entwickeln. Er soll den Brunnenbetrieben eine Hilfestellung geben, ihren Handlungsrahmen für den nachhaltigen Umgang mit Wasser weiterzuentwickeln. Im Vordergrund steht dabei die langfristige Sicherung von angemessenen Wasserrechten – durch eine Verbesserung der Datenlage und das Heben bisher ungenutzter Effizienzpotentiale.



¹ DVGW (Hrsg.), Szenarien der zukünftigen Wassergewinnung aus den natürlichen Süßwasserressourcen für Deutschland, Stand: September 2024.

² DVGW (Hrsg.), Szenarien der zukünftigen Wassergewinnung aus den natürlichen Süßwasserressourcen für Deutschland, Stand: September 2024.



Erfassung der Ressource (Grundwasservorkommen)

2. Erfassung der Ressource (Grundwasservorkommen).

Die detaillierte Kenntnis der bewirtschafteten Ressource ist die Basis für eine nachhaltige Sicherung der Wasserentnahme. Neben der Kenntnis der **geowissenschaftlichen Rahmenbedingungen** sind Kenntnisse zu den **rechtlichen** und **technischen Rahmenbedingungen**

erforderlich, um mittels **Risikoanalyse** bestehende Prozesse zur **Überwachung der Ressource** zielgerichtet zu ergänzen bzw. weitere Prozesse zur Sicherung der Bewirtschaftung implementieren zu können.



Abb. 1: Der Kreislauf zur Sicherung der Wassergewinnung

2.1 Geowissenschaftliche Rahmenbedingungen

Ein umfangreiches Wissen über die geologischen, hydrogeologischen und hydrologischen Grundlagen der Region, in dem die Grundwasserentnahme stattfindet, ist Grundlage für das Verständnis der Prozesse im Untergrund. Nur so kann die Ressource beschrieben und bewertet sowie ein Einzugsgebiet abgeleitet werden. Das Einzugsgebiet umfasst die räumliche Ausdehnung des Einflussbereiches der Grundwasserbenutzung. Für eine Mineralwassergewinnung wird die Größe des

Einzugsgebietes auf Grundlage der wasserrechtlich beantragten Förderraten und Fördermengen ermittelt.

Für jede Entnahmestelle lässt sich ein eigenständiges Brunneneinzugsgebiet definieren (**Abb. 2**), das sich unter Berücksichtigung des geologischen Aufbaus und der Grundwasserströmung in das Neubildungsgebiet, das Transitgebiet und einen Absenkbereich untergliedern lässt.

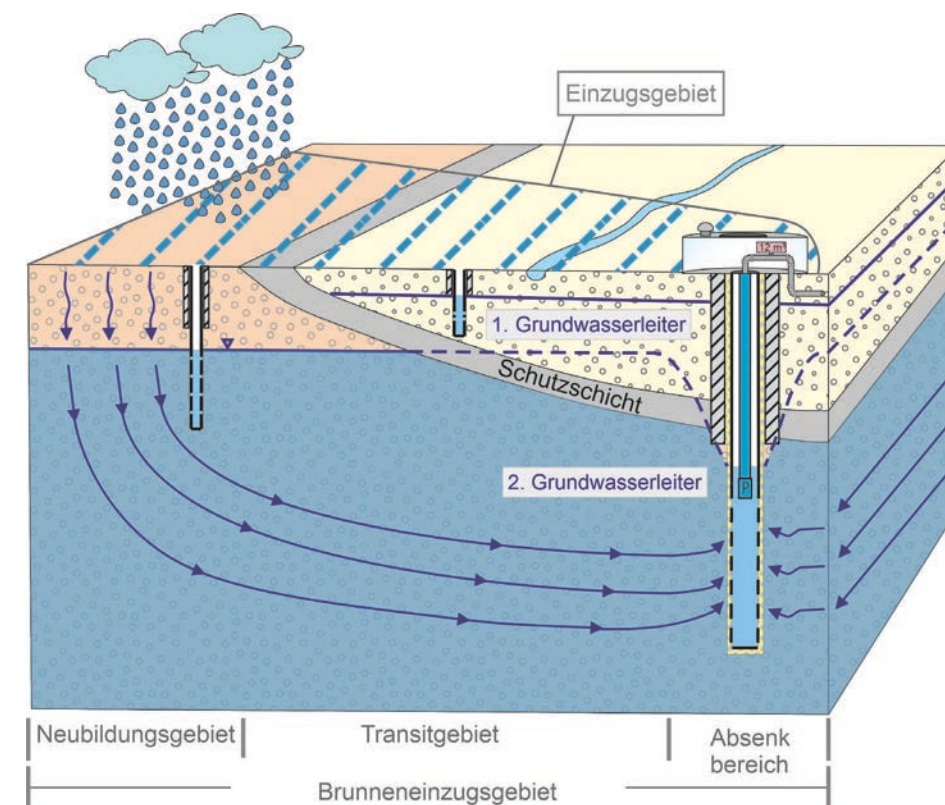


Abb. 2: Schematische Darstellung eines unterirdischen Brunneneinzugsgebietes und die Projektion als Einzugsgebiet

Im Neubildungsgebiet wird aus dem anteilig in den Untergrund versickernden Niederschlag Grundwasser gebildet und der Ressource zugeführt (Grundwasserneubildung). Im Transitgebiet und Absenkbereich verhindert eine geringdurchlässige Deckschicht weiteres Zufließen von versickerndem Niederschlag. Diese Schicht stellt die natürliche Schutzschicht der Ressource dar. Das innerhalb des Brunneneinzugsgebietes zufließende Grundwasser wird über die Entnahmestelle (Brunnen oder nat. Quelle) dem Abfüllbetrieb über Transportleitungen zugeleitet. Mit der Frage: Wo geht das Wasser nach der Übergabe aus dem Brunnen in die Transportleitung hin, befasst sich ein gesonderter Leitfaden des VDM („Leitfaden Wassernutzung“).

Zur Bewertung der Sicherheit der Wassergewinnung sind die in der nachfolgenden Tabelle (**Tab. 1**) gelisteten Informationen der geowissenschaftlichen Rahmenbedingungen zu erfassen. Die Tabelle gibt einen Überblick der wichtigsten Faktoren. Eine regelmäßige Aktualisierung ist zu empfehlen.

Tab. 1: Auflistung von geowissenschaftlichen Daten, die zur Beschreibung und Bewertung der Ressource wichtig sind

Faktor	Parameter	Beschreibung
Schichtenaufbau	Geologische Daten	Bohrungen, Bohrdatenbanken
Grundwassereinheiten	Hydrogeologische Daten	Bohrungen, Bohrdatenbanken, Profilschnitte
Grundwasserneubildung aktuell	Hydrologische Daten	Datenbanken mit Informationen zu aktuellen und klimaangepassten Daten
Grundwasserneubildung klimaangepasst	Klimaanpassungsdaten	
Chemische Zusammensetzung	Hydrogeologische Daten	Analysenergebnisse der Eigenüberwachung, Landesmessnetzen oder Untersuchungen Dritter
Flächennutzung	Stoffeinträge	Altlastenkataster, Bewertung von Flächenumnutzung (z. B. durch Versiegelung, Baumaßnahmen, ...)
Einzugsgebiet	Hydrogeologische Daten	Datenbanken der geologischen Dienste, Pumpversuche, Monitoringdaten zum mengenmäßigen Zustand
Grundwasserdynamik	Hydrogeologische Daten	Messung der Wasserspiegel in den Entnahmestellen und Monitoringpunkten
Bodenaufbau und -vegetation	Geologische Daten	Feldaufnahmen und Datenbanken
Entnahmemengen eigen	Bewirtschaftung	Betriebsdatenerfassung
Entnahmemengen fremd	Bewirtschaftung	Datenbanken von Behörden oder durch persönliche Anfragen
Umweltauswirkung auf Flora und Fauna	Umweltdaten	Datenbanken von Behörden (Biotope, FFH-Gebiete*, u. a.) und eigene Kartierungen
Auswirkungen auf die Bodenfunktionen	Geologische Daten	Betrieb

* Schutzgebiet nach Fauna-Flora-Habitatrichtlinie

2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Eine umfassende und aktuelle Kenntnis der rechtlichen Rahmenbedingungen hilft dabei, sich auf Veränderungen im regulatorischen Bereich einstellen zu können und darüber hinaus durch eine strategische Informationspolitik eine Akzeptanz für notwendige Maßnahmen (Neuerschließungen, Bohrarbeiten, etc.) zu schaffen.

Bei den rechtlichen Rahmenbedingungen handelt es sich um Faktoren, die durch bestehende oder künftige Gesetzgebungen, Regeln oder Strategien von Behörden oder NGO's (nichtstaatliche Organisation) die künftige Mineralwasserentnahme beeinflussen können. Hierunter wird auch das Stakeholdermanagement gestellt, welches sich nicht nur auf Behörden und NGO's

beschränkt, sondern auch auf weitere TÖB's (Träger öffentlicher Belange) und Privatpersonen mit einbeziehen sollte. In der nachfolgenden Tabelle (**Tab. 2**) wird eine Übersicht der wichtigsten Faktoren gegeben. Eine regelmäßige Aktualisierung der Faktoren ist zu empfehlen.

Tab. 2: Auflistung von Daten, die zur Bewertung der rechtlichen Rahmenbedingungen der Wassergewinnung notwendig sind

Faktor	Parameter	Beschreibung
Wasserhaushaltsgesetz	Wasserrecht	Informationen zur Regulierung der Bewirtschaftung von Gewässerkörper
EU-WRRL (Europäische Wasserrahmenrichtlinie – Richtlinie 200760/EG)	Wasserrecht	
Trinkwasserverordnung	Wasserrecht	Nennt Grenzwerte für Wasser für den menschlichen Verzehr
Oberflächengewässer-verordnung	Wasserrecht	Regelt u. a. die wirtschaftliche Nutzung von Oberflächenwasser
Schutzgebiets-verordnungen	Wasserrecht	Gibt detaillierte Informationen zu Schutzgebieten und deren Schutzzweck
Nationale Wasser-strategie	Leitlinien/Richtlinien	Handlungsrahmen für ein modernes Wassermanagement in Deutschland
Konkurrierende Nutzungen	Wasserrecht	Verschiedenen Nutzer innerhalb eines Grundwasserkörpers
Quellnutzungskonzept	Mineralwasserrecht	Strategie zur Nutzung von Entnahmefrühen zur Mineralwassernutzung
Veränderungen des chemischen Zustands	Mineralwasserrecht Wasserrecht	Variation in Bezug auf die Anerkennungsanalytik, Verschlechterungsverbot gem. EU-WRRL
Stakeholdermanagement	Wasserrecht Leitlinien/Richtlinien	Frühzeitige Einbeziehung von Behörden bei Genehmigungsprozessen
		Einbeziehung von TÖB's und Privatpersonen bei Maßnahmen mit starker Außenwirkung (z. B. Bohrarbeiten, Genehmigungsverfahren mit öffentlicher Beteiligung)
Schutzgebiete nach BNatSchG (Bundesnaturschutzgesetz)	Schutzgebiete	Gibt detaillierte Informationen zu Schutzgebieten und deren Schutzzweck

2.3 Technische Rahmenbedingungen

Die Kenntnis der technischen Ausstattung stellt ebenfalls einen wichtigen Baustein zur Sicherung der Wasserentnahme dar. Hier sind u. a. die Wartungs- und Kontrollmaßnahmen zur Sicherung des Brunnenbauwerkes zu nennen, die mit in eine Risikobewertung einbezogen werden. Darüber hinaus ist eine funktionierende und umfassende Betriebsdatenerfassung (Förderraten,

Wasserspiegellagen und physiko-chemische Parameter) die fundamentale Grundlage künftiger Antragsverfahren.

Nachfolgende Tabelle (**Tab. 3**) gibt einen Überblick der Faktoren, die zur Erfassung und Bewertung der technischen Rahmenbedingungen notwendig sind. Auch für diese Liste wird eine regelmäßige Aktualisierung empfohlen.

Tab. 3: Faktoren zur Beschreibung der Überwachung der technischen Ausrüstung und des baulichen Zustandes der Wassergewinnungsanlagen

Faktor	Parameter	Beschreibung
Wasserspiegel	Datenerfassung	Gibt Informationen zum mengenmäßigen Zustand der Ressource
Pumpendaten	Fördertechnik	Förderraten, Fördermengen und Pumpzeiten geben in Kombination mit Wasserspiegeldaten Informationen zum mengenmäßigen Zustand des Grundwassers
Brunnenzustand	baulich	Gibt Informationen zur Betriebssicherheit des Brunnens
Ausbau	baulich	Gibt Informationen zur hydraulischen Anbindung der Entnahmestelle im Grundwassersystem
Leifähigkeit	Datenerfassung	Gibt Informationen zum chemischen Zustand des geförderten Wassers
Steigleitung	baulich	Gibt Informationen zur Art und Material der Förderleitung im Brunnen

Die Ausführungen zeigen, dass der Informationsstand der **geowissenschaftlichen Rahmenbedingungen**, der **rechtlichen Rahmenbedingungen** und **technischen Rahmenbedingungen** ständig aktualisiert und angepasst werden muss, da dieser immer eine Momentaufnahme darstellt.

Durch eine bedarfsgerechte Überwachung der Ressource kann gewährleistet werden, dass die Informationen

aktuell gehalten werden können. Die erhobenen Informationen fließen auch in die Risikobewertung ein. Die umfassende Aktualisierung der Risikobewertung sollte **alle 3 Jahre** erfolgen. Lassen sich auf Grundlage der Überwachungsergebnisse wesentliche oder akute Veränderungen der Rahmenbedingungen im laufenden Betrieb erkennen, empfiehlt es sich, die Risikobewertung umgehend auf den aktuellen Stand zu bringen.



3. Überwachung der Ressource.

In welchem Umfang eine Überwachung für die in den **Tab. 1, 2 und 3** aufgeführten Faktoren stattfinden sollte, hängt von deren Änderungsempfindlichkeit ab. So kann für den Schichtenaufbau eine geringe Änderungsempfindlichkeit abgeleitet werden. Für den Faktor

Grundwasserdynamik (Wasserspiegelmessung) lässt sich eine hohe Änderungsempfindlichkeit definieren.

Die Überwachung der Ressource sollte auf die folgenden Schwerpunkte ausgerichtet werden.

3.1 Monitoring des chemischen und mengenmäßigen Zustands

Die Erfassung der Ressource hinsichtlich ihrer chemischen Beschaffenheit und des mengenmäßigen Zustands lässt sich durch ein zielgerichtetes, permanentes Monitoring erreichen. Anhand der erfassten Daten lassen sich frühzeitig Wassergefährdungen erkennen und eine Langzeitkontrolle umsetzen. So können rechtzeitig Maßnahmen zum Schutz der Ressource ergriffen werden, die Wirksamkeit von Maßnahmen überwacht und Anpassungen im Förderbetrieb durchgeführt werden.

Monitoring-Parameter zur Erfassung des chemischen und mengenmäßigen Zustands sind beispielhaft in **Tab. 4** aufgelistet.



Tab. 4: Monitoring-Parameter zur Erfassung des chemischen und mengenmäßigen Zustandes im Rahmen der Wassergewinnung

Monitoring-Parameter	Beschreibung
Wasserspiegellage	Erfassung an verschiedenen Stellen im Einzugsgebiet geben Hinweise auf den mengenmäßigen Zustand und der Grundwasserströmungsrichtung
Chemische Analyse – Hauptan- und Kationen	Probenahme anhand definierter Probenahmeroutinen mit festgelegter Förderrate, Vorlaufmenge vor Probenahme
Temperatur, Leifähigkeit und pH-Wert	Kontinuierliche Erfassung bei Förderung – erlaubt Veränderungen frühzeitig zu erfassen
Chemische Analyse – Spurenstoffe	Geben Hinweise auf anthropogene Beeinflussungen der Ressource
Durchflussmenge	Erfassung in Kombination mit den Wasserspiegeln gibt Hinweise auf eine mögliche Überbewirtschaftung

Diese Daten stellen eine wichtige Basis für die künftigen Antragsverfahren dar. Es muss gewährleistet werden, dass die Daten kontinuierlich erfasst werden. Neben der ständigen Kontrolle, dass die Datenerhebung und Datenspeicherung technisch erfolgt, wird eine regelmäßige Plausibilitätsprüfung der erfassten Daten, zur Qualitätssicherung der Datenerfassung empfohlen (siehe Kapitel 5.2).

Bei der Durchführung von Stichtagsbeprobungen zur Gewinnung von Wasserproben ist darauf zu achten,

dass die Durchführung und die Rahmenbedingungen zur Probenahme immer vergleichbar sind. Dies kann durch festgelegte Probenahmeroutinen gewährleistet werden. Hier sind die Förderraten bei der Probeentnahme, die Pumpzeiten bis zur Probeentnahme und das Probenhandling (u. a. Probenvorbereitung, Stabilisierung, Entnahmeort) festgelegt.

Beispiel aus der Praxis: „Variationen der chemischen Analyseergebnisse aufgrund fehlender Probenahmeroutine“

In der nachfolgenden **Abb. 3** ist die Entwicklung der Leitfähigkeit über die Pumpdauer für die verschiedenen Pumpraten in einem Brunnen dargestellt. Für diese Entnahmestelle zeigen die aufgezeichneten Daten, dass sich die Leitfähigkeit erst nach einer Pumpdauer von mehr als 10 Stunden um ein Niveau von 1.550 bis 1.600 µS/cm stabilisiert. Erst zu diesem Zeitpunkt kann eine repräsentative Probenahme für diesen Brunnen stattfinden.

Weiter lässt sich ableiten, dass sich je nach Pumprate die Leitfähigkeit über die Förderdauer von niedrigeren Werten (Q: 14 m³/h) oder höheren Werten (Q: 20 m³/h) dem Stabilisationsbereich von 1.550 bis 1.600 µS/cm nähert. Die eingezeichneten Leitfähigkeitswerte verschiedener Stichtagsbeprobungen zeigen, dass die nach unterschiedlicher Pumpdauer gewonnenen Proben, Schwankungen aufweisen, die nur auf den Probenahmezeitpunkt zurückzuführen sind. An diesem Standort wurden für alle aktiven Brunnen Vorlaufzeiten definiert, um Variationen durch eine unterschiedliche Probenahmeroutine ausschließen zu können.

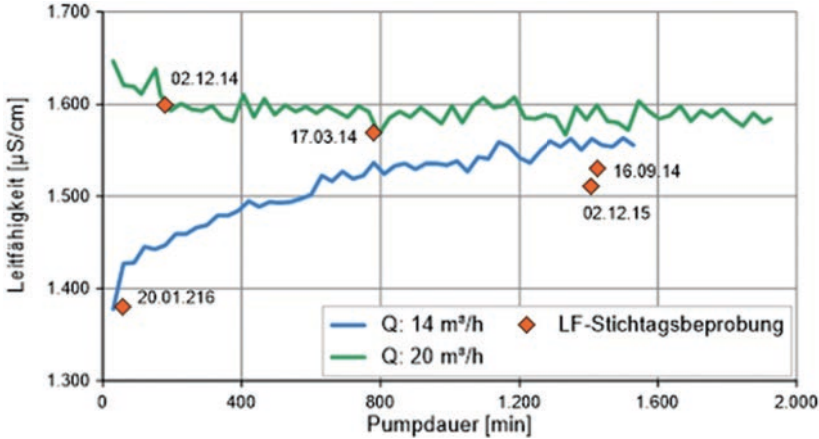


Abb. 3 Variation der Leitfähigkeit über die Pumpdauer

3.2 Überwachung des technischen Zustands von Entnahme- und Messstellen

Ohne nachhaltige bauliche Sicherung der Brunnen und Messstellen ist eine sichere Wassergewinnung nicht möglich. Hierzu zählen Kontrollprogramme zur regelmäßigen Bewertung des technischen Zustandes. Eine Übersicht, ohne Anspruch auf Vollständigkeit gibt **(Tab. 5)**.

Tab. 5: überlicksmäßige Auflistung von Kontrollprogrammen zur Erfassung des technischen Zustandes der Wassergewinnungsanlagen

Kontrollprogramm	Ersterfassung	Intervall	Beschreibung
TV-Befahrung	Bauabnahme	3 a	Dann Anpassung des Kontrollintervalls je nach Ergebnis
Geophysik	Bauabnahme	3 a	Dann Anpassung des Kontrollintervalls je nach Ergebnis
Leistungstest	bei Erschließung	Angepasst	Angepasst je nach erkannten Alterungsprozessen
Regenerierung	–	Angepasst	Nach Ergebnissen der TV-Befahrungen
Visuelle Kontrollen	–	Vierteljährlich	Aufnahme von augenscheinlichen Schäden an Brunnenbauwerken und Beobachtungspunkten

Darüber hinaus können Auswertungen von Monitoring-Parametern ebenfalls Rückschlüsse auf den technischen Zustand geben.

Als Beispiel kann hier die Korrelation der Absenkungsbeträge bei Förderung mit den Förderraten genannt werden.

4. Risikomanagement.

Die Risikoanalyse und ein darauf aufbauendes Risikomanagement dienen

- der Einhaltung von gesetzlichen Anforderungen der Min/TafelWV und des Wasserrechts,
- der Einhaltung von Auflagen aus Erlaubnisbescheiden,
- der Sicherung des chemischen und mengenmäßigen Zustandes der Ressource,
- Sicherung des mengenmäßigen Zustandes,
- der Sicherung der technischen Anlagen zur Wassergewinnung,
- der Sicherung der öffentlichen Akzeptanz der Wassergewinnung und
- letztlich der Sicherung der „Mineralwasserressource“.

Für die Sicherung der Wasserversorgung lässt sich in Anlehnung an die Trinkwasserversorgung ein „Multi-Barriere-Prinzip“ ableiten. Dieses wird durch die drei Säulen Brunneneinzugsgebiet, Wasserbereitstellung und Produktion definiert (**Tab. 6**). Im Folgenden werden die für die Wasserversorgung relevanten Säulen

Brunneneinzugsgebiet und Wasserbereitstellung betrachtet. Die hierauf abgestimmte Risikobewertung beginnt im Einzugsgebiet und endet an der Übergabe des Wassers aus dem Brunnengebäude in die Transportleitung zur Produktionsstätte.

Grundlage für ein adäquates Risikomanagement ist die Kenntnis der Ausdehnung des Brunneneinzugsgebietes sowie eine hydrogeologische Modellvorstellung der bewirtschafteten Ressource. Die räumliche Darstellung des Einzugsgebietes mit der Beschreibung des Neubildungsgebietes, des Transitgebietes und des Absenkbereichs (**vgl. Abb. 2**) erfolgt bestenfalls unter Verwendung eines Geo-Infomations-Systems (GIS). Die Verwendung eines GIS erleichtert die räumliche Einordnung und die Durchführung der im Rahmen der Risikoabschätzung durchzuführenden Analysen.

In der zweistufigen Risikoabschätzung wird mittels Risikoanalyse die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Schadensausmaß von Gefährdungseignissen und Gefährdungen ermittelt. Im zweiten Schritt wird mit der Risikobewertung das jeweilige Risiko durch die Kombination von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß bewertet.

Tab. 6: Die drei Säulen des Multi-Barrieren-Prinzips zur Sicherstellung der Wassergewinnung

Brunneneinzugsgebiet	Wasserbereitstellung	Produktion
<ul style="list-style-type: none">• Monitoring des mengenmäßigen und chemischen Zustands im Brunneneinzugsgebiet• Nutzung (Fläche und Ressource)	<ul style="list-style-type: none">• Gewinnungsanlagen• Speicherung/Transport• „Aufbereitung“	<ul style="list-style-type: none">• Anlagen• Prozesse• Eingesetzte Stoffe
<ul style="list-style-type: none">• Monitoring Grundwasserspiegel an Referenzmessstellen und eigenen Brunnen und Messstellen• Probenahmen zur chem. Untersuchung an Messstellen und Brunnen• Ausweisung von pot. Einzugsgebieten• Bewertung der Flächennutzung• Bewertung von konkurrierender Wassernutzung	<ul style="list-style-type: none">• Techn. Zustand der Gewinnungsanlagen (Brunnen)• Techn. Zustand von Transportleitungen• Technischer Zustand Speicherung• Technischer Zustand Aufbereitung (Einhaltung Min/TafelWV)• Erfassung der Betriebsdaten (Menge, Rate, LF/T,)• Analysen nach Aufbereitung	<ul style="list-style-type: none">• Zustand techn. Anlagen und Installation (Einhaltung der Min/TafelWV)• Überwachung Produkte (Eingesetzte Stoffe)• Überwachung Endprodukt• Bewertung von Prozessen• (z. B. zur Reinigung)

4.1 Gefährdungsanalyse

Die Risikoanalyse basiert auf der Gefährdungsanalyse zur Identifizierung von Gefahrenträger und Gefährdungseignissen. In einem ersten Schritt sind für das Einzugsgebiet die möglichen Gefahren zu erfassen. Aufbauend auf der Gefährdungsanalyse werden Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadensausmaße der Gefahrenträger und Gefährdungseignisse abgeschätzt und bewertet.

Die Einstufung der Eintrittswahrscheinlichkeit und des Schadensausmaß kann gemäß DVGW-Information Wasser Nr. 105 vorgenommen werden (**Tab. 12**).

Ziel der Gefährdungsanalyse ist die systematische Identifizierung möglicher Gefährdungen mit den möglichen Eintragspfaden. Im Rahmen der Gefährdungsanalyse werden vorliegende Informationen zu Gefährdungen gesammelt und dargestellt. Diese werden durch Ortsbegehungen bedarfsgerecht ergänzt bzw. aktualisiert. Es lassen sich verschiedene Gefährdungssektoren unterscheiden (**Tab. 7**), für die sich Gefährdungsträger ableiten lassen.

Tab. 7: Gefährdungssektoren mit Gefährdungsträgern (Beispielhaft)

Gefährdungssektor	Gefährdungsträger
Industrie und Gewerbe	Tankstellen, chemische Industrie, Industrie mit abwassergefährdenden Stoffen, Windenergieanlagen, Biogasanlagen...
Siedlung und Verkehr	Straßen, Parkplätze, Rastanlagen, Bahnhöfe, Flughäfen, ...
Abwasserbeseitigung und Abwasseranlagen	Abwasserkanäle, Abwasserbehandlungsanlagen, Regenrückhaltebecken, ...
Abfallentsorgung	Schrottplatz, Deponie, Schlammmentsorgung z.B. auf landwirtschaftlichen Flächen, Altlasten, ...
Landwirtschaft/Forstwirtschaft/Gartenbau	Ausbringung von wassergefährdenden Stoffen (Düngemittel, PSM, ...), Drainagen, Waldrodung, Holzlagerplätze, ...
Sonstige Nutzungen	Großveranstaltungen, Truppenübungsplätze, Sport und Freizeitanlagen, Schießstände, Friedhöfe, ...
Eingriffe in den Untergrund	Baugruben, Abgrabungen, Bohrungen z.B. Geothermie, Abbaugruben, ...
Wassergewinnungsanlage	Einbruchschutz, technischer Zustand (Brunnengebäude, Brunnenbauwerk, Transportleitungen), technische Ausrüstung zur Überwachung, ...

Im Folgenden werden für die Barrieren Brunneneinzugsgebiet und Wasserbereitstellung Gefährdungsträger und Gefährdungskriterien aufgeführt (**Tab. 8 bis Tab. 10**).

Die hier dargestellten Listen erheben keine Ansprüche auf Vollständigkeit und müssen bedarfsgerecht angepasst werden.

Gefährungskriterien für das Brunneneinzugsgebiet – mit räumlicher Zuordenbarkeit

Tab. 8: Räumlich zuordenbare Gefährungskriterien im Brunneneinzugsgebiet

Gefährdungsträger	Gefährungskriterien
Industrie und Gewerbe	<ul style="list-style-type: none">Betriebsgröße und Menge der umgesetzten StoffeStoffinventar des BetriebesProzess mit wassergefährdenden StoffenSicherheitsmanagementAlter der AnlageZustand der BausubstanzSchutzmaßnahmen (z.B. wasserdichte Fahrbahn)
Siedlung und Verkehr	<ul style="list-style-type: none">EntwässerungssystemNutzungsintensitätZustand des FahrbahnbelagsSicherungseinrichtungen (z.B. Warnschilder, Leitplanken, ...)Art der Nutzung (Anteil Güterverkehr)
Abwasserbeseitigung und Abwasseranlagen	<ul style="list-style-type: none">Abwasserart AbwassermengeBaujahrZustand (z.B. Schadensklassen, Setzungen, Dichtigkeit...)SohltiefeRohrmaterialReinigungsstufenEinleitmengenVorbehandlung
Abfallentsorgung	<ul style="list-style-type: none">Abfallart und AbfallmengeFlächenzustand (Abdichtung, Drainage, ...)GrundwasserkontaktAusbringzeitpunkteSanierungsstatus
Landwirtschaft/Forstwirtschaft/ Gartenbau	<ul style="list-style-type: none">Ausbringung von wassergefährdenden Stoffen (Düngemittel, PSM, ...), Drainagen, Waldrodung, Holzlagerplätze, ...
Sonstige Nutzungen	<ul style="list-style-type: none">Großveranstaltungen, Truppenübungsplätze, Sport und Freizeit- anlagen, Schießstände, Friedhöfe, ...
Eingriffe in den Untergrund	<ul style="list-style-type: none">Größe und TiefeEingesetzte BaumaschinenEingesetzte StoffeGeologische GegebenheitenEntnahme- und InfiltrationsmengenReichweiten der GrundwasserabsenkungBeseitigung von Stockwerkstrennung

Gefährungskriterien für das Brunneneinzugsgebiet – ohne räumliche Zuordenbarkeit

Tab. 9 Nicht räumlich zuordenbare Gefährdungsträger im Brunneneinzugsgebiet

Gefährdungsträger	Gefährungskriterien
Rechtssituation	<ul style="list-style-type: none">WasserrechtMineralwasserrechtWasserhaushaltsgesetz
Klimawandel	<ul style="list-style-type: none">GrundwasserneubildungEntnahmesituation aller NutzerStarkregenDürre
Stakeholder wie Behörden, Verbände u. a.	<ul style="list-style-type: none">Umweltauswirkungenkonkurrierende NutzungenInteressenskonflikte

Gefährungskriterien für die Wasserbereitstellung

Tab. 10 Gefährdungsträger für die Wassergewinnungsanlage (Brunnen/Quelle)

Gefährdungsträger	Gefährungskriterien
Wassergewinnungsanlage	<ul style="list-style-type: none">AlterTiefeAusbaumaterialBrunnenleistungAusbau von mehreren Grundwasserleiterntechnische AusrüstungBetriebsart der Brunnen

Die Beantwortung folgender Fragen gibt eine Hilfestel- lung bei der Identifizierung von Gefährdungen:

1. Welche Sektoren sind im Trinkwassereinzugsge- biet vorhanden?
2. Welche Sachverhalte (Gefährdungsträger) können innerhalb der Sektoren im Brunneneinzugsgebiet auftreten?
3. Welche Gefährdungseignisse und Gefährdungen können von den Gefährdungsträgern ausgehen?
4. Welche Gefährdungen wurden im Grundwasser- system bzw. im Einzugsgebiet bereits nachge- wiesen?
5. Welche Maßnahmen wurden bereits ergriffen, um Gefährdungen zu minimieren?

6. Welche Rückschlüsse ergeben sich aus bereits umgesetzten Maßnahmen?
7. Können diesen Gefährdungen bereits Gefähr- dungseignisse und Gefährdungsträger zugeord- net werden oder gibt es bereits erste Hinweise?

Durch die Beantwortung der Fragen lässt sich ein Ge- fährdungsträgerinventar in Anlehnung an DVGW W 1004 (M) aufbauen. Beispielhaft ist ein mögliches Gefähr- dungsträgerinventar in **Tab. 11** dargestellt.

Tab. 11 Beispielhafte Auflistung eines Gefährdungsträgerinventars

Gefährdungs-Sektor	Gefährdungs-träger	Gefährdungs-ereignis	Gefährdung	Bestehende Maßnahme	Erfolg der Maßnahme
Abwasserbeseitigung und Abwasseranlagen	Abwasserkanäle im Neubildungsgebiet	Leitungsbruch – Austritt von ungeklärten Wässern	Eintrag von anthropogenen Stoffen (Keime)	Kontakt zu Betreiber – Kanalinstandsetzung	Instandsetzung der Schäden in Neubildungsgebiet
Landwirtschaft	Lagerung wassergefährdeter Stoffen	Lagerung in Bereichen mit wasserdurchlässigen Böden	Eintrag von PSM	keine	–
Wassergewinnungsanlage	Schließsystem Brunnenhaus	Einbruch in das Gebäude	Zugabe von Stoffen in den Brunnen	Aufrüstung mit Türwächter	Einbruchsüberwachung
Brunneneinzugsgebiet	Klimawandel	Verringerung der Grundwasserneubildung	Überbewirtschaftung des Grundwasserleiters	Monitoring des mengenmäßigen Zustands	–
Wassergewinnungsanlage	Klimawandel	Starkregen	Überflutung der Anlage und Eintrag von Stoffen	keine	–

4.2 Risikoabschätzung

Für alle Gefährdungseignisse die im Gefährdungsträgerinventar aufgeführt werden, werden mittels semi-quantitativer Analyse die Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadensausmaße bewertet und ein Risiko abgeschätzt. Die Risikoabschätzung kann erfolgen mittels:

- qualitativer Analyse
- semi-quantitativer Analyse
- quantitativer Analyse

Dabei werden Matrix-basierte semi-quantitative Analysen häufig in der Praxis verwendet, da die modellgestützte qualitative Analyse einen sehr hohen Aufwand und Detailliertheitsgrad der Datengrundlage erfordert. Eine rein qualitative Analyse basiert auf textlichen Beschreibungen und wird nur für kleine, homogene Einzugsgebiete mit wenigen Gefährdungsträgern als sinnvoll erachtet.

Zur Risikoabschätzung wird die semi-quantitative Risikoabschätzung mittels einer dreistufigen Bewertungsmatrix empfohlen. Bei der Risikobewertung mit der dreistufigen Bewertungsmatrix werden die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Schadensausmaß des jeweiligen Gefährdungseignisses einer von drei Bewertungsstufen zugeordnet. Die Kriterien, die über die

Klassifizierung in gering, mittel oder hoch entscheiden, sind in **Tab. 12** aufgelistet. Dabei wird dem Schadensausmaß eine höhere Wichtung (Wertigkeit) zugeteilt als der Eintrittswahrscheinlichkeit.



Tab. 12 Bewertung zur Einstufung der Eintrittswahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes

Klassifizierung	Wert	Beschreibung / Eintrittswahrscheinlichkeit
Gering	1	<ul style="list-style-type: none">• Nahezu ausgeschlossen bis unwahrscheinlich• Seltene, in der Regel nicht wiederkehrende Ereignisse (z.B Unfälle)• Häufigkeit: seltener als alle 10 Jahre auftreten
Mittel	2	<ul style="list-style-type: none">• Unregelmäßig bis gelegentlich auftretend• Unregelmäßige Einzelfälle (z. B. Leckagen)• Häufigkeit: uneindeutig, unregelmäßig
Hoch	3	<ul style="list-style-type: none">• Ziemlich bis sehr wahrscheinlich• Regelmäßig und wiederkehrend bis dauerhaft (z. B. jährlich wie Düngung, Streusalzeinsatz)
Schadensausmaß		
Gering	1	<ul style="list-style-type: none">• Keine oder nur unbedeutende Auswirkungen auf den chemischen und mengenmäßigen Zustand oder Versorgungssicherheit
Mittel	4	<ul style="list-style-type: none">• Geringfügige Veränderungen des chemischen und mengenmäßigen Zustands (nicht relevant für die Gesundheit oder die Rechtssicherheit)• Zeitlich begrenzte Auswirkungen auf den chemischen und mengenmäßigen Zustand• Kurzzeitiger Einschränkung der Versorgungssicherheit (Stunden)
Hoch	9	<ul style="list-style-type: none">• Dauerhafte Überschreitungen von Grenz-/Schwellenwerten (chemischer Zustand)• Kontinuierliche Verschlechterung des mengenmäßigen Zustands• Längere Einschränkung der Versorgungssicherheit (mehrere Tage)

4.3 Risikobewertung

Mit der Risikobewertung wird das jeweilige Risiko durch die Kombination von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß bewertet. Hierzu wird die in **Tab. 13** dargestellte 3x3-Matrix empfohlen. In dieser Matrix wird die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Schadensausmaß überlagert.

Tab. 13 Bewertungsmatrix zur Einstufung des Ausgangsrisikos

Ausgangsrisiko			Schadensausmaß		
			gering	mittel	hoch
			1	4	9
Eintrittswahrscheinlichkeit	gering	1	1	4	9
	mittel	2	2	8	18
	hoch	3	3	12	27

Wie in der Matrix dargestellt, wird ein „Ausgangsrisiko-wert“ ermittelt, indem die Wertigkeit des Schadensaus-maßes mit der Wertigkeit der Eintrittswahrschein-lichkeit multipliziert wird. Das Ausgangsrisiko bezieht sich auf den Ort der Entstehung und berücksichtigt nicht eine mögliche Schutzwirkung des Einzugsgebietes. Zur Einstufung des Risikos werden drei Risikobereiche (ge-ring, mittel und hoch) angesetzt. Die Wertebereiche zur Einstufung des Risikos wurden entsprechend DVGW W 1004 (M) eingeteilt (**Tab. 14**).

Tab. 14 Wertebereiche zur Risikoeinstufung

Risikoeinstufung	
Stufe	Wertebereich
gering	< 5
mittel	5 bis 12
hoch	> 12

Für Gefährdungsträger, die Gefährdungseignisse aus-lösen, die nicht lokal begrenzt sind (z. B. Rechtssituation, Klimawandel, Bürgerinitiativen, etc.) lässt sich keine Un-terscheidung des Risikos für die verschiedenen Bereiche des Einzugsgebietes (Neubildungsgebiet, Transitgebiet und Absenkgebiet, **vgl. Abb. 2**) vornehmen.

Für räumlich begrenzte Gefährdungseignisse kann unter der Annahme, dass auf Grund von Prozessen im Untergrund eine Risikominimierung für das geförderte Wasser (Rohwasser) stattfindet, ein Risiko für das Roh-wasser ermittelt werden, welches vom Ausgangsrisiko abweicht.

Das Risiko für das Rohwasser ist von der Verschmut-zungsempfindlichkeit des Grundwassers (Vulnerabilität) abhängig. Sie wird u.a. durch die Schutzwirkung der Schutzschicht der Ressource (**Abb. 2**) und durch Abbau-prozesse, Rückhalteprozesse u. ä. definiert.

Für die Risikobewertung des Rohwassers lassen sich zwei Szenarien ableiten:

4.3.1 Intakte Schutzschicht vom Neubildungsgebiet bis hin zum Absenkbereich

- Risikominimierung durch Abbau- und Rück-halteprozesse für Stoffe, die im Neubildungs-gebiet eingetragen werden, in Abhängigkeit der Fließstrecke
- Risikominimierung durch die Schutzwirkung der Schutzschicht. Im Transit- und Absenk-bereich werden keine Stoffe direkt von der Oberfläche der Ressource zugeführt.

Es wird dabei angenommen, dass die Risikominimie-rung vom Neubildungsbereich zum Entnahmebereich (Absenkbereich) zunimmt, wenn die geforderte Schutz-funktion gegeben ist. Für dieses Szenario wird das Risiko für das Rohwasser wie in **Tab. 15** abgeleitet. Zur Risikoeinteilung des Rohwassers wird die Wertigkeit des Ausgangsrisikos mit der Wertigkeit der Verschmut-zungsempfindlichkeit multipliziert.



Tab. 15 Bewertungsmatrix zur Einstufung des Rohwassers für Systeme mit intakter Schutzwirkung

Rohwasser – hydrogeologi-sches System mit durchhalten-der Schutzschicht			Verschmutzungsempfindlichkeit		
			Absenkbereich	Transitgebiet	Neubildungsgebiet
Ausgangsrisiko	gering	< 5	gering	gering	gering
					mittel
	mittel	5 bis 10	gering	mittel	hoch
	hoch	> 10	mittel	hoch	hoch
			hoch		

Tab. 16 Wertebereiche zur Risikoeinstufung der Gefährdung für das Rohwasser für Systeme mit intakter Schutzwirkung

Risikoeinstufung	
Stufe	Wertebereich
gering	< 10
mittel	10 bis 20
hoch	> 20

4.3.2 Unvollkommene Intaktheit der Schutzschicht vom Neubildungsgebiet bis zum Absenkbereich (vor allem bei Lockergesteinsressourcen)

- Risikoerhöhung durch die in Teilen fehlende Schutzwirkung der Schutzschicht. Auch im Transit- und Absenkbereich können Stoffe direkt von der Oberfläche der Ressource zu-geführt werden.
- Risikominimierung durch Abbau- und Rück-halteprozesse für Stoffe, die in allen Berei-chen vom Neubildungsgebiet zum Absenk-gebiet eingetragen werden, in Abhängigkeit der Fließstrecke

Es wird dabei angenommen, dass die Risikominimie-rung vom Neubildungsbereich zum Entnahmebereich (Absenkbereich) abnimmt, da die Fließzeiten vom Ge-fährdungseignis bis zur Entnahmestelle abnehmen, je näher dieses am Brunnen liegt. Dadurch wird die Reak-tionszeit für Prozesse zur Risikominimierung geringer. Für dieses Szenario wird das Risiko für das Rohwasser entsprechend **Tab. 17** abgeleitet. Auch hier wird die Ri-sikoeinteilung des Rohwassers durch die Multiplikation der Wertigkeit des Ausgangsrisikos mit der Wertigkeit der Verschmutzungsempfindlichkeit ermittelt.

Tab. 17 Bewertungsmatrix zur Einstufung des Rohwassers für Systeme mit unvollkommener Schutzwirkung

Rohwasser – hydrogeologisches System mit unvollkommener Schutzwirkung			Verschmutzungsempfindlichkeit		
			Neubildungsgebiet	Transitgebiet	Absenkbereich
			1	2	3
Ausgangsrisiko	gering	< 5	gering	gering	gering
					mittel
	mittel	5 bis 10	gering	mittel	hoch
					hoch
	hoch	> 10	mittel	hoch	hoch
			hoch		

Tab. 18 Wertebereiche zur Risikoeinstufung der Gefährdung für das Rohwasser für Systeme mit unvollständiger Schutzwirkung

Risikoeinstufung	
Stufe	Wertebereich
gering	< 5
mittel	5 bis 12
hoch	> 12

4.4 Darstellung der Risikobewertung und Ableiten von Maßnahmen

Zur Visualisierung der Risiken können alle Gefährdungseignisse, die lokal begrenzt auftreten, in einer Risikokarte des Einzugsgebietes mit entsprechender Farb-codierung (gering, mittel, hoch) dargestellt werden. Gefährdungseignisse, die nicht lokal begrenzt sind (z.B. Dürre, veränderte Verordnungen) werden nicht in der Risikokarte dargestellt, sondern tabellarisch aufgeführt.

Auf Grundlage der Risikobewertung werden Maßnahmen zur Reduzierung der Gefährdung durch die erfassten Gefährdungseignisse abgeleitet. Die abgeleiteten Maßnahmen werden in das Gefährdungsträgerinventar aufgenommen, welches die Basis für die nächste Risikoanalyse darstellt.

Wir empfehlen, die Risikobewertung mind. alle 3 Jahre, oder bei Kenntnis neuer signifikanter Gefährdungsträger zu aktualisieren. Eine Kontrolle auf signifikante Veränderungen der Gefährdungsträgersituation im Einzugsgebiet empfehlen wir jährlich im Rahmen einer Gelände-begehung (z.B. während der Brunneninspektion).

5. Welche Prozesse können implementiert werden?

Der vorliegende Leitfaden zeigt, dass eine Vielzahl von Informationen und Prozessen geeignet sind, um eine Sicherung der Ressource Wasser zu gewährleisten. Alle lassen sich in einem Risikomanagementsystem steuern,

bündeln und auf einem aktuellen Stand halten. Im Folgenden werden die wichtigsten Prozesse aufgeführt und erläutert.

5.1 Einzugsgebietsausweisung

Die Ausweisung eines Einzugsgebietes basiert im Wesentlichen auf der Kenntnis des hydrogeologischen Systems und den hydrologischen Randbedingungen. Dabei entscheidet die Informationsqualität und die -Menge über die „Exaktheit“ des Einzugsgebietes. Eine quantitative Einzugsgebietsausweisung auf Basis einer Grundwassermodellierung ist exakter als eine qualitative

auf Grundlage einer rein beschreibenden hydrogeologischen Modellvorstellung. Auch wenn eine möglichst exakte Bestimmung angestrebt werden muss, sollte der Aufwand zur Informationsgewinnung verhältnismäßig sein. Ob eine Einzugsgebietsausweisung qualitativ oder quantitativ umsetzbar ist, ist eine Einzelfallentscheidung (Abb. 5).



Welche Prozesse können implementiert werden?

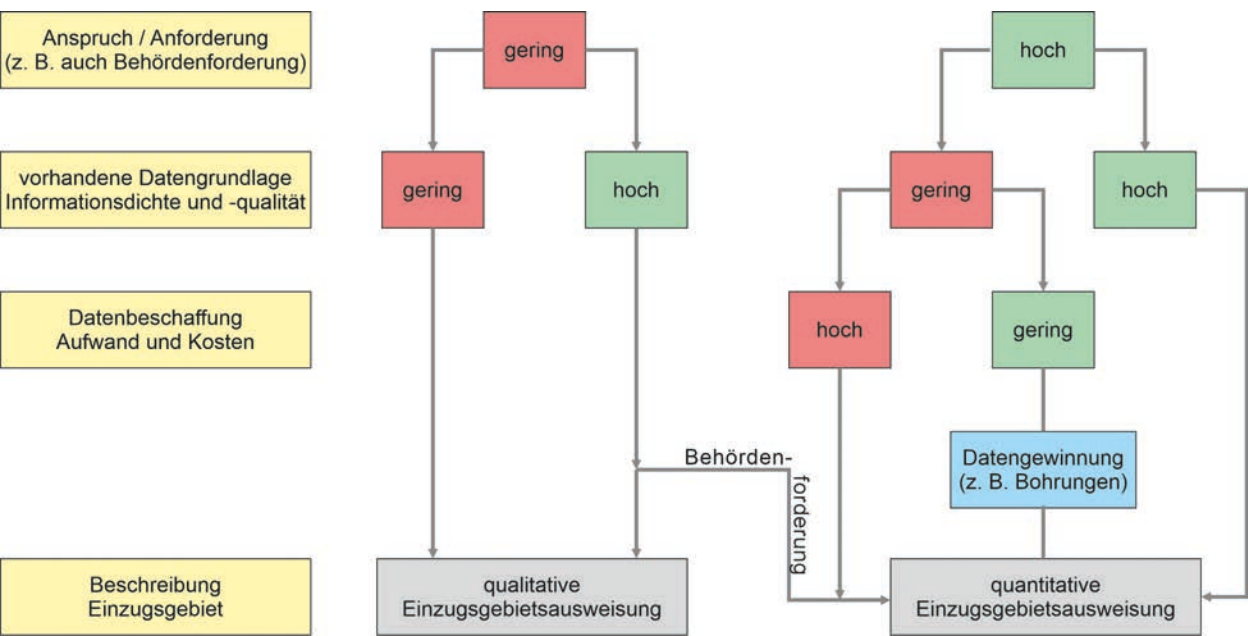


Abb. 4 Entscheidungsbaum zur Ableitung der Methode zur Einzugsgebietsausweisung

Eine Erweiterung der Datengrundlage mit Hilfe von Bohrungen ist kostenintensiv. Generell ist eine Datenerhebung über Bohrungen und Messstellen in einem oberflächennahen Lockersediment-Grundwasserleiter

einfacher und kostengünstiger umzusetzen als eine Datenerhebung in tiefer liegenden Festgesteinsgrundwasserleitern.

5.2 Monitoring

Ein langfristig ausgerichtetes Monitoring bildet die Grundlage für die Sicherung der Ressource. Neben der Überwachung des chemischen und mengenmäßigen Zustands des hydrogeologischen Systems und des Förderregimes wird die wichtige Datenbasis für künftige Genehmigungsverfahren geschaffen.

Die Basisdaten zur Überwachung des chemischen und mengenmäßigen Zustands werden an Brunnen und Messstellen (Beobachtungspunkten) gewonnen. Daten zur Erfassung des Förderregimes werden in den Entnahmestellen selbst oder im Betriebseingang erfasst.

Darüber hinaus wird die visuelle Kontrolle der Beobachtungsstellen, Brunnengebäude und technische Einrichtungen im Rahmen der ¼-jährlichen Probenahmen empfohlen.



5.2.1 Beobachtungspunkte

Die folgende Aufstellung stellt den minimalen Beobachtungsumfang an Grundwassermessstellen und Entnahmestellen zur Erfassung des chemischen und mengenmäßigen Zustands dar.

Bei der Erfassung des chemischen Zustands wird nur auf die Parameter eingegangen, die über die Mineralwasseranalytik gem. Min/TafelWV-Vorgaben hinausgeht.

Tab. 20 Minimaler Monitoringumfang an Beobachtungspunkten (Grundwassermessstellen und Entnahmestellen)

Kategorie	Ort	Parameter	Einheit	Intervall
Chemischer Zustand	Aktive Entnahmestelle	Leifähigkeit	µS/cm	0,5 h
		Temperatur	°C	0,5 h
		pH	-	0,5 h
		Hauptanionen und Kationen, zzgl. Eisen, Nitrat	mg/l	monatlich
	Grundwassermessstelle oder inaktive Entnahmestelle	Hauptanionen und Kationen, zzgl. Eisen, Nitrat	mg/l	¼ jährlich
Mengenmäßiger Zustand	Entnahmestelle	Wasserspiegel	m ü Sensor	stündlich bei Entnahme halbstündlich
	Grundwassermessstelle oder inaktive Entnahmestelle	Wasserspiegel	m ü Sensor	stündlich

5.2.2 Betriebsdatenerfassung

Die folgende Aufstellung stellt den minimalen Umfang zur Erfassung der Betriebsdaten dar. Die Erfassung der Förderraten und -mengen sollte an der Entnahmestelle

selbst erfolgen. Eine Erfassung am Betriebseingang ist jedoch auch möglich.

Tab. 21 Minimaler Monitoringumfang zur Betriebsdatenerfassung

Parameter	Einheit	Intervall
Förderrate (Durchflussrate)	m³/h oder m³/s	15 minütlich nach Beginn der Förderphase
Fördermenge (Durchflussmenge)	m³	15 minütlich nach Beginn der Förderphase

5.3 IST-SOLL-Vergleich und vorbeugende Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen

Die Qualität der durch das Monitoring erfassten Daten sollte regelmäßig überprüft werden. Die Grundlage hierzu bildet der Kenntnisstand der Stammdaten der Beobachtungspunkte. Neben den Lagedaten vervollständigen Ausbaudaten und technische Daten der Förder- und Messausrüstung das Datenensemble. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Stammdaten für Entnahme- und Beobachtungspunkte aufgeführt.

Tab. 22 Übersicht möglicher zu ermittelnder Stammdaten

Kategorie	Bezeichnung	Parameter	Einheit	Beschreibung
Lagedaten	Beobachtungspunkt	Lage im Raum	UTM	Nord- und Ostwert
	Geländeoberkante	Höhenlage in Normalhöhennull	m NHN	Nach Fertigstellung der Beobachtungsstelle und Anpassungen aufnehmen
	Schachtdeckel			
	Brunnenkopf			
	Bezugspunkt – Wasserspiegelmessung			
Ausbau	Tiefe	Höhenlage		
	Durchmesser	Durchmesser		
	Errichtung	Baujahr		
	Verrohrung	Länge und Tiefenlagen	m NHN	Vollrohr, Filterrohr, Sumpfrohr, Sperrrohr
		Material		
Messausrüstung	Drucksonde	Einbautiefe	m u BP	Meter unter Bezugspunkt
	Drucksonde	Druckbereich	bar	Schwankungsbereich und Absenkung sind bei Konfiguration zu berücksichtigen
		Serien-Nr.	-	
		Kabellänge	-	
		Einbaudatum	-	
	Durchflussmessung	Typ	-	
		Serien-Nr.	-	
		Einbaudatum	-	
	Leitfähigkeitsmessung	Einbautiefe	m u BP	bei Sonden
		Typ	-	
		Serien-Nr.	-	
		Einbaudatum	-	
	Temperaturmessung	Einbautiefe	m u BP	bei Sonden
		Typ	-	
		Serien-Nr.	-	
		Einbaudatum	-	

Kategorie	Bezeichnung	Parameter	Einheit	Beschreibung
Messausrüstung	pH-Messung	Einbautiefe	m u BP	bei Sonden
		Typ	-	
		Serien-Nr.	-	
		Einbaudatum	-	
Fördereinrichtung	Pumpe	Einbautiefe	-	
		Material	-	
		Typ	-	
		Serien-Nr.	-	
		Einbaudatum	-	
		Förderhöhe	m	
		Förderleistung	m³/h	
	Steigleitung	Länge	m	Gesamtlänge und Einzellängen. Nennung des Gewindetyps
		Material	-	
		Verbinder	-	
		Einbaudatum	-	

Die in **Tab. 22** aufgeführten Daten sind aktuell zu halten. Liegen diese Daten nur lückenhaft vor, oder ist der Datenbestand veraltet, empfiehlt sich eine IST-Zustandserfassung. Im Rahmen der IST-Zustandserfassung sind fehlende Daten zu ermitteln und vorhandene zu verifizieren.

Für die Messausrüstung empfiehlt sich einen IST-SOLL-Vergleich durchzuführen. Die aufgenommenen physikochemischen Parameter (Temperatur, Leitfähigkeit, pH) der Betriebsdatenerfassung werden durch Stichtagsmessungen mit Handgeräten verifiziert.

Zur Einstellung und Verifizierung der Wasserspiegelerfassung wird eine 3-Punkt-Kalibrierung der verbauten Drucksonden empfohlen. Auf diese Weise kann die Funktionsfähigkeit der Drucksonden geprüft werden, um eine fehlerfreie Druckaufzeichnung zu gewährleisten.

Folgende Schritte zur Validierung der Drucksonden sind notwendig:

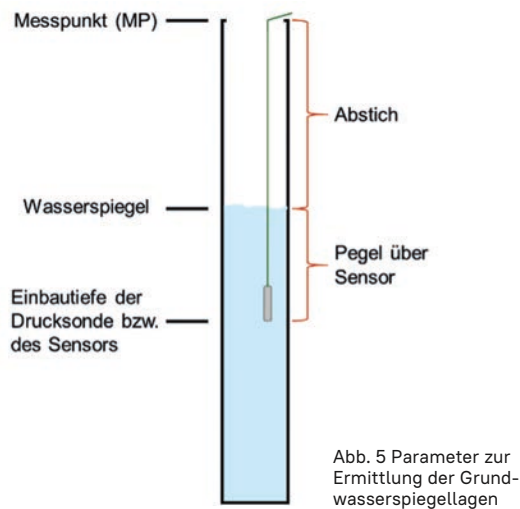
1. Lotung des Wasserspiegels,
2. Überprüfung des Messwerts der Drucksonde,
3. Ziehen der Drucksonde um einen definierten Betrag,
4. Lotung des Wasserspiegels,
5. Überprüfung des Messwerts der Drucksonde,

6. Ablassen der Drucksonde auf die Ursprungsposition,
7. Lotung des Wasserspiegels,
8. Überprüfung der Messwerte der Drucksonde
9. Abgleich des Wertes mit der Betriebsdatenerfassung (bei Sonden, die über die Betriebsdatenerfassung aufgezeichnet werden)

Während der Validierungsmessungen bei Brunnen muss ein konstantes Förderregime herrschen, um Wasserspiegelschwankungen zu vermeiden.

Eine Erfassung des Wasserspiegels in Pegel über Sensor (Wassersäule über dem Drucksensor) wird empfohlen. Alle unmittelbar durch in der Software der Sonden berechneten Werte wie Abstich sollten nicht verwendet werden. Mit einer Lichtlotmessung zur Bestimmung des Abstichs in m u. MP (z.B. Bezugspunkt – Wasserspiegelmessung) kann mit dem Wert des Pegels über Sensor die Einbautiefe der Drucksonde ermittelt werden. Daraus kann wie im Folgenden dargestellt der Wasserspiegel in m NN berechnet werden (**Abb. 6**).

1. $\text{Abstich} + \text{Pegel über Sensor} = \text{Einbautiefe der Drucksonde unterhalb eines festgelegten Bezugspunktes [m u MP] (fester Wert)}$
2. Berechnung der Einbautiefe der Sonde [m NHN] unter Einbeziehung des MP (Bezugspunkt – Wasserspiegelmessung)
3. $\text{Wasserspiegel [m NHN]} = \text{Einbautiefe der Sonde [m NHN]} + \text{Pegel über Sensor [m NN]}$



Zur Bewertung der nicht sichtbaren Bereiche der Brunnen und Messtellen zum Zustand des Ausbaus, der Abdichtung hinter den Brunnenausbaurohren und der Ermittlung von Zuflusszonen lassen sich geophysikalische Untersuchungen nutzen. Dabei muss ein individuell auf den Ausbau des Brunnes abgestimmtes Untersuchungsprogramm abgeleitet werden. Es können folgende Verfahren zum Einsatz kommen:

- Flowmeter-Messung (Flow), hydraulische Bewertung des Zuflussverhaltens,
- Segmentierte-Gamma-Ray-Messung (GG),
- Gamma-Gamma-Dichte-Messung (GGD),
- Neutron-Neutron-Messung (NN),
- Induktions-Messung (IL),
- Fokussierte Induktions-Messung in den PVC-Rohren (FFEL) und
- Elektromagnetische Wandstärken-Messung in den Stahlrohren (EM).

Die visuelle Kontrolle der Ausbauperforierung oder von unverrohrten Bereichen bzgl. möglicher Schadstellen und Verkrustungen oder biologische Ablagerungen kann mittels fernsehtechnischer Untersuchung (TV-Befahrung) erfolgen.

5.4 Vorbeugende Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahme

Um Alterungsprozesse der Beobachtungspunkte frühzeitig zu erkennen, empfehlen sich regelmäßige Kontrollen,

um vorbeugende Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen ableiten zu können.

Folgende Kontrollen werden empfohlen:

- Tägliche Kontrolle der in der Betriebsdatenerfassung erfassten Onlinedaten (Förderraten, Wasserspiegellagen, physiko-chemische Parameter) auf plausible Messwerterfassung.
- ¼-jährliche visuelle Zustandskontrolle der Beobachtungs- und Entnahmestellen, der Abschlussbauwerke und technischen Einrichtungen.
- ¼-jährliche Kontrolle der nicht in der Betriebsdatenerfassung aufgezeichneten Wasserspiegelmessungen.
- ¼-jährlicher Werteabgleich der physiko-chemischen Parameter der Betriebserfassung mit den Handmessungen der im Rahmen der Grundwasserprobenahme erfassten Werte.
- ¼-jährliche Datenauslesung von Beobachtungspunkten, die nicht an die Betriebsdatenerfassung angeschlossen sind und nicht mit Fernübertragungsmodulen ausgestattet sind.
- Jährliche Lichtlotmessungen zur Validierung der Wasserspiegelmessungen.
- Erstellung von Jahresberichten zur Bewertung des chemischen und mengenmäßigen Zustands sowie zur Darstellung von durchgeführten Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten und der Ergebnisse der visuellen Kontrollen.
- TV-Befahrung und geophysikalische Messungen alle 5 bis 10 Jahre in Abhängigkeit der Ergebnisse der IST-Zustandskontrolle.

Aus den Ergebnissen der Kontrollen lassen sich bedarfsgerecht vorbeugende Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen, wie z.B. Brunnenregenerierungen,

Pumpentausch, Sondentausch u.a. ableiten und in den Betriebsablauf einplanen.

5.5 Stakeholdermanagementmaßnahme

Um Konflikte bei zukünftigen Antragsprozessen und Neuerschließungen frühzeitig entgegenzuwirken, empfiehlt sich ein Stakeholdermanagement. Auch hier muss dieses bedarfsgerecht und auf die Anforderungen der Gewinnungsbetriebe aufgebaut werden.

Generell ist eine frühzeitige Einbindung der Fach- und Genehmigungsbehörden, TÖB und auch der Bevölkerung notwendig, um Konflikte frühzeitig zu erkennen und mittels geeigneter Kommunikations- und Informationspolitik deeskalierend gegensteuern zu können.

5.6 Risikomanagement

Wie in Kapitel 4.4 erläutert, wird die Aktualisierung der Risikobewertung **mind. alle drei Jahre**, oder bei Kenntnis neuer signifikanter Gefährdungsträger empfohlen. Eine Kontrolle auf signifikante Veränderungen der Gefährdungsträgersituation im Einzugsgebiet empfehlen wir jährlich im Rahmen einer Geländebegehung (z.B. während der Brunneninspektion).

Alle aus den in den Kapiteln 5.1 bis 5.5 abgeleiteten Erkenntnisse können im Rahmen des Risikomanagements gebündelt dargestellt und bewertet werden. Aus diesem Grund wird die Erstellung eines Gefährdungsträgerinventars empfohlen.

Zur gesamtheitlichen Erfassung der Daten und Untersuchungsergebnisse wird der Aufbau einer Datenbank empfohlen, in der die in diesem Leitfaden genannten wichtigen Informationen gebündelt abgelegt werden können. Die Datenbank ist so aufzubauen, dass die Informationen mit Raumbezug im GIS wie (Q-GIS oder Arc-GIS) dargestellt und verarbeitet werden können. Dies ermöglicht zum einen die kontinuierliche Erfassung und zum anderen eine zielgerichtete Auswertung der zur Sicherung der Ressource erhobenen Daten für vielfältige Fragestellungen (Antragswesen, Instandhaltung/Regenerierung, Risikobewertung, u.v.m.).





6. Fazit.

Dieser Leitfaden macht deutlich: Eine fundierte Datengrundlage ist der Schlüssel zur langfristigen Sicherung der Mineralwasser-ressource.

Der Leitfaden zeigt praxisnah, wie eine solche Grundlage geschaffen werden kann – mit konkreten Handlungsempfehlungen und anschaulichen Beispielen, etwa zur Ausweisung von Einzugsgebieten.

In Zukunft wird für Genehmigungsprozesse eine verlässliche Datengrundlage, ergänzt durch ein operatives Monitoring des chemischen und mengenmäßigen Zustands, unverzichtbar. Gemeinsam mit einem aktiven Stakeholdermanagement – etwa durch frühzeitige Einbindung von Verwaltung und Öffentlichkeit – entsteht so ein stabiles Fundament für Planungssicherheit und öffentliche Akzeptanz.

Auch die Betriebssicherheit lässt sich gezielt erhöhen: Regelmäßige Kontrollen des technischen Zustands von Anlagen und Brunnen, kombiniert mit einem systematischen Risikomanagement, helfen dabei, Ausfälle zu vermeiden, potenzielle Gefahren zu minimieren und die Versorgung dauerhaft zu sichern.

Wichtig ist dabei immer: Maßnahmen müssen wirtschaftlich sinnvoll bleiben. Die Verhältnismäßigkeit von Kosten und Nutzen sollte konsequent bewertet werden – auch bei externen Anforderungen oder Forderungen Dritter.

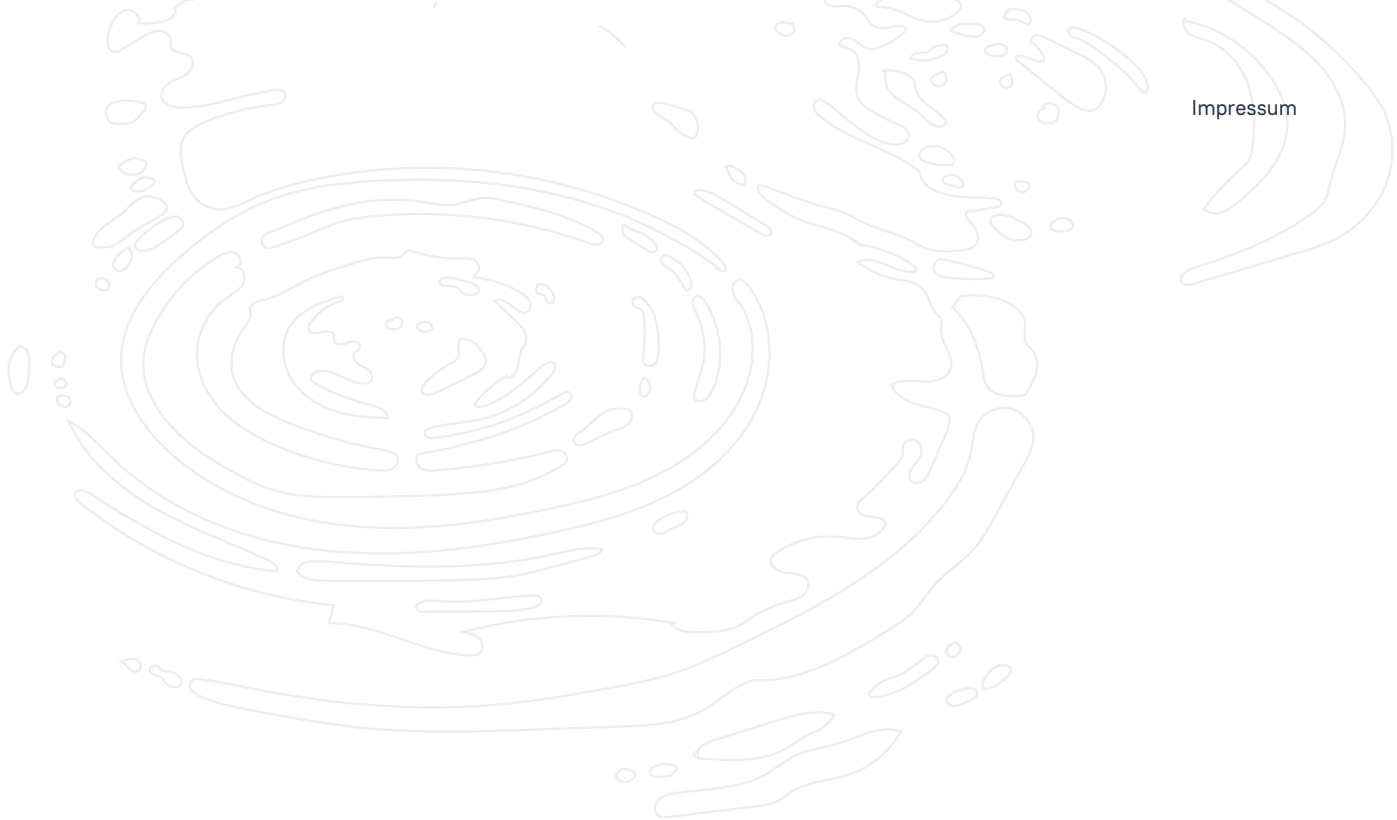
Gerade im Hinblick auf den Klimawandel gewinnen die in diesem Leitfaden beschriebenen Maßnahmen weiter an Bedeutung. Sie werden zunehmend zur Voraussetzung, um künftigen Anforderungen von Behörden gerecht zu werden und die Ressource nachhaltig zu bewirtschaften. Ein an den Klimawandel angepasstes Wassermanagement – mit einem funktionierenden, kontinuierlichen und aussagekräftigen Messprogramm – ist daher kein Zukunftsprojekt, sondern ein Gebot der Stunde. Nur so lässt sich die Bewirtschaftung unserer Wasserressourcen vorausschauend, resilient und dauerhaft sichern.



Definition von Begrifflichkeiten

Absenkbereich	Bereich der durch die Grundwasserentnahme direkt beeinflusst wird (Grundwasserabsenkung)
Ausgangsrisiko	Das Ausgangsrisiko beschreibt potentielle Gefahren und Risiken, die vor der Umsetzung von Maßnahmen zur Risikominderung vorhanden sind.
Einzugsgebiet	Bereich der Ressource aus dem das Wasser der Entnahmestelle zufließt
Eintrittswahrscheinlichkeit	Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Ereignisses bzw. Erfassung der Ereignishäufigkeit mit dem gleichen Zeitbezug (z. B. Häufigkeit pro Jahr)
Gefährdung	Mögliche Beeinträchtigungen im Untersuchungsraum, wie z. B. Versickerung von Kraftstoffen an einer Tankstelle.

Gefährdungsanalyse	Erfassung der Gefährdungsträger, deren Gefährdung inkl. der möglichen Schadensausmaße.
Gefährdungseignis	Auslöser, der zum Eintreten einer Gefährdung führt, z. B. Verkehrsunfall mit Kraftstoffverlust.
Gefährdungsträger	Anlage, Situationen oder Veranstaltungen, von denen potentiell eine Gefährdung ausgehen kann, z. B. Festival auf unbefestigter Fläche.
Gefährdungsträgerinventar	Zusammenfassende Darstellung aller Gefährdungsträger im Untersuchungsraum.
Neubildungsgebiet	Gebiet der Ressource, in dem Niederschlag zur Grundwasserspeisung führt.
Ressource	Hydrogeologisches System, das zur Mineralwassergewinnung genutzt wird.
Risiko	Kombination aus Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit.
Risikoanalyse	Bewertung der Gefährdung unter Berücksichtigung des Schadensausmaß in Kombination mit der Eintrittswahrscheinlichkeit.
Risikobewertung	Verfahren zur Risikoeinschätzung der analysierten Risiken.
Risikominimierung	Handlungen/Maßnahmen zur Verringerung der Gefährdung der Ressource.
Schutzschicht	Geologische Einheit (Grundwasserhemmer), die den Mineralwasserleiter vor dem Zufließen von Oberflächennahen Grundwasser schützt.
Transitgebiet	Bereich des Grundwasserleiters in dem keine Grundwasserneubildung durch Niederschlag stattfindet
Vulnerabilität	Gefährdung/Anfälligkeit des Grundwassers gegenüber Verschmutzung



Kontakt & Ansprechpartner.

Nicole Müller
Leiterin Technik und Nachhaltigkeit
E-Mail nicole.mueller@vdm-bonn.de
Tel. 0228 95990-14

Impressum.

Herausgeber:
Verband Deutscher
Mineralbrunnen e. V.
Kennedyallee 28
53175 Bonn

1. Auflage Juni 2025

Gestaltung:
nach morgen
Studio für digitale Produkt und Markenentwicklung
www.nachmorgen.de

Fotonachweis:
Titelbild: Umut Sarıalan/pexels
Seite 6: Linus Mimietz/Unsplash
Seite 7: SY - stock.adobe.com
Seite 8: Janice Fjerstad/Unsplash
Seite 12: HPC AG
Seite 13: HPC AG; ArpPSIqee - stock.adobe.com
Seite 22: HPC AG
Seite 25: Logo dina - stock.adobe.com
Seite 26: HPC AG
Seite 31: Justin Morgan/Unsplash
Seite 32: Maria Oswald/Unsplash
Seite 33: Beau Carpenter/Unsplash

Verband Deutscher
Mineralbrunnen e. V.

Kennedyallee 28
53175 Bonn

Tel. 0228 959900
Fax 0228 373453

E-Mail info@vdm-bonn.de
Web vdm-bonn.de

VDM

Verband Deutscher Mineralbrunnen e.V.