

Anreicherungsbecken zur Uferfiltrat-  
versickerung mit Verdüsung



Quelle: TZW

# Risikomanagement für ein Kölner Wasserwerk

Für ein Wasserwerk der RheinEnergie AG in Köln wurde im Rahmen des hier vorgestellten Projekts ein Risikomanagementsystem nach **DVGW-Hinweis W 1001** aufgebaut. Dabei wurden die Prozessschritte **Ressourcenschutz, Gewinnung und Aufbereitung** betrachtet.

von: Friederike Brauer, Detlef Bethmann (DVGW-Technologiezentrum Wasser – TZW), Martin Kaupe & Stefan Schiffmann (RheinEnergie AG)

Der DVGW-Hinweis W 1001 mit dem Titel „Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Risikomanagement im Normalbetrieb“ [1] beschreibt eine Vorgehensweise zum Aufbau eines prozessorientierten und risikobasierten Managementsystems. Seit März 2015 ergänzt das Beiblatt 2 den Hinweis und konkretisiert die Vorgehensweise für Einzugsgebiete von Grundwasserfassungen [2]. Die Entwicklung und Umsetzung eines Water Safety Plans (WSP) und damit eines risikobasierten Qualitätsmanagementsystems wurde Wasserversorgern erstmals in der dritten Auflage der Trinkwasserleitlinien der WHO [3] empfohlen, die

im Jahr 2004 erschien. Im Dezember 2013 wurde das Thema mit DIN EN 15975-2 [4] zudem in die Reihe der DIN-Normen aufgenommen.

Die RheinEnergie AG Köln als einer der größten deutschen Wasserversorger mit einer jährlichen Trinkwasserabgabe von mehr als 80 Mio. m<sup>3</sup> befasst sich bereits seit 2010 intensiv mit dem Thema Risikomanagement. Anhand eines ersten Kölner Wasserwerks wurde bis 2013 eine Systematik zur Durchführung des DVGW-Hinweises W 1001 für das Versorgungssystem vom Einzugsgebiet über die Ge-

winnung bis hin zur Aufbereitung erarbeitet, die in [5] beschrieben ist. Im Fokus stand hierbei der Grundsatz, eine Vorgehensweise zu wählen, die nach Umfang und Detaillierungsgrad der Betrachtungen unter den Aspekten der Realisierbarkeit und Praxistauglichkeit auch bei komplexeren Einzugsgebieten oder Aufbereitungstechniken angewendet und dazu gegebenenfalls leicht modifiziert werden kann. Diese Methodik wurde nun auf ein weiteres Kölner Wasserwerk angewendet und dazu aufgrund unterschiedlicher Voraussetzungen geringfügig modifiziert. Auf eine erneute detaillierte Beschreibung der Grundlagen dieser Vorgehensweise wird hier verzichtet.

## Methodik

Für die Anwendung der entwickelten Methodik auf das neu zu betrachtende Wasserwerk wurde in bewährter Weise wieder ein Projektteam gebildet, bestehend aus Mitarbeitern der Hauptabteilung Wasser der RheinEnergie AG und dem TZW.

Nach DVGW-Hinweis W 1001 umfasst der Risikomanagement-Prozess zunächst die Systembeschreibung, die Gefährdungsanalyse und die Risikoabschätzung. Ziel ist eine Priorisierung, um für relevante Risiken geeignete und überwachte Maßnahmen zur Risikobeherrschung ergreifen zu können. Durch geeignete Erfahrungen im Praxisbetrieb kann die Versorgungssicherheit verifiziert werden. Im Rahmen einer periodischen oder anlassbezogenen Revision ist das Verfahren regelmäßig zu wiederholen.

Die im vorgestellten Projekt angewendete Methodik zur Umsetzung des DVGW-Hinweises W 1001 wurde am TZW entwickelt. Die Methode basiert grundsätzlich auf einer zweistufigen qualitativen Bewertung von Ausgangsrisiko und Restrisiko [6]. Die Bewertungsgrößen und Ergebnisse werden dabei jeweils durch fünf ordinal skalierte Klassen von „sehr gering“ bis „sehr hoch“ ausgedrückt, und über Ma-

trizen kombiniert. Die verbale Umschreibung der Klassen ist in **Tabelle 1** wiedergegeben.

Bei der Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit wurde berücksichtigt, dass in den verschiedenen betrachteten Teilprozessen der Wasserversorgung unterschiedliche Zeitskalen zur Anwendung kommen. In der Wasseraufbereitung ist ein technischer Zwischenfall pro Jahr als selten und damit „unwahrscheinlich“ einzustufen, während im Einzugsgebiet der jährliche Nitrat- austrag mit dem Sickerwasser mit einer „an Sicherheit grenzenden Wahr-

scheinlichkeit“ eintritt [6]. Bei der Bewertung des Schadensausmaßes im Einzugsgebiet liegt das Augenmerk auf der Wasserbeschaffenheit, während für Gewinnung und Aufbereitung zusätzlich quantitative Aspekte der Versorgungssicherheit (Druck und Menge) einbezogen wurden. Auch die Ermittlung des Restrisikos unterscheidet sich für die verschiedenen Teilprozesse: Bei Betrachtung des Einzugsgebietes ergibt sich das Rohwasserrisiko (also das verbleibende Risiko für das Rohwasser) aus dem Ausgangsrisiko in der Fläche und den Eigenschaften von Grundwasserüberdeckung und genutztem Grund-

**Tabelle 1: Klassifizierung von Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit sowie Erläuterung und Interpretation der Risikoklassen**

### Schadensausmaß

sehr gering	keine beobachtbaren negativen Auswirkungen auf die Wasserqualität
gering	nur unbedeutende/geringfügige Auswirkungen auf die sensorische Wasserqualität
mittel	minder schwere Konzentrationsanstiege (nicht gesundheitsrelevant), ggf. vorübergehende oder zeitlich sehr begrenzte Auswirkungen auf die sensorische Wasserqualität
hoch	Grenzwertüberschreitung in der betrachteten Wassermatrix, aber ohne akute Gesundheitsgefährdung (Gewinnung/Aufbereitung: ggf. länger andauernde Beeinträchtigung der Versorgungssicherheit)
sehr hoch	deutliche Überschreitung der Grenzwerte, ggf. mit akuter oder langfristiger Beeinträchtigung der Gesundheit (Gewinnung/Aufbereitung: Versorgungssicherheit deutlich eingeschränkt bzw. nicht mehr gegeben)

### Eintrittswahrscheinlichkeit

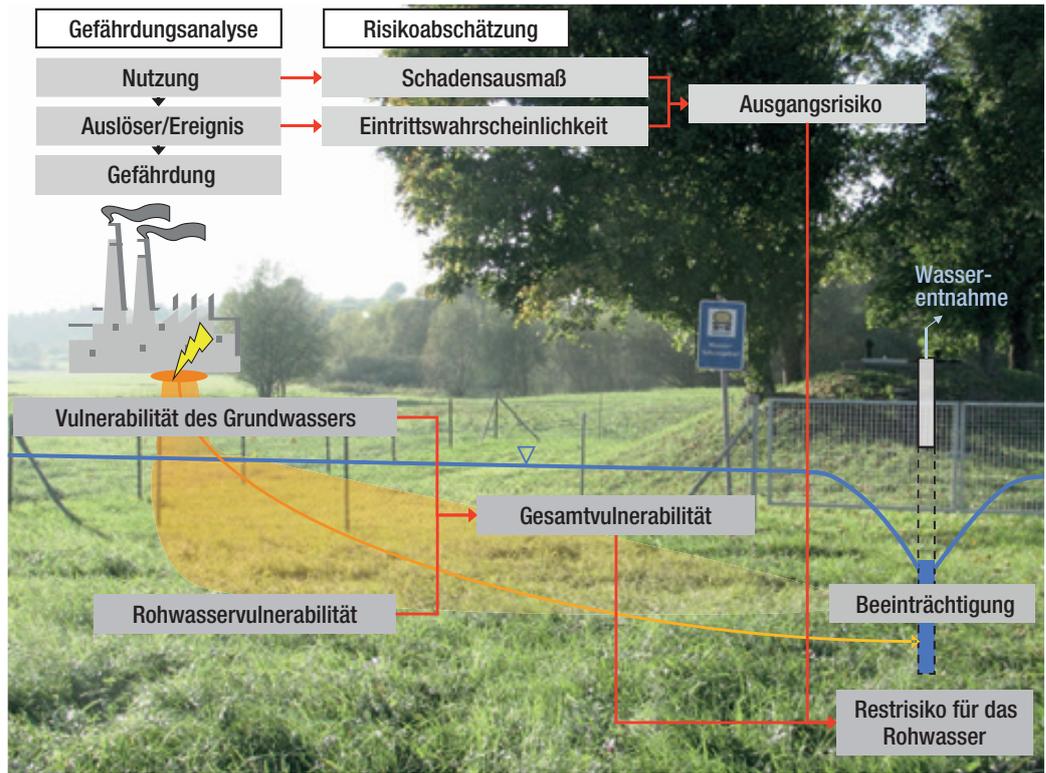
sehr gering	tritt praktisch nicht ein, nahezu ausgeschlossen
gering	unwahrscheinlich, seltene Einzelfälle
mittel	unregelmäßige Einzelfälle, wiederkehrend
hoch	ziemlich wahrscheinlich, keine Einzelfälle mehr
sehr hoch	nahezu sicher, regelmäßig wiederkehrend oder dauerhaft vorhanden

### Risiko

sehr gering	<b>keine besondere Aufmerksamkeit erforderlich:</b> Behandlung im Routinebetrieb, Dokumentation und Berücksichtigung in künftigen Bewertungen
gering	<b>gegenwärtig kein Handlungsbedarf:</b> Lösung im Routinebetrieb und Berücksichtigung bei zukünftigen Veränderungen der Trinkwasserversorgung oder bei Revision
mittel	<b>künftig Aufmerksamkeit erforderlich, Handlungsbedarf prüfen:</b> ggf. Wissenslücken schließen, evtl. Neubewertung bzw. mittelfristige Maßnahmen/Monitoring prüfen
hoch	<b>zeitnah Aufmerksamkeit erforderlich, Handlungsbedarf:</b> Wissenslücken schließen, ggf. Neubewertung oder Maßnahmen erforderlich, Überwachung vorhandener Maßnahmen wichtig
sehr hoch	<b>umgehend Aufmerksamkeit erforderlich, sofortiger Handlungsbedarf:</b> Wissenslücken schließen, ggf. Neubewertung oder dringende Maßnahmen erforderlich, Überwachung vorhandener Maßnahmen sehr wichtig

Quelle: TZW

Abb. 1: Methodischer Ansatz zur Risikoabschätzung im Prozessschritt Ressourcenschutz



Quelle: TZW, mach [7]

wasserleiter (Abb. 1). Bei der Gewinnung und Aufbereitung beeinflussen hingegen bereits etablierte oder durchgeführte Maßnahmen das Ausgangsrisiko und führen in der Regel zu einem geringeren Restrisiko für das Trinkwasser.

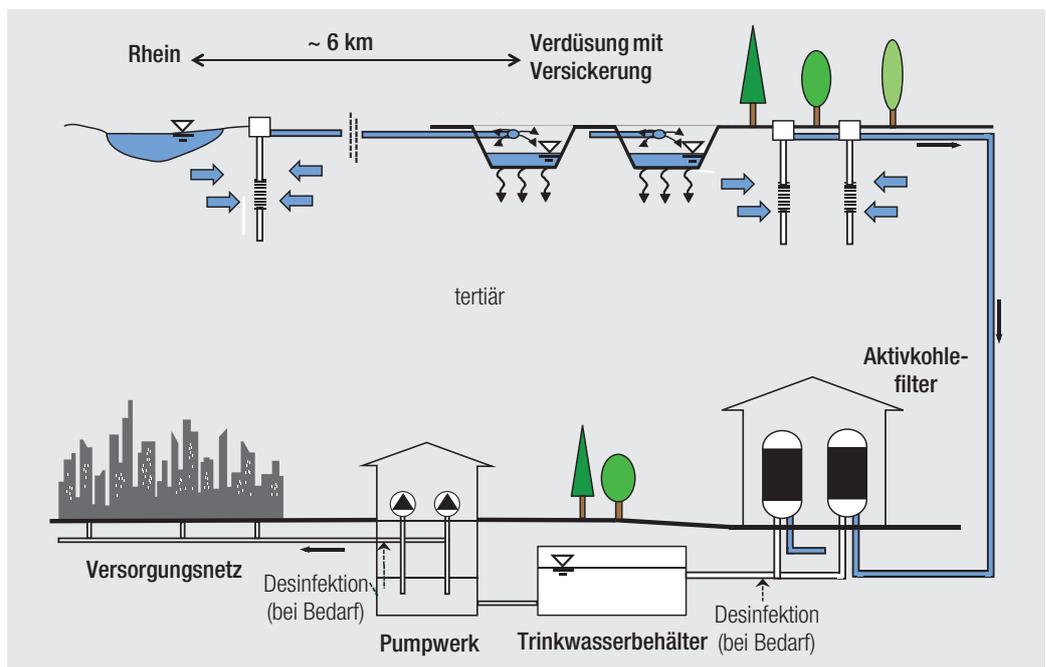
Aus wasserrechtlichen Gründen wird über eine weitere Brunnengalerie am Rhein zusätzlich Uferfiltrat entnommen und dem Grundwasser im Anstrom, ca. 1 km vor den Trinkwasserförderbrunnen, über Anreicherungsbecken wieder zugeführt.

### Beschreibung des Versorgungssystems

Das betrachtete Wasserwerk der RheinEnergie kann mit seinen 29 Vertikalfilterbrunnen jährlich bis zu 31 Mio. m<sup>3</sup> Wasser fördern (Abb. 2).

Das Wasserschutzgebiet (WSG) umfasst eine Fläche von ca. 12.000 Hektar. Das Wasserwerk selbst liegt in einem kleinen Waldstück, das WSG wird in weiten Teilen jedoch landwirt-

Abb. 2: Vereinfachtes Prozess- und Aufbereitungsschema des betrachteten Wasserwerks der RheinEnergie



Quelle: TZW

schaftlich genutzt und umfasst auch Wohn- und Industriegebiete. Eine Güterbahnlinie kreuzt die Brunnengalerie. Am Rand von Schutzzone III A verläuft eine Autobahn, die bereichsweise in die Schutzzone II hinein entwässert. In der Schutzzone III A liegen weitere Autobahnabschnitte, Baggerseen sowie mehrere Kläranlagen, von denen eine in einen vollständig innerhalb des Schutzgebietes versickernden Bach einleitet.

Das genutzte Grundwasser entstammt pleistozänen Kiesen, Grob- und Mittelsanden unterschiedlich alter Rheinterrassen, die von unterschiedlich mächtigen Auenlehm- oder Lösslehmschichten bedeckt sind. Im WSG besteht ein Messstellennetz, an dem die RheinEnergie in einem abgestuften Turnus Grundwasserstandsmessungen durchführt und Proben zur Untersuchung der Grundwasserbeschaffenheit entnimmt.

Die Uferfiltratentnahme erfolgt über maximal vierzehn Brunnen am Rheinufer. Von dort wird das Wasser durch eine Sammelleitung über rund 6 km zu insgesamt sechs Anreicherungsbecken transportiert. Vor der Infiltration wird das Wasser verdüst, um es mit Sauerstoff anzureichern und den CO<sub>2</sub>-Gehalt zu verringern.

Das über die 29 Vertikalbrunnen geförderte Grundwasser wird über eine aus zwölf Filterkesseln bestehende Aktivkohle-Filteranlage geführt. Sowohl der Aktivkohle-Filteranlage wie auch den Druckpumpen, die das Wasser ins Versorgungsnetz fördern, sind Desinfektionseinrichtungen nachgeschaltet, die bei Bedarf in Betrieb genommen werden können. Eine dauernde Desinfektion des Kölner Trinkwassers ist seit nunmehr 20 Jahren nicht mehr erforderlich. Das Wasserwerk sowie die Brunnenreihe sind gemeinsam weiträumig umzäunt. Die Unterflurbrunnenstuben sind gegen unbefugten Zutritt durch abschließbare Schachtdeckel gesichert. Darüber hinaus ist der Zugang durch Deckelkontakte alarmüberwacht. Auch die Anreicherungsbecken sind weiträumig umzäunt. Für Notfälle ist ein Notstromaggregat mit 10.000 Liter Diesel-Reserve vorhanden, sodass der Betrieb bei Stromausfall 30 Stunden lang ohne Treibstoffnachlieferung aufrechterhalten werden kann.

## Ressourcenschutz

Bei der Risikoabschätzung für das Rohwasser (**Abb. 1**) werden folgende Faktoren berücksichtigt:

- das Ausgangsrisiko, das sich aus dem Schadensausmaß der Gefährdungen und der Eintrittswahrscheinlichkeit für deren Auslöser im Einzugsgebiet ableiten lässt,
- die Grundwasservulnerabilität, die aus der Verringerung des Ausgangsrisikos bei der Passage des Sickerwassers durch die ungesättigte Zone bis zum Erreichen des Grundwassers abgeleitet wird, und
- die Rohwasservulnerabilität, die die Risikominderung durch den Transfer des Grundwassers im Grundwasserleiter zum Ort der Rohwassergewinnung (hier: Brunnengalerie) be-

schreibt. Eine Verringerung der Beeinträchtigung ist hierbei durch Sorption, Verdünnung, Abbauprozesse etc. insbesondere in Abhängigkeit von der Verweilzeit des Grundwassers möglich.

Die Eingangsinformationen werden miteinander kombiniert und führen zum Rohwasserrisiko.

## Gefährdungsanalyse

Eine wesentliche Grundlage für die Gefährdungsanalyse bildet der Datensatz des ATKIS-Basis-DLM: Über das ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) der Landesvermessungsämter und des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie liegen aus dem Basis-DLM (Digitales Landschaftsmodell) grundlegende Informationen zur Flächennutzung digital als GIS-nutzbare Geodaten in einer deutschlandweit einheitlichen Struktur objektbasiert vor.

Andere wichtige Daten, etwa zu Altlasten, Verkehr und Siedlungsentwässerung, wurden bei den betroffenen Kreisen bzw. Gemeinden angefragt. Weitere Informationen für die Gefährdungsanalyse ergaben sich aus gemeinsamen Besprechungen und Ortsbegehungen durch das Projektteam sowie aus der Auswertung der umfangreichen Analysendaten zur Grund- und Rohwasserbeschaffenheit. ▶

**Esders** 



# Klein aber fein!

## Motorprüfpumpe MPP 11

- Digitale Druck-Sollwert-Vorgabe von 1 – 25 bar
- Elektronisch geregelte Pumpenleistung
- Kompakte Maße ermöglichen ein Höchstmaß an Mobilität (44 cm x 40 cm x 52 cm)



**Esders GmbH**

Hammer-Tannen-Str. 26-28 • 49740 Haselünne  
Telefon: 05961/95650 • Fax: 05961/956515

[info@esders.de](mailto:info@esders.de) • [www.esders.de](http://www.esders.de)

Die im Folgenden vorgestellten ausgewählten Ergebnisse beziehen sich exemplarisch auf Nutzungen aus dem ATKIS-Basis-DLM. Die Bewertung der weiteren, in diesem Artikel nicht näher beschriebenen Auslöser erfolgte analog.

### Ausgangsrisiko

Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit wurden qualitativ nach der fünfstufigen Skala aus **Tabelle 1** bewertet. Die Einstufungen erfolgten mithilfe eines Emissionsszenarios, das in einem so genannten Risikosteckbrief dokumentiert ist, der die zugrunde liegenden Annahmen sowie weitergehende Erläuterungen und die Begründung der Einstufung umfasst. **Tabelle 2** zeigt als Beispiel den Risikosteckbrief für Ackerland.

Wenn einem Objekt mehrere gefährdende Ereignisse zuzuordnen sind, für die sich voneinander abweichende Bewertungen für Schadensausmaß und/oder Eintrittswahrscheinlichkeit und damit das Ausgangsrisiko ergeben (z. B. Straßen: sowohl Risiken aus dem regulären Betrieb als auch aus Unfällen), so werden diese Auslöser im Risikosteckbrief separat beschrieben und bewertet. In die weitere Auswertung mittels GIS geht jeweils die Einstufung mit dem höheren, also bezogen auf die Versorgungssicherheit kritischeren Ausgangsrisiko ein.

In **Abbildung 3** ist das Ausgangsrisiko für ausgewählte Objekte im Wasserschutzgebiet kartographisch dargestellt. Ackerflächen, die einen großen Teil des Wasserschutzgebietes einnehmen, stellen – hauptsächlich auf-

grund der Nitratauswaschung – ein sehr hohes Ausgangsrisiko dar und sind rot dargestellt. Die orangefarbenen Flächen sind großteils Siedlungsflächen mit hohem Ausgangsrisiko. Wald- und Gehölzflächen haben ein geringes Ausgangsrisiko und sind in der Abbildung grün eingefärbt. Als linienhafte Strukturen erkennbar sind die Straßen, die je nach Verkehrsstärke ein mittleres oder hohes Ausgangsrisiko darstellen, sowie ein Fließgewässer mit sehr hohem Ausgangsrisiko, das als Vorfluter für eine Kläranlage dient.

### Vulnerabilität des Grundwassers

Die intrinsische Vulnerabilität, d. h. die systembedingte Verschmutzungsempfindlichkeit des Grundwassers, bestimmt maßgeblich mit, ob und inwieweit ein Transfer des Ausgangsrisikos von der Geländeoberfläche hin zur Grundwasseroberfläche stattfindet. Zur Bewertung wurde zunächst die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung mithilfe eines aus der PI-Methode [8] und der GLA-Methode [9] abgeleiteten Verfahrens bestimmt. Faktoren, die in die Bewertung der Grundwasservulnerabilität einfließen, sind neben Gesteinsart und Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung auch die nutzbare Feldkapazität des Bodens sowie die Grundwasserneubildungsrate. Zusätzlich wird berücksichtigt, dass ein Teil des Niederschlags im Einzugsgebiet des erwähnten versickernden Baches den Schutz durch die Deckschichten umgeht, indem er oberflächlich dem Gewässer zufließt und in einem Geländebereich mit sehr geringer Schutzfunktion vollständig in das Grundwasser versickert.

Als Ergebnis der GIS-basierten Vulnerabilitätskartierung konnte jeder Stelle des Einzugsgebiets ein Wert der Grundwasservulnerabilität zwischen 1 (sehr gering) und 5 (sehr hoch) zugewiesen werden. Im Nordosten des WSG ist die Grundwasservulnerabilität bei sandig-kiesigen Deckschichten mit geringmächtigen Lössauflagen

**Tabelle 2: Beispiel für einen Risikosteckbrief**

Risikosteckbrief: Landwirtschaft – Ackerland (GIS_ID 1)		
GIS_ID	GIS_ID 1	
Stand	07.05.2014	
<b>Gefährdungsanalyse</b>		
Versorgungsschritt/Ort	Ressourcenschutz	
Sektor/Klasse	Landwirtschaft	
gefährdendes Ereignis/Auslöser	verunreinigtes Sickerwasser	
Gefährdungsart(en)	mikrobiologisch, chemisch	
ATKIS-Objektarten	Ackerland	
Beispiele		
<b>Risikoabschätzung</b>		
Abschätzung des Schadensausmaßes:	hoch	
Ausgangsrisikos	Eintrittswahrscheinlichkeit:	sehr hoch
	Ausgangsrisiko:	sehr hoch
<p><b>Erläuterungen zur Abschätzung des Schadensausmaßes:</b> Annahme intensiver ackerbaulicher Nutzung mit Düngung, PSM-Einsatz und Bodenbearbeitung, sodass von Konzentrationen von über 50 mg/l Nitrat im Sickerwasser ausgegangen werden muss. Damit ist die Gefahr einer Grenzwertüberschreitung bei Nutzung eines aus derartigen Flächen neugebildeten Grundwassers prinzipiell gegeben. Aufgrund der Vegetationsruhe erfolgt über den Winter uneingeschränkte Sickerwasserbildung. Es wird angenommen, dass damit eine Auswaschung von Nitrat und PSM verbunden ist.</p> <p><b>Erläuterungen zur Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit:</b> In jedem Jahr liegen nach der Ernte <math>N_{\min}</math>-Restgehalte und ggf. PSM-Rückstände im Boden vor.</p>		

Quelle: TZW

und geringen Flurabständen mittel bis hoch. Nach Südwesten hin nehmen die Mächtigkeit der Lössauflage sowie der Flurabstand deutlich zu, sodass die Grundwasservulnerabilität in diesem Bereich nur noch sehr gering bis gering ist. Eine sehr hohe Grundwasservulnerabilität tritt im Bereich von Baggersen und im unmittelbaren Umfeld des versickernden Baches auf.

### Vulnerabilität des Rohwassers

Eine mögliche weitere Abschwächung des Risikos für das Rohwasser ergibt sich durch die Prozesse auf dem Pfad von der Grundwasseroberfläche zu den Brunnen. Dabei werden die Konzentrationen potenziell eingetragener Schadstoffe oder Krankheitserreger zum einen deutlich verdünnt, zum anderen können Adsorption, biologischer Abbau, Hydrolyse, Fällung etc. zu einer Verringerung chemischer, physikalischer und radiologischer Gefährdungen führen. Für mikrobiologische Gefährdungen spielen hierbei z. B. Filtration, Fällung/Flockung und Absterben eine Rolle. Das Verfahren zur Ermittlung der Vulnerabilität des Rohwassers ist an die Vorgehensweise angelehnt, die am TZW im Rahmen eines DVGW-F&E-Vorhabens entwickelt und mittlerweile im Beiblatt 2 zum DVGW-Hinweis W 1001 veröffentlicht wurde [2].

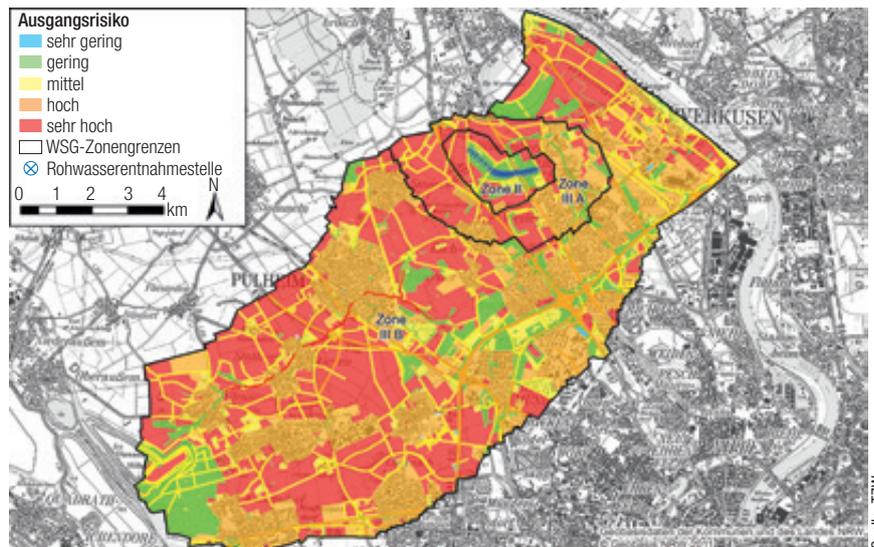


Abb. 3: Karte des Ausgangsrisikos für ausgewählte Auslöser

Die Rohwasservulnerabilität ergibt sich in Abhängigkeit von Wasserschutzgebietszone und Durchlässigkeit des genutzten Grundwasserleiters nach **Tabelle 3**. Die Rohwasservulnerabilität in den Zonen I und II wird demnach durchgängig als sehr hoch bzw. hoch eingestuft. Die Rohwasservulnerabilität in der Zone III hängt von der Durchlässigkeit des genutzten Grundwasserleiters ab. Im hier betrachteten Wassernetz wird Grundwasser aus Kiesen der Durchlässigkeitsklasse 2 gewonnen. Dementsprechend wurde die Rohwasservulnerabilität nach der **Tabelle 3** in Zone III A als hoch, in Zone III B als mittel eingestuft.

### Gesamtvulnerabilität

Die Gesamtvulnerabilität wird durch die Kombination der Vulnerabilitäten des Grundwassers und des Rohwassers abgeleitet und wiederum in fünf Klassen eingeteilt. Im betrachteten Wasserschutzgebiet ist die Gesamtvulnerabilität in der Zone III B überwiegend gering oder sehr gering. In den Zonen III A, II und I ist sie mittel bis hoch.

### Risiko für das Rohwasser

Das Risiko für das Rohwasser wird durch Verknüpfung von Ausgangsrisiko und der Gesamtvulnerabilität über

Tabelle 3: Rohwasservulnerabilität in Abhängigkeit von Gesteins-/Gebirgsdurchlässigkeit und Schutzzone									
Leitertyp		Gesteins-/Gebirgsdurchlässigkeit (Klassen nach HyG KA)							
		Grundwassergeringleiter			Grundwasserleiter				
kf-Wert (Grenzen) [m/s] bzw. T/H-Wert (Grenzen)		< 10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-9</sup> bis 10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-7</sup> bis 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> bis 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> bis 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> bis 10 <sup>-2</sup>	>10 <sup>-2</sup>	
Durchlässigkeitsklasse (Locker- bzw. Festgestein)		7/VII	6/VI	5/V	4/IV	3/III	2/II	1/I	
		äußerst gering	sehr gering	gering	mäßig	mittel	hoch	sehr hoch	
		1	2	3	4	5	6	7	
Schutzzone/Entfernung	III B/EZG außerhalb WSG	1	sehr gering	sehr gering	gering	gering	mittel	mittel	hoch
	III/III A	2	sehr gering	gering	gering	mittel	mittel	hoch	hoch
	II	4	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
	I	5	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch				

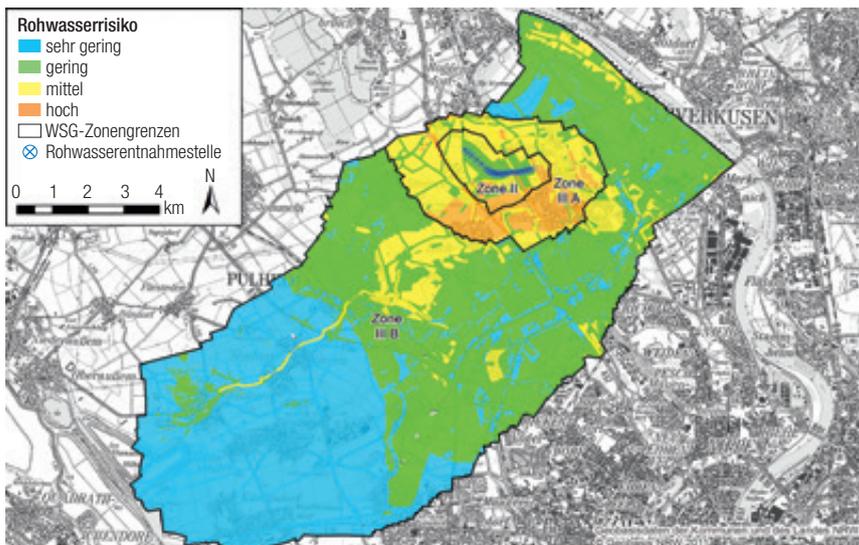


Abb. 4: Darstellung des Rohwasserrisikos für ausgewählte Auslöser

Quelle: TZW

eine Matrix ermittelt. Bei der Klassifizierung wurde darauf geachtet, dass das Rohwasserrisiko nicht in eine höhere Klasse fallen kann als das Ausgangsrisiko. In den meisten Fällen ergibt sich durch die schützende bzw. risikomindernde Wirkung der Passage durch die ungesättigte und die gesättigte Zone ein gegenüber dem jeweiligen Ausgangsrisiko deutlich geringeres Rohwasserrisiko. Lediglich im Fall einer sehr hohen Gesamtvulnerabilität ist das Rohwasserrisiko ebenso hoch wie das Ausgangsrisiko.

Abbildung 4 zeigt eine Karte des Rohwasserrisikos. In Zone III B überwiegen Flächen mit sehr geringem bis geringem Risiko für das Rohwasser. Aufgrund der hohen Vulnerabilität in den Zonen II und III A sowie dem (sehr) hohen Ausgangsrisiko u. a. von Ackerland und Siedlungen resultieren dort bereits große Flächen mit hohem Rohwasserrisiko. Sehr hohe Risiken für das Rohwasser treten im betrachteten Wasserschutzgebiet nicht auf.

Wie in Tabelle 1 dargelegt, ist ein hohes Rohwasserrisiko zunächst ein Hinweis darauf, dass Wissenslücken geschlossen werden müssen oder die Einstufung der Fläche überprüft werden sollte. So können der Bewertung beispielsweise in Ermangelung ausreichend detaillierter Kenntnisse vereinfachende „worst-case“-Annahmen für eine größere Anzahl vermeintlich gleichartiger Objekte zugrunde liegen, die im jeweiligen Risikosteckbrief nachvollziehbar dokumentiert sind. Ein sich zunächst als hoch ergebendes Rohwasserrisiko ermöglicht nun die zielgerichtete Klärung bei einzelnen Flächen oder Objekten aus die-

ser Gruppe. Dabei ist zu überprüfen, ob auf der betreffenden Fläche tatsächlich die im Risikosteckbrief dargelegte angenommene Nutzung stattfindet oder ob für diese Einzelflächen die Einstufung angepasst werden muss. Falls sich die Einstufung als hohes Rohwasserrisiko bestätigt, gilt es Maßnahmen zur Risikobeherrschung zu ergreifen.

### Gewinnung und Aufbereitung

Zur Bestandsaufnahme wurden die Gewinnungsanlagen sowie das Wasserwerk in Augenschein genommen. Anschließend wurden die übergebenen Unterlagen wie Arbeitsanweisungen bzw. Wartungspläne auf Vollständigkeit und Übereinstimmung mit den Forderungen des technischen Regelwerkes geprüft. Im Projektverlauf wurde zur Komplettierung der Systembeschreibung eine Verfahrensanleitung erstellt.

Zur Gefährdungsanalyse und Risikoabschätzung für die Prozesse Wassergewinnung und Wasseraufbereitung wurden zunächst alle möglichen Auslöser für Gefährdungen erfasst. Das Ausgangsrisiko lässt sich aus Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit ableiten. Die Klassifizierung des Schadensausmaßes und der Eintrittswahrscheinlichkeit erfolgte nach Tabelle 1. Bei der Beurteilung des Schadensausmaßes wurden zusätzlich zu den Kriterien der Wasserbeschaffenheit auch weitere Aspekte der Versorgungssicherheit (z. B. Menge und Druck) berücksichtigt.

Die Abschätzung des Ausgangsrisikos (Klassifizierung s. Tab. 1) fand unter der Annahme statt, dass noch keinerlei Maßnahmen zur Beherrschung oder Elimination der Risiken bei den Gewinnungsanlagen und im Wasserwerk vorgenommen wurden. Im zweiten Schritt wurden die bereits vorhandenen Maßnahmen betrachtet und auf fachgerechte Überwachung und Validierung geprüft. Abschließend wurde das bestehende Restrisiko für das Trinkwasser abgeschätzt.

Bei Abschätzung der Restrisiken stellt sich heraus, dass die umgesetzten Maßnahmen überwiegend die Eintrittswahrscheinlichkeit herabsetzen, nicht jedoch das potenzielle Schadensausmaß. Es sollte beachtet werden, dass – selbst bei einem durch Minimierung der Eintrittswahrscheinlichkeit bedingten geringen Restrisiko – Gefährdungen mit einem hohen Schadensausmaß einer besonderen Auf-

**Tabelle 4: Auszug aus der Übersichtsdokumentation, Teilprozess Wasseraufbereitung**

**Auszug aus der Übersichtsdokumentation**

Versionsnummer/-datum	v.3 / 29.07.2014
<b>Gefährdungsanalyse</b>	Gefährdungsanalyse
Versorgungsschritt/Ort	Wasseraufbereitung/Wasserwerk; Aktivkohlefiltration
gefährdendes Ereignis/ Auslöser	Erschöpfung der Adsorptionskapazität, Beeinträchtigung der Filtratqualität durch zu hohe Beladung der Aktivkohle; Durchbruch der Zielsubstanz
Art der Gefährdung(en)	chemisch
Quelle (Angaben Regelwerk)	DVGW-Arbeitsblatt W 239
<b>Risikoabschätzung</b>	
Abschätzung des Ausgangsrisikos	<b>Schadensausmaß: mittel</b> minder schwerer Konzentrationsanstieg der Zielsubstanz im Filtrat, tolerierbar, nicht gesundheitsrelevant <b>Eintrittswahrscheinlichkeit: gering</b> bei fachgerechtem Betrieb unwahrscheinlich, prinzipiell aber möglich, seltene Einzelfälle <b>Ausgangsrisiko: gering</b>
bestehende Maßnahmen zur Risikobeherrschung	Betriebskontrollen • Sollzustand: Zielsubstanz im Filtrat: < BG • Überwachung: Analyse des Filtrates • Häufigkeit: alle 2 Monate • Dokumentation: RELIS • grundsätzlicher Austausch der Aktivkohle nach 2 Jahren Laufzeit durch Reaktivat (Beladung ca. 150 m³/kg) • Korrekturen: früherer Austausch der Aktivkohle
Eignung und Wirksamkeit der Maßnahmen (Validierung)	Umsetzung gemäß Regelwerk DVGW-Arbeitsblatt W 239; Dokumentation: Verfahrensanweisung (VA) Wasserwerk
Abschätzung des Restrisikos	<b>Schadensausmaß: mittel</b> <b>Eintrittswahrscheinlichkeit: sehr gering</b> <b>Restrisiko: gering</b>
Weiterer Handlungsbedarf	(keiner)

Quelle: TZW

Insgesamt werden bei Gewinnung und Aufbereitung die prozessorientiert betrachteten Risiken durch bereits vorhandene Maßnahmen in allen Fällen auf ein geringes oder sehr geringes Maß reduziert, sodass derzeit keine weiteren Maßnahmen erforderlich sind. Im Hinblick auf den Objektschutz wurde im Wasserwerk ein Verbesserungspotenzial festgestellt. Die erforderlichen Mittel zur Erhöhung des Objektschutzes wurden unmittelbar während des Projektverlaufes in den Wirtschaftsplan eingestellt.

Die Werte für Ausgangs- und Restrisiko der einzelnen Gefährdungen sowie Stichworte zu Risikoabschätzung, Risikobeherrschung und Validierung der Maßnahmen wurden tabellarisch zusammengestellt. So kann schnell erkannt werden, bei welchen Prozessen das Schadensausmaß hoch ist und deshalb besonders auf die fachgerechte Umsetzung der Maßnahmen zur Risikobeherrschung geachtet werden muss. Ferner stellt diese Übersichtsdokumentation die ideale Grundlage bei der Revision dar. In **Tabelle 4** ist ein Auszug der Inhalte dieser Übersichtsdokumentation für einen ausgewählten möglichen Auslöser für Gefährdungen illustriert.

Die im Rahmen der Risikobeherrschung verfasste Verfahrensanweisung beschreibt die Prozessschritte Grundwasseranreicherung, Wassergewinnung und Wasseraufbereitung und legt den Überwachungsplan, nö-

merksamkeit bedürfen. Auch wenn aktuell kein Handlungsbedarf im Hinblick auf die Einführung neuer Maßnahmen besteht, behalten die prakti-

zierten Maßnahmen und deren fachgerechte Durchführung und Überwachung einen hohen Stellenwert im Routinebetrieb.



Die **SHT, Sanitär- und Heizungstechnik Ausgabe 5**, enthält Beiträge zu den Themen ISH-Rückblick, Badteilsanierung, Hallenheizung und Betriebsführung. Lesen Sie darüber hinaus u.a. mehr zu den Themen:

- **SPECIAL: Trinkwasser**  
Sachstand im Markt und neue Produkte
- **Legionellen**  
Den Feind aushungern . . .
- **Solarenergie**  
Geschickt planen lohnt

Weitere Nachrichten, Termine und Informationen unter [www.sht-online.de](http://www.sht-online.de).  
Kostenloses Probeheft unter [vertrieb@krammerag.de](mailto:vertrieb@krammerag.de)



tige Kontrollen, Inspektionen und Wartungen fest. Insgesamt wurden durch die Anwendung dieser Methodik gemeinsam Verbesserungen und Ergänzungen zur Risikobeherrschung erarbeitet. Gänzlich neue, bislang nicht erfasste Gefährdungen bzw. Risiken wurden nicht identifiziert.

### Zusammenfassung

Die für das Einzugsgebiet erarbeitete Methodik ist modular aufgebaut und daher erweiterbar auf andere Ausgangsnutzungen bzw. Einzugsgebietsgegebenheiten. Das Verfahren basiert im Wesentlichen auf meist beim Wasserwerksbetreiber vorhandenen sowie zusätzlich bei Behörden abgefragten Daten. Als Ergebnis des Verfahrens kann mit vertretbarem Aufwand eine Übersicht über die Risikosituation für das Rohwasser im Einzugsgebiet gewonnen werden. Weitergehende, detailliertere Informationen für das Risikomanagement müssen nur noch für die Teilflächen ermittelt werden, für die sich ein erhöhtes Rohwasserrisiko ergibt. Der Aufwand für vertiefte Recherchen lässt sich somit deutlich reduzieren. Auch die Pflege und Aktualisierung des Risikomanagements wird hierdurch stark erleichtert.

Die Methodenentwicklung sowie die Umsetzung erfolgten in intensiver Kooperation zwischen TZW und RheinEnergie AG in einem Projektteam. Es wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt und die erzielten Ergebnisse auf ihre Plausibilität aus Betreibersicht hin geprüft.

Die Ergebnisse der Risikoabschätzung für die Prozessschritte Ressourcenschutz, Gewinnung und Aufbereitung bestätigten umfänglich die betriebliche Praxis der RheinEnergie AG bei der Überwachung, den Kooperationen und dem Monitoring im WSG sowie bei der Rohwasseranalytik und im Wasserwerksbetrieb. Zudem geben sie Hinweise, in welchen Bereichen es notwendig ist, weitergehende Informationen einzuholen und eventuell zusätzliche Maßnahmen einzuleiten. Die gesamte

Vorgehensweise und die Ergebnisse wurden transparent dokumentiert und die erstellte Verfahrensanweisung kann in das bestehende Integrierte Managementsystem (IMS) der RheinEnergie AG eingebunden werden.

Nach der erfolgreichen Umsetzung des DVGW-Hinweises W 1001 für ein erstes Wasserwerk der RheinEnergie hat sich dieses Instrument nun auch für ein weiteres Wasserwerk als wirksam zur Erhöhung und Bestätigung der Versorgungssicherheit erwiesen. Aufgrund dieser positiven Erfahrungen soll das Risikomanagement schrittweise auch für die anderen von der RheinEnergie betriebenen Wasserwerke mit den zugehörigen Einzugsgebieten und Gewinnungsanlagen eingeführt werden.

### Danksagung

Die Autoren danken allen am Projektteam Beteiligten für die Unterstützung vor Ort, wertvolle Informationen, die konstruktive Mitarbeit und intensive Diskussion im Rahmen der Projektbearbeitung. Ein Dank gilt auch allen Auskunft gebenden Behörden und Stellen für die Bereitstellung von Daten, Karten und Informationen zum Einzugsgebiet. ■

#### Literatur:

[1] DVGW (2008): Technische Mitteilung Hinweis W 1001 – Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Risikomanagement im Normalbetrieb. wvbw Bonn.

[2] DVGW (2015): Technischer Hinweis – Merkblatt W 1001 – B2 (M). Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Risikomanagement im Normalbetrieb; Beiblatt 2: Risikomanagement für Einzugsgebiete von Grundwasserfassungen zur Trinkwassergewinnung. wvbw Bonn.

[3] WHO (2004): Guidelines for Drinking-Water Quality, Vol. 1: Recommendations. 3. Auflage. WHO Genf.

[4] Deutsches Institut für Normung e. V. (2013): DIN EN 15975-2: Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement – Teil 2: Risikomanagement; Deutsche Fassung EN 15975-2: 2013. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

[5] Sturm, S.; Kiefer, J.; Bethmann, D.; Brauer, F.; Kaup, M.; Schiffmann, S. (2014): Umsetzung des DVGW-Hinweises W 1001 in einem Wasserwerk der RheinEnergie, Köln. gwf-Wasser/Abwasser 155/3, S. 340–348.

[6] Schmoll, O.; Bethmann, D.; Sturm, S.; Schnabel, B.: Das Water-Safety-Plan-Konzept für kleine Wasserversorgungen in Deutschland: Ein Handbuch zur praktischen Umsetzung. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA) und DVGW-Technologiezentrum Wasser. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/das-water-safety-plan-konzept-fuer-kleine-wasserversorgungen>

[7] Sturm, S. (2013): Risikomanagement in Einzugsgebieten. Thüringer Wasser-Journal 14, S. 33–38.

[8] Goldscheider N., Klute M., Sturm S., Hötzl H. (2000): The PI method – a GIS-based approach to mapping groundwater vulnerability with special consideration of karst aquifers. Z. angew. Geol. 46 [3], S. 157–166.

[9] Hötling, B., Haertle, T., Hohberger, K.-H., Nachtigall, K., Villing, E., Weinzierl, W., Wrobel, J.-P. (1995): Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Heft 63, S. 5–24. Lausitzer Druck- und Verlagshaus GmbH Bautzen, Hannover.

### Die Autoren

**Dipl.-Geoökol. Friederike Brauer** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Grundwasser und Boden des TZW.

**Dipl.-Ing. Detlef Bethmann** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Technologie und Wirtschaftlichkeit des TZW.

**Dr. rer. nat. Martin Kaup** ist Leiter der Abteilung Zentrale Aufgaben Wasserwirtschaft bei der RheinEnergie AG (in Köln).

**Dipl.-Ing. Stefan Schiffmann** ist Leiter der Gruppe Wasserwirtschaft bei der RheinEnergie AG (in Köln).

#### Kontakt:

Friederike Brauer  
 DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW)  
 Karlsruher Str. 84  
 76139 Karlsruhe  
 Tel.: 0721 9678-286  
 E-Mail: [friederike.brauer@tzw.de](mailto:friederike.brauer@tzw.de)  
 Internet: [www.tzw.de](http://www.tzw.de)