

Risikomanagement im Ressourcenschutz

Die Methodik des DVGW-Hinweises W 1001 zur Sicherheit in der Trinkwasserversorgung lässt sich zum systematischen Schutz und zur gezielten Überwachung von Wassereinzugsgebieten anwenden.

Seit August 2008 liegt der DVGW-Hinweis W 1001 zur „Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Risikomanagement im Normalbetrieb“ vor [1]. Der DVGW greift darin die Anregungen aus der Fortschreibung der WHO-Leitlinien für Trinkwasserqualität (3. Ausgabe, 2004 [2]) auf, in denen die Umsetzung des Water Safety Plan (WSP), einem prozessorientierten Risikomanagementsystem für die Wasserversorgung, empfohlen wird [3, 4]. Beim prozessorientierten Risikomanagement sollen für die gesamte Versorgungskette Gefährdungen und Risiken für die Trinkwasserversorgung, systematisch erfasst und bewertet werden. Als Prozessschritte sind dabei auch der Ressourcenschutz und die Wassergewinnung zu berücksichtigen. Der Schutz des Einzugsgebietes ist dabei als erste Barriere im so genannten Multi-Barrieren-System anzusehen [5].

Die Vorgehensweise nach DVGW-Hinweis W 1001 ist in **Abbildung 1** dargestellt und gliedert sich in die Schritte Bestandsaufnahme, Gefährdungsanalyse, Risikoab-

schätzung, Maßnahmen zur Risikobeherrschung sowie Verifizierung, Dokumentation und Revision der Ergebnisse des Risikomanagements. Im vorliegenden Beitrag wird aufgezeigt, wie sich diese Vorgehensweise in Form eines systematischen Risikomanagements für den Schutz und die Überwachung von Wassereinzugsgebieten heranziehen lässt. Zudem wird ein Fallbeispiel für eine GIS-gestützte Risikoanalyse vorgestellt.

Schritt 1: Bestandsaufnahme

Basis für das Erkennen von Gefährdungen der Versorgungssicherheit ist nach W 1001 eine aktuelle Beschreibung des Versorgungssystems. Zur Beschreibung und Darstellung des Einzugsgebietes von Gewinnungsanlagen kann auf Unterlagen, Gutachten, Bohrprofile, Luftbilder und Karten zu den bodenkundlich-hydrogeologischen Gegebenheiten sowie der Landnutzung zurückgegriffen werden. Je nach Datenlage kann hier der Einsatz von Geografischen Informationssystemen (GIS) sinnvoll sein, um größere Geodatenmen-

gen effektiv verwalten und auswerten zu können.

Die Gewinnungssituation (Fördermengen, Ausbaupläne von Brunnen etc.), das Überwachungsmessnetz sowie das Monitoringkonzept sollten erfasst und dokumentiert werden. Vorliegende Analysedaten zur Trink-, Grund- und Rohwasserbeschaffenheit sollten systematisch gesichtet und im Zusammenhang mit den relevanten Randbedingungen (etwa Niederschlagshöhe oder Abflussdaten von Oberflächengewässern) und ihrer örtlichen Lage gewertet werden. Diese Messdaten geben wertvolle Hinweise für die spätere Risikoabschätzung, beispielsweise zu zeitlichen oder räumlichen Zusammenhängen zwischen bestimmten meteorologischen oder hydrologischen Ereignissen (etwa Starkregen oder Schneeschmelze) und bakteriologischen Grenzwertüberschreitungen ([6], [7]). In **Abbildung 2** ist beispielsweise die Auswertung der Konzentrationsverteilung von Bor im Grundwasser in Zusammenhang mit der Lage der Abwasserkanalisation in einem Wasserschutzgebiet dargestellt.

Die Auswertung vorhandener Daten und Informationen sollte in der Regel durch Vor-Ort-Termine, zusätzliche Kartierungen oder Messungen ergänzt werden. Neben dem Wissen ortskundiger Mitarbeiter kann auch die Einbeziehung externer Fachleute erforderlich sein, um ein qualifiziertes, interdisziplinäres Team zusammenzustellen.

Schritt 2: Gefährdungsanalyse

Im Rahmen der Gefährdungsanalyse werden im untersuchten Einzugsgebiet Gefährdungen, die die Versorgungssicherheit beeinträchtigen können, in Verbindung mit den sie auslösenden Ereignissen erfasst. Als „Gefährdung“ ist nach W 1001 eine mögliche biologische, chemische, physikalische oder radiologische Beeinträchtigung im Versorgungssystem anzusehen (**Tab. 1**). Der Auslöser, der direkt oder indirekt zum Eintreten einer Gefährdung im Versorgungssystem führt, wird als Ereignis bezeichnet.

Die zentrale Fragestellung bei der Gefährdungsanalyse lautet: „Was kann wo passie-

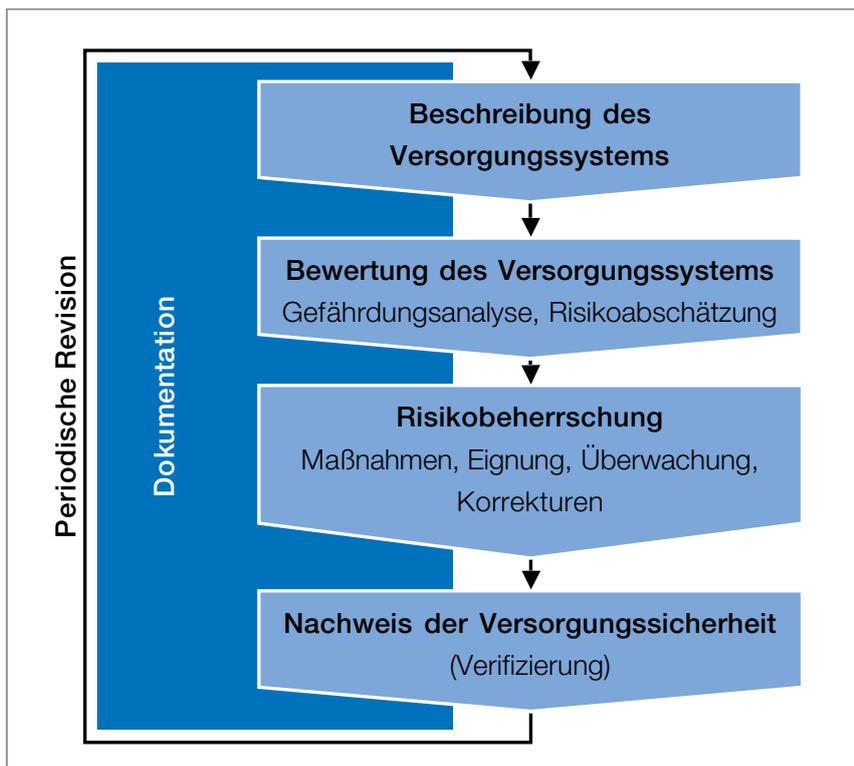


Abb. 1: Methode des Risikomanagements nach DVGW-Hinweis W 1001

Quelle: TZW, verändert nach [1]

ren?“ Beim Prozessschritt Ressourcenschutz sind alle relevanten Landnutzungen, Handlungen und Einrichtungen im Einzugsgebiet unter dem Gesichtspunkt zu betrachten, welches Gefährdungspotenzial mit ihnen verbunden ist. Gefährdungen für das Grundwasser im Einzugsgebiet können von Industrie und Gewerbe, Abwasser- und Abfallbeseitigung, Siedlung und Verkehr, Eingriffen in den Untergrund, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, gärtnerischer Nutzung und sonstigen anthropogenen, aber auch geogenen Faktoren ausgehen. Beim Einsatz eines GIS kann die Bewertung über eine entsprechende Verknüpfung mit einer Gefährdungsdatenbank (z. B. [8]) durchgeführt werden (Tab. 1). Die Ergebnisse sind danach in Form einer Attribut-Tabelle oder Geodatabase hinterlegt und können durch das GIS räumlich ausgewertet oder kartographisch dargestellt werden.

Schritt 3: Risikoabschätzung

Das Risiko ergibt sich aus der Kombination von Schadensausmaß (Gefährdungspotenzial) und Eintrittswahrscheinlichkeit der identifizierten Gefährdungen. Die Risikoabschätzung dient nach W 1001 „der

Priorisierung von Risiken hinsichtlich ihrer potenziellen Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit und den daraus abzuleitenden Maßnahmen. Bei Gefährdungen der Gesundheit ist in der Regel von einem hohen Risiko auszugehen“.

Je nach Datenbasis und Prozess können quantitative Ursache-Wirkungs-Beziehungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten mathematisch abgebildet werden, oft sind aber auch semi-quantitative oder qualitative Ansätze zielführend. Ein Beispiel für einen derartigen Ansatz stellt die so genannte „3x3-Matrix“ dar, in der Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit jeweils in die Klassen „hoch“, „mittel“ und „gering“ eingestuft werden und sich aus der Kombination der beiden Aspekte die entsprechende Risikoabschätzung ergibt.

Bei einer standortbezogenen Risikoabschätzung ist neben der Lage im Wasserschutzgebiet (Schutzzone, Entfernung zu den Brunnen) auch die bodenkundlich-hydrogeologisch gegebene Verschmutzungsempfindlichkeit (oder „Vulnerabilität“) des Grundwassers mit zu berücksichtigen [9-12]. Für eine derartige Bewertung der Grundwasserüberdeckung (Transportpfad ungesättigte Zone) kann bei entsprechender Datenbasis auch ein Geografisches Informationssystem (GIS) eingesetzt werden. Numerische Grundwassermodelle können hier gegebenenfalls als Instrument zur Bewertung des Transportpfades von der Grundwasseroberfläche zu den Gewinnungsanlagen herangezogen werden. Alternativ können hier aber auch vereinfachende Ansätze angewendet werden.

Hinweise auf das Schadensausmaß von Einrichtungen und Handlungen, die als mögliche Auslöser von Gefährdungen in Betracht kommen, gibt z. B. das DVGW-Arbeitsblatt W 101 je nach Lage im Schutzgebiet [13]. Hier wird eine standortbezogene Beurteilung von Gefährdungen auch für die Schutzzeitsausweisung und die Erstellung entsprechender Anforderungen der Schutzgebietsverordnung gefordert.

Wertvoll bei der Einschätzung des Schadensausmaßes ist auch erfahrungsbasiertes Wissen von Mitarbeitern oder Behör-

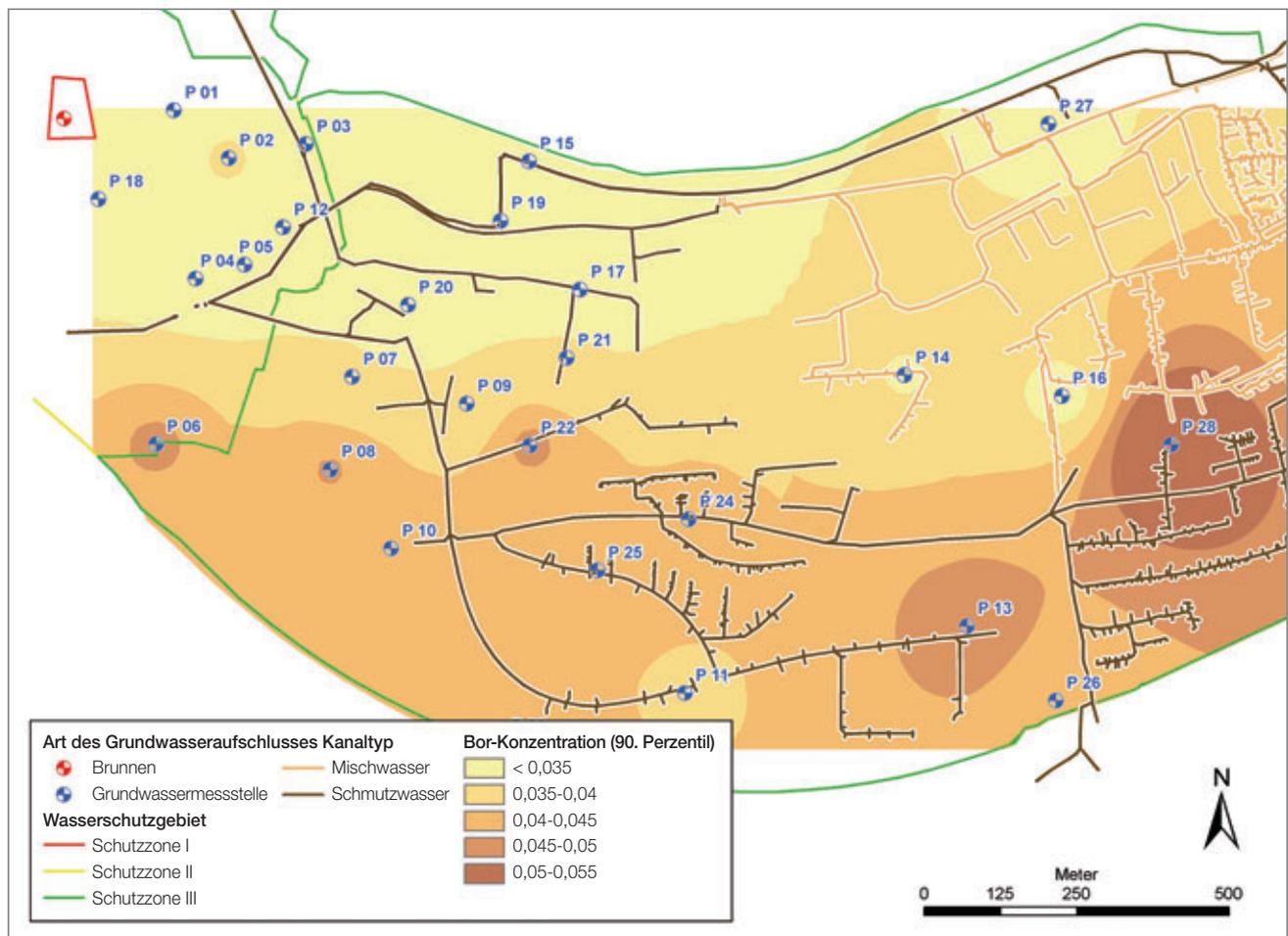


Abb. 2: Konzentrationsverteilung von Bor im Grundwasser in Zusammenhang mit der Lage der Abwasserkanalisation in einem Wasserschutzgebiet

Quelle: TZW

denvertretern, die sich an vormalig eingetretene Ereignisse und Gefährdungen erinnern (Brainstorming, Auswertung älterer Protokolle etc.). Wichtig ist hierbei jedoch, die so genannte „Betriebsblindheit“ zu überwinden. Oft werden „altbekannte“ Gefährdungen in ihrer Bedeutung trotz gleichem Risiko subjektiv völlig anders eingeschätzt als unbekannt oder künftige Gefährdungen.

Schritt 4: Maßnahmen zur Risikobeherrschung

Für die als „hoch“ bewerteten Risiken sollten dann vom Wasserversorger Maßnahmen zur Risikobeherrschung erarbeitet werden. Sowohl technische als auch organisatorische oder personelle Maßnahmen können darauf abzielen, Risiken dauerhaft zu eliminieren oder zu minimieren. Bei der Auswahl von geeigneten Maßnahmen sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik heranzuziehen. Zu den jeweiligen Maßnahmen müssen Zuständigkeiten, Fristen etc. definiert werden. Gegebenenfalls sind auch externe Fachleute einzubinden.

Als eine geeignete Maßnahme zur Risikobeherrschung im Fassungsbereich (Zone I) ist etwa der Schutz gegen unbefugtes Betreten durch Einzäunung und andere Objektschutzeinrichtungen anzusehen (Abb. 3). Regelmäßige Begehungen der Fassungsanlagen, deren Ergebnisse in einem Inspektionsprotokoll festgehalten werden, gehören ebenfalls zu geeigneten Maßnahmen nach dem Technischen Regelwerk (z. B. DVGW-Arbeitsblätter W 125, W 127, DIN 2001). Regelmäßige Besichtigungen

der Schutzzonen oder der Umgebung der Wasserfassungsanlage sind auch nach §14, Abs. 2 TrinkwV 2001 vorgeschrieben und sollen dazu dienen, Schäden, Verunreinigungen oder bautechnische Mängel zu erkennen und einen hygienisch einwandfreien Zustand und Betrieb der Anlagen zu gewährleisten.

Als ein Beispiel für Maßnahmen zur Risikobeherrschung können auch standortspezifische Festlegungen in der Wasserschutzgebietsverordnung hinsichtlich einer Nutzungsbeschränkung in den Zonen II und III angesehen werden. Im Einzugsgebiet sollte zudem ein risikoangepasstes Monitoring (DVGW-Arbeitsblatt W 108) etabliert und betrieben werden. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass der Handlungsspielraum des WVU im Einzugsgebiet teils sehr eingeschränkt ist. Umso größere Bedeutung kommt dann der Kooperation mit Behörden (gemeinsamer Überwachungsplan, Einbindung in Alarm- und Meldekett) und der Information der Bevölkerung zu. Auch mit den anderen Akteuren im Einzugsgebiet sind Kooperationen als Maßnahmen der Risikobeherrschung anzusehen, z. B. auf dem Gebiet der gewässerschützenden Landwirtschaft (vgl. DVGW-Arbeitsblatt W 104). Verbleibende, erkannte hohe Risiken müssen, sofern der Handlungsspielraum des Wasserversorgers im Einzugsgebiet begrenzt ist, durch nachfolgende Barrieren (Brunnenmanagement, Aufbereitung, Desinfektion) beherrscht oder minimiert werden. Die Risikoabschätzung im Einzugsgebiet kann so auch zur Beurteilung des bestehenden oder zukünftigen Aufbereitungserfordernisses herangezogen werden [14].

Schritt 5: Dokumentation und Revision

Die Vorgehensweise, die Ergebnisse von Gefährdungsanalyse und Risikoabschätzung sowie die gewählten Maßnahmen zur Risikobeherrschung sind zu dokumentieren. Nur so kann sichergestellt werden, dass das Zustandekommen der Entscheidungen im Rahmen des Risikomanagements transparent und nachvollziehbar ist. Dies ist vor allem bei der erforderlichen periodischen Revision hilfreich. Die Ergebnisse der Risikoanalyse im Einzugsgebiet können kartografisch dargestellt werden („Risiko-Kartierung“) und in Geoinformationssystemen vorgehalten, systematisch ausgewertet und fortgeschrieben werden.

Fallbeispiel: Risikoanalyse für das Wasserschutzgebiet Dreisamtal (Freiburg-Ebnet)

Im EU-Forschungsvorhaben TECHNEAU hatte das TZW am Beispiel des Wasserschutzgebiets Dreisamtal in Zusammenarbeit mit der badenova AG & Co. KG, Freiburg, ein einzugsgebietsspezifisches Verfahren zur Gefährdungs- und Risikoanalyse unter Verwendung eines Geografischen Informationssystems (GIS) angewandt und getestet [15, 16]. Die badenova beauftragte daraufhin das TZW, diese „Case Study“ zu überarbeiten und so unter Verwendung einer GIS-gestützten Vulnerabilitätsbewertung eine semi-quantitative Risikoabschätzung für das Wasserschutzgebiet Dreisamtal des Wasserwerks (WW) Ebnet zu erstellen.

Der Wasserbedarf von Freiburg wird im Wesentlichen mit Grundwasser aus zwei Wasserwerken und deren Einzugsgebieten gedeckt. Die östlichen Stadtteile werden vom Wasserwerk Ebnet versorgt, in dem Grundwasser aus dem Dreisamtal gewonnen und aufbereitet wird. Das Wasserwerk Ebnet wurde von 1873 bis 1876 errichtet und liegt im Dreisamtal auf ungefähr 320 m üNN. Das Einzugsgebiet der Flüsse Eschbach, Dreisam, Krummbach und Brugga umfasst 258 km². Das Grundwassereinzugsgebiet erstreckt sich über rund 21 km² im „Zarterner Becken“. Zu einem großen Teil stammt das Grundwasser aus der Infiltration der Oberflächengewässer. Die Verweilzeit des Grundwassers liegt je nach Gebietsteil zwischen einem und vier Jahren. Ungefähr 30 Prozent des Wasserschutzgebietes sind Ackerland, 40 Prozent werden als Grünland und Weide genutzt. 23 Prozent sind Siedlungsfläche [17].

Bis 2003 wurden im WW Ebnet drei Horizontal- sowie acht Vertikalfilterbrunnen be-

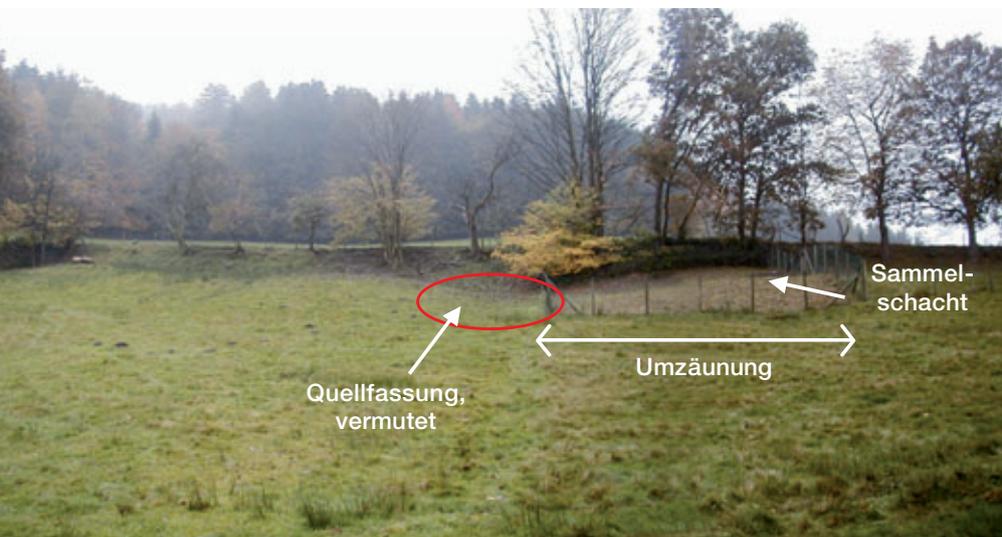


Abb. 3: Beispiel für eine unzureichend geschützte Quellfassung in einer Schafweide: Der Sammelschacht ist umzäunt, die eigentliche Quellfassung liegt jedoch höchstwahrscheinlich außerhalb des umzäunten Bereiches.

Quelle: TZW

Tabelle 1: Auszüge aus einer Gefährungsdatenbank mit Bezügen zum DVGW-Arbeitsblatt W 101 und GIS-technischen Hinweisen (Beispiele)

Typ	Auslöser/Ereignis	Ifd. Nr. W101	Geometrie	Gefährdung			
				Mikrobiologisch	Chemisch	Physikalisch	Radiologisch
Abwasser	Verbandssammler	2.6	Linie	X	X	X	
Bohrungen	Erdwärmesonden	5.6	Punkt	X	X	X	
	Hausbrunnen	5.7	Punkt	X	X		
Forstwirtschaft	Sägewerk	6.13	Polygon	X	X	X	
	Wald	6.12/6.13	Polygon	X	X	X	
Freizeitnutzung	Golfplatz	7.4	Polygon	X	X		
	Campingplatz	7.8	Polygon	X	X		
	Sportplätze	7.4	Polygon	X	X	X	
Industrie & Gewerbe	...	1.4	Punkt		X	X	X
Landwirtschaft	Güllegrube	6.4	Punkt	X	X	X	
	Biogasanlage	6.4	Punkt	X	X	X	
	Gemüseanbau	6.7	Polygon	X	X		
	...	6.7	Polygon				
...							

Quelle: TZW

trieben. Die größte Rohwassermenge (ungefähr 50 bis 60 Prozent) stammt aus zwei Brunnen, drei sind derzeit nicht in Betrieb und dienen als Reservebrunnen. Ein neuer Brunnen wurde 2006 gebohrt und 2007 in Betrieb genommen. Im Dreisamtal werden rund 11 bis 12 Mio. m³ Grundwasser pro Jahr entnommen. Das Grundwasser wird im Zentralsammler gesammelt, mit UV desinfiziert und nach Entsäuerung mittels Kalkmilch über drei Hauptleitungen verteilt.

Bei mikrobiologischen Untersuchungen der badenova wurden beim WW Ebnet in der Vergangenheit mehrfach bakterielle Rohwasserbelastungen festgestellt [17]. Auch durch verschiedene TZW-Arbeiten ergaben sich Hinweise auf rohwasserseitige Belastungen durch Trübung und mikrobielle Einträge, die teils auf den starken Einfluss der infiltrierenden Oberflächengewässer zurückgeführt werden konnten. Als Ergebnis dieser Untersuchungen wurden einige Brunnen außer Betrieb genommen und der neue Brunnen errichtet.

Die im Wasserschutzgebiet identifizierten möglichen Gefährdungen wurden mit ergänzenden Informationen im GIS erfasst und in Abstimmung mit der badenova bewertet. Diese Bewertung wurde auf Basis des DVGW-Arbeitsblattes W 101 nach der Lage der Gefährdung in den Schutzzonen gewichtet. Das Ergebnis ist eine semi-quantitative Gefährdungskarte des Wasserschutzgebietes (Abb. 4). Über die GIS-Attributtabelle war es möglich, den Anteil der verschiedenen Gefährdungsklassen zu ermitteln und statistisch auszuwerten. Flä-

chenhaft bedeutsam sind demnach die Gefährdungstypen Landwirtschaft, Siedlung und Verkehr. Vom größten Teil des Schutzgebietes (zusammen rd. 86 Prozent der Wasserschutzgebiets-Fläche) geht eine geringe bis sehr geringe Gefährdung für das Grundwasser aus. Dieser große Prozentsatz an niedrigen Gefährdungsniveaus kann auf den großen Grünlandanteil im Wasserschutzgebiet zurückgeführt werden. Die Nutzungsart „Grünland“ war bei der Gefährdungsanalyse im Gegensatz zur vorausgegangenen „TECHNEAU Case Study“ je nach Schutzzone weiter differenziert worden in Grünland mit und ohne Wirtschaftsdüngerausbringung (Gülle, Biogasgärreste), da eine Sensitivitätsanalyse zu den möglichen Folgen einer derartigen Unterscheidung in [15] gezeigt hatte, dass die unterschiedliche Bewertung signifikante Auswirkungen in der Gesamtgefährdungsbewertung ergab.

Da die hydraulischen und geologischen Eigenschaften der Deckschichten die natürliche Schutzfunktion für das Grundwasser bestimmen, wurde als nächster Schritt die intrinsische Vulnerabilität, also die Verschmutzungsempfindlichkeit des Grundwassers, kartiert. Die Vorgehensweise bei der Vulnerabilitätsbewertung lehnte sich stark an die „PI-Methode“ an [12]. Bei diesem GIS-basierten Ansatz wird die Vulnerabilität mit zwei Faktoren beschrieben, dem P-Faktor für die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung und dem I-Faktor als Maß für die Umgehung der Grundwasserüberdeckung durch infiltrierende Oberflächengewässer. Die zur Be-

rechnung dieser beiden Faktoren erforderlichen Geodaten wurden im GIS analysiert, bewertet und räumlich miteinander kombiniert („verschnitten“). Die Vulnerabilität des Grundwassers ergibt sich anschließend durch die Multiplikation der beiden Faktoren und wurde in einer Vulnerabilitätskarte (Abb. 5) dargestellt. Darin sind insbesondere Flächen mit geringem Flurabstand, wie z. B. entlang der Gewässer, sowie Flächen mit leichten Böden als sehr verschmutzungsempfindlich ausgewiesen. Eine quantitative Auswertung ergab, dass der größte Teil des Schutzgebietes (zusammen rd. 83 Prozent der Wasserschutzgebiets-Fläche) als mittel bis hoch vulnerabel anzusehen ist.

Die Karte der Risikoabschätzung des Schutzgebietes (Abb. 6) wurde im GIS durch die räumliche Vereinigung der beiden Ebenen „Gefährdung“ und „Vulnerabilität“ und die Berechnung eines Risikoindexes (Abb. 7) abgeleitet. Die quantitative Auswertung der GIS-Attributtabelle ergab für den größten Teil des Schutzgebietes ein sehr geringes oder geringes Risiko (Abb. 8). Der deutliche Flächenanteil der Kategorien mit niedrigem Risikoniveau (insgesamt 78,5 Prozent der Wasserschutzgebiets-Fläche) ergibt sich trotz der häufig mittleren bis teilweise hohen Vulnerabilität durch den großen Flächenanteil der als gering oder sehr gering eingestufteten Gefährdungen. Der kleine Flächenanteil, der als hohes oder sehr hohes Risiko einzustufen ist, setzt sich vor allem aus Flächen mit höheren Gefährdungen (wie entlang des Verlaufs des Abwasser-

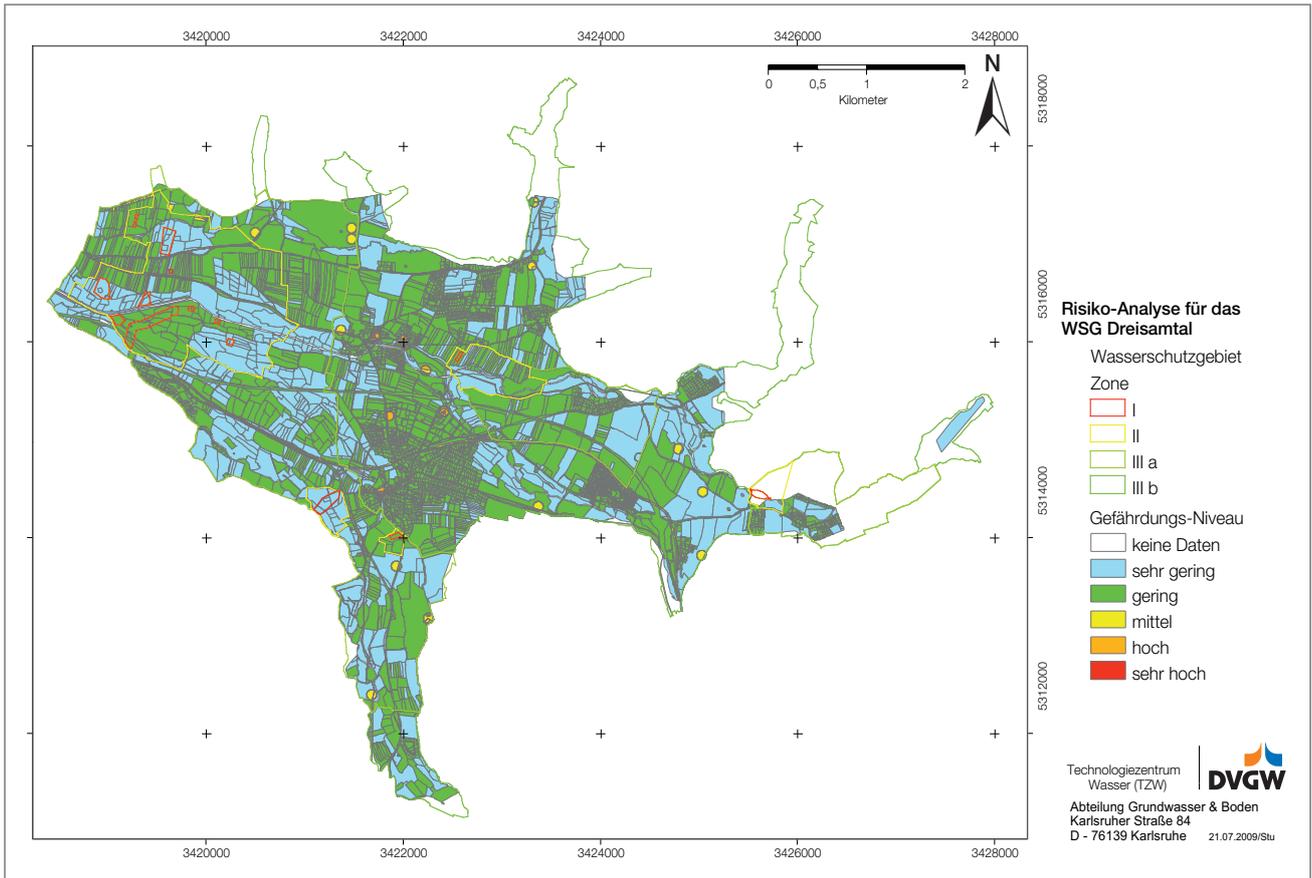


Abb. 4: Gefährdungskarte des Wasserschutzgebiet Dreisamtal

Quelle: TZW

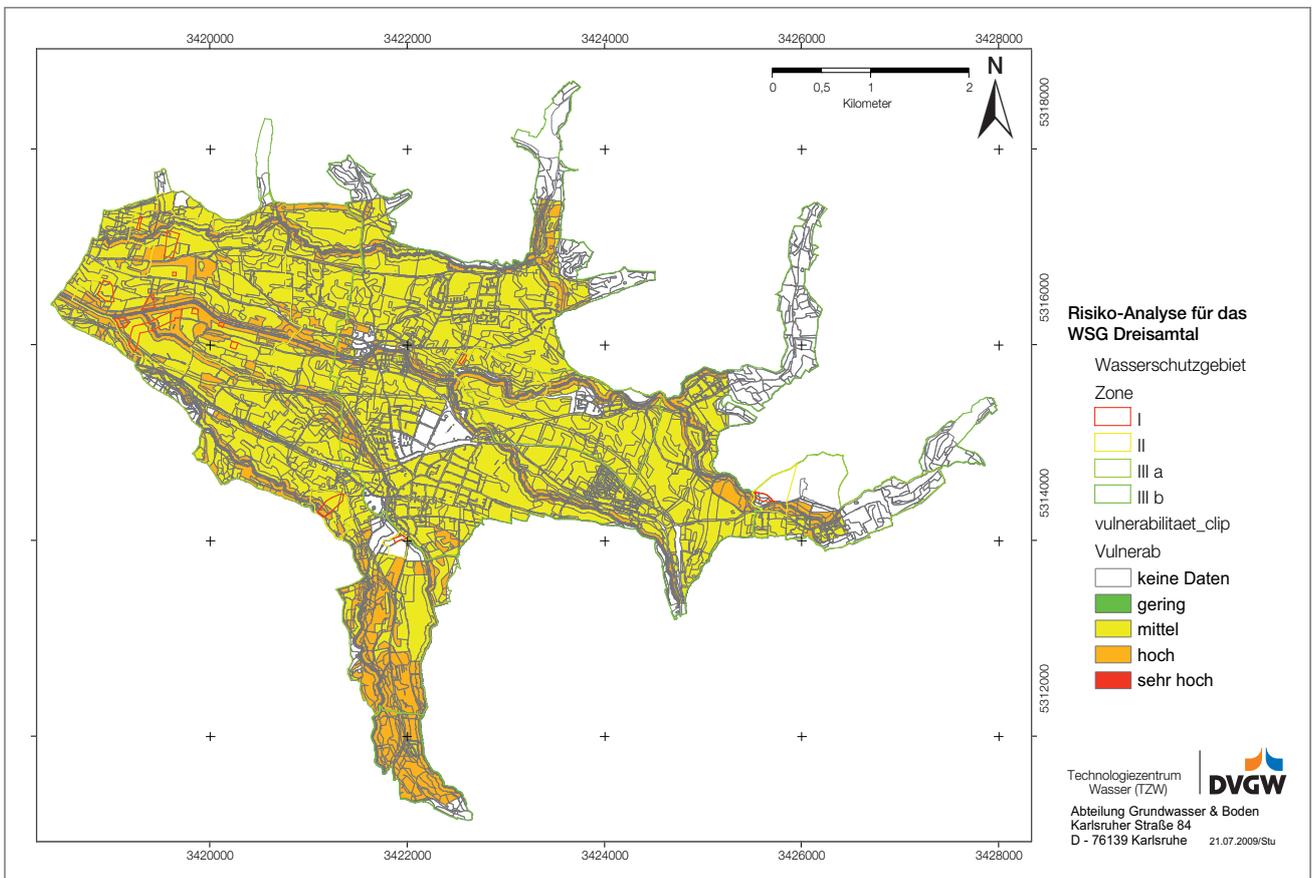


Abb. 5: Vulnerabilitätskarte des Wasserschutzgebiet Dreisamtal

Quelle: TZW

sammlers) in Gebietsteilen mit lokal hoher Grundwasservulnerabilität, etwa in Gewässernähe, zusammen.

Die durchgeführten Arbeiten weisen methodisch bedingte Einschränkungen auf, die sich naturgemäß auch auf die Aussagekraft des Ergebnisses auswirken. Das Erkennen von und der Umgang mit Unsicherheiten ist jedoch systemimmanenter Bestandteil der Risikoanalyse als zyklischem Prozess. Die wichtigsten methodisch bedingten Einschränkungen sind der statische Charakter der Gefährdungsanalyse, das Fehlen von räumlichen Daten, Daten mit geringer räumlicher Auflösung und Unsicherheiten bei den oft zwangsläufig zu treffenden Annahmen. Diese Einflussgrößen wurden in einem Projektbericht erläutert und mögliche Lösungswege, etwa im Zuge einer periodischen Revision im Sinne des DVGW-Hinweises W 1001, aufgezeigt. Die GIS-Datensätze wurden der badenova übergeben und können nun in dem GIS des Unternehmens eingesetzt und fortgeschrieben werden.

Als Projektfazit war festzuhalten, dass der gewählte GIS-basierte Ansatz auf die konkrete Fragestellung umsetzbar war und so eine räumlich differenzierte Gefährdungs-

analyse und Risikoabschätzung für das Wasserschutzgebiet möglich wurde. Die Bewertung jeder Teilfläche kann anhand der GIS-Attributtabelle zurückverfolgt werden und bietet die Möglichkeit von flächengenauen Beurteilungen und Maßnahmen im Risikomanagement. Die Visualisierung von Gefährdungsniveau, Vulnerabilität und Risiko in Form von Karten stellt ein anschauliches und gut nutzbares Werkzeug für die Risikokommunikation dar. Die vorliegende Anwendung zeigte auch, dass das Risikomanagement als zyklischer Prozess aufzufassen ist, in dem neue Informationen, erkannte Kenntnisdefizite oder methodisch bedingte Einschränkungen im Rahmen einer periodischen Revision fortlaufend berücksichtigt werden können. Als weitere Auswertungsmöglichkeit der vorliegenden Arbeiten ist der Versuch einer Validierung der Risikoanalyse je Rohwasserfassung methodisch denkbar. Darin kann für plausibel abgegrenzte Teileinzugsgebiete jeder Rohwasserfassung jeweils ein flächengewichteter Risikoindex berechnet und dieser mit Ergebnissen aus dem Rohwassermonitoring (etwa im Hinblick auf mikrobiologische Parameter, Trübung, Konzentrationen von Nitrat oder organischen Spurenstoffen) verglichen werden.

Fazit

Die beschriebene Vorgehensweise zum Risikomanagement als Umsetzung des DVGW-Hinweises W 1001 lässt sich ideal für den Schutz und die gezielte Überwachung von Trinkwassereinzugsgebieten heranziehen. Sie bietet den Rahmen für eine systematische Bündelung aller Schritte und Maßnahmen, die etwa im Rahmen einer Schutzgebietsausweisung und der Erstellung der entsprechenden Schutzgebietsverordnung ergriffen werden müssen. Sie erlaubt die Integration aller betrieblichen Schutz- und Überwachungsmaßnahmen zur Kontrolle und Sicherstellung der Roh- und Trinkwassergüte, dem Monitoring von Boden- und Grundwasser sowie der behördlichen Überwachung der Wasserressourcen und bieten die Grundlage für eine koordinierte Vorgehensweise bei der Information von und Kooperation mit allen anderen im Wasserschutzgebiet Tätigen (z. B. Landwirten). Ein wirksames Risikomanagement ist zudem eine wertvolle Entscheidungshilfe bei der Bewertung künftiger Risiken (etwa den Auswirkungen des Klimawandels) oder Planungen im Wasserschutzgebiet (etwa Bau- oder Infrastrukturmaßnahmen) oder zur Beurteilung der bestehenden oder zukünftigen Aufbereitungserfordernisse. Erfahrungen aus entsprechenden Projekten bei Wasserversor-

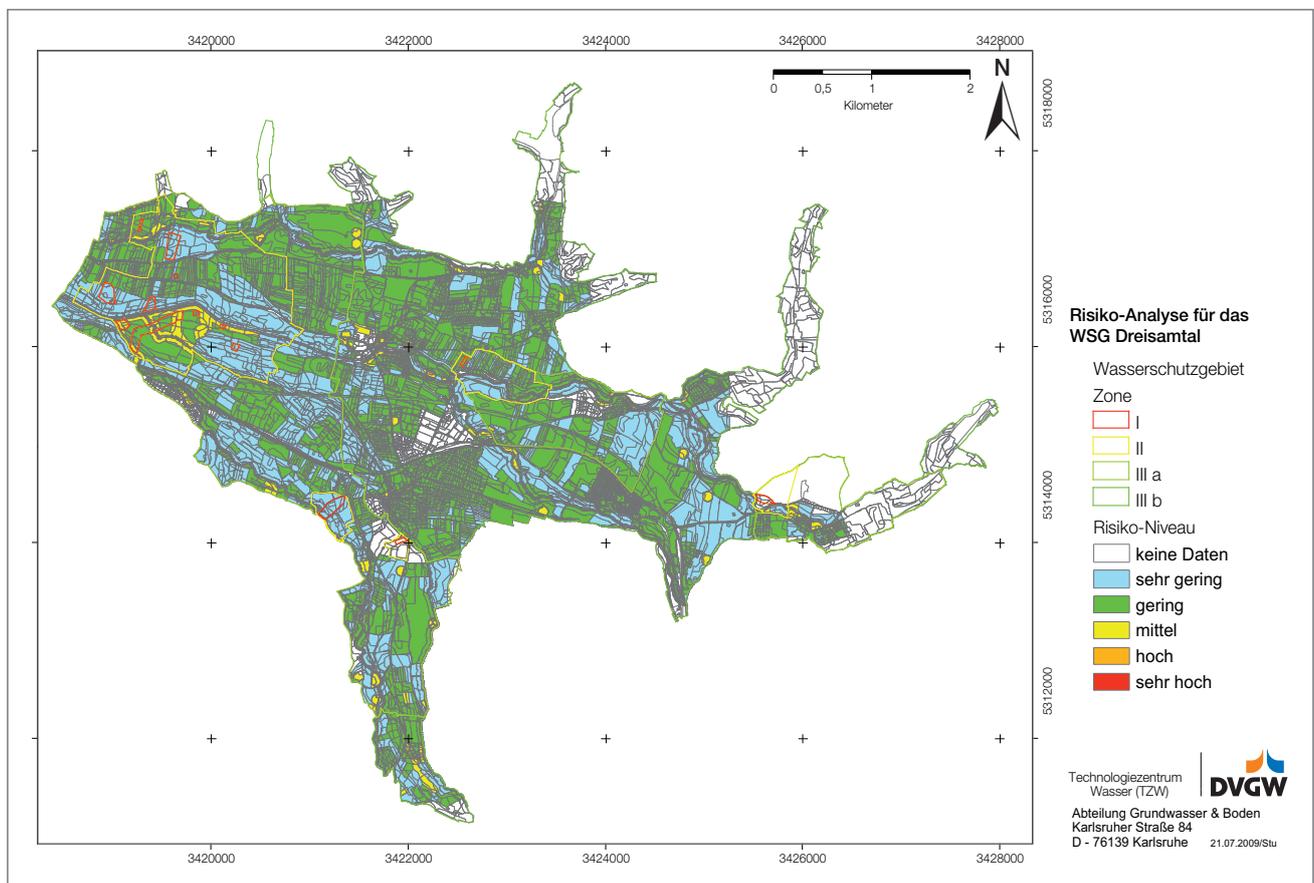


Abb. 6: Risiko-Karte für das Wasserschutzgebiet Dreisamtal

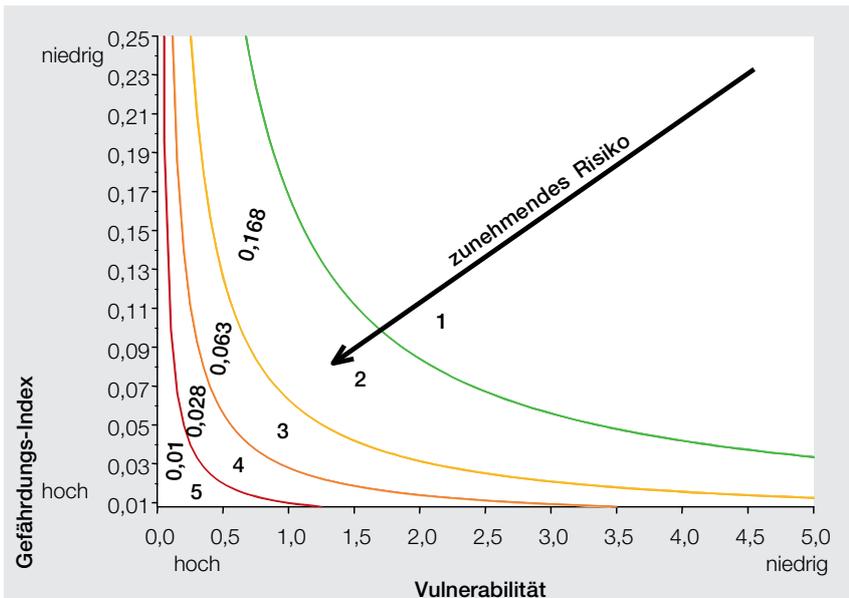


Abb. 7: Ableitung des Risiko-Index und Zuordnung zu fünf Klassen (nach [18], S. 117)

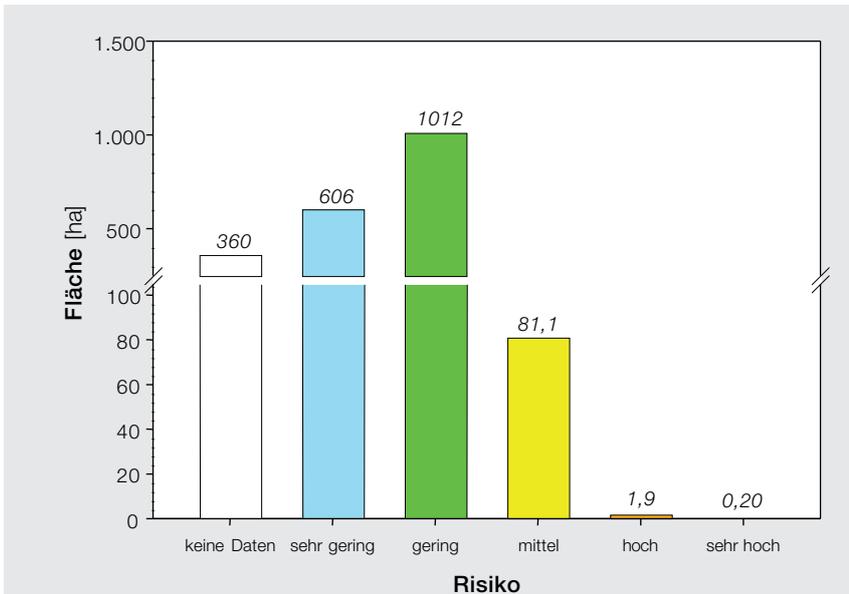


Abb. 8: Verteilung der Risikoklassen nach Flächensummen

Quelle: TZW

Quelle: TZW

tems – A catalogue of today’s hazards and possible future hazards. Version 2008. TECHNEAU Report (2008).

[9] Sturm S., Kiefer J.: Bewertung der Vulnerabilität von Grundwasservorkommen. Technologiezentrum Wasser (TZW) Karlsruhe (Hrsg.): Aktuelle Themen bei der Trinkwassergewinnung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 7 [6], 79-96. Karlsruhe (2002).

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

[11] Daly D., Dassargues A., Drew D., Dunne S., Goldscheider N., Neale S., Popescu I., Zwahlen F.: Main concepts of the „European approach“ to karst-groundwater-vulnerability assessment and mapping. Hydrogeology Journal 10, 340-345. (2002).

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

[13] DVGW-Arbeitsblatt W 101: Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; I. Teil: Schutzgebiete für Grundwasser. DVGW-Regelwerk, Technische Regel (Juni 2006).

[14] Baldauf G., Böckle K., Hamsch B., Kiefer J., Lipp P., Müller U., Sturm S.: Neuartige Kriterien zur Beurteilung der Notwendigkeit und Art von Aufbereitungsanlagen bei Vorliegen mikrobiell belasteter Rohwässer. Technologiezentrum Wasser (TZW) Karlsruhe (Hrsg.): Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 19. Karlsruhe (2003).

[15] Sturm S., Kiefer J.: Risk assessment case study – Freiburg Ebnet. Technologiezentrum Wasser (TZW) Karlsruhe (Hrsg.): TECHNEAU-report (2007).

[16] Sturm S.: Fallstudie zur GIS-basierten Risikoanalyse bei der Trinkwasserversorgung. DVGW energie | wasser-praxis 04/2008, 91-92. (2008).

[17] Plota K., Betting D., Selz M.: Rohwasserbericht - Auswertung von Qualitätsparametern ausgewählter Rohwässer in den Wasserschutzgebieten von Freiburg und Lahr. Untersuchungszeitraum 2000-2004. badenova AG & Co. KG (Hrsg.). (2006).

[18] Hötzl H., Delporte C., Liesch T., Mailik P., Neukum C., Svasta J.: Risk mapping. Zwahlen F. (Hrsg.): Vulnerability and Risk Mapping for the Protection of Carbonate (Karst) Aquifers. Cost Action 620, Final Report , 113-120 (2004).

Autoren:

Dipl.-Geoökol. Sebastian Sturm
 DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW)
 Abteilung Grundwasser & Boden
 Karlsruher Str. 84
 76139 Karlsruhe
 Tel.: 0721 9678-207
 Fax.: 0721 9678-102
 E-Mail: sebastian.sturm@tzw.de
 Internet: www.tzw.de

Dipl.-Geol. Joachim Kiefer
 DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW)
 Abteilung Grundwasser & Boden
 Karlsruher Str. 84
 76139 Karlsruhe
 Tel.: 0721 9678-201
 Fax.: 0721 9678-102
 E-Mail: joachim.kiefer@tzw.de
 Internet: www.tzw.de

gungsunternehmen liegen vor. Eine erneute Umsetzung des vorgestellten Ansatzes in einem zweiten Wasserschutzgebiet der badenova steht unter Beteiligung des TZW unmittelbar bevor.

Literatur:

[1] DVGW-Hinweis W 1001: Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Risikomanagement im Normalbetrieb. DVGW-Regelwerk, Technische Mitteilung, (August 2008).

[2] WHO (World Health Organization): Guidelines for Drinking-Water Quality. 3 [1, Recommendations]. Genf (2004).

[3] Bethmann D., Baus C., Castell-Exner C.: Das WHO Water Safety Plan-Konzept. DVGW energie | wasser-praxis 04/2006, 58-62. (2006).

[4] Castell-Exner C., Zenz T., Marquardt U.: Sicherheit in der Trinkwasserversorgung - die neuen DVGW-Hinweise W 1001 und W 1002. bbr 04/2009, 54-57 (2009).

[5] Castell-Exner C.: Das Multi-Barrieren-System: Basis für eine sichere und nachhaltige Trinkwasserversorgung. DVGW energie | wasser-praxis 10/2001, 24-29 (2001).

[6] Rohmann U., Ball T., Sturm S.: Modellhafte Untersuchungen zum potentiellen Auftreten und Transportverhalten parasitärer Belastungen in flachen Festgesteinsgrundwasserleitern Baden-Württembergs mit unterschiedlich genutzten Einzugsgebieten ohne schützende Deckschichten. Fallstudien zur mikrobiologischen Belastung von Quellwässern im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser Karlsruhe 14 (2001).

[7] Treskatis C., Exner M., Koch C.: Konzept einer hydrogeologisch-mikrobiologischen Risikoanalyse von Trinkwassereinzugsgebieten. gwf Wasser-Abwasser 09/2009, 667-676. (2009).

[8] Beuken R., Sturm S., Kiefer J., Bondelind M., Åström J., Lindhe A., Rosén L., Pettersson T., Machenbach I., Melin E., Thorsen T., Eikebrokk B., Hokstad P., Rostum J., Niewersch C., Kirchner D., Kozisek F., Weyessa D., Swartz C.: Identification and description of hazards for water supply systems