

Abschlussbericht zum
Forschungs- und Entwicklungsprojekt
– Fortsetzungsvorhaben Teil 2 –

***Weiterentwicklung eines
Bewertungsalgorithmus zur Einschätzung
des Gefährdungspotenzials für das
Grundwasser bei Bau und Betrieb von
Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten
sowie als Entscheidungshilfe für die
Auswahl des Ableitungssystems***

gefördert durch das
**Ministerium für Umwelt, Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV)
des Landes Nordrhein-Westfalen**
Förderkennzeichen IV-9-042 387 0010

Antragsteller:
**Ruhr-Universität Bochum
Fakultät für Bauingenieurwesen**

Projektpartner:
**GRUNDWASSER- UND GEO-FORSCHUNG
Prof. Dr. J. Wagner, Neunkirchen**

Bearbeiter:
Prof. Dr.-Ing. Dietrich STEIN
Prof. Dr. Jürgen WAGNER
Dipl.-Geogr. Patrik WOLF
Dipl.-Ing. Adrian UHLENBROCH
Dipl.-Ing. Hasan ÇAKMAK

Dezember 2006

Projektbeteiligte

Ruhr-Universität Bochum
Fakultät für Bauingenieurwesen
Arbeitsgruppe Leitungsbau und Leistungsinstandhaltung (AGLL)

Gebäude IA 5/126
Universitätsstraße 150
44780 Bochum

Telefon: (0234) 32 - 27445
Telefax: (0234) 32 - 14232
E-Mail: dietrich.stein@ruhr-uni-bochum.de

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Dietrich STEIN

Bochum, im Dezember 2006

(Prof. Dr. D. STEIN)

GRUNDWASSER- UND GEO-FORSCHUNG
Prof. Dr. J. Wagner

Rodenheimweg 15
66538 Neunkirchen

Telefon: (06821) 865 404
Telefax: (06821) 865 405
E-Mail: grundwasser-undgeo-forschung@t-online.de

Projektleitung:
Prof. Dr. Jürgen WAGNER
Dipl.-Geogr. Patrik WOLF

Neunkirchen, im Dezember 2006

(Prof. Dr. J. WAGNER)

(Dipl.-Geogr. P. WOLF)

Einleitung

Forschungsanlass

In verdichteten Siedlungsräumen und somit im Besonderen auch in weiten Teilen Nordrhein-Westfalens kommt es aufgrund der Überlagerung von zum Teil historisch bedingten Raumnutzungen zu einem konkurrierenden Nebeneinander von Oberflächennutzungen und dem Grundwasserschutz.

Durch räumliche, technische und rechtliche Zwangspunkte ist es nicht immer möglich, in Raumbereichen, die für die Gewinnung von Grundwasser zur Trinkwasserversorgung herangezogen werden, auf Abwasserkanäle zu verzichten. Ist ein räumliches Nebeneinander von Siedlungsentwässerung und Wassergewinnung unvermeidbar, müssen Abwasserleitungen und -kanäle so angelegt und betrieben werden, dass eine Verunreinigung oder eine sonstige nachteilige Veränderung des Grundwassers nachhaltig vermieden wird. In besonderem Maße gilt dies für Einzugsgebiete von Wassergewinnungen, die Trinkwasser für die öffentliche Versorgung bereitstellen.

Bei der Planung neuer Abwasserkanaltrassen in wasserwirtschaftlich genutzten Gebieten stellt sich die Frage, in welcher Art und Weise Kanäle baulich ausgeführt werden sollen und welche Vorsorge- und Sicherungsmaßnahmen beim Neubau sowie beim späteren Betrieb zu berücksichtigen sind, um einerseits das Grundwasser bestmöglich zu schützen und andererseits die Kostenstruktur der Baumaßnahme ökonomisch zu gestalten. Häufig, jedoch nicht immer wurde die teure Verwendung aufwändiger und kostenträchtiger doppelwandiger Rohrsysteme als einzig sinnvoll erachtet, um den Anforderungen des Grundwasserschutzes ausreichend gerecht zu werden.

In Abhängigkeit von der geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im betroffenen Wasserschutzgebiet sowie der baulichen Gestaltung des Abwasserkanals ist in manchen Fällen eine derartige teure Maximallösung jedoch nicht zwingend erforderlich. Auch weniger kostenintensive Lösungen können von Fall zu Fall ausreichen, ohne dass aus ihnen ein höheres Gefährdungspotenzial für das Grundwasser resultiert.

Forschungsziel

Wann welche Bauausführung sinnvoll und zu empfehlen ist, gilt es, objektiv zu ermitteln. Hierzu erscheint gerade für die Ausgangssituation in Nordrhein-Westfalen ein Expertensystem prädestiniert, das Entscheidungshilfen bei der Beurteilung der potenziellen Grundwassergefährdung gibt und der Absicherung, Überprüfung und Modifikation der Kanalplanung dient. Es kann Informationen zur geplanten Bauausführung und zu gebiets- und untergrundspezifischen Gegebenheiten im betroffenen Gewinnungsgebiet erheben, mit Hilfe derer eine repräsentative Darstellung der Ausgangssituation im Planungsraum möglich ist. Diese dient als objektive Grundlage für eine sachliche Beurteilung

der beabsichtigten Kanalbaumaßnahme und der komplexen räumlichen Situation im Hinblick auf die Erfordernisse des Grundwasserschutzes. Aus einer Abwägung der Raum- und Planungssituation gehen Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen hervor, die eine effiziente Objektplanung ermöglichen und den Einsatz finanzieller Mittel zur Realisierung des Kanalbauvorhabens auf das erforderliche Maß begrenzen, ohne dass der Schutz des Grundwassers und die Sicherung der öffentlichen Trinkwasserversorgung vernachlässigt wird.

F+E-Projekt Teil 1

Zur Entwicklung eines solchen Expertensystems ist zunächst die Schaffung eines umfangreichen theoretischen Fundamentes erforderlich, in dem aktuelle fachwissenschaftliche Literatur berücksichtigt wird und nachvollziehbare Begründungen für verschiedene Argumentationen formuliert sind. Dies ist Voraussetzung für das Finden geeigneter Erhebungspunkte (Beurteilungskriterien), aus deren Abfrage die Ausgangssituation bezüglich Planungsraum und Baumaßnahme hervorgeht. Diese Beurteilungskriterien müssen differenziert und ihrer Aussagekraft für spätere Entscheidungen bewertet werden.

Die Erarbeitung dieser Grundlagen war Ziel und Inhalt des F+E-Projektes Teil 1 „Entwicklung eines computerbasierten Expertensystems zur Beurteilung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser und der Auswahl der fachlich geeigneten Vorgehensweise bei der Verlegung von Abwasserleitungen und -kanälen in Wasserschutzgebieten“, das dem in diesem Bericht vorgestellten Fortsetzungsvorhaben vorausging und im November 2003 erfolgreich abgeschlossen wurde.

F+E-Projekt Teil 2

Die fachlich-wissenschaftliche Grundlagen für die Erstellung eines computergestützten Experten- bzw. Entscheidungshilfesystems stellten den Ausgangspunkt für weitere Betrachtungen dar. Um diese nutzbar zu machen, war die Weiterentwicklung eines Bewertungsalgorithmus zur Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser beim Bau und Betrieb von Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten erforderlich, der als konkrete Entscheidungshilfe für die Planung des Ableitungssystems genutzt werden kann.

Hierzu wurden im Fortsetzungsvorhaben Teil 2 die aus Teil 1 hervorgegangenen Checklisten in benutzerorientierte Fragebögen überführt und die bis dato eigenständig betrachteten Beurteilungskriterien und deren Antworten fachlich miteinander verknüpft. Den Antwortenvernetzungen wurden Handlungsempfehlungen und Einschätzungen des Grundwassergefährdungspotenzials zugewiesen, so dass mit Abschluss des F+E-Projektes Teil 2 das gewünschte Experten- und Entscheidungshilfesystem in Papierform vorliegt, das basierend auf der Erhebung einzelfallspezifischer Gegebenheiten bezüglich geplantem Kanalbauwerk und Wassergewinnungsgebiet, eine Aussage zur potenziellen Grundwassergefährdung und dem zu empfehlenden Ableitungssystem ermöglicht. Damit steht letztlich nur noch die Umsetzung der Resultate beider Forschungsvorhaben in einer computernutzbaren Anwendersoftware aus.

Inhalt

	Seite
1	8
1.1	8
1.2	11
1.3	12
1.4	14
2	17
2.1	19
2.2	21
2.3	22
2.4	24
2.5	26
2.6	29

3	<i>Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte und Erläuterung des entwickelten Bewertungsalgorithmus</i>	35
3.1	<i>Ergebnisse Zwischenbaustein: Optimierung und Umwandlung der Bewertungsgrundlagen</i>	35
3.1.1	<i>Vorliegende Checklisten</i>	37
3.1.2	<i>Durchgeführte Optimierungen zur Umwandlung der Checklisten in Fragebögen</i>	45
3.1.3	<i>Zusammenfassende Übersicht der Optimierungen</i>	59
3.1.4	<i>Resultierende Fragebögen</i>	61
3.2	<i>Ergebnisse Arbeitsschritt 3: Analyse der einzelnen Einflusskriterien bezüglich bestehender und abzubildender Interaktionen (Verknüpfung von Erhebungsfragen)</i>	68
3.2.1	<i>Erläuterungen zur Fragenverknüpfungstabelle</i>	68
3.2.2	<i>Fragenverknüpfungstabelle</i>	69
3.3	<i>Ergebnisse Arbeitsschritt 4: Ausarbeitung von elementaren Bestandteilen des Bewertungs- und Entscheidungshilfemodells (Verknüpfung von Antwortmöglichkeiten)</i>	73
3.3.1	<i>Zahl der zu berücksichtigenden Antwortkombinationen</i>	73
3.3.2	<i>Erläuterungen zur Antwortenverknüpfungstabelle</i>	78
3.3.3	<i>Antwortenverknüpfungstabelle</i>	79
3.3.4	<i>Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen (HE/GE-Liste)</i>	112
3.4	<i>Ergebnisse Arbeitsschritt 5: Aufstellen eines Bewertungsalgorithmus für die Beurteilung des Gefährdungspotenzials unter Berücksichtigung von Relevanzen/Gewichtungsfaktoren (Zusammenstellen der Programmiervorschriften und Zuordnung von Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen)</i>	117
3.4.1	<i>Erläuterungen zum Bewertungsalgorithmus</i>	117
3.4.2	<i>Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen</i>	118
3.4.3	<i>Erläuterungen zur Gefährdungseinschätzung</i>	122
3.4.4	<i>Zuordnungstabellen Gefährdungseinschätzung</i>	127
3.4.5	<i>Textbausteine Situationsbeschreibung</i>	278
3.4.6	<i>Textbausteine Gefährdungseinschätzung</i>	282
3.4.7	<i>Textbausteine Handlungsempfehlungen</i>	285

4	<i>Anwendungsbeispiele zur Verifizierung des erarbeiteten Bewertungsalgorithmus</i>	290
4.1	<i>Anwendungsbeispiel 1</i>	291
4.2	<i>Anwendungsbeispiel 2</i>	310
4.3	<i>Anwendungsbeispiel 3</i>	331
5	<i>Abschließendes Fazit und Ausblick auf eine Umsetzung der Ergebnisse der beiden F+E-Projekte Teil 1 und 2 in einer Anwendersoftware</i>	377
6	<i>Literatur zur Thematik</i>	380

1 Problematik, Problembedeutung und Projektzielsetzung

1.1 Zielkonflikte und Raumnutzungsüberlagerungen zwischen Grundwasserschutz und Siedlungsentwässerung

Ressource Grundwasser

Weltweit besitzt Grundwasser den höchsten Stellenwert aller für die Gewinnung von Trinkwasser herangezogenen Wasserressourcen. In Deutschland werden mit etwa 64 % knapp zwei Drittel der Wasserförderung öffentlicher Versorger von insgesamt 5,43 Mrd. m³ Wasser jährlich über das Grundwasser gedeckt. Zusammen mit der Menge an Quellwasser von 500 Mio. m³ pro Jahr wird ein Wert von über 73 % erreicht (BGW 2003). Global geht man von einem Anteil von rund 55 % (KOBUS in LECHER 2001) aus, wobei in vielen Fällen nicht die vorhandene bzw. förderbare Grundwassermenge, sondern die Wasserqualität einen limitierenden Einfluss besitzt und die Nutzbarkeit des Grundwassers einschränkt.

Grundwasser muss nach den Forderungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) einen guten chemischen und einen guten mengenmäßigen Zustand erreichen. Derzeit ist abschätzbar, dass in Deutschland trotz bedeutender Wasserentnahmen der mengenmäßige Zustand des Grundwassers nur bei etwa 5 % der Grundwasserkörper beeinträchtigt ist. Dagegen ist es nach derzeitigem Stand für etwa 52 % der Grundwasserkörper in der Bundesrepublik unsicher oder unwahrscheinlich, dass sie ohne weitere Maßnahmen einen guten chemischen Zustand erreichen werden.

Vor dem Hintergrund der Diskussion über den nachhaltigen Umgang mit Naturressourcen, allen voran dem Wasser als Grundvoraussetzung für Leben und Wirtschaft, besitzt die langfristige Sicherung von Grundwasser in ausreichender Menge, vor allem aber guter Beschaffenheit eine vordringliche Bedeutung.

Gefährdung und Vorsorge

Dem hohen Stellenwert des Grundwassers steht ein fortschreitender Verbrauch der natürlichen Kapazitäten sowie eine Qualitätsminderung durch direkte und indirekte stoffliche Belastungen der Schutzgüter Luft, Boden und Wasser gegenüber. Durch Zielkonflikte zwischen Raumnutzung und Ressourcensicherung ist vor allem in verdichteten Siedlungsgebieten ein optimierter und zukunftsorientierter Grundwasserschutz erforderlich.

Die in früheren Zeiten vielfach vertretene Meinung, Grundwasser sei durch seine unterirdische Lage und die seine natürliche Überdeckung ausreichend geschützt und könne direkt für die Trinkwasserversorgung verwendet werden, kann derart verallgemeinert nicht aufrechterhalten werden (STEIN 1998). In Anbetracht zahlreicher diffuser und punktueller Stoffeinträge, z.B. durch Unfäl-

le, Altablagerungen oder den Einsatz chemischer Behandlungsmittel in der Landwirtschaft, kann die Qualität und damit die Nutzbarkeit des Grundwassers als Trinkwasser bedeutend eingeschränkt sein.

Der Eintrag stofflicher Belastungen in das Grundwasser erfolgt oft schleichend. Beschaffenheitsveränderungen werden zum Teil erst dann bemerkt, wenn sie sich bereits ausgebreitet haben und in Grundwasserbeobachtungsstellen oder Gewinnungsanlagen nachweisbar sind. Grundwasserschäden sind dann in Abhängigkeit von Stoffart und Stoffmenge vielfach Langzeitschäden.

Für eine langfristige Sicherung des Grundwassers ist das Vermeiden anthropogener Belastungen zur Wahrung der natürlichen Beschaffenheit und der Nutzbarkeit des Wassers von großer Bedeutung. Hierzu werden gemäß § 19 WHG und der darauf aufbauenden Landesgesetze, z.B. in Nordrhein-Westfalen § 14 LWG, Raumbereiche als „Wasserschutzgebiete“ festgesetzt, in denen die Sicherung der Ressource Grundwasser Priorität vor anderen Raumnutzungen besitzt. Gleichzeitig wird dadurch u.a. auch den Schutz- und Entwicklungsforderungen des Raumordnungs- und des Bundesnaturschutzgesetzes Rechnung getragen.

Nach DIN 4046 ist ein „Wasserschutzgebiet“ definiert als das „Einzugsgebiet oder Teil eines Einzugsgebietes einer Wassergewinnungsanlage, das zum Schutz des Wassers Nutzungseinschränkungen unterliegt“. Es stellt einen durch Rechtsverordnung festgelegten Raumbereich dar, innerhalb dem Handlungen, Nutzungen und Einrichtungen verboten oder nur eingeschränkt zulässig sind, wenn von ihnen nachteilige Auswirkungen für das genutzte Wasser ausgehen können.

Abwasserkanäle in WSG

Die Ausweisung von Wasserschutzzonen beugt einer Konzentration gefährdender Einrichtungen oder Nutzungen im Einzugsgebiet von Wassergewinnungsanlagen vor. Wie die Praxis zeigt, ist ein völliges Fernhalten risikobehafteter Einrichtungen oder Handlungen jedoch nicht in jedem Fall zu realisieren. Der Verlauf von Abwasserkanälen als Entwässerungseinrichtungen mit der Aufgabe, Abwasser von dessen Anfallstelle zur Kläranlage zu transportieren, ist an räumliche, technische und rechtliche Zwangspunkte gebunden, die ein Fernbleiben aus Wasserschutzzonen nicht immer möglich macht. Abwasserkanäle innerhalb von Wasserschutzgebieten stellen in jedem Fall eine Gefährdung dar, dessen Risikopotenzial jedoch von der Ausführung des Kanalbauwerks und den räumlichen Gegebenheiten im Untergrund beeinflusst wird.

Entsprechend den Ausführungen des DVGW-Arbeitsblattes W 101 „Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete – 1. Teil: Schutzgebiete für Grundwasser“ ist das Durchleiten von Abwasser durch eine Wasserschutzzone I keinesfalls tragbar und durch eine Wasserschutzzone II in der Regel nicht tragbar. In begründeten Fällen kann ein Kanalverlauf innerhalb der Wasserschutzzone II

ausnahmsweise geduldet werden, wenn eine solche Trassenführung zwingend erforderlich ist und das Wohl der Allgemeinheit dies erfordert. Durch das erhöhte Gefährdungsrisiko für das genutzte Grundwasser ist bei Planung und Ausführung der Baumaßnahme besondere Vorsicht geboten. Auch innerhalb der Schutzzone III sind Abwasserkanalisationen nur dann zulässig, wenn diese „in angemessenen Zeitabständen durch Inspektion auf Schäden überprüft werden.“

Anforderungen

Insbesondere in verdichteten Siedlungsräumen kann es zu einem unvermeidbaren Nebeneinander von Wassergewinnung und Siedlungsentwässerung kommen. Abwasserkanäle müssen daher so angelegt und betrieben werden, dass eine Verunreinigung oder eine sonstige nachteilige Veränderung des Grundwassers vorsorglich vermieden wird. Dies gilt in besonderem Maße für die Einzugsgebiete der öffentlichen Trinkwasserversorgung.

Bei der Neueinrichtung und beim Betrieb von Abwasserleitungen und -kanälen gilt es, die Einflüsse auf den Naturhaushalt gemäß des Minimierungsgrundsatzes auf ein Mindestmaß zu reduzieren und vermeidbare Beeinträchtigungen zu unterlassen. Jeder Eingriff in den natürlichen Untergrund stellt eine potenzielle Erhöhung des Gefährdungspotenzials für das Schutzgut Wasser dar. Das konkrete Gefährdungspotenzial wird im Einzelfall durch das Zusammenwirken verschiedener geologischer und hydrogeologischer Einflussfaktoren und Randbedingungen im Planungsraum bestimmt.

Aufgrund der großen Tragweite dieser Thematik liegen Planung, Bauausführung und Instandhaltung von Abwasserkanälen in Wasserschutz- bzw. Wassergewinnungsgebieten gegenwärtig besonders im Interessenfeld des Umwelt- und Gesundheitsschutzes. Insbesondere die Neuauflage des ATV-DVWK-Arbeitsblattes A 142 „Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten“ (11/2002) sowie die Erarbeitung des Merkblattes M 146 „Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten – Hinweise und Beispiele“ (05/2004) sind diesbezüglich zu nennen.

Als weitere wichtige Veröffentlichungen können das bereits erwähnte DVGW-Arbeitsblatt W 101 „Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete – 1. Teil: Schutzgebiete für Grundwasser“ (06/2006) sowie das DVGW-Arbeitsblatt W 102 „Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete – 2. Teil: Schutzgebiete für Talsperren“ (04/2002) und die Veröffentlichung der „Regeln für die Ausführung und Kontrolle von Abwasseranlagen in Wasserschutzgebieten“ des Landes Nordrhein-Westfalen (08/1990) angeführt werden.

1.2 Bedeutung und Situation in Deutschland und insbesondere in Nordrhein-Westfalen

Ausgangssituation

Nach einer Statistik des Bundesverbandes der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) aus dem Jahr 2003 fördert das Land Nordrhein-Westfalen jährlich etwa 1,04 Mrd. m³ Wasser, von denen 442 Mio. m³ auf echtes Grundwasser und etwa 12 Mio. m³ auf Quellwasser entfallen. Der Anteil des Grund- und Quellwassers an der Gesamtförderung beträgt damit knapp 44 %. Der verbleibende Rest der Förderung wird durch Oberflächenwasser einschließlich Uferfiltrat und angereichertem Grundwasser eingenommen.

Mit 3.876 km² sind derzeit rd. 11,4 % der Fläche Nordrhein-Westfalens von insgesamt 34.072 km² als Wasserschutzgebiet festgesetzt. Nach heutigen Planungsvorstellungen wird dieser Anteil auf bis zu 19,0 % und damit eine Fläche von 6.482 km² anwachsen. Die als Wasserschutzgebiet ausgewiesenen Räume haben die Aufgabe, langfristig qualitativ hochwertiges und anthropogen unbelastetes Trinkwasser für die öffentliche Versorgung bereitzustellen.

Kanalneubauten

Die tatsächliche Länge der zu sanierenden und neu zu errichteten Abwasserleitungen und -kanäle innerhalb von Wasserschutzgebieten ist nicht anführbar, jedoch kann die zu erwartende Länge anhand eines einfachen Berechnungsansatzes geschätzt werden, wie er z.B. für das Bundesland Bayern vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft in München angewendet wird. Hierzu wird der Anteil der als Wasserschutzgebiete ausgewiesenen Flächen an der Gesamtfläche des Bundeslandes gleichgesetzt mit dem Längenteil der Abwasserkanäle in Wasserschutzgebieten an der Gesamtlänge der im Bundesland zu sanierenden Abwasserkanäle.

Bei einer Gesamtlänge an öffentlichen Abwasserkanälen von rd. 60.000 km (MURL NRW 1999) und einer Landesfläche von 34.072 km² errechnet sich für Nordrhein-Westfalen unter Berücksichtigung eines von der ATV-DVWK ermittelten kurz- bis mittelfristigen Sanierungsbedarfes von rd. 17 % (BERGER 2002) und der Tatsache, dass mehr als die Hälfte aller Kanäle durch Erneuerung saniert werden (53 % der angeführten 17 % an sanierungsbedürftigen Kanälen), bei einem Flächenanteil der Wasserschutzgebiete an der Landesfläche Nordrhein-Westfalens von 11,4 % ein kurz- bis mittelfristiger Erneuerungsbedarf für eine Abwasserkanallänge in Wasserschutzgebieten in offener und geschlossener Bauweise von rd. 614 km. Bezogen auf einen 10-Jahres-Zeitraum bedeutet dies, dass in Nordrhein-Westfalen jährlich von einer Erneuerung öffentlicher Abwasserkanäle in Wasserschutzgebieten durch Sanierungsneubau im Umfang von über 61 km zu rechnen ist.

Neben den aufgrund von Alterungserscheinungen am Kanalnetz erforderlichen Sanierungen und Sanierungsneubauten müssen in Deutschland nach Schätzungen von DOHMANN (1997) bis zum Jahr 2015 pro Jahr rd. 2.000 km an Abwasserkanälen mit einem jährlich Investitionsvolumen von rd. 1,2 Mrd.

Euro neu verlegt werden. Überträgt man diese Zahlen auf Nordrhein-Westfalen, das einen Flächenanteil von rd. 9,5 % an der Bundesrepublik besitzt, so beträgt der Neubaubedarf hier jährlich rd. 190 km. Bei einem Anteil der Wasserschutzgebiete von 11,4 % an der Fläche Nordrhein-Westfalens müssen demnach statistisch in Wasserschutzgebieten jährlich über 21 km an Abwasserkanälen neu errichtet werden.

Hieraus errechnet sich für die Wasserschutzgebiete Nordrhein-Westfalens eine zu errichtende Kanallänge für Sanierungsneubau und erstmaligen Trassenneubau von zusammen rd. 82 km pro Jahr. Unberücksichtigt bleiben hierbei private Abwasserleitungen, deren Länge etwa zwei- bis dreimal größer ist als die der öffentlichen Abwasserkanäle sowie die erwähnte Planungsabsicht, in Zukunft weitere Landesflächen Nordrhein-Westfalens als Wasserschutzgebiete festzusetzen.

Im 70.547 km² großen Bundesland Bayern beträgt zum Vergleich der jährliche Gesamtneubaubedarf von Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten insgesamt rd. 126 km, wovon 98 km in Wasserschutzzone III und 28 in Wasserschutzzone II liegen (entsprechend 4,2 bzw. 1,2 % der Landesfläche).

Erforderlichkeit

Die obigen Betrachtungen zeigen, dass Kanalbaumaßnahmen innerhalb von Wasserschutzgebieten auch zukünftig erforderlich sein werden. Einschätzungen des Entsorgungsverbandes Saar (EVS), Saarbrücken, zufolge wird auch in Zukunft auf den Bau von Abwasserleitungen und -kanälen in Wasserschutzgebieten nicht verzichtet werden können, da sowohl in bestehenden als auch in neu auszuweisenden Gebieten die fach- und umweltgerechte Ab- und Durchleitung anfallender Abwässer gewährleistet sein muss.

Das innerhalb der F+E-Projekte Teil 1 und Teil 2 erarbeitete Expertensystem und dessen Umsetzung in einer Anwendersoftware besitzen daher sowohl für das Land Nordrhein-Westfalen als auch für die übrige Bundesrepublik Relevanz, da eine Notwendigkeit und ein Markt für den Einsatz eines praxisbezogenen Entscheidungsfindungs- und -hilfesystems für die Problematik von Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten besteht.

1.3 Bisherige Betrachtungen und methodische Ansätze zur Inangriffnahme der Problematik

Um der in der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie, dem Wasserhaushaltsgesetz und den ergänzenden Landeswassergesetzen der Bundesländer formulierten gesetzlichen Aufgabe, Grundwasser zu schützen, zu sichern und nachhaltig zu entwickeln, gerecht zu werden, ist eine fachlich begründete Abschätzung des von Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten ausgehenden

Gefährdungsrisikopotenzials für das Grundwasser notwendig, an die sich konkrete Handlungsempfehlungen zu Planung, Bau und Betrieb anknüpfen.

Die Beurteilung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser sowie die davon abhängige Festlegung der baulich-konstruktiven Anforderungen an das Ableitungssystem stellt eine Aufgabe mit hohem Aufwand und Schwierigkeitsgrad bei der Planung von Abwasserleitungen und -kanälen in Wasserschutz- bzw. Wassergewinnungsgebieten dar.

ATV-DVWK-A 142

Die Komplexität der Thematik ist wesentlicher Grund dafür, dass sich im durch die ATV-DVWK-Arbeitsgruppe ES 5.6 „Abwasserkanäle in Wasserschutzgebieten“ erarbeiteten ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 142 „Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten“ (11/2002) weitgehend auf generelle Richtlinien für die Planung und den Bau von Abwasserkanalisationen in Wasserschutzgebieten konzentriert wird. Gegenüber der Fassung von 1992 stellt die Überarbeitung von 2002 eine Erweiterung im Hinblick auf die Risikobewertung für die Schutzgüter Grundwasser und Boden dar und enthält Anforderungen an die konstruktive Gestaltung von neu zu verlegenden oder zu sanierenden Abwasserkanälen.

Zwar sind im Arbeitsblatt A 142 Auflagen, Regelungen, Forderungen und auch Empfehlungen bezüglich der Wahl des Ableitungssystems in Wassergewinnungsgebieten in Abhängigkeit vom Gefährdungspotenzial enthalten, jedoch wird keine konkrete Entscheidungshilfe zur individuellen Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser im Einzelfall gegeben.

Genau diese Einschätzung stellt jedoch bei der Planung eine Aufgabe höchster Wichtigkeit dar und ist Grundlage für eine objektive Bewertung verschiedener baulich-konstruktiver Lösungsansätze in Bezug auf die komplexen bauwerks- und untergrundspezifischen Randbedingungen. Im Arbeitsblatt A 142 wird eine Einstufung des Gefährdungspotenzials in die Klassen „sehr hoch“, „hoch“ und „weniger hoch“ vorgeschlagen. Ebendiese Beurteilung bzw. Einstufung hat sich in der Praxis als äußerst schwierig herausgestellt, da sie ein hohes Maß an Expertenwissen in verschiedenen Fachgebieten, darunter der Geologie, Hydrogeologie, Bauverfahrens- und Umwelttechnik, erfordert. Pauschalisierte Betrachtungen, die lediglich auf der betroffenen Wasserschutzzone I, II oder III gründen, sind fachlich nicht sinnvoll, worauf im Abschlussbericht des F+E-Projektes Teil 1 ausführlich eingegangen wurde.

Dem Ingenieur und Planer ist es auch durch Zuhilfenahme des überarbeiteten ATV-DVWK-Arbeitsblattes A 142 kaum möglich, die an die bauliche Lösung gestellten Anforderungen im Interesse des Auftraggebers und der Allgemeinheit gemeinsam zu erfüllen und Umwelt- und Gesundheitsschutz wie auch Wirtschaftlichkeit der Maßnahme gleichzeitig zu berücksichtigen. Die Folge sind Planungsergebnisse, die oftmals die sicherste jedoch gleichzeitig teuerste Lösung nach sich ziehen und dadurch hohe Investitionssummen erfordern.

Dem Arbeitsblatt A 142 fehlt eine methodische Hilfe, mit der das Gefährdungspotenzial bei der Verlegung von Abwasserkanälen in Wasserschutz- bzw. Wassergewinnungsgebieten objektiv bewertet werden kann.

ATV-DVWK-M 146

Eine Konkretisierung der inhaltlich-methodischen Ansätze des Arbeitsblattes A 142 finden sich im ATV-DVWK-Merkblatt M 146 „Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten – Hinweise und Beispiele“ (05/2004). Dort wird darauf hingewiesen, dass nur durch eine „standortindividuelle Bewertungsmatrix“ mit Berücksichtigung aller planungsrelevanten Einflussfaktoren eine nachvollziehbare Dokumentation und Einstufung des zu erwartenden Gefährdungspotenzials möglich ist.

Hierzu werden im Merkblatt M 146 in aller Kürze beispielhaft einige wichtige, die Grundwassergefährdung wesentlich beeinflussende Einflussgrößen einschließlich eines möglichen Bewertungsschemas aufgeführt. Die erarbeitete Liste der Einflussgrößen ist jedoch bei Weitem nicht erschöpfend, wie aus dem Hinweis „Matrix ist gegebenenfalls um weitere Parameter zu ergänzen“ hervorgeht und daher für eine detaillierte Einschätzung des Gefährdungspotenzials nicht ausreichend.

Das Merkblatt M 146 ist als Ansatz zu sehen, der die Komplexität der Thematik lediglich streift. Von den am Planungsprozess beteiligten Personen kann es für eine eindeutige und nachvollziehbare Einschätzung des Gefährdungspotenzials bei der Verlegung von Abwasserkanälen und -leitungen in Wasserschutzgebieten nur ergänzend dienen. Manche methodische Vorschläge erscheinen zudem diskussionswürdig, darunter z.B. die vorgeschlagene Zusammenfassung von Einzelbewertungen zu einer Einschätzung der Gesamtgefährdung.

1.4 Zielsetzung und Schwerpunktsetzung des F+E-Projektes Teil 2

Ausgangssituation

Infolge des Fehlens eines praktisch anwendbaren und nicht auf Beispielfälle beschränkten Bewertungssystems zur Einschätzung des Gefährdungspotenzials von Abwasserleitungen und -kanälen in Wasserschutzgebieten wurden die AG LEITUNGSBAU UND LEITUNGSINSTANDHALTUNG der Ruhr-Universität Bochum und die GRUNDWASSER- UND GEO-FORSCHUNG Prof. Dr. J. Wagner, Neunkirchen, vom Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen im Mai 2003 nach vorheriger Beantragung mit der Bearbeitung des F+E-Projektes „Entwicklung eines computerbasierten Expertensystems zur Beurteilung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser und der Auswahl der fachlich geeigneten Vorgehensweise bei der Verlegung von Abwasserleitungen und -kanälen in Wasserschutzgebieten“ (Förderkennzeichen IV-9-042 087) beauftragt.

Nach Empfehlung der Expertenkommission Kanaltechnik NRW sollte sich innerhalb des Projektes inhaltlich auf die Arbeitsschritte „Literaturrecherche“ und „Erarbeitung der wissenschaftlichen Zusammenhänge“ (Arbeitsschritte 1 und 2) beschränkt werden. Das Projekt wurde planmäßig im Dezember 2003 abgeschlossen. Die Forschungsergebnisse wurden in einem umfangreichen Abschlussbericht zusammengefasst und dargestellt.

Es stellte sich heraus, dass aufgrund der großen Anzahl der herausgearbeiteten und erläuterten Einflusskriterien, welche den Entscheidungsprozess bei der betrachteten Problemstellung beeinflussen, sowie der hohen Komplexität der wissenschaftlichen Verflechtungen und Zusammenhänge zwischen beeinflussenden und beeinflussten Faktoren, die Entwicklung eines Entscheidungskataloges in alleiniger Papierform zur Beurteilung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser und zur Auswahl des fachlich geeigneten Vorgehensweise bei der Verlegung von Abwasserleitungen und -kanälen nicht sinnvoll bzw. in der Praxis nicht handhabbar ist, da so die erzielten Forschungsergebnisse dem abgezielten Nutzer nicht in geeigneter Form zugänglich gemacht werden können.

Projektzielsetzung

Die Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen zu einem allgemein nutzbaren Expertensystem war Anlass für das im vorliegenden Abschlussbericht dokumentierte Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Weiterentwicklung eines Bewertungsalgorithmus zur Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser bei Bau und Betrieb von Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten sowie als Entscheidungshilfe für die Auswahl des Ableitungssystems“, das durch das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert wurde (Förderkennzeichen IV-9-042 387 0010) und von der AG LEITUNGSBAU UND LEITUNGSINSTANDHALTUNG der Ruhr-Universität Bochum (Antragstellerin) in Zusammenarbeit mit der GRUNDWASSER- UND GEO-FORSCHUNG Prof. J. Wagner, Neunkirchen (Projektpartner) im Zeitraum von April 2005 bis Dezember 2006 durchgeführt wurde.

Um die bestehenden Schwierigkeiten bei der Gefährdungseinschätzung von Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten auszugleichen und kostenoptimierte Planungs- und Baudurchführungen bei gleichzeitiger Wahrung des Grundwasserschutzes in Wassernsgewinnungsgebieten zu ermöglichen, wurden im Fortsetzungsvorhaben die Forschungsansätze des vorangegangenen F+E-Projektes fortgeführt. Dabei wurde sich weiterhin auf die Betrachtung des Neubaus von Abwasserleitungen und -kanälen in Trinkwasserschutzgebieten beschränkt.

Ziel war die Entwicklung eines Bewertungsalgorithmus als methodisches Hilfsmittel für Anwender unterschiedlicher Fachrichtungen, der es erlaubt, nachvollziehbare, objektive und fachlich gesicherte sowie wirtschaftlich sinnvolle Entscheidungen mit Bezug auf die Wahl und den Bau des Abwasserab-

leitungssystems im Spannungsfeld zwischen Siedlungsentwässerung und Wassergewinnung zu treffen.

Dabei war zu berücksichtigen, dass ein Expertensystem eine detaillierte Projektplanung und Standortabwägung nicht ersetzen soll oder kann, sondern lediglich der Entscheidungshilfe und der Einschätzung der potenziellen Grundwassergefährdung dient. Seine Anwendung ist nur dann möglich und zulässig, wenn ausreichende und nach Möglichkeit umfassende Kenntnis des Nutzers über die einflussnehmenden und im System berücksichtigten Bewertungskriterien mit Bezug zu Kanalbauwerk, Maßnahmendurchführung, Umfeld und Untergrund vorliegt.

Mit dem in F+E-Projekt Teil 2 erarbeiteten Bewertungsalgorithmus und dem daraus hervorgehenden Entscheidungshilfesystem wird es zukünftig vor allem Planungs- und Ingenieurbüros, auf dem Gebiet der Geologie und Hydrogeologie tätig sind, sowie Genehmigungsbehörden, Zweckverbänden und Kommunen möglich sein, fachlich belastbare, trinkwasserhygienisch verträgliche sowie umweltgerechte und kostenminimierende Entscheidungen vorzubereiten, zu begleiten, zu finden und zu beurteilen.

Die letztendliche Programmierung des wissensbasierten Entscheidungshilfesystems war nicht Gegenstand des beauftragten F+E-Projektes. Mit Abschluss des Fortsetzungsvorhabens liegen jedoch die Programmierungsgrundlagen für Umsetzung des Expertensystems in eine computergestützte Webapplikation oder Softwareprogrammierung vor.

2 Methodische Vorgehensweise zur Entwicklung eines Bewertungsalgorithmus zur Abschätzung des Gefährdungspotenzials beim Bau und Betrieb von Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten als Voraussetzung für ein computergestütztes Expertensystem

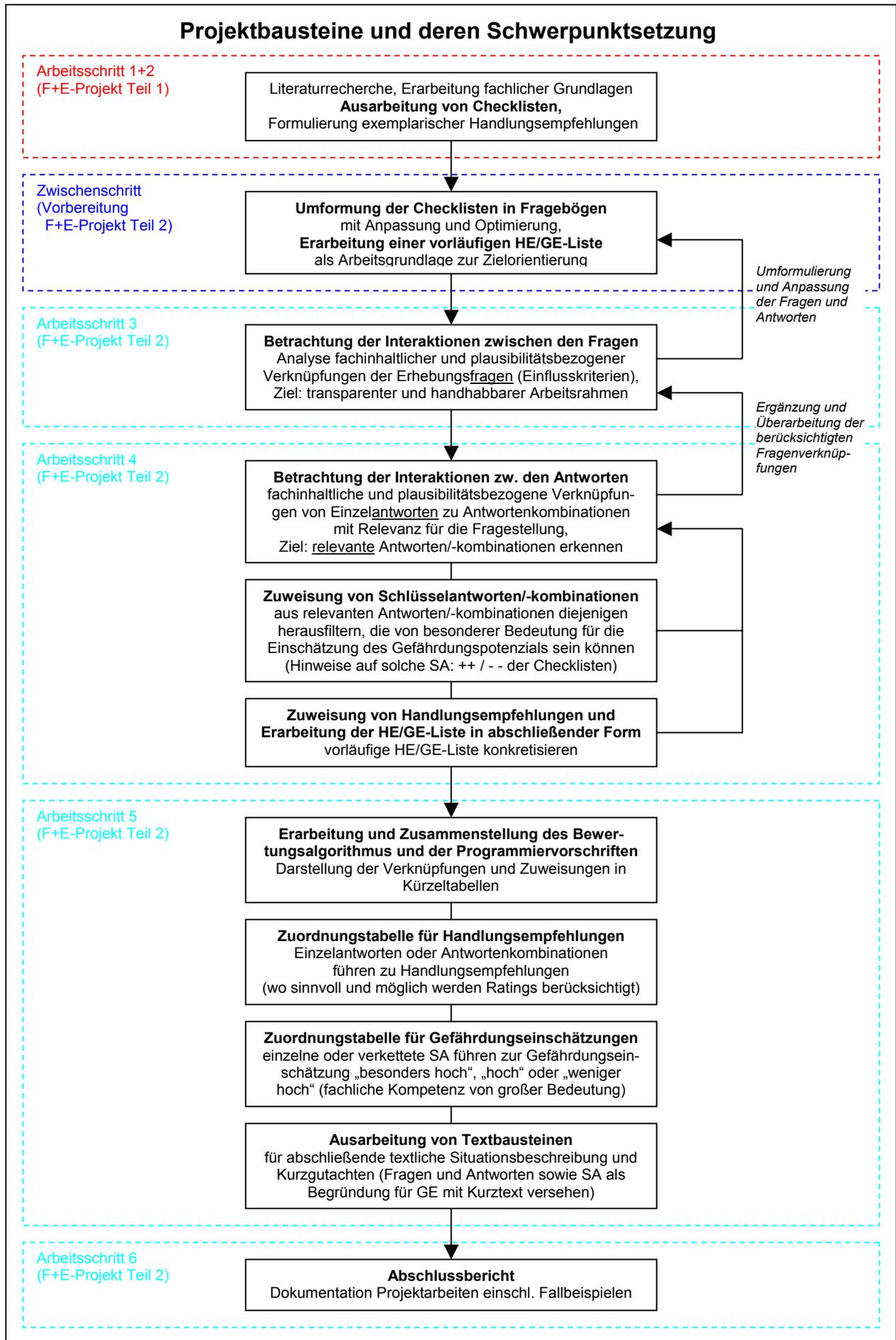
Arbeitsbauschritte

Die Integration der Ergebnisse der im F+E-Projekt Teil 1 erfolgten Literatur- und Informationsrecherche (Arbeitsschritt 1) und der Erarbeitung der wissenschaftlichen Zusammenhänge (Arbeitsschritt 2) sowie die Weiterentwicklung eines Bewertungsalgorithmus für die Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser beim Bau und Betrieb von Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten gliederte sich in drei Arbeitsschritte (Arbeitsschritte 3 bis 5 zuzüglich der Ausarbeitung des Ergebnis- und Abschlussberichtes als Arbeitsschritt 6) mit einem vorgeschalteten Vorbereitungsbaustein.

Zunächst wurden die fachlich-wissenschaftlichen Grundlagen des vorangegangenen F+E-Projektes Teil 1 als Basis für die Arbeiten im zweiten Projektteil im Hinblick auf die Zielsetzung des Fortsetzungsvorhabens optimiert und umgeformt. Dabei galt es, die im ersten Projektteil erarbeiteten Checklisten in anwenderbezogene Fragebögen zu überführen. Darüber hinaus wurde als Arbeitsgrundlage zur Zielorientierung eine vorläufige Auflistung von Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen erarbeitet, die aus den erhobenen Aspekten zu Kanalbauwerk, Maßnahmendurchführung, Umfeld und Untergrund resultieren und zu einer Modifikationen der Kanalplanung sowie zu einer Einschätzung des Grundwassergefährdungsrisikos führen können.

Darauf aufbauend wurden bestehende und abzubildende fachlich-inhaltliche Verknüpfungen der Einflusskriterien (Erhebungsfragen) untereinander analysiert und Zusammenhänge, gegenseitige Beeinflussungen und Abhängigkeiten herausgearbeitet. Diese flossen als elementare Bestandteile in das Bewertungs- und Entscheidungshilfemodell ein, für das es erforderlich war, kritische Verknüpfungen von Kriteriumsausprägungen (Antwortenkombinationen) als solche zu erkennen und in ihrer Bedeutung hinsichtlich zu empfehlender Planungsmodifikationen und einer Gefährdungseinschätzung zu bewerten.

Erforderliche Detailinformationen wurden unter Berücksichtigung aller als relevant erachteten Erhebungsfragen und Antwortenkombinationen sowie der sich aus deren Beantwortungen ableitenden Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen detailliert ausgearbeitet und textlich oder tabellarisch zusammengestellt. Sie dokumentieren den Aufbau und Inhalt des Bewertungsalgorithmus als Kernbaustein des Expertensystems, welcher die Programmiergrundlage für eine Umsetzung des erarbeiteten Bewertungssystems in eine Computersoftware oder Webapplikation darstellt.



2.1 Auswahl eines geeigneten Bewertungsansatzes und dessen systemimmanente Grenzen

Ansätze und Probleme

Aufgabe eines Expertensystems zur Entscheidungshilfe und Alternativenabwägung ist eine objektive und sachliche Situationsbeurteilung, die im vorliegenden Fall das von Abwasserkanälen in einem Wasserschutzgebiet für das Grundwasser ausgehende Gefährdungspotenzial folgerichtig bewerten und eine fachlich wie ökonomisch angepasste Baumaßnahmendurchführung ermöglichen soll. Der dem Expertensystem zugrunde liegende Bewertungsansatz sowie der darauf aufbauende Bewertungsalgorithmus müssen diese Aufgabe erfüllen und an die betrachtete Thematik angepasst sein.

In der Raum- und Umweltplanung sind zahlreiche Analyse-, Prognose- und Bewertungsansätze bekannt, die das Ziel verfolgen, durch eine Bewertung, Gewichtung und Kombination von Einzelinformationen innerhalb einer vorgegebenen Fragestellung zu einer Beurteilung des Gesamtzustandes zu gelangen. Dies können Verfahren sein, die auf der Betrachtung monetärer, nutzwert- bzw. risikoanalytischer Aspekte basieren oder denen begründete Verbalargumentationen zugrunde liegen. Auch Misch- und Übergangsformen zwischen verschiedenen Verfahrenstypen existieren. Die zu wählende Bewertungsmethode zeigt sich von dem betrachteten Wirkungsgefüge bestimmt. Methodisch besitzen alle Verfahren und Ansätze Vor- und Nachteile, die ihre Anwendung je nach Fragestellung rechtfertigen oder ausschließen.

Eine Betrachtung verschiedener Bewertungsverfahren und Bewertungssysteme und ihrer systemimmanenten Stärken und Grenzen im Hinblick auf ihre Eignung und Anwendbarkeit für den vorliegenden Betrachtungsfall wurde im F+E-Projekt Teil 1 angestellt und ist im zugehörigen Abschlussbericht dokumentiert, auf den an dieser Stelle verwiesen wird.

Anforderungen

Der im konkreten Fall zu wählende Ansatz musste den Anforderungen genügen, in der Praxisanwendung eine objektive und wissenschaftliche begründbare Aussage zum Gefährdungspotenzial einer Kanalbaumaßnahme in einem Wasserschutzgebiet machen zu können, die reproduzierbar ist und auf vergleichbaren, überprüfbar und wiederholbaren Entscheidungen gründet.

Strikt formalisiert aufgebaute Bewertungsmethoden schießen aufgrund der Komplexität der Fragestellung und des weit verzweigten, mathematisch nicht beschreibbaren Wirkungsgefüges zwischen Kanalbauwerk und Untergrund aus. Auch ein verbal-argumentativer Ansatz unter Einbeziehung aller denkbaren Antwortkombinationen war nicht umsetzbar. Aus z.B. 50 zu berücksichtigten Erhebungsfragen mit jeweils nur zwei Antwortalternativen hätten weit über 1.125.000.000.000.000 (1,125 Trillionen!) mögliche Antwortkombinationen resultiert, die unmöglich alle mit einer Handlungsanweisung oder Gefährdungseinschätzung hätten kombiniert werden können.

Eine verbal-argumentative Betrachtung erschien jedoch dann umsetzbar, wenn bei der Erhebung der Ausgangssituation bezüglich geplantem Kanalbauwerk und betroffenem Wasserschutzgebiet die Zahl der zu beachtenden Antwortpermutationen begründbar reduziert werden konnte.

Da nicht jedes abgefragte Einflusskriterien, d.h. nicht jede Frage zur Situations- und Planungserhebung die gleiche Aussagekraft für die Gesamtaussage besitzt und nicht jede (theoretisch) denkbare Antwortenkombination für die Abschätzung der Grundwassergefährdung und die Formulierung von Empfehlungen zur Planungsmodifikation von Bedeutung ist, konnte auf eine Betrachtung aller möglichen Antwortpermutationen verzichtet und sich stattdessen auf diejenigen konzentriert werden, die von Relevanz für die Zielaussage sind. Welche Kombinationen dies sind, musste zunächst fachlich-wissenschaftlich abgewogen werden. Mit Hilfe dieses Vorgehens und der Definition entscheidungsrelevanter Verknüpfungen zwischen Bewertungskriterien (Erhebungsfragen) und deren Ausprägungen (Antwortalternativen) wurde die Anwendbarkeit eines verbal-argumentativen Ansatzes ermöglicht und ein handhabbarer Rahmen zur Umsetzung der Zielvorgabe geschaffen.

Durch die ausführlichen textlichen und tabellarischen Erläuterungen zur Wahl und Bedeutung der Einflusskriterien und deren Differenzierungen in F+E-Projekt Teil 1 sowie zu den darauf aufbauenden Interaktionen zwischen Fragen und Antworten sowie der Zuweisung von Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen in F+E-Projekt Teil 2 wird die Transparenz des gewählten Bewertungsansatzes gewährleistet. Vereinfachungen, Zusammenfassungen und Generalisierungen orientierten sich an anerkannten und/oder fachlich begründbaren Klassifizierungs- und Bewertungsmaßstäben.

Systemgrenzen

Bei einer wie im vorliegenden Fall überaus komplexen Fragestellung ist bei der Erarbeitung eines Bewertungsalgorithmus die Konzentration auf besonders entscheidungsrelevante Betrachtungspunkte notwendig, um eine Anwendbarkeit des Systems bei den unterschiedlichsten Konstellationen zwischen Kanalbaumaßnahme und Untergrund in der Praxis zu garantieren.

Trotz der Berücksichtigung einer Vielzahl von Einflusskriterien kann mit einem Expertensystem wie dem hier entwickelten lediglich die potenzielle, nicht jedoch die tatsächliche Gefährdung des Grundwassers ermittelt werden. Wechselbeziehungen und Wirkungseinflüsse sind im Einzelnen je nach einzelfallspezifischer Situation nicht immer mit Sicherheit vorherseh- oder einschätzbar. Hieraus folgt, dass ein Expertensystem lediglich der Entscheidungshilfe dienen, niemals jedoch den Ingenieur und Geowissenschaftler ersetzen kann.

Zudem bleibt zu berücksichtigen, dass die Aussagequalität eines Expertensystems immer nur so gut sind, wie die Kenntnisse des Anwenders zur Planungs- und Untergrundsituation im betrachteten Raum. Probleme, die aus dem unbedachten Beantworten von Erhebungsfragen ausgehen, können letzt-

lich nur durch den Nutzer selbst vermieden werden. Einem Missbrauch des Expertensystems durch eine bewusste Falschbeantwortung von Fragen zur Beeinflussung oder Schönung der Zielaussage kann nicht vorgebeugt werden. Eine gewissenhafte Nutzung ist Grundvoraussetzung dafür, dass das System zu belastbaren und zutreffenden Ergebnissen führt.

2.2 Aufgabe und Inhalt des vorangegangenen F+E-Projektes Teil 1 (Arbeitsschritte 1 und 2)

Arbeitsschritte 1 + 2

Innerhalb des F+E-Projektes Teil 1 wurden die wissenschaftlichen Zusammenhänge als Grundlage für das im Weiteren zu entwickelnde Expertensystem erarbeitet.

Die durchgeführten Arbeiten gliederten sich dabei in die beiden Arbeitsschritte 1 und 2:

- **Literatur- und Informationsrecherche** und
- **Erarbeiten der wissenschaftlichen Zusammenhänge**

mit den Schwerpunkten:

- Finden von Beurteilungskriterien (Erhebungsfragen),
- Differenzieren und Quantifizieren dieser Kriterien (Bestimmen von Antwortalternativen) sowie
- Bewertung der Differenzierungen und Quantifizierungen (Antwortalternativen), Formulierung exemplarischer Handlungsempfehlungen.

Aufgabe war es, Einflusskriterien zu finden, die eine Aussagekraft zur fachlich richtigen Einschätzung der Grundwassergefährdungssituation beim Bau und Betrieb von Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten besitzen und relevant für die Absicherung, Überprüfung und Modifikation der beabsichtigten Abwasserkanalbauplanung sind. Diese Kriterien ließen sich in solche mit Bezug zum Kanalbauwerk und zur Maßnahmendurchführung und in solche mit Bezug zu Gelände, Untergrund und Grundwasser differenzieren.

Nach der Zusammenstellung der als relevant erachteten Kriterien erfolgte deren Differenzierung nach möglichen Ausprägungen und Quantifizierungen sowie eine Einzelgefährdungsbewertung der gewählten Differenzierungen. Dabei wurde die Zahl der Ausprägungen auf das notwendige Mindestmaß begrenzt und eine wissenschaftliche Komprimierung vorgenommen, sofern durch sie die Gewährleistung der fachlichen Aussagequalität nicht negativ beeinflusst wurde.

Die Verifizierung der Kriterien bezüglich Abhängigkeiten und fachlichen Verknüpfungen (Interaktionen) untereinander sowie die Formulierung von Handlungsempfehlungen auf Grundlage dieser Bewertung waren antragsgemäß nicht Gegenstand des F+E-Projektes Teil 1, jedoch erfolgten hierzu einige beispielhafte Ausführungen, um die Praktikabilität eines auf dem erarbeiteten Situations- und Planungserhebungskatalog basierenden Expertensystems zu verdeutlichen.

Die Forschungsergebnisse flossen in insgesamt sieben thematischen Checklisten zusammen, in denen 60 Einflusskriterien als Erhebungsfragen Berücksichtigung fanden, die als relevant für die Bewertung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser und daraus ableitbare planerische Empfehlungen zur Umsetzung der Kanalbaumaßnahme erachtet wurden. Die als Antwortalternativen berücksichtigten Kriteriumsdifferenzierungen wurden im Detail erläutert und fachlich begründet. Für jede Differenzierung wurde unabhängig vom Zusammenwirken mit anderen Einflusskriterien bewertet, ob durch sie das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser bestätigt oder verringert wird.

Der Abschlussbericht zum F+E-Projekt Teil 1 beinhaltet damit eine in dieser Form einmalige und umfassende, fachlich-wissenschaftliche Grundlage zur Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser bei der Verlegung von Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten aus bautechnischer sowie geologischer und hydrogeologischer Sicht, die als Bewertungsbasis für die Fortführung der Betrachtungen im hier dokumentierten Forschungsvorhaben diene.

2.3 Optimierung und Umwandlung der Bewertungsgrundlagen (vorbereitender Zwischenbaustein)

Vorbereitender Arbeitsschritt

Vor Inangriffnahme der Arbeitsschritte 3 bis 5 erfolgte zu Beginn des F+E-Projektes Teil 2 ein vorbereitender Baustein, in dem die Ergebnisse des ersten Projektteiles für die nachfolgenden Arbeiten optimiert wurden. Zunächst erfolgte dabei eine

➤ Betrachtung der vorliegenden Checklisten

des F+E-Projektes Teil 1, bei der überprüft wurde, inwieweit aufgrund neuester Abwägungsergebnisse eine Optimierung die in den Checklisten berücksichtigten Beurteilungskriterien (Erhebungsfragen) und Differenzierungen (Antwortmöglichkeiten) zur deren Integration in den weiterzuentwickelnden Bewertungsalgorithmus sinnvoll sein würde. Ziel war hierbei eine weitere fachliche Reduzierung des Umfangs des Erhebungskataloges und eine Zusammenfassung bislang berücksichtigter Antwortalternativen.

Nach dieser Abwägung erfolgte eine

- **Optimierung und Umformung der vorhandenen Checklisten in anwenderbezogene Fragebögen,**

wobei aus den hinsichtlich Anzahl und Schwerpunktsetzung der Situations- und Planungserhebung angepassten Checklisten konkrete praxis- und anwenderbezogene Fragen erstellt wurden.

Bei der Umgestaltung wurde auf die Wahl und Eindeutigkeit der Formulierung von Fragen und Antworten geachtet. Für eine objektive Situationserhebung war eine neutrale, möglichst einfache und allgemeinverständliche Fragestellung ohne Suggestivfragen erforderlich. Abfragen und Antwortalternativen wurden in Multiple Choice-Form umgesetzt, wobei Frageform und Alternativenanordnung variiert wurden. Die Wahl einer geschlossenen Frageform mit der Vorgabe einer bestimmten Anzahl möglicher Antwortalternativen erleichtert die direkte Vergleichbarkeit sowie für die spätere Überführung in eine Computersoftware. Die Anzahl der bei jeder Frage zur Wahl stehenden Antwortalternativen richtet sich dabei nach den Differenzierungsmöglichkeiten des betrachteten Einflusskriteriums sowie nach der Art der Fragestellung.

Durch die Zusammenfassung in verschiedenen thematischen Fragebögen findet eine für den späteren Anwender gedankliche Ordnung statt. Die Fragebögen wurden so konzipiert, dass jede Frage vom Nutzer verpflichtend zu beantworten sein wird. Immer genau eine angebotene Antwort ist zu wählen. Dies setzt eine Vertrautheit mit der Thematik bzw. Sachkenntnis des Nutzers voraus. Da das Auslassen einer Frage unzulässig ist, wird garantiert, dass es zu keinem versehentlichen Überspringen von Fragen kommt. Dies soll zudem verhindern, dass das Expertensystem bei nur geringem Kenntnisstand oder unzureichender Informationslage durchlaufen wird und zu Handlungsempfehlungen führt, die auf einer unvollständigen Betrachtung der Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet beruhen. Verschiedentlich können sich Fragen jedoch dann als redundant erweisen, wenn mindestens ein anderer Sachverhalt zutrifft. In einer Software würden solche Fragen automatisch entfallen.

Nach Beantwortung aller Fragen wird es bei einer späteren Softwareumsetzung möglich sein, dem Anwender die gestellten Fragen zusammen mit den gegebenen Antworten komprimiert auf einer bis zwei Seiten als automatisierte Situationsbeschreibung im Wasserschutzgebiet noch einmal vorzulegen, um die erfolgte Beantwortung auf ihre Richtigkeit zu überprüfen.

Im Anschluss daran wurde die bereits im ersten Projektteil auszugsweise und exemplarisch zusammengestellte

- **vorläufige Liste von Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen (HE/GE-Liste)**

als Arbeitsgrundlage und Zielorientierung für die weiteren Betrachtungen überarbeitet, erweitert und konkretisiert. Berücksichtigt wurden Empfehlungen und Maßnahmen z.B. zur Sicherung, Vorsorge, Standort- oder Verfahrensüberprüfung und Kenntnisverbesserung, die sich in der Praxis als sinnvoll zur Reduzierung des Grundwassergefährdungsrisikos erweisen können sowie eine erste differenzierte Angabe verschiedener Gefährdungseinschätzungen.

Die Formulierung der Handlungsempfehlungen musste dabei zum einen ausreichend konkret, zum anderen jedoch auch so allgemein wie möglich gehalten werden, damit die Passgenauigkeit für die unterschiedlichen denkbaren Ausgangssituationen zwischen Abwasserkanal, Umfeld und Untergrund gewahrt bleibt. Wichtig war, dass die Empfehlungen begründbare Angaben zur Planungsmodifikation enthalten. Eine zu filigrane Differenzierung der Empfehlungen wurde als nicht sinnvoll erachtet, da es bei der späteren Anwendung des Expertensystems in der Praxis nicht gelingen wird, die Bedingungen, welche zur Auswahl bzw. Festlegung einer Handlungsempfehlung führen, hierfür ausreichend klar zu fixieren. Ein Rating von Empfehlungen, d.h. eine Abstufung der z.B. Dringlichkeit ihrer Durchführung, wurde zu diesem Zeitpunkt noch nicht abschließend durchgeführt und erfolgte erst in Arbeitsschritt 5.

Gefährdungseinschätzungen und Handlungsempfehlungen stellten beim zu erarbeitenden Bewertungsalgorithmus die zu erreichenden „Aussageziele“, die Abfragen der Fragebögen die „Ausgangspunkte“ dar. Die relevanten Verknüpfungen der Antwortmöglichkeiten bilden die „Wege“, die zu den einzelnen Zielen führen.

Handlungsempfehlungen sind zentraler Bestandteil des abschließenden Kurzgutachtens, das bei Umsetzung des Expertensystems in einer Computersoftware nach Abarbeitung der Fragebögen und Verknüpfung der Antworten automatisch erstellt werden und eine Gesamtdarstellung der Situation im Schutzgebiet mit Aussagen zum Gefährdungspotenzial des Abwasserkanals und zur Wahl und Bauausführung des Ableitungssystems enthalten wird.

2.4 Analyse der einzelnen Einflusskriterien bezüglich bestehender und abzubildender Interaktionen (Arbeitsschritt 3)

Arbeitsschritt 3

In Arbeitsschritt 3 erfolgte die

- **Ermittlung, Analyse und Dokumentation von möglichen und bei der Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser bedeutsamen Zusammenhänge, Beeinflussungen und Abhängigkeiten (Interaktionen) zwischen den einzelnen Einflusskriterien.**

Sie zielte darauf ab, relevante und aufgrund ihrer Auswirkungen auf das Gefährdungspotenzial zu berücksichtigende Verknüpfungen zwischen den Einflusskriterien (Erhebungsfragen) zu erarbeiten. Die Kenntnis dieser Interaktionen stellte die Grundlage für die Betrachtung wichtiger Antwortenverknüpfungen in Arbeitsschritt 4 dar, aus denen Handlungsempfehlungen sowie die Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser hervorgingen.

Eine Vernetzung der Einflusskriterien/Fragen erfolgte dort, wo Erhebungen aufgrund ihrer Komplexität in verschiedene Fragen untergliedert werden mussten (z.B. bei der Ermittlung der Deckschichtensituation) sowie dort, wo sich aus der Kombination verschiedener Einflusskriterien/Fragen weitergehende oder zusätzliche thematische Aspekte ableiten ließen, die von Bedeutung für die Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials und/oder die einer Zuweisung Handlungsempfehlung waren.

Aufgrund der Vielzahl möglicher thematischer Querverbindungen musste sich zur Wahrung der Umsetzbarkeit des Bewertungsansatzes und zur Zusammenführung in einem Bewertungsalgorithmus auf solche Fragenverknüpfungen beschränkt werden, die für die Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser und die Zuweisung von Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung unmittelbar von Relevanz sind.

Methodisch wurde so vorgegangen, dass jede Erhebungsfrage der aus den Checklisten hervorgegangenen Fragebögen nacheinander jeder anderen Frage gegenübergestellt und mit ihr abgeglichen wurde. Dabei wurde beurteilt und abgewogen, ob zwischen beiden ein für die vorliegende Fragestellung bedeutender Zusammenhang besteht. Ergebnis war eine tabellarische Auflistung, welche thematisch-fachliche Verknüpfungen zwischen den Fragen zusammenstellt (**Fragenverknüpfungstabelle**). Die Arbeiten hierzu erforderten ein umfangreiches Fachwissen im Hinblick auf die komplexen geowissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Aspekte sowie deren Wechselwirkungen mit Bezug zu Bautechnik und Untergrund.

Bei der Art der Fragenverknüpfung wurde zwischen fachinhaltlichen und plausibilitätsbezogenen Verknüpfungen unterschieden. Plausibilitätsbezogene Verknüpfungen stellten Interaktionen dar, die im Expertensystem zu berücksichtigen waren, damit es bei der späteren Beantwortung der Erhebungsfragen durch den Systemnutzer zu keinen unstimmgigen und unsinnigen Antworten kommt. Fragen, deren Antwortalternativen sich gegenseitig ausschließen, waren demnach plausibilitätsbezogen miteinander verknüpft. Fachinhaltliche interagierten Fragen, wenn sie inhaltlich in Abhängigkeit zueinander standen und sich aus ihrem Zusammenwirken für die Beurteilung der Situation im Wasserschutzgebiet und die Formulierung von Handlungsempfehlungen wichtige Zusammenhänge ergaben. Je nach Frage und Formulierung der Antwortalternativen konnten Fragenverknüpfungen auch gleichzeitig fachinhaltliche und plausibilitätsbezogene Bedeutung besitzen.

2.5 **Ausarbeitung von elementaren Bestandteilen des Bewertungs- und Entscheidungshilfemodells (Arbeitsschritt 4)**

Arbeitsschritt 4

Nach der Analyse der Fragenverknüpfungen in Arbeitsschritt 3, d.h. der inhaltlichen Zusammenhänge und Abhängigkeiten (Interaktionen) zwischen den Erhebungsfragen (Einflusskriterien) ging es im Arbeitsschritt 4 darum,

- **kritische, d.h. entscheidungsrelevante Antwortenkombinationen als solche zu erkennen und diesen Handlungsempfehlungen bzw. eine Bedeutung bei der Gefährdungseinschätzung zuzuordnen.**

Zunächst galt es (*Punkt 1*), eine tabellarische Auflistung aller Einzelantworten und verknüpften Antworten, d.h. Antwortenkombinationen, zu erarbeiten, die aus der Verknüpfung der interagierenden Fragen resultierten (**Antwortenverknüpfungstabelle**).

Dabei war jede mögliche Antwort einer Frage jeder möglichen Antwort der verknüpften Fragen gegenüberzustellen, so dass alle aus der Verknüpfung hervorgehenden Permutationen Beachtung fanden. Auch die alleinige Aussagebedeutung der Einzelantworten ohne Verknüpfung mit Antworten anderer Fragen („Nullverknüpfungen“) war jeweils zu berücksichtigen, da sich aus ihnen unter Umständen direkte Handlungsempfehlungen ableiten ließen.

Gemäß der aus Arbeitsschritt 3 hervorgehenden Fragenverknüpfungen zeigten sich maximal vier Fragen gleichzeitig miteinander verknüpft. Hieraus ergab sich pro Fragenverknüpfung eine Zahl zu betrachtender Antwortenkombinationen von maximal 162. Im Regelfall war die Zahl der zu betrachtenden Antwortenkombinationen miteinander verknüpfter Fragen jedoch geringer. Die Mindestanzahl lag bei zwei Antworten; im Durchschnitt waren pro Erhebungsfrage etwa zwanzig Antwortenkombinationen zu überprüfen. Insgesamt wurden etwa 940 Antwortenverknüpfungen betrachtet.

Die Kodierung der Antworten bzw. Antwortenkombinationen erfolgte als Zahlenkürzel, bei dem die Fragennummer als Basis und die jeweilige Antwort als Exponenten dargestellt wurde. Antworten wurden durch ein Pluszeichen zu Antwortenkombinationen verknüpft. Um Dopplungen in der Antwortenverknüpfungstabelle zu vermeiden, wurden die aus einer Verknüpfung mehrerer Fragen hervorgehenden Antwortenkombinationen nur bei der Frage mit der niedrigsten Ordnungszahl angeführt. In der Tabelle wurde bei den übrigen verknüpften Fragen mit höherer Ordnungszahl ein Querverweis eingefügt.

Im Weiteren mussten in einer **Relevanzprüfung** für die Zuweisung von Handlungsempfehlungen oder die Gefährdungseinschätzung bedeutsame Antworten bzw. Antwortenkombinationen als solche erkannt und von Antworten bzw. Antwortenkombinationen unterschieden werden, aus denen keine Handlungs-

empfehlungen zur Modifikation der Abwasserkanalbauplanung resultieren oder die kein besonderes Gewicht bei der Einschätzung des Gefährdungspotenzials besitzen (Punkt 2).

Im Vorfeld dazu wurde jedoch zunächst in einer **Plausibilitätsprüfung** die Logik der einzelnen Antwortenverknüpfungen betrachtet. Hierbei war besonders auf die Fragenverknüpfungen zu achten, bei denen in Arbeitsschritt 3 bereits auf plausibilitätsbezogene Verknüpfungen hingewiesen wurde. Das Prüfungsergebnis wurde als Kürzel in der Antwortenverknüpfungstabelle eingetragen, wobei mit „P+“ fachlich plausible Antwortenkombination und mit „P-“ fachlich unplausible Antwortenkombination gekennzeichnet wurden¹. Einzelantworten stellten sich immer als plausibel dar, wodurch ihre Überprüfung nicht erforderlich war.

Die durchgeführte Relevanzprüfung stellte eine Vorselektion zur Verringerung des Arbeitsaufwands bei den Folgebetrachtungen dar. Das Prüfungsergebnis wurde ebenfalls als Kürzel in der Antwortenverknüpfungstabelle berücksichtigt, wobei das Kürzel „F+“ für fachinhaltlich relevant für eine Handlungsempfehlung oder Gefährdungseinschätzung und das Kürzel „F-“ für fachinhaltlich nicht relevant gewählt wurde.

Warum bestimmte Antwortenverknüpfungen Beachtung im Expertensystem fanden und welche Aussagebedeutung sie besitzen, wurde in der Antwortenverknüpfungstabelle textlich festgehalten. Hierbei wurde deutlich, dass eine Verknüpfung von Antworten die im F+E-Projekt Teil 1 den Antwortalternativen zugewiesenen Einzelgefährdungsbewertungen verstärken, relativieren oder sogar umkehren kann. Aus einer Antwortenkombination konnten mehrere Handlungsempfehlungen resultieren; ebenso konnten mehrere Antwortkombinationen zur gleichen Handlungsempfehlung führen.

Die Antwortenverknüpfungstabelle bildet das fachinhaltliche Kernstück des Bewertungsalgorithmus und damit des Expertensystems und erforderte in ihrer Ausarbeitung im besonderen Maße den Sachverstand der Bearbeiter.

Im Anschluss wurden den als relevant eingestuften Antworten bzw. Antwortenkombinationen Handlungsempfehlungen zugeordnet (*Punkt 3*). Die bis zu diesem Zeitpunkt nur vorläufige, als Arbeitsgrundlage und Zielorientierung dienende HE/GE-Liste (Teil A: HE-Liste, Teil B: GE-Liste) wurde in diesen Zusammenhang konkretisiert und in ihre abschließende Form überführt.

Ausgehend von den Handlungsempfehlungen, die im Expertensystem als Zielaussage berücksichtigt werden sollten, sowie den Ergebnissen der Relevanzprüfung galt es zu ermitteln, welche Antworten bzw. Antwortenkombinationen zu einer bestimmten Handlungsempfehlung der Liste führen. Dabei

¹ diese Betrachtung ist Ausgangspunkt für die automatisierte Kontrolle einer schlüssigen Beantwortung der Erhebungsfragen in einer späteren Anwendersoftware

konnten Handlungsempfehlungen, die schon beim Zutreffen einer einzigen Antwort auszusprechen sind (direkte Handlungsempfehlungen), von solchen unterschieden werden, die aus der Verknüpfung mehrerer Antworten resultierten (indirekte Handlungsempfehlungen).

Für alle als relevant bewerteten Antworten bzw. Antwortenkombinationen war anzuwägen, ob diese zu einer Handlungsempfehlung führen. Ebenso war umgekehrt nacheinander für jede Handlungsempfehlung der HE/GE-Liste zu überprüfen, mit welchen Antworten bzw. Antwortenkombinationen diese verknüpft war.

Die Einschätzung des von der geplanten Baumaßnahme ausgehenden Gefährdungspotenzials für das Grundwasser erfolgt im Bewertungsalgorithmus ebenfalls auf Grundlage bestimmter Antworten bzw. Antwortenkombinationen (*Punkt 4*). In Anlehnung an das ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 142 sowie das Merkblatt M 146 wurde eine Einordnung des Gefährdungspotenzials in die Klassen „besonders hoch“, „hoch“ und „weniger hoch“ gewählt.

Hierzu waren sogenannte **Schlüsselantworten** bzw. -kombinationen (SA) zu definieren, welche besonders kritische oder aber risikoentschärfende Konstellationen im Wasserschutzgebiet repräsentierten und als Basis für die Einschätzung des potenziellen Gefährdungsrisikos geeignet waren. Sie bildeten die Grundlage für die in Arbeitsschritt 5 bearbeitete Zuordnungstabelle. Schlüsselantworten bzw. Schlüsselantwortkombinationen konnten für die Gefährdungseinschätzung einzeln oder verkettet von Bedeutung sein.

Es war zu unterscheiden zwischen „risikoentschärfenden Schlüsselantworten“ (SA–) und „risikoverschärfenden Schlüsselantworten“ (SA+). Alle relevanten Antworten und Antwortenkombinationen der Verknüpfungstabelle waren auf einen entsprechenden Schlüsselantwortcharakter zu überprüfen. In der Antwortenverknüpfungstabelle erfolgte hierzu ein Vermerk „SA+“ oder „SA–“ in der entsprechenden Spalte. Hinweise, welche Antworten bzw. Antwortenkombinationen den beiden Gruppen zuzuordnen sind, konnte die im F+E-Projekt Teil 1 durchgeführte Gefährdungsbeurteilung der Einzelantworten geben, besonders (aber nicht nur!) Antworten, die dort mit den Bewertungsurteilen „deutlich gefährdungsbestätigend“ (++) oder „deutlich gefährdungsmindernd“ (– –) eingestuft wurden.

Während der Bearbeitung des Arbeitsschrittes 4 zeigte sich, dass es zweckdienlich war, die in Arbeitsschritt 3 erarbeiteten Fragenverknüpfungen in manchen Punkten zu überarbeiten. Einige der bis dato berücksichtigten Fragenverknüpfungen wurden als verzichtbar erachtet oder konnten weniger aufwändig über eine Verkettung verschiedener Antwortenkombinationen direkt in den Zuordnungstabellen in Arbeitsschritt 5 erfolgen. Ebenso stellte sich heraus, dass einige zusätzliche, vorher nicht betrachtete Fragenverknüpfungen zu beachten waren.

2.6 **Aufstellen eines Bewertungsalgorithmus für die Beurteilung des Gefährdungspotenzials unter Berücksichtigung von Relevanzen/Gewichtungsfaktoren (Arbeitsschritt 5)**

Arbeitsschritt 5

Arbeitsschritt 5 umfasste zunächst das

➤ **Erstellen von Zuordnungstabellen.**

Der Bewertungsalgorithmus zur Beurteilung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials sowie zur Empfehlung von Planungsmodifikationen baut sich aus festgelegten und feststehenden Zuordnungen auf, die sich auf das Zutreffen oder Nichtzutreffen von räumlichen und planungsspezifischen Gegebenheiten beziehen, welche aus der Beantwortung der Erhebungsfragen hervorgehen und angeben, welche Handlungsempfehlungen oder Gefährdungseinschätzungen beim Zutreffen welcher Antworten bzw. Antwortenkombinationen auszusprechen sind.

Zwischen Antworten bzw. Antwortenkombinationen und Handlungsempfehlungen bzw. Gefährdungseinschätzungen ergeben sich *Wenn-Dann*-Beziehungen, die Bedingungen und Konsequenzen formulieren:

„Wenn Antwort bzw. Antwortenkombination X zutrifft, dann folgt hieraus Handlungsempfehlung bzw. Gefährdungseinschätzung Y.“

Dabei kann auch eine Verkettung verschiedener Antworten bzw. Antwortenkombinationen mit Hilfe von UND bzw. ODER erforderlich werden:

„Wenn Antwort bzw. Antwortenkombination X zutrifft und gleichzeitig Antwort bzw. Antwortenkombination Y zutrifft, dann folgt hieraus Handlungsempfehlung bzw. Gefährdungseinschätzung Z.“

Ein auf festen *Wenn-Dann*-Zuordnungen basierender Bewertungsalgorithmus lässt sich problemlos in eine Programmierung umsetzen, da die Programmiervorschriften des Algorithmus vornehmlich auf IF-THEN-Operationen zwischen den gegebenen und im Anschluss verknüpften Antworten und den resultierenden Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen² beruht. Eine Programmumsetzung könnte so oder so ähnlich aussehen:

*IF ANTWORT X = TRUE
THEN TEXTBAUSTEIN „EMPFEHLUNG/EINSCHÄTZUNG Y“*

*IF ANTWORT X = TRUE AND ANTWORT Y = TRUE
THEN TEXTBAUSTEIN „EMPFEHLUNG/EINSCHÄTZUNG Z“*

² repräsentiert durch die sie beschreibenden Textbausteine

Grundlage des Bewertungsalgorithmus und Voraussetzung für eine Softwareprogrammierung war eine formalisierte Zusammenstellung aller vom Expertensystem zu berücksichtigenden Zuordnungen, d.h. Bedingungen und Konsequenzen.

Eine solche Zusammenstellung konnte am einfachsten und übersichtlichsten in Zuordnungstabellen erfolgen, in denen relevanten Antworten bzw. Antwortkombinationen resultierende Handlungsempfehlungen bzw. Gefährdungseinschätzungen gegenübergestellt wurden. Hierzu waren die für die Zuweisung von Handlungsempfehlungen und die Einschätzung der potenziellen Grundwassergefährdung bedeutsamen Antworten bzw. Antwortkombinationen aus der in Arbeitsschritt 4 erarbeiteten Antwortenverknüpfungstabelle zu exzerpieren. Für die Zuordnung der Handlungsempfehlungen und die Zuweisung der Gefährdungseinschätzungen wurden verschiedene Zuordnungstabellen erstellt.

Die **Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen** (HE) wurde als dreispaltigen Tabelle konzipiert. In der linken Spalte wurden die Handlungsempfehlungen angeführt, in der mittleren Tabellenspalte die Antworten bzw. Antwortkombinationen, welche zur Zuweisung der jeweiligen Handlungsempfehlung führten. In der rechten Spalte wurde das Rating der jeweiligen Handlungsempfehlung berücksichtigt, sofern ein solches als sinnvoll erachtet wurde.

Die Antworten bzw. Antwortkombinationen der mittleren Spalte stellten dabei die *Wenn*-Bedingung (IF) dar, die Handlungsempfehlungen bzw. die graduell abgestuften Handlungsempfehlungen in der linken bzw. rechten Spalte die *Dann*-Konsequenzen (THEN).

Die Antwort bzw. Antwortkombination wurden wie bereits in der Antwortenverknüpfungstabelle durch Zahlenkürzel repräsentiert, wobei die Basiszahl der Nummerierung der Frage gemäß der Erhebungsbögen und die Hochzahl der zutreffenden Fragenantwort entsprach. Die resultierenden Handlungsempfehlungen wurden nummeriert mit dem Präfix „HE“ versehen, um Verwechslungen mit der Nummerierung der Fragen zu vermeiden.

Führten mehrere Antworten bzw. Antwortkombinationen zur selben Handlungsempfehlung war abzuwägen, ob die verschiedenen Antworten bzw. Antwortkombinationen eine graduelle Abstufung der Handlungsempfehlungen zulassen oder dar erforderlich machten. Dazu wurden alle Antworten bzw. Antwortkombinationen, welche zur gleichen Empfehlung führten, in Bezug zueinander gesetzt und geprüft, ob eine oder mehrere Antworten bzw. Antwortkombination die betreffende Handlungsempfehlung mehr oder weniger erforderlich machen als andere.

Zu Beginn des Arbeitsschrittes 5 wurden verschiedene mögliche Ratingskalen zur graduellen Abstufung der Handlungsempfehlungen in Erwägung gezogen.

Sie sind nachfolgend aufgeführt. Da nur Empfehlungen betrachtet wurden, die sich als erforderlich erweisen und nicht solche, die nicht erforderlich sind, konnte auf die Stufen „nie/in keinem Punkt/keinesfalls/nicht“ von Beginn an verzichtet werden.

Mögliche graduelle Abstufungen			
Dringlichkeit	Intensität	Häufigkeiten	Wahrscheinlichkeit
<i>z.B. Zeitraum, in dem zu handeln ist</i>	<i>z.B. Ausmaß, in dem die bisherige Planung zu überdenken ist</i>	<i>z.B. des Auftritts eines Phänomens</i>	<i>z.B. des Auftritts eines Phänomens</i>
dringend	grundlegend	immer	sicher
baldig	in mehreren Punkten	oft	wahrscheinlich
unter Umständen	in einigen Punkten	gelegentlich	vielleicht
später	in wenigen Punkten	selten	wahrscheinlich nicht

Bei der Überprüfung der Handlungsempfehlungen hinsichtlich passender Abstufungen zeigte sich, dass von den in Betracht gezogenen Ratings im vorliegenden Fall nur eine Abstufung der Dringlichkeit der Empfehlung von Maßnahmen von besonderer Bedeutung war. Für das Abstufen der Handlungsempfehlungen wurde daher nachfolgendes dreistufiges Rating verwendet:

Verwendete graduelle Abstufung
Dringlichkeit
HE ...1: dringend empfohlen
HE ...2: empfohlen
HE ...3: nach Möglichkeit/ unter Umständen empfohlen

Bei Handlungsempfehlungen, bei denen ein Rating als zweckdienlich erachtet wurde, wurde in der Zuordnungstabelle ein entsprechender Eintrag in der rechten der drei Spalten gemacht und die gewählten Abstufungen der Handlungsempfehlungen als Indexzahl an das Kürzel der betreffenden Handlungsempfehlungen angehängt.

Sollte aus der Beantwortung der Erhebungsfragen mehrfach die gleiche Handlungsempfehlung hervorgehen, die jedoch jeweils unterschiedlich graduell abgestuft wird, kann in einer späteren Softwareprogrammierung vorgesehen werden, dass nur das Rating mit der höchsten Dringlichkeit in der Textausgabe des automatisierten Kurzgutachtens berücksichtigt wird.

Die Einschätzung der potenziellen Grundwassergefährdung erfolgte ebenfalls über entsprechende **Zuordnungstabellen zur Gefährdungseinschätzung (GE)**. Ausgangspunkt für die Einschätzung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials und Grundlage für die weiteren Betrachtungen waren die risikoverschärfenden bzw. risikoentschärfenden Schlüsselantworten (SA) der Antwortenverknüpfungstabelle aus Arbeitsschritt 4.

Ziel war eine Einschätzung der Grundwassergesamtgefährdung in Anlehnung an das ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 142 sowie das ATV-DVWK-Merkblatt M 146 in den drei Klassen:

„Grundwassergefährdungspotenzial besonders hoch“

„Grundwassergefährdungspotenzial hoch“

„Grundwassergefährdungspotenzial weniger hoch“

Die Gefährdungseinschätzung fußt auf der Tatsache, dass das Grundwassergefährdungspotenzial in einem Wasserschutzgebiet grundsätzlich als „hoch“ einzustufen ist, wenn keine besonderen Konstellationen für eine andere Einstufung sprechen. Diese formelle Zuweisung erfolgt auf Grundlage der Betonung der besonderen Bedeutung des Schutzgutes Grundwasser in einem wasserwirtschaftlich zur Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser genutzten Raumabschnitt. Liegen bestimmte risikoverschärfende bzw. risikoentschärfende Gegebenheiten vor – im Bewertungsalgorithmus repräsentiert durch das Zutreffen von Schlüsselantworten –, kann das Grundwassergefährdungspotenzial je nach Auftreten und Zusammenwirken der Schlüsselantworten als „besonders hoch“ oder aber als „weniger hoch“ eingestuft werden.

Ursprünglich war wie bei der Zuordnung der Handlungsempfehlungen zu bestimmten Antworten bzw. Antwortenkombinationen beabsichtigt, die Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials der geplanten Kanalbaumaßnahme über eine einfache Zuordnungstabelle mit *Wenn-Dann*-Bedingungen zu bewerkstelligen, in welcher die Schlüsselantworten berücksichtigt werden. Es zeigte sich jedoch, dass durch die Komplexität des Zusammenwirkens der Schlüsselantworten untereinander und die Vielzahl der Schlüsselantworten (rd. 300) ein derartiges Vorgehen jedoch nicht umzusetzen war.

Stattdessen wurden die Schlüsselantworten gemäß ihres Zusammenwirkens 13 thematisch gefassten Schlüsselantwortgruppen zugeordnet, die jeweils einen für die Einschätzung des von der geplanten Kanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials besonders bedeutsamen Sachverhalt betrachten. Dadurch wurde der untereinander korrelierenden Aussagebedeutung verschiedener Schlüsselantworten Rechnung getragen. Jeder der Gruppen wurden die Schlüsselantworten zugeordnet, die für die Betrachtung des jeweiligen Sachverhaltes von Relevanz sind. Dabei waren Doppelzuordnungen von Schlüsselantworten zu mehreren Gruppen möglich.

Für jeden dieser Sachverhalte, d.h. jede der Schlüsselantwortgruppen (SA-Gruppe 1 bis 13), wurde eine eigene Gefährdungs- und Sensibilitätseinschätzung auf Grundlage des Zusammenwirkens der zugeordneten Schlüsselantworten durchgeführt.

Hierzu wurde für jede der Schlüsselantwortgruppen eine eigene Zuordnungstabelle erstellt, in welcher jeder plausiblen Schlüsselantwortenkombination der Gruppe nach fachlicher Abwägung und Bewertung eine Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzung zugewiesen wurde, die entweder als „weniger hoch“, „hoch“ oder „besonders hoch“ einzustufen war. Hierbei war ein fundiertes fachübergreifendes Wissen der Bearbeiter unerlässlich.

Sollte bei einer Fallbetrachtung in einer der Schlüsselantwortgruppen keine der angeführten Schlüsselantworten zutreffen, ist davon auszugehen, dass weder besonders risikoentschärfende noch risikoverschärfende Gegebenheiten vorliegen, weswegen ein „hohes Gefährdungspotenzial“ anzunehmen ist, wie es aus der oben angeführten formalen Zuweisung in einem Wasserschutzgebiet hervorgeht.

Folgende 13 Schlüsselantwortgruppen wurden betrachtet:

1. *Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers*
2. *Gefährdung durch Entwässerungssystem und abwassertechnische Bauwerke*
3. *Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehllanschlüssen*
4. *Risiko des Nichterkennens von Schäden sowie einer erschwerten Inspektion und Sanierung*
5. *Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im Untergrund*
6. *Gefährdung durch bauliche Eingriffe in den Untergrund*
7. *Risiko durch Lage und Einrichtung der Baustelle*
8. *Risiko durch zutretendes Oberflächenwasser im Baubereich*
9. *Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone*
10. *Sensibilität des Grundwassers im Hinblick auf Vorbelastungen*
11. *Sensibilität des Grundwassers im Hinblick auf Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter*
12. *Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her*
13. *Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal*

Aus den 13 gruppenspezifischen Gefährdungs- und Sensibilitätseinschätzungen kann über eine zusammenfassende Zuordnungstabelle die Einschätzung des Gesamtgefährdungspotenzials für das Grundwasser erfolgen.

Teil 2 des Arbeitsschrittes 5 umfasste das

➤ **Erstellen von Textbausteinen für das abschließende automatisierte Kurzgutachten**

Bei einer späteren Umsetzung des Expertensystems in eine Anwendersoftware soll die auf der Beantwortung der Erhebungsfragen gründende Ausgangs- und Planungssituation sowie die darauf aufbauende Gefährdungseinschätzung einschließlich der Empfehlungen zur Planungsmodifikation in Form eines automatisierten Kurzgutachtens ausgegeben werden. Hierzu werden Textbausteine erforderlich sein, die je nach Beantwortung der Erhebungsfragen verschieden zu einem Text zusammengestellt werden.

Die Textbausteine waren in solche zur Beschreibung der Ausgangs- und Planungssituation, in solche zur Beschreibung und Erläuterung der Grundwassergefährdungseinschätzung und solche zur Beschreibung der empfohlenen Planungsmodifikationen zu differenzieren.

Textbausteine Situationsbeschreibung (TSB): Alle 143 Antwortalternativen der 54 Fragen wurden textlich in einen kurzen Satz gefasst. Diese Sätze werden vom Programm später zur einem Text zusammengefasst, der die Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet wiedergibt („Situationsdarstellung in 54 Sätzen“).

Textbausteine Gefährdungseinschätzung (TGE): Den Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen, welche aus dem Zusammenwirken der gruppierten Schlüsselantworten hervorgehen, wurde ein kurzer beschreibender Satz zugeordnet. Für die 13 Schlüsselantwortgruppen, denen jeweils eine von drei möglichen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätsbewertungen zugewiesen wird, waren damit 39 Textbausteine erforderlich. Diese weisen darauf hin, wie einzelnen urteilsrelevante Sachverhalte im Hinblick auf ihre Gefährdungsbedeutung zu bewerten sind. Hinzu kamen drei Textbausteine, welche den Text für die Zuweisung des Grundwassergesamtgefährdungspotenzials beinhalten und deren Zuweisung aus der abschließenden gemeinsamen Bewertung der 13 gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen hervorgeht. Sie entsprechen im Wortlaut den Ausführungen der HE/GE-Liste.

Textbausteine Handlungsempfehlungen (THE): Die Textbausteine betreffend der Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung entsprechen im Wortlaut ebenfalls der HE/GE-Liste, wobei zusätzlich bei Handlungsempfehlungen, bei denen ein Rating als sinnvoll und erforderlich erachtet und daher durchgeführt wurde, die graduelle Abstufung der Empfehlung im Text berücksichtigt wurde. Hieraus resultierte eine Zahl von 54 Textbausteinen.

3 Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte und Erläuterung des entwickelten Bewertungsalgorithmus

In Folgenden werden die Ergebnisse der in Kapitel 2 in ihrem Ablauf, ihrer Zielsetzung und ihrer Methodik beschriebenen Arbeitsschritte 3 bis 5 des Forschungsvorhabens dokumentiert und somit die Weiterentwicklung der Erkenntnisse des F+E-Projektes Teil 1 zu einem Bewertungsalgorithmus zur Gefährdungsabschätzung und Planungsmodifikation beim Bau und Betrieb von Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten erörtert.

3.1 Ergebnisse Zwischenbaustein: Optimierung und Umwandlung der Bewertungsgrundlagen

Thematische Fragebögen

Ausgangspunkt der Betrachtung stellten die sieben, aus den Arbeitsschritten 1 und 2 des F+E-Projektes Teil 1 hervorgegangenen Checklisten dar, die nach inhaltlicher Optimierung in sieben, hinsichtlich ihrer formal-inhaltlichen Gliederung und ihrem Aufbau den Checklisten entsprechenden thematische Fragebögen umgewandelt wurden, die der einzelfallspezifischen Erhebung der Ausgangs- und Planungssituation im Wasserschutzgebiet dienen.

Die einzelnen Fragebögen umfassen dabei folgende Erhebungsschwerpunkte:

➤ **Fragebogen A: Angaben zum Kanalbauwerk**

Der erste Fragebogen beinhaltet die Erhebung grundlegender Informationen und Randbedingungen bezüglich des geplanten Kanalbauwerks und berücksichtigt die wesentlichen Planungsabsichten, unter denen der Kanal innerhalb des Wasserschutzgebietes realisiert werden soll. Hierzu zählen u.a. Rohrenweite, Kanalart, Tiefenlage, Haltungslänge, Linienführung, Baulänge der Rohre und Schachtkonstruktion.

➤ **Fragebogen B: Angaben zum geplanten Bauablauf und zur Bauausführung**

Neben der Betriebsphase zeigt sich aus Sicht des Grundwasserschutzes insbesondere die Bauphase von Abwasserkanälen risikobehaftet. Aufgrund dessen werden im zweiten Fragebogen Aspekte zum geplanten Bauablauf bzw. zur Baudurchführung erhoben, darunter Bauweise bzw. Bauverfahrenstechnik, Angaben zu Bettung bzw. Leitungszone, Bauzeit sowie Baustelleneinrichtung.

➤ **Fragebogen C: Angaben zur Wassergewinnung**

Um den Stellenwert einer etwaigen Grundwassergefährdung im Hinblick auf deren Bedeutung für die betroffene Wassergewinnung einschätzen zu können, werden im dritten Fragebogen Erhebungen zu dem von der Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzgebiet sowie zu den potenziell gefährdeten Gewinnungsanlagen und zur Wasserförderung gemacht. Hierzu zählen u.a. Angaben zur von der Durchleitung betroffenen Wasserschutzzone, zur Art der Wassergewinnungsanlagen, zur jährlichen Entnahmemenge in Wasserschutzgebiet sowie zu Möglichkeiten der Besicherung von anderer Stelle im Falle eines des Ausfalls der Gewinnung.

➤ **Fragebogen D: Angaben zur Geländesituation**

Naturräumliche Gegebenheiten wie Morphologie und Hangneigung und der aus ihnen resultierende Oberflächenabfluss sowie das Maß der oberflächlichen Versiegelung zeigen sich von Bedeutung für die Bewertung des vorhandenen Gefährdungspotenzials im Baustellenbereich und in dessen Umfeld. Selbiges gilt für mögliche Überschwemmungs- und Setzungsgefahren sowie die Platzverhältnisse im Baubereich einschließlich dessen Erreichbarkeit. Auf ihre Erhebung zielt Fragebogen vier ab.

➤ **Fragebogen E: Angaben zum Schichtenaufbau des Untergrundes**

Maßgebliche Bedeutung für die Situationseinschätzung sowohl während der Bau- als auch während der späteren Betriebphase besitzt der geologische Aufbau des Untergrundes. Im fünften Fragebogen werden daher u.a. Angaben zum Schichtenaufbau, zur Mächtigkeit, zur Lithologie sowie zu weiteren Charakteristiken der grundwasserüberlagernden Deckschichten und des Grundwasserleiters abgefragt.

➤ **Fragebogen F: Angaben zur Hydrogeologie und zur Grundwassersituation**

Der sechste Fragebogen berücksichtigt Fragen, die auf die hydrogeologische Konstellationen im Untergrund abzielen. Hierzu zählen z.B. ein möglicher Stockwerksbau des Grundwasserleiters, die hydraulische Drucksituation im Aquifer sowie der Grundwasserstand in Bezug zur Sohle des Abwasserkanals und bekannte Beschaffenheitsveränderungen des Grundwassers.

➤ **Fragebogen G: Angaben zum Informationsstand und der Qualität der Kenntnisse**

Der abschließende Fragebogen hat die Aufgabe, die Güte des Informationsstandes abzufragen, welcher die Ausgangsbasis für die Angaben des Nutzers bildet. Dadurch soll geprüft werden, wie die getroffenen Antwortentscheidungen in ihrer Aussagekraft zu werten sind und wo die Untergrund- und Grundwassersituation betreffende Kenntnislücken und Defizite bestehen.

Optimierung, Anpassung

In Kapitel 3.1.2 wird auf Grundlage der aus den Arbeitsschritten 1 und 2 im F+E-Projekt Teil 1 hervorgegangenen Checklisten erläutert, inwiefern einzelne Erhebungsfragen (Einflusskriterien) und Antwortmöglichkeiten (Kriteriumsdifferenzierungen) bei der Umwandlung in anwenderbezogene Fragebögen optimiert, d.h. angepasst, verändert, zusammengefasst oder gestrichen wurden. Hierdurch sollte die Wertigkeit der umfangreichen Recherchen und Ergebnisse des F+E-Projektes Teil 1 in keinsten Weise in Frage gestellt werden, sondern lediglich die erarbeiteten Grundlagen für die weiteren Betrachtungen im F+E-Projekt Teil 2 optimal nutzbar gemacht werden.

Durch die Optimierung konnten die 60 Einflusskriterien der Checklisten auf 54 Erhebungsfragen in die Fragebögen und die zu berücksichtigenden 185 Kriteriumsdifferenzierungen auf unter 150 Antwortalternativen reduziert werden. Nach der Überarbeitung entspricht die fortlaufende Nummerierung in den Fragebögen nicht mehr derjenigen der Checklisten, weswegen beide Nummerierungen in der Tabelle in Kapitel 3.1.3 einander gegenüber gestellt werden.

Bevor in Kapitel 3.1.2 auf die Umwandlung der Checklisten in anwenderbezogene Fragebögen im Einzelnen eingegangen wird und die vorgenommenen Optimierungen der Abfragen und Antworten angeführt und begründet werden, werden in Kapitel 3.1.1 die Checklisten zusammengestellt, wie sie aus dem F+E-Projekt Teil 1 hervorgehen. Dabei wird sich auf die Darstellung der Einflusskriterien und deren Antwortdifferenzierungen beschränkt. Die aus der Umwandlung der Checklisten resultierenden Fragebögen werden in Kapitel 3.1.4 dargestellt.

3.1.1 Vorliegende Checklisten

Darstellung der Checklisten

Aus der Bearbeitung des F+E-Projektes Teil 1 resultieren nachfolgende sieben Checklisten zur Erhebung der Ausgangssituation hinsichtlich der beabsichtigten Kanalbaumaßnahme und dem betroffenen Wasserschutzgebiet, welche die Grundlage für die Abfragen des Expertensystems zur Situations- und Planungserhebung darstellen. In ihnen werden Einflusskriterien (Fragen) und deren Differenzierungen/Ausprägungen/Quantifizierungen (Antwortalternativen) einander gegenübergestellt:

A. Angaben zum Kanalbauwerk (Kanalspezifische Angaben)	
Einflusskriterium / Frage	Differenzierung, Ausprägung, Quantifizierung / Antwortalternativen
1	Rohrnenweite <ul style="list-style-type: none"> • DN/ID 400 • $400 < \text{DN/ID} \leq 800$ • $800 < \text{DN/ID} \leq 1200$ • $\text{DN/ID} > 1200$ („normaler“ Abwasserkanal) • $\text{DN/ID} > 1200$ (Staukanal)
2	Art des Abwasserkanals <ul style="list-style-type: none"> • Freispiegelleitung (Lage unterhalb Grundwasserspiegel) • Freispiegelleitung (Lage oberhalb Grundwasserspiegel) • Freispiegelleitung (Staukanal) • Druckleitung • Unterdruckleitung
3	Tiefenlage (Tiefe der Graben- bzw. Bohrlochsohle) <ul style="list-style-type: none"> • $\leq 1,75$ m • $1,75$ m bis $\leq 4,00$ m • $> 4,00$ m
4	Haltungslänge (Schachtabstand) <p>nichtbegehbare Rohrnenweiten ($< \text{DN/ID } 800$):</p> <ul style="list-style-type: none"> • < 50 m • 50 m bis ≤ 100 m • 100 m <p>begehbare Rohrnenweiten ($\geq \text{DN/ID } 800$):</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≤ 100 m • > 100 m
5	Linienführung <ul style="list-style-type: none"> • gerade • gekrümmt
6	Rohrwerkstoff bzw. -konstruktion <ul style="list-style-type: none"> • Ein-Schicht-Rohre (z.B. Beton/Stahlbeton, Faserzement, Steinzeug, Gusseisen, Polymerbeton (PRC), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE), Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)) • Zwei-Schicht-Rohre* (z.B. Beton-/Stahlbetonrohre mit integriertem Korrosionsschutz (Inliner/Auskleidung) aus Steinzeug, PVC, GFK etc.). <p>* Hiervon zu unterscheiden sind Rohre mit Korrosionsschutz-auskleidungen, bei denen im Rohrverbindungs-bereich lediglich eine Fugenversiegelung vorgenommen wird, die nicht als zusätzliche Dichtung zu betrachten ist.</p>
7	Rohrverbindungstyp <ul style="list-style-type: none"> • Steckverbindung • Schweißverbindung
8	Baulänge der Rohre <ul style="list-style-type: none"> • Baulänge $\leq 2,0$ m • $2,0$ m $<$ Baulänge $\leq 4,0$ m • Baulänge $> 4,0$ m

9	Entwässerungssystem	<ul style="list-style-type: none"> • Mischsystem • Trennsystem • Modifizierte Systeme (Sonderverfahren): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Modifiziertes Mischsystem ▪ Klein- oder Pflanzenkläranlagen ▪ Anordnung von Schmutzwasserkanälen in begehbaren Regen- oder Mischwasserkanälen
10	Art und Herkunft (Zusammensetzung) des Abwassers	<ul style="list-style-type: none"> • häusliches Abwasser • nicht häusliches Abwasser
11	Einbindungsart der Anschlussleitungen	<ul style="list-style-type: none"> • direkter Anschluss an Hauptkanal • indirekter Anschluss an Schächte
12	Bedeutung des Kanals für das Entwässerungssystem	<ul style="list-style-type: none"> • Straßenkanal (Sammler) mit geringer bis normaler Bedeutung • Hauptsammler als Ein-Kanal-System mit übergeordneter Bedeutung • Hauptsammler als Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillingskanal-System mit übergeordneter Bedeutung
13	Schachtkonstruktion	<ul style="list-style-type: none"> • Ortbetonschacht • einteiliger Fertigteilschacht • mehrteiliger Fertigteilschacht • Schacht-im-Schacht-System

B. Angaben zum geplanten Bauablauf (Baudurchführungsspezifische Angaben)		
Einflusskriterium / Frage	Differenzierung, Ausprägung, Quantifizierung / Antwortalternativen	
14	Bauweise bzw. Bauverfahrenstechnik	<p>Offene Bauweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • nicht wasserdichte Verbauarten (z.B. natürliche Böschung, Grabenverbaugeräte, waagerechter Normverbau, senkrechter Normverbau) • wasserdichte Verbauarten (z.B. Spundwandverbau) • Fräs- und Pflugverfahren <p>Geschlossene Bauweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verfahren ohne Einsatz von Stütz- und Förderflüssigkeiten (z.B. Pilotrohr-Vortrieb, Mikrotunnelbau mit Schneckenförderung oder pneumatischer Förderung, Rohrvortrieb mit Schildmaschine und teilflächigem Abbau der Ortsbrust) • Verfahren mit Einsatz von Stütz- und Förderflüssigkeiten (z.B. Mikrotunnelbau mit hydraulischer Förderung, Rohrvortrieb mit Schildmaschine und flüssigkeitsgestützter Ortsbrust (Hydroschild), Spülbohrverfahren (HDD-Verfahren))
15	Bettung bzw. Leitungszone	<ul style="list-style-type: none"> • körnige, ungebundene Baustoffe • hydraulisch gebundene Baustoffe • sandbettfreie Verlegung mit Pflugverfahren • natürliche Bettung (Grabenloser Leitungsbau)

16	Bauzeit	<ul style="list-style-type: none"> • unter einem Monat • bis zu einem Jahr • ein Jahr und mehr
17	Baustelleneinrichtung	<ul style="list-style-type: none"> • weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II* und kritische Stoffe nicht dort gelagert / bevorratet / umgefüllt o.ä. • weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II* und kritische Stoffe dort mit Sondergenehmigung gelagert / bevorratet / umgefüllt o.ä. • weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III* und kritische Stoffe nicht dort gelagert / bevorratet / umgefüllt o.ä. • weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III* und kritische Stoffe dort mit Sondergenehmigung gelagert / bevorratet / umgefüllt o.ä. • außerhalb Wasserschutzzone II oder III <p>* Bereiche innerhalb der Wasserschutzzone III, die nur einen geringen Abstand zur Wasserschutzzone II besitzen (< 20 m), sind in diesem Fall wie Bereiche innerhalb der Wasserschutzzone III zu betrachten.</p>

C. Angaben zur wasserwirtschaftlichen Situation und den Gewinnungsanlagen (Wassergewinnungsspezifische Angaben)		
Einflusskriterium / Frage		Differenzierung, Ausprägung, Quantifizierung / Antwortalternativen
18	Lage im Wasserschutzgebiet	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserschutzzone I • Wasserschutzzone II oder Wasserschutzzone III in geringem Abstand zu Wasserschutzzone II (Abstand <20 m) • Wasserschutzzone III • Wasserschutzzone IIIA • Wasserschutzzone IIIB
19	Verlaufslänge in der Wasserschutzzone	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserschutzzone nur am äußeren Rand und über kurze Entfernung angeschnitten bzw. gequert • Wasserschutzzone am inneren Rand und über kurze Entfernung angeschnitten bzw. gequert oder zentral und/oder über längere Distanz angeschnitten bzw. gequert
20	Geringster Abstand zu einer Wassergewinnungsanlage	<ul style="list-style-type: none"> • weniger als 50 m • 50 bis 300 m • mehr als 300 m
21	Anzahl der Wassergewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet	<ul style="list-style-type: none"> • eine • zwei bis vier • fünf und mehr
22	Art der Wassergewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet	<ul style="list-style-type: none"> • Quelle • Vertikalbrunnen • Horizontalbrunnen • Brunnengalerie • verschiedene Fassungsarten

23	Bedeutung der Wassergewinnungsanlagen für die Wasserversorgung, Fremdbesicherung	<ul style="list-style-type: none"> • einziges genutztes Wasserschutzgebiet oder eines von mehreren genutzten Wasserschutzgebieten, unentbehrlich, keine andere Wasserversorgung möglich, Wasserbeschaffung durch Fremdbesicherung von anderer Örtlichkeit oder Dritten nicht vorstellbar • einziges genutztes Wasserschutzgebiet, jedoch Fremdbesicherung von anderer Stelle aus möglich • eines von mehreren genutzten Wasserschutzgebieten, Aufgabe/Ersatz durch Fremdbesicherung von anderer Örtlichkeit oder Dritten vorstellbar
24	Wertigkeit des Wasserschutzgebietes bzw. Rohwassers	<ul style="list-style-type: none"> • höchstwertig, keine qualitativen und quantitativen Beeinträchtigungen jedweder Art • sensibel hinsichtlich Entnahmemenge, Auslastungsgrenze (nahezu) erreicht • sensibel hinsichtlich hydrochemischer Vorbelastung anthropogener und/oder geogener Art • sensibel hinsichtlich Entnahmemenge und hydrochemischer Vorbelastung • Vorbelastungen vorhanden
25	Jährliche Entnahmerate im Wasserschutzgebiet	<ul style="list-style-type: none"> • mehr als 1.000.000 m³/a • zwischen 100.000 m³/a und 1.000.000 m³/a • weniger als 100.000 m³/a
26	Betriebsmodus der Wassergewinnungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> • Wassergewinnungsanlagen im Wechselbetrieb, kein Dauerbetrieb • Wassergewinnungsanlage im Dauerbetrieb, d.h. über 18 Stunden pro Tag im Förderbetrieb
27	Status der Wasserversorgungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> • öffentlich • gewerblich • privat

D. Angaben zur Geländesituation (Geländespezifisch-geographische Angaben)		
Einflusskriterium / Frage	Differenzierung, Ausprägung, Quantifizierung / Antwortalternativen	
28	Morphologie, Hangneigung	<ul style="list-style-type: none"> • nicht geneigt bis schwach geneigt: <9 % (<5°) • mittel geneigt: 9 bis 18 % (5 bis 10°) • stark geneigt bis steil: >18 % (10°)
29	Oberflächenabfluss im Baubereich in Bezug zu den Wassergewinnungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> • zu den Wassergewinnungsanlagen hin • von den Wassergewinnungsanlagen weg • nicht sicher
30	Oberflächennutzung, Versiegelung	<ul style="list-style-type: none"> • Versiegelungsklasse I – II: <30 % versiegelt (Offenland, Grünanlagen, Wald, aufgelockerte Siedlungen mit Einzel- und Reihenhausbebauung, Wohnfunktion dominant) • Versiegelungsklasse III – IV: 30 bis 70 % versiegelt (Siedlungen mit Einzel-, Reihen-, Hochhaus-, Blockrandbebauung, Wohn- und Gewerbe-/Industriefunktion) • Versiegelungsklasse V – VI: >70 % versiegelt (Blockbebauung, Wohn- u. Gewerbe-/Industriefunktion, Handel)

31	Zugänglichkeit und Platzsituation am späteren Baubereich	<ul style="list-style-type: none"> Wegeanbindung nicht vorhanden oder nicht nach dem vorgeschriebenen Standard befestigt bzw. ausgebaut, und/oder hindernde Geländesituation (zu überwindende Hangkanten, sumpfiges Terrain, unebenes Gelände u.ä.) und/oder beengte Platzverhältnisse vor Ort trifft nicht zu
32	Geringster Abstand des Kanals zu einem Oberflächengewässer	<ul style="list-style-type: none"> kein Oberflächengewässer in unmittelbarer Nähe (<300 m), Trasse nicht in aktivem Auenbereich innerorts <5 m oder außerorts <10 m einschließlich Gewässerkreuzungen, und/oder Hochwasserretention bzw. „ökologische Strukturen“ (§ 32 WHG) werden nachhaltig negativ beeinflusst und es bestehen keine besonderen wasserwirtschaftlichen, technischen und räumlichen Erfordernisse, die zwingend für Trassenlage sprechen innerorts <5 m oder außerhalb <10 m einschließlich Gewässerkreuzungen, und es bestehen besondere wasserwirtschaftliche, technische und räumlichen Erfordernisse, die zwingend für geringere Abstand sprechen (Wohl der Allgemeinheit) bis 20 m mehr als 20 m
33	Hydraulischer Einfluss von Oberflächengewässern	<ul style="list-style-type: none"> Gewässer zwischen Abwasserkanal und Wassergewinnungsanlage mit vermutlich hydraulischem Einfluss vorhanden Gewässer zwischen Abwasserkanal und Wassergewinnungsanlage vermutlich ohne hydraulischen Einfluss vorhanden kein Gewässer zwischen Abwasserkanal und Wassergewinnungsanlage vorhanden
34	Potenzielle Überschwemmungsgefahr des Baubereiches	<ul style="list-style-type: none"> es besteht die Gefahr, dass Baubereich während der Maßnahmenumsetzung infolge von Hochwässern überflutet wird Überschwemmungen sind auszuschließen
35	Setzungsgefahr im Baubereich	<ul style="list-style-type: none"> Bodensenkungen und -bewegungen vorhanden (bergbaulich bedingt, lithologisch bedingt oder aus anderen Gründen vorhanden) Setzungen sind auszuschließen

E. Angaben zum Schichtenaufbau (Untergrundspezifisch-lithologische Angaben)

Einflusskriterium / Frage		Differenzierung, Ausprägung, Quantifizierung / Antwortalternativen
36	Mächtigkeit der Lockergesteinsdeckschichten	<ul style="list-style-type: none"> weniger als 2 m 2 m bis 10 m mehr als 10 m keine Deckschichten aus Lockergestein
37	Lithologie der Lockergesteinsdeckschichten	<ul style="list-style-type: none"> dominant kiesig und/oder sandig, ohne deutliche Beimengungen an feinerem Korn kiesig und/oder sandig mit erheblichen Anteilen an feinerem Korn dominant schluffig und/oder tonig
38	Mächtigkeit der Festgesteinsdeckschichten	<ul style="list-style-type: none"> weniger als 20 m mehr als 20 m keine Deckschichten aus Festgestein

39	Lithologie der Festgesteins-deckschichten	<ul style="list-style-type: none"> aus rolligen Einzelkörnern aufgebaute Sedimentgesteine, z.B. Konglomerat, Sandstein feinkörnige Sedimentgesteine, z.B. Tonstein, Schluffstein, Mergelstein Magmatite, Metamorphite, Kalkgestein
40	Lithologie im Bereich der Kanalgründung und unmittelbar darunter (ca. 1 m)	<ul style="list-style-type: none"> bindige Schichten im Bereich der Kanalgründung und unmittelbar darunter (ca. 1 m) vorhanden, die sich in ihrer Korngröße nicht signifikant von den überlagernden Sichten unterscheiden bindige Schichten im Bereich der Kanalgründung und unmittelbar darunter (ca. 1 m) vorhanden, die sich in ihrer Korngröße signifikant von den überlagernden Sichten unterscheiden trifft nicht zu (keine bindige Schichten im Bereich der Kanalgründung und unmittelbar darunter (ca. 1m) vorhanden)
41	Klüftung in Deckschichten und Grundwasserleiter	<ul style="list-style-type: none"> offensichtlich relevante Klüftung nur in Deckschichten offensichtlich relevante Klüftung nur im Grundwasserleiter offensichtlich relevante Klüftung in beiden offensichtlich keine relevante Klüftung in Deckschichten und im Grundwasserleiter
42	Höchste Durchlässigkeit im Grundwasserstockwerk unterhalb des Kanals	<ul style="list-style-type: none"> größer als 10^{-5} m/s zwischen 10^{-5} m/s bis 10^{-9} m/s kleiner als 10^{-9} m/s
43	Mächtigkeit des Grundwasserleiters	<ul style="list-style-type: none"> einige Meter bis wenige Zehner Meter mindestens mehrere Zehner Meter
44	Lithologie des Grundwasserleiters	<p>Grundwasserleiter aus Lockergestein:</p> <ul style="list-style-type: none"> dominant kiesig und/oder sandig ohne deutliche Beimengungen an feinerem Korn kiesig und/oder sandig mit erheblichen Anteilen an feinerem Korn <p>Grundwasserleiter aus Festgestein:</p> <ul style="list-style-type: none"> aus rolligen Einzelkörnern aufgebaute Sedimentgesteine, z.B. Konglomerat, Sandstein Magmatite, Metamorphite, Kalkgestein
45	Horizontbeständigkeit der Schichten unterhalb der Kanalgründung	<ul style="list-style-type: none"> linsenförmig aushaltend, nur lokal gleichförmig, kleinskalig großflächig aushaltend, über weite Flächen gleichförmig, großskalig
46	Schichteinfallen	<ul style="list-style-type: none"> zur Wassergewinnungsanlage hin von Wassergewinnungsanlage weg nicht bekannt oder nicht eindeutig

F. Angaben zur Grundwassersituation (Untergrundspezifisch-hydrogeologische Angaben)		
Einflusskriterium / Frage	Differenzierung, Ausprägung, Quantifizierung / Antwortalternativen	
47	Grundwasserstockwerke	<ul style="list-style-type: none"> vorhanden nicht vorhanden
48	Förderung und Baumaßnahme im gleichen Grundwasserstockwerk	<ul style="list-style-type: none"> ja, in gleichem Stockwerk nein, nicht im gleichen Stockwerk

49	Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel	<ul style="list-style-type: none"> Abstand kleiner als 5 m Abstand 5 m bis 20 m Abstand mehr als 20 m
50	Grundwasserstand im Verhältnis zur Kanalsole	<ul style="list-style-type: none"> stellenweise oberhalb unterhalb
51	Grundwasserfließrichtung	<ul style="list-style-type: none"> vom Baubereich zur Wassergewinnungsanlage nicht zur Wassergewinnungsanlage
52	Hydraulische Drucksituation des Grundwassers im Grundwasserleiter	<ul style="list-style-type: none"> gespannt halbgespannt oder halbungespannt ungespannt
53	Störfälle in der Wasserförderung mit Bezug zur Grundwasserqualität	<ul style="list-style-type: none"> Verkeimungen bzw. bakteriologische Auffälligkeiten im Brunnenrohwater festgestellt Kontaminationen im Rohwater festgestellt Feinkorndurchbrüche, Trübungen, Auflandungen in Gewinnungsanlagen festgestellt mehrere davon zutreffend nichts dergleichen

G. Angaben zum Informationsstand und der Qualität der Kenntnisse (Datenqualitätsspezifische Angaben)	
Einflusskriterium / Frage	Differenzierung, Ausprägung, Quantifizierung / Antwortalternativen
54	Räumlicher Untergrunderbau <ul style="list-style-type: none"> räumlicher Untergrunderbau durch direkte oder indirekte Untersuchungen bekannt (Bohrarchive und/oder Geophysik und/oder Sondierungen), Analogieschlüsse für den gesamten Raum möglich trifft nicht zu (keine ausreichenden Kenntnisse, Analogieschlüsse schwierig o.ä.)
55	Pumpversuchsergebnisse <ul style="list-style-type: none"> Pumpversuchsergebnisse liegen vor, Ergebnisse sind ausreichend dokumentiert und reproduzierbar trifft nicht zu (keine Pumpersuche durchgeführt oder Dokumentation unvollständig, Ergebnisse unzureichend bzw. zweifelhaft o.ä.)
56	Tracertestergebnisse <ul style="list-style-type: none"> Tracertestergebnisse liegen vor, Ergebnisse sind ausreichend dokumentiert und reproduzierbar trifft nicht zu (keine Tracertests durchgeführt oder Dokumentation unvollständig, Ergebnisse unzureichend bzw. zweifelhaft o.ä.)
57	Strömungsmodell <ul style="list-style-type: none"> gesichertes Strömungsmodell mit belastbaren Ergebnissen liegt vor trifft nicht zu (keine Modell existent oder Ergebnisse unzureichend bzw. zweifelhaft o.ä.)
58	TV-Befahrungen, geophysikalische Brunnenuntersuchungen <ul style="list-style-type: none"> Befahrungen neueren Datums liegen samt Ergebnisberichten und Datenmaterial vor (ausführliche Plots, Videobänder, zumindest Kurzberichte und/oder Feldplots bzw. Felddarstellungen o.ä.) trifft nicht zu (keine Befahrungen durchgeführt o.ä.)

59	Trendkurven verschiedener chemischer Parameter im Rohwasser	<ul style="list-style-type: none"> • anhand diagrammatischer oder tabellarischer Darstellungen ein gesichert belegter, signifikanter Trend zu erkennen • Trend zu vermuten bzw. abzusehen • trifft nicht zu (Trend nicht zu erkennen bzw. vorliegende Informationen fragwürdig und/oder nicht belastbar)
60	Brunnenausbaupläne, Abdichtungsart und Abdichtungstiefe	<ul style="list-style-type: none"> • Brunnenausbau und Brunnenabdichtung in ausreichendem Maße bekannt • trifft nicht zu (Brunnenausbauten und Brunnenabdichtungen nicht oder nur vereinzelt bekannt o.ä.)

3.1.2 Durchgeführte Optimierungen zur Umwandlung der Checklisten in Fragebögen

➤ Checkliste A: **Angaben zum Kanalbauwerk (Kanalspezifische Angaben)**

Checklistenpunkt 1:

Rohrinnenweite

Optimierungsergebnis

Bei der Überprüfung der bei der Erhebung der Rohrinnenweite berücksichtigten Antwortalternativen wurde deutlich, dass die Differenzierung zwischen den beiden Auswahlmöglichkeiten „DN/ID > 1200 („normaler“ Abwasserkanal)“ und „DN/ID > 1200 (Staukanal)“ nicht erforderlich ist, da die Art des Abwasserkanals separat erhoben wird. Die Anzahl der Antwortalternativen wurde damit von fünf auf vier verringert.

Checklistenpunkt 2:

Art des Abwasserkanals

Optimierungsergebnis

Bei der Erhebung der Art des Abwasserkanals bzw. der Betriebsart des Entwässerungssystems wurde in der Checkliste eine Unterscheidung zwischen „Freispielleitung (Lage unterhalb Grundwasserspiegel)“ und „Freispielleitung (Lage oberhalb Grundwasserspiegel)“ gemacht.

Auf diese Differenzierung konnte verzichtet werden, da durch eine Verknüpfung mit Checklistenpunkt 50, der die Lage des Grundwasserspiegels im Verhältnis zur Kanalssohle abfragt, darauf geschlossen werden konnte, ob eine Freispielleitung unterhalb oder oberhalb des Grundwasserniveaus liegt. Die Zahl der Antwortmöglichkeiten reduzierte sich im Fragebogen dadurch auf vier. Die Benennung der Antwortalternative „Freispielleitung (Staukanal)“ wurde in „Staukanal“ geändert.

Checklistenpunkt 3:

Tiefenlage (Tiefe der Graben- bzw. Bohrlochsohle)

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 4:

Haltungslänge (Schachtabstand)

Optimierungsergebnis

Die Intervallangaben zur Haltungslänge bzw. zum Schachtabstand wurden im Fragebogen dergestalt verändert, dass als untere Intervallgrenze ein Schachtabstand von 70 m anstelle von 50 m berücksichtigt wird. Hierdurch wird neuesten Abwägungen aus Sicht des Rohrleitungsbaus Rechnung getragen.

Checklistenpunkt 5:

Linienführung

Optimierungsergebnis

Hinsichtlich der geplanten Linienführung der Kanaltrasse werden die Angaben der Checkliste übernommen. Die Antwortalternative „gekrümmt“ wird lediglich um den Hinweis „bzw. bereichsweise gekrümmt“ erweitert.

Checklistenpunkt 6:

Rohrwerkstoff bzw. -konstruktion

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 7:

Rohrverbindungstyp

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 8:

Baulänge der Rohre

Optimierungsergebnis

Die aus den Überlegungen zur Baulänge im F+E-Projekt Teil 1 hervorgegangene Antwortalternativen wurden insofern verändert, als dass die beiden Antwortalternativen „ $\leq 2,0$ m“ und „ $>2,0$ m bis $\leq 4,0$ m“ zusammengefasst wurden. Die als gefährdungsbestätigend bewertete Auswahlalternative „ $> 4,0$ m“ wird somit von den weniger kritischen Antwortmöglichkeiten abgegrenzt.

Hierdurch wurde die Zahl der im Fragebogen zu berücksichtigenden Antwortalternativen um eins reduziert. Da die in den Checklisten vorgeschlagene Grenzziehung frei gewählt wurde, erschien diese Vereinfachung zulässig.

Checklistenpunkt 9:

Entwässerungssystem

Optimierungsergebnis

Die eingehende Betrachtung verschiedener Entwässerungssysteme (Misch- oder Trennsystem bzw. Sonderverfahren) im F+E-Projekt Teil 1 zeigte, dass die Umsetzung jedes Systems im Hinblick auf die potenzielle Grundwassergefährdung mit Vor- und Nachteilen verbunden ist. Auch auf die Risiken modifizierter Systeme wurde hingewiesen. Ein Folgeschluss vom Entwässerungssystem auf das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser wurde als schwierig angeführt. Gefährdungen sind beim Trennsystem z.B. infolge von Fehlschlüssen, beim Mischsystem z.B. durch Regenüberläufe denkbar.

Es erscheint daher sinnvoll, die Zielrichtung der Fragestellung im Fragebogen zu erweitern und zusätzlich zum Entwässerungssystem das geplante Errichten potenziell grundwassergefährdender baulicher Einrichtungen im Wasserschutzgebiet abzufragen. Es wird daher in einer zusätzlichen Frage erhoben, ob im Wasserschutzgebiet Regenüberläufe oder ähnlich potenziell grundwassergefährdende bauliche Einrichtungen (ausgenommen Schächte) oder zentrale bzw. dezentrale Niederschlagsversickerungseinrichtungen zwangsweise vorgesehen sind. Diese Frage kann mit „Ja“ oder „Nein“ beantwortet werden.

Checklistenpunkt 10:

Art und Herkunft (Zusammensetzung) des Abwassers

Optimierungsergebnis

Die Frage nach der Herkunft des Abwasser wurde entsprechend der Checkliste berücksichtigt. Die Differenzierung „nicht häusliches Abwasser“ wurde lediglich durch den Zusatz „(auch)“ erweitert.

Checklistenpunkt 11:

Einbindungsart der Anschlussleitungen

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 12:

Bedeutung des Kanals für das Entwässerungssystem

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 13:

Schachtkonstruktion

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

➤ **Checkliste B: Angaben zum geplanten Bauablauf
 (Baudurchführungsspezifische Angaben)**

Checklistenpunkt 14:

Bauweise bzw. Bauverfahrenstechnik

Optimierungsergebnis

Im Hinblick auf Bauweise und Bauverfahrenstechnik wurden in der Checkliste fünf Antwortmöglichkeiten angeführt. Aus der Gefährdungsbeurteilung der einzelnen Bauweisen ging ein bei offener Bauweise höheres und bei einer geschlossenen Bauweise geringeres Risiko für das Grundwasser hervor. Ausnahme bildeten Fräs- und Pflugverfahren.

Ausgehend von dieser Aussage, wurde im Fragebogen auf zwei der in der Checkliste angeführten Antwortalternativen verzichtet. Dazu wurden „nicht wasserdichte“ und „wasserdichte Verbauarten“ der offenen Bauweise und „Verfahren mit und ohne Stütz- und Förderflüssigkeiten“ der geschlossenen Bauweise jeweils zusammengefasst. Die Aussagebedeutung der gestrichenen Alternativen konnte im Weiteren über eine Verknüpfung mit Checklistenpunkt 50 bewertet werden. Unter Beibehaltung der Auswahlalternative „Fräs- und Pflugverfahren“ verblieben im Fragebogen somit drei Antwortmöglichkeiten.

Checklistenpunkt 15:

Bettung bzw. Leitungszone

Optimierungsergebnis

Bei der Erhebung der geplanten Kanalbettung wurden in der Checkliste vier Antwortmöglichkeiten berücksichtigt. Im Gegensatz zur offenen Bauweise entsteht bei der geschlossenen Bauweise, d.h. beim unterirdischen Vortrieb von Rohren, durch den Bohrprozess im natürlich gewachsenen Boden ein weitgehend ungestörtes Auflager, so dass auf eine zusätzlich einzubringende Leitungsbettung verzichtet werden kann. Es liegt eine „natürliche Bettung“ vor.

Die Möglichkeit einer „sandbettfreien Verlegung mit Pflugverfahren“ zielt auf den beim Einsatz von Fräs- und Pflugverfahren oft üblichen Fall der Rohrverlegung ohne zusätzliche Bettung ab. Da Fräs- und Pflugverfahren auch mit Einbringung einer zusätzlichen Leitungsbettung möglich, wenn auch oft nicht üblich sind, kann nicht zwangsläufig von „Fräs- und Pflugverfahren“ auf die Bettungsart geschlossen werden.

Die Antworten „sandbettfreie Verlegung mit Pflugverfahren“ und „natürliche Bettung (Grabenloser Leitungsbau)“ sind damit nicht vernachlässigbar, konnten inhaltlich jedoch mit „keine zusätzliche künstliche Bettung“ zusammengefasst werden. Dies ermöglicht eine Reduzierung der zu berücksichtigenden Antworten von vier auf drei.

Checklistenpunkt 16:

Bauzeit

Optimierungsergebnis

Zur Optimierung des Erhebungspunktes Bauzeit wurde eine Zusammenfassung der drei Alternativen „unter einem Monat“, „bis zu einem Monat“ und „ein Jahr und mehr“ zu den beiden Alternativen „wenige bis einige Wochen“ und „einige bis mehrere Monate“ als zweckdienlich erachtet. Dadurch sollte stärker betont werden, ob es sich um eine vergleichsweise kurze oder um eine länger andauernde Baumaßnahme handelt. Zudem wurde die Fragestellung dahingehend konkretisiert, dass sich die Abfrage nur auf die Dauer der Maßnahme innerhalb des Wasserschutzgebietes bezieht.

Checklistenpunkt 17:

Baustelleneinrichtung

Optimierungsergebnis

Die Antwortdifferenzierung hinsichtlich der Baustellenreinrichtung wurde mit Ausnahme kleinerer Anpassungen im Wortlaut übernommen. Die Besonderheit, dass auch Bereiche innerhalb der Wasserschutzzone III, die nur einen geringen Abstand zur Wasserschutzzone II besitzen, zur Sicherheit wie die Wasserschutzzone II betrachtet werden, entfiel an dieser Stelle. Die Antwort „außerhalb der Wasserschutzzone II oder III“ wird in „weitgehend außerhalb des Wasserschutzgebietes“ verändert.

- **Checkliste C: Angaben zur wasserwirtschaftlichen Situation
 und dem Gewinnungsgebiet
 (Wassergewinnungsspezifische Angaben)**

Checklistenpunkt 18:

Lage im Wasserschutzgebiet

Optimierungsergebnis

Die Abfrage nach der Lage der Kanaltrasse im Wasserschutzgebiet wurde innerhalb der Checkliste entsprechend der möglichen Wasserschutzzonen detailliert aufgliedert. Vor dem Hintergrund einer fachlichen Konzentration der im Expertensystem berücksichtigten Antwortalternativen zur optimalen Gestaltung der Datenbasis erfolgte im Fragebogen die Zusammenfassung der drei Antwortmöglichkeiten „Wasserschutzzone III“, „Wasserschutzzone III A“ und „Wasserschutzzone III B“ zu der Antwort „Wasserschutzzone III“.

In der Checkliste wurde nicht angeführt, wie zu verfahren ist, wenn gleichzeitig verschiedene Wasserschutzzonen vom geplanten Abwasserkanal betroffen sind. Die Antwortalternativen im Fragebogen waren daher zu konkretisieren, so dass aus ihnen hervorgeht, ob eine oder mehrere Schutz zonen gleichzeitig von der Kanaldurchführung betroffen sind. Die vorgegebenen Antworten wur-

den daher in „unter anderem Wasserschutzzone I“, „nur Wasserschutzzone II“, „nur Wasserschutzzone III“ und „nur Wasserschutzzone II und III“ verändert. Durch die Anpassung der Antwortmöglichkeiten wurde die Zahl der Alternativen von fünf auf vier verringert. Zudem wurde im Fragebogen die Reihenfolge der angeführten Alternativen verändert.

Die im F+E-Projekt Teil 1 begründete Entscheidung, als Sicherheit einen Pufferbereich um die Wasserschutzzone II wie die Engere Wasserschutzzone selbst zu betrachten, wurde in diesem Fall aufrecht erhalten. Vorsorglich werden die vorgeschlagenen 20 m Pufferabstand auf 50 m erhöht.

Checklistenpunkt 19:

Verlaufslänge in der Wasserschutzzone

Optimierungsergebnis

Die Abfrage wurde im Fragebogen im Vergleich zur Checkliste formal leicht modifiziert, blieb in ihrer Intention jedoch unverändert.

Checklistenpunkt 20:

Geringster Abstand zu einer Wassergewinnungsanlage

Optimierungsergebnis

Bei der Optimierung des in der Checkliste berücksichtigten geringsten Abstandes des geplanten Abwasserkanals zu einer Wassergewinnungsanlage wurde noch einmal das Problem hinsichtlich der unterschiedlichen Bedeutung des Abstandskriteriums bei unterschiedlichen hydrogeologischen Verhältnissen abgewogen.

Da die Frage nach der von der geplanten Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzzone in Checklistenpunkt 18 inhaltlich in eine ähnliche Richtung abzielt, nämlich zu ermitteln, ob aus der Entfernung zwischen Kanal und Wassergewinnung ein erhöhtes Gefährdungspotenzial für das Grundwasser resultiert, dabei jedoch nicht nur den alleinigen Entfernungsabstand, sondern auch die in die Schutzzonenausweisung mit eingeflossenen untergrundspezifischen Gegebenheiten berücksichtigt, erschien die Erhebung des geringsten Abstandes im Expertensystem weniger belastbar als die der Wasserschutzzone. Der Abstand des Abwasserkanals zu einer Wassergewinnungsanlage wurde daher als Erhebungspunkt gestrichen und nicht im Fragebogen berücksichtigt.

Checklistenpunkt 21:

Anzahl der Wassergewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet

Optimierungsergebnis

Die Frage nach der Anzahl der Gewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet wurde innerhalb der Checkliste berücksichtigt, da sie Rückschlüsse auf die Bedeutung des Wassergewinnungsgebietes und Handlungsempfehlungen im Hinblick auf z.B. eine Umstellung der Wasserförderung zulässt.

Eine vergleichbare Hintergrund besitzen die Erhebungen der Bedeutung der Wassergewinnungsanlagen und der Wertigkeit des Wasserschutzgebietes sowie des Betriebsmodus der Wassergewinnungsanlagen, die in den Checklistenpunkten 23 bis 25 behandelt werden. Um nicht zwingend erforderliche Abfragedopplungen im Fragebogen zu vermeiden, wurde dort auf die Erhebung der Anzahl der Gewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet verzichtet.

Checklistenpunkt 22:

Art der Wassergewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet

Optimierungsergebnis

Hinsichtlich der im Wasserschutzgebiet vorhandenen Gewinnungsanlagen wurden in der Checkliste alle möglichen Fassungsarten für Grundwasser einschließlich dem Sonderfall einer Brunnengalerie als Antwortalternativen berücksichtigt. Um die Bedeutung einer Brunnengalerie im Hinblick auf u.a. die Nutzung einzelner Brunnen als Abwehrbrunnen zu betonen, wurde die Antwortalternative „Brunnengalerie“ im Fragebogen aus der Erhebung der „Art der Gewinnungsanlagen“ ausgegliedert und als eigenständige Frage berücksichtigt. Sie soll ermitteln, ob im Wasserschutzgebiet eine Brunnengalerie vorhanden ist bzw. ob mehrere Brunnen einen nur geringen Abstand zueinander aufweisen.

Die getrennte Betrachtung ist daher sinnvoll, da im Falle des gleichzeitigen Vorkommens einer Brunnengalerie und einer oder mehrerer Quellen bei Übernahme der Differenzierungsvorschlags der Checkliste die Antwort „verschiedene Fassungsarten“ gewählt werden müsste. Aus dieser ginge jedoch nicht mehr hervor, dass eine Brunnengalerie im Wasserschutzgebiet vorhanden ist. Diese Information ist für die Formulierung von Handlungsempfehlungen jedoch von besonderer Bedeutung.

Die verbleibenden vier Antwortalternativen der Checkliste wurden im Fragebogen zu drei Antworten zusammengefasst, wobei „Quellen einschließlich Stollen“ und „Brunnen (Vertikalbrunnen und Horizontalbrunnen)“ Berücksichtigung fanden. Für den Fall, dass Fassungen beider Gruppen vorhanden sind, wurden die Formulierung „Brunnen und Quellen“ anstelle „verschiedene Fassungsarten“ angeführt. In einer späteren Computersoftware wird sich die Abfrage nach einer Brunnengalerie erübrigen, wenn zuvor angegeben wurde, dass kein Brunnen im betroffenen Wasserschutzgebiet vorhanden ist.

Checklistenpunkt 23:

Bedeutung der Wassergewinnungsanlagen für die Wasserversorgung, Fremdbesicherung

Optimierungsergebnis

Die Erhebung wurde innerhalb des Fragebogens dahingehend konkretisiert, dass dort abgefragt wird, ob bei einer Außerbetriebnahme einzelner oder (bei mehr als einer Gewinnungsanlage im Wasserschutzgebiet) mehrerer Gewinnungs-

nungsanlagen im Wasserschutzgebiet die fehlenden Bereitstellungsmengen an Trinkwasser durch andere Gewinnungsanlagen, Gewinnungsgebiete oder durch eine Fremdbesicherung über benachbarte Wasserversorgungsunternehmen ausgeglichen werden kann. Hierdurch kann unmittelbar auf die Wertigkeit und die Bedeutung der Wassergewinnung geschlossen werden. Entsprechend verändert sich der Wortlaut der Antwortmöglichkeiten.

Checklistenpunkt 24:

Wertigkeit des Wasserschutzgebietes bzw. Rohwassers

Optimierungsergebnis

Um eine gezieltere Aussage zur Wertigkeit des Wasserschutzgebietes im Hinblick auf das geförderte Grundwasser zu ermöglichen, wurde die Fragestellung im Fragebogen dahingehend verändert, dass dort ermittelt wird, ob im Wasserschutzgebiet konkrete Beeinträchtigungen des zu Tage geförderten Grundwassers durch oberflächenbürtige Einflüsse belegt sind.

Hierdurch soll feststellbar sein, ob das geförderte Grundwasser durch Stoffeinträge von der Erdoberfläche her beeinflusst ist. Dies gibt Anhaltspunkte für eine Abschätzung der Sensibilität des Grundwassers gegenüber oberflächlichen bzw. oberflächennahen Einträgen sowie der Wertigkeit des Grundwassers. Durch die veränderte Fragestellung verblieben von den fünf Antwortalternativen der Checkliste im Fragebogen zwei („Ja“ oder „Nein“).

Da der Aspekt Hydrochemie als Schwerpunkt bei der Behandlung der Grundwassersituation in Checkliste/Fragebogen F aufgegriffen wird, wurde der neu gefasste Erhebungspunkt aus Checkliste C in Fragebogen F überführt.

Checklistenpunkt 25:

Jährliche Entnahmerate im Wasserschutzgebiet

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 26:

Betriebsmodus der Wassergewinnungsanlagen

Optimierungsergebnis

Anstelle einer Erhebung der täglichen Betriebszeit der Wassergewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet, wie sie innerhalb der Checkliste Berücksichtigung fand, wird im Fragebogen erhoben, ob die Gewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet bis an ihre Leistungsgrenzen genutzt werden oder nicht. Über diese Angabe sind Empfehlungen zur Veränderung der Förderleistung oder Umstellung des Betriebsmodus besser möglich. Ein Brunnen kann z.B. permanent, aber dennoch unter seinen Leistungsgrenzen gefahren werden, so dass einer Erhöhung der Entnahme pro Zeit ohne Weiteres möglich wäre, ohne dass sich dies zwangsläufig auf die täglichen Betriebsstundenzahl auswirkt.

ken täte. Eine Frage nach dem Erreichen der Leistungsgrenze ist daher sinnvoller als die Frage nach den Betriebsstunden.

Checklistenpunkt 27:

Status der Wasserversorgungsanlagen

Optimierungsergebnis

Da Wasserschutzgebiete nur zur öffentlichen, nicht aber zur gewerblichen oder privaten Wasserversorgung ausgewiesen werden, impliziert die Festsetzung bzw. geplante Festsetzung eines solchen bereits den Status „öffentlich“. Private oder Brauchwassergewinnungsgebiete für industriell-gewerbliche Zwecke gehören nicht zum beabsichtigten Anwendungsbereich des Expertensystems und können damit unberücksichtigt bleiben.

➤ **Checkliste D: Angaben zur Geländesituation
 (Geländespezifische Angaben)**

Checklistenpunkt 28:

Morphologie, Hangneigung

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 29:

Oberflächenabfluss im späteren Baubereich in Bezug zu den Wassergewinnungsanlagen

Optimierungsergebnis

Anders als in der Checkliste wird im Fragebogen die Orientierung des Oberflächenabflusses in Bezug zum Baubereich ermittelt. Dadurch kann abgeleitet werden, ob eine potenzielle Gefährdung durch aus dem Baustellenfeld in die Baugrube und damit den Untergrund eintretendes etwaig belastetes Oberflächenwasser besteht. Dementsprechend wurden als Antwortalternativen die Möglichkeiten eines Oberflächenabflusses „zum Baubereich bzw. zur Baugrube hin“ und „vom Baubereich bzw. von der Baugrube weg“ berücksichtigt.

Checklistenpunkt 30:

Oberflächennutzung, Versiegelung

Optimierungsergebnis

Die Antwortalternativen der Checkliste wurden im Fragebogen übernommen. Da eigentlich das Maß der Versiegelung und nur indirekt die eigentliche Oberflächennutzung erhoben werden soll, wurde auf die Bezeichnung „Oberflächennutzung“ in der Fragestellung gestrichen. Die Beispiele für in den einzelnen Versiegelungsklassen typischen Bebauungen wurden angepasst.

Checklistenpunkt 31:

Zugänglichkeit und Platzsituation im späteren Baubereich

Optimierungsergebnis

Die Angaben zur Erhebung der Zugänglichkeit und der Platzsituation im Baubereich wurden inhaltlich aus der Checkliste übernommen.

Checklistenpunkt 32:

Geringster Abstand des Abwasserkanals zu einem Oberflächengewässer

Optimierungsergebnis

Die Betrachtungen hinsichtlich der Existenz eines Oberflächengewässers im Umfeld der geplanten Kanaltrasse sowie dessen Abstand zum Abwasserkanal wurde modifiziert. Die in der Checkliste differenzierten Antwortalternativen zeigten sich nach neuerlicher Abwägung zwar im Hinblick auf den Oberflächengewässerschutz als geeignet, erschienen für eine grundwasserbetreffende Fragestellung jedoch zu detailliert.

Diesbezüglich wurde es als ausreichend erachtet zu ermitteln, ob das Umfeld der geplanten Kanaltrasse überschwemmungsgefährdet ist, d.h. ob die Trasse z.B. durch eine aktive Gewässeraue führt oder nicht. Der Abstand zwischen Gewässer und Abwasserkanal konnte dabei unberücksichtigt bleiben. Da die Überschwemmungsgefährdung jedoch bereits von Checklistenpunkt 34 erhoben wird, wurde im Fragebogen eine Zusammenführung beider Erhebungen als sinnvoll erachtet. Dadurch konnte auf eine Abfrage verzichtet werden.

Checklistenpunkt 33:

Hydraulischer Einfluss von Oberflächengewässern

Optimierungsergebnis

Das Ziel der Abfrage wurde im Vergleich zur Checkliste insofern optimiert, als dass im Fragebogen erhoben wird, ob zwischen dem geplanten Trassenverlauf des Abwasserkanals und der Wassergewinnung ein Oberflächengewässer mit hydraulischen Kontakt liegt, welches in der Lage ist, kanal- oder baustellenbürtige Stoffeinträge anzufangen, bevor sie der Wassergewinnung zutreten. Mit der Veränderung ging eine Reduzierung der Antwortalternativen auf zwei („Ja“ oder „Nein“) einher.

Checklistenpunkt 34:

Potenzielle Überschwemmungsgefahr des Baubereiches

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 35:

Potenzielle Setzungsgefahr des Baubereiches

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

➤ **Checkliste E: Angaben zur Schichtaufbau
 (Untergrundspezifisch-lithologische Angaben)**

Checklistenpunkt 36:

Mächtigkeit der Lockergesteinsdeckschichten

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 37:

Lithologie der Lockergesteinsdeckschichten

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 38:

Mächtigkeit der Festgesteinsdeckschichten

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 39:

Lithologie der Festgesteinsdeckschichten

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 40:

**Lithologie im Bereich der Kanalgründung und unmittelbar darunter
(ca. 1 m)**

Optimierungsergebnis

Im Fragebogen wurde die Erhebung der Lithologie unterhalb des Kanals dahingehend verändert, dass dort unabhängig vom Vertikalabstand zur Kanalsole erhoben wird, ob zwischen Abwasserkanal und Grundwasser eine weiträumig ausgebildet, grundwasserstauende Untergrundschicht vorhanden ist.

Hierdurch kann gezielt ermittelt werden, ob eine lithologisch Schicht ausgebildet ist, die dazu befähigt ist, zutretende Sickerwässer vorübergehend zurückzuhalten bzw. diese erst stark zeitlich verzögert in den tiefern Untergrund weiterzuleiten. Durch die Umgestaltung der Abfrage und die Zusammenfassung zweier Antwortmöglichkeiten konnte im Fragebogen eine Antwortalternative eingespart werden.

Gleichzeitig wurde durch die erweiterte Fragenformulierung die Horizontbeständigkeit implementiert, wodurch diese nicht mehr eigens erhoben werden muss. Damit kann im Fragebogen auf Checklistenpunkt 45 verzichtet werden (s.u.).

Checklistenpunkt 41:

Klüftung in Deckschichten und Grundwasserleiter

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 42:

Höchste Durchlässigkeit im Grundwasserstockwerk unterhalb des Kanals

Optimierungsergebnis

Die Erhebung der höchsten Durchlässigkeit im Grundwasserstockwerk unterhalb des Kanals wurde nicht in den Fragebogen übernommen. Falls eine relevant einflussnehmende wasserstauende Schicht unterhalb des Abwasserkanals ausgebildet ist, wird dies bereits durch die in die Fragebögen teilweise modifizierten Checklistenpunkte 40, 47 und 48 ermittelt. Ob hohe Fließgeschwindigkeiten vorliegen, kann zudem aus der Lithologie des Grundwasserleiters und der vorhandenen Klüftung abgeschätzt werden.

Checklistenpunkt 43:

Mächtigkeit des Grundwasserleiters

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 44:

Lithologie des Grundwasserleiters

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 45:

Horizontbeständigkeit der Schichten unterhalb der Kanalgründung

Optimierungsergebnis

Wie bereits bei Checklistenpunkt 42 angeführt, war die Erhebung der Horizontbeständigkeit unterhalb der Kanalgründung nach Umgestaltung der Abfrage zur Existenz einer weiträumig ausgebildeten grundwasserstauenden Schicht unterhalb des Grundwasserleiters redundant, da beide in den Checklisten getrennt betrachtete Aspekte im Fragebogen zusammengefasst wurden. Dies wurde für die weiteren Betrachtungen als zweckdienlich erachtet.

Checklistenpunkt 46:

Schichteinfallen

Optimierungsergebnis

Auf die Antwortmöglichkeit „nicht bekannt oder nicht eindeutig“ wurde im Fragebogen verzichtet und stattdessen die Antwortmöglichkeit „zur Wassergewinnung hin“ mit der Ergänzung „vermutlich oder bekannter Weise“ versehen.

➤ **Checkliste F: Angaben zur Grundwassersituation
(Untergrundspezifisch-hydrogeologische
Angaben))**

Checklistenpunkt 47:

Grundwasserstockwerke

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 48:

Förderung und Baumaßnahme im gleichen Grundwasserstockwerk

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 49:

Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 50:

Grundwasserstand im Verhältnis zur Kanalsole

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 51:

Grundwasserfließrichtung

Optimierungsergebnis

In einem Wasserschutzgebiet, dessen Außengrenze in der Regel die Einzugsgebietsgrenze der Wassergewinnung darstellt, strömt das im Untergrund befindliche und nicht in der Bodenmatrix gebundene Wasser in Abhängigkeit vom Faktor Zeit den im Schutzgebiet befindlichen Wassergewinnungsanlagen zu. Lediglich am äußeren Rand des Schutzgebietes kann es bei parzellenscharfer Abgrenzung der Wasserschutzzone III dazu kommen, das Raumbereiche formal zum Wasserschutzgebiet gerechnet werden, obwohl sie aus hydrogeologischer Sicht nicht mehr zum Einzugsgebiet der Wassergewinnung gehören. Selbiges ist möglich, wenn die Einzugsgebiete mehrerer Wassergewinnungen nahe beieinander liegen, aber nicht unmittelbar aneinander grenzen, allerdings ein gemeinsames Schutzgebiet ausgewiesen ist.

Demnach wird von einer Baustelle innerhalb eines Wasserschutzgebietes, dessen Grenze mit der des Einzugsgebiets der Wassergewinnung übereinstimmt, immer Wasser in Richtung der Wassergewinnung abströmen. Daher konnte eine Erhebung gemäß Checklistenpunkt 51 als verzichtbar angesehen werden und entfallen.

Checklistenpunkt 52:

Hydraulische Drucksituation des Grundwassers im Grundwasserleiter

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 53:

Störfälle in der Wasserförderung mit Bezug zur Grundwasserqualität

Optimierungsergebnis

Die Differenzierungen der Checkliste wurden in ihrer Formulierung an die optimierte Fragestellung angepasst, inhaltlich jedoch unverändert übernommen. Die Antworten „Verkeimungen bzw. bakteriologische Auffälligkeiten im Brunnenrohwasser festgestellt“ und „Kontaminationen im Rohwasser festgestellt“ wurden dabei zusammengefasst.

- **Checkliste G: Angaben zum Informationsstand und der Qualität der Kenntnisse**
(Datenqualitätsspezifische Angaben)

Checklistenpunkt 54:

Räumlicher Untergrundaufbau

Optimierungsergebnis

Die Ermittlung des Informationsstandes in Bezug auf den räumlichen Untergrundaufbau wurde im Fragebogen mit der Erhebung zum Kenntnisstand zur baulichen Ausführung der Gewinnungsanlagen, d.h. insbesondere Brunnen- ausbau und Abdichtung, zusammengefasst. Damit entfiel Checklistenpunkt 60 im Fragebogen. Die beiden in der Checkliste vorgeschlagenen Antwortalternativen („Ja“ und „Nein“) wurden übernommen.

Checklistenpunkt 55:

Pumpversuchsergebnisse

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 56:

Tracertestergebnisse

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 57:

Strömungsmodell

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 58:

TV-Befahrungen, geophysikalische Brunnenuntersuchungen

Optimierungsergebnis

Eine Optimierung des Erhebungspunktes war nicht erforderlich.

Checklistenpunkt 59:

Trendkurven verschiedener chemischer Parameter im Rohwasser

Optimierungsergebnis

Bei den Antwortalternativen wird sich im Fragebogen auf die zwei Möglichkeiten „Ja“ und „Nein“ beschränkt. Ob ein Trend vorhanden oder zu vermuten ist, wird im Fragebogen anders als in der Checkliste nicht explizit erhoben.

Checklistenpunkt 60:

Brunnenausbaupläne, Abdichtungsart und Abdichtungstiefe

Optimierungsergebnis

Durch Zusammenfassung mit der Frage nach dem Kenntnisstand zum räumlichen Untergrundaufbau (Checklistenpunkt 54) konnte innerhalb der Fragebögen auf eine separate Erhebung dieses Punktes verzichtet werden.

3.1.3 Zusammenfassende Übersicht der Optimierungen

Übersicht der Optimierungen

Die nachfolgende Tabelle zeigt ergänzend zu den textlichen Ausführungen des vorangegangenen Kapitels eine Übersicht über die bei der Umwandlung der Checklisten in Fragebögen durchgeführten Optimierungen:

	Nummerierung der Einflusskriterien in den Checklisten	Optimierung bzw. Anpassung bei der Umwandlung der Checklisten in Fragebögen	Nummerierung der Abfragen in den Fragebögen	
A	1	Antwortalternativen optimiert	1	A
	2	Antwortalternativen optimiert	2	
	3	keine	3	
	4	Antwortalternativen optimiert	4	
	5	keine	5	
	6	keine	6	
	7	keine	7	
	8	Antwortalternativen optimiert	8	
	9	Abfrageziel erweitert, Frage aufgegliedert	9+10	
	10	keine	11	
	11	keine	12	
	12	keine	13	
	13	keine	14	
B	14	Antwortalternativen optimiert	15	B

	15	Antwortalternativen optimiert	16	
	16	Antwortalternativen optimiert	17	
	17	keine	18	
C	18	Antwortalternativen optimiert	19	C
	19	keine	20	
	20	Frage gestrichen	–	
	21	Frage gestrichen	–	
	22	Frage aufgegliedert, Alternativen optimiert	21+23	
	23	Antwortalternativen optimiert	24	
	24	Modifikation des Abfrageziels	48	
	25	keine	22	
	26	Modifikation des Abfrageziels	25	
	27	Frage gestrichen	–	
D	28	keine	26	D
	29	Modifikation des Abfrageziels	27	
	30	keine	28	
	31	keine	29	
	32	mit Checklistenpunkt 34 zusammenfasst	31	
	33	Modifikation des Abfrageziels	30	
	34	mit Checklistenpunkt 32 zusammenfasst	31	
	35	keine	32	
E	36	keine	33	E
	37	keine	34	
	38	keine	35	
	39	keine	36	
	40	Modifikation des Abfrageziels	37	
	41	keine	38	
	42	Frage gestrichen	–	
	43	keine	39	
	44	keine	40	
	45	Frage gestrichen	–	
F	46	Antwortalternativen optimiert	41	F
	47	keine	42	
	48	keine	43	
	49	keine	44	
	50	keine	45	
	51	Frage gestrichen	–	
	52	keine	46	
G	53	Antwortalternativen optimiert	47+48	G
	54	mit Checklistenpunkt 60 zusammengefasst	49	
	55	keine	50	
	56	keine	51	
	57	keine	52	
	58	keine	53	
	59	Antwortalternativen optimiert	54	
60	mit Checklistenpunkt 54 zusammengefasst	–		

3.1.4 Resultierende Fragebögen

Übersicht

Aus der Umwandlung der Checklisten resultierten sieben thematische Fragebögen, welche der Erhebung der Ausgangs- und Planungssituation im Wasserschutzgebiet dienen, auf der die Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials sowie die Empfehlung etwaiger Planungsmodifikationen fußt:



Darstellung der Fragebögen

Die einzelnen Fragebögen sind im Nachfolgenden aufgeführt. Ihre Form entspricht der, wie sie so oder ähnlich auch in einer Softwareumsetzung erfolgen sollte. Die Fragebögen besitzen jeweils vier Spalten, von denen die ersten beiden eine fortlaufende Nummerierung sowie die Formulierung der Erhebungsfrage in Satzform enthalten und die beiden Übrigen die wählbaren Antwortalternativen samt Multiple Choice-Box.

A	ANGABEN ZUM KANALBAUWERK		Frage 01 - Frage 14
1	Wie groß ist die vorgesehene maximale Rohrmennweite (DN/ID) des Abwasserkanals?	1. ≤ DN/ID 400 2. 400 < DN/ID ≤ 800 3. 800 < DN/ID ≤ 1200 4. > DN/ID 1200	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	Welche Art des Abwasserkanals liegt vor?	1. Freispiegeleleitung/-kanal 2. Staukanal 3. Druckleitung/-kanal 4. Unterdruckleitung/-kanal	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	Wie tief gründen Graben- bzw. Bohrlochsohle?	1. ≤ 1,75 m 2. > 1,75 m bis ≤ 4,00 m 3. > 4,00 m	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	Die vorgesehene Haltungslänge, d.h. der Schachtabstand beträgt...	1. ≤ 70 m 2. > 70 m bis ≤ 100 m 3. > 100m	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	Die Linienführung des Abwasserkanals ist...	1. gerade 2. gekrümmt bzw. bereichsweise gekrümmt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	Welcher Rohrtyp ist für den Abwasserkanal vorgesehen?	1. Ein-Schicht-Rohre (z.B. aus Beton/Stahlbeton, Faserzement, Steinzeug, Gusseisen, Polymerbeton (PRC), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE), Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)) 2. Zwei-Schicht-Rohre (z.B. Beton-/Stahlbetonrohre mit integriertem Korrosionsschutz (Inliner/Auskleidung) aus Steinzeug, PVC, GFK). Hiervon zu unterscheiden sind Rohre mit Korrosionsschutzauskleidungen, bei denen im Rohrverbindungsbe- reich lediglich eine Fugenversiegelung vorgenommen wird, die nicht als zusätzliche Dichtung zu betrachten ist.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7	Welcher Rohrverbindungstyp soll zum Einsatz kommen?	1. Steckverbindung 2. Schweißverbindung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8	Die Baulänge der Kanalrohre liegt bei...	1. ≤ 4,0 m 2. > 4,0 m	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9	Welches Entwässerungssystem ist vorgesehen?	1. Mischsystem 2. Trennsystem Modifiziertes System (Sonderverfahren), und zwar: 3. - Modifiziertes Mischsystem 4. - Klein- oder Pflanzenkläranlagen 5. - Anordnung von Schmutzwasserkanälen in begehbaren Regen- oder Mischwasserkanälen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10	Sind innerhalb des Wasserschutzgebietes abwassertechnische Bauwerke geplant (Schächte ausgenommen)?	1. ja 2. nein	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

11	Welcher Art und Herkunft ist das abzuleitende Abwasser?	<ol style="list-style-type: none"> 1. nur häusliches Abwasser 2. (auch) nicht häusliches Abwasser 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12	Als Einbindungsart der Anschlussleitungen ist vorgesehen...	<ol style="list-style-type: none"> 1. direkter Anschluss an Hauptkanal 2. indirekter Anschluss an Schächte 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
13	Welche Bedeutung hat der Kanal für das Entwässerungssystem?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sammler mit geringer bis normaler Bedeutung 2. Hauptsammler als Ein-Kanal-System mit übergeordneter Bedeutung 3. Hauptsammler als Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillingskanal-System mit übergeordneter Bedeutung 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
14	Welche Schachtkonstruktion ist geplant?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ortbetonschacht 2. einteiliger Fertigteilschacht 3. mehrteiliger Fertigteilschacht 4. Schacht-im-Schacht-System 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

B	ANGABEN ZUM BAUABLAUF UND ZUR BAUAUSFÜHRUNG	Frage 15 – Frage 18	
15	Welche Bauweise bzw. Bauverfahrenstechnik ist geplant?	<ol style="list-style-type: none"> 1. offene Bauweise ohne Fräs- und Pflugverfahren 2. Fräs- und Pflugverfahren 3. geschlossene Bauweise mit oder ohne Einsatz von Stütz- und Förderflüssigkeiten 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
16	Als Bettung bzw. Leitungszone ist/sind vorgesehen...	<ol style="list-style-type: none"> 1. körnige, ungebundene Baustoffe (z.B. Ein-Korn-Kies, Material gestufter Körnung, Sand, gebrochene Baustoffe) 2. hydraulisch gebundene Baustoffe (z.B. stabilisierter Boden, Leichtbeton, Magerbeton) 3. keine zusätzliche künstliche Bettung 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
17	Wie lange wird die Baumaßnahme im Wasserschutzgebiet voraussichtlich dauern?	<ol style="list-style-type: none"> 1. wenige bis einige Wochen 2. einige bis mehrere Monate 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
18	Baustelle und Lagerplätze werden...	<ol style="list-style-type: none"> 1. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II liegen, kritische Stoffe und Maschinen werden jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. 2. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II liegen, kritische Stoffe und Maschinen sollen mit Sondergenehmigung in der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. werden 3. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III liegen, kritische Stoffe und Maschinen werden jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. 4. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III liegen, kritische Stoffe und Maschinen sollen mit Sondergenehmigung in der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. werden 5. weitgehend außerhalb des Wasserschutzgebietes liegen 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

C		ANGABEN ZUR WASSERGEWINNUNG	Frage 19 - Frage 25
19	Welche Wasserschutzzone ist von der Kanaldurchleitung betroffen?	1. nur Wasserschutzzone III 2. nur Wasserschutzzone II und III 3. nur Wasserschutzzone II (einschließlich eines allseitigen Sicherheitspuffers von 50 m um die Außengrenze der Zone II) 4. unter anderem Wasserschutzzone I	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
20	Wie ist die Verlaufsänge in der betroffenen Wasserschutzzone zu bewerten?	1. Die Wasserschutzzone wird nur über eine kurze Entfernung angeschnitten bzw. gequert. 2. Die Wasserschutzzone wird über eine längere Entfernung angeschnitten bzw. gequert.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
21	Welche Art von genutzten oder vorgehaltenen Trinkwassergewinnungsanlagen sind im Wasserschutzgebiet vorhanden und potenziell betroffen?	1. Brunnen (Vertikalbrunnen, Horizontalbrunnen) 2. Quellen einschl. Stollen 3. beides	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
22	Wie hoch liegt die jährliche Grundwasserentnahmerate im Wasserschutzgebiet?	1. mehr als 1.000.000 m ³ /a 2. zwischen 100.000 m ³ /a und 1.000.000 m ³ /a 3. weniger als 100.000 m ³ /a	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
23	Ist eine Brunnengalerie vorhanden bzw. liegen mehrere Brunnen relativ nahe beieinander?	1. ja 2. nein	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
24	Können bei einer Außerbetriebnahme von Wassergewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet die fehlenden Bereitstellungsmengen an Trinkwasser durch andere Gewinnungsanlagen, Gewinnungsgebiete oder durch eine Fremdbesicherung über benachbarte Wasserversorger ausgeglichen werden?	1. Eine Besicherung von anderer Stelle aus ist möglich (aus eigener Kraft oder durch Fremdbesicherung). 2. Wassergewinnungsgebiet und Gewinnungsanlage(n) im Wasserschutzgebiet sind unentbehrlich. Eine ausreichende Wasserbeschaffung von anderen Örtlichkeiten oder durch eine Fremdbesicherung ist nicht möglich. 3. Eine dauerhafte Stilllegung der potenziell gefährdeten Gewinnungsanlage(n) und Verlagerung der Wasserförderung auf andere Gewinnungsgebiete wäre denkbar.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
25	Bestehen noch freie Förderkapazitäten im Gewinnungsgebiet, die eine Verlagerung der Wasserförderung innerhalb des Gewinnungsgebietes erlauben oder eine veränderte Betriebsweise der Gewinnungsanlagen (Entnahmerate/Betriebsdauer) möglich machen?	1. nein 2. ja	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

D		ANGABEN ZUR GELÄNDESITUATION	Frage 26 - Frage 32
26	Wie ist die Geländemorphologie, insbesondere die Hangneigung im Bereich der geplanten Trassenführung zu beurteilen?	1. Das Gelände ist kaum oder nur schwach reliefiert bzw. geneigt. <9 % (<5°) 2. Das Gelände ist reliefiert bzw. mittel geneigt. 9 bis 18 % (5 bis 10°) 3. Das Gelände ist stark reliefiert bzw. geneigt bis steil. >18 % (10°)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
27	Der Oberflächenabfluss orientiert sich...	1. zum Baubereich bzw. zur Baugrube hin 2. vom Baubereich bzw. von der Baugrube weg	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

28	Welcher Versiegelungsgrad liegt im Umfeld der geplanten Kanaltrasse vor?	<ol style="list-style-type: none"> < 30 % versiegelt (Versiegelungsklasse I – II): z.B. Offenland, Wald, aufgelockerte Siedlungen mit Einzel- und Reihenhausbebauung 30 bis 70 % versiegelt (Versiegelungsklasse III – IV): z.B. stärker verdichtete Siedlungen mit Einzel-, Reihen-, Hochhaus-, Blockrandbebauung, > 70 % versiegelt (Versiegelungsklasse V – VI): z.B. Blockbebauung, verdichtete Gewerbe- und Industrie- flächen 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
29	Sind problemlose Zugänglichkeit und ausreichende Platzverhältnisse im späteren Baubereich sichergestellt? (u.a. befestigte, ausreichend ausgebaute und sichere Wegeanbindung nach vorgeschriebenem Standard, Untergrund für den Einsatz schwerer Maschinen ausreichend stabil, Unebenheiten im Gelände vorsorglich ausgeglichen)	<ol style="list-style-type: none"> Ja, sind sichergestellt. Nein sind nicht oder nicht überall sichergestellt. 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
30	Liegt zwischen dem geplanten Trassenverlauf des Abwasserkanals und der Wassergewinnung ein Oberflächenwasser mit hydraulischem Kontakt, welches in der Lage ist, kanal- oder baustellenbürtige Stoffeinträge abzufangen, bevor sie der Wassergewinnung zutreten?	<ol style="list-style-type: none"> ja nein 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
31	Ist der Baustellenbereich potenziell überschwemmungsgefährdet, da z.B. die Kanaltrasse durch eine aktive Gewässerseraue führt?	<ol style="list-style-type: none"> Ja, es besteht die potenzielle Gefahr, dass der Baubereich während der Maßnahmenumsetzung infolge von Hochwässern überflutet wird. Überschwemmungen können ausgeschlossen werden. 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
32	Ist der Baustellenbereich setzungsgefährdet?	<ol style="list-style-type: none"> Ja, Bodensenkungen und -bewegungen sind vorhanden oder zu befürchten (z.B. bergbaulich bedingt, lithologisch durch Auslaugung, Schrumpfung). Setzungen können ausgeschlossen werden. 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

E		ANGABEN ZUM AUFBAU DES UNTERGRUNDES	Frage 33 - Frage 41
33	Wie mächtig sind die abgelagerten Lockergesteinsdeckschichten?	<ol style="list-style-type: none"> ≤ 2 m > 2 m bis ≤ 10 m > 10 m Es sind keine Lockergesteinsdeckschichten ausgebildet. 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
34	Welchen lithologischen Charakter besitzen die Lockergesteinsdeckschichten?	<ol style="list-style-type: none"> Sie sind dominant kiesig und/oder sandig ohne deutliche Beimengungen an feinerem Korn. Sie sind kiesig und/oder sandig mit erheblichen Anteilen an feinerem Korn. Sie sind dominant schluffig und/oder tonig. 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
35	Wie mächtig sind die abgelagerten Festgesteinsdeckschichten?	<ol style="list-style-type: none"> ≤ 20 m > 20 m Es sind keine Festgesteinsdeckschichten in relevanter Tiefe ausgebildet. 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

36	Um welche Art von Festgesteinsdeckschichten handelt es sich?	<ul style="list-style-type: none"> 1. aus rolligen Einzelkörnern aufgebaute Sedimentgesteine z.B. Konglomerat, Sandstein <input type="checkbox"/> 2. feinkörnige, bindige Sedimentgesteine z.B. Tonstein, Schluffstein, Mergelstein <input type="checkbox"/> 3. Magmatite, Metamorphite, Kalkgestein <input type="checkbox"/>
37	Existiert zwischen Kanal und Grundwasserleiter eine bzw. existieren mehrere weiträumig ausgebildete (horizontbeständige) wasserstauende Schicht(en)?	<ul style="list-style-type: none"> 1. ja <input type="checkbox"/> 2. nein <input type="checkbox"/>
38	Eine relevante Klüftung ist offensichtlich...	<ul style="list-style-type: none"> 1. nur in den Deckschichten vorhanden <input type="checkbox"/> 2. nur im Grundwasserleiter vorhanden <input type="checkbox"/> 3. in den Deckschichten und im Grundwasserleiter vorhanden <input type="checkbox"/> 4. weder in Deckschichten noch im Grundwasserleiter vorhanden <input type="checkbox"/>
39	Wie groß ist die Mächtigkeit des Grundwasserleiters einzuschätzen?	<ul style="list-style-type: none"> 1. einige Meter bis wenige Zehner Meter <input type="checkbox"/> 2. mehrere Zehner Meter oder mehr <input type="checkbox"/>
40	Welche Lithologie weist der Grundwasserleiter auf?	<p>Es handelt sich um einen Lockergesteinsgrundwasserleiter mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. dominant kiesigem und/oder sandigem Charakter ohne deutliche Beimengungen an feinerem Korn <input type="checkbox"/> 2. kiesig und/oder sandigem Charakter und erheblichen Anteilen an feinerem Korn <input type="checkbox"/> <p>Es handelt sich um einen Festgesteinsgrundwasserleiter, nämlich um:</p> <ul style="list-style-type: none"> 3. ein aus rolligen Einzelkörnern aufgebautes Sedimentgestein, z.B. Konglomerat, Sandstein <input type="checkbox"/> 4. einen Magmatit, Metamorphit oder um Kalkgestein <input type="checkbox"/>
41	Fällt der geologische Untergrund vom Trassenverlauf in Richtung der Wassergewinnung ein?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Ja, vermutlich oder bekannter Weise in Richtung einer oder mehrerer Wassergewinnungsanlage(n). <input type="checkbox"/> 2. Nein, nicht in deren Richtung. <input type="checkbox"/>

F	ANGABEN ZU HYDROGEOLOGIE UND GRUNDWASSERSITUATION	Frage 42 - Frage 48
42	Liegen unterschiedliche Grundwasserstockwerke vor?	<ul style="list-style-type: none"> 1. ja <input type="checkbox"/> 2. nein <input type="checkbox"/>
43	Wird die Kanalbaumaßnahme im gleichen Grundwasserstockwerk stattfinden wie die Grundwasserförderung?	<ul style="list-style-type: none"> 1. ja <input type="checkbox"/> 2. nein <input type="checkbox"/>
44	Wie groß ist der Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel?	<ul style="list-style-type: none"> 1. ≤ 5 m <input type="checkbox"/> 2. > 5 m bis ≤ 20 m <input type="checkbox"/> 3. > 20 m <input type="checkbox"/>
45	Wo liegt der Grundwasserspiegel im Verhältnis zur Kanalsole?	<ul style="list-style-type: none"> 1. oberhalb oder stellenweise oberhalb <input type="checkbox"/> 2. unterhalb <input type="checkbox"/>

46	Die hydraulische Drucksituation des Grundwassers im Grundwasserleiter ist...	<ol style="list-style-type: none"> 1. gespannt 2. halbgespannt oder halbungespannt 3. ungespannt 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
47	Konnten im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrerer Gewinnungsanlagen bislang nennenswerte Veränderungen der Grundwasserqualität festgestellt werden?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ja, in Form von Verkeimungen bzw. bakteriologische Auffälligkeiten oder hydrochemischen Beeinflussungen bzw. Kontaminationen. 2. Ja, in Form von Trübungen, Sandförderung. 3. Ja, in Form von beidem. 4. Nein, keine nennenswerten Veränderungen. 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
48	Sind Beeinträchtigungen des zu Tage geförderten Grundwassers durch oberflächenbürtige Einflüsse belegt (z.B. Nitrat, PBSM)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

G		ANGABEN ZUM INFORMATIONSTAND UND ZUR QUALITÄT DER DATENKENNTNISSE		Frage 49 – Frage 54
49	Ist der räumliche Untergrunderbau durch direkte oder indirekte Untersuchungen (Bohrarchive und/oder Geophysik und/oder Sondierungen) ausreichend bekannt, so dass Analogieschlüsse im Wasserschutzgebiet möglich sind und liegen belastbare Informationen zur baulichen Ausführung der Gewinnungsanlagen (v.a. Brunnenausbaupläne mit Angaben über u.a. Abdichtungsart und -tiefe) vor?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine ausreichenden Kenntnisse zu Untergrund und Gewinnungsanlagen, Belastbarkeit der Kenntnisse fraglich, Analogieschlüsse schwierig) 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
50	Liegen Pumpversuchsergebnisse vor, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine Pumpversuche durchgeführt oder dokumentiert, Ergebnisse unzureichend bzw. zweifelhaft) 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
51	Wurden Tracertests durchgeführt, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine Tracertests durchgeführt oder dokumentiert, Ergebnisse unzureichend bzw. zweifelhaft) 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
52	Wurde ein Strömungsmodell mit belastbaren Ergebnissen erarbeitet? Liegt dieses vor?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. es ist kein oder kein belastbares Modell existent, Ergebnisse angestellter Strömungsbetrachtungen sind unzureichend bzw. zweifelhaft) 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
53	Wurden in jüngerer Vergangenheit (5-10 Jahre) TV-Befahrungen und/oder geophysikalische Brunnenuntersuchungen durchgeführt, zu denen Ergebnisberichte und Datenmaterial vorliegen (ausführliche Plots, Videobänder, zumindest Kurzberichte und/oder Feldplots bzw. Feldaufzeichnungen o.ä.)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine derartigen Untersuchungen durchgeführt, Ergebnisse oder Aussagekraft durchgeführter Untersuchungen unzureichend oder nicht mehr repräsentativ) 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
54	Liegen längere analytische Messreihen bzw. Trendkurven verschiedener bakteriologischer bzw. chemischer Parameter für das Rohwasser vor?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine längeren Messreihen vorhanden, vorliegende Analysen fragwürdig und/oder nicht belastbar) 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

3.2 Ergebnisse Arbeitsschritt 3: Analyse der einzelnen Einflusskriterien bezüglich bestehender und abzubildender Interaktionen (Verknüpfung von Erhebungsfragen)

Die Analyse der inhaltlichen Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen den Erhebungsfragen der Fragebögen und die daraus hervorgehenden Kenntnisse über die Interaktionen zwischen den Fragen in Arbeitsschritt 3 stellten die Grundlage für die Ausarbeitung der Antwortenverknüpfungen als elementaren Bestandteilen des Bewertungs- und Entscheidungshilfemodells in Arbeitsschritt 4 dar, aus denen sich Handlungsempfehlungen und Grundwassergefährdungspotenzialeinschätzungen ableiten lassen.

3.2.1 Erläuterungen zur Fragenverknüpfungstabelle

Fragenverknüpfungstabelle

Nachfolgend werden die erarbeiteten Fragenverknüpfungen zusammengestellt und erläutert, warum deren Berücksichtigung im Expertensystem von Bedeutung ist. Dabei konnten bei den miteinander in Verbindung stehenden Erhebungsfragen (Einflusskriterien) zwischen fachinhaltlichen (F) und plausibilitätsbezogenen (P) Verknüpfungen unterschieden werden.

Plausibilitätsbezogene Verknüpfungen sind Interaktionen, die im Expertensystem zu berücksichtigen waren, damit es später bei der Beantwortung der Erhebungsfragen zu keinen unstimmgigen und unsinnigen Antworten kommt. Fragen, deren Antwortalternativen sich gegenseitig ausschlossen, waren demnach plausibilitätsbezogen miteinander verknüpft. Fachinhaltliche interagierten Fragen, wenn sie inhaltlich in Abhängigkeit zueinander standen und sich aus ihrem Zusammenwirken für die Beurteilung der Situation im Wasserschutzgebiet und die Formulierung von Handlungsempfehlungen wichtige Zusammenhänge ergaben. Je nach Frage und Formulierung der Antwortalternativen konnten Fragenverknüpfungen gleichzeitig fachinhaltliche und plausibilitätsbezogene Bedeutung haben.

Tabellenaufbau

Die Verknüpfungstabelle besitzt vier Textspalten. Die erste Spalte enthält die Nummer der betrachteten Frage, wobei sich die Nummerierung auf die in Kapitel 3.1.4 angeführten Fragebögen bezieht. In der zweiten Spalte werden alle mit der jeweiligen Frage verknüpften Fragen ebenfalls mit ihrer Nummerierung aufgelistet. Die Kürzel „P“ oder „F“ in der dritten Spalte beziehen sich darauf, ob die berücksichtigte Interaktion fachinhaltlichen oder/und plausibilitätsbezogenen Charakter besitzt. In der letzten Tabellenspalte wird erläutert, warum die jeweilige Verknüpfung für das Expertensystem von Bedeutung ist. Ein Pfeil in Spalte 4 verweist darauf, dass Anmerkungen zur Verknüpfung in der Tabelle bei der Frage angeführt werden, auf die nach dem Pfeil verwiesen wird.

3.2.2 Fragenverknüpfungstabelle

Frage	verknüpfte Fragen	Art der Fragenverknüpfung	Begründung und Anmerkungen zur Verknüpfung
1	2	P	Nennweite und Kanalart können voneinander abhängig sein. Staukanal erfordert große Nennweiten. Nicht plausible Antwortkombinationen sind möglich.
	3	P	Grabentiefe ist von Nennweite abhängig. Mindestüberdeckung des Kanals ist einzuhalten. Beantwortung beider Fragen muss schlüssig sein.
	4	F	Gefährdungsbewertung des geplanten Schachtabstandes gestaltet sich davon abhängig, ob der Abwasserkanal begehbar ist oder nicht.
	9	P	Eine Antwortalternative der Frage 9 steht in Bezug zur Kanalnennweite. Widersprüche in der Beantwortung beider Fragen sind möglich.
	11+13	F	Nennweite, Abwasserart und Bedeutung des Kanals liefern Aussagen zur Gefährlichkeit der Abwasserdurchleitung und zum zu erwartenden Abwasservolumen.
	15	P	Fräs- und Pflugverfahren sind nur bei kleinen Rohrnennweiten einsetzbar. Antwortkombinationen müssen schlüssig sein.
2	1	P	→ 1
	3	F	Mit der Eingriffstiefe in den Untergrund verändert sich in Abhängigkeit zum Kanaltyp das potenzielle Gefährdungspotenzial für das Grundwasser.
	15	P	Nicht jede Abwasserkanalart lässt sich durch jede der berücksichtigten Bauverfahrenstechniken verlegen. Nicht logische Antwortkombinationen sind möglich.
	45	F	Kanalart und Grundwasserstand im Verhältnis zur Kanalsohle erlauben eine Aussage darüber, ob es bei Rohrleckagen zur Infiltration von Grundwasser oder zur Exfiltration von Abwasser kommt.
3	1	P	→ 1
	2	F	→ 2
	15	F	Das Risiko hoher Gründungstiefen zeigt sich von der Bauweise und dem Umfang baulicher Eingriffe und etwaiger Verbauarbeiten abhängig.
	33+35+45	F / P	Fragenkombination ermöglicht eine Aussage darüber, ob die Graben- bzw. Bohrlochsohle in den Locker- oder in den Festgesteinsdeckschichten bzw. im Grundwasserleiter liegt.
4	1	P	→ 1
	14	F	Über Schachtabstand/Schachthäufigkeit und -konstruktion (Anzahl Fugenverbindungen) ist eine Aussage zum Risikopotenzial durch eventuell undichte Schächte möglich.
5	-	-	-
6	11	F	Klärt vor dem Hintergrund der Gefährlichkeit des abzuleitenden Abwassers (häuslich/nicht häuslich), ob der vorgesehene Rohrtyp das Gefährdungspotenzial mindert.
7	32	F	Steckverbindungen gestalten sich flexibler als Schweißverbindungen. Dies kann in setzungsgefährdeten Bereichen das Gefährdungspotenzial verringern.
8	32	F	Bei kürzeren Rohrlängen steigt die Zahl der Rohrverbindungen und damit die Gefahr von Leckagen an Rohrstoßen. In Setzungsgebieten können sich kürzere Rohrlängen dagegen als sinnvoll erweisen.
9	1	P	→ 1
	11	F / P	Lässt eine Bewertung des Risikos durch ableitungssystemimmanente Stärken und Schwächen vor dem Hintergrund des abzuleitenden Abwassertyps zu.
	12	F	Macht eine Aussage möglich, ob ein zusätzliches Gefährdungspotenzial durch unentdeckte Fehlanschlüsse besteht (bei Trennsystem und modifiziertem Mischsystem).
	15	P	Eine der Antwortalternativen bei Frage 9 bezieht sich auf begehbbare Kanäle. Antwortkombinationen daher nicht in jedem Fall logisch.
	19	F	Macht eine Betrachtung der ableitungssystemimmanenten Gefährdungspotenziale vor dem Hintergrund der von der Durchleitung betroffenen Schutzzone(n) möglich.
10	19	F	Lässt Aussage zu, wie Errichtung und späterer Betrieb entsprechender abwassertechnischer Bauwerke in der betroffenen Schutzzone zu bewerten sind.
11	1+13	F	→ 1
	6	F	→ 6
	9	F / P	→ 9
	10	F	→ 10
	48	F	Klärt, ob oberflächenbürtige Stoffe im Grundwasser nachzuweisen sind und wie vor diesem Hintergrund das Risiko unterschiedlicher Abwasserarten zu bewerten sind.

Frage	verknüpfte Fragen	Art der Fragenverknüpfung	Begründung und Anmerkungen zur Verknüpfung
12	9	F	→ 9
13	1+11	F	→ 1
14	4	F	→ 4
15	1	P	→ 1
	2	P	→ 2
	3	F	→ 3
	4	P	→ 4
	9	P	→ 9
	16	F / P	Verfahrenstechnik und Bettung sind voneinander abhängig. Es ergeben sich Hinweise zu möglichen Drainagewirkungen innerhalb der Leitungszone.
	19	F	Klärt, ob ein weitflächiger Deckschichtenabtrag in der Wasserschutzzone erforderlich wird und wie die Gefährdung durch offene Baugruben einzuschätzen ist.
	27	F	Bei offener Bauweise und Orientierung der Oberflächenentwässerung zur Baugrube hin besteht ein erhöhtes Risiko gegenüber zutretenden Oberflächenwasser.
	45	F	Klärt, ob besondere verfahrenstechnische Maßnahmen beim Bau des Kanals vorzusehen sind, z.B. wasserdichter Verbau bei Lage des Kanals unterhalb des Grundwasserspiegels.
16	15	F	→ 15
	26	F	Bei einer durchlässigen Bettung kann diese eine bevorzugte Drainage darstellen. Höheres Relief bedingt einen größeren Anteil sich lateral bewegenden Interflows. Dadurch fließt der Drainagezone mehr Wasser zu als bei flachem Relief.
	34+38+45	F	Lässt, sofern der Grundwasserspiegel unterhalb des Kanals liegt, Schlüsse zu, ob Leckagenwasser eher vertikal versickert oder im Bettungsbereich lateral abgeführt wird.
	36+38+45	F	Lässt, sofern der Grundwasserspiegel unterhalb des Kanals liegt, Schlüsse zu, ob Leckagenwasser eher vertikal versickert oder im Bettungsbereich lateral abgeführt wird.
	45	F	Klärt in Abhängigkeit zum Grundwasserstand zum Kanal eine Aussage darüber zu, ob eine erhöhte Drainagegefahr besteht.
17	-	-	-
18	-	-	-
19	9	F	→ 9
	10	F	→ 10
	15	F	→ 15
	20	F	Macht eine grundlegende Aussage dazu, wie risikoreich eine Abwasserdurchleitung in der betroffenen Wasserschutzzone zu bewerten ist.
	24	F	Eine Durchleitung durch eine Schutzzone I ist nur möglich, wenn die Trinkwassergewinnung aufgegeben wird. Abgleich der Fragen klärt, ob dies denkbar wäre.
20	19	F	→ 19
21	22+39+40	F	Ermöglicht eine Aussage zur räumlichen Ausbreitung der Grundwasserspiegelabsenkung eines Brunnens.
	23	P	Frage nach dem Vorhandensein einer Brunnengalerie ist nur dann sinnvoll, wenn die Existenz von Brunnen zuvor nicht ausgeschlossen wurde.
	53	P	Wenn kein Brunnen im Schutzgebiet vorhanden ist, kann auch keine Brunnen-TV-Befahrung durchgeführt worden sein.
22	21+39+40	F / P	→ 21
23	21	P	→ 21
24	19	F	→ 19
	25	F	Gibt vor dem Hintergrund der Wertigkeit des Schutzgebietes an, ob noch freie Förderkapazitäten im Wassergewinnungsgebiet vorhanden sind.

Frage	verknüpfte Fragen	Art der Fragenverknüpfung	Begründung und Anmerkungen zur Verknüpfung
	47	F	Gibt vor dem Hintergrund der Wertigkeit des Schutzgebietes an, ob das genutzte Grundwasser im Hinblick auf Beschaffenheitsveränderungen vorbelastet ist.
25	24	F	→ 24
26	16	F	→ 16
	27+28	F	Klärt, welche Mengen an der Baugrube zufließendem Oberflächenwasser zu erwarten sind und wie einfach der Oberflächenabfluss geordnet abgeführt werden kann.
27	15	F	→ 15
	26+28	F	→ 26
	28	F	Klärt, ob der Baugrube zufließendes Oberflächenwasser aus weitgehend versiegelten oder eher unversiegelten Bereichen stammt.
28	26+27	F	→ 26
	27	F	→ 27
29	–	–	–
30	–	–	–
31	–	–	–
32	7	F	→ 7
	8	F	→ 8
33	3+35+45	F / P	→ 3
	34	F / P	Aussage zur Retardierung der Lockergesteinsdeckschichten. Frage 34 entfällt, falls keine Lockergesteinsdeckschichten ausgebildet sind.
	35	P	Entweder Locker- oder Festgesteinsdeckschichten müssen ausgebildet sein. Nicht logische Antwortenkombination möglich.
34	16+38+45	F	→ 16
	33	F / P	→ 33
35	3+33+45	F / P	→ 3
	33	P	→ 33
	38+36	F / P	Aussage zur Retardierung der Festgesteinsdeckschichten und zur Existenz vertikaler Wegsamkeiten. Frage 36 entfällt, wenn keine Festgesteinsdeckschichten vorhanden sind.
36	16+38+45	F	→ 16
	35+38	F / P	→ 35
37	41	F	Klärt, ob es zu einem Abfließen von belastetem Wasser oberhalb einer Stauschicht in Richtung der Wassergewinnung kommen kann.
	42+43	P	Klärt, ob eine natürliche Abschirmung durch einen Grundwasserstauer zwischen Kanal und Grundwasser gegeben ist. Widersprüchliche Antworten sind möglich.
	48	F	Macht Abschätzung möglich, wie wirksam die stauende Schicht gegenüber oberflächenbürtigen Stoffzutritten ist.
38	16+36+45	F	→ 16
	35+36	F	→ 35
	39+40	F / P	Ermöglicht Aussage zur Strömungsart und zur Retardierung im Grundwasserleiter. Nicht alle Antwortenkombinationen sind plausibel.
	40	P	Aus den Angaben zur Klüftung und Lithologie des Grundwasserleiters können sich Widersprüche ergeben.
39	21+22+40	F	→ 21
	38+40	F / P	→ 38

Frage	verknüpfte Fragen	Art der Fragenverknüpfung	Begründung und Anmerkungen zur Verknüpfung
40	21+22+39	F	→ 21
	38	F / P	→ 38
	38+39	F	→ 38
	47	F	Lässt Schlüsse zu, ob Trübstoffe bzw. Sandführung von gelösten Kluffestungen und/oder einem sandigen Grundwasserleiter stammen können.
41	37	F	→ 37
42	37+43	P	→ 37
	43	F / P	Liegt ein Grundwasserstockwerksbau vor und erfolgt die Baumaßnahme nicht im gleichen Stockwerk wie die Grundwasserentnahme, entschärft dies die Gefährdungssituation für das Grundwasser.
43	37+42	P	→ 37
	42	F / P	→ 42
44	45	F / P	Macht Angabe zur verbleibenden Mächtigkeit etwaig ausgebildeter Deckschichten unterhalb der Kanalsohle bis zum Erreichen des Grundwasserniveaus.
45	2	F	→ 2
	3+33+35	F / P	→ 3
	15	F	→ 15
	16	F	→ 16
	16+34+38	F	→ 16
	16+36+38	F	→ 16
	30	F	→ 30
	44	F / P	→ 44
46	48	F	Klärt, wie die Grundwasserspannungsverhältnisse als Indikator für die Deckschichtendurchlässigkeit vor dem Hintergrund festgestellter oberflächenbürtiger Beeinflussungen des Grundwassers zu bewerten sind.
47	24	F	→ 24
	40	F / P	→ 40
	48	P	Beide Fragen zielen auf die Erhebung von Grundwasserbeschaffenheitsveränderungen ab. Widersprüchliche Antwortkombinationen sind möglich.
48	11	F	→ 11
	37	F	→ 37
	46	F	→ 46
	47	P	→ 47
49	33	-	-
50	38	-	-
51	-	-	-
52	-	-	-
53	21	P	→ 21
54	-	-	-

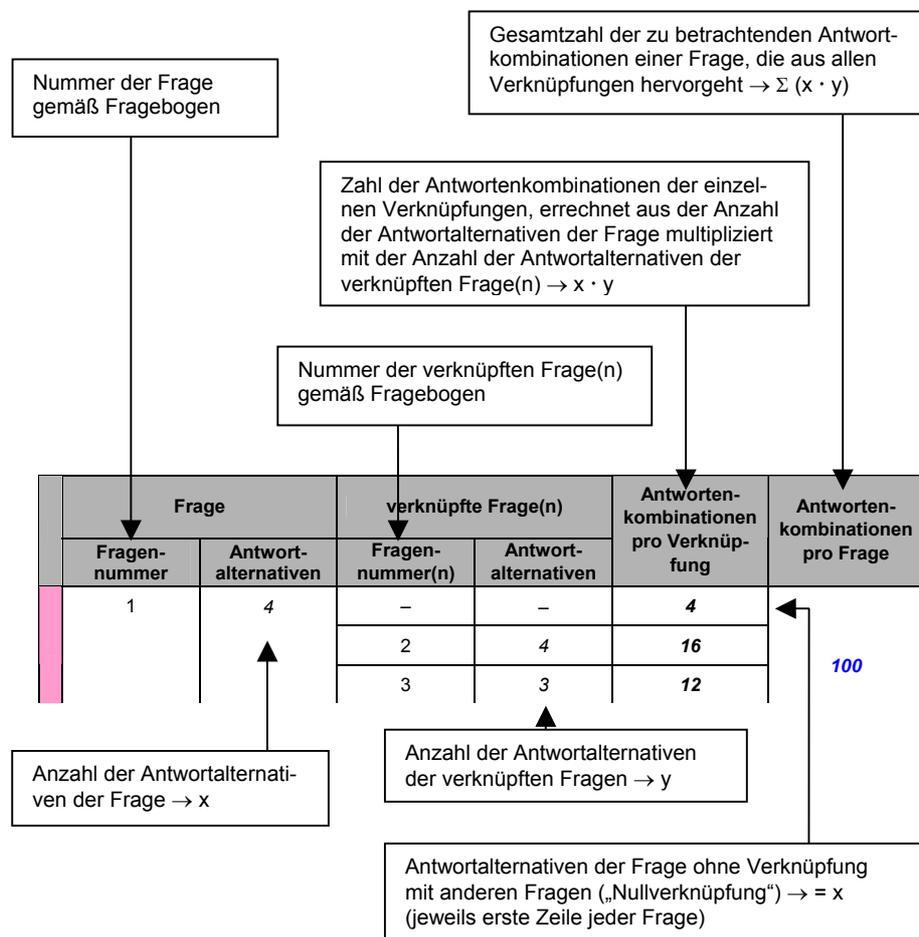
3.3 Ergebnisse Arbeitsschritt 4: Ausarbeitung von elementaren Bestandteilen des Bewertungs- und Entscheidungshilfemodells (Verknüpfung von Antwortmöglichkeiten)

Nach der Analyse der Fragenverknüpfungen, d.h. der Analyse der inhaltlichen Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen den Erhebungsfragen (Einflusskriterien), galt es im Arbeitsschritt 4, durch eine Verknüpfung der Antworten entscheidungsrelevante Antwortkombinationen bzw. Einzelantworten als elementare Bestandteile des Bewertungs- und Entscheidungshilfemodells herauszuarbeiten und diesen Handlungsempfehlungen bzw. eine Bedeutung bei der Einschätzung der potenziellen Grundwassergefährdung zuzuweisen.

3.3.1 Zahl der zu berücksichtigenden Antwortkombinationen

Antwortkombinationen

Zunächst wurde eine tabellarische Übersicht der Anzahl der zu betrachtenden und auf Relevanz für den Bewertungsalgorithmus zu prüfenden Antwortkombinationen erarbeitet. Diese ging aus einer Permutation aller Antwortmöglichkeiten miteinander verknüpfter Fragen hervor und führte letztlich zu einer Zahl von ca. 940 Kombinationen. Die Tabelle besitzt folgenden Aufbau:



Frage		verknüpfte Fragen		Antworten- kombinationen pro Ver- knüpfung	Antworten- kombinationen pro Frage
Fragen- nummer	Antwort- alternativen	Fragen- nummern	Antwort- alternativen		
1	4	–	–	4	100
		2	4	16	
		3	3	12	
		4	3	12	
		9	5	20	
		11+13	2 · 3	24	
		15	3	12	
2	4	–	–	4	36
		1	→ 1	–	
		3	3	12	
		15	3	12	
		45	2	8	
3	3	–	–	3	84
		1	→ 1	–	
		2	→ 2	–	
		15	3	9	
		33+35+45	4 · 3 · 2	72	
4	3	–	–	3	15
		1	→ 1	–	
		14	4	12	
5	2	–	–	2	2
6	2	–	–	2	6
		11	2	4	
7	2	–	–	2	6
		32	2	4	
8	2	–	–	2	6
		32	2	4	
9	5	–	–	5	60
		1	→ 1	–	
		11	2	10	
		12	2	10	
		15	3	15	
		19	4	20	
10	2	–	–	2	10
		19	4	8	
11	2	–	–	2	6
		1+13	→ 1	–	
		6	→ 6	–	
		9	→ 9	–	
		48	2	4	
12	2	–	–	2	2
		9	→ 9	–	
13	3	–	–	3	3

Frage		verknüpfte Fragen		Antworten- kombinationen pro Ver- knüpfung	Antworten- kombinationen pro Frage
Fragen- nummer	Antwort- alternativen	Fragen- nummern	Antwort- alternativen		
		1+11	→ 1	–	
14	3	–	–	3	3
		4	→ 4	–	
15	3	–	–	3	36
		1	→ 1	–	
		2	→ 2	–	
		3	→ 3	–	
		9	→ 9	–	
		16	3	9	
		19	4	12	
		27	2	6	
16	3	–	–	3	162
		15	→ 15	–	
		26	3	9	
		34+38+45	3 · 4 · 2	72	
		36+38+45	3 · 4 · 2	72	
45	2	6			
17	2	–	–	2	2
18	5	–	–	5	5
19	4	–	–	4	24
		9	→ 9	–	
		10	→ 10	–	
		15	→ 15	–	
		20	2	8	
24	3	12			
20	2	–	–	2	2
		19	→ 19	–	
21	3	–	–	3	85
		22+39+40	3 · 2 · 4	72	
		23	2	6	
53	2	6			
22	3	–	–	3	3
		21+39+40	→ 21	–	
23	2	–	–	2	2
		21	→ 21	–	
24	3	–	–	3	21
		19	→ 19	–	
		25	2	6	
47	4	12			
25	2	–	–	2	2
		24	→ 24	–	
26	3	–	–	3	21

Frage		verknüpfte Fragen		Antworten- kombinationen pro Ver- knüpfung	Antworten- kombinationen pro Frage
Fragen- nummer	Antwort- alternativen	Fragen- nummern	Antwort- alternativen		
		16	→ 16	–	
		27+28	2 · 3	18	
27	2	–	–	2	8
		15	→ 15	–	
		26+28	→ 26	–	
		28	3	6	
28	3	–	–	3	3
		26+27	→ 26	–	
		27	→ 27	–	
29	2	–	–	2	2
30	2	–	–	2	2
31	2	–	–	2	2
32	2	–	–	2	2
		7	→ 7	–	
		8	→ 8	–	
33	4	–	–	4	28
		3+35+45	→ 3	–	
		34	3	12	
		35	3	12	
34	3	–	–	3	3
		33	→ 33	–	
35	3	–	–	3	39
		3+33+45	→ 3	–	
		33	→ 33	–	
		36+38	3 · 4	36	
36	3	–	–	3	3
		16+38+45	→ 16	–	
		35 + 38	→ 35	–	
37	2	–	–	2	18
		41	2	4	
		42+43	2 · 2	8	
		48	2	4	
38	4	–	–	4	50
		16+36+45	→ 16	–	
		35+36	→ 35	–	
		39+40	2 · 4	32	
39	2	–	–	2	2
		21+22+40	→ 21+22	–	
		38+40	→ 38	–	
40	4	–	–	4	20
		21+22+39	→ 21+22	–	
		38	→ 38	–	

Frage		verknüpfte Fragen		Antworten- kombinati- onen pro Ver- knüpfung	Antworten- kombinati- onen pro Frage
Fragen- nummer	Antwort- alternativen	Fragen- nummern	Antwort- alternativen		
		38+39	→ 38	–	
		47	4	16	
41	2	–	–	2	2
		37	→ 37	–	
42	2	–	–	2	6
		37+43	→ 37	–	
		43	2	4	
43	2	–	–	2	2
		37+42	→ 37	–	
		42	→ 42	–	
44	3	–	–	3	9
		45	2	6	
45	2	–	–	2	2
		2	→ 2	–	
		3+33+35	→ 3	–	
		15	→ 15	–	
		16	→ 16	–	
		16+34+38	→ 16	–	
		16+36+38	→ 16	–	
		30	→ 30	–	
		44	→ 44	–	
46	3	–	–	3	9
		21	→ 21	–	
		24	→ 24	–	
		48	2	6	
47	4	–	–	4	12
		38+40	→ 38	–	
		48	2	8	
48	2	–	–	2	2
		11	→ 11	–	
		37	→ 37	–	
		46	→ 46	–	
		47	→ 47	–	
49	2	–	–	2	2
50	2	–	–	2	2
51	2	–	–	2	2
52	2	–	–	2	2
53	2	–	–	2	2
		21	→ 21	–	
54	2	–	–	2	2

3.3.2 Erläuterungen zur Antwortenverknüpfungstabelle

Antwortenverknüpfungstabelle Ausgehend von den in Arbeitsschritt 3 betrachteten Fragenverknüpfungen wurde eine tabellarische Auflistung aller möglichen Antwortkombinationen der untereinander interagierenden Fragen erarbeitet (Verknüpfung der Antworten). Dabei war jede mögliche Antwort einer Frage jeder möglichen Antwort der verknüpften Fragen gegenüberzustellen. Hieraus resultierte eine Antwortenverknüpfungstabelle.

Bei jeder Frage wurden in der Tabelle auch die möglichen Antworten ohne Verknüpfung zu Antworten anderer Fragen mit aufgelistet („Nullverknüpfungen“). Maximal vier Fragen wurden gleichzeitig miteinander verknüpft. Die Kodierung der Antworten bzw. Antwortkombinationen erfolgte dergestalt, dass die Fragenummer die Basis und die jeweilige Antwort den Exponenten einer Zahl darstellten. Demnach entspricht z.B. Antwort 2 bei Frage 4 dem Kürzel 4^2 . Antworten werden durch ein Pluszeichen miteinander verknüpft. Um Doppelungen in der Antwortenverknüpfungstabelle zu vermeiden, wurden die aus einer Verknüpfung mehrerer Fragen hervorgehenden Antwortkombinationen nur einmal bei der Frage mit der niedrigsten Ordnungszahl angeführt. In der Tabelle war bei den übrigen verknüpften Fragen mit höherer Ordnungszahl ein Pfeil „→“ als Querverweis einzufügen. Sind z.B. Frage 9 und Frage 15 miteinander verknüpft, wurden die möglichen Antwortkombinationen in der Tabelle nur bei Frage 9 aufgelistet (9^1+15^1 , 9^1+15^2 , ...) und entfielen bei Frage 15.

Die fachliche Plausibilität der einzelnen Antwortenverknüpfungen wurde überprüft. Das Ergebnis der Plausibilitätsprüfung wurde als Kürzel in der Verknüpfungstabelle eingetragen³:

P+: fachlich plausible Antwortkombination
P-: fachlich unplausible Antwortkombination

Nicht alle Antworten und durch Permutation aus den Fragenverknüpfungen hervorgegangene Antwortkombinationen hatten zwangsläufig eine entscheidungsrelevante Bedeutung für die Zuweisung von Handlungsempfehlungen oder die Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser. Es war daher zu überprüfen und fachinhaltlich zu bewerten, welche Antworten bzw. Antwortkombination fachinhaltlich relevant für das Expertensystem sind und welche nicht.

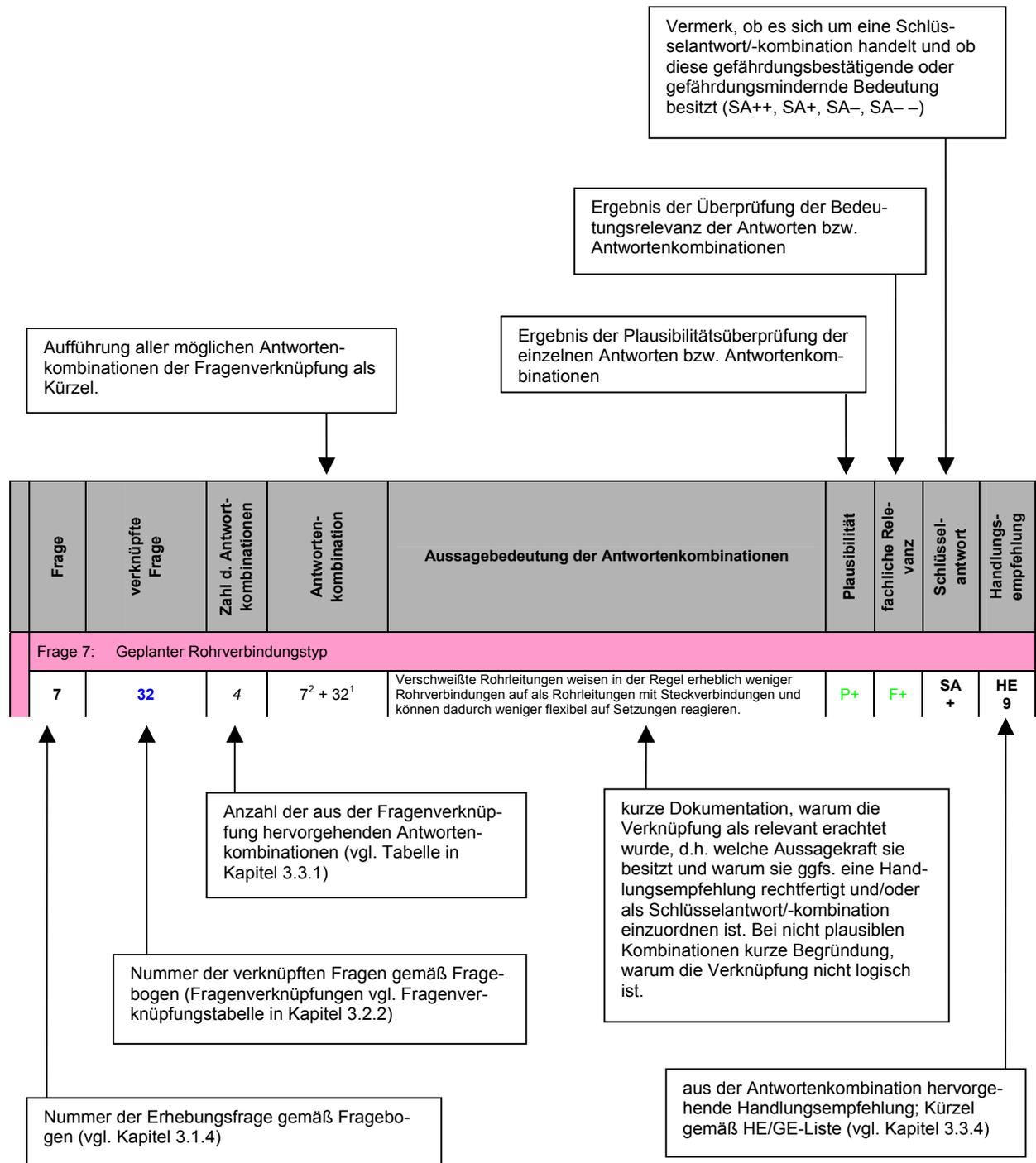
Das Ergebnis der Relevanzprüfung wurde ebenfalls als Kürzel in der Verknüpfungstabelle eingetragen:

F+: vermutlich fachinhaltlich relevant für HE oder GE
F-: nicht fachinhaltlich relevant für HE oder GE

³ Einzelantworten waren in sich immer plausibel, wodurch für sie eine entsprechende Überprüfung entfiel.

Tabellenaufbau

Die Antwortenverknüpfungstabelle besitzt folgenden Aufbau:



3.3.3 Antwortenverknüpfungstabelle

Nachfolgende 32 Seiten.

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
Frage 1: Maximale Rohrennenweite								
1	-	4	1 ¹	-	-	F-	-	-
			1 ²	-	-	F-	-	-
			1 ³	-	-	F-	-	-
			1 ⁴	-	-	F-	-	-
2		16	1 ¹ + 2 ¹	-	P+	F-	-	-
			1 ¹ + 2 ²	Antwortenkombination nicht plausibel, da Staukanäle eine höhere Nennweite aufweisen.	P-	-	-	-
			1 ¹ + 2 ³	-	P+	F-	-	-
			1 ¹ + 2 ⁴	-	P+	F-	-	-
			1 ² + 2 ¹	-	P+	F-	-	-
			1 ² + 2 ²	Antwortenkombination nicht plausibel, da Staukanäle eine höhere Nennweite aufweisen.	P-	-	-	-
			1 ² + 2 ³	-	P+	F-	-	-
			1 ² + 2 ⁴	-	P+	F-	-	-
			1 ³ + 2 ¹	-	P+	F-	-	-
			1 ³ + 2 ²	Antwortenkombination nicht plausibel, da Staukanäle eine höhere Nennweite aufweisen.	P-	-	-	-
			1 ³ + 2 ³	-	P+	F-	-	-
			1 ³ + 2 ⁴	-	P+	F-	-	-
			1 ⁴ + 2 ¹	-	P+	F-	-	-
			1 ⁴ + 2 ²	-	P+	F-	-	-
			1 ⁴ + 2 ³	-	P+	F-	-	-
			1 ⁴ + 2 ⁴	-	P+	F-	-	-
3		12	1 ¹ + 3 ¹	-	P+	F-	-	-
			1 ¹ + 3 ²	-	P+	F-	-	-
			1 ¹ + 3 ³	-	P+	F-	-	-
			1 ² + 3 ¹	-	P+	F-	-	-
			1 ² + 3 ²	-	P+	F-	-	-
			1 ² + 3 ³	-	P+	F-	-	-
			1 ³ + 3 ¹	Nicht plausibel, da Tiefe der Graben- bzw. Bohrlochsohle für gewählte Kanalnenweite zu gering ist. Mindestüberdeckung ist einzuhalten.	P-	-	-	-
			1 ³ + 3 ²	-	P+	F-	-	-
			1 ³ + 3 ³	-	P+	F-	-	-
			1 ⁴ + 3 ¹	Nicht plausibel, da Tiefe der Graben- bzw. Bohrlochsohle für gewählte Kanalnenweite zu gering ist. Mindestüberdeckung ist einzuhalten.	P-	-	-	-
			1 ⁴ + 3 ²	-	P+	F-	-	-
			1 ⁴ + 3 ³	-	P+	F-	-	-
4		12	1 ¹ + 4 ¹	Kürzere Haltungen erhöhen zwar das Risiko undichter oder falscher Anschlüsse, erleichtern jedoch bei nichtbegehbaren Nennweiten Inspektion/Reinigung/Sanierung.	P+	F+	SA +/-	-
			1 ¹ + 4 ²	-	P+	F-	-	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung	
			1 ¹ + 4 ³	Lange Schachtabstände erschweren bei nicht begehbaren Nennweiten Inspektion/Reinigung/Sanierung.	P+	F+	SA +	HE 1	
			1 ² + 4 ¹	Kürzere Haltungen erhöhen zwar das Risiko undichter oder falscher Anschlüsse, erleichtern jedoch bei nichtbegehbaren Nennweiten Inspektion/Reinigung/Sanierung.	P+	F+	SA +/-	-	
			1 ² + 4 ²	-	P+	F-	-	-	
			1 ² + 4 ³	Lange Schachtabstände erschweren bei nicht begehbaren Nennweiten Inspektion/Reinigung/Sanierung.	P+	F+	SA +	HE 1	
			1 ³ + 4 ¹	Das Risiko von Fehlschlüssen oder undichten Anschlüssen steigt mit geringer werdender Haltungslänge.	P+	F+	SA +	HE 2	
			1 ³ + 4 ²	-	P+	F-	-	-	
			1 ³ + 4 ³	Bei größeren Haltungslängen geht das Risiko von Fehlschlüssen oder undichten Anschlüsse zurück.	P+	F+	SA -	-	
			1 ⁴ + 4 ¹	Das Risiko von Fehlschlüssen oder undichten Anschlüssen steigt mit geringer werdender Haltungslänge.	P+	F+	SA +	HE 2	
			1 ⁴ + 4 ²	-	P+	F-	-	-	
			1 ⁴ + 4 ³	Bei größeren Haltungslängen geht das Risiko von Fehlschlüssen oder undichten Anschlüsse zurück.	P+	F+	SA -	-	
	9		20	1 ¹ + 9 ¹	-	P+	F-	-	-
				1 ¹ + 9 ²	-	P+	F-	-	-
				1 ¹ + 9 ³	-	P+	F-	-	-
				1 ¹ + 9 ⁴	-	P+	F-	-	-
				1 ¹ + 9 ⁵	Antwortkombination nicht logisch, da sich Antwort 9 ⁵ auf begehbare Kanäle bezieht.	P-	-	-	-
				1 ² + 9 ¹	-	P+	F-	-	-
				1 ² + 9 ²	-	P+	F-	-	-
				1 ² + 9 ³	-	P+	F-	-	-
				1 ² + 9 ⁴	-	P+	F-	-	-
				1 ² + 9 ⁵	Antwortkombination nicht logisch, da sich Antwort 9 ⁵ auf begehbare Kanäle bezieht.	P-	-	-	-
				1 ³ + 9 ¹	-	P+	F-	-	-
				1 ³ + 9 ²	-	P+	F-	-	-
				1 ³ + 9 ³	-	P+	F-	-	-
				1 ³ + 9 ⁴	Eine Ableitung von Abwasser aus Klein- und Pflanzenkläranlagen erfordert keine großen Rohrnennweiten.	P-	-	-	-
				1 ³ + 9 ⁵	-	P+	F-	-	-
				1 ⁴ + 9 ¹	-	P+	F-	-	-
				1 ⁴ + 9 ²	-	P+	F-	-	-
				1 ⁴ + 9 ³	-	P+	F-	-	-
				1 ⁴ + 9 ⁴	Eine Ableitung von Abwasser aus Klein- und Pflanzenkläranlagen erfordert keine großen Rohrnennweiten.	P-	-	-	-
				1 ⁴ + 9 ⁵	-	P+	F-	-	-
	11 + 13		24	1 ¹ + 11 ¹ + 13 ¹	Bei nicht begehbaren Nennweiten ist bei Sammlern mit normaler Bedeutung und einem geringen Volumen an abzuleitendem häuslichem Abwasser von einer geringeren Gefährdung auszugehen.	P+	F+	SA -	-
				1 ¹ + 11 ² + 13 ¹	Selbst bei geringen Mengen abzuleitenden nicht häuslichen Abwassers ist von einem erhöhten Gefährdungspotenzial auszugehen.	P+	F+	SA +	HE 43
				1 ² + 11 ¹ + 13 ¹	Bei nicht begehbaren Nennweiten ist bei Sammlern mit normaler Bedeutung und einem geringen Volumen an abzuleitendem häuslichem Abwasser von einer geringeren Gefährdung auszugehen.	P+	F+	SA -	-
1 ² + 11 ² + 13 ¹				Selbst bei geringen Mengen abzuleitenden nicht häuslichen Abwassers ist von einem erhöhten Gefährdungspotenzial auszugehen.	P+	F+	SA +	HE 43	

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung		
			$1^3 + 11^1 + 13^1$	Beim Abführen größerer Mengen häuslichen Abwassers in Ein-Kanal-Systemen besteht ein erhöhtes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA+	HE 43		
			$1^3 + 11^2 + 13^1$	Bei Abfuhr größerer Volumen nicht häuslichen Abwassers in Ein-Kanal-Systemen besteht ein stark erhöhtes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA++	HE 43		
			$1^4 + 11^1 + 13^1$	Beim Abführen größerer Mengen häuslichen Abwassers in Ein-Kanal-Systemen besteht ein erhöhtes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA+	HE 43		
			$1^4 + 11^2 + 13^1$	Bei Abfuhr größerer Volumen nicht häuslichen Abwassers in Ein-Kanal-Systemen besteht ein stark erhöhtes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA++	HE 43		
			$1^1 + 11^1 + 13^2$	Bei nicht begehbaren Nennweiten ist bei Ein-Kanal-Sammlern mit übergeordneter Bedeutung und einem geringen Volumen an abzuleitendem häuslichem Abwasser von einer geringeren Gefährdung auszugehen.	P+	F+	SA-	-		
			$1^1 + 11^2 + 13^2$	Selbst bei geringen Mengen abzuleitenden nicht häuslichen Abwassers ist von einem erhöhten Gefährdungspotenzial auszugehen.	P+	F+	SA+	HE 43		
			$1^2 + 11^1 + 13^2$	Bei nicht begehbaren Nennweiten ist bei Ein-Kanal-Sammlern mit übergeordneter Bedeutung und einem geringen Volumen an abzuleitendem häuslichem Abwasser von einer geringeren Gefährdung auszugehen.	P+	F+	SA-	-		
			$1^2 + 11^2 + 13^2$	Selbst bei geringen Mengen abzuleitenden nicht häuslichen Abwassers ist von einem erhöhten Gefährdungspotenzial auszugehen.	P+	F+	SA+	HE 43		
			$1^3 + 11^1 + 13^2$	Beim Abführen größerer Mengen häuslichen Abwassers in Ein-Kanal-Systemen besteht ein erhöhtes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA+	HE 43		
			$1^3 + 11^2 + 13^2$	Bei Abfuhr größerer Volumen nicht häuslichen Abwassers in Ein-Kanal-Systemen besteht ein stark erhöhtes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA++	HE 43		
			$1^4 + 11^1 + 13^2$	Beim Abführen größerer Mengen häuslichen Abwassers in Ein-Kanal-Systemen besteht ein erhöhtes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA+	HE 43		
			$1^4 + 11^2 + 13^2$	Bei Abfuhr größerer Volumen nicht häuslichen Abwassers in Ein-Kanal-Systemen besteht ein stark erhöhtes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA++	HE 43		
			$1^1 + 11^1 + 13^3$	Bei Ableitung geringerer Mengen häuslichen Abwassers in Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillings-Systemen besteht ein deutlich verringertes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA--	-		
			$1^1 + 11^2 + 13^3$	Bei Ableitung geringerer Mengen nicht häuslichen Abwassers in Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillings-Systemen besteht ein erhöhtes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA+	HE 43		
			$1^2 + 11^1 + 13^3$	Bei Ableitung geringerer Mengen häuslichen Abwassers in Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillings-Systemen besteht ein deutlich verringertes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA--	-		
			$1^2 + 11^2 + 13^3$	Bei Ableitung geringerer Mengen nicht häuslichen Abwassers in Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillings-Systemen besteht ein erhöhtes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA+	HE 43		
			$1^3 + 11^1 + 13^3$	Bei Ableitung größerer Mengen häuslichen Abwassers in Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillings-Systemen besteht ein verringertes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA-	-		
			$1^3 + 11^2 + 13^3$	Bei Ableitung größerer Mengen nicht häuslichen Abwassers in Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillings-Systemen besteht ein erhöhtes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA+	HE 43		
			$1^4 + 11^1 + 13^3$	Bei Ableitung größerer Mengen häuslichen Abwassers in Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillings-Systemen besteht ein verringertes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA-	-		
			$1^4 + 11^2 + 13^3$	Bei Ableitung größerer Mengen nicht häuslichen Abwassers in Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillings-Systemen besteht ein erhöhtes Grundwassergefährdungsrisiko.	P+	F+	SA+	HE 43		
			15	12	$1^1 + 15^1$	-	P+	F-	-	-
					$1^1 + 15^2$	-	P+	F-	-	-
					$1^1 + 15^3$	-	P+	F-	-	-
					$1^2 + 15^1$	-	P+	F-	-	-
					$1^2 + 15^2$	-	P+	F-	-	-
					$1^2 + 15^3$	-	P+	F-	-	-
					$1^3 + 15^1$	-	P+	F-	-	-
					$1^3 + 15^2$	Fräs- und Pflugverfahren als Sonderverfahren der Bauverfahrenstechnik sind bei Rohrenweiten über DN 400 nicht einsetzbar.	P-	-	-	-
					$1^3 + 15^3$	-	P+	F-	-	-
					$1^4 + 15^1$	-	P+	F-	-	-
					$1^4 + 15^2$	Fräs- und Pflugverfahren als Sonderverfahren der Bauverfahrenstechnik sind bei Rohrenweiten über DN 400 nicht einsetzbar.	P-	-	-	-
					$1^4 + 15^3$	-	P+	F-	-	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
Frage 2: Art des Abwasserkanals								
2	-	4	2 ¹	-	-	F-	-	-
			2 ²	-	-	F-	-	-
			2 ³	Infolge des Betriebsdruckes wird die über einen Zeitraum exfiltrierende Abwassermenge aus einer Druckleitung erheblich größer sein, als bei einer drucklos betriebenen Freispiegelleitung.	-	F+	SA++	HE 3
			2 ⁴	Undichtigkeiten sind durch eine erhöhte Förderung angesaugten Fremdwassers vergleichsweise schnell und einfach zu erkennen.	-	F+	SA--	-
	1	→ 1	...	...	...	...	...	...
	3	12	2 ¹ + 3 ¹	-	P+	F-	-	-
			2 ¹ + 3 ²	-	P+	F-	-	-
			2 ¹ + 3 ³	-	P+	F-	-	-
			2 ² + 3 ¹	-	P+	F-	-	-
			2 ² + 3 ²	-	P+	F-	-	-
			2 ² + 3 ³	-	P+	F-	-	-
			2 ³ + 3 ¹	-	P+	F-	-	-
			2 ³ + 3 ²	Druckleitungen sind weniger an die natürliche Topographie gebunden als Freispiegelleitungen. Verlegung daher so flach wie möglich.	P+	F+	-	HE 4
			2 ³ + 3 ³	Druckleitungen sind weniger an die natürliche Topographie gebunden als Freispiegelleitungen. Verlegung daher so flach wie möglich.	P+	F+	-	HE 4
			2 ⁴ + 3 ¹	-	P+	F-	-	-
			2 ⁴ + 3 ²	Unterdruckleitungen sind weniger an die natürliche Topographie gebunden als Freispiegelleitungen. Verlegung daher so flach wie möglich.	P+	F+	-	HE 4
			2 ⁴ + 3 ³	Unterdruckleitungen sind weniger an die natürliche Topographie gebunden als Freispiegelleitungen. Verlegung daher so flach wie möglich.	P+	F+	-	HE 4
	15	12	2 ¹ + 15 ¹	-	P+	F-	-	-
			2 ¹ + 15 ²	-	P+	F-	-	-
			2 ¹ + 15 ³	-	P+	F-	-	-
2 ² + 15 ¹			-	P+	F-	-	-	
2 ² + 15 ²			Bau eines Staukanals mittels Fräs- und Pflugverfahren ist nicht möglich. Antwortkombination daher nicht plausibel.	P-	-	-	-	
2 ² + 15 ³			-	P+	F-	-	-	
2 ³ + 15 ¹			-	P+	F-	-	-	
2 ³ + 15 ²			-	P+	F-	-	-	
2 ³ + 15 ³			-	P+	F-	-	-	
2 ⁴ + 15 ¹			-	P+	F-	-	-	
2 ⁴ + 15 ²			-	P+	F-	-	-	
2 ⁴ + 15 ³			-	P+	F-	-	-	
45	8	2 ¹ + 45 ¹	Bei Kanalschäden kommt es zu einer Infiltration von Grundwasser in den Abwasserkanal.	P+	F+	SA-	-	
		2 ¹ + 45 ²	Bei Kanalschäden kommt es zu einer Exfiltration von Abwasser in den Untergrund.	P+	F+	SA+	-	
		2 ² + 45 ¹	Bei Kanalschäden kann es zu einer Infiltration von Grundwasser in den Abwasserkanal kommen.	P+	F+	SA-	-	
		2 ² + 45 ²	Bei Kanalschäden kommt es zu einer Exfiltration von Abwasser in den Untergrund.	P+	F+	SA+	-	
		2 ³ + 45 ¹	In Falle von Beschädigungen an Druckleitungen kommt es zu einer Exfiltration von Abwasser in den Untergrund.	P+	F+	SA+	-	

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			2 ³ + 45 ²	In Falle von Beschädigungen an Druckleitungen kommt es zu einer starken Exfiltration von Abwasser in den Untergrund.	P+	F+	SA++	-
			2 ⁴ + 45 ¹	In Falle von Beschädigungen an Unterdruckleitungen kommt es zu einer Infiltration von Grundwasser in den Abwasserkanal.	P+	F+	SA-	-
			2 ⁴ + 45 ²	In Falle von Beschädigungen an Unterdruckleitungen kommt es weder zu einer Exfiltration noch zu einer Infiltration von Grundwasser in den Abwasserkanal.	P+	F+	SA--	-
Frage 3: Graben- bzw. Bohrlochtiefe								
3	-	3	3 ¹	Je tiefer ein Kanal verlegt wird desto umfangreicher sind durchzuführende Eingriffe in den Untergrund. Der geplante Kanal soll oberflächennah verlegt werden. Dies kann das Gefährdungsrisiko verringern.	-	F+	SA-	-
			3 ²	-	-	F-	-	-
			3 ³	-	-	F-	-	-
	1	→ 1	...	...	...	...	...	...
	2	→ 2	...	...	...	...	...	...
15		9	3 ¹ + 15 ¹	-	P+	F-	-	-
			3 ¹ + 15 ²	-	P+	F-	-	-
			3 ¹ + 15 ³	-	P+	F-	-	-
			3 ² + 15 ¹	Bei größeren Graben- und Bohrlochtliefen sind bei geplanter offener Bauweise aufwändige Arbeiten erforderlich (Spundarbeiten u.ä.), die ein zusätzliches Gefährdungspotenzial darstellen.	P+	F+	SA+	HE 4 5
			3 ² + 15 ²	-	P+	F-	-	-
			3 ² + 15 ³	Bei geschlossener Bauweise sind auch bei größeren Gründungstiefen des Kanals weniger aufwändige Erdarbeiten erforderlich als bei offener.	P+	F+	SA--	-
			3 ³ + 15 ¹	Bei größeren Graben- und Bohrlochtliefen sind bei geplanter offener Bauweise aufwändige Arbeiten erforderlich (Spundarbeiten u.ä.), die ein zusätzliches Gefährdungspotenzial darstellen.	P+	F+	SA++	HE 4 5
			3 ³ + 15 ²	-	P+	F-	-	-
			3 ³ + 15 ³	Bei geschlossener Bauweise sind auch bei größeren Gründungstiefen des Kanals weniger aufwändige Erdarbeiten erforderlich als bei offener.	P+	F+	SA-	HE 4 5
33 + 35 + 45		72	3 ¹ + 33 ¹ + 35 ¹ + 45 ¹	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			3 ¹ + 33 ² + 35 ¹ + 45 ¹	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			3 ¹ + 33 ³ + 35 ¹ + 45 ¹	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			3 ¹ + 33 ⁴ + 35 ¹ + 45 ¹	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			3 ² + 33 ¹ + 35 ¹ + 45 ¹	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			3 ² + 33 ² + 35 ¹ + 45 ¹	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			3 ² + 33 ³ + 35 ¹ + 45 ¹	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			3 ² + 33 ⁴ + 35 ¹ + 45 ¹	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			3 ³ + 33 ¹ + 35 ¹ + 45 ¹	-	P+	F-	-	-
			3 ³ + 33 ² + 35 ¹ + 45 ¹	-	P+	F-	-	-
			3 ³ + 33 ³ + 35 ¹ + 45 ¹	-	P+	F-	-	-
			3 ³ + 33 ⁴ + 35 ¹ + 45 ¹	-	P+	F-	-	-
			3 ¹ + 33 ¹ + 35 ² + 45 ¹	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			3 ¹ + 33 ² + 35 ² + 45 ¹	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			3 ¹ + 33 ³ + 35 ² + 45 ¹	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			3 ¹ + 33 ⁴ + 35 ² + 45 ¹	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			$3^2 + 33^1 + 35^2 + 45^1$	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			$3^2 + 33^2 + 35^2 + 45^1$	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			$3^2 + 33^3 + 35^2 + 45^1$	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			$3^2 + 33^4 + 35^2 + 45^1$	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			$3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^3 + 33^2 + 35^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^3 + 33^3 + 35^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^3 + 33^4 + 35^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^1 + 33^1 + 35^3 + 45^1$	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			$3^1 + 33^2 + 35^3 + 45^1$	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			$3^1 + 33^3 + 35^3 + 45^1$	Kanal liegt innerhalb der Deckschichten, d.h. Grundwasserniveau muss unterhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			$3^1 + 33^4 + 35^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^2 + 33^1 + 35^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^2 + 33^2 + 35^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^2 + 33^3 + 35^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^2 + 33^4 + 35^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^3 + 33^1 + 35^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^3 + 33^2 + 35^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^3 + 33^3 + 35^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^3 + 33^4 + 35^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^1 + 33^2 + 35^1 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^1 + 33^3 + 35^1 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^2 + 33^1 + 35^1 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^2 + 33^2 + 35^1 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^2 + 33^3 + 35^1 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^2 + 33^4 + 35^1 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^3 + 33^1 + 35^1 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^3 + 33^2 + 35^1 + 45^2$	Kanal liegt bei Gründungstiefen bis max. 10 m innerhalb der Lockergesteins-, bei größeren Tiefen innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2$	Kanal liegt bei Gründungstiefen bis über 10 m innerhalb der Lockergesteins-, bei größeren Tiefen innerhalb der Festgesteinsdeckschichten	P+	F+	SA +/-	-
			$3^3 + 33^4 + 35^1 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^1 + 33^1 + 35^2 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^1 + 33^2 + 35^2 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortenkombination	Aussagebedeutung der Antwortenkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			$3^1 + 33^4 + 35^2 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^2 + 33^1 + 35^2 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^2 + 33^2 + 35^2 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^2 + 33^3 + 35^2 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^2 + 33^4 + 35^2 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^3 + 33^2 + 35^2 + 45^2$	Kanal liegt bei Gründungstiefen bis max. 10 m innerhalb der Lockergesteins-, darunter innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^3 + 33^3 + 35^2 + 45^2$	Kanal liegt bei Gründungstiefen bis über 10 m innerhalb der Lockergesteins-, darunter innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^3 + 33^4 + 35^2 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^1 + 33^1 + 35^3 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^1 + 33^2 + 35^3 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^1 + 33^3 + 35^3 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^1 + 33^4 + 35^3 + 45^2$	Kanal liegt im Beeich des Grundwasserleiters, d.h. Grundwasserniveau muss oberhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			$3^2 + 33^1 + 35^3 + 45^2$	Kanal liegt im Beeich des Grundwasserleiters, d.h. Grundwasserniveau muss oberhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			$3^2 + 33^2 + 35^3 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^2 + 33^3 + 35^3 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^2 + 33^4 + 35^3 + 45^2$	Kanal liegt im Beeich des Grundwasserleiters, d.h. Grundwasserniveau muss oberhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			$3^3 + 33^1 + 35^3 + 45^2$	Kanal liegt im Beeich des Grundwasserleiters, d.h. Grundwasserniveau muss oberhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			$3^3 + 33^2 + 35^3 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^3 + 33^3 + 35^3 + 45^2$	Kanalgründung liegt innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +/-	-
			$3^3 + 33^4 + 35^3 + 45^2$	Kanal liegt im Beeich des Grundwasserleiters, d.h. Grundwasserniveau muss oberhalb des Kanals liegen. Antwortenkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
Frage 4: Haltunslänge bzw. Schachtabstand								
4	-	3	4¹	-	-	F-	-	-
			4²	-	-	F-	-	-
			4³	-	-	F-	-	-
	1	→ 1	...	...	...	...	...	...
	14	9	4¹ + 14¹	Ortbetonschächte stellen bei adäquater Bauausführungen ein geringes Risiko dar, bergen bei unzureichender Bauausführung jedoch die Gefahr, dass es zu Undichtigkeiten kommt.	P+	F+	SA +	HE 6
			4¹ + 14²	Einteilige Fertigschächte zeigen nur ein geringes Risiko im Hinblick auf Undichtigkeiten und mögliche Abwasserexfiltrationen. Kurze Schachtabstände stellen kein erhöhtes Gefährdungsrisiko dar.	P+	F+	SA -	-
			4¹ + 14³	Mehrteilige Fertigschächte weisen zahlreiche Fugenverbindungen auf, an denen es zu Undichtigkeiten kommen kann. Je kürzer der Schachtabstand desto höher ist die Gefahr von Abwasserexfiltrationen.	P+	F+	SA ++	HE 6
			4¹ + 14⁴	Schacht-im-Schacht-Systeme bieten durch ihre zweischalige Ausführung eine erhebliche Redundanz gegenüber Leckagen. Kurze Schachtabstände stellen kein erhöhtes Gefährdungsrisiko dar.	P+	F+	SA --	-
			4² + 14¹	Ortbetonschächte stellen bei adäquater Bauausführungen ein geringes Risiko dar, bergen bei unzureichender Bauausführung jedoch die Gefahr, dass es zu Undichtigkeiten kommt.	P+	F+	SA +	HE 6
			4² + 14²	Einteilige Fertigschächte zeigen nur ein geringes Risiko im Hinblick auf Undichtigkeiten und mögliche Abwasserexfiltrationen. Kurze Schachtabstände stellen kein erhöhtes Gefährdungsrisiko dar.	P+	F+	SA -	-
4² + 14³			Mehrteilige Fertigschächte weisen zahlreiche Fugenverbindungen auf, an denen es zu Undichtigkeiten kommen kann. Je kürzer der Schachtabstand desto höher ist die Gefahr von Abwasserexfiltrationen.	P+	F+	SA +	HE 6	

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			4 ² + 14 ⁴	Schacht-im-Schacht-Systeme bieten durch ihre zweischalige Ausführung eine erhebliche Redundanz gegenüber Leckagen. Sie stellen daher kein erhöhtes Gefährdungsrisiko dar.	P+	F+	SA --	-
			4 ³ + 14 ¹	Ortbetonschächte stellen bei adäquater Bauausführung ein geringes Risiko dar, bergen bei unzureichender Bauausführung jedoch die Gefahr, dass es zu Undichtigkeiten kommt.	P+	F+	SA -	HE 6
			4 ³ + 14 ²	Einteilige Fertigschächte zeigen nur ein geringes Risiko im Hinblick auf Undichtigkeiten und mögliche Abwasserexfiltrationen. Kurze Schachtabstände stellen kein erhöhtes Gefährdungsrisiko dar.	P+	F+	SA -	-
			4 ³ + 14 ³	Mehrteilige Fertigschächte weisen zahlreiche Fugenverbindungen auf, an denen es zu Undichtigkeiten kommen kann. Je kürzer der Schachtabstand desto höher ist die Gefahr von Abwasserexfiltrationen.	P+	F+	SA +	HE 6
			4 ³ + 14 ⁴	Schacht-im-Schacht-Systeme bieten durch ihre zweischalige Ausführung eine erhebliche Redundanz gegenüber Leckagen. Sie stellen daher kein erhöhtes Gefährdungsrisiko dar.	P+	F+	SA --	-
Frage 5: Linienführung								
5	-	2	5 ¹	-	-	F-	-	-
			5 ²	Rohrabwinkelung bei Steckverbindungen bzw. Rohrkrümmung bei Schweißverbindungen stellen ein erhöhtes Sicherheitsrisiko in Bezug auf Dichtheit und Beanspruchung der Rohrleitung dar.	-	F+	-	HE 7
Frage 6: Rohrtyp								
6	-	2	6 ¹	-	-	F-	-	-
			6 ²	-	-	F-	-	-
	11	4	6 ¹ + 11 ¹	-	P+	F-	-	-
			6 ¹ + 11 ²	Durch die Wahl einer Ein-Schicht-Rohrkonstruktion wird das Grundwassergefährdungspotenzial bei der Ableitung von nicht häuslichem, gegebenenfalls aggressiven Abwasser erhöht.	P+	F+	SA +	HE 8
			6 ² + 11 ¹	Zwei-Schicht-Rohre weisen eine erhöhte Sicherheit bezüglich Dichtheit auf, da sowohl die innere (Inliner/Auskleidung) als auch die äußere Schicht (Tragschicht) den Dichtheitsanforderungen genügen müssen.	P+	F+	SA -	-
			6 ² + 11 ²	Zwei-Schicht-Rohre bietet bei der Ableitung von häuslichem Wasser einen zusätzlichen Schutz.	P+	F+	SA --	-
Frage 7: Geplanter Rohrverbindungstyp								
7	-	2	7 ¹	-	-	F-	-	-
			7 ²	-	-	F-	-	-
	32	4	7 ¹ + 32 ¹	Da Steckverbindungen weniger starr sind als Schweißverbindungen besteht bei setzungsgefährdetem Untergrund eine höhere Flexibilität und Anpassungsfähigkeit und somit eine Gefährdungsminde rung.	P+	F+	SA -	-
			7 ¹ + 32 ²	Infolge verschmutzter oder mit Bettungsmittel belegter Einsteckenden oder Muffen kann es zu undichten Rohrstoßen kommen.	P+	F+	SA +	HE 9
			7 ² + 32 ¹	Verschweißte Leitungen weisen meist weniger Rohrverbindungen auf als Leitungen mit Steckverbindungen und reagieren dadurch weniger flexibel auf Setzungen. Für biege weiche Werkstoffe gilt dies nicht.	P+	F+	SA +	HE 9
			7 ² + 32 ²	Infolge der im Regelfall geringeren Anzahl von Rohrverbindungen bei verschweißten Rohren nimmt die Gefahr undichter Rohrübergänge ab.	P+	F+	SA -	-
Frage 8: Baulänge der Kanalrohre								
8	-	2	8 ¹	-	-	F-	-	-
			8 ²	-	-	F-	-	-
	32	4	8 ¹ + 32 ¹	In Setzungsgebieten können sich kurze Baulängen aufgrund größerer Beweglichkeit positiv auf Tragfähigkeit und Dichtheit auswirken. Bei biege weichen Werkstoffe gilt dies auch für größere Baulängen.	P+	F+	SA -	-
			8 ¹ + 32 ²	Je geringer die Baulänge außerhalb von setzungsgefährdeten Gebieten ist desto mehr Rohrverbindungen sind erforderlich desto mehr potenzielle Undichtigkeitsstellen sind vorhanden.	P+	F+	SA +	HE 10
			8 ² + 32 ¹	In Setzungsgebieten können sich kurze Baulängen aufgrund größerer Beweglichkeit positiv auf Tragfähigkeit und Dichtheit auswirken. Bei biege weichen Werkstoffe gilt dies auch für größere Baulängen.	P+	F+	SA +	HE 11
			8 ² + 32 ²	Je größer die Baulänge außerhalb von setzungsgefährdeten Gebieten ist desto weniger Rohrverbindungen sind erforderlich desto weniger potenzielle Undichtigkeitsstellen sind vorhanden.	P+	F+	SA -	-
Frage 9: Entwässerungssystem								
9	-	5	9 ¹	Sind im Wasserschutzgebiet Entlastungsbauwerke für die Mischwasserkanalisation erforderlich, darf von denen jedoch keine Erhöhung der potenziellen Grundwassergefährdung ausgehen.	-	F+	-	HE 12
			9 ²	Es ist zu berücksichtigen, dass durch Fehleinleitungen oder bei Unfällen auch verschmutztes Wasser oder sogar wassergefährdende Stoffe in den Regenwasserkanal und den Vorfluter eingeleitet werden können.	-	F+	SA +	HE 13

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung	
			g ³	Eine schadhafte Versickerung in den Untergrund bzw. eine Einleitung behandlungsbedürftigen Niederschlagswassers in den Vorfluter kann nicht ausgeschlossen werden.	-	F+	-	HE 13	
			g ⁴	-	-	F-	-	-	
			g ⁵	Redundante Systeme bieten auf Grund ihrer Begehbarkeit (leichte Inspektion und Kontrolle) bzw. der doppelten baulichen Hülle im Überflutungsfall des Schmutzwasserkanals eine zusätzliche Sicherheit.	-	F+	SA -	-	
	1	→ 1	...	...	...	...	...	...
	11	10	g ¹ + 11 ¹	-	-	P+	F-	-	-
			g ¹ + 11 ²	-	-	P+	F-	-	-
			g ² + 11 ¹	Durch mögliche Fehleinleitungen häuslichen Abwassers in den Regenwasserkanal und den Vorfluter ist eine erhöhtes Risikopotenzial für das Grundwasser gegeben.	P+	F+	SA +	-	
			g ² + 11 ²	Durch mögliche Fehleinleitungen nicht häuslichen Abwassers in den Regenwasserkanal und den Vorfluter ist eine deutlich erhöhtes Risikopotenzial für das Grundwasser gegeben.	P+	F+	SA ++	-	
			g ³ + 11 ¹	-	P+	F-	-	-	
			g ³ + 11 ²	-	P+	F-	-	-	
			g ⁴ + 11 ¹	-	P+	F-	-	-	
			g ⁴ + 11 ²	Nicht häusliches Abwasser darf nicht Klein- oder Pflanzenkläranlagen zugeführt werden.	P-	-	-	-	
			g ⁵ + 11 ¹	-	P+	F-	-	-	
			g ⁵ + 11 ²	-	P+	F-	-	-	
			12	10	g ¹ + 12 ¹	-	-	P+	F-
	g ¹ + 12 ²	-			-	P+	F-	-	-
	g ² + 12 ¹	Fehleinleitungen sind im Vergleich zu indirekten Anschlüssen schwerer zu erkennen und zu lokalisieren. Dies ist als gefährdungsbestätigend zu bewerten.			P+	F+	SA +	-	
	g ² + 12 ²	Fehleinleitungen können durch Begehung der Schächte relativ schnell erkannt, geortet und behoben werden.			P+	F+	SA -	-	
	g ³ + 12 ¹	Fehleinleitungen sind im Vergleich zu indirekten Anschlüssen schwerer zu erkennen und zu lokalisieren. Dies ist als gefährdungsbestätigend zu bewerten.			P+	F+	SA +	-	
	g ³ + 12 ²	Fehleinleitungen können durch Begehung der Schächte relativ schnell erkannt, geortet und behoben werden.			P+	F+	SA -	-	
	g ⁴ + 12 ¹	-			P+	F-	-	-	
	g ⁴ + 12 ²	-			P+	F-	-	-	
	g ⁵ + 12 ¹	-			P+	F-	-	-	
	g ⁵ + 12 ²	-			P+	F-	-	-	
	15	15			g ¹ + 15 ¹	-	-	P+	F-
			g ¹ + 15 ²	-	-	P+	F-	-	-
			g ¹ + 15 ³	-	-	P+	F-	-	-
			g ² + 15 ¹	-	-	P+	F-	-	-
			g ² + 15 ²	-	-	P+	F-	-	-
			g ² + 15 ³	-	-	P+	F-	-	-
			g ³ + 15 ¹	-	-	P+	F-	-	-
			g ³ + 15 ²	-	-	P+	F-	-	-
			g ³ + 15 ³	-	-	P+	F-	-	-
g ⁴ + 15 ¹			-	-	P+	F-	-	-	

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			9 ⁴ + 15 ²	-	P+	F-	-	-
			9 ⁴ + 15 ³	-	P+	F-	-	-
			9 ⁵ + 15 ¹	-	P+	F-	-	-
			9 ⁵ + 15 ²	Begehbare Kanalnennweiten lassen sich nicht durch Fräs- und Pflugverfahren verlegen. Antwortkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			9 ⁵ + 15 ³	-	P+	F-	-	-
	19	20	9 ¹ + 19 ¹	-	P+	F-	-	-
			9 ¹ + 19 ²	-	P+	F-	-	-
			9 ¹ + 19 ³	-	P+	F-	-	-
			9 ¹ + 19 ⁴	-	P+	F-	-	-
			9 ² + 19 ¹	-	P+	F-	-	-
			9 ² + 19 ²	-	P+	F-	-	-
			9 ² + 19 ³	-	P+	F-	-	-
			9 ² + 19 ⁴	-	P+	F-	-	-
			9 ³ + 19 ¹	-	P+	F-	-	-
			9 ³ + 19 ²	Eine Versickerung bzw. eine Einleitung behandlungsbedürftigen Niederschlagswassers in den Vorfluter kann nicht ausgeschlossen werden. In Schutzzone II ist dies als Gefährdungsbestätigung zu bewerten.	P+	F+	SA+	-
			9 ³ + 19 ³	Eine Versickerung in den Untergrund bzw. eine Einleitung behandlungsbedürftigen Niederschlagswassers in den Vorfluter kann nicht ausgeschlossen werden.	P+	F+	SA+	-
			9 ³ + 19 ⁴	-	P+	F-	-	-
			9 ⁴ + 19 ¹	Klein- oder Pflanzenkläranlagen wird neben Schmutzwasser auch behandlungsbedürftiges Regenwasser planmäßig zugeführt. In Schutzzone III ist dies als Gefährdungsbestätigung zu bewerten.	P+	F+	SA+	-
			9 ⁴ + 19 ²	Klein- oder Pflanzenkläranlagen wird neben Schmutzwasser auch behandlungsbedürftiges Regenwasser planmäßig zugeführt. In Schutzzone II ist dies als deutliche Gefährdungsbestätigung zu bewerten.	P+	F+	SA++	-
			9 ⁴ + 19 ³	Klein- oder Pflanzenkläranlagen wird neben Schmutzwasser auch behandlungsbedürftiges Regenwasser planmäßig zugeführt. In Schutzzone II ist dies als deutliche Gefährdungsbestätigung zu bewerten.	P+	F+	SA++	-
			9 ⁴ + 19 ⁴	-	P+	F-	-	-
			9 ⁵ + 19 ¹	-	P+	F-	-	-
			9 ⁵ + 19 ²	-	P+	F-	-	-
9 ⁵ + 19 ³	-	P+	F-	-	-			
9 ⁵ + 19 ⁴	-	P+	F-	-	-			
Frage 10: Abwassertechnische Bauwerke								
10	-	2	10 ¹	Sind abwassertechnische Bauwerke innerhalb eines Wasserschutzgebietes erforderlich, stellen diese eine zusätzliches Gefährdungspotenzial zum Abwasserkanal dar.	P+	F+	-	HE 15
			10 ²	Sind keine entsprechenden Bauwerke vorhanden, geht keine zusätzliche Gefährdung für das Grundwasser aus.	P+	F+	SA-	-
	19	8	10 ¹ + 19 ¹	Regenüberlauf-, -klärbecken und zentrale Kläranlagen stellen gefährliche Einrichtungen in einer Wasserschutzzone III dar, sofern sie nicht in angemessenen Zeitabständen auf Schäden überprüft werden.	P+	F+	SA+	-
			10 ¹ + 19 ²	In einer Wasserschutzzone II sind entsprechende Anlagen im Grunde nicht statthaft und nur in Ausnahmefällen bei besonderen örtlichen Erfordernissen und entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen duldbar.	P+	F+	SA++	-
			10 ¹ + 19 ³	In einer Wasserschutzzone II sind entsprechende Anlagen im Grunde nicht statthaft und nur in Ausnahmefällen bei besonderen örtlichen Erfordernissen und entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen duldbar.	P+	F+	SA++	-
			10 ¹ + 19 ⁴	-	P+	F-	-	-
			10 ² + 19 ¹	-	P+	F-	-	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			10 ² + 19 ²	-	P+	F-	-	-
			10 ² + 19 ³	-	P+	F-	-	-
			10 ² + 19 ⁴	-	P+	F-	-	-
Frage 11: Art und Herkunft des Abwassers								
11	-	2	11 ¹	-	-	F-	-	-
			11 ²	Zur Beweissicherung sich vor Maßnahmenbeginn Grundwasserreferenzproben zu untersuchen, die auch das Spektrum der Inhaltsstoffe des später abzuleitenden nicht häuslichen Abwassers umfassen.	P+	F+	-	HE 16
	1 + 13	→ 1	...	...	...	...	...	...
	6	→ 6	...	...	...	...	...	...
	9	→ 9	...	...	...	...	...	...
	10	→ 10	...	...	...	...	...	...
	48	4	11 ¹ + 48 ¹	Oberflächenbürtige Stoffe sind im Grundwasser nachgewiesen. Dies belegt Wegsamkeiten zwischen oberflächennahem Untergrund und Aquifer. Gefährdungsbestätigung bei häuslichem Abwasser.	P+	F+	SA +	-
			11 ¹ + 48 ²	-	P+	F-	-	-
			11 ² + 48 ¹	Oberflächenbürtige Stoffe sind im Grundwasser nachgewiesen. Dies belegt Wegsamkeiten zum Grundwasserleiter. Deutliche Gefährdungsbestätigung bei nicht häuslichem Abwasser.	P+	F+	SA ++	-
			11 ² + 48 ²	-	P+	F-	-	-
Frage 12: Einbindungsart der Anschlussleitungen								
12	-	2	12 ¹	Anschluss von Hausanschlüssen und Straßenabläufen in Schächten kann das Risiko unerkannter Fehlschlüsse und Leckagen mindern.	-	F+	-	HE 14
			12 ²	Erhöhte Sicherheit, da Schäden im Bereich der Einbindung bzw. resultierende Undichtigkeiten durch Inaugenscheinnahme der Schächte leicht erkannt werden können.	-	F+	SA -	-
	9	→ 9	...	...	...	...	...	...
Frage 13: Bedeutung des Kanals für das Entwässerungssystem								
13	-	3	13 ¹	-	-	F-	-	-
			13 ²	Stilllegung bzw. vorübergehende Vorflutsicherung bei Außerbetriebnahme ist aufgrund der großen Abwassermengen in der Regel nicht oder nur unter immensem Aufwand möglich.	-	F+	-	HE 17
			13 ³	-	-	F-	-	-
	1 + 11	→ 1	...	...	...	...	...	...
Frage 14: Schachtkonstruktion								
14	-	3	14 ¹	-	-	F-	-	-
			14 ²	-	-	F-	-	-
			14 ³	-	-	F-	-	-
	4	→ 4	...	...	...	...	...	...
Frage 15: Bauweise bzw. Bauverfahrenstechnik								
15	-	3	15 ¹	Offene Bauweise erfordert umfangreiche Eingriffe in den Untergrund und die natürlichen Deckschichten. Bei erforderlichen Verbauarbeiten und Weiterbetrieb der Wassergewinnung Vorsichtsmaßnahmen treffen.	-	F+	-	HE 19
			15 ²	Zügige und schnelle Kanalverlegung durch Fräs- und Pflugverfahren reduziert die erforderlichen baulichen Eingriffe in den Untergrund, was das Gefährdungsrisiko verringert.	-	F+	SA --	-
			15 ³	Bei erforderlichen Verbauarbeiten und Weiterbetrieb der Wassergewinnung Vorsichtsmaßnahmen treffen.	-	F+	-	HE 19
	1	→ 1	...	...	...	...	...	...
	2	→ 2	...	...	...	...	...	...

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortenkombination	Aussagebedeutung der Antwortenkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
	3	→ 3	...	...	...	...	...	...
	9	→ 9	...	...	...	...	...	...
	16	9	15 ¹ + 16 ¹	–	P+	F–	–	–
			15 ¹ + 16 ²	–	P+	F–	–	–
			15 ¹ + 16 ³	–	P+	F–	–	–
			15 ² + 16 ¹	Rohrleitung wird ohne speziell ausgebildete Bettung auf die mit dem Pflugschwert hergestellte Sohle des Schlitzes abgelegt.	P–	–	–	–
			15 ² + 16 ²	Rohrleitung wird ohne speziell ausgebildete Bettung auf die mit dem Pflugschwert hergestellte Sohle des Schlitzes abgelegt.	P–	–	–	–
			15 ² + 16 ³	Da keine zusätzliche künstliche Bettung vorliegt, sondern der Kanal vom gewachsenen Boden umgeben wird, kann davon ausgegangen werden, dass keine größeren Längsdrainagen erfolgen.	P+	F+	SA–	–
			15 ³ + 16 ¹	Bei geschlossener Bauweise erfolgt ein weitgehend ungestörtes Auflager durch den Bohrprozess im gewachsenen bzw. natürlich anstehenden Baugrund. Nur Schächte erfordern eine zusätzliche Bettung.	P–	–	–	–
			15 ³ + 16 ²	Bei geschlossener Bauweise erfolgt ein weitgehend ungestörtes Auflager durch den Bohrprozess im gewachsenen bzw. natürlich anstehenden Baugrund. Nur Schächte erfordern eine zusätzliche Bettung.	P–	–	–	–
			15 ³ + 16 ³	Natürliche Bettung bei grabenlosem Leitungsbau und dadurch keine nennenswerten Längsdrainagen entlang des Rohrstranges.	P+	F+	SA–	–
	19	12	15 ¹ + 19 ¹	Vergleichsweise umfangreicher Deckschichtenabtrag durch offene Bauweise in Schutzzone III ist als Gefährdungsbestätigung anzusehen.	P+	F+	SA+	–
			15 ¹ + 19 ²	Vergleichsweise umfangreicher Deckschichtenabtrag durch offene Bauweise in Wasserschutzzone II ist als deutliche Gefährdungsbestätigung anzusehen.	P+	F+	SA++	–
			15 ¹ + 19 ³	Vergleichsweise umfangreicher Deckschichtenabtrag durch offene Bauweise in Wasserschutzzone II ist als deutliche Gefährdungsbestätigung anzusehen.	P+	F+	SA++	–
			15 ¹ + 19 ⁴	–	P+	F–	–	–
			15 ² + 19 ¹	–	P+	F–	–	–
			15 ² + 19 ²	–	P+	F–	–	–
			15 ² + 19 ³	–	P+	F–	–	–
			15 ² + 19 ⁴	–	P+	F–	–	–
			15 ³ + 19 ¹	Ein nur lokaler, im Umfang geringer Deckschichtenabtrag durch geschlossene Bauweise in Wasserschutzzone III ist als deutliche Gefährdungsminde- rung anzusehen.	P+	F+	SA–	–
	15 ³ + 19 ²	Ein nur lokaler Deckschichtenabtrag durch geschlossene Bauweise in Wasserschutzzone II ist als Gefährdungsminde- rung anzusehen.	P+	F+	SA–	–		
	15 ³ + 19 ³	Ein nur lokaler Deckschichtenabtrag durch geschlossene Bauweise in Wasserschutzzone II ist als Gefährdungsminde- rung anzusehen.	P+	F+	SA–	–		
	15 ³ + 19 ⁴	–	P+	F–	–	–		
	27	6	15 ¹ + 27 ¹	Bei Orientierung des Oberflächenabflusses zum Baubereich hin besteht bei offener Bauweise eine erhöhte Gefahr, dass unter Umständen stofflich belastetes Wasser dem Baugrubenbereich zutrifft.	P+	F+	SA++	–
			15 ¹ + 27 ²	–	P+	F–	–	–
			15 ² + 27 ¹	Bei Orientierung des Oberflächenabflusses zum Baubereich hin besteht bei Fräs- und Pflugverfahren keine erhöhte Gefährdung.	P+	F+	SA–	–
			15 ² + 27 ²	–	P+	F–	–	–
			15 ³ + 27 ¹	Bei Orientierung des Oberflächenabflusses zum Baubereich hin besteht bei geschlossener Bauweise die Gefahr, dass unter Umständen stofflich belastetes Wasser in den Start- und Zielschächten zutrifft.	P+	F+	SA+	–
			15 ³ + 27 ²	–	P+	F–	–	–
	45	6	15 ¹ + 45 ¹	Offene Bauweise erfordert umfangreiche Eingriffe in den Untergrund und die natürlichen Deckschichten. Bei Kanalverlegung unter dem Grundwasserspiegel ist ein wasserdichter Verbau erforderlich.	P+	F+	SA++	HE 20
			15 ¹ + 45 ²	Offene Bauweise erfordert umfangreiche Eingriffe in den Untergrund und die natürlichen Deckschichten.	P+	F+	SA+	–
			15 ² + 45 ¹	–	P+	F–	–	–
			15 ² + 45 ²	–	P+	F–	–	–

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			15 ³ + 45 ¹	Bei geschlossener Bauweise und Kanalverlegung unter dem Grundwasserspiegel ist ein wasserdichter Verbau der Start- und Zielgruben sowie der Einsatz von Stützflüssigkeiten erforderlich.	P+	F+	SA -	HE 20
			15 ³ + 45 ²	Bei geschlossener Bauweise beschränken sich Bodenabdeckungen auf Start-, Ziel- und etwaige Zwischengruben, wodurch das Grundwassergefährdungspotenzial deutlich verringert wird.	P+	F+	SA --	-
Frage 16: Bettung bzw. Leitungszone								
16	-	3	16 ¹	Ungebundene Baustoffe in der Leitungszone können als Längsdrainage wirken. Es besteht zudem das Risiko, dass es durch mangelnde Verdichtung im Bereich der Rohrzwickel Undichtigkeiten auftreten.	-	F+	-	HE 21
			16 ²	Längsdrainagen entlang der Leitungszone wird durch hydraulisch gebundene Baustoffe wirksam unterbunden. Gebundene Bettung sorgt für einen zusätzlichen Schutz vor Abwasserexfiltration.	-	F+	SA --	-
			16 ³	-	-	F-	-	-
	15	→ 15
	26	9	16 ¹ + 26 ¹	-	P+	F-	-	-
16 ¹ + 26 ²			Höheres Relief bedingt einen höheren Anteil sich lateral bewegenden Interflows. Dadurch fließt einer möglichen Drainage im Bereich der Bettungszone mehr Wasser zu als bei flachem Relief.	P+	F+	SA +	-	
16 ¹ + 26 ³			Höheres Relief bedingt einen höheren Anteil sich lateral bewegenden Interflows. Dadurch fließt einer möglichen Drainage im Bereich der Bettungszone mehr Wasser zu als bei flachem Relief.	P+	F+	SA ++	-	
16 ² + 26 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ² + 26 ²			-	P+	F-	-	-	
16 ² + 26 ³			-	P+	F-	-	-	
16 ³ + 26 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ³ + 26 ²			-	P+	F-	-	-	
16 ³ + 26 ³			-	P+	F-	-	-	
	34 + 38 + 45	72	16 ¹ + 34 ¹ + 38 ¹ + 45 ¹	-	P+	F-	-	-
16 ¹ + 34 ² + 38 ¹ + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ¹ + 34 ³ + 38 ¹ + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ² + 34 ¹ + 38 ¹ + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ² + 34 ² + 38 ¹ + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ² + 34 ³ + 38 ¹ + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ³ + 34 ¹ + 38 ¹ + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ³ + 34 ² + 38 ¹ + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ³ + 34 ³ + 38 ¹ + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ¹ + 34 ¹ + 38 ² + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ¹ + 34 ² + 38 ² + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ¹ + 34 ³ + 38 ² + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ² + 34 ¹ + 38 ² + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ² + 34 ² + 38 ² + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ² + 34 ³ + 38 ² + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ³ + 34 ¹ + 38 ² + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ³ + 34 ² + 38 ² + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	
16 ³ + 34 ³ + 38 ² + 45 ¹			-	P+	F-	-	-	

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortenkombination	Aussagebedeutung der Antwortenkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			$16^1 + 34^1 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 34^2 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 34^3 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 34^1 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 34^2 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 34^3 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 34^1 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 34^2 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 34^3 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 34^1 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 34^3 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 34^1 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 34^2 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 34^3 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 34^1 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 34^2 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 34^3 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 34^1 + 38^1 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer eher im Untergrund versickern als sich entlang der Bettung zu bewegen.	P+	F+	SA+	-
			$16^1 + 34^2 + 38^1 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer im Untergrund versickern und/oder sich entlang der Bettung bewegen	P+	F+	SA+	-
			$16^1 + 34^3 + 38^1 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer im Untergrund versickern und/oder sich entlang der Bettung bewegen	P+	F+	SA+	-
			$16^2 + 34^1 + 38^1 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 34^2 + 38^1 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 34^3 + 38^1 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 34^1 + 38^1 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 34^2 + 38^1 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 34^3 + 38^1 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 34^1 + 38^2 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer eher im Untergrund versickern als sich entlang der Bettung zu bewegen.	P+	F+	SA+	-
			$16^1 + 34^2 + 38^2 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer im Untergrund versickern und/oder sich entlang der Bettung bewegen	P+	F+	SA+	-
			$16^1 + 34^3 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 34^1 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 34^2 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 34^3 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 34^1 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung		
			$16^3 + 34^2 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 34^3 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^1 + 34^1 + 38^3 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer eher im Untergrund versickern als sich entlang der Bettung zu bewegen.	P+	F+	SA+	-		
			$16^1 + 34^2 + 38^3 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer im Untergrund versickern und/oder sich entlang der Bettung bewegen.	P+	F+	SA+	-		
			$16^1 + 34^3 + 38^3 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer im Untergrund versickern und/oder sich entlang der Bettung bewegen.	P+	F+	SA+	-		
			$16^2 + 34^1 + 38^3 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^2 + 34^2 + 38^3 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^2 + 34^3 + 38^3 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 34^1 + 38^3 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 34^2 + 38^3 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 34^3 + 38^3 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^1 + 34^1 + 38^4 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer eher im Untergrund versickern als sich entlang der Bettung zu bewegen.	P+	F+	SA+	-		
			$16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Lockergesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer im Untergrund versickern und/oder sich entlang der Bettung bewegen.	P+	F+	SA+	-		
			$16^1 + 34^3 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^2 + 34^1 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^2 + 34^2 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^2 + 34^3 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 34^1 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 34^2 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 34^3 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			36 + 38 + 45	72	$16^1 + 36^1 + 38^1 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^1 + 36^2 + 38^1 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^1 + 36^3 + 38^1 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^2 + 36^1 + 38^1 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^2 + 36^2 + 38^1 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^2 + 36^3 + 38^1 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^3 + 36^1 + 38^1 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^3 + 36^2 + 38^1 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^3 + 36^3 + 38^1 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^1 + 36^1 + 38^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^1 + 36^2 + 38^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^1 + 36^3 + 38^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^2 + 36^1 + 38^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^2 + 36^2 + 38^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortenkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			$16^2 + 36^3 + 38^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 36^1 + 38^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 36^2 + 38^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 36^3 + 38^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 36^1 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 36^2 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 36^3 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 36^1 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 36^2 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 36^3 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 36^1 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 36^2 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 36^3 + 38^3 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 36^1 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 36^2 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 36^3 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 36^1 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 36^2 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 36^3 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 36^1 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 36^2 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 36^3 + 38^4 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 36^1 + 38^1 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Festgesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer im Untergrund versickern und/oder sich entlang der Bettung bewegen.	P+	F+	SA+	-
			$16^1 + 36^2 + 38^1 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Festgesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer im Untergrund versickern und/oder sich entlang der Bettung bewegen.	P+	F+	SA+	-
			$16^1 + 36^3 + 38^1 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Festgesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer im Untergrund versickern und/oder sich entlang der Bettung bewegen.	P+	F+	SA+	-
			$16^2 + 36^1 + 38^1 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 36^2 + 38^1 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^2 + 36^3 + 38^1 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 36^1 + 38^1 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 36^2 + 38^1 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^3 + 36^3 + 38^1 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
			$16^1 + 36^1 + 38^2 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Festgesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer sich eher entlang der Bettung bewegen als im Untergrund zu versickern.	P+	F+	SA+	-
			$16^1 + 36^2 + 38^2 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Festgesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer sich eher entlang der Bettung bewegen als im Untergrund zu versickern.	P+	F+	SA+	-
			$16^1 + 36^3 + 38^2 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Festgesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer sich eher entlang der Bettung bewegen als im Untergrund zu versickern.	P+	F+	SA+	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortenkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung		
			$16^2 + 36^1 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^2 + 36^2 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^2 + 36^3 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 36^1 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 36^2 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 36^3 + 38^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^1 + 36^1 + 38^3 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Festgesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer im Untergrund versickern und/oder sich entlang der Bettung bewegen.	P+	F+	SA+	-		
			$16^1 + 36^2 + 38^3 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Festgesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer im Untergrund versickern und/oder sich entlang der Bettung bewegen.	P+	F+	SA+	-		
			$16^1 + 36^3 + 38^3 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Festgesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer im Untergrund versickern und/oder sich entlang der Bettung bewegen.	P+	F+	SA+	-		
			$16^2 + 36^1 + 38^3 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^2 + 36^2 + 38^3 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^2 + 36^3 + 38^3 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 36^1 + 38^3 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 36^2 + 38^3 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 36^3 + 38^3 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^1 + 36^1 + 38^4 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Festgesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer sich eher entlang der Bettung bewegen als im Untergrund zu versickern.	P+	F+	SA+	-		
			$16^1 + 36^2 + 38^4 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Festgesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer sich eher entlang der Bettung bewegen als im Untergrund zu versickern.	P+	F+	SA+	-		
			$16^1 + 36^3 + 38^4 + 45^2$	Vorausgesetzt dass der Kanal innerhalb der Festgesteinsdeckschichten liegt, werden Leckagen- oder Drainagewässer sich eher entlang der Bettung bewegen als im Untergrund zu versickern.	P+	F+	SA+	-		
			$16^2 + 36^1 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^2 + 36^2 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^2 + 36^3 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 36^1 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 36^2 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			$16^3 + 36^3 + 38^4 + 45^2$	-	P+	F-	-	-		
			45	6	$16^1 + 45^1$	Es besteht die Gefahr einer Drainage von Grundwasser durch die Leitungszone, die unterhalb des Grundwasserspiegels liegt.	P+	F+	SA+	-
					$16^1 + 45^2$	Es besteht die Gefahr einer Drainage von Sickerwasser und Interflow durch die Leitungszone, die oberhalb des Grundwasserspiegels liegt	P+	F+	SA+	-
					$16^2 + 45^1$	-	P+	F-	-	-
					$16^2 + 45^2$	-	P+	F-	-	-
$16^3 + 45^1$	-	P+			F-	-	-			
$16^3 + 45^2$	-	P+			F-	-	-			
Frage 17: Dauer der Baumaßnahme im Wasserschutzgebiet										
17	-	2	17^1	-	-	F-	-	-		
			17^2	Bei länger andauernden Baumaßnahmen sind wechselnde Witterungseinflüsse auf Untergrund und Arbeiten vor Ort zu bedenken.	-	F+	SA+	HE 22		

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung	
Frage 18: Lage der Baustelle									
18	-	5	18 ¹	Baustelle und Materiallager in Wasserschutzzone II sind als gefährdungsbestätigend einzustufen.	-	F+	SA+	HE 23	
			18 ²	Lagerung und Umgang mit wassergefährdenden Stoffen mit Sondergenehmigung in Wasserschutzzone II sind besonders kritisch.	-	F+	SA++	HE 18 23	
			18 ³	Falls möglich sollten Teile der Baustelle aus dem Wasserschutzgebiet heraus verlagert werden.	-	F+	SA-	HE 23	
			18 ⁴	Lagerung und Umgang mit wassergefährdenden Stoffen mit Sondergenehmigung in Wasserschutzzone II sind kritisch.	-	F+	SA+	HE 18 23	
			18 ⁵	Eine Lage weitgehend außerhalb des Wasserschutzgebietes verringert die von gelagerten Stoffen und Maschinen ausgehende Gefährdung.	-	F+	SA--	-	
Frage 19: Betroffene Wasserschutzzone									
19	-	4	19 ¹	-	-	F-	-	-	
			19 ²	-	-	F-	-	-	
			19 ³	-	-	F-	-	-	
			19 ⁴	Eine Abwasserdurchleitung Durchleitung durch eine Wasserschutzzone I ist unzulässig und auch im Ausnahmefall nicht statthaft.	-	F+	-	HE 24	
	9	→ 9	...	...	...	...	...	...
	10	→ 10	...	...	...	...	...	...
	15	→ 15	...	...	...	...	...	...
	20		8	19 ¹ + 20 ¹	Die Wasserschutzzone III ist nur über eine kurze Strecke von der geplanten Abwasserdurchleitung betroffen. Eventuell könnte auf einen Kanalverlauf innerhalb des Wasserschutzgebietes verzichtet werden.	P+	F+	SA-	HE 25
				19 ¹ + 20 ²	Eine Abwasserdurchleitung über längere Distanzen durch eine Wasserschutzzone III ist als gefährdungsbestätigend anzusehen.	P+	F+	SA+	-
				19 ² + 20 ¹	Die Wasserschutzzone II und III sind nur über eine kurze Strecke von der geplanten Abwasserdurchleitung betroffen. Eventuell könnte ein Anschneiden der Schutzzone vermieden werden.	P+	F+	SA+	HE 25
				19 ² + 20 ²	Eine Abwasserdurchleitung über längere Distanzen durch eine Wasserschutzzone II und III ist als deutlich gefährdungsbestätigend zu bewerten.	P+	F+	SA++	-
				19 ³ + 20 ¹	Die Wasserschutzzone II ist nur über eine kurze Strecke von der geplanten Abwasserdurchleitung betroffen. Eventuell könnte ein Anschneiden der Schutzzone vermieden werden.	P+	F+	SA+	HE 25
				19 ³ + 20 ²	Eine Abwasserdurchleitung über längere Distanzen durch eine Wasserschutzzone II ist als deutlich gefährdungsbestätigend zu bewerten.	P+	F+	SA++	-
				19 ⁴ + 20 ¹	-	P+	F-	-	-
				19 ⁴ + 20 ²	-	P+	F-	-	-
	24		12	19 ¹ + 24 ¹	-	P+	F-	-	-
				19 ² + 24 ¹	-	P+	F-	-	-
				19 ³ + 24 ¹	-	P+	F-	-	-
				19 ⁴ + 24 ¹	-	P+	F-	-	-
19 ¹ + 24 ²				-	P+	F-	-	-	
19 ² + 24 ²				-	P+	F-	-	-	
19 ³ + 24 ²				-	P+	F-	-	-	
19 ⁴ + 24 ²				-	P+	F-	-	-	
19 ¹ + 24 ³				-	P+	F-	-	-	
19 ² + 24 ³				-	P+	F-	-	-	
19 ³ + 24 ³				-	P+	F-	-	-	
19 ⁴ + 24 ³				Eine Durchleitung durch eine Schutzzone I wäre nur zulässig, wenn die betroffene Wassergewinnungsanlage dauerhaft stillgelegt würde.	P+	F+	-	HE 26	

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung	
Frage 20: Verlaufslänge in der betroffenen Wasserschutzzone									
20	-	2	20 ¹	-	-	F-	-	-	
			20 ²	-	-	F-	-	-	
	19	→ 19	...	...	...	...	...	...
Frage 21: Art der genutzten bzw. vorgehaltenen Wassergewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet									
21	-	3	21 ¹	-	-	F-	-	-	
			21 ²	Quellen als oberflächennahe Grundwasserfassungen können besonders sensibel auf bauliche Eingriffe in den Untergrund reagieren.	-	F+	-	HE 19 27	
			21 ³	Quellen als oberflächennahe Grundwasserfassungen können besonders sensibel auf bauliche Eingriffe in den Untergrund reagieren.	-	F+	-	HE 19 27	
	22 + 39 + 40		72	21 ¹ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich vermutlich auf das weitere Umfeld der Entnahme ausdehnen.	P+	F+	SA +	-
				21 ² + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹	-	P+	F-	-	-
				21 ³ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich vermutlich auf das weitere Umfeld der Entnahme ausdehnen.	P+	F+	SA +	-
				21 ¹ + 22 ² + 39 ¹ + 40 ¹	-	P+	F-	-	-
				21 ² + 22 ² + 39 ¹ + 40 ¹	-	P+	F-	-	-
				21 ³ + 22 ² + 39 ¹ + 40 ¹	-	P+	F-	-	-
				21 ¹ + 22 ³ + 39 ¹ + 40 ¹	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich räumlich vermutlich auf die nähere Umgebung der Entnahme beschränken.	P+	F+	SA -	-
				21 ² + 22 ³ + 39 ¹ + 40 ¹	-	P+	F-	-	-
				21 ³ + 22 ³ + 39 ¹ + 40 ¹	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich räumlich vermutlich auf die nähere Umgebung der Entnahme beschränken.	P+	F+	SA -	-
				21 ¹ + 22 ¹ + 39 ² + 40 ¹	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich räumlich vermutlich auf die nähere Umgebung der Entnahme beschränken.	P+	F+	SA -	-
				21 ² + 22 ¹ + 39 ² + 40 ¹	-	P+	F-	-	-
				21 ³ + 22 ¹ + 39 ² + 40 ¹	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich räumlich vermutlich auf die nähere Umgebung der Entnahme beschränken.	P+	F+	SA -	-
				21 ¹ + 22 ² + 39 ² + 40 ¹	-	P+	F-	-	-
				21 ² + 22 ² + 39 ² + 40 ¹	-	P+	F-	-	-
				21 ³ + 22 ² + 39 ² + 40 ¹	-	P+	F-	-	-
				21 ¹ + 22 ³ + 39 ² + 40 ¹	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich räumlich vermutlich auf die nähere Umgebung der Entnahme beschränken.	P+	F+	SA -	-
				21 ² + 22 ³ + 39 ² + 40 ¹	-	P+	F-	-	-
				21 ³ + 22 ³ + 39 ² + 40 ¹	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich räumlich vermutlich auf die nähere Umgebung der Entnahme beschränken.	P+	F+	SA -	-
				21 ¹ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ²	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird vermutlich vergleichsweise weitreichend sein.	P+	F+	SA ++	-
				21 ² + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ²	-	P+	F-	-	-
				21 ³ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ²	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird vermutlich vergleichsweise weitreichend sein.	P+	F+	SA ++	-
				21 ¹ + 22 ² + 39 ¹ + 40 ²	-	P+	F-	-	-
				21 ² + 22 ² + 39 ¹ + 40 ²	-	P+	F-	-	-
				21 ³ + 22 ² + 39 ¹ + 40 ²	-	P+	F-	-	-
				21 ¹ + 22 ³ + 39 ¹ + 40 ²	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich vermutlich auf das weitere Umfeld der Entnahme ausdehnen.	P+	F+	SA +	-
				21 ² + 22 ³ + 39 ¹ + 40 ²	-	P+	F-	-	-
				21 ³ + 22 ³ + 39 ¹ + 40 ²	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich vermutlich auf das weitere Umfeld der Entnahme ausdehnen.	P+	F+	SA +	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			$21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2$	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich vermutlich auf das weitere Umfeld der Entnahme ausdehnen.	P+	F+	SA+	-
			$21^2 + 22^1 + 39^2 + 40^2$	-	P+	F-	-	-
			$21^3 + 22^1 + 39^2 + 40^2$	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich vermutlich auf das weitere Umfeld der Entnahme ausdehnen.	P+	F+	SA+	-
			$21^1 + 22^2 + 39^2 + 40^2$	-	P+	F-	-	-
			$21^2 + 22^2 + 39^2 + 40^2$	-	P+	F-	-	-
			$21^3 + 22^2 + 39^2 + 40^2$	-	P+	F-	-	-
			$21^1 + 22^3 + 39^2 + 40^2$	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich räumlich vermutlich auf die nähere Umgebung der Entnahme beschränken.	P+	F+	SA-	-
			$21^2 + 22^3 + 39^2 + 40^2$	-	P+	F-	-	-
			$21^3 + 22^3 + 39^2 + 40^2$	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich räumlich vermutlich auf die nähere Umgebung der Entnahme beschränken.	P+	F+	SA-	-
			$21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^3$	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird vermutlich vergleichsweise weitreichend sein.	P+	F+	SA++	-
			$21^2 + 22^1 + 39^1 + 40^3$	-	P+	F-	-	-
			$21^3 + 22^1 + 39^1 + 40^3$	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird vermutlich vergleichsweise weitreichend sein.	P+	F+	SA++	-
			$21^1 + 22^2 + 39^1 + 40^3$	-	P+	F-	-	-
			$21^2 + 22^2 + 39^1 + 40^3$	-	P+	F-	-	-
			$21^3 + 22^2 + 39^1 + 40^3$	-	P+	F-	-	-
			$21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3$	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich vermutlich auf das weitere Umfeld der Entnahme ausdehnen.	P+	F+	SA+	-
			$21^2 + 22^3 + 39^1 + 40^3$	-	P+	F-	-	-
			$21^3 + 22^3 + 39^1 + 40^3$	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich vermutlich auf das weitere Umfeld der Entnahme ausdehnen.	P+	F+	SA+	-
			$21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^3$	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich vermutlich auf das weitere Umfeld der Entnahme ausdehnen.	P+	F+	SA+	-
			$21^2 + 22^1 + 39^2 + 40^3$	-	P+	F-	-	-
			$21^3 + 22^1 + 39^2 + 40^3$	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich vermutlich auf das weitere Umfeld der Entnahme ausdehnen.	P+	F+	SA+	-
			$21^1 + 22^2 + 39^2 + 40^3$	-	P+	F-	-	-
			$21^2 + 22^2 + 39^2 + 40^3$	-	P+	F-	-	-
			$21^3 + 22^2 + 39^2 + 40^3$	-	P+	F-	-	-
			$21^1 + 22^3 + 39^2 + 40^3$	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich räumlich vermutlich auf die nähere Umgebung der Entnahme beschränken.	P+	F+	SA-	-
			$21^2 + 22^3 + 39^2 + 40^3$	-	P+	F-	-	-
			$21^3 + 22^3 + 39^2 + 40^3$	Die Grundwasserabsenkung durch den Brunnenbetrieb wird sich räumlich vermutlich auf die nähere Umgebung der Entnahme beschränken.	P+	F+	SA-	-
			$21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^4$	Bei Kluft- und Karstgrundwasserleitern kann die Ausdehnung der Entnahmebeeinflussung zwischen kaum merklich und weitreichend liegen. Der Worst Case-Fall ist zu berücksichtigen.	P+	F+	SA++	-
			$21^2 + 22^1 + 39^1 + 40^4$	-	P+	F-	-	-
			$21^3 + 22^1 + 39^1 + 40^4$	Bei Kluft- und Karstgrundwasserleitern kann die Ausdehnung der Entnahmebeeinflussung zwischen kaum merklich und weitreichend liegen. Der Worst Case-Fall ist zu berücksichtigen.	P+	F+	SA++	-
			$21^1 + 22^2 + 39^1 + 40^4$	-	P+	F-	-	-
			$21^2 + 22^2 + 39^1 + 40^4$	-	P+	F-	-	-
			$21^3 + 22^2 + 39^1 + 40^4$	-	P+	F-	-	-
			$21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^4$	Bei Kluft- und Karstgrundwasserleitern kann die Ausdehnung der Entnahmebeeinflussung zwischen kaum merklich und weitreichend liegen. Der Worst Case-Fall ist zu berücksichtigen.	P+	F+	SA++	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung	
			$21^2 + 22^3 + 39^1 + 40^4$	-	P+	F-	-	-	
			$21^3 + 22^3 + 39^1 + 40^4$	Bei Kluff- und Karstgrundwasserleitern kann die Ausdehnung der Entnahmebeeinflussung zwischen kaum merklich und weitreichend liegen. Der Worst Case-Fall ist zu berücksichtigen.	P+	F+	SA++	-	
			$21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^4$	Bei Kluff- und Karstgrundwasserleitern kann die Ausdehnung der Entnahmebeeinflussung zwischen kaum merklich und weitreichend liegen. Der Worst Case-Fall ist zu berücksichtigen.	P+	F+	SA++	-	
			$21^2 + 22^1 + 39^2 + 40^4$	-	P+	F-	-	-	
			$21^3 + 22^1 + 39^2 + 40^4$	Bei Kluff- und Karstgrundwasserleitern kann die Ausdehnung der Entnahmebeeinflussung zwischen kaum merklich und weitreichend liegen. Der Worst Case-Fall ist zu berücksichtigen.	P+	F+	SA++	-	
			$21^1 + 22^2 + 39^2 + 40^4$	-	P+	F-	-	-	
			$21^2 + 22^2 + 39^2 + 40^4$	-	P+	F-	-	-	
			$21^3 + 22^2 + 39^2 + 40^4$	-	P+	F-	-	-	
			$21^1 + 22^3 + 39^2 + 40^4$	Bei Kluff- und Karstgrundwasserleitern kann die Ausdehnung der Entnahmebeeinflussung zwischen kaum merklich und weitreichend liegen. Der Worst Case-Fall ist zu berücksichtigen.	P+	F+	SA++	-	
			$21^2 + 22^3 + 39^2 + 40^4$	-	P+	F-	-	-	
	$21^3 + 22^3 + 39^2 + 40^4$	Bei Kluff- und Karstgrundwasserleitern kann die Ausdehnung der Entnahmebeeinflussung zwischen kaum merklich und weitreichend liegen. Der Worst Case-Fall ist zu berücksichtigen.	P+	F+	SA++	-			
	23		6	$21^1 + 23^1$	-	P+	F-	-	-
				$21^2 + 23^1$	Sollte im betroffenen Wasserschutzgebiet kein genutzter oder vorgehaltener Brunnen vorhanden sein, erübrigt sich die Frage nach der Existenz einer Brunnengalerie.	P-	-	-	-
				$21^3 + 23^1$	-	P+	F-	-	-
				$21^1 + 23^2$	-	P+	F-	-	-
				$21^2 + 23^2$	Sollte im betroffenen Wasserschutzgebiet kein genutzter oder vorgehaltener Brunnen vorhanden sein, erübrigt sich die Frage nach der Existenz einer Brunnengalerie.	P-	-	-	-
				$21^3 + 23^2$	-	P+	F-	-	-
	53		6	$21^1 + 53^1$	-	P+	F-	-	-
				$21^2 + 53^1$	Sollte kein Brunnen im Wasserschutzgebiet vorhanden sein, erübrigt sich die Frage nach durchgeführten optischen und geophysikalischen Brunnenuntersuchungen.	P-	-	-	-
				$21^3 + 53^1$	-	P+	F-	-	-
				$21^1 + 53^2$	-	P+	F-	-	-
				$21^2 + 53^2$	Sollte kein Brunnen im Wasserschutzgebiet vorhanden sein, erübrigt sich die Frage nach durchgeführten optischen und geophysikalischen Brunnenuntersuchungen.	P-	-	-	-
				$21^3 + 53^2$	-	P+	F-	-	-
	Frage 22: Jährliche Entnahmerate im Wasserschutzgebiet								
	22	-	3	22^1	Bei hohen jährlichen Entnahmemengen ist von einem großen Stellenwert des Wasserschutzgebietes für die Wasserversorgung und einer großen räumlichen Bedeutung auszugehen.	-	F+	-	HE 28
				22^2	-	-	F-	-	-
				22^3	-	-	F-	-	-
$21 + 39 + 40$			→ 21	...	...	...	...	...
Frage 23: Brunnengalerie									
23	-	2	23^1	Sind mehrere Brunnen vorhanden ist zu prüfen, ob einzelne oder mehrere im Ausnahmefall als Abwehrbrunnen betrieben werden können. Ein Ausweichen auf andere Gewinnungsanlagen ist möglich.	-	F+	-	HE 29	
			23^2	-	-	F-	-	-	
	21	→ 21	...	...	...	...	...	...

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortenkombination	Aussagebedeutung der Antwortenkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
Frage 24: Bedeutung des Wasserschutzgebietes, Möglichkeiten der Verlagerung der Wassergewinnung, Fremdbesicherung								
24	-	3	24 ¹	Kann die Wassergewinnung auf andere Fassungen verlagert werden, begünstigt dies die Sicherstellung der Wasserversorgung im Falle auftretender Probleme.	-	F+	SA --	HE 30
			24 ²	Infolge der hohen Wertigkeit und Unverzichtbarkeit des Gewinnungsgebietes ist der Handlungsspielraum eingeschränkt.	-	F+	-	HE 28
			24 ³	-	-	F-	-	-
	19	→ 19	...	...	...	...	...	...
	25	6	24 ¹ + 25 ¹	-	P+	F-	-	-
			24 ² + 25 ¹	Ist ein Gewinnungsgebiet unverzichtbar und bestehen keine freien Förderkapazitäten mehr, ist dies als deutliche Gefährdungsbestätigung zu bewerten.	P+	F+	SA ++	-
			24 ³ + 25 ¹	-	P+	F-	-	-
			24 ¹ + 25 ²	-	P+	F-	-	-
			24 ² + 25 ²	Ist ein Gewinnungsgebiet unverzichtbar, bestehen aber noch freie Förderkapazitäten, ist dies als Gefährdungsbestätigung zu bewerten.	P+	F+	SA +	-
			24 ³ + 25 ²	-	P+	F-	-	-
	47	12	24 ¹ + 47 ¹	Im Gewinnungsgebiet ist es in der Vergangenheit bereits zu Veränderungen der Grundwasserqualität gekommen.	P+	F+	SA ++	-
			24 ² + 47 ¹	Im unentbehrlichen Gewinnungsgebiet ist es in der Vergangenheit bereits zu Veränderungen der Grundwasserqualität gekommen.	P+	F+	SA +	-
			24 ³ + 47 ¹	-	P+	F-	-	-
			24 ¹ + 47 ²	Im Gewinnungsgebiet ist es in der Vergangenheit bereits zu Veränderungen der Grundwasserqualität gekommen.	P+	F+	SA +	-
			24 ² + 47 ²	Im unentbehrlichen Gewinnungsgebiet ist es in der Vergangenheit bereits zu Veränderungen der Grundwasserqualität gekommen.	P+	F+	SA +	-
			24 ³ + 47 ²	-	P+	F-	-	-
			24 ¹ + 47 ³	Im Gewinnungsgebiet ist es in der Vergangenheit bereits zu Veränderungen der Grundwasserqualität gekommen.	P+	F+	SA ++	-
			24 ² + 47 ³	Im unentbehrlichen Gewinnungsgebiet ist es in der Vergangenheit bereits zu Veränderungen der Grundwasserqualität gekommen.	P+	F+	SA +	-
			24 ³ + 47 ³	-	P+	F-	-	-
24 ¹ + 47 ⁴			-	P+	F-	-	-	
24 ² + 47 ⁴			-	P+	F-	-	-	
24 ³ + 47 ⁴			-	P+	F-	-	-	
Frage 25: Leistungsreserven der Gewinnungsanlagen								
25	-	2	25 ¹	Sind noch freie Förderkapazitäten im Hinblick auf Entnahmemenge und Betriebsstunden vorhanden, sind Möglichkeiten einer Verlagerung der Gewinnung innerhalb des Wasserschutzgebietes zu prüfen.	-	F+	-	HE 31
			25 ²	-	-	F-	-	-
	24	→ 24	...	...	...	...	...	...
Frage 26: Geländemorphologie, Hangneigung								
26	-	3	26 ¹	-	-	F-	-	-
			26 ²	-	-	F-	-	-
			26 ⁶	-	-	F-	-	-
	16	→ 16	...	...	...	...	...
	27 + 28	18	26 ¹ + 27 ¹ + 28 ¹	Durch geringe Hangneigung ist bei Regenereignissen mit einem geringen Zufluss an Oberflächenwasser zum Baubereich hin zu rechnen.	P+	F+	SA --	-
26 ² + 27 ¹ + 28 ¹			Durch mittlere Hangneigung ist bei Regen mit einem höheren Zufluss Oberflächenwasser zum Baubereich hin zu rechnen. Durch geringe Flächenversickerung wird das Ableiten dieser Wasser erschwert.	P+	F+	SA +	-	

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			26 ³ + 27 ¹ + 28 ¹	Durch starke Hangneigung ist bei Regen mit einem hohen Zufluss an Oberflächenwasser zum Baubereich hin zu rechnen. Durch geringe Flächenversiegung wird das Ableiten dieser Wässer erschwert.	P+	F+	SA ++	-
			26 ¹ + 27 ² + 28 ¹	-	P+	F-	-	-
			26 ² + 27 ² + 28 ¹	-	P+	F-	-	-
			26 ³ + 27 ² + 28 ¹	-	P+	F-	-	-
			26 ¹ + 27 ¹ + 28 ²	Durch geringe Hangneigung ist bei Regenereignissen mit einem geringen Zufluss an Oberflächenwasser zum Baubereich hin zu rechnen.	P+	F+	SA --	-
			26 ² + 27 ¹ + 28 ²	Durch mittlere Hangneigung ist bei Regen mit einem höheren Zufluss Oberflächenwasser zum Baubereich hin zu rechnen. Durch Flächenversiegung wird das Ableiten dieser Wässer vereinfacht.	P+	F+	SA -	-
			26 ³ + 27 ¹ + 28 ²	Durch starke Hangneigung ist bei Regen mit einem hohen Zufluss Oberflächenwasser zum Baubereich hin zu rechnen. Durch hohe Flächenversiegung wird das Ableiten dieser Wässer vereinfacht.	P+	F+	SA +	-
			26 ¹ + 27 ² + 28 ²	-	P+	F-	-	-
			26 ² + 27 ² + 28 ²	-	P+	F-	-	-
			26 ³ + 27 ² + 28 ²	-	P+	F-	-	-
			26 ¹ + 27 ¹ + 28 ³	Durch geringe Hangneigung ist bei Regenereignissen mit einem geringen Zufluss an Oberflächenwasser zum Baubereich hin zu rechnen.	P+	F+	SA --	-
			26 ² + 27 ¹ + 28 ³	Durch mittlere Hangneigung ist bei Regen mit einem höheren Zufluss Oberflächenwasser zum Baubereich hin zu rechnen. Durch hohe Flächenversiegung wird das Ableiten dieser Wässer vereinfacht.	P+	F+	SA --	-
			26 ³ + 27 ¹ + 28 ³	Durch starke Hangneigung ist bei Regen mit einem hohen Zufluss Oberflächenwasser zum Baubereich hin zu rechnen. Durch hohe Flächenversiegung wird das Ableiten dieser Wässer vereinfacht.	P+	F+	SA -	-
			26 ¹ + 27 ² + 28 ³	-	P+	F-	-	-
			26 ² + 27 ² + 28 ³	-	P+	F-	-	-
			26 ³ + 27 ² + 28 ³	-	P+	F-	-	-
Frage 27: Orientierung Oberflächenabfluss								
27	-	2	27 ¹	Orientiert sich der Oberflächenabfluss zum Baubereich hin, ist ein geordnetes Abführen des anfallenden Oberflächenwassers sicherzustellen. Ein Zutritt in die offene Baugrube ist zu verhindern.	-	F+	-	HE 32
			27 ²	Orientiert sich der Oberflächenabfluss nicht zum Baubereich hin, wird die Gefahr gemindert, dass es zu einem Zutreten von etwaig stofflich belastetem Oberflächenwasser in die offene Baugrube zu verhindern.	-	F+	SA --	-
	15	→ 15	...	...	...	...	...	...
	26 + 28	→ 26	...	...	...	...	...	...
	28	6	27 ¹ + 28 ¹	Das dem Baubereich zufließende Oberflächenwasser stammt größtenteilig von nicht versiegelten Flächen.	P+	F+	SA -	-
			27 ² + 28 ¹	-	P+	F-	-	-
			27 ¹ + 28 ²	Das dem Baubereich zufließende Oberflächenwasser stammt vorwiegend von versiegelten Flächen.	P+	F+	SA +	-
			27 ² + 28 ²	-	P+	F-	-	-
			27 ¹ + 28 ²	Das dem Baubereich zufließende Oberflächenwasser stammt größtenteilig von versiegelten Flächen.	P+	F+	SA ++	-
				27 ² + 28 ²	-	P+	F-	-
Frage 28: Versiegelungsgrad des Trassenumfeldes								
28	-	3	28 ¹	-	-	F-	-	-
			28 ²	-	-	F-	-	-
			28 ⁶	-	-	F-	-	-
	26 + 27	→ 26	...	...	...	...	...	...
	27	→ 27	...	...	...	...	...	...

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
Frage 29: Zugänglichkeit und Platzverhältnisse								
29	-	2	29 ¹	-	-	F-	-	-
			29 ²	Ausreichende Platzverhältnisse und eine problemlose Zugänglichkeit sind sicherzustellen, um das Risiko durch Unfälle und Havarien zu verringern.	-	F+	SA ++	HE 33
Frage 30: Oberflächengewässer								
30	-	2	30 ¹	Bei Rohrleckagen freigesetztes Wasser kann gegebenenfalls mit dem Grundwasserstrom dem Oberflächengewässer zufließen und wird dadurch abgeführt.	-	F+	SA --	-
			30 ²	-	-	F-	-	-
Frage 31: Überschwemmungsgefahr								
31	-	2	31 ¹	Sicherungsmaßnahmen gegen Überfluten der Baugrube und zur Standfestigkeit von Maschinen und Fahrzeigen sind vorzusehen.	-	F+	SA ++	HE 34
			31 ²	-	-	F-	-	-
Frage 32: Setzungsgefahr								
32	-	2	32 ¹	Boden-/Untergrundverbesserungsmaßnahmen sind vorzusehen um Schwierigkeiten und Havarien während der Bauarbeiten vorzubeugen.	-	F+	SA ++	HE 35
			32 ²	-	-	F-	-	-
	7	→ 7	...	...	...	...	...	...
	8	→ 8	...	...	...	...	...	...
Frage 33: Mächtigkeit Lockergesteinsdeckschichten								
33	-	4	33 ¹	-	-	F-	-	-
			33 ²	-	-	F-	-	-
			33 ³	-	-	F-	-	-
			33 ⁴	Lockergesteinsdeckschichten besitzen meiste eine große Bedeutung für die Stoffretardierung. Ihr Fehlen ist als Worst Case und damit als Gefährdungsbestätigung zu bewerten.	-	F+	SA ++	-
	3 + 35 + 45	→ 3	...	...	...	...	...
	34	12	33 ¹ + 34 ¹	Eine geringe Mächtigkeit und das Fehlen deutlicher Beimengungen an feinerem Korn sprechen für eine geringe Retardierung der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +	-
			33 ² + 34 ¹	Eine mittlere Mächtigkeit und das Fehlen deutlicher Beimengungen an feinerem Korn sprechen für eine geringe Retardierung der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +	-
			33 ³ + 34 ¹	Eine hohe Mächtigkeit und das Fehlen deutlicher Beimengungen an feinerem Korn sprechen für eine mittlere Retardierung der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA -	-
			33 ⁴ + 34 ¹	Sollten keine Lockergesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
			33 ¹ + 34 ²	Eine geringe Mächtigkeit und deutliche Beimengungen an feinerem Korn sprechen für eine geringe Retardierung der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA +	-
			33 ² + 34 ²	Eine mittlere Mächtigkeit und deutliche Beimengungen an feinerem Korn sprechen für eine mittlere Retardierung der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA -	-
			33 ³ + 34 ²	Eine hohe Mächtigkeit und deutliche Beimengungen an feinerem Korn sprechen für eine hohe Retardierung der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA --	-
			33 ⁴ + 34 ²	Sollten keine Lockergesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
33 ¹ + 34 ³			Eine geringe Mächtigkeit und der vorwiegend schluffig-tonige Charakter sprechen für eine mittlere Retardierung der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA -	-	
33 ² + 34 ³	Eine mittlere Mächtigkeit und der vorwiegend schluffig-tonige Charakter sprechen für eine hohe Retardierung der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA --	-			
33 ³ + 34 ³	Eine mittlere Mächtigkeit und der vorwiegend schluffig-tonige Charakter sprechen für eine hohe Retardierung der Lockergesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA --	-			
33 ⁴ + 34 ³	Sollten keine Lockergesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-			

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
	35	12	33 ¹ + 35 ¹	-	P+	F-	-	-
			33 ² + 35 ¹	-	P+	F-	-	-
			33 ³ + 35 ¹	-	P+	F-	-	-
			33 ⁴ + 35 ¹	-	P+	F-	-	-
			33 ¹ + 35 ²	-	P+	F-	-	-
			33 ² + 35 ²	-	P+	F-	-	-
			33 ³ + 35 ²	-	P+	F-	-	-
			33 ⁴ + 35 ²	-	P+	F-	-	-
			33 ¹ + 35 ³	-	P+	F-	-	-
			33 ² + 35 ³	-	P+	F-	-	-
			33 ³ + 35 ³	-	P+	F-	-	-
			33 ⁴ + 35 ³	Entweder Lockergesteinsdeckschichten oder Festgesteinsdeckschichten müssen ausgebildet sein. Nicht logische Antwortenverknüpfung.	P-	-	-	-
Frage 34: Lithologie Lockergesteinsdeckschichten								
34	-	3	34 ¹	-	-	F-	-	-
			34 ²	-	-	F-	-	-
			34 ³	-	-	F-	-	-
	33	→ 33	...	...	...	...	...
Frage 35: Mächtigkeit Festgesteinsdeckschichten								
35	-	3	35 ¹	-	-	F-	-	-
			35 ²	-	-	F-	-	-
			35 ³	-	-	F-	-	-
	3 + 33 + 45	→ 3	...	...	...	...	...
	33	→ 33	...	...	...	...	...
	36 + 38	36	35 ¹ + 36 ¹ + 38 ¹	Mächtigkeit, fehlende feinkörnig-bindige Komponenten und eine relevante Klüftung sprechen für eine geringe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA++	-
			35 ² + 36 ¹ + 38 ¹	Mächtigkeit, fehlende feinkörnig-bindige Komponenten und eine relevante Klüftung sprechen für eine geringe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA++	-
			35 ³ + 36 ¹ + 38 ¹	Sollten keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
			35 ¹ + 36 ² + 38 ¹	Mächtigkeit, feinkörnig-bindige Lithologie und relevante Klüftung sprechen für eine mittlere Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA+	-
			35 ² + 36 ² + 38 ¹	Mächtigkeit, feinkörnig-bindige Lithologie und relevante Klüftung sprechen für eine vergleichsweise hohe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA-	-
			35 ³ + 36 ² + 38 ¹	Sollten keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
			35 ¹ + 36 ³ + 38 ¹	Mächtigkeit und eine relevante Klüftung sprechen für eine geringe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA++	-
35 ² + 36 ³ + 38 ¹			Mächtigkeit und eine relevante Klüftung sprechen für eine geringe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA++	-	
35 ³ + 36 ³ + 38 ¹			Sollten keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-	
35 ¹ + 36 ¹ + 38 ²	Mächtigkeit und fehlende feinkörnig-bindige Komponenten sprechen für eine geringe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA++	-			
35 ² + 36 ¹ + 38 ²	Mächtigkeit, fehlende feinkörnig-bindige Komponenten und fehlende relevante Klüftung sprechen für eine mittlere Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA+	-			

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			$35^3 + 36^1 + 38^2$	Sollten keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
			$35^1 + 36^2 + 38^2$	Mächtigkeit, feinkörnig-bindige Lithologie und fehlende relevante Klüftung sprechen für eine vergleichsweise hohe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA-	-
			$35^2 + 36^2 + 38^2$	Mächtigkeit, feinkörnig-bindige Lithologie und fehlende relevante Klüftung sprechen für eine vergleichsweise hohe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA-	-
			$35^3 + 36^2 + 38^2$	Sollten keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
			$35^1 + 36^3 + 38^2$	Mächtigkeit und fehlende relevante Klüftung sprechen für eine vergleichsweise hohe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA-	-
			$35^2 + 36^3 + 38^2$	Mächtigkeit und fehlende relevante Klüftung sprechen für eine vergleichsweise hohe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA-	-
			$35^3 + 36^3 + 38^2$	Sollten keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
			$35^1 + 36^1 + 38^3$	Mächtigkeit, fehlende feinkörnig-bindige Komponenten und eine relevante Klüftung sprechen für eine geringe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA++	-
			$35^2 + 36^1 + 38^3$	Mächtigkeit, fehlende feinkörnig-bindige Komponenten und eine relevante Klüftung sprechen für eine geringe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA++	-
			$35^3 + 36^1 + 38^3$	Sollten keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
			$35^1 + 36^2 + 38^3$	Mächtigkeit, feinkörnig-bindige Lithologie und relevante Klüftung sprechen für eine mittlere Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA+	-
			$35^2 + 36^2 + 38^3$	Mächtigkeit, feinkörnig-bindige Lithologie und relevante Klüftung sprechen für eine vergleichsweise hohe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA-	-
			$35^3 + 36^2 + 38^3$	Sollten keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
			$35^1 + 36^3 + 38^3$	Mächtigkeit und eine relevante Klüftung sprechen für eine geringe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA++	-
			$35^2 + 36^3 + 38^3$	Mächtigkeit und eine relevante Klüftung sprechen für eine geringe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA++	-
			$35^3 + 36^3 + 38^3$	Sollten keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
			$35^1 + 36^1 + 38^4$	Mächtigkeit und fehlende feinkörnig-bindige Komponenten sprechen für eine geringe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA++	-
			$35^2 + 36^1 + 38^4$	Mächtigkeit, fehlende feinkörnig-bindige Komponenten und fehlende relevante Klüftung sprechen für eine mittlere Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA+	-
			$35^3 + 36^1 + 38^4$	Sollten keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
			$35^1 + 36^2 + 38^4$	Mächtigkeit, feinkörnig-bindige Lithologie und fehlende relevante Klüftung sprechen für eine vergleichsweise hohe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA-	-
			$35^2 + 36^2 + 38^4$	Mächtigkeit, feinkörnig-bindige Lithologie und fehlende relevante Klüftung sprechen für eine vergleichsweise hohe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA-	-
			$35^3 + 36^2 + 38^4$	Sollten keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
			$35^1 + 36^3 + 38^4$	Mächtigkeit und fehlende relevante Klüftung sprechen für eine vergleichsweise hohe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA-	-
			$35^2 + 36^3 + 38^4$	Mächtigkeit und fehlende relevante Klüftung sprechen für eine vergleichsweise hohe Retardierung der Festgesteinsdeckschichten.	P+	F+	SA-	-
			$35^3 + 36^3 + 38^4$	Sollten keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet sein, erübrigt sich die Frage nach deren Lithologie.	P-	-	-	-
Frage 36: Lithologie Festgesteinsdeckschichten								
36	-	3	36 ¹	-	-	F-	-	-
			36 ²	-	-	F-	-	-
			36 ³	-	-	F-	-	-
	16 + 38 + 45	→ 16	...	...	...	...	...
	35 + 38	→ 35	...	...	...	...	...
Frage 37: Wasserstauende Stauschicht zwischen Kanal und Grundwasserleiter								
37	-	2	37 ¹	-	-	F-	-	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			37 ²	-	-	F-	-	-
	41	4	37 ¹ + 41 ¹	Abfließen von Leckagenwasser oberhalb der Stauschicht in Richtung Wassergewinnung ist möglich. An Schichtunstetigkeiten kann es zum Übergang in den tiefern Untergrund und in den Aquifer kommen.	P+	F+	SA-	-
			37 ¹ + 41 ²	Abfließen von Leckagenwasser oberhalb der Stauschicht erfolgt von der Wassergewinnung weg.	P+	F+	SA--	-
			37 ² + 41 ¹	-	P+	F-	-	-
			37 ² + 41 ²	-	P+	F-	-	-
	42 + 43	8	37 ¹ + 42 ¹ + 43 ¹	-	P+	F-	-	-
			37 ² + 42 ¹ + 43 ¹	-	P+	F-	-	-
			37 ¹ + 42 ² + 43 ¹	-	P+	F-	-	-
			37 ² + 42 ² + 43 ¹	-	P+	F-	-	-
			37 ¹ + 42 ¹ + 43 ²	Liegt ein Stockwerksbau vor und findet die Grundwasserentnahme nicht im selben Stockwerk statt wie die Baumaßnahme, muss zwischen Kanal und Grundwasserleiter eine stauende Schicht ausgebildet sein.	P-	-	-	-
			37 ² + 42 ¹ + 43 ²	-	P+	F-	-	-
			37 ¹ + 42 ² + 43 ²	-	P+	F-	-	-
			37 ² + 42 ² + 43 ²	-	P+	F-	-	-
	48	4	37 ¹ + 48 ¹	Liegen trotz vorhandener Stauschicht Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit durch oberflächenbürtige Stoffe vor, kann dies für Unstetigkeiten in der Horizontbeständigkeit der Stauschicht sprechen.	-	F+	SA+	-
			37 ¹ + 48 ²	Eine entsprechende Stauschicht kann auch bei ansonsten ungünstigem und retardierungsschwachem Aufbau des Untergrundes zu einer Gefährdungsminderung führen.	-	F+	SA-	-
			37 ² + 48 ¹	-	P+	F-	-	-
			37 ² + 48 ²	-	P+	F-	-	-
Frage 38: Relevante Klüftung								
38	-	4	38 ¹	-	-	F-	-	-
			38 ²	-	-	F-	-	-
			38 ³	-	-	F-	-	-
			38 ⁴	-	-	F-	-	-
	16 + 36 + 45	→ 16	...	...	...	...	...
	35 + 36	→ 35	...	...	...	...	...
	39 + 40	32	38 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Lockergesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine geringe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA++	-
			38 ² + 39 ¹ + 40 ¹	Im Lockergestein kommt es infolge der fehlenden diagenetischen Festigkeit zu keiner Ausbildung von relevanten Klüften als Gesteinstrennfugen im klassischen Sinne. Antwortenkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-
			38 ³ + 39 ¹ + 40 ¹	Im Lockergestein kommt es infolge der fehlenden diagenetischen Festigkeit zu keiner Ausbildung von relevanten Klüften als Gesteinstrennfugen im klassischen Sinne. Antwortenkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-
			38 ⁴ + 39 ¹ + 40 ¹	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Lockergesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine geringe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA++	-
			38 ¹ + 39 ² + 40 ¹	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Lockergesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine geringe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA++	-
			38 ² + 39 ² + 40 ¹	Im Lockergestein kommt es infolge der fehlenden diagenetischen Festigkeit zu keiner Ausbildung von relevanten Klüften als Gesteinstrennfugen im klassischen Sinne. Antwortenkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-
38 ³ + 39 ² + 40 ¹			Im Lockergestein kommt es infolge der fehlenden diagenetischen Festigkeit zu keiner Ausbildung von relevanten Klüften als Gesteinstrennfugen im klassischen Sinne. Antwortenkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-	
38 ⁴ + 39 ² + 40 ¹			Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Lockergesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine geringe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA++	-	

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			38 ¹ + 39 ¹ + 40 ²	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Lockergesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine mittlere Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA+	-
			38 ² + 39 ¹ + 40 ²	Im Lockergestein kommt es infolge der fehlenden diagenetischen Festigkeit zu keiner Ausbildung von relevanten Klüften als Gesteinstrennfugen im klassischen Sinne. Antwortkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-
			38 ³ + 39 ¹ + 40 ²	Im Lockergestein kommt es infolge der fehlenden diagenetischen Festigkeit zu keiner Ausbildung von relevanten Klüften als Gesteinstrennfugen im klassischen Sinne. Antwortkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-
			38 ⁴ + 39 ¹ + 40 ²	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Lockergesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine mittlere Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA+	-
			38 ¹ + 39 ² + 40 ²	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Lockergesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine hohe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA-	-
			38 ² + 39 ² + 40 ²	Im Lockergestein kommt es infolge der fehlenden diagenetischen Festigkeit zu keiner Ausbildung von relevanten Klüften als Gesteinstrennfugen im klassischen Sinne. Antwortkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-
			38 ³ + 39 ² + 40 ²	Im Lockergestein kommt es infolge der fehlenden diagenetischen Festigkeit zu keiner Ausbildung von relevanten Klüften als Gesteinstrennfugen im klassischen Sinne. Antwortkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-
			38 ⁴ + 39 ² + 40 ²	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Lockergesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine hohe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA-	-
			38 ¹ + 39 ¹ + 40 ³	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Festgesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine mittlere Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA+	-
			38 ² + 39 ¹ + 40 ³	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Festgesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine geringe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA++	-
			38 ³ + 39 ¹ + 40 ³	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Festgesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine geringe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA++	-
			38 ⁴ + 39 ¹ + 40 ³	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Festgesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine mittlere Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA+	-
			38 ¹ + 39 ² + 40 ³	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Festgesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine vergleichsweise hohe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA-	-
			38 ² + 39 ² + 40 ³	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Festgesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine mittlere Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA+	-
			38 ³ + 39 ² + 40 ³	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Festgesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine mittlere Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA+	-
			38 ⁴ + 39 ² + 40 ³	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Festgesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine vergleichsweise hohe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA-	-
			38 ¹ + 39 ¹ + 40 ⁴	Liegt keine bei Magmatiten, Metamorphiten oder Kalkgestein keine relevante Klüftung vor, können diese nicht als Grundwasserleiter in Erscheinung treten. Antwortkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			38 ² + 39 ¹ + 40 ⁴	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Festgesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine geringe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA++	-
			38 ³ + 39 ¹ + 40 ⁴	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Festgesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine geringe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA++	-
			38 ⁴ + 39 ¹ + 40 ⁴	Liegt keine bei Magmatiten, Metamorphiten oder Kalkgestein keine relevante Klüftung vor, können diese nicht als Grundwasserleiter in Erscheinung treten. Antwortkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			38 ¹ + 39 ² + 40 ⁴	Liegt keine bei Magmatiten, Metamorphiten oder Kalkgestein keine relevante Klüftung vor, können diese nicht als Grundwasserleiter in Erscheinung treten. Antwortkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			38 ² + 39 ² + 40 ⁴	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Festgesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine geringe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA++	-
			38 ³ + 39 ² + 40 ⁴	Mächtigkeit, Lithologie und Strömungsverhalten im Festgesteinsgrundwasserleiter lassen auf eine geringe Retardierungsleistung des Aquifers schließen.	P+	F+	SA++	-
			38 ⁴ + 39 ² + 40 ⁴	Liegt keine bei Magmatiten, Metamorphiten oder Kalkgestein keine relevante Klüftung vor, können diese nicht als Grundwasserleiter in Erscheinung treten. Antwortkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
	40	16	38 ¹ + 40 ¹	-	P+	F-	-	-
			38 ² + 40 ¹	Im Lockergestein kommt es infolge der fehlenden diagenetischen Festigkeit zu keiner Ausbildung von relevanten Klüften als Gesteinstrennfugen im klassischen Sinne. Antwortkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-
			38 ³ + 40 ¹	Im Lockergestein kommt es infolge der fehlenden diagenetischen Festigkeit zu keiner Ausbildung von relevanten Klüften als Gesteinstrennfugen im klassischen Sinne. Antwortkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-
			38 ⁴ + 40 ¹	-	P+	F-	-	-
			38 ¹ + 40 ²	-	P+	F-	-	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			38 ² + 40 ²	Im Lockergestein kommt es infolge der fehlenden diagenetischen Festigkeit zu keiner Ausbildung von relevanten Klüften als Gesteinstrennfugen im klassischen Sinne. Antwortkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-
			38 ³ + 40 ²	Im Lockergestein kommt es infolge der fehlenden diagenetischen Festigkeit zu keiner Ausbildung von relevanten Klüften als Gesteinstrennfugen im klassischen Sinne. Antwortkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-
			38 ⁴ + 40 ²	-	P+	F-	-	-
			38 ¹ + 40 ³	-	P+	F-	-	-
			38 ² + 40 ³	-	P+	F-	-	-
			38 ³ + 40 ³	-	P+	F-	-	-
			38 ⁴ + 40 ³	-	P+	F-	-	-
			38 ¹ + 40 ⁴	Liegt keine bei Magmatiten, Metamorphiten oder Kalkgestein keine relevante Klüftung vor, können diese nicht als Grundwasserleiter in Erscheinung treten. Antwortkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
			38 ² + 40 ⁴	-	P+	F-	-	-
			38 ³ + 40 ⁴	-	P+	F-	-	-
			38 ⁴ + 40 ⁴	Liegt keine bei Magmatiten, Metamorphiten oder Kalkgestein keine relevante Klüftung vor, können diese nicht als Grundwasserleiter in Erscheinung treten. Antwortkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
Frage 39: Mächtigkeit Grundwasserleiter								
39	-	2	39 ¹	-	-	F-	-	-
			39 ²	-	-	F-	-	-
	21 + 22 + 40	→ 21	...	...	...	...	...	...
	38 + 40	→ 38	...	...	...	...	...	...
Frage 40: Lithologie Grundwasserleiter								
40	-	4	40 ¹	-	-	F-	-	-
			40 ²	-	-	F-	-	-
			40 ¹	-	-	F-	-	-
			40 ²	-	-	F-	-	-
	21 + 22 + 39	→ 21	...	...	...	...	...	...
	38	→ 38	...	...	...	...	...	...
	38 + 39	→ 38	...	...	...	...	...	...
	47	16	40 ¹ + 47 ¹	-	P+	F-	-	-
			40 ² + 47 ¹	-	P+	F-	-	-
			40 ³ + 47 ¹	-	P+	F-	-	-
			40 ⁴ + 47 ¹	-	P+	F-	-	-
			40 ¹ + 47 ²	Trübung bzw. Sandführung im geförderten Grundwasser kann aus gelöstem Feinkorn des Grundwasserleiters herrühren.	P+	F+	-	HE 19
			40 ² + 47 ²	Trübung bzw. Sandführung im geförderten Grundwasser kann aus gelöstem Feinkorn des Grundwasserleiters herrühren.	P+	F+	-	HE 19
			40 ³ + 47 ²	Trübung bzw. Sandführung im geförderten Grundwasser kann aus Klüftbestegen des Grundwasserleiters herrühren.	P+	F+	-	HE 19
40 ⁴ + 47 ²			-	P+	F-	-	-	
40 ¹ + 47 ³	Trübung bzw. Sandführung im geförderten Grundwasser kann aus gelöstem Feinkorn des Grundwasserleiters herrühren.	P+	F+	-	HE 19			
40 ² + 47 ³	Trübung bzw. Sandführung im geförderten Grundwasser kann aus gelöstem Feinkorn des Grundwasserleiters herrühren.	P+	F+	-	HE 19			

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			40 ³ + 47 ³	Trübung bzw. Sandführung im geförderten Grundwasser kann aus Kluffestegen des Grundwasserleiters herrühren.	P+	F+	-	HE 19
			40 ⁴ + 47 ³	-	P+	F-	-	-
			40 ¹ + 47 ⁴	-	P+	F-	-	-
			40 ² + 47 ⁴	-	P+	F-	-	-
			40 ³ + 47 ⁴	-	P+	F-	-	-
			40 ⁴ + 47 ⁴	-	P+	F-	-	-
Frage 41: Einfallen des geologischen Untergrundes								
41	-	2	41 ¹	-	-	F-	-	-
			42 ²	-	-	F-	-	-
	37	→ 37	...	...	...	...	...	...
Frage 42: Grundwasserstockwerke								
42	-	2	42 ¹	-	-	F-	-	-
			42 ²	-	-	F-	-	-
	37 + 43	→ 37	...	...	...	...	...	...
	43	4	42 ¹ + 43 ¹	Baumaßnahme und Wassergewinnung liegen im gleichen Grundwasserstockwerk. Dies bedeutet eine Bestätigung der potenziellen Grundwassergefährdung.	P+	F+	SA++	-
			42 ² + 43 ¹	Baumaßnahme und Wassergewinnung liegen im gleichen Grundwasserstockwerk. Dies bedeutet eine Bestätigung der potenziellen Grundwassergefährdung.	P+	F+	SA++	-
			42 ¹ + 43 ²	Baumaßnahme und Wassergewinnung liegen nicht im gleichen Grundwasserstockwerk. Dies entschärft die Gefährdungssituation deutlich.	P+	F+	SA--	-
			42 ² + 43 ²	Wenn keine unterschiedlichen Grundwasserstockwerke vorliegen, muss die Baumaßnahme im gleichen Stockwerk liegen. Antwortkombination nicht logisch.	P-	-	-	-
Frage 43: Baumaßnahme in genutztem Grundwasserstockwerk								
43	-	2	43 ¹	-	-	F-	-	-
			43 ²	-	-	F-	-	-
	37 + 42	→ 37	...	...	...	...	...	...
	42	→ 42	...	...	...	...	...	...
Frage 44: Verikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasser								
44	-	3	44 ¹	-	-	F-	-	-
			44 ²	-	-	F-	-	-
			44 ³	-	-	F-	-	-
	45	6	44 ¹ + 45 ¹	-	P+	F-	-	-
			44 ² + 45 ¹	-	P+	F-	-	-
			44 ³ + 45 ¹	-	P+	F-	-	-
			44 ¹ + 45 ²	Die verbleibende Deckschichtenmächtigkeit zwischen Kanalsohle und Grundwasserniveau ist vergleichsweise gering.	P+	F+	SA+	-
			44 ² + 45 ²	Die verbleibende Deckschichtenmächtigkeit zwischen Kanalsohle und Grundwasserniveau ist mittel.	P+	F+	SA-	-
			44 ³ + 45 ²	Die verbleibende Deckschichtenmächtigkeit zwischen Kanalsohle und Grundwasserniveau ist hoch.	P+	F+	SA--	-

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
Frage 45: Grundwasserspiegel im Verhältnis zur Kanalsohle								
45	-	2	45 ¹	Der zu bauende Abwasserkanal liegt zumindest teilweise im Bereich des Grundwasserleiters.	-	F+	SA ++	HE 5 20
			45 ²	-	-	F-	-	-
	2	→ 2	...	...	...	...	...	...
	3 + 33 + 35	→ 3	...	...	...	...	...	...
	15	→ 15	...	...	...	...	...	...
	16	→ 16	...	...	...	...	...	...
	16 + 34 + 38	→ 16	...	...	...	...	...	...
	16 + 36 + 38	→ 16	...	...	...	...	...	...
44	→ 44	...	...	...	...	...	...
Frage 46: Grundwasserspannung								
46	-	3	46 ¹	-	-	F-	-	-
			46 ²	-	-	F-	-	-
			46 ³	Stauende, retardierungswirksame Schichten lassen sich anhand der Grundwasserspannung nicht belegen.	-	F+	SA ++	-
	21	→ 21	...	...	...	...	...	...
	24	→ 24	...	...	...	...	...	...
	48	6	46 ¹ + 48 ¹	Trotz wasserstauender Schichten ist es zu einer Beeinflussung des Grundwassers durch oberflächenbürtige Stoffe gekommen. Dies belegt Sickerpassagen (Undichtigkeiten, Leakage, Kurzschlüsse).	P+	F+	SA ++	-
			46 ² + 48 ¹	Sickerpassagen (Undichtigkeiten, Leakage, Kurzschlüsse) führen zu einer Beeinflussung des Grundwassers durch oberflächenbürtige Stoffe.	P+	F+	SA ++	-
			46 ³ + 48 ¹	-	P+	F-	-	-
			46 ¹ + 48 ²	Es liegen wasserstauende, retardierungswirksame Schichten vor, die zu einer natürlichen Abschirmung des Grundwasserleiters vor oberflächenbürtigen Stoffzutritten schützen können.	P+	F+	SA -	-
			46 ² + 48 ²	Die ausgebildeten geringer wasserdurchlässigen, retardierungsrelevanten Schichten bedingen ein Leakage zum Grundwasserleiter.	P+	F+	SA +	-
46 ³ + 48 ²	-	P+	F-	-	-			
Frage 47: Veränderungen der Grundwasserqualität								
47	-	4	47 ¹	Gründe für die festgestellten bakteriologischen und/oder hydrochemischen Probleme sind festzustellen. Beweissicherung durchführen.	-	F+	-	HE 36 37
			47 ²	Gründe für die festgestellten Beschaffenheitsprobleme sind festzustellen. Beweissicherung durchführen	-	F+	-	HE 36 37
			47 ³	Gründe für die festgestellten bakteriologischen und/oder hydrochemischen Probleme sind festzustellen. Beweissicherung durchführen	-	F+	-	HE 36 37
			47 ⁴	Beweissicherung durchführen.	-	F+	SA --	HE 37
	38 + 40	→ 38	...	...	...	...	...	...
	48	8	47 ¹ + 48 ¹	-	P+	F-	-	-
			47 ² + 48 ¹	-	P+	F-	-	-
			47 ³ + 48 ¹	-	P+	F-	-	-
			47 ⁴ + 48 ¹	Wenn keine nennenswerten Veränderungen der Grundwasserqualität zu verzeichnen sind, kann es auch keine Beeinflussung durch oberflächenbürtige Stoffe geben. Antwortkombination nicht plausibel.	P-	-	-	-
			47 ¹ + 48 ²	-	P+	F-	-	-
47 ² + 48 ²			-	P+	F-	-	-	

Frage	verknüpfte Frage	Zahl d. Antwortkombinationen	Antwortkombination	Aussagebedeutung der Antwortkombination	Plausibilität	fachliche Relevanz	Schlüsselantwort	Handlungsempfehlung
			47 ³ + 48 ²	-	P+	F-	-	-
			47 ⁴ + 48 ¹	-	P+	F-	-	-
Frage 48: Beeinträchtigungen durch oberflächenbürtige Einflüsse								
48	-	2	48 ¹	Herkunft und Zutrittswege der Stoffe in den Grundwasserleiter überprüfen. Brunnen bzw. Grundwassermessstellen auf Undichtigkeiten prüfen.	-	F+	-	HE 38
			48 ²	-	-	F-	-	-
	11	→ 11	...	...	...	...	...	...
	37	→ 37	...	...	...	...	...	...
	46	→ 46	...	...	...	...	...	...
	47	→ 47	...	...	...	...	...	...
Frage 49: Untergrundaufbau								
49	-	2	49 ¹	Entsprechende Daten bei der Planung mit zu berücksichtigen.	-	F+	-	HE 39
			49 ²	Ergänzende Erhebungen zur Absicherung und Verdichtung der Kenntnislage durchführen und in der Planung berücksichtigen.	-	F+	-	HE 40
Frage 50: Pumpversuche								
50	-	2	50 ¹	Entsprechende Daten bei der Planung mit zu berücksichtigen.	-	F+	-	HE 39
			50 ²	Ergänzende Erhebungen zur Absicherung und Verdichtung der Kenntnislage durchführen und in der Planung berücksichtigen.	-	F+	-	HE 41
Frage 51: Tracertests								
51	-	2	51 ¹	Entsprechende Daten bei der Planung mit zu berücksichtigen.	-	F+	-	HE 39
			51 ²	Ergänzende Erhebungen zur Absicherung und Verdichtung der Kenntnislage durchführen und in der Planung berücksichtigen.	-	F+	-	HE 42
Frage 52: Strömungsmodell								
52	-	2	52 ¹	Entsprechende Daten bei der Planung mit zu berücksichtigen.	-	F+	-	HE 39
			52 ²	Ergänzende Erhebungen zur Absicherung und Verdichtung der Kenntnislage durchführen und in der Planung berücksichtigen.	-	F+	-	HE 42
Frage 53: Optische und geophysikalische Untersuchungen								
53	-	2	53 ¹	Entsprechende Daten bei der Planung mit zu berücksichtigen.	-	F+	-	HE 39
			53 ²	Ergänzende Erhebungen zur Absicherung und Verdichtung der Kenntnislage durchführen und in der Planung berücksichtigen.	-	F+	-	HE 40
	21	→ 21	...	...	...	...	...	...
Frage 54: Hydrochemische und bakteriologische Messreihen, Trendkurven								
54	-	2	54 ¹	Entsprechende Daten bei der Planung mit zu berücksichtigen.	-	F+	-	HE 39
			54 ²	Ergänzende Erhebungen zur Absicherung und Verdichtung der Kenntnislage durchführen und in der Planung berücksichtigen.	-	F+	-	HE 36

3.3.4 Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen (HE/GE-Liste)

HE/GE-Liste

Ausgehend von den Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen (HE/GE-Liste), die bereits in dem dem Arbeitsschritt 3 vorgeschalteten Bearbeitungsbaustein als Arbeitsgrundlage berücksichtigt wurden, erfolgte in Arbeitsschritt 4 eine Konkretisierung des Maßnahmen- und Einschätzungskatalogs und dessen Überführung in seine abschließende Form.

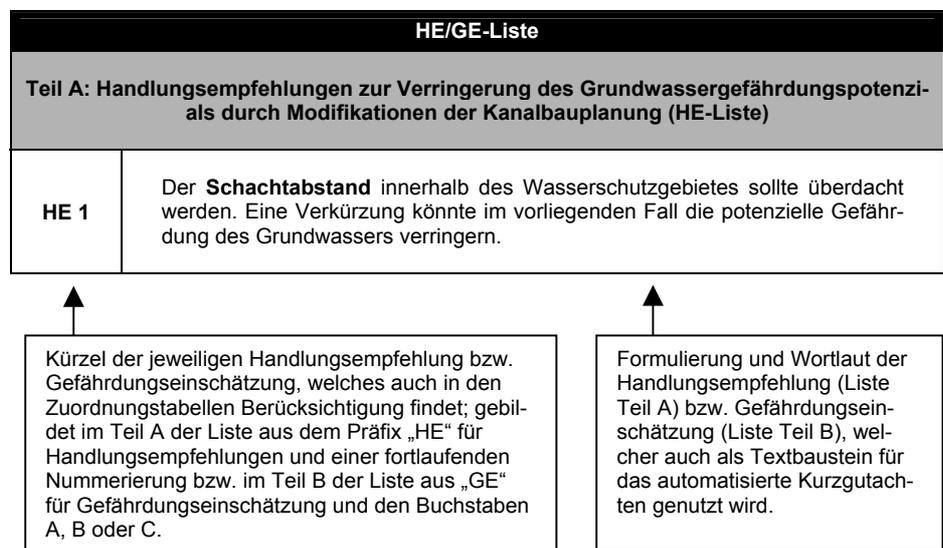
Dabei wurde die bis dahin gemeinsame Auflistung der Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen in einer gemeinsamen Liste formal in zwei Teile aufgegliedert. Dadurch entstand eine „HE/GE-Liste Teil A“ als „HE-Liste“ mit Handlungsempfehlungen sowie eine „HE/GE-Liste Teil B“ als „GE-Liste“ mit Einschätzungen des Grundwassergefährdungspotenzials.

Mit dieser formalen Trennung sollte dem unterschiedlichen methodischen Vorgehen bei der Zuweisung der Handlungsempfehlungen und der Gefährdungseinschätzungen Rechnung getragen werden. Während die Zuweisung von Handlungsempfehlungen (HE) in Arbeitsschritt 4 unmittelbar aus bestimmten Antworten bzw. Antwortenkombinationen hervorging, erfolgten die Ausarbeitungen zur Gefährdungseinschätzung (GE) erst in Arbeitsschritt 5 nach vorheriger Betrachtung aller Antwortenkombinationen und deren Zusammenwirken im Hinblick auf deren etwaige Bedeutung als Schlüsselantworten bzw. Schlüsselantwortenkombinationen (SA).

Aus welchen Antworten und Antwortenkombinationen welche Handlungsempfehlungen resultieren, wird in der Antwortenverknüpfungstabelle in Kapitel 3.3.3 angeführt und in der in Arbeitsschritt 5 erarbeiteten Zuordnungstabelle konkretisiert.

Listenaufbau

Die HE/GE-Liste baut sich wie folgt auf:



HE/GE-Liste	
Teil A: Handlungsempfehlungen zur Verringerung des Grundwassergefährdungspotenzials durch Modifikationen der Kanalbauplanung (HE-Liste)	
HE 1	Der Schachtabstand innerhalb des Wasserschutzgebietes sollte überdacht werden. Eine Verkürzung könnte im vorliegenden Fall die potenzielle Gefährdung des Grundwassers verringern.
HE 2	Der Schachtabstand innerhalb des Wasserschutzgebietes sollte überdacht werden. Eine Vergrößerung könnte im vorliegenden Fall die potenzielle Gefährdung des Grundwassers verringern.
HE 3	Die gewählte Art des Abwasserkanals ist zu überdenken. Es ist zu prüfen, ob zur Verringerung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser die geplante Druckleitung durch eine Freispiegelleitung größeren Durchmessers ersetzt werden kann.
HE 4	Die geplante Tiefenlage des Abwasserkanals sollte überdacht werden. Es ist zu überprüfen, ob eine geringere Tiefenlage des Abwasserkanals möglich ist. Dies könnte die erforderlichen baulichen Eingriffe in den Untergrund und damit das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser verringern.
HE 5	Die offene Bauweise birgt bei nicht wasserdichten Verbauarten und besonders bei wasserdichten Verbauarten ein weitaus höheres Risikopotenzial als eine Kanalverlegung in geschlossener Bauweise. Eine geschlossene Bauweise ist anzustreben, um Eingriffe in den Untergrund zu minimieren und das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser somit zu reduzieren.
HE 6	Die geplante Schachtkonstruktion ist zu überdenken. Es sind Schachtkonstruktionen mit erhöhten Dichtheitsanforderungen vorzusehen. Einteilige Schachtsysteme und Schacht-in-Schacht-Systeme reduzieren das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser. Sollte trotz erhöhten Risikos durch Undichtigkeiten an Fugenverbindungen eine Verwendung mehrteiliger Schächte beabsichtigt sein, ist eine mineralische Kapselung der Schachtbauwerke zu erwägen. Sind Ortbetonschächte beabsichtigt, kann diese Konstruktionsart beibehalten werden, wenn darauf geachtet wird, dass es zu einer adäquaten Bauausführung ohne Undichtigkeiten kommt.
HE 7	Die beabsichtigte Linienführung des Abwasserkanals sollte überdacht werden. Rohrabwinkelung bei Steckverbindungen bzw. Rohrkrümmung bei Schweißverbindungen stellen ein erhöhtes Sicherheitsrisiko in Bezug auf Dichtheit und Beanspruchung der Rohrleitung dar. Es ist zu prüfen, ob ein Polygonzug durch Anordnung kurzer, geradliniger Haltungen mit Schächten möglich ist.
HE 8	Eine Verwendung von Zwei-Schicht-Rohrsystemen und/oder einer mineralischen Kapselung des Abwasserkanals sind vorzusehen.
HE 9	Der geplante Rohrverbindungstyp sollte überdacht werden. Dadurch kann das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser herabgesetzt werden. Sollten Schweißverbindungen bei biegeweichen Rohre (PEHD) beabsichtigt werden, kann der geplante Rohrverbindungstyp beibehalten werden.
HE 10	Die beabsichtigte Baulänge der Rohre sollte überdacht werden. Es wird empfohlen zu überprüfen, ob größere Baulängen möglich sind. Diese würden das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser verringern.
HE 11	Die beabsichtigte Baulänge der Rohre sollte überdacht werden. Es wird empfohlen zu überprüfen, ob kürzere Baulängen möglich sind. Diese würden das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser verringern. Sollten biegeweiße Rohre (PEHD) zum Einsatz kommen, kann auf kürzere Baulängen verzichtet werden.
HE 12	Das Einleiten von abwasserbürtigen Schadstoffen in einen Vorfluter über Regenüberläufe ist innerhalb eines Wasserschutzgebietes problematisch. Eine komplette Mischwasserspeicherung oder -behandlung vor Einleitung wird erforderlich. Die uneingeschränkte Mischwasserspeicherung erfordert den Bau von Rückhaltebecken anstelle von Regenüberläufen. Dies ist in der Planung zu berücksichtigen.

HE 13	Bei der Bauausführung ist besondere Vorsicht geboten, damit es zu keinen Fehlanschlüssen kommt, durch welche behandlungsbedürftiges Wasser innerhalb des Wasserschutzgebietes in Vorfluter oder Untergrund gelangen kann.
HE 14	Die vorgesehene Einbindungsart der Anschlussleitungen an den Abwasserkanal innerhalb des Wasserschutzgebietes sollte überprüft werden. Ein indirekter Anschluss an Schächte würde das Gefährdungspotenzial herabsetzen.
HE 15	Abwassertechnische Bauwerke erhöhen das Grundwassergefährdungspotenzial. Kann auf einen Neubau entsprechender Anlagen innerhalb des Wasserschutzgebietes im Ausnahmefall nicht verzichtet werden, sind diese so auszuführen, dass Eingriffe in den Untergrund auf ein Mindestmaß reduziert werden und möglichen Einflüssen auf das Grundwasser wirksam vorgebeugt wird (besondere Abdichtung, mineralische Kapselung, gesicherte Schmutzwasserableitung, u.a.).
HE 16	Zur Beweissicherung sollte bei der Erhebung der Grundwasserqualität auch das Stoffspektrum des später abzuleitenden nicht häuslichen Abwassers berücksichtigt werden, um etwaige Backgroundwerte und Vorbelastungen zu erkennen.
HE 17	Es sollte geprüft werden, ob der Hauptsammler als Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillingskanalsystem gebaut werden kann, wodurch sich gegebenenfalls die erforderliche Grabentiefe verringern könnte und vor allem eine vereinfachte Inspektion, Reparatur und Sanierung möglich wäre.
HE 18	Im Baustellenbereich sind besondere Untersicherungsmaßnahmen zur vorsorglichen Verhinderung einer Versickerung von Betriebsstoffen vorzusehen.
HE 19	Sollten die Wassergewinnungsanlagen während der Kanalbaumaßnahme weiterbetrieben werden, sind Trübmelder einzubauen, um Veränderungen des Feinkorngehaltes im Rohwassers rechtzeitig zu bemerken und Folgeschäden zu verhindern.
HE 20	Durch die Lage des Grundwasserspiegels oberhalb der Kanalsohle ist bei offener Bauweise ein wasserdichter Verbau bzw. bei geschlossener Bauweise der Einsatz von Stützflüssigkeiten erforderlich. Entsprechende Maßnahmen sind in der Planung zu berücksichtigen. Im Baugrubenbereich anfallendes Wasser ist sicher abzuleiten, so dass es keine Gefahr für das Grundwasser darstellt.
HE 21	Innerhalb der Bettungszone sind Tonsperren zur Verhinderung von Längsdrainagen entlang der Leitungszone vorzusehen. Über hydraulisch gebundener Baustoffe in der gesamten Leitungszone ist nachzudenken.
HE 22	Wechselnde Witterungseinflüsse während der Bauphase, wie z.B. sommerliche Starkregen, winterlicher Frost und Schnee und Frühjahrshochwasser, sind insbesondere bei längeren Baumaßnahmen in der Planung zu berücksichtigen. Vorsorgeplanungen sind vorzuhalten, die Angaben dazu machen, wie entsprechenden Einflüssen begegnet werden kann und was im Notfall zu veranlassen ist, sollte es dennoch zu relevanten Einflussnahmen, z.B. zum Überfluten der Baugrube, kommen, welche den Baubetrieb hemmen oder zeitweilig zum Erliegen bringen können.
HE 23	Besonders risikobehaftete Teile der Baustelle , z.B. Material- und Maschinenlagerplätze, sind aus der betroffenen Wasserschutzzone hinaus zu verlagern und nach Möglichkeit außerhalb des Wasserschutzgebietes einzurichten.
HE 24	Die geplante Führung der Kanaltrasse ist zu verändern . Die beabsichtigte Abwasserdurchleitung durch eine Wasserschutzzone I ist auch im Ausnahmefall nicht statthaft. Sollte an der Durchleitung durch die Schutzzone I festgehalten werden, müsste die Wassergewinnung aufgegeben werden.
HE 25	Die beabsichtigte Trassenführung schneidet oder durchzieht die Wasserschutzzone über vergleichsweise kurze Entfernung. Es ist zu überprüfen, ob das Anschneiden vermieden werden kann. Hierdurch würde sich das bestehende Gefährdungspotenzial für das Grundwasser mindern.

HE 26	Eine Stilllegung der potenziell betroffenen Wassergewinnung ist als Alternative zu besonderen Sicherungs- und Vorsorgemaßnahmen für einen präventiven Grundwasserschutz bei der Kanalplanung abzuwägen.
HE 27	Im Wasserschutzgebiet sind Quellen vorhanden, die oberflächennahes Grundwasser fassen. Diese können besonders sensibel auf bauliche Eingriffe in den Untergrund reagieren. Es ist daher besondere Vorsicht geboten. Während der Baumaßnahme sollten die Quellen verstärkt auf wechselnde Grundwasserbeschaffenheit kontrolliert werden.
HE 28	Das von der Abwasserdurchleitung betroffene Wasserschutzgebiet und die darin befindlichen Gewinnungsanlagen besitzen eine hohe Wertigkeit für die Wasserversorgung. Es ist besondere Vorsicht bei der Durchführung der Baumaßnahme geboten.
HE 29	Es ist zu prüfen, ob und unter welchen Randbedingungen (z.B. Förderleistung, Förderdauer) vorhandene Brunnen im Bedarfsfall als Abwehrbrunnen genutzt werden könnten, falls aus Bau und/oder Betrieb des Abwasserkanals nachteilige Folgen für die Grundwasserbeschaffenheit resultieren sollten. Sollte die Einrichtung eines Abwehrbrunnens an einem oder mehreren vorhandenen Brunnen möglich sein, sind entsprechende Planungen vorsorglich durchzuführen und vorzuhalten.
HE 30	Vorsorgeplanungen zur Umstellung bzw. Verlagerung der Wasserversorgung sind zu erarbeiten, aus denen hervorgeht, wie der Trinkwasserbedarf aufrecht erhalten werden kann, sollte zu einer Beeinflussung des Grundwassers kommen und eine zeitweiligen Außerbetriebnahme der Gewinnungsanlagen im von der Baumaßnahme bzw. der Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzgebiet notwendig werden.
HE 31	Es ist zu prüfen, inwieweit Veränderungen der Nutzung und/oder Betriebsweise der Gewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet die potenzielle Gefährdung des genutzten Grundwassers durch z.B. eine Veränderung des Einzugsbereiches oder der Aufenthaltszeit des Grundwassers im Aquifer verringern könnte.
HE 32	Es besteht das Risiko, dass Oberflächenwasser dem Baubereich zufließt. Eine geordnete Oberflächenentwässerung ist sicherzustellen und der Zutritt von Oberflächenwasser in den Baubereich ist zu verhindern. Anfallende Wässer sind abzufangen, kontrolliert abzuleiten und der Siedlungsentwässerung bzw. falls unbelastet gegebenenfalls der Vorflut zuzuführen.
HE 33	Um die Gefährdung des Grundwassers zu reduzieren wird empfohlen, einen befestigten und sicherer sowie ausreichend großen Baustellenbereich mit entsprechend ausgebauter und stabilerer Zuwegung für alle zum Einsatz kommenden Fahrzeuge, Maschinen und Gerätschaften einzurichten. Etwaig wechselnde Witterungsverhältnisse sind dabei zu berücksichtigen.
HE 34	Maßnahmen für einen vorsorglichen Hochwasserschutz im Baubereich sind in der Planung zu berücksichtigen und umzusetzen. Hierzu gehören u.a. Maßnahmen gegen Überflutung des Baubereichs, zur Gewährleistung der Standsicherheit von Maschinen und Fahrzeugen sowie eine sichere Lagerung von Stoffen und Materialien.
HE 35	Die Möglichkeit und Notwendigkeit bodenverbessernder Maßnahmen im Baustellenumfeld sind zu überprüfen (Niveaueausgleich, Aufschotterungen, Geotextil).
HE 36	Vor Baubeginn sind Untersuchungen zur Grundwasserbeschaffenheit im Gewinnungsgebiet durchzuführen. Trends und Entwicklungen sind zu analysieren. Ursachen für etwaig festgestellte chemische, bakteriologische oder sonstige Veränderungen des Grundwassers sind zu untersuchen.
HE 37	Zur Beweissicherung sind Grundwasseranalysen durchzuführen. Sie sind u.a. dahingehend auszuwerten, ob sie Aussagen zu Vorbelastungen, zur Strömung sowie zur Anfälligkeit des Grundwassers gegenüber Stoffzutritten liefern können.

HE 38	Es ist zu prüfen, ob es zu einer flächigen Zusickerung von oberflächenbürtigen Stoffen in den Untergrund kommt oder ob oberflächenbürtige Stoffen nur punktuell dem Grundwasserleiter zutreten, z.B. im Bereich nicht (mehr) wirksam abgedichteter Brunnen oder Grundwassermessstellen. Sollte ein entsprechender Stoffzutritt auf vereinzelte Kurzschlüsse an Bohrungen zurückgeführt werden können, ist die Möglichkeit der Instandsetzung der Abdichtungen abzuwägen um bestehenden Kurzschlüssen zwischen Oberfläche und Grundwasser entgegenzuwirken und dadurch das Grundwassergefährdungspotenzial zu reduzieren.
HE 39	Vorliegende Detailkenntnisse zur geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich Pumpversuche, Tracertests und Strömungsmodellen (soweit vorhanden) sowie zur Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit sind mit in der Kanalbauplanung mit zu berücksichtigen.
HE 40	Es wird empfohlen, den Kenntnisstand hinsichtlich der geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich der anlagenspezifischen Kenntnisse zu Ausbau und der Abdichtung von Bohrungen zu verbessern, um den für eine fachgerechte Planung erforderlichen Detailkenntnisstand zu erweitern. Über optische und geophysikalische Untersuchungen an Bohrungen bzw. in deren Umfeld ist nachzudenken. Ohne ergänzende Untersuchungen ist eine angepasste Planung sowie eine Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser nur mit hohen Unsicherheiten möglich.
HE 41	Zur Erweiterung der Kenntnisse über hydrogeologische und gewinnungsspezifische Charakteristiken wird angeraten, Pumpversuche im Wasserschutzgebiet durchzuführen und deren Ergebnisse fachlich zu bewerten. Die dadurch erzielten Detailkenntnisse sind in der Kanalplanung zu berücksichtigen.
HE 42	Es sollte überprüft werden, inwiefern ein Markierungsversuch (Tracertest) und/ oder ein Grundwassermodell zur Erweiterung des Kenntnisstandes und genaueren Analyse der hydrogeologischen Situation im Wasserschutzgebiet sinnvoll und mit vertretbarem technischen, zeitlichen und finanziellen Aufwand umsetzbar sind.
HE 43	Höhere Schadstoffbelastungen des nicht häuslichen Abwassers können durch konstruktive Präventivmaßnahmen (Vorgaben zur dezentralen Vorbehandlung) reduziert werden. Höhere Schadstoffbelastungen des belasteten Oberflächenwassers können durch konstruktive Präventivmaßnahmen (optimierter Straßenablauf – Separations-Straßenablauf SSA, hydrodynamischer Abscheider, Sedimentationsanlagen usw.) reduziert werden.

HE/GE-Liste	
Teil 2: Gefährdungseinschätzungen zur Bewertung der potenziellen Grundwassergefährdung durch den Bau und Betrieb des geplanten Abwasserkanals (GE-Liste)	
GE A	Nach Bewertung der Gesamtsachlage und der geplanten Kanalbaumaßnahme kann von einem weniger hohen Gefährdungspotenzial für das Grundwasser ausgegangen werden. Es sollte dennoch geprüft werden, ob durch Veränderungen der Kanalbauplanung das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser weiter verringert werden kann. Ein Rohrsystem mit üblichem Sicherheitsstandard wird bei der sich bietenden Ausgangssituation als ausreichend angesehen (einwandiges Rohrsystem).
GE B	Nach Bewertung der Gesamtsachlage und der geplanten Kanalbaumaßnahme ist von einem hohen Gefährdungspotenzial für das Grundwasser auszugehen. Es wird angeraten, die bestehende Planung in verschiedenen Punkten zu überdenken , um das bestehende Gefährdungsrisiko für das Grundwasser zusätzlich zu reduzieren. (...)

	<p>(...) Sollte die Maßnahme wie derzeit beabsichtigt durchgeführt werden sollen oder müssen, wird ein Rohrsystem mit erhöhtem Sicherheitsstandard empfohlen (semi-doppelwandiges Rohrsystem mit Möglichkeit der Lecküberwachung, Rohrsystem mit Muffenauszugsüberwachung, Rohrsystem mit Auskleidung (Inliner) und redundanten Dichtungen, mineralische Kapselung).</p>
GE C	<p>Nach Bewertung der Gesamtsachlage und der geplanten Kanalbaumaßnahme muss von einem besonders hohen Gefährdungspotenzial für das Grundwasser ausgegangen werden. Es wird dringend empfohlen, die derzeitige Planung in wesentlichen Punkten zu überdenken, um das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser zu reduzieren.</p> <p>Sollte die Maßnahme wie derzeit beabsichtigt durchgeführt werden sollen oder müssen, wird es als erforderlich angesehen, ein Rohrsystem mit höchstem Sicherheitsstandard zu verwenden (doppelwandiges Rohrsystem mit Möglichkeit der Lecküberwachung, ggfs. kontinuierliche Lecküberwachung, sofern umsetzbar und nicht bereits geplant: Unterdrucksystem).</p>

**3.4 Ergebnisse Arbeitsschritt 5:
Aufstellen eines Bewertungsalgorithmus für die Beurteilung
des Gefährdungspotenzials unter Berücksichtigung von
Relevanzen/Gewichtungsfaktoren
(Zusammenstellen der Programmierschriften und Zuordnung
von Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen)**

Im Anschluss an die Analyse der Interaktionen zwischen den einzelnen Einflusskriterien (Fragen) und deren Differenzierungen (Antworten) in den Arbeitsschritten 3 und 4 mit Zuweisung der Handlungsempfehlungen in der Antwortenverknüpfungstabelle und Festlegung von Schlüsselantworten bzw. Schlüsselantwortenkombinationen zur Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials erfolgte in Arbeitsschritt 5 die Formulierung des Bewertungsalgorithmus und das Zusammenstellen der Programmierschriften, mit denen letztlich die Zuordnung von Handlungsempfehlungen sowie die Einschätzungen des Grundwassergefährdungspotenzial erfolgt.

3.4.1 Erläuterungen zum Bewertungsalgorithmus

Der Bewertungsalgorithmus zur Beurteilung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials sowie zur Empfehlung von Planungsmodifikationen baut wie in Kapitel 2.6 erläutert aus festgelegten und feststehenden Zuordnungen auf, die sich auf das Zutreffen oder Nichtzutreffen von räumlichen und planungsspezifischen Gegebenheiten beziehen, welche aus der Beantwortung der Erhebungsfragen hervorgehen und angeben, welche Handlungsempfehlungen oder Gefährdungseinschätzungen beim Zutreffen welcher Antworten bzw. Antwortenkombinationen auszusprechen sind.

Zwischen Antworten bzw. Antwortenkombinationen und Handlungsempfehlungen bzw. Gefährdungseinschätzungen liegen Wenn-Dann-Beziehungen (IF-THEN-Beziehungen) vor, die Bedingungen und Konsequenzen formulieren. Dabei kann auch eine Verkettung verschiedener Antworten bzw. Antwortenkombinationen mit Hilfe von UND bzw. ODER gegeben sein.

Ein auf festen Wenn-Dann-Zuordnungen basierender Bewertungsalgorithmus lässt sich problemlos in eine Programmierung umsetzen, da die Programmiervorschriften des Algorithmus vornehmlich auf IF-THEN-Operationen zwischen den gegebenen und im Anschluss verknüpften Antworten und den resultierenden Handlungsempfehlungen und Gefährdungseinschätzungen beruht.

Voraussetzung für eine Softwareprogrammierung ist eine formalisierte Zusammenstellung aller vom Expertensystem zu berücksichtigenden Zuordnungen, d.h. Bedingungen und Konsequenzen in tabellarischer Form. Diese repräsentiert gleichsam den Bewertungsalgorithmus des Expertensystems.

Für die Zuweisung von Handlungsempfehlungen und die Einschätzung der potenziellen Grundwassergefährdung wurden die relevanten Antworten bzw. Antwortenkombinationen aus der Antwortenverknüpfungstabelle exzerpiert und in Zuordnungstabellen überführt. Für die Zuweisung der Handlungsempfehlungen und die Zuweisung der Gefährdungseinschätzungen wurden verschiedene Zuordnungstabellen erstellt.

3.4.2 Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen

Zuordnungstabelle HE

Die Zuordnungstabelle HE setzt sich aus einer dreispaltigen Tabelle zusammen. In der linken Spalte werden die Handlungsempfehlungen 1 bis 43 angeführt, in der mittleren Tabellenspalte die Antworten bzw. Antwortenkombinationen, welche zur Zuweisung der jeweiligen Handlungsempfehlung führen. In der rechten Spalte ist das durchgeführte Rating der Handlungsempfehlung dargestellt, sofern ein solches als erforderlich erachtet wurde

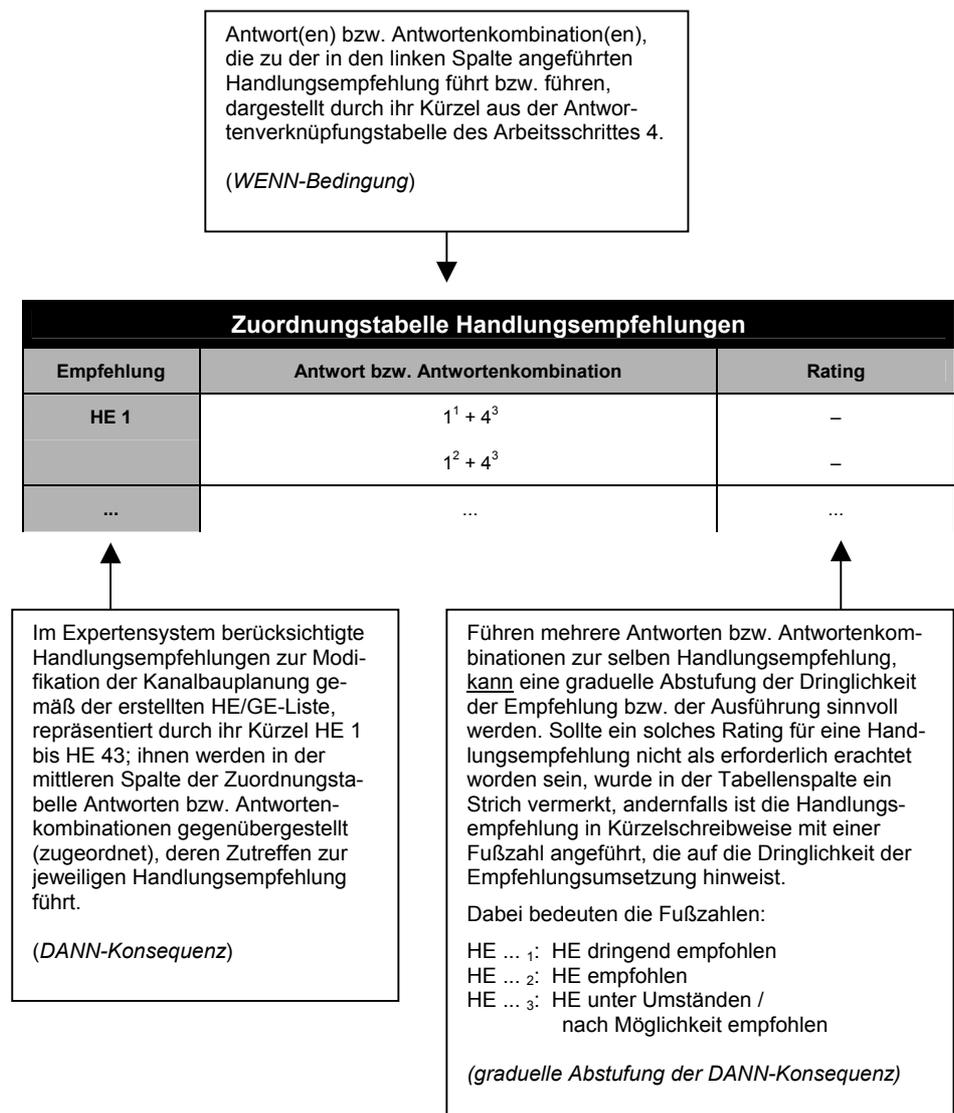
Die Antworten bzw. Antwortenkombinationen der mittleren Spalte stellen die Wenn-Bedingung (IF) dar, die Handlungsempfehlungen in der linken bzw. die graduell abgestuften (gewichteten) Handlungsempfehlungen in der rechten Spalte die Dann-Konsequenz (THEN). Antworten bzw. Antwortenkombination werden wie bereits in der Antwortenverknüpfungstabelle durch Zahlenkürzel repräsentiert, wobei die Basiszahl der Nummerierung der Frage gemäß der Erhebungsbögen und die Hochzahl der zutreffenden Antwort entspricht. Die resultierenden Handlungsempfehlungen werden mit dem Präfix „HE“ versehen, damit Verwechslungen mit der Nummerierung der Fragen vermieden werden.

Bei Handlungsempfehlungen, bei denen ein Rating als zweckdienlich erachtet wurde, werden die gewählten Abstufungen der Handlungsempfehlungen als Indexzahl an das Kürzel der betreffenden Handlungsempfehlungen angehängt. Für das Abstufen der Handlungsempfehlungen wurde dabei nachfolgende Rating verwendet.

Verwendete graduelle Abstufung
Dringlichkeit
HE ...1: dringend empfohlen
HE ...2: empfohlen
HE ...3: nach Möglichkeit/ unter Umständen empfohlen

Tabellenaufbau

Die Zuordnungstabelle HE ist wie folgt aufgebaut:



Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen		
Empfehlung	Antwort bzw. Antwortenkombination	Rating
HE 1	$1^1 + 4^3$	–
	$1^2 + 4^3$	–
HE 2	$1^3 + 4^1$	–
	$1^4 + 4^1$	–
HE 3	2^3	–
HE 4	$2^3 + 3^2$	HE 4 ₁
	$2^3 + 3^3$	HE 4 ₁
	$2^4 + 3^2$	HE 4 ₂
	$2^4 + 3^3$	HE 4 ₂
	$3^2 + 15^1$	HE 4 ₁
	$3^3 + 15^1$	HE 4 ₁
	$3^3 + 15^3$	HE 4 ₂
HE 5	$3^2 + 15^1$	HE 5 ₃
	$3^3 + 15^1$	HE 5 ₂
	45^1	HE 5 ₂
HE 6	$4^1 + 14^1$	HE 6 ₂
	$4^1 + 14^3$	HE 6 ₁
	$4^2 + 14^1$	HE 6 ₂
	$4^2 + 14^3$	HE 6 ₂
	$4^3 + 14^1$	HE 6 ₃
	$4^3 + 14^3$	HE 6 ₂
HE 7	5^2	–
HE 8	$6^1 + 11^2$	–
HE 9	$7^1 + 32^2$	–
	$7^2 + 32^1$	–
HE 10	$8^1 + 32^2$	–
HE 11	$8^2 + 32^1$	–
HE 12	9^1	–
HE 13	9^2	–
HE 14	9^3	HE 14 ₃
	12^1	HE 14 ₂
HE 15	10^1	–
HE 16	11^2	–
HE 17	13^2	–
HE 18	18^2	HE 18 ₁
	18^4	HE 18 ₂
HE 19	15^1	HE 19 ₂

Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen		
Empfehlung	Antwort bzw. Antwortenkombination	Rating
	15 ³	HE 19 ₃
	21 ²	HE 19 ₁
	21 ³	HE 19 ₁
	40 ¹ + 47 ²	HE 19 ₂
	40 ² + 47 ²	HE 19 ₂
	40 ³ + 47 ²	HE 19 ₂
	40 ¹ + 47 ³	HE 19 ₂
	40 ² + 47 ³	HE 19 ₂
	40 ³ + 47 ³	HE 19 ₂
HE 20	15 ¹ + 45 ¹	–
	15 ³ + 45 ¹	–
HE 21	16 ¹	–
HE 22	17 ²	–
HE 23	18 ¹	HE 23 ₁
	18 ²	HE 23 ₁
	18 ³	HE 23 ₂
	18 ⁴	HE 23 ₂
HE 24	19 ⁴	–
HE 25	19 ¹ + 20 ¹	HE 25 ₂
	19 ² + 20 ¹	HE 25 ₁
	19 ³ + 20 ¹	HE 25 ₁
HE 26	19 ⁴ + 24 ³	–
HE 27	21 ²	–
	21 ³	–
HE 28	22 ¹	–
	24 ²	–
HE 29	23 ¹	–
HE 30	24 ¹	–
HE 31	25 ¹	–
HE 32	27 ¹	–
HE 33	29 ²	–
HE 34	31 ¹	–
HE 35	32 ¹	–
HE 36	47 ¹	HE 36 ₂
	47 ²	HE 36 ₁
	47 ³	HE 36 ₁
HE 37	47 ¹	–
	47 ²	–

Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen		
Empfehlung	Antwort bzw. Antwortenkombination	Rating
	47 ³	–
	47 ⁴	–
HE 38	48 ¹	–
HE 39	49 ¹	–
	50 ¹	–
	51 ¹	–
	52 ¹	–
	53 ¹	–
	54 ¹	–
HE 40	49 ²	–
	53 ²	–
HE 41	50 ²	–
HE 42	51 ²	–
	52 ²	–
HE 43	1 ¹ + 11 ² + 13 ¹	–
	1 ² + 11 ² + 13 ¹	–
	1 ³ + 11 ¹ + 13 ¹	–
	1 ³ + 11 ² + 13 ¹	–
	1 ⁴ + 11 ¹ + 13 ¹	–
	1 ⁴ + 11 ² + 13 ¹	–
	1 ¹ + 11 ² + 13 ²	–
	1 ² + 11 ² + 13 ²	–
	1 ³ + 11 ¹ + 13 ²	–
	1 ³ + 11 ² + 13 ²	–
	1 ⁴ + 11 ¹ + 13 ²	–
	1 ⁴ + 11 ² + 13 ²	–
	1 ¹ + 11 ² + 13 ³	–
	1 ² + 11 ² + 13 ³	–
	1 ³ + 11 ² + 13 ³	–
	1 ⁴ + 11 ² + 13 ³	–

3.4.3 Erläuterungen zur Gefährdungseinschätzung

Gefährdungseinschätzung

Ausgangspunkt für die Einschätzung waren die risikoverschärfenden bzw. risikoentschärfenden Schlüsselantworten (SA) der Antwortenverknüpfungstabelle aus Arbeitsschritt 4. Ziel war eine Einschätzung der Grundwasserge-

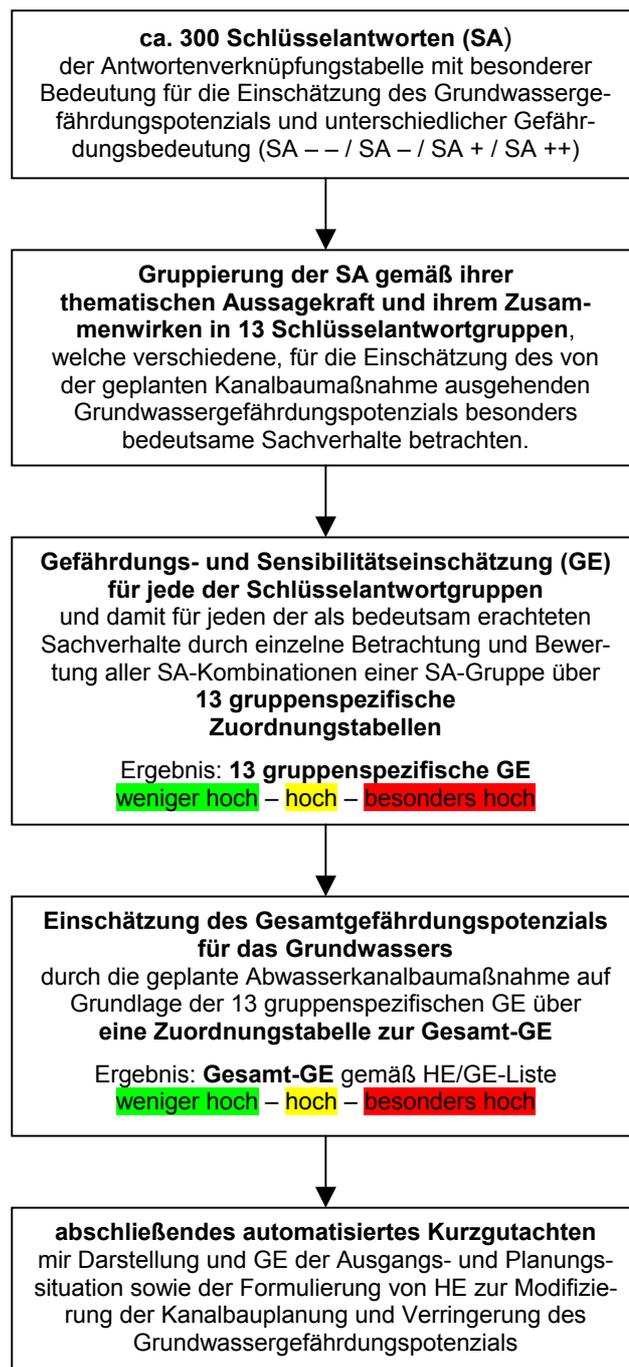
samtgefährdung in Anlehnung an das ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 142 sowie das Merkblatt M 146 in drei Klassen:

„Grundwassergefährdungspotenzial besonders hoch“

„Grundwassergefährdungspotenzial hoch“

„Grundwassergefährdungspotenzial weniger hoch“

Die Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser erfolgte gemäß dem nachfolgenden Ablauf:



Schlüsselantwortgruppen

Folgende Schlüsselantwortgruppen, in denen die als Schlüsselantwort (SA) eingestuften Antworten und Antwortkombinationen der Antwortenverknüpfungstabelle gemäß ihres Zusammenwirkens und ihrer Aussagekraft hinsichtlich eines bestimmten, für die Einschätzung des Grundwassergesamtgefährdungspotenzials besonders bedeutsamen Sachverhaltes zusammengefasst und bewertet werden, wurden definiert:

SA-Gruppe 1:

Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers

SA-Gruppe 2:

Gefährdung durch Entwässerungssystem und abwassertechnische Bauwerke

SA-Gruppe 3:

Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehllanschlüssen

SA-Gruppe 4:

Risiko des Nichterkennens von Schäden sowie einer erschwerten Inspektion und Sanierung

SA-Gruppe 5:

Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im Untergrund

SA-Gruppe 6:

Gefährdung durch bauliche Eingriffe in den Untergrund

SA-Gruppe 7:

Risiko durch Lage und Einrichtung der Baustelle

SA-Gruppe 8:

Risiko durch zutretendes Oberflächenwasser im Baubereich

SA-Gruppe 9

Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone

SA-Gruppe 10:

Sensibilität des Grundwassers im Hinblick auf Vorbelastungen

SA-Gruppe 11

Sensibilität des Grundwassers im Hinblick auf Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter

SA-Gruppe 12

Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her

SA-Gruppe 13:

Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal

Tabellenaufbau

Die Zuordnungstabellen zur Gefährdungseinschätzung (GE) bauen sich wie folgt auf:

Fragenverknüpfungen, die in der jeweiligen SA-Gruppe 1 bis 13 berücksichtigt werden; eine Fragenverknüpfung kann je nach ihrer Bedeutung auch mehreren Gruppen zugeordnet sein.

Übersicht der Antworten bzw. -kombinationen der einzelnen Fragenverknüpfungen mit Schlüsselantwortcharakter (SA) gemäß Antwortenverknüpfungstabelle, aufgelistet und gruppiert nach ihrem Gefährdungseinfluss.

SA-Gruppe 1 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung SA-Gruppe 1				
Einschätzung: Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers				
Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 11 + 13	$1^1 + 11^1 + 13^3$ $1^2 + 11^1 + 13^3$	$1^1 + 11^1 + 13^1$ $1^2 + 11^1 + 13^1$ $1^1 + 11^1 + 13^2$...	$1^1 + 11^2 + 13^1$ $1^2 + 11^2 + 13^1$ $1^3 + 11^1 + 13^1$...	$1^3 + 11^2 + 13^1$ $1^4 + 11^2 + 13^1$ $1^3 + 11^2 + 13^2$
2	2^4			2^3
6 + 11	$6^2 + 11^2$	$6^2 + 11^1$	$6^1 + 11^2$	
...

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 1 _A)	Gefährdungspotenzial hoch (GE 1 _B)	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 1 _C)
...		
$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^4 + (-) + (9^1 + 19^2) / (9^4 + 19^3)$		
$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^4 + (-) + (-)$		
$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^3 + (6^2 + 11^1) + (9^3 + 19^2) / (9^3 + 19^3) / (9^4 + 19^1)$		
$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^3 + (6^2 + 11^1) + (9^4 + 19^2) / (9^4 + 19^3)$		
$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^3 + (6^2 + 11^1) + (-)$		
$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^3 + (-) + (9^3 + 19^2) / (9^3 + 19^3) / (9^4 + 19^1)$		
...		

Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzung für jede plausible SA-Kombination der SA-Gruppe nach fachlicher Bewertung des Zusammenwirkens der jeweiligen SA; sollte keine der SA zutreffen, liegen weder besonders gefährdungsverschärfende noch besonders gefährdungsent-schärfende Gegebenheiten vor, so dass die gruppenspezifische GE „hoch“ (formale Zuweisung in einem WSG) zugeordnet wird.

Auflistung aller plausiblen SA-Kombinationen der SA-Gruppe; zur besseren optischen Differenzierbarkeit sind die verschiedenen SA farblich unterschiedlich hervorgehoben.

Kürzel der gruppenspezifischen GE für die spätere Zuweisung der Textbausteine für das automatisierte Kurzgutachten, bestehend aus dem Präfix GE, der Nummer der SA-Gruppe 1 bis 13 und den Indexbuchstaben _A für „weniger hoch“; _B für „hoch“ und _C für „besonders hoch“.

Die Einschätzung des **Grundwassergesamtgefährdungspotenzials** der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme erfolgt auf Grundlage der 13 gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen über die Gesamtzahl der dort zugewiesenen Bewertungsurteile „weniger hoch“, „hoch“ und „besonders hoch“:

Das von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehende **Grundwassergefährdungspotenzial** ist **insgesamt** als „**weniger hoch**“ einzustufen, wenn von den 13 aus der Betrachtung der Schlüsselantwortgruppen hervorgehenden gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen:

a) **7 oder mehr gruppenspezifische GE** (mehr als ca. 50 % aller gruppenspezifischen GE) zu dem Urteil „**weniger hoch**“ kommen **und** gleichzeitig **keine gruppenspezifische GE** zu dem Urteil „**besonders hoch**“ kommt

oder

b) **8 oder mehr gruppenspezifische GE** (mehr als ca. 60 % aller gruppenspezifischen GE) zu dem Urteil „**weniger hoch**“ kommen **und** gleichzeitig maximal **1 gruppenspezifische GE** (weniger als ca. 10 % aller gruppenspezifischen GE) zu dem Urteil „**besonders hoch**“ kommt

oder

c) **9 oder mehr gruppenspezifische GE** (mehr als ca. 70 % aller gruppenspezifischen GE) zu dem Urteil „**weniger hoch**“ kommen **und** gleichzeitig maximal **2 gruppenspezifische GE** (weniger als ca. 15 % aller gruppenspezifischen GE) zu dem Urteil „**besonders hoch**“ kommen.

Das von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehende **Grundwassergefährdungspotenzial** ist **insgesamt** als „**besonders hoch**“ einzustufen, wenn von den aus der Betrachtung der Schlüsselantwortgruppen hervorgehenden gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen:

a) **7 oder mehr gruppenspezifische GE** (mehr als ca. 50 % aller gruppenspezifischen GE) zu dem Urteil „**besonders hoch**“ kommen

oder

b) **4 bis 6 gruppenspezifische GE** (mehr als ca. 30 % aller gruppenspezifischen GE) zu dem Urteil „**besonders hoch**“ kommen **und** gleichzeitig **nur 4 oder weniger gruppenspezifische GE** (weniger als ca. 30 % aller gruppenspezifischen GE) zu der Gefährdungseinschätzung „**weniger hoch**“ kommen.

In allen übrigen Fällen ist das von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehende **Grundwassergefährdungspotenzial** **insgesamt** als „**hoch**“ einzustufen.

Hieraus ergibt sich folgende Zuordnungstabelle zur Einschätzung des Grundwassergesamtgefährdungspotenzials:

Zuordnungstabelle Gesamtgefährdungseinschätzung – Gesamtgefährdung			
Grundwassergefährdungspotenzial der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme			
Gesamteinschätzung gemäß HE/GE-Liste	Verteilung der 13 gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen (GE 1... bis GE 13...)		
	weniger hoch (GE ... A)	hoch (GE ... B)	besonders hoch (GE ... C)
weniger hoch (GE A)	≥ 7	≤ 6	0
	≥ 8	≤ 4	1
	≥ 9	≤ 2	2
hoch (GE B)	alle übrigen Fälle		
besonders hoch (GE C)	≤ 4	≥ 3	≥ 7
	≤ 4	≥ 4	6
	≤ 4	≥ 5	5
			4

Die gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen resultieren aus den zutreffenden Schlüsselantworten bzw. -kombinationen der 13 Schlüsselantwortgruppen. Die möglichen Schlüsselantworten bzw. -kombinationen der einzelnen Gruppen werden in den in Kapitel 3.4.4 angeführten Zuordnungstabellen zusammengestellt. In diesen wurden den einzelnen Schlüsselantworten bzw. -kombinationen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätsbewertungen zugewiesen, die aus einer Betrachtung und Bewertung des Zusammenwirkens der Schlüsselantworten hervorgingen.

3.4.4 Zuordnungstabellen Gefährdungseinschätzung

Zuordnungstabellen GE

Auf den nachfolgenden 151 Seiten werden die 13 Zuordnungstabellen zur Gefährdungseinschätzung (GE), wie sie in Kapitel 3.4.3 zuvor angeführt und hinsichtlich ihres Aufbau und Inhalts erläutert wurden, dargestellt. Auf das nochmalige Abbilden der Zuordnungstabelle zur Gesamtgefährdungseinschätzung, die bereits auf dieser Seite oben zu finden ist, wird dabei verzichtet.

SA-Gruppe 1 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 1				
Einschätzung: Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers				

Schlüsselantworten					
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++	
1 + 11 + 13	$1^1 + 11^1 + 13^3$	$1^1 + 11^1 + 13^1$	$1^1 + 11^2 + 13^1$	$1^3 + 11^2 + 13^1$	
	$1^2 + 11^1 + 13^3$	$1^2 + 11^1 + 13^1$	$1^2 + 11^1 + 13^1$	$1^2 + 11^2 + 13^1$	$1^4 + 11^2 + 13^1$
		$1^1 + 11^1 + 13^2$	$1^3 + 11^1 + 13^1$	$1^3 + 11^1 + 13^1$	$1^3 + 11^2 + 13^2$
		$1^2 + 11^1 + 13^2$	$1^4 + 11^1 + 13^1$	$1^4 + 11^1 + 13^1$	$1^4 + 11^2 + 13^2$
		$1^3 + 11^1 + 13^3$	$1^1 + 11^2 + 13^2$	$1^1 + 11^2 + 13^2$	
		$1^4 + 11^1 + 13^3$	$1^2 + 11^2 + 13^2$	$1^2 + 11^2 + 13^2$	
		$1^3 + 11^1 + 13^2$	$1^3 + 11^1 + 13^2$	$1^3 + 11^1 + 13^2$	
		$1^4 + 11^1 + 13^2$	$1^4 + 11^1 + 13^2$	$1^4 + 11^1 + 13^2$	
		$1^1 + 11^2 + 13^3$	$1^1 + 11^2 + 13^3$	$1^1 + 11^2 + 13^3$	
		$1^2 + 11^2 + 13^3$	$1^2 + 11^2 + 13^3$	$1^2 + 11^2 + 13^3$	
$1^3 + 11^2 + 13^3$	$1^3 + 11^2 + 13^3$	$1^3 + 11^2 + 13^3$			
$1^4 + 11^2 + 13^3$	$1^4 + 11^2 + 13^3$	$1^4 + 11^2 + 13^3$			
2	2^4			2^3	
6 + 11	$6^2 + 11^2$	$6^2 + 11^1$	$6^1 + 11^2$		
9 + 19			$9^3 + 19^2$	$9^4 + 19^2$	
			$9^3 + 19^3$	$9^4 + 19^3$	
			$9^4 + 19^1$		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 1a)	Gefährdungspotenzial hoch (GE 1b)	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 1c)
	$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^4 + (6^2 + 11^1) + (9^3 + 19^2) / (9^3 + 19^3) / (9^4 + 19^1)$	
	$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^4 + (6^2 + 11^1) + (9^4 + 19^2) / (9^4 + 19^3)$	
	$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^4 + (6^2 + 11^1) + (-)$	
	$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^4 + (-) + (9^3 + 19^2) / (9^3 + 19^3) / (9^4 + 19^1)$	
	$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^4 + (-) + (9^4 + 19^2) / (9^4 + 19^3)$	
	$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^4 + (-) + (-)$	
	$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^3 + (6^2 + 11^1) + (9^3 + 19^2) / (9^3 + 19^3) / (9^4 + 19^1)$	
	$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^3 + (6^2 + 11^1) + (9^4 + 19^2) / (9^4 + 19^3)$	
	$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^3 + (6^2 + 11^1) + (-)$	
	$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^3 + (-) + (9^3 + 19^2) / (9^3 + 19^3) / (9^4 + 19^1)$	
	$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^3 + (-) + (9^4 + 19^2) / (9^4 + 19^3)$	
	$(1^1 + 11^1 + 13^3) / (1^2 + 11^1 + 13^3) + 2^3 + (-) + (-)$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 1a)	Gefährdungspotenzial hoch (GE 1b)	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 1c)
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + 2^4 + (-) + (9^1 + 19^2) / (9^1 + 19^3)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + 2^4 + (-) + (-)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + 2^3 + (6^2 + 11^2) + (9^3 + 19^2) / (9^3 + 19^3) / (9^4 + 19^1)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + 2^3 + (6^2 + 11^2) + (9^4 + 19^2) / (9^4 + 19^3)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + 2^3 + (6^2 + 11^2) + (-)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + 2^3 + (6^1 + 11^2) + (9^3 + 19^2) / (9^3 + 19^3) / (9^4 + 19^1)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + 2^3 + (6^1 + 11^2) + (9^4 + 19^2) / (9^4 + 19^3)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + 2^3 + (6^1 + 11^2) + (-)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + 2^3 + (-) + (9^3 + 19^2) / (9^3 + 19^3) / (9^4 + 19^1)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + 2^3 + (-) + (9^4 + 19^2) / (9^4 + 19^3)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + 2^3 + (-) + (-)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + (-) + (6^2 + 11^2) + (9^3 + 19^2) / (9^3 + 19^3) / (9^4 + 19^1)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + (-) + (6^2 + 11^2) + (9^4 + 19^2) / (9^4 + 19^3)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + (-) + (6^2 + 11^2) + (-)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + (-) + (6^1 + 11^2) + (9^3 + 19^2) / (9^3 + 19^3) / (9^4 + 19^1)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + (-) + (6^1 + 11^2) + (9^4 + 19^2) / (9^4 + 19^3)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + (-) + (6^1 + 11^2) + (-)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + (-) + (-) + (9^3 + 19^2) / (9^3 + 19^3) / (9^4 + 19^1)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + (-) + (-) + (9^4 + 19^2) / (9^4 + 19^3)$
		$(1^3 + 11^2 + 13^1) / (1^4 + 11^2 + 13^1) / (1^3 + 11^2 + 13^2) / (1^4 + 11^2 + 13^2) + (-) + (-) + (-)$

SA-Gruppe 2 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 2				
Einschätzung: Gefährdung durch Entwässerungssystem und abwassertechnische Bauwerke				

Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
9		9^5	9^2	
10		10^2		
10 + 19			$10^1 + 19^1$	$10^1 + 19^2$ $10^1 + 19^3$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten				
Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 2a)	Gefährdungspotenzial hoch (GE 2b)	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 2c)		
		$9^5 + (-) + (-)$		
		$9^5 + 10^2 + (-)$		
		$9^5 + (-) + (10^1 + 19^1)$		
		$9^5 + (-) + (10^1 + 19^2) / (10^1 + 19^3)$		
		$9^2 + (-) + (-)$		
		$9^2 + 10^2 + (-)$		
		$9^2 + (-) + (10^1 + 19^1)$		
		$9^2 + (-) + (10^1 + 19^2) / (10^1 + 19^3)$		
		$(-) + 10^2 + (-)$		
		$(-) + (-) + (10^1 + 19^1)$		
		$(-) + (-) + (10^1 + 19^2) / (10^1 + 19^3)$		
		$(-) + (-) + (-)$		

SA-Gruppe 3 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 3

**Einschätzung:
Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehlschlüssen**

Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 4		$1^3 + 4^3$ $1^4 + 4^3$	$1^1 + 4^1$ $1^1 + 4^3$ $1^2 + 4^1$ $1^2 + 4^3$ $1^3 + 4^1$ $1^4 + 4^1$	
2 + 45	$2^4 + 45^2$	$2^1 + 45^1$ $2^2 + 45^1$ $2^4 + 45^1$	$2^1 + 45^2$ $2^2 + 45^2$ $2^3 + 45^1$	$2^3 + 45^2$
4 + 14	$4^1 + 14^4$ $4^2 + 14^4$ $4^3 + 14^4$	$4^1 + 14^2$ $4^2 + 14^2$ $4^3 + 14^1$ $4^3 + 14^2$	$4^1 + 14^1$ $4^2 + 14^1$ $4^2 + 14^3$ $4^3 + 14^3$	$4^1 + 14^3$
7 + 32		$7^1 + 32^1$ $7^2 + 32^2$	$7^1 + 32^2$ $7^2 + 32^1$	
8 + 32		$8^1 + 32^1$ $8^2 + 32^2$	$8^1 + 32^2$ $8^2 + 32^1$	
9 + 11			$9^2 + 11^1$	$9^2 + 11^2$
12		12^2		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Risikopotenzial weniger hoch (GE 3 _A)	Risikopotenzial hoch (GE 3 _B)	Risikopotenzial besonders hoch (GE 3 _C)
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^4 + 45^2) + (4^3 + 14^4) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (9^2 + 11^1) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^4 + 45^2) + (4^3 + 14^4) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (9^2 + 11^1) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^4 + 45^2) + (4^3 + 14^4) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (9^2 + 11^2) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^4 + 45^2) + (4^3 + 14^4) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (9^2 + 11^2) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^4 + 45^2) + (4^3 + 14^4) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (-) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^4 + 45^2) + (4^3 + 14^4) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (-) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^4 + 45^2) + (4^3 + 14^4) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^1) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^4 + 45^2) + (4^3 + 14^4) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^1) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^4 + 45^2) + (4^3 + 14^4) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^4 + 45^2) + (4^3 + 14^4) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + (-)$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Risikopotenzial weniger hoch (GE 3a)	Risikopotenzial hoch (GE 3b)	Risikopotenzial besonders hoch (GE 3c)
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (9^2 + 11^2) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (-) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (-) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^1) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^1) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^1) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (-) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (-) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (9^2 + 11^1) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (9^2 + 11^1) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (9^2 + 11^2) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^1) / (8^2 + 32^2) + (9^2 + 11^2) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + (-)$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + 12^2$
		$(1^3 + 4^3) / (1^4 + 4^3) + (2^1 + 45^2) / (2^2 + 45^2) / (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) / (7^2 + 32^2) + (8^1 + 32^2) / (8^2 + 32^1) + (9^2 + 11^2) + (-)$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Risikopotenzial weniger hoch (GE 3a)	Risikopotenzial hoch (GE 3b)	Risikopotenzial besonders hoch (GE 3c)
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^1)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+(2^1+45^1)/(2^2+45^1)/(2^4+45^1)+(4^1+14^4)/(4^2+14^4)/(4^3+14^4)+(7^1+32^2)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Risikopotenzial weniger hoch (GE 3a)	Risikopotenzial hoch (GE 3b)	Risikopotenzial besonders hoch (GE 3c)
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^2)+(-)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^1)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^1)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(-)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(-)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^1)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^1)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^1)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(-)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^1)/(4^2+14^1)/(4^2+14^3)/(4^3+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(-)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^1)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^1)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(-)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(-)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^1)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^1)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(-)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(-)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^1)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^1)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(-)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(-)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^1)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^1)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(-)+12^2$		
$(-)+ (2^1+45^2)/(2^2+45^2)/(2^3+45^1)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(-)+(-)$		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Risikopotenzial weniger hoch (GE 3a)	Risikopotenzial hoch (GE 3b)	Risikopotenzial besonders hoch (GE 3c)
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+12^2$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+(-)$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(-)+12^2$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(-)+(-)$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^1)+12^2$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^1)+(-)$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(-)+12^2$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^1)/(7^2+32^2)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(-)+(-)$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^1)+12^2$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^1)+(-)$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+12^2$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(9^2+11^2)+(-)$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(-)+12^2$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^1)/(8^2+32^2)+(-)+(-)$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^1)+12^2$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^1)+(-)$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+12^2$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(9^2+11^2)+(-)$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(-)+12^2$	
	$(-)+(2^3+45^2)+(4^1+14^3)+(7^1+32^2)/(7^2+32^1)+(8^1+32^2)/(8^2+32^1)+(-)+(-)$	

SA-Gruppe 4 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 4				
Einschätzung: Risiko des Nichterkennens von Schäden sowie einer erschwerten Inspektion und Sanierung				

Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 4		$1^1 + 4^1$ $1^2 + 4^1$	$1^1 + 4^3$ $1^2 + 4^3$	
2	2^4			2^3
9	9^5			
9 + 12		$9^2 + 12^2$ $9^3 + 12^2$	$9^2 + 12^1$ $9^3 + 12^1$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Risikopotenzial weniger hoch (GE 4a)	Risikopotenzial hoch (GE 4b)	Risikopotenzial besonders hoch (GE 4c)
$(1^1 + 4^1) / (1^2 + 4^1) + 2^4 + 9^5 + (-)$		
$(1^1 + 4^1) / (1^2 + 4^1) + 2^4 + (-) + (9^2 + 12^2) / (9^3 + 12^2)$		
$(1^1 + 4^1) / (1^2 + 4^1) + 2^4 + (-) + (9^2 + 12^2) / (9^3 + 12^2)$		
$(1^1 + 4^1) / (1^2 + 4^1) + 2^4 + (-) + (-)$		
$(1^1 + 4^1) / (1^2 + 4^1) + 2^3 + 9^5 + (-)$		
$(1^1 + 4^1) / (1^2 + 4^1) + 2^3 + (-) + (9^2 + 12^2) / (9^3 + 12^2)$		
$(1^1 + 4^1) / (1^2 + 4^1) + 2^3 + (-) + (9^2 + 12^1) / (9^3 + 12^1)$		
$(1^1 + 4^1) / (1^2 + 4^1) + 2^3 + (-) + (-)$		
$(1^1 + 4^1) / (1^2 + 4^1) + (-) + 9^5 + (-)$		
$(1^1 + 4^1) / (1^2 + 4^1) + (-) + (-) + (9^2 + 12^2) / (9^3 + 12^2)$		
$(1^1 + 4^1) / (1^2 + 4^1) + (-) + (-) + (9^2 + 12^1) / (9^3 + 12^1)$		
$(1^1 + 4^1) / (1^2 + 4^1) + (-) + (-) + (-)$		
$(1^1 + 4^3) / (1^2 + 4^3) + 2^4 + 9^5 + (-)$		
$(1^1 + 4^3) / (1^2 + 4^3) + 2^4 + (-) + (9^2 + 12^2) / (9^3 + 12^2)$		
$(1^1 + 4^3) / (1^2 + 4^3) + 2^4 + (-) + (9^2 + 12^1) / (9^3 + 12^1)$		
$(1^1 + 4^3) / (1^2 + 4^3) + 2^4 + (-) + (-)$		
$(1^1 + 4^3) / (1^2 + 4^3) + 2^3 + 9^5 + (-)$		
$(1^1 + 4^3) / (1^2 + 4^3) + 2^3 + (-) + (9^2 + 12^2) / (9^3 + 12^2)$		
$(1^1 + 4^3) / (1^2 + 4^3) + 2^3 + (-) + (9^2 + 12^1) / (9^3 + 12^1)$		
$(1^1 + 4^3) / (1^2 + 4^3) + 2^3 + (-) + (-)$		
$(1^1 + 4^3) / (1^2 + 4^3) + (-) + 9^5 + (-)$		
$(1^1 + 4^3) / (1^2 + 4^3) + (-) + (-) + (9^2 + 12^2) / (9^3 + 12^2)$		
$(1^1 + 4^3) / (1^2 + 4^3) + (-) + (-) + (9^2 + 12^1) / (9^3 + 12^1)$		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Risikopotenzial weniger hoch (GE 4a)	Risikopotenzial hoch (GE 4b)	Risikopotenzial besonders hoch (GE 4c)
		$(1^1 + 4^3) / (1^2 + 4^3) + (-) + (-) + (-)$
		$(-) + 2^4 + 9^5 + (-)$
		$(-) + 2^4 + (-) + (9^2 + 12^2) / (9^3 + 12^2)$
		$(-) + 2^4 + (-) + (9^2 + 12^1) / (9^3 + 12^1)$
		$(-) + 2^4 + (-) + (-)$
		$(-) + 2^3 + 9^5 + (-)$
		$(-) + 2^3 + (-) + (9^2 + 12^2) / (9^3 + 12^2)$
		$(-) + 2^3 + (-) + (9^2 + 12^1) / (9^3 + 12^1)$
		$(-) + 2^3 + (-) + (-)$
		$(-) + (-) + 9^5 + (-)$
		$(-) + (-) + (-) + (9^2 + 12^2) / (9^3 + 12^2)$
		$(-) + (-) + (-) + (9^2 + 12^1) / (9^3 + 12^1)$
		$(-) + (-) + (-) + (-)$

SA-Gruppe 5 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 5

**Einschätzung:
Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im darunter liegenden Untergrund**

Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
15 + 16	$15^3 + 16^3$	$15^2 + 16^3$		
16	16^2			
16 + 26			$16^1 + 26^2$	$16^1 + 26^3$
16 + 34 + 38 + 45			$16^1 + 34^1 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 34^2 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 34^3 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 34^1 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 34^2 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 34^1 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 34^2 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 34^3 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 34^1 + 38^4 + 45^2$ $16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^2$	
16 + 36 + 38 + 45			$16^1 + 36^1 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 36^2 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 36^3 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 36^1 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 36^2 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 36^3 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 36^1 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 36^2 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 36^3 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 36^1 + 38^4 + 45^2$ $16^1 + 36^2 + 38^4 + 45^2$ $16^1 + 36^3 + 38^4 + 45^2$	
16 + 45			$16^1 + 45^1$ $16^1 + 45^2$	
37 + 41	$37^1 + 41^2$	$37^1 + 41^1$		
37 + 48		$37^1 + 48^2$	$37^1 + 48^1$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 5 _a)	Gefährdungspotenzial hoch (GE 5 _b)	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 5 _c)
$(15^3 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^2)$		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 5a)	Gefährdungspotenzial hoch (GE 5b)	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 5c)
$(15^3 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^1)$		
$(15^3 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^2) + (-)$		
$(15^3 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^1) + (37^1 + 48^2)$		
$(15^3 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^1) + (37^1 + 48^1)$		
$(15^3 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^1) + (-)$		
$(15^3 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 48^2)$		
$(15^3 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 48^1)$		
$(15^3 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-)$		
$(15^2 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^2)$		
$(15^2 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^1)$		
$(15^2 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^2) + (-)$		
$(15^2 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^1) + (37^1 + 48^2)$		
$(15^2 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^1) + (37^1 + 48^1)$		
$(15^2 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^1) + (-)$		
$(15^2 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 48^2)$		
$(15^2 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 48^1)$		
$(15^2 + 16^3) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-)$		
$(-) + 16^2 + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^2)$		
$(-) + 16^2 + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^1)$		
$(-) + 16^2 + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^2) + (-)$		
$(-) + 16^2 + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^1) + (37^1 + 48^2)$		
$(-) + 16^2 + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^1) + (37^1 + 48^1)$		
$(-) + 16^2 + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 41^1) + (-)$		
$(-) + 16^2 + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 48^2)$		
$(-) + 16^2 + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (37^1 + 48^1)$		
$(-) + 16^2 + (-) + (-) + (-) + (-) + (-) + (-)$		
$(-) + (-) + (16^1 + 26^2) + (16^1 + 34^1 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 34^3 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 34^1 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 34^1 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 34^3 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 34^1 + 38^4 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^2) + (16^1 + 36^1 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 36^1 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 36^1 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 36^1 + 38^4 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^4 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^4 + 45^2) + (16^1 + 45^2) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^2)$		
$(-) + (-) + (16^1 + 26^2) + (16^1 + 34^1 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 34^3 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 34^1 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 34^1 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 34^3 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 34^1 + 38^4 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^2) + (16^1 + 36^1 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 36^1 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 36^1 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 36^1 + 38^4 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^4 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^4 + 45^2) + (16^1 + 45^2) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^1)$		
$(-) + (-) + (16^1 + 26^2) + (16^1 + 34^1 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 34^3 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 34^1 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 34^1 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 34^3 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 34^1 + 38^4 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^2) + (16^1 + 36^1 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 36^1 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 36^1 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 36^1 + 38^4 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^4 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^4 + 45^2) + (16^1 + 45^2) + (37^1 + 41^2) + (-)$		
$(-) + (-) + (16^1 + 26^2) + (16^1 + 34^1 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 34^3 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 34^1 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 34^1 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 34^3 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 34^1 + 38^4 + 45^2) / (16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^2) + (16^1 + 36^1 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^1 + 45^2) / (16^1 + 36^1 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^2 + 45^2) / (16^1 + 36^1 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^3 + 45^2) / (16^1 + 36^1 + 38^4 + 45^2) / (16^1 + 36^2 + 38^4 + 45^2) / (16^1 + 36^3 + 38^4 + 45^2) + (16^1 + 45^2) + (37^1 + 41^1) + (37^1 + 48^2)$		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 5a)	Gefährdungspotenzial hoch (GE 5b)	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 5c)
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+41^2)+(37^1+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+41^2)+(37^1+48^1)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+41^2)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+41^1)+(37^1+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+41^1)+(37^1+48^1)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+41^1)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+48^1)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)$

SA-Gruppe 6 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 6				
Einschätzung: Gefährdung durch bauliche Eingriffe in den Untergrund				

Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
3		3^1		
3 + 15	$3^2 + 15^3$	$3^3 + 15^3$	$3^2 + 15^1$	$3^3 + 15^1$
15	15^2			
15 + 19	$15^3 + 19^1$	$15^3 + 19^2$ $15^3 + 19^3$	$15^1 + 19^1$	$15^1 + 19^2$ $15^1 + 19^3$
15 + 45	$15^3 + 45^2$	$15^3 + 45^1$	$15^1 + 45^2$	$15^1 + 45^1$
17			17^2	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 6a)	Gefährdungspotenzial hoch (GE 6b)	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 6c)
$3^1 + (-) + 15^2 + (-) + (-) + 17^2$		
$3^1 + (-) + 15^2 + (-) + (-) + (-)$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^2) + 17^2$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^2) + (-)$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^1) + 17^2$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^1) + (-)$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^3 + 19^1) + (-) + 17^2$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^3 + 19^1) + (-) + (-)$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^3 + 19^2) / (15^3 + 19^3) + (15^3 + 45^2) + 17^2$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^3 + 19^2) / (15^3 + 19^3) + (15^3 + 45^2) + (-)$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^3 + 19^2) / (15^3 + 19^3) + (15^3 + 45^1) + 17^2$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^3 + 19^2) / (15^3 + 19^3) + (15^3 + 45^1) + (-)$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^3 + 19^2) / (15^3 + 19^3) + (-) + 17^2$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^3 + 19^2) / (15^3 + 19^3) + (-) + (-)$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^1 + 19^1) + (15^1 + 45^2) + 17^2$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^1 + 19^1) + (15^1 + 45^2) + (-)$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^1 + 19^1) + (15^1 + 45^1) + 17^2$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^1 + 19^1) + (15^1 + 45^1) + (-)$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^1 + 19^1) + (-) + 17^2$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^1 + 19^1) + (-) + (-)$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^1 + 19^2) / (15^1 + 19^3) + (15^1 + 45^2) + 17^2$		
$3^1 + (-) + (-) + (15^1 + 19^2) / (15^1 + 19^3) + (15^1 + 45^2) + (-)$		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 6a)	Gefährdungspotenzial hoch (GE 6b)	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 6c)
		$3^1 + (-) + (-) + (15^1 + 19^2) / (15^1 + 19^3) + (15^1 + 45^1) + 17^2$
		$3^1 + (-) + (-) + (15^1 + 19^2) / (15^1 + 19^3) + (15^1 + 45^1) + (-)$
		$3^1 + (-) + (-) + (15^1 + 19^2) / (15^1 + 19^3) + (-) + 17^2$
		$3^1 + (-) + (-) + (15^1 + 19^2) / (15^1 + 19^3) + (-) + (-)$
		$3^1 + (-) + (-) + (-) + (15^3 + 45^2) + 17^2$
		$3^1 + (-) + (-) + (-) + (15^3 + 45^2) + (-)$
		$3^1 + (-) + (-) + (-) + (15^3 + 45^1) + 17^2$
		$3^1 + (-) + (-) + (-) + (15^3 + 45^1) + (-)$
		$3^1 + (-) + (-) + (-) + (15^1 + 45^2) + 17^2$
		$3^1 + (-) + (-) + (-) + (15^1 + 45^2) + (-)$
		$3^1 + (-) + (-) + (-) + (15^1 + 45^1) + 17^2$
		$3^1 + (-) + (-) + (-) + (15^1 + 45^1) + (-)$
		$3^1 + (-) + (-) + (-) + (-) + 17^2$
		$3^1 + (-) + (-) + (-) + (-) + (-)$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^2) + 17^2$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^2) + (-)$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^1) + 17^2$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^1) + (-)$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^1) + (-) + 17^2$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^1) + (-) + (-)$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^2) / (15^3 + 19^3) + (15^3 + 45^2) + 17^2$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^2) / (15^3 + 19^3) + (15^3 + 45^2) + (-)$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^2) / (15^3 + 19^3) + (15^3 + 45^1) + 17^2$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^2) / (15^3 + 19^3) + (15^3 + 45^1) + (-)$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^2) / (15^3 + 19^3) + (-) + 17^2$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^2) / (15^3 + 19^3) + (-) + (-)$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (-) + (15^3 + 45^2) + 17^2$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (-) + (15^3 + 45^2) + (-)$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (-) + (15^3 + 45^1) + 17^2$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (-) + (15^3 + 45^1) + (-)$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (-) + (-) + 17^2$
		$(-) + (3^2 + 15^3) + (-) + (-) + (-) + (-)$
		$(-) + (3^3 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^2) + 17^2$
		$(-) + (3^3 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^2) + (-)$
		$(-) + (3^3 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^1) + 17^2$
		$(-) + (3^3 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^1) + (-)$
		$(-) + (3^3 + 15^3) + (-) + (15^3 + 19^1) + (-) + 17^2$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 6a)	Gefährdungspotenzial hoch (GE 6b)	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 6c)
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (15 ³ + 19 ¹) + (-) + (-)		
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (-) + (15 ³ + 19 ²) / (15 ³ + 19 ³) + (15 ³ + 45 ²) + 17 ²		
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (-) + (15 ³ + 19 ²) / (15 ³ + 19 ³) + (15 ³ + 45 ²) + (-)		
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (-) + (15 ³ + 19 ²) / (15 ³ + 19 ³) + (15 ³ + 45 ¹) + 17 ²		
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (-) + (15 ³ + 19 ²) / (15 ³ + 19 ³) + (15 ³ + 45 ¹) + (-)		
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (-) + (15 ³ + 19 ²) / (15 ³ + 19 ³) + (-) + 17 ²		
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (-) + (15 ³ + 19 ²) / (15 ³ + 19 ³) + (-) + (-)		
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (-) + (-) + (15 ³ + 45 ²) + 17 ²		
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (-) + (-) + (15 ³ + 45 ²) + (-)		
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (-) + (-) + (15 ³ + 45 ¹) + 17 ²		
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (-) + (-) + (15 ³ + 45 ¹) + (-)		
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (-) + (-) + (-) + 17 ²		
(-) + (3 ³ + 15 ³) + (-) + (-) + (-) + (-)		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ¹) + (15 ¹ + 45 ²) + 17 ²		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ¹) + (15 ¹ + 45 ²) + (-)		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ¹) + (15 ¹ + 45 ¹) + 17 ²		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ¹) + (15 ¹ + 45 ¹) + (-)		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ¹) + (-) + 17 ²		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ¹) + (-) + (-)		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ²) / (15 ¹ + 19 ³) + (15 ¹ + 45 ²) + 17 ²		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ²) / (15 ¹ + 19 ³) + (15 ¹ + 45 ²) + (-)		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ²) / (15 ¹ + 19 ³) + (15 ¹ + 45 ¹) + 17 ²		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ²) / (15 ¹ + 19 ³) + (15 ¹ + 45 ¹) + (-)		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ²) / (15 ¹ + 19 ³) + (-) + 17 ²		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ²) / (15 ¹ + 19 ³) + (-) + (-)		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (-) + (15 ¹ + 45 ²) + 17 ²		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (-) + (15 ¹ + 45 ²) + (-)		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (-) + (15 ¹ + 45 ¹) + 17 ²		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (-) + (15 ¹ + 45 ¹) + (-)		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (-) + (-) + 17 ²		
(-) + (3 ² + 15 ¹) + (-) + (-) + (-) + (-)		
(-) + (3 ³ + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ¹) + (15 ¹ + 45 ²) + 17 ²		
(-) + (3 ³ + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ¹) + (15 ¹ + 45 ²) + (-)		
(-) + (3 ³ + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ¹) + (15 ¹ + 45 ¹) + 17 ²		
(-) + (3 ³ + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ¹) + (15 ¹ + 45 ¹) + (-)		
(-) + (3 ³ + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ¹) + (-) + 17 ²		
(-) + (3 ³ + 15 ¹) + (-) + (15 ¹ + 19 ¹) + (-) + (-)		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 6a)	Gefährdungspotenzial hoch (GE 6b)	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 6c)
		$(-)+(3^3+15^1)+(-)+(15^1+19^2)/(15^1+19^3)+(15^1+45^2)+17^2$
		$(-)+(3^3+15^1)+(-)+(15^1+19^2)/(15^1+19^3)+(15^1+45^2)+(-)$
		$(-)+(3^3+15^1)+(-)+(15^1+19^2)/(15^1+19^3)+(15^1+45^1)+17^2$
		$(-)+(3^3+15^1)+(-)+(15^1+19^2)/(15^1+19^3)+(15^1+45^1)+(-)$
		$(-)+(3^3+15^1)+(-)+(15^1+19^2)/(15^1+19^3)+(-)+17^2$
		$(-)+(3^3+15^1)+(-)+(15^1+19^2)/(15^1+19^3)+(-)+(-)$
		$(-)+(3^3+15^1)+(-)+(-)+(15^1+45^2)+17^2$
		$(-)+(3^3+15^1)+(-)+(-)+(15^1+45^2)+(-)$
		$(-)+(3^3+15^1)+(-)+(-)+(15^1+45^1)+17^2$
		$(-)+(3^3+15^1)+(-)+(-)+(15^1+45^1)+(-)$
		$(-)+(3^3+15^1)+(-)+(-)+(-)+17^2$
		$(-)+(3^3+15^1)+(-)+(-)+(-)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(15^3+19^1)+(15^3+45^2)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(15^3+19^1)+(15^3+45^2)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(15^3+19^1)+(15^3+45^1)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(15^3+19^1)+(15^3+45^1)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(15^3+19^1)+(-)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(15^3+19^1)+(-)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(15^3+19^2)/(15^3+19^3)+(15^3+45^2)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(15^3+19^2)/(15^3+19^3)+(15^3+45^2)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(15^3+19^2)/(15^3+19^3)+(15^3+45^1)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(15^3+19^2)/(15^3+19^3)+(15^3+45^1)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(15^3+19^2)/(15^3+19^3)+(-)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(15^3+19^2)/(15^3+19^3)+(-)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(15^1+19^1)+(15^1+45^2)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(15^1+19^1)+(15^1+45^2)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(15^1+19^1)+(15^1+45^1)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(15^1+19^1)+(15^1+45^1)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(15^1+19^1)+(-)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(15^1+19^1)+(-)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(15^1+19^2)/(15^1+19^3)+(15^1+45^2)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(15^1+19^2)/(15^1+19^3)+(15^1+45^2)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(15^1+19^2)/(15^1+19^3)+(15^1+45^1)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(15^1+19^2)/(15^1+19^3)+(15^1+45^1)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(15^1+19^2)/(15^1+19^3)+(-)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(15^1+19^2)/(15^1+19^3)+(-)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(15^3+45^2)+17^2$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 6a)	Gefährdungspotenzial hoch (GE 6b)	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 6c)
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(15^3+45^2)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(15^3+45^1)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(15^3+45^1)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(15^1+45^2)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(15^1+45^2)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(15^1+45^1)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(15^1+45^1)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+17^2$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)$

SA-Gruppe 7 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 7				
Einschätzung: Risiko durch Lage und Einrichtung der Baustelle				

Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
18	18 ⁵	18 ³	18 ¹ 18 ⁴	18 ²
29				29 ²
32				32 ¹

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Risikopotenzial weniger hoch (GE 7a)	Risikopotenzial hoch (GE 7b)	Risikopotenzial besonders hoch (GE 7c)
		18 ⁵ + 29 ² + 32 ¹
		18 ⁵ + 29 ² + (-)
		18 ⁵ + (-) + 32 ¹
		18 ⁵ + (-) + (-)
		18 ³ + 29 ² + 32 ¹
		18 ³ + 29 ² + (-)
		18 ³ + (-) + 32 ¹
		18 ³ + (-) + (-)
		18 ¹ / 18 ⁴ + 29 ² + 32 ¹
		18 ¹ / 18 ⁴ + 29 ² + (-)
		18 ¹ / 18 ⁴ + (-) + 32 ¹
		18 ¹ / 18 ⁴ + (-) + (-)
		18 ² + 29 ² + 32 ¹
		18 ² + 29 ² + (-)
		18 ² + (-) + 32 ¹
		18 ² + (-) + (-)

SA-Gruppe 8 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 8

**Einschätzung:
Risiko durch zutretendes Oberflächenwasser im Baubereich**

Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
15 + 27		$15^2 + 27^1$	$15^3 + 27^1$	$15^1 + 27^1$
26 + 27 + 28	$26^1 + 27^1 + 28^1$ $26^1 + 27^1 + 28^2$ $26^1 + 27^1 + 28^3$ $26^2 + 27^1 + 28^3$	$26^2 + 27^1 + 28^2$ $26^3 + 27^1 + 28^3$	$26^2 + 27^1 + 28^1$ $26^3 + 27^1 + 28^2$	$26^3 + 27^1 + 28^1$
27	27^2			
27 + 28		$27^1 + 28^1$	$27^1 + 28^2$	
31				31^1

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Risikopotenzial weniger hoch (GE 8a)	Risikopotenzial hoch (GE 8b)	Risikopotenzial besonders hoch (GE 8c)
(15 ² + 27 ¹) + (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ¹) / (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ²) / (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ³) / (26 ² + 27 ¹ + 28 ³) + (-) + (27 ¹ + 28 ¹) + 31 ¹		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ¹) / (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ²) / (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ³) / (26 ² + 27 ¹ + 28 ³) + (-) + (27 ¹ + 28 ¹) + (-)		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ¹) / (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ²) / (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ³) / (26 ² + 27 ¹ + 28 ³) + (-) + (27 ¹ + 28 ²) + 31 ¹		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ¹) / (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ²) / (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ³) / (26 ² + 27 ¹ + 28 ³) + (-) + (27 ¹ + 28 ²) + (-)		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ¹) / (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ²) / (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ³) / (26 ² + 27 ¹ + 28 ³) + (-) + (-) + 31 ¹		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ¹) / (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ²) / (26 ¹ + 27 ¹ + 28 ³) / (26 ² + 27 ¹ + 28 ³) + (-) + (-) + (-)		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ² + 27 ¹ + 28 ²) / (26 ³ + 27 ¹ + 28 ³) + (-) + (27 ¹ + 28 ²) + 31 ¹		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ² + 27 ¹ + 28 ²) / (26 ³ + 27 ¹ + 28 ³) + (-) + (27 ¹ + 28 ²) + (-)		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ² + 27 ¹ + 28 ²) / (26 ³ + 27 ¹ + 28 ³) + (-) + (-) + 31 ¹		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ² + 27 ¹ + 28 ²) / (26 ³ + 27 ¹ + 28 ³) + (-) + (-) + (-)		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ² + 27 ¹ + 28 ¹) / (26 ³ + 27 ¹ + 28 ²) + (-) + (27 ¹ + 28 ¹) + 31 ¹		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ² + 27 ¹ + 28 ¹) / (26 ³ + 27 ¹ + 28 ²) + (-) + (27 ¹ + 28 ¹) + (-)		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ² + 27 ¹ + 28 ¹) / (26 ³ + 27 ¹ + 28 ²) + (-) + (27 ¹ + 28 ²) + 31 ¹		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ² + 27 ¹ + 28 ¹) / (26 ³ + 27 ¹ + 28 ²) + (-) + (27 ¹ + 28 ²) + (-)		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ³ + 27 ¹ + 28 ¹) + (-) + (27 ¹ + 28 ¹) + 31 ¹		
(15 ² + 27 ¹) + (26 ³ + 27 ¹ + 28 ¹) + (-) + (27 ¹ + 28 ¹) + (-)		
(15 ² + 27 ¹) + (-) + (-) + (27 ¹ + 28 ¹) + 31 ¹		
(15 ² + 27 ¹) + (-) + (-) + (27 ¹ + 28 ¹) + (-)		
(15 ² + 27 ¹) + (-) + (-) + (27 ¹ + 28 ²) + 31 ¹		
(15 ² + 27 ¹) + (-) + (-) + (27 ¹ + 28 ²) + (-)		
(15 ² + 27 ¹) + (-) + (-) + (-) + 31 ¹		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Risikopotenzial weniger hoch (GE 8a)	Risikopotenzial hoch (GE 8b)	Risikopotenzial besonders hoch (GE 8c)
		$(15^2 + 27^1) + (-) + (-) + (-) + (-)$
		$(15^3 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
		$(15^3 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^1) + (-)$
		$(15^3 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^2) + 31^1$
		$(15^3 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^2) + (-)$
		$(15^3 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (-) + 31^1$
		$(15^3 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (-) + (-)$
		$(15^3 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^2) / (26^3 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^2) + 31^1$
		$(15^3 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^2) / (26^3 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^2) + (-)$
		$(15^3 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^2) / (26^3 + 27^1 + 28^3) + (-) + (-) + 31^1$
		$(15^3 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^2) / (26^3 + 27^1 + 28^3) + (-) + (-) + (-)$
		$(15^3 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^1) / (26^3 + 27^1 + 28^2) + (-) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
		$(15^3 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^1) / (26^3 + 27^1 + 28^2) + (-) + (27^1 + 28^1) + (-)$
		$(15^3 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^1) / (26^3 + 27^1 + 28^2) + (-) + (27^1 + 28^2) + 31^1$
		$(15^3 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^1) / (26^3 + 27^1 + 28^2) + (-) + (27^1 + 28^2) + (-)$
		$(15^3 + 27^1) + (26^3 + 27^1 + 28^1) + (-) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
		$(15^3 + 27^1) + (26^3 + 27^1 + 28^1) + (-) + (27^1 + 28^1) + (-)$
		$(15^3 + 27^1) + (-) + (-) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
		$(15^3 + 27^1) + (-) + (-) + (27^1 + 28^1) + (-)$
		$(15^3 + 27^1) + (-) + (-) + (27^1 + 28^2) + 31^1$
		$(15^3 + 27^1) + (-) + (-) + (27^1 + 28^2) + (-)$
		$(15^3 + 27^1) + (-) + (-) + (-) + 31^1$
		$(15^3 + 27^1) + (-) + (-) + (-) + (-)$
		$(15^1 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
		$(15^1 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^1) + (-)$
		$(15^1 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^2) + 31^1$
		$(15^1 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^2) + (-)$
		$(15^1 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (-) + 31^1$
		$(15^1 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (-) + (-)$
		$(15^1 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^2) / (26^3 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^2) + 31^1$
		$(15^1 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^2) / (26^3 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^2) + (-)$
		$(15^1 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^2) / (26^3 + 27^1 + 28^3) + (-) + (-) + 31^1$
		$(15^1 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^2) / (26^3 + 27^1 + 28^3) + (-) + (-) + (-)$
		$(15^1 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^1) / (26^3 + 27^1 + 28^2) + (-) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
		$(15^1 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^1) / (26^3 + 27^1 + 28^2) + (-) + (27^1 + 28^1) + (-)$
		$(15^1 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^1) / (26^3 + 27^1 + 28^2) + (-) + (27^1 + 28^2) + 31^1$
		$(15^1 + 27^1) + (26^2 + 27^1 + 28^1) / (26^3 + 27^1 + 28^2) + (-) + (27^1 + 28^2) + (-)$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Risikopotenzial weniger hoch (GE 8a)	Risikopotenzial hoch (GE 8b)	Risikopotenzial besonders hoch (GE 8c)
		$(15^1 + 27^1) + (26^3 + 27^1 + 28^1) + (-) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
		$(15^1 + 27^1) + (26^3 + 27^1 + 28^1) + (-) + (27^1 + 28^1) + (-)$
		$(15^1 + 27^1) + (-) + (-) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
		$(15^1 + 27^1) + (-) + (-) + (27^1 + 28^1) + (-)$
		$(15^1 + 27^1) + (-) + (-) + (27^1 + 28^2) + 31^1$
		$(15^1 + 27^1) + (-) + (-) + (27^1 + 28^2) + (-)$
		$(15^1 + 27^1) + (-) + (-) + (-) + 31^1$
		$(15^1 + 27^1) + (-) + (-) + (-) + (-)$
		$(-) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
		$(-) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^1) + (-)$
		$(-) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^2) + 31^1$
		$(-) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^2) + (-)$
		$(-) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (-) + 31^1$
		$(-) + (26^1 + 27^1 + 28^1) / (26^1 + 27^1 + 28^2) / (26^1 + 27^1 + 28^3) / (26^2 + 27^1 + 28^3) + (-) + (-) + (-)$
		$(-) + (26^2 + 27^1 + 28^2) / (26^3 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^2) + 31^1$
		$(-) + (26^2 + 27^1 + 28^2) / (26^3 + 27^1 + 28^3) + (-) + (27^1 + 28^2) + (-)$
		$(-) + (26^2 + 27^1 + 28^2) / (26^3 + 27^1 + 28^3) + (-) + (-) + 31^1$
		$(-) + (26^2 + 27^1 + 28^2) / (26^3 + 27^1 + 28^3) + (-) + (-) + (-)$
		$(-) + (26^2 + 27^1 + 28^1) / (26^3 + 27^1 + 28^2) + (-) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
		$(-) + (26^2 + 27^1 + 28^1) / (26^3 + 27^1 + 28^2) + (-) + (27^1 + 28^1) + (-)$
		$(-) + (26^2 + 27^1 + 28^1) / (26^3 + 27^1 + 28^2) + (-) + (27^1 + 28^2) + 31^1$
		$(-) + (26^2 + 27^1 + 28^1) / (26^3 + 27^1 + 28^2) + (-) + (27^1 + 28^2) + (-)$
		$(-) + (26^3 + 27^1 + 28^1) + (-) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
		$(-) + (26^3 + 27^1 + 28^1) + (-) + (27^1 + 28^1) + (-)$
		$(-) + (-) + 27^2 + (-) + 31^1$
		$(-) + (-) + 27^2 + (-) + (-)$
		$(-) + (-) + (-) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
		$(-) + (-) + (-) + (27^1 + 28^1) + (-)$
		$(-) + (-) + (-) + (27^1 + 28^2) + 31^1$
		$(-) + (-) + (-) + (27^1 + 28^2) + (-)$
		$(-) + (-) + (-) + (-) + 31^1$
		$(-) + (-) + (-) + (-) + (-)$

SA-Gruppe 9 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 9				
Einschätzung: Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone				

Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
19 + 20		$19^1 + 20^1$	$19^1 + 20^2$ $19^2 + 20^1$ $19^3 + 20^1$	$19^2 + 20^2$ $19^3 + 20^2$
24	24^1			
24 + 25			$24^2 + 25^2$	$24^2 + 25^1$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Sensibilität weniger hoch (GE 9_A)	Sensibilität hoch (GE 9_B)	Sensibilität besonders hoch (GE 9_C)
	$(19^1 + 20^1) + 24^1 + (-)$	
	$(19^1 + 20^1) + (-) + (24^2 + 25^2)$	
	$(19^1 + 20^1) + (-) + (24^2 + 25^1)$	
	$(19^1 + 20^1) + (-) + (-)$	
	$(19^1 + 20^2) / (19^2 + 20^1) / (19^3 + 20^1) + 24^1 + (-)$	
	$(19^1 + 20^2) / (19^2 + 20^1) / (19^3 + 20^1) + (-) + (24^2 + 25^2)$	
	$(19^1 + 20^2) / (19^2 + 20^1) / (19^3 + 20^1) + (-) + (24^2 + 25^1)$	
	$(19^1 + 20^2) / (19^2 + 20^1) / (19^3 + 20^1) + (-) + (-)$	
	$(19^2 + 20^2) / (19^3 + 20^2) + 24^1 + (-)$	
	$(19^2 + 20^2) / (19^3 + 20^2) + (-) + (24^2 + 25^2)$	
	$(19^2 + 20^2) / (19^3 + 20^2) + (-) + (24^2 + 25^1)$	
	$(19^2 + 20^2) / (19^3 + 20^2) + (-) + (-)$	
	$(-) + 24^1 + (-)$	
	$(-) + (-) + (24^2 + 25^2)$	
	$(-) + (-) + (24^2 + 25^1)$	
	$(-) + (-) + (-)$	

SA-Gruppe 10 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 10				
Einschätzung: Sensibilität des Grundwassers im Hinblick auf Vorbelastungen				

Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
24 + 47			24 ² + 47 ¹ 24 ¹ + 47 ² 24 ² + 47 ² 24 ² + 47 ³	24 ¹ + 47 ¹ 24 ¹ + 47 ³
30	30 ¹			
42 + 43	42 ¹ + 43 ²			42 ¹ + 43 ¹ 42 ² + 43 ¹
45			45 ¹	
47	47 ⁴			

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Sensibilität weniger hoch (GE 10_a)	Sensibilität hoch (GE 10_b)	Sensibilität besonders hoch (GE 10_c)
	(24 ² + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ²) / (24 ² + 47 ²) / (24 ² + 47 ³) + 30 ¹ + (42 ¹ + 43 ²) + 45 ¹ + (-)	
	(24 ² + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ²) / (24 ² + 47 ²) / (24 ² + 47 ³) + 30 ¹ + (42 ¹ + 43 ²) + (-) + (-)	
	(24 ² + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ²) / (24 ² + 47 ²) / (24 ² + 47 ³) + 30 ¹ + (42 ¹ + 43 ¹) / (42 ² + 43 ¹) + 45 ¹ + (-)	
	(24 ² + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ²) / (24 ² + 47 ²) / (24 ² + 47 ³) + 30 ¹ + (42 ¹ + 43 ¹) / (42 ² + 43 ¹) + (-) + (-)	
	(24 ² + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ²) / (24 ² + 47 ²) / (24 ² + 47 ³) + 30 ¹ + (-) + 45 ¹ + (-)	
	(24 ² + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ²) / (24 ² + 47 ²) / (24 ² + 47 ³) + 30 ¹ + (-) + (-) + (-)	
	(24 ² + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ²) / (24 ² + 47 ²) / (24 ² + 47 ³) + (-) + (42 ¹ + 43 ²) + 45 ¹ + (-)	
	(24 ² + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ²) / (24 ² + 47 ²) / (24 ² + 47 ³) + (-) + (42 ¹ + 43 ²) + (-) + (-)	
	(24 ² + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ²) / (24 ² + 47 ²) / (24 ² + 47 ³) + (-) + (42 ¹ + 43 ¹) / (42 ² + 43 ¹) + 45 ¹ + (-)	
	(24 ² + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ²) / (24 ² + 47 ²) / (24 ² + 47 ³) + (-) + (42 ¹ + 43 ¹) / (42 ² + 43 ¹) + (-) + (-)	
	(24 ² + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ²) / (24 ² + 47 ²) / (24 ² + 47 ³) + (-) + (-) + 45 ¹ + (-)	
	(24 ² + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ²) / (24 ² + 47 ²) / (24 ² + 47 ³) + (-) + (-) + (-) + (-)	
	(24 ¹ + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ³) + 30 ¹ + (42 ¹ + 43 ²) + 45 ¹ + (-)	
	(24 ¹ + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ³) + 30 ¹ + (42 ¹ + 43 ²) + (-) + (-)	
	(24 ¹ + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ³) + 30 ¹ + (42 ¹ + 43 ¹) / (42 ² + 43 ¹) + 45 ¹ + (-)	
	(24 ¹ + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ³) + 30 ¹ + (42 ¹ + 43 ¹) / (42 ² + 43 ¹) + (-) + (-)	
	(24 ¹ + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ³) + 30 ¹ + (-) + 45 ¹ + (-)	
	(24 ¹ + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ³) + 30 ¹ + (-) + (-) + (-)	
	(24 ¹ + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ³) + (-) + (42 ¹ + 43 ²) + 45 ¹ + (-)	
	(24 ¹ + 47 ¹) / (24 ¹ + 47 ³) + (-) + (42 ¹ + 43 ²) + (-) + (-)	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Sensibilität weniger hoch (GE 10 _A)	Sensibilität hoch (GE 10 _B)	Sensibilität besonders hoch (GE 10 _C)
		$(24^1 + 47^1) / (24^1 + 47^3) + (-) + (42^1 + 43^1) / (42^2 + 43^1) + 45^1 + (-)$
		$(24^1 + 47^1) / (24^1 + 47^3) + (-) + (42^1 + 43^1) / (42^2 + 43^1) + (-) + (-)$
		$(24^1 + 47^1) / (24^1 + 47^3) + (-) + (-) + 45^1 + (-)$
		$(24^1 + 47^1) / (24^1 + 47^3) + (-) + (-) + (-) + (-)$
		$(-) + 30^1 + (42^1 + 43^2) + 45^1 + 47^4$
		$(-) + 30^1 + (42^1 + 43^2) + 45^1 + (-)$
		$(-) + 30^1 + (42^1 + 43^2) + (-) + 47^4$
		$(-) + 30^1 + (42^1 + 43^2) + (-) + (-)$
		$(-) + 30^1 + (42^1 + 43^1) / (42^2 + 43^1) + 45^1 + 47^4$
		$(-) + 30^1 + (42^1 + 43^1) / (42^2 + 43^1) + 45^1 + (-)$
		$(-) + 30^1 + (42^1 + 43^1) / (42^2 + 43^1) + (-) + 47^4$
		$(-) + 30^1 + (42^1 + 43^1) / (42^2 + 43^1) + (-) + (-)$
		$(-) + 30^1 + (-) + 45^1 + 47^4$
		$(-) + 30^1 + (-) + 45^1 + (-)$
		$(-) + 30^1 + (-) + (-) + 47^4$
		$(-) + 30^1 + (-) + (-) + (-)$
		$(-) + (-) + (42^1 + 43^2) + 45^1 + 47^4$
		$(-) + (-) + (42^1 + 43^2) + 45^1 + (-)$
		$(-) + (-) + (42^1 + 43^2) + (-) + 47^4$
		$(-) + (-) + (42^1 + 43^2) + (-) + (-)$
		$(-) + (-) + (42^1 + 43^1) / (42^2 + 43^1) + 45^1 + 47^4$
		$(-) + (-) + (42^1 + 43^1) / (42^2 + 43^1) + 45^1 + (-)$
		$(-) + (-) + (42^1 + 43^1) / (42^2 + 43^1) + (-) + 47^4$
		$(-) + (-) + (42^1 + 43^1) / (42^2 + 43^1) + (-) + (-)$
		$(-) + (-) + (-) + 45^1 + 47^4$
		$(-) + (-) + (-) + 45^1 + (-)$
		$(-) + (-) + (-) + (-) + 47^4$
		$(-) + (-) + (-) + (-) + (-)$

SA-Gruppe 11 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 11
Einschätzung: Sensibilität des Grundwassers
im Hinblick Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter

Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
21 + 22 + 39 + 40		21 ¹ + 22 ³ + 39 ¹ + 40 ¹	21 ¹ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹	21 ¹ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ²
			21 ³ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹	21 ³ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ²
			21 ³ + 22 ¹ + 39 ² + 40 ¹	21 ¹ + 22 ³ + 39 ¹ + 40 ³
			21 ¹ + 22 ³ + 39 ² + 40 ¹	21 ³ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ³
			21 ³ + 22 ³ + 39 ² + 40 ¹	21 ¹ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ⁴
			21 ¹ + 22 ³ + 39 ² + 40 ²	21 ³ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ⁴
			21 ³ + 22 ³ + 39 ² + 40 ²	21 ¹ + 22 ³ + 39 ¹ + 40 ⁴
			21 ¹ + 22 ³ + 39 ² + 40 ³	21 ³ + 22 ³ + 39 ¹ + 40 ⁴
			21 ³ + 22 ³ + 39 ² + 40 ³	21 ¹ + 22 ¹ + 39 ² + 40 ⁴
				21 ³ + 22 ¹ + 39 ² + 40 ⁴
38 + 39 + 40		38 ¹ + 39 ² + 40 ²	38 ¹ + 39 ¹ + 40 ²	38 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹
		38 ⁴ + 39 ² + 40 ²	38 ⁴ + 39 ¹ + 40 ²	38 ⁴ + 39 ¹ + 40 ¹
		38 ¹ + 39 ² + 40 ³	38 ¹ + 39 ¹ + 40 ³	38 ¹ + 39 ² + 40 ¹
		38 ⁴ + 39 ² + 40 ³	38 ⁴ + 39 ¹ + 40 ³	38 ⁴ + 39 ² + 40 ¹
			38 ² + 39 ² + 40 ³	38 ² + 39 ¹ + 40 ³
			38 ³ + 39 ² + 40 ³	38 ³ + 39 ¹ + 40 ³
				38 ² + 39 ¹ + 40 ⁴
				38 ³ + 39 ¹ + 40 ⁴
				38 ² + 39 ² + 40 ⁴
				38 ³ + 39 ² + 40 ⁴

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Sensibilität weniger hoch (GE 11a)	Sensibilität hoch (GE 11b)	Sensibilität besonders hoch (GE 11c)

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Sensibilität weniger hoch (GE 11a)	Sensibilität hoch (GE 11b)	Sensibilität besonders hoch (GE 11c)
		$(21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^1) / (21^4 + 22^4 + 39^4 + 40^4) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^3 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) + (38^1 + 39^1 + 40^2) / (38^4 + 39^1 + 40^2) / (38^1 + 39^1 + 40^3) / (38^4 + 39^1 + 40^3) / (38^2 + 39^2 + 40^3) / (38^3 + 39^2 + 40^3)$
		$(21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^1) / (21^4 + 22^4 + 39^4 + 40^4) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^3 + 22^1 + 39^2 + 40^2) + (38^1 + 39^1 + 40^1) / (38^4 + 39^1 + 40^1) / (38^1 + 39^2 + 40^1) / (38^4 + 39^2 + 40^1) / (38^2 + 39^1 + 40^3) / (38^3 + 39^1 + 40^3) / (38^2 + 39^1 + 40^4) / (38^3 + 39^1 + 40^4) / (38^3 + 39^2 + 40^4) / (38^3 + 39^2 + 40^4)$
		$(21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^1) / (21^4 + 22^4 + 39^4 + 40^4) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^3 + 22^1 + 39^2 + 40^2) + (-)$
		$(21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^2) / (21^4 + 22^4 + 39^4 + 40^4) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^3 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) + (38^1 + 39^2 + 40^2) / (38^4 + 39^2 + 40^2) / (38^1 + 39^2 + 40^3) / (38^4 + 39^2 + 40^3)$
		$(21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^2) / (21^4 + 22^4 + 39^4 + 40^4) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^3 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) + (38^1 + 39^1 + 40^2) / (38^4 + 39^1 + 40^2) / (38^1 + 39^1 + 40^3) / (38^4 + 39^1 + 40^3) / (38^2 + 39^2 + 40^3) / (38^3 + 39^2 + 40^3)$
		$(21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^2) / (21^4 + 22^4 + 39^4 + 40^4) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^3 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) + (38^1 + 39^1 + 40^2) / (38^4 + 39^1 + 40^2) / (38^1 + 39^1 + 40^3) / (38^4 + 39^1 + 40^3) / (38^2 + 39^2 + 40^3) / (38^3 + 39^2 + 40^3)$
		$(21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^2) / (21^4 + 22^4 + 39^4 + 40^4) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^3 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) + (38^1 + 39^1 + 40^1) / (38^4 + 39^1 + 40^1) / (38^1 + 39^2 + 40^1) / (38^4 + 39^2 + 40^1) / (38^2 + 39^1 + 40^3) / (38^3 + 39^1 + 40^3) / (38^2 + 39^1 + 40^4) / (38^3 + 39^1 + 40^4) / (38^3 + 39^2 + 40^4)$
		$(21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^2) / (21^4 + 22^4 + 39^4 + 40^4) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^3 + 22^1 + 39^2 + 40^2) / (21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^3) / (21^3 + 22^3 + 39^3 + 40^3) / (21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^2) + (-)$
		$(-) + (38^1 + 39^2 + 40^2) / (38^4 + 39^2 + 40^2) / (38^1 + 39^2 + 40^3) / (38^4 + 39^2 + 40^3)$
		$(-) + (38^1 + 39^1 + 40^2) / (38^4 + 39^1 + 40^2) / (38^1 + 39^1 + 40^3) / (38^4 + 39^1 + 40^3) / (38^2 + 39^2 + 40^3) / (38^3 + 39^2 + 40^3)$
		$(-) + (38^1 + 39^1 + 40^1) / (38^4 + 39^1 + 40^1) / (38^1 + 39^2 + 40^1) / (38^4 + 39^2 + 40^1) / (38^2 + 39^1 + 40^3) / (38^3 + 39^1 + 40^3) / (38^2 + 39^1 + 40^4) / (38^3 + 39^1 + 40^4) / (38^3 + 39^2 + 40^4)$
		$(-) + (-)$

SA-Gruppe 12 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 12				
Einschätzung: Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her				

Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
11 + 48			11 ¹ + 48 ¹	11 ² + 48 ¹
33				33 ⁴
33 + 34	33 ³ + 34 ² 33 ² + 34 ³ 33 ³ + 34 ³	33 ³ + 34 ¹ 33 ² + 34 ² 33 ¹ + 34 ³	33 ¹ + 34 ¹ 33 ² + 34 ¹ 33 ¹ + 34 ²	
35 + 36 + 38		35 ² + 36 ² + 38 ¹ 35 ¹ + 36 ² + 38 ² 35 ² + 36 ² + 38 ² 35 ¹ + 36 ³ + 38 ² 35 ² + 36 ³ + 38 ² 35 ² + 36 ² + 38 ³ 35 ¹ + 36 ² + 38 ⁴ 35 ² + 36 ² + 38 ⁴ 35 ¹ + 36 ³ + 38 ⁴ 35 ² + 36 ³ + 38 ⁴	35 ¹ + 36 ² + 38 ¹ 35 ² + 36 ¹ + 38 ² 35 ¹ + 36 ² + 38 ³ 35 ² + 36 ¹ + 38 ⁴	35 ¹ + 36 ¹ + 38 ¹ 35 ² + 36 ¹ + 38 ¹ 35 ¹ + 36 ³ + 38 ¹ 35 ² + 36 ³ + 38 ¹ 35 ¹ + 36 ¹ + 38 ² 35 ¹ + 36 ¹ + 38 ³ 35 ¹ + 36 ³ + 38 ³ 35 ² + 36 ³ + 38 ³ 35 ¹ + 36 ¹ + 38 ⁴
37 + 48		37 ¹ + 48 ²	37 ¹ + 48 ¹	
46 + 48		46 ¹ + 48 ²	46 ² + 48 ²	46 ¹ + 48 ¹ 46 ² + 48 ¹

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Sensibilität weniger hoch (GE 12a)	Sensibilität hoch (GE 12b)	Sensibilität besonders hoch (GE 12c)
		$(11^1 + 48^1) + 33^4 + (-) + (35^2 + 36^2 + 38^1) / (35^1 + 36^2 + 38^2) / (35^2 + 36^2 + 38^2) / (35^1 + 36^2 + 38^2) / (35^2 + 36^2 + 38^2) / (35^2 + 36^2 + 38^3) / (35^1 + 36^2 + 38^4) / (35^2 + 36^2 + 38^4) / (35^1 + 36^3 + 38^4) / (35^2 + 36^3 + 38^4) + (37^1 + 48^1) + (46^1 + 48^1) / (46^2 + 48^1)$
		$(11^1 + 48^1) + 33^4 + (-) + (35^2 + 36^2 + 38^1) / (35^1 + 36^2 + 38^2) / (35^2 + 36^2 + 38^2) / (35^1 + 36^2 + 38^2) / (35^2 + 36^2 + 38^2) / (35^2 + 36^2 + 38^3) / (35^1 + 36^2 + 38^4) / (35^2 + 36^2 + 38^4) / (35^1 + 36^3 + 38^4) / (35^2 + 36^3 + 38^4) + (37^1 + 48^1) + (-)$
		$(11^1 + 48^1) + 33^4 + (-) + (35^2 + 36^2 + 38^1) / (35^1 + 36^2 + 38^2) / (35^2 + 36^2 + 38^2) / (35^1 + 36^2 + 38^2) / (35^2 + 36^2 + 38^2) / (35^2 + 36^2 + 38^3) / (35^1 + 36^2 + 38^4) / (35^2 + 36^2 + 38^4) / (35^1 + 36^3 + 38^4) / (35^2 + 36^3 + 38^4) + (-) + (46^1 + 48^1) / (46^2 + 48^1)$
		$(11^1 + 48^1) + 33^4 + (-) + (35^2 + 36^2 + 38^1) / (35^1 + 36^2 + 38^2) / (35^2 + 36^2 + 38^2) / (35^1 + 36^2 + 38^2) / (35^2 + 36^2 + 38^2) / (35^2 + 36^2 + 38^3) / (35^1 + 36^2 + 38^4) / (35^2 + 36^2 + 38^4) / (35^1 + 36^3 + 38^4) / (35^2 + 36^3 + 38^4) + (-) + (-)$
		$(11^1 + 48^1) + 33^4 + (-) + (35^1 + 36^2 + 38^1) / (35^2 + 36^1 + 38^2) / (35^1 + 36^2 + 38^3) / (35^2 + 36^1 + 38^4) + (37^1 + 48^1) + (46^1 + 48^1) / (46^2 + 48^1)$
		$(11^1 + 48^1) + 33^4 + (-) + (35^1 + 36^2 + 38^1) / (35^2 + 36^1 + 38^2) / (35^1 + 36^2 + 38^3) / (35^2 + 36^1 + 38^4) + (-) + (46^1 + 48^1) / (46^2 + 48^1)$
		$(11^1 + 48^1) + 33^4 + (-) + (35^1 + 36^2 + 38^1) / (35^2 + 36^1 + 38^2) / (35^1 + 36^2 + 38^3) / (35^2 + 36^1 + 38^4) + (-) + (-)$
		$(11^1 + 48^1) + 33^4 + (-) + (35^1 + 36^1 + 38^1) / (35^2 + 36^1 + 38^1) / (35^1 + 36^3 + 38^1) / (35^2 + 36^3 + 38^1) / (35^1 + 36^1 + 38^2) / (35^2 + 36^1 + 38^3) / (35^1 + 36^3 + 38^3) / (35^2 + 36^1 + 38^4) + (37^1 + 48^1) + (46^1 + 48^1) / (46^2 + 48^1)$
		$(11^1 + 48^1) + 33^4 + (-) + (35^1 + 36^1 + 38^1) / (35^2 + 36^1 + 38^1) / (35^1 + 36^3 + 38^1) / (35^2 + 36^3 + 38^1) / (35^1 + 36^1 + 38^2) / (35^2 + 36^1 + 38^3) / (35^1 + 36^3 + 38^3) / (35^2 + 36^1 + 38^4) + (37^1 + 48^1) + (-)$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Sensibilität weniger hoch (GE 12a)	Sensibilität hoch (GE 12b)	Sensibilität besonders hoch (GE 12c)
		$(-)+(-)+(33^1+34^1)/(33^2+34^1)/(33^1+34^2)+(-)+(37^1+48^2)+(-)$
		$(-)+(-)+(33^1+34^1)/(33^2+34^1)/(33^1+34^2)+(-)+(37^1+48^1)+(46^1+48^1)/(46^2+48^1)$
		$(-)+(-)+(33^1+34^1)/(33^2+34^1)/(33^1+34^2)+(-)+(37^1+48^1)+(-)$
		$(-)+(-)+(33^1+34^1)/(33^2+34^1)/(33^1+34^2)+(-)+(-)+(46^1+48^2)$
		$(-)+(-)+(33^1+34^1)/(33^2+34^1)/(33^1+34^2)+(-)+(-)+(46^2+48^2)$
		$(-)+(-)+(33^1+34^1)/(33^2+34^1)/(33^1+34^2)+(-)+(-)+(46^1+48^1)/(46^2+48^1)$
		$(-)+(-)+(33^1+34^1)/(33^2+34^1)/(33^1+34^2)+(-)+(-)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^2+36^2+38^1)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^2)/(35^1+36^3+38^2)/(35^2+36^3+38^4)/(35^2+36^2+38^3)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^4)/(35^1+36^3+38^4)/(35^2+36^3+38^4)/(37^1+48^2)+(46^1+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^2+36^2+38^1)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^2)/(35^1+36^3+38^2)/(35^2+36^3+38^4)/(35^2+36^2+38^3)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^4)/(35^1+36^3+38^4)/(35^2+36^3+38^4)+(37^1+48^2)+(46^2+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^2+36^2+38^1)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^2)/(35^1+36^3+38^2)/(35^2+36^3+38^4)/(35^2+36^2+38^3)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^4)/(35^1+36^3+38^4)/(35^2+36^3+38^4)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^2+36^2+38^1)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^2)/(35^1+36^3+38^2)/(35^2+36^3+38^4)/(35^2+36^2+38^3)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^4)/(35^1+36^3+38^4)/(35^2+36^3+38^4)+(37^1+48^1)+(46^1+48^1)/(46^2+48^1)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^2+36^2+38^1)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^2)/(35^1+36^3+38^2)/(35^2+36^3+38^4)/(35^2+36^2+38^3)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^4)/(35^1+36^3+38^4)/(35^2+36^3+38^4)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^2+36^2+38^1)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^2)/(35^1+36^3+38^2)/(35^2+36^3+38^4)/(35^2+36^2+38^3)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^4)/(35^1+36^3+38^4)/(35^2+36^3+38^4)+(-)+(46^2+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^2+36^2+38^1)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^2)/(35^1+36^3+38^2)/(35^2+36^3+38^4)/(35^2+36^2+38^3)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^4)/(35^1+36^3+38^4)/(35^2+36^3+38^4)+(-)+(46^1+48^1)/(46^2+48^1)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^2+36^2+38^1)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^2)/(35^1+36^3+38^2)/(35^2+36^3+38^4)/(35^2+36^2+38^3)/(35^1+36^2+38^4)/(35^2+36^2+38^4)/(35^1+36^3+38^4)/(35^2+36^3+38^4)+(-)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^1+38^2)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^1+38^4)/(37^1+48^2)+(46^1+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^1+38^2)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^1+38^4)/(37^1+48^2)+(46^2+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^1+38^2)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^1+38^4)+(37^1+48^2)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^1+38^2)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^1+38^4)/(37^1+48^1)+(46^1+48^1)/(46^2+48^1)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^1+38^2)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^1+38^4)+(37^1+48^1)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^1+38^2)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^1+38^4)+(-)+(46^1+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^1+38^2)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^1+38^4)+(-)+(46^2+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^1+38^2)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^1+38^4)+(-)+(46^1+48^1)/(46^2+48^1)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^1+38^2)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^1+38^4)+(-)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^1+38^1)/(35^2+36^1+38^1)/(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^3+38^1)/(35^1+36^1+38^2)/(35^1+36^1+38^3)/(35^2+36^1+38^3)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^3+38^3)/(35^1+36^1+38^4)+(37^1+48^2)+(46^1+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^1+38^1)/(35^2+36^1+38^1)/(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^3+38^1)/(35^1+36^1+38^2)/(35^1+36^1+38^3)/(35^2+36^1+38^3)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^3+38^3)/(35^1+36^1+38^4)+(37^1+48^2)+(46^2+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^1+38^1)/(35^2+36^1+38^1)/(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^3+38^1)/(35^1+36^1+38^2)/(35^1+36^1+38^3)/(35^2+36^1+38^3)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^3+38^3)/(35^1+36^1+38^4)+(37^1+48^2)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^1+38^1)/(35^2+36^1+38^1)/(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^3+38^1)/(35^1+36^1+38^2)/(35^1+36^1+38^3)/(35^2+36^1+38^3)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^3+38^3)/(35^1+36^1+38^4)+(37^1+48^1)+(46^1+48^1)/(46^2+48^1)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^1+38^1)/(35^2+36^1+38^1)/(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^3+38^1)/(35^1+36^1+38^2)/(35^1+36^1+38^3)/(35^2+36^1+38^3)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^3+38^3)/(35^1+36^1+38^4)+(37^1+48^1)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^1+38^1)/(35^2+36^1+38^1)/(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^3+38^1)/(35^1+36^1+38^2)/(35^1+36^1+38^3)/(35^2+36^1+38^3)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^3+38^3)/(35^1+36^1+38^4)+(-)+(46^1+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^1+38^1)/(35^2+36^1+38^1)/(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^3+38^1)/(35^1+36^1+38^2)/(35^1+36^1+38^3)/(35^2+36^1+38^3)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^3+38^3)/(35^1+36^1+38^4)+(-)+(46^2+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^1+38^1)/(35^2+36^1+38^1)/(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^3+38^1)/(35^1+36^1+38^2)/(35^1+36^1+38^3)/(35^2+36^1+38^3)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^3+38^3)/(35^1+36^1+38^4)+(-)+(46^1+48^1)/(46^2+48^1)$
		$(-)+(-)+(-)+(35^1+36^1+38^1)/(35^2+36^1+38^1)/(35^1+36^2+38^1)/(35^2+36^3+38^1)/(35^1+36^1+38^2)/(35^1+36^1+38^3)/(35^2+36^1+38^3)/(35^1+36^2+38^3)/(35^2+36^3+38^3)/(35^1+36^1+38^4)+(-)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+48^2)+(46^1+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+48^2)+(46^2+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+48^2)+(-)$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Sensibilität weniger hoch (GE 12 _A)	Sensibilität hoch (GE 12 _B)	Sensibilität besonders hoch (GE 12 _C)
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+48^1)+(46^1+48^1)/(46^2+48^1)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(37^1+48^1)+(-)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(46^1+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(46^2+48^2)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(46^1+48^1)/(46^2+48^1)$
		$(-)+(-)+(-)+(-)+(-)+(-)$

SA-Gruppe 13 von 13:

Zuordnungstabelle Gefährdungseinschätzung Gruppe 13				
Einschätzung: Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal				
Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
16	16^2			
(3 + 33 + 35 + 45) + (33 + 34)	$(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^2)$ $(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^3)$ $(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ $(3^1 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^2)$ $(3^1 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^3)$ $(3^1 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ $(3^1 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^2)$ $(3^1 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^3)$ $(3^1 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ $(3^2 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^2)$ $(3^2 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^3)$ $(3^2 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ $(3^2 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^2)$ $(3^2 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^3)$ $(3^2 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ $(3^1 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^2)$ $(3^1 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^3)$ $(3^1 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ $(3^1 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^2)$ $(3^1 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ $(3^1 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^3)$ $(3^1 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^2)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^3)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ $(3^2 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^2)$ $(3^2 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^3)$ $(3^2 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ $(3^2 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^2)$ $(3^2 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^3)$ $(3^1 + 33^1 + 35^3 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^2)$ $(3^1 + 33^1 + 35^3 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$	$(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^2)$ $(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$ $(3^1 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^1 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^2)$ $(3^1 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$ $(3^1 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^1 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^2)$ $(3^1 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$ $(3^2 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^2 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^2)$ $(3^2 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$ $(3^2 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^1 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^1 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^2)$ $(3^1 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$ $(3^1 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^1 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^2)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^2)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^2)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$ $(3^2 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^2 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^2)$ $(3^2 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$ $(3^2 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^2 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^2)$ $(3^2 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$	$(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^1)$ $(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$ $(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^2)$ $(3^1 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$ $(3^1 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^2)$ $(3^1 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^1 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$ $(3^1 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^2)$ $(3^2 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$ $(3^2 + 33^2 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^2)$ $(3^2 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^2 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$ $(3^1 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^1)$ $(3^1 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$ $(3^1 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^1)$ $(3^1 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^2)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^2)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$ $(3^1 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^2)$ $(3^2 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$ $(3^2 + 33^2 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^2)$ $(3^2 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^1)$ $(3^2 + 33^3 + 35^2 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$ $(3^1 + 33^1 + 35^3 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^1)$ $(3^1 + 33^1 + 35^3 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$	

Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
		$(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^1 + 36^3 + 38^2)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^2 + 36^3 + 38^2)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^2 + 36^2 + 38^3)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^1 + 36^2 + 38^4)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^2 + 36^2 + 38^1)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^1 + 36^3 + 38^4)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^2 + 36^3 + 38^1)$	$(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^2 + 36^1 + 38^1)$	$(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^2 + 36^3 + 38^1)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^1 + 36^1 + 38^2)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^1 + 36^1 + 38^3)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^2 + 36^1 + 38^4)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^1 + 36^3 + 38^1)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^2 + 36^3 + 38^2)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^1 + 36^1 + 38^3)$ $(3^3 + 33^1 + 35^2 + 45^2)$ $+ (35^2 + 36^3 + 38^4)$
44 + 45	44 ³ + 45 ²	44 ² + 45 ²	44 ¹ + 45 ²	
45				45 ¹

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Sensibilität weniger hoch (GE 13 _a)	Sensibilität hoch (GE 13 _b)	Sensibilität besonders hoch (GE 13 _c)
$16^2 + [(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^3 + 34^2)] / [(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^2 + 34^3)] / [(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^3 + 34^4)] / [(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^4 + 34^5)] / [(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^5 + 34^6)] / [(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^6 + 34^7)] / [(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^7 + 34^8)] / [(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^8 + 34^9)] / [(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^9 + 34^{10})]$		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten		
Sensibilität weniger hoch (GE 13a)	Sensibilität hoch (GE 13b)	Sensibilität besonders hoch (GE 13c)
$16^4 + \left(\frac{(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^3 + 34^1)}{[(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^2 + 34^2)]} \right) \left(\frac{(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^1 + 34^3)}{[(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^3 + 34^1)]} \right) \left(\frac{(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^3 + 34^1)}{[(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^3 + 34^1)]} \right) \left(\frac{(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^3 + 34^1)}{[(3^1 + 33^1 + 35^1 + 45^2) + (33^3 + 34^1)]} \right)$ <p>[The rest of the content in the table body is highly repetitive mathematical formulas, which have been truncated for brevity as they follow a similar pattern. The formulas involve various combinations of powers and sums of numbers 3, 33, 35, 45, and 34, often enclosed in large fractions.]</p>		

3.4.5 Textbausteine Situationsbeschreibung

Textbausteine SB

Die sieben Fragebögen des Expertensystems enthalten zur fallspezifischen Situationserhebung 54 Fragen mit insgesamt 143 Antwortmöglichkeiten. Jede der Antworten wurde für das abschließende automatisierte Kurzgutachten ein beschreibender Satz als Textbaustein zugewiesen.

Dieser dient in einer späteren Softwareumsetzung zum einen der zusammenfassenden textlichen Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation im betroffenen Wasserschutzgebiet und zum anderen der nochmaligen Überprüfung der richtigen Beantwortung der Erhebungsfragen durch den Nutzer des Expertensystems, welche für eine belastbare Gefährdungseinschätzung und Zuweisung von Empfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung zwingend erforderlich ist („Situationsdarstellung in 54 Sätzen“).

Die Kürzel der Textbausteine entsprechen den der Antworten aus den Fragebögen zuzüglich des Präfixes TSB für „Textbaustein Situationsbeschreibung“, so dass die Zusammengehörigkeit zwischen Antwort und Textbaustein direkt erkannt werden kann. Beim Zutreffen der Antwort 3 zu Frage 1, also beim Zutreffen der Antwort 1³, wird demnach der Textbaustein TSB 1³ zugewiesen.

Textbausteine	
Situationsbeschreibung zur Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation (TSB)	
TSB 1¹:	Die vorgesehene maximale Rohrenweite des Abwasserkanals beträgt nicht mehr als DN/ID 400.
TSB 1²:	Die vorgesehene maximale Rohrenweite des Abwasserkanals beträgt nicht mehr als DN/ID 800, liegt jedoch über DN/ID 400.
TSB 1³:	Die vorgesehene maximale Rohrenweite des Abwasserkanals beträgt nicht mehr als DN/ID 1200, liegt jedoch über DN/ID 800.
TSB 1⁴:	Die vorgesehene maximale Rohrenweite des Abwasserkanals beträgt über DN/ID 1200.
TSB 2¹:	Beim geplanten Abwasserkanal handelt es sich um eine Freispiegelleitung bzw. einen Freispiegelkanal.
TSB 2²:	Beim geplanten Abwasserkanal handelt es sich um einen Staukanal.
TSB 2³:	Beim geplanten Abwasserkanal handelt es sich um eine Druckleitung bzw. einen Druckkanal.
TSB 2⁴:	Beim geplanten Abwasserkanal handelt es sich um eine Unterdruckleitung bzw. einen Unterdruckkanal.
TSB 3¹:	Die Gründungstiefe des Verlegungsgrabens bzw. der Bohrlochsohle liegt bei 1,75 m oder weniger.
TSB 3²:	Die Gründungstiefe des Verlegungsgrabens bzw. der Bohrlochsohle liegt bei maximal 4,00 m, jedoch über 1,75 m.
TSB 3³:	Die Gründungstiefe des Verlegungsgrabens bzw. der Bohrlochsohle liegt bei über 4,00 m.
TSB 4¹:	Die vorgesehene Haltungslänge, d.h. der Schachtabstand beträgt nicht mehr als 70 m.
TSB 4²:	Die vorgesehene Haltungslänge, d.h. der Schachtabstand beträgt nicht mehr als 100 m, liegt allerdings über 70 m.
TSB 4³:	Die vorgesehene Haltungslänge, d.h. der Schachtabstand beträgt über 100 m.
TSB 5¹:	Die geplante Linienführung des Abwasserkanals ist gerade.
TSB 5²:	Die geplante Linienführung des Abwasserkanals ist gekrümmt bzw. bereichsweise gekrümmt.
TSB 6¹:	Für den Abwasserkanal sind Ein-Schicht-Rohre, z.B. aus Beton/Stahlbeton, Faserzement, Steinzeug, Gusseisen, PRC, PVC, PE oder GFK, vorgesehen.
TSB 6²:	Für den Abwasserkanal sind Zwei-Schicht-Rohre, z.B. Beton-/Stahlbetonrohre mit integriertem Korrosionsschutz (Inliner/Auskleidung) aus Steinzeug, PVC, GFK, vorgesehen.
TSB 7¹:	Als Rohrverbindungstyp sollen Steckverbindungen zum Einsatz kommen.
TSB 7²:	Als Rohrverbindungstyp sollen Schweißverbindungen zum Einsatz kommen.

Textbausteine	
Situationsbeschreibung zur Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation (TSB)	
TSB 8¹:	Die Baulänge der Kanalrohre liegt bei maximal 4,0 m.
TSB 8²:	Die Baulänge der Kanalrohre liegt bei über 4,0 m.
TSB 9¹:	Bei dem geplanten Entwässerungssystem handelt es sich um ein Mischsystem mit gemeinsamer Ableitung von Schmutz- und Regenwasser.
TSB 9²:	Bei dem geplanten Entwässerungssystem handelt es sich um ein Trennsystem mit Schmutz- und Regenwasserentkopplung.
TSB 9³:	Bei dem geplanten Entwässerungssystem handelt es sich um ein modifiziertes Mischsystem, wobei ein Teil des Regenwassers mit dem Schmutzwasser und der restliche Regenwasseranteil separat abgeleitet wird.
TSB 9⁴:	Bei dem geplanten Entwässerungssystem handelt es sich um ein System in Verbindung mit einer Klein- oder Pflanzenkläranlage.
TSB 9⁵:	Bei dem geplanten Entwässerungssystem handelt es sich um eine Anordnung von Schmutzwasserkanälen in begehbaren Regen- oder Mischwasserkanälen.
TSB 10¹:	Innerhalb des Wasserschutzgebietes sind außer Schächten weitere abwassertechnische Bauwerke geplant.
TSB 10²:	Innerhalb des Wasserschutzgebietes sind keine abwassertechnische Bauwerke geplant (etwaige Schächte ausgenommen).
TSB 11¹:	Bei dem abzuleitenden Abwasser wird es sich ausschließlich um häusliches Abwasser handeln.
TSB 11²:	Bei dem abzuleitenden Abwasser wird es sich (auch) um nicht häusliches Abwasser handeln.
TSB 12¹:	Es ist beabsichtigt, die Anschlussleitungen direkt an den Hauptkanal anzubinden.
TSB 12²:	Es ist beabsichtigt, die Anschlussleitungen indirekt über Schächte einzubinden.
TSB 13¹:	Der Abwasserkanal wird als Sammler eine geringe bis normale Bedeutung besitzen.
TSB 13²:	Der Abwasserkanal wird als Hauptsammler eine übergeordnete Bedeutung besitzen und soll als Ein-Kanal-System umgesetzt werden.
TSB 13³:	Der Abwasserkanal wird als Hauptsammler eine übergeordnete Bedeutung besitzen und soll als Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillingskanal-System umgesetzt werden.
TSB 14¹:	Die Schächte werden als Ortbetonschächte ausgeführt.
TSB 14²:	Die Schächte werden als einteilige Fertigteilschächte ausgeführt.
TSB 14³:	Die Schächte werden als mehrteilige Fertigteilschächte ausgeführt.
TSB 14⁴:	Die Schächte werden als Schacht-im-Schacht-Systems ausgeführt.
TSB 15¹:	Es ist geplant, den Abwasserkanal in offener Bauweise zu errichten.
TSB 15²:	Es ist geplant, den Abwasserkanal mit Hilfe von Fräs- und Pflugverfahren zu errichten.
TSB 15³:	Es ist geplant, den Abwasserkanal in geschlossener Bauweise mit oder ohne Einsatz von Stütz- und Förderflüssigkeiten zu errichten.
TSB 16¹:	Als Leitungsbettung sollen körnige, ungebundene Baustoffe, z.B. Ein-Korn-Kies, Material gestufter Körnung, Sand, gebrochene Baustoffe, verwendet werden.
TSB 16²:	Als Leitungsbettung sollen hydraulisch gebundene Baustoffe, z.B. stabilisierter Boden, Leichtbeton, Magerbeton, verwendet werden.
TSB 16³:	Es ist keine zusätzliche künstliche Leitungsbettung vorgesehen.
TSB 17¹:	Die Baumaßnahme im Wasserschutzgebiet wird voraussichtlich wenige bis einige Wochen dauern.
TSB 17²:	Die Baumaßnahme im Wasserschutzgebiet wird voraussichtlich einige bis mehrere Monate dauern.
TSB 18¹:	Baustelle und Lagerplätze werden weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II liegen. Kritische Stoffe und Maschinen werden jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert bzw. umgefüllt bzw. gewartet.
TSB 18²:	Baustelle und Lagerplätze werden weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II liegen. Kritische Stoffe und Maschinen sollen mit Sondergenehmigung in der Schutzzone gelagert bzw. umgefüllt bzw. gewartet werden.
TSB 18³:	Baustelle und Lagerplätze werden weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III liegen. Kritische Stoffe und Maschinen werden jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert bzw. umgefüllt bzw. gewartet.
TSB 18⁴:	Baustelle und Lagerplätze werden weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III liegen. Kritische Stoffe und Maschinen sollen mit Sondergenehmigung in der Schutzzone gelagert bzw. umgefüllt bzw. gewartet werden.
TSB 18⁵:	Baustelle und Lagerplätze werden weitgehend außerhalb des Wasserschutzgebietes liegen.
TSB 19¹:	Von der geplanten Abwasserdurchleitung wird nur die Wasserschutzzone III als Weitere Schutzzone betroffen sein.
TSB 19²:	Von der geplanten Abwasserdurchleitung werden die Wasserschutzzonen II und III betroffen sein.
TSB 19³:	Von der geplanten Abwasserdurchleitung wird die Wasserschutzzone II als Engere Schutzzone betroffen sein, wobei ein allseitiger Sicherheitspuffer von 50 m um die Außengrenze der Schutzzone II mit eingeschlossen wird.
TSB 19⁴:	Von der geplanten Abwasserdurchleitung wird auch die Wasserschutzzone I und damit der Fasungsbereich einer Wassergewinnung betroffen sein.

Textbausteine	
Situationsbeschreibung zur Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation (TSB)	
TSB 20¹:	Die Wasserschutzzone/n wird/werden dabei nur über eine kurze Entfernung angeschnitten bzw. gequert.
TSB 20²:	Die Wasserschutzzone/n wird/werden dabei über eine längere Entfernung angeschnitten bzw. gequert.
TSB 21¹:	In dem von der geplanten Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzgebiet befinden sich zur Trinkwasserförderung genutzte oder vorgehaltene Brunnen.
TSB 21²:	In dem von der geplanten Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzgebiet befinden sich zur Trinkwasserförderung genutzte oder vorgehaltene Quelfassungen.
TSB 21³:	In dem von der geplanten Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzgebiet befinden sich zur Trinkwasserförderung genutzte oder vorgehaltene Brunnen und Quelfassungen.
TSB 22¹:	Die jährliche Grundwasserentnahme im Wasserschutzgebiet liegt bei über 1.000.000 m ³ .
TSB 22²:	Die jährliche Grundwasserentnahme im Wasserschutzgebiet liegt zwischen 100.000 m ³ und 1.000.000 m ³ .
TSB 22³:	Die jährliche Grundwasserentnahme im Wasserschutzgebiet liegt unter 100.000 m ³ .
TSB 23¹:	Eine Brunnengalerie ist vorhanden bzw. mehrere Brunnen liegen relativ nahe beieinander.
TSB 23²:	Eine Brunnengalerie ist nicht vorhanden. Es finden sich keine Brunnen mit geringem Abstand zueinander.
TSB 24¹:	Bei einer Außerbetriebnahme von Wassergewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet können die fehlenden Bereitstellungsmengen an Trinkwasser aus eigener Kraft durch andere Gewinnungsanlagen, Gewinnungsgebiete oder durch eine Fremdbesicherung über benachbarte Wasserversorger übernommen werden.
TSB 24²:	Das Wassergewinnungsgebiet und seine Gewinnungsanlage(n) sind unentbehrlich. Eine ausreichende Wasserbeschaffung von anderen Örtlichkeiten oder durch eine Fremdbesicherung ist nicht möglich.
TSB 24³:	Eine dauerhafte Stilllegung der potenziell gefährdeten Gewinnungsanlage(n) und Verlagerung der Wasserförderung auf andere Gewinnungsgebiete wäre denkbar.
TSB 25¹:	Es bestehen keine freien Förderkapazitäten im Gewinnungsgebiet mehr, welche eine Verlagerung der Wasserförderung innerhalb des Gewinnungsgebietes erlauben oder eine veränderte Betriebsweise der Gewinnungsanlagen (Entnahmerate/Betriebsdauer) möglich machen.
TSB 25²:	Es bestehen noch freie Förderkapazitäten im Gewinnungsgebiet, welche eine Verlagerung der Wasserförderung innerhalb des Gewinnungsgebietes erlauben oder eine veränderte Betriebsweise der Gewinnungsanlagen (Entnahmerate/Betriebsdauer) möglich machen.
TSB 26¹:	Das Gelände im Bereich der geplanten Trassenführung ist kaum oder nur schwach reliefiert bzw. geneigt.
TSB 26²:	Das Gelände im Bereich der geplanten Trassenführung ist reliefiert bzw. mittel geneigt.
TSB 26³:	Das Gelände im Bereich der geplanten Trassenführung ist stark reliefiert bzw. geneigt bis steil.
TSB 27¹:	Der Oberflächenabfluss orientiert sich zum Baubereich bzw. zur Baugrube hin.
TSB 27²:	Der Oberflächenabfluss orientiert sich vom Baubereich bzw. von der Baugrube weg.
TSB 28¹:	Das Umfeld der geplanten Kanaltrasse ist zu einem vergleichsweise geringen Grad versiegelt, z.B. Offenland, Wald, aufgelockerte Siedlungen mit Einzel- und Reihenhausbauung.
TSB 28²:	Das Umfeld der geplanten Kanaltrasse ist mitunter deutlich versiegelt, z.B. stärker verdichtete Siedlungen mit Einzel-, Reihen-, Hochhaus-, Blockrandbauung.
TSB 28³:	Das Umfeld der geplanten Kanaltrasse ist überwiegend stark versiegelt, z.B. Blockbauung, verdichtete Gewerbe- und Industrieflächen.
TSB 29¹:	Problemlose Zugänglichkeit und ausreichende Platzverhältnisse im späteren Baubereich sind sichergestellt.
TSB 29²:	Problemlose Zugänglichkeit und ausreichende Platzverhältnisse im späteren Baubereich sind nicht oder nicht überall sichergestellt.
TSB 30¹:	Zwischen dem geplanten Verlauf des Abwasserkanals und der Wassergewinnung liegt ein Oberflächengewässer mit hydraulischem Kontakt, welches in der Lage ist, kanal- oder baustellenbürtige Stoffeinträge abzufangen, bevor sie der Wassergewinnung zutreten.
TSB 30²:	Zwischen dem geplanten Verlauf des Abwasserkanals und der Wassergewinnung liegt kein Oberflächengewässer mit hydraulischem Kontakt, welches in der Lage wäre, kanal- oder baustellenbürtige Stoffeinträge abzufangen, bevor sie der Wassergewinnung zutreten.
TSB 31¹:	Es besteht die potenzielle Gefahr, dass der Baubereich während der Maßnahmenumsetzung infolge von Hochwässern überflutet wird.
TSB 31²:	Überschwemmungen des Baubereiches können ausgeschlossen werden.
TSB 32¹:	Bodensenkungen und -bewegungen im Baustellenbereich sind vorhanden oder zu befürchten.
TSB 32²:	Bodensenkungen und -bewegungen im Baustellenbereich können ausgeschlossen werden.
TSB 33¹:	Die Mächtigkeit der Lockergesteinsdeckschichten liegt bei maximal 2 m.
TSB 33²:	Die Mächtigkeit der Lockergesteinsdeckschichten liegt über 2 m beträgt jedoch maximal 10 m.

Textbausteine	
Situationsbeschreibung zur Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation (TSB)	
TSB 33³:	Die Mächtigkeit der Lockergesteinsdeckschichten liegt über 10 m.
TSB 33⁴:	Es sind keine Lockergesteinsdeckschichten ausgebildet.
TSB 34¹:	Die Lockergesteinsdeckschichten sind dominant kiesig und/oder sandig und besitzen keine deutlichen Beimengungen an feinerem Korn.
TSB 34²:	Die Lockergesteinsdeckschichten sind kiesig und/oder sandig und besitzen erhebliche Anteile an feinerem Korn.
TSB 34³:	Die Lockergesteinsdeckschichten sind dominant schluffig und/oder tonig.
TSB 35¹:	Die Mächtigkeit der Festgesteinsdeckschichten beträgt maximal 20 m.
TSB 35²:	Die Mächtigkeit der Festgesteinsdeckschichten beträgt über 20 m.
TSB 35³:	Es sind keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet.
TSB 36¹:	Bei den Festgesteinsdeckschichten handelt sich um aus rolligen Einzelkörnern aufgebaute Sedimentgesteine, z.B. Konglomerat, Sandstein.
TSB 36²:	Bei den Festgesteinsdeckschichten handelt sich um feinkörnige, bindige Sedimentgesteine, z.B. Tonstein, Schluffstein, Mergelstein.
TSB 36³:	Bei den Festgesteinsdeckschichten handelt sich um Magmatite, Metamorphite oder Kalkgestein.
TSB 37¹:	Zwischen Kanal und Grundwasserleiter existiert eine bzw. existieren mehrere weiträumig ausgebildete wasserstauende Schicht/en.
TSB 37²:	Zwischen Kanal und Grundwasserleiter existiert keine weiträumig ausgebildete wasserstauende Schicht.
TSB 38¹:	Eine relevante Klüftung ist offensichtlich nur in den Deckschichten vorhanden.
TSB 38²:	Eine relevante Klüftung ist offensichtlich nur im Grundwasserleiter vorhanden.
TSB 38³:	Eine relevante Klüftung ist offensichtlich in den Deckschichten und im Grundwasserleiter vorhanden.
TSB 38⁴:	Eine relevante Klüftung ist offensichtlich weder in Deckschichten noch im Grundwasserleiter vorhanden.
TSB 39¹:	Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters liegt bei einigen Metern bis wenigen Zehner Metern.
TSB 39²:	Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters liegt bei mehreren Zehner Metern oder mehr.
TSB 40¹:	Der vorzufindende Lockergesteinsgrundwasserleiter besitzt einen dominant kiesigen und/oder sandigen lithologischen Charakter ohne deutliche Beimengungen an feinerem Korn.
TSB 40²:	Der vorzufindende Lockergesteinsgrundwasserleiter besitzt einen kiesigen und/oder sandigen lithologischen Charakter und zeigt erhebliche Anteile an feinerem Korn.
TSB 40³:	Der vorzufindende Festgesteinsgrundwasserleiter besteht aus einem aus rolligen Einzelkörnern aufgebauten Sedimentgestein, z.B. Konglomerat, Sandstein.
TSB 40⁴:	Der vorzufindende Festgesteinsgrundwasserleiter besteht aus einem Magmatit, Metamorphit oder aus Kalkgestein.
TSB 41¹:	Der geologische Untergrund fällt vom Trassenverlauf aus in Richtung einer oder mehrerer Wassergewinnungsanlage/n ein.
TSB 41²:	Der geologische Untergrund vom Trassenverlauf fällt nicht in Richtung einer Wassergewinnungsanlage ein.
TSB 42¹:	Im Untergrund lassen sich unterschiedliche Grundwasserstockwerke voneinander abgrenzen.
TSB 42²:	Unterschiedliche Grundwasserstockwerke lassen sich im Untergrund nicht abgrenzen.
TSB 43¹:	Die Kanalbaumaßnahme wird im gleichen Grundwasserstockwerk stattfinden wie die Grundwasserentnahme.
TSB 43²:	Die Kanalbaumaßnahme wird nicht im zur Grundwasserförderung herangezogenen Grundwasserstockwerk stattfinden.
TSB 44¹:	Der Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel beträgt nicht mehr als maximal 5 m.
TSB 44²:	Der Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel beträgt nicht mehr als maximal 20 m, liegt jedoch über 5 m.
TSB 44³:	Der Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel beträgt mehr als 20 m.
TSB 45¹:	Das Niveau des Grundwasserspiegels befindet sich (stellenweise) oberhalb der Kanalsohle.
TSB 45²:	Das Niveau des Grundwasserspiegels befindet sich unterhalb der Kanalsohle.
TSB 46¹:	Die hydraulische Drucksituation im Grundwasserleiter ist gespannt.
TSB 46²:	Die hydraulische Drucksituation im Grundwasserleiter ist halbgespannt oder halbungespannt.
TSB 46³:	Die hydraulische Drucksituation im Grundwasserleiter ist ungespannt.
TSB 47¹:	Im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrere Gewinnungsanlagen konnten bislang nennenswerte Veränderungen der Grundwasserqualität in Form von Verkeimungen bzw. bakteriologischen Auffälligkeiten oder hydrochemischen Beeinflussungen bzw. Kontaminationen festgestellt werden.

Textbausteine	
Situationsbeschreibung zur Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation (TSB)	
TSB 47²:	Im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrere Gewinnungsanlagen konnten bislang nennenswerte Veränderungen der Grundwasserqualität in Form von Trübungen bzw. Sandförderung festgestellt werden.
TSB 47³:	Im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrere Gewinnungsanlagen konnten bislang nennenswerte Veränderungen der Grundwasserqualität in Form von Verkeimungen bzw. bakteriologische Auffälligkeiten oder hydrochemischen Beeinflussungen bzw. Kontaminationen sowie in Form von Trübungen bzw. Sandförderung festgestellt werden.
TSB 47⁴:	Im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrere Gewinnungsanlagen konnten bislang keine nennenswerten Veränderungen der Grundwasserqualität festgestellt werden.
TSB 48¹:	Beeinträchtigungen des zu Tage geförderten Grundwassers durch oberflächenbürtige Einflüsse sind belegt.
TSB 48²:	Beeinträchtigungen des zu Tage geförderten Grundwassers durch oberflächenbürtige Einflüsse sind nicht belegt.
TSB 49¹:	Der räumliche Untergrundaufbau ist durch direkte oder indirekte Untersuchungen ausreichend bekannt, so dass Analogieschlüsse im Wasserschutzgebiet möglich sind. Es liegen belastbare Informationen zur baulichen Ausführung der Gewinnungsanlagen vor.
TSB 49²:	Der räumliche Untergrundaufbau sowie die bauliche Ausführung der Gewinnungsanlagen sind durch direkte oder indirekte Untersuchungen nicht ausreichend bekannt. Analogieschlüsse im Wasserschutzgebiet sind daher schwierig. Die Belastbarkeit vorliegender Kenntnisse ist fraglich.
TSB 50¹:	Es liegen Pumpversuchsergebnisse vor, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind.
TSB 50²:	Pumpversuche wurden nicht durchgeführt oder dokumentiert bzw. die Ergebnisse durchgeführter Versuche sind unzureichend oder zweifelhaft.
TSB 51¹:	Es wurden Tracertests durchgeführt, welche ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar sind.
TSB 51²:	Es wurden keine Tracertests durchgeführt bzw. Dokumentation und Ergebnisse durchgeführter Versuche sind unzureichend bzw. zweifelhaft.
TSB 52¹:	Ein Strömungsmodell mit belastbaren Ergebnissen wurde erarbeitet und liegt vor.
TSB 52²:	Ein (belastbares) Strömungsmodell ist nicht existent, Ansatz und/oder Ergebnisse etwaig angestellter Strömungsbetrachtungen sind unzureichend bzw. zweifelhaft.
TSB 53¹:	In jüngerer Vergangenheit wurden TV-Befahrungen und/oder geophysikalische Brunnenuntersuchungen durchgeführt, zu denen Ergebnisberichte und Datenmaterial in Form ausführlicher Plots, Videobänder, Kurzberichte und/oder Feldplots bzw. Felddarstellungen o.ä. vorliegen.
TSB 53²:	In jüngerer Vergangenheit wurden keine TV-Befahrungen und/oder geophysikalische Brunnenuntersuchungen durchgeführt. Ergebnisse oder Aussagekraft etwaig durchgeführter Untersuchungen sind unzureichend oder nicht mehr repräsentativ.
TSB 54¹:	Es kann auf längere analytische Messreihen bzw. Trendkurven verschiedener bakteriologischer bzw. chemischer Parameter für das Rohwasser zurückgegriffen werden.
TSB 54²:	Es kann auf keine längeren analytischen Messreihen bzw. Trendkurven verschiedener bakteriologischer bzw. chemischer Parameter für das Rohwasser zurückgegriffen werden bzw. vorliegende Analysen sind fragwürdig oder nicht belastbar.

3.4.6 Textbausteine Gefährdungsabschätzung

Textbausteine GE

Den Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen, welche aus dem Zusammenwirken der gruppierten Schlüsselantworten hervorgehen, wurde ebenfalls jeweils ein kurzer beschreibender Satz zugeordnet, der anführt, ob die für die Gesamteinschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials alleinig und in Kombination miteinander betrachteten Schlüsselantworten bzw. Schlüsselantwortkombinationen zu einer Verschärfung, Bestätigung oder Entschärfung des Gefährdungsrisikos beitragen.

Für die 13 Schlüsselantwortgruppen, denen jeweils eine von drei möglichen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätsbewertungen zuzuweisen sind, waren damit 39 Textbausteine erforderlich. Diese weisen daraufhin, wie die einzelnen Schlüsselantwortgruppen im Hinblick auf das Grundwassergefährdungspotenzial zu bewerten sind.

Die Benennung der Textbausteine erfolgte über die Kürzel, welche den gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen in den Zuordnungstabellen zugewiesen werden können (vgl. Kapitel 3.4.4) und setzt sich aus dem Präfix TGE für „Textbaustein Gefährdungseinschätzungen“ und der Nummerierung 1 bis 13 der Schlüsselantwortgruppen zusammen, welche durch einen Indexvermerk ergänzt wird, welcher die der Gruppe zugewiesene Gefährdungs- bzw. Sensibilitätsbewertung anführt. Der Vermerk „...A“ steht dabei für die Bewertung „weniger hoch“, „...B“ für „hoch“ und „...C“ für „besonders hoch“. Sollte z.B. das Zusammenwirken der Schlüsselantworten der SA-Gruppe 2 für eine „besonders hohe Gefährdung“ sprechen, würde folglich der Textbaustein TGE 2_C zugewiesen werden.

Zudem enthält die Auflistung der Textbausteine die Bausteine TGE A, TGE B und TGE C, welche den Text für die Zuweisung des Grundwassergesamtgefährdungspotenzials darstellen und deren Zuweisung aus der abschließenden gemeinsamen Bewertung der gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen hervorgeht (vgl. Kapitel 3.4.3).

Textbausteine	
Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials (TGE)	
TGE 1_A:	Die Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers wird als weniger hoch eingeschätzt.
TGE 1_B:	Die Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers wird als hoch eingeschätzt.
TGE 1_C:	Die Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers wird als besonders hoch eingeschätzt.
TGE 2_A:	Die systemimmanente Gefährdung durch das gewählte Entwässerungssystem und etwaige abwassertechnische Bauwerke wird als weniger hoch beurteilt.
TGE 2_B:	Die systemimmanente Gefährdung durch das gewählte Entwässerungssystem und etwaige abwassertechnische Bauwerke wird als hoch beurteilt.
TGE 2_C:	Die systemimmanente Gefährdung durch das gewählte Entwässerungssystem und etwaige abwassertechnische Bauwerke wird als besonders hoch beurteilt.
TGE 3_A:	Das Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehlschlüssen wird als weniger hoch erachtet.
TGE 3_B:	Das Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehlschlüssen wird als hoch erachtet.
TGE 3_C:	Das Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehlschlüssen wird als besonders hoch erachtet.
TGE 4_A:	Das Risiko, dass auftretende Kanalschäden nicht oder spät erkannt werden sowie die Schwierigkeiten, Inspektionen und Sanierungen durchzuführen, ist weniger hoch.
TGE 4_B:	Das Risiko, dass auftretende Kanalschäden nicht oder spät erkannt werden sowie die Schwierigkeiten, Inspektionen und Sanierungen durchzuführen, ist hoch.
TGE 4_C:	Das Risiko, dass auftretende Kanalschäden nicht oder spät erkannt werden sowie die Schwierigkeiten, Inspektionen und Sanierungen durchzuführen, ist besonders hoch.
TGE 5_A:	Die Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im Untergrund wird als weniger hoch eingeschätzt.
TGE 5_B:	Die Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im Untergrund wird als hoch eingeschätzt.
TGE 5_C:	Die Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im Untergrund wird als besonders hoch eingeschätzt.

Textbausteine	
Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials (TGE)	
TGE 6_A:	Die von den baulichen Eingriffen in den Untergrund ausgehende Gefährdung ist weniger hoch.
TGE 6_B:	Die von den baulichen Eingriffen in den Untergrund ausgehende Gefährdung ist hoch.
TGE 6_C:	Die von den baulichen Eingriffen in den Untergrund ausgehende Gefährdung ist besonders hoch.
TGE 7_A:	Das aus der Lage und Einrichtung der Baustelle resultierende Risiko wird als weniger hoch eingestuft.
TGE 7_B:	Das aus der Lage und Einrichtung der Baustelle resultierende Risiko wird als hoch eingestuft.
TGE 7_C:	Das aus der Lage und Einrichtung der Baustelle resultierende Risiko wird als besonders hoch eingestuft.
TGE 8_A:	Das Risiko, dass es einem Zutreten von Oberflächenwasser in den Baubereich kommt, ist weniger hoch.
TGE 8_B:	Das Risiko, dass es einem Zutreten von Oberflächenwasser in den Baubereich kommt, ist hoch.
TGE 8_C:	Das Risiko, dass es einem Zutreten von Oberflächenwasser in den Baubereich kommt, ist besonders hoch.
TGE 9_A:	Die Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone/n wird als weniger hoch eingeschätzt.
TGE 9_B:	Die Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone/n wird als hoch eingeschätzt.
TGE 9_C:	Die Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone/n wird als besonders hoch eingeschätzt.
TGE 10_A:	Im Hinblick auf Vorbelastungen wird die Sensibilität des Grundwassers als weniger hoch bewertet.
TGE 10_B:	Im Hinblick auf Vorbelastungen wird die Sensibilität des Grundwassers als hoch bewertet.
TGE 10_C:	Im Hinblick auf Vorbelastungen wird die Sensibilität des Grundwassers als besonders hoch bewertet.
TGE 11_A:	Bezüglich der Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter ist die Sensibilität des Grundwassers weniger hoch.
TGE 11_B:	Bezüglich der Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter ist die Sensibilität des Grundwassers hoch.
TGE 11_C:	Bezüglich der Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter ist die Sensibilität des Grundwassers besonders hoch.
TGE 12_A:	Die Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her wird als weniger hoch eingestuft.
TGE 12_B:	Die Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her wird als hoch eingestuft.
TGE 12_C:	Die Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her wird als besonders hoch eingestuft.
TGE 13_A:	Gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal wird die Sensibilität des Grundwassers als weniger hoch eingeschätzt.
TGE 13_B:	Gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal wird die Sensibilität des Grundwassers als hoch eingeschätzt.
TGE 13_C:	Gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal wird die Sensibilität des Grundwassers als besonders hoch eingeschätzt.
TGE A:	Nach Bewertung der Gesamtsachlage und der geplanten Kanalbaumaßnahme kann von einem weniger hohen Gefährdungspotenzial für das Grundwasser ausgegangen werden. Es sollte dennoch geprüft werden, ob durch Veränderungen der Kanalbauplanung das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser weiter verringert werden kann. Ein Rohrsystem mit üblichem Sicherheitsstandard wird bei der sich bietenden Ausgangssituation als ausreichend angesehen (einwandiges Rohrsystem).
TGE B:	Nach Bewertung der Gesamtsachlage und der geplanten Kanalbaumaßnahme ist von einem hohen Gefährdungspotenzial für das Grundwasser auszugehen. Es wird angeraten, die bestehende Planung in verschiedenen Punkten zu überdenken, um das bestehende Gefährdungsrisiko für das Grundwasser zusätzlich zu reduzieren. Sollte die Maßnahme wie derzeit beabsichtigt durchgeführt werden sollen oder müssen, wird ein Rohrsystem mit erhöhtem Sicherheitsstandard empfohlen (semi-doppelwandiges Rohrsystem mit Möglichkeit der Lecküberwachung, Rohrsystem mit Muffenauszugsüberwachung, Rohrsystem mit Auskleidung (Inliner) und redundanten Dichtungen, mineralische Kapselung).
TGE C:	Nach Bewertung der Gesamtsachlage und der geplanten Kanalbaumaßnahme muss von einem besonders hohen Gefährdungspotenzial für das Grundwasser ausgegangen werden. Es wird dringend empfohlen, die derzeitige Planung in wesentlichen Punkten zu überdenken, um das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser zu reduzieren. Sollte die Maßnahme wie derzeit beabsichtigt durchgeführt werden sollen oder müssen, wird es als erforderlich angesehen, ein Rohrsystem mit höchstem Sicherheitsstandard zu verwenden (doppelwandiges Rohrsystem mit Möglichkeit der Lecküberwachung, ggfs. kontinuierliche Lecküberwachung, sofern umsetzbar und nicht bereits geplant: Unterdrucksystem).

3.4.7 Textbausteine Handlungsempfehlungen

Textbausteine HE

Die Textbausteine betreffend der Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung entsprechen im Wortlaut der HE/GE-Liste (vgl. Kapitel 3.3.4), wobei zusätzlich bei Handlungsempfehlungen, bei denen ein Rating als sinnvoll und erforderlich erachtet und daher durchgeführt wurde, die graduelle Abstufung der Empfehlung im Text Berücksichtigung fand. Hieraus resultierte eine Zahl von 54 Textbausteinen.

Die Benennung der Textbausteine erfolgte analog zu den vorherigen Textbausteinen durch das Präfix THE für „Textbaustein Handlungsempfehlungen“ und die Bezifferung 1 bis 43 der jeweiligen Handlungsempfehlung der HE/GE-Liste Teil A (vgl. Kapitel 3.3.4). Bei Handlungsempfehlungen, bei denen eine graduelle Abstufung der Dringlichkeit der Zuweisung in Form eines Ratings durchgeführt wurde, wurde an die Nummerierung der Handlungsempfehlung zusätzlich eine Indexzahl angehängt, welche das Rating repräsentiert. Dabei steht „...1“ für „dringend empfohlen/umzusetzen“, „...2“ für „empfohlen/umzusetzen“ und „...3“ für „nach Möglichkeit empfohlen/umzusetzen“. Andere Ratingskalen wurden nicht verwendet.

Textbausteine	
Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung (THE)	
THE 1:	Der Schachtabstand innerhalb des Wasserschutzgebietes sollte überdacht werden. Eine Verkürzung könnte im vorliegenden Fall die potenzielle Gefährdung des Grundwassers verringern.
THE 2:	Der Schachtabstand innerhalb des Wasserschutzgebietes sollte überdacht werden. Eine Vergrößerung könnte im vorliegenden Fall die potenzielle Gefährdung des Grundwassers verringern.
THE 3:	Die gewählte Art des Abwasserkanals ist zu überdenken. Es ist zu prüfen, ob zur Verringerung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser die geplante Druckleitung durch eine Freispiegleitung größeren Durchmessers ersetzt werden kann.
THE 4₁:	Die geplante Tiefenlage des Abwasserkanals sollte dringend überdacht werden. Es ist zu überprüfen, ob eine geringere Tiefenlage des Abwasserkanals möglich ist. Dies könnte die erforderlichen baulichen Eingriffe in den Untergrund und damit das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser verringern.
THE 4₂:	Die geplante Tiefenlage des Abwasserkanals sollte überdacht werden. Es ist zu überprüfen, ob eine geringere Tiefenlage des Abwasserkanals möglich ist. Dies könnte die erforderlichen baulichen Eingriffe in den Untergrund und damit das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser verringern.
THE 5₂:	Die offene Bauweise birgt bei nicht wasserdichten Verbauarten und besonders bei wasserdichten Verbauarten ein weitaus höheres Risikopotenzial als eine Kanalverlegung in geschlossener Bauweise. Eine geschlossene Bauweise ist anzustreben, um Eingriffe in den Untergrund zu minimieren und das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser somit zu reduzieren.
THE 5₃:	Die offene Bauweise birgt bei nicht wasserdichten Verbauarten und besonders bei wasserdichten Verbauarten ein weitaus höheres Risikopotenzial als eine Kanalverlegung in geschlossener Bauweise. Eine geschlossene Bauweise ist nach Möglichkeit anzustreben, um Eingriffe in den Untergrund zu minimieren und das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser somit zu reduzieren.
THE 6₁:	Die geplante Schachtkonstruktion ist dringend zu überdenken. Es sind Schachtkonstruktionen mit erhöhten Dichtheitsanforderungen vorzusehen. Einteilige Schachtsysteme und Schacht-in-Schacht-Systeme reduzieren das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser. Sollte trotz erhöhten Risikos durch Undichtigkeiten an Fugenverbindungen eine Verwendung mehrteiliger Schächte beabsichtigt sein, ist eine mineralische Kapselung der Schachtbauwerke zu erwägen. Sind Ortbetonschächte beabsichtigt, kann diese Konstruktionsart beibehalten werden, wenn darauf geachtet wird, dass es zu einer adäquaten Bauausführung ohne Undichtigkeiten kommt.

Textbausteine	
Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung (THE)	
THE 6₂:	Die geplante Schachtkonstruktion ist zu überdenken. Es sind Schachtkonstruktionen mit erhöhten Dichtheitsanforderungen vorzusehen. Einteilige Schachtsysteme und Schacht-in-Schacht-Systeme reduzieren das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser. Sollte trotz erhöhten Risikos durch Undichtigkeiten an Fugenverbindungen eine Verwendung mehrteiliger Schächte beabsichtigt sein, ist eine mineralische Kapselung der Schachtbauwerke zu erwägen. Sind Ortbetonschächte beabsichtigt, kann diese Konstruktionsart beibehalten werden, wenn darauf geachtet wird, dass es zu einer adäquaten Bauausführung ohne Undichtigkeiten kommt.
THE 6₃:	Die geplante Schachtkonstruktion ist nach Möglichkeit zu überdenken. Es sind Schachtkonstruktionen mit erhöhten Dichtheitsanforderungen vorzusehen. Einteilige Schachtsysteme und Schacht-in-Schacht-Systeme reduzieren das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser. Sollte trotz erhöhten Risikos durch Undichtigkeiten an Fugenverbindungen eine Verwendung mehrteiliger Schächte beabsichtigt sein, ist eine mineralische Kapselung der Schachtbauwerke zu erwägen. Sind Ortbetonschächte beabsichtigt, kann diese Konstruktionsart beibehalten werden, wenn darauf geachtet wird, dass es zu einer adäquaten Bauausführung ohne Undichtigkeiten kommt.
THE 7:	Die beabsichtigte Linienführung des Abwasserkanals sollte überdacht werden. Rohrabwinkelung bei Steckverbindungen bzw. Rohrkrümmung bei Schweißverbindungen stellen ein erhöhtes Sicherheitsrisiko in Bezug auf Dichtheit und Beanspruchung der Rohrleitung dar. Es ist zu prüfen, ob ein Polygonzug durch Anordnung kurzer, geradliniger Haltungen mit Schächten möglich ist.
THE 8:	Eine Verwendung von Zwei-Schicht-Rohrsystemen und/oder einer mineralischen Kapselung des Abwasserkanals sind vorzusehen.
THE 9:	Der geplante Rohrverbindungstyp sollte überdacht werden. Dadurch kann das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser herabgesetzt werden. Sollten Schweißverbindungen bei biegeweichen Rohre (PEHD) beabsichtigt werden, kann der geplante Rohrverbindungstyp beibehalten werden.
THE 10:	Die beabsichtigte Baulänge der Rohre sollte überdacht werden. Es wird empfohlen zu überprüfen, ob größere Baulängen möglich sind. Diese würden das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser verringern.
THE 11:	Die beabsichtigte Baulänge der Rohre sollte überdacht werden. Es wird empfohlen zu überprüfen, ob kürzere Baulängen möglich sind. Diese würden das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser verringern. Sollten biegeweiche Rohre (PEHD) zum Einsatz kommen, kann auf kürzere Baulängen verzichtet werden.
THE 12:	Das Einleiten von abwasserbürtigen Schadstoffen in einen Vorfluter über Regenüberläufe ist innerhalb eines Wasserschutzgebietes problematisch. Eine komplette Mischwasserspeicherung oder -behandlung vor Einleitung wird erforderlich. Die uneingeschränkte Mischwasserspeicherung erfordert den Bau von Rückhaltebecken anstelle von Regenüberläufen. Dies ist in der Planung zu berücksichtigen.
THE 13:	Bei der Bauausführung ist besondere Vorsicht geboten, damit es zu keinen Fehllanschlüssen kommt, durch welche behandlungsbedürftiges Wasser innerhalb des Wasserschutzgebietes in Vorfluter oder Untergrund gelangen kann.
THE 14₂:	Die vorgesehene Einbindungsart der Anschlussleitungen an den Abwasserkanal innerhalb des Wasserschutzgebietes sollte überprüft werden. Ein indirekter Anschluss an Schächte würde das Gefährdungspotenzial herabsetzen.
THE 14₃:	Die vorgesehene Einbindungsart der Anschlussleitungen an den Abwasserkanal innerhalb des Wasserschutzgebietes sollte nach Möglichkeit überprüft werden. Ein indirekter Anschluss an Schächte würde das Gefährdungspotenzial herabsetzen.
THE 15:	Abwassertechnische Bauwerke erhöhen das Grundwassergefährdungspotenzial. Kann auf einen Neubau entsprechender Anlagen innerhalb des Wasserschutzgebietes im Ausnahmefall nicht verzichtet werden, sind diese so auszuführen, dass Eingriffe in den Untergrund auf ein Mindestmaß reduziert werden und möglichen Einflüssen auf das Grundwasser wirksam vorgebeugt wird (besondere Abdichtung, mineralische Kapselung, gesicherte Schmutzwasserableitung, u.a.).
THE 16:	Zur Beweissicherung sollte bei der Erhebung der Grundwasserqualität auch das Stoffspektrum des später abzuleitenden nicht häuslichen Abwassers berücksichtigt werden, um etwaige Backgroundwerte und Vorbelastungen zu erkennen.
THE 17:	Es sollte geprüft werden, ob der Hauptsammler als Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillingssystem gebaut werden kann, wodurch sich gegebenenfalls die erforderliche Grabentiefe verringern könnte und vor allem eine vereinfachte Inspektion, Reparatur und Sanierung möglich wäre.
THE 18₁:	Im Baustellenbereich sind dringend besondere Untergrundsicherungsmaßnahmen zur vorsorglichen Verhinderung einer Versickerung von Betriebsstoffen vorzusehen.

Textbausteine	
Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung (THE)	
THE 18₂:	Im Baustellenbereich sind besondere Untergrundsicherungsmaßnahmen zur vorsorglichen Verhinderung einer Versickerung von Betriebsstoffen vorzusehen.
THE 19₁:	Sollten die Wassergewinnungsanlagen während der Kanalbaumaßnahme weiterbetrieben werden, sind dringend Trübemelder einzubauen, um Veränderungen des Feinkorngehaltes im Rohwassers rechtzeitig zu bemerken und Folgeschäden zu verhindern.
THE 19₂:	Sollten die Wassergewinnungsanlagen während der Kanalbaumaßnahme weiterbetrieben werden, sind Trübemelder einzubauen, um Veränderungen des Feinkorngehaltes im Rohwassers rechtzeitig zu bemerken und Folgeschäden zu verhindern.
THE 19₃:	Sollten die Wassergewinnungsanlagen während der Kanalbaumaßnahme weiterbetrieben werden, sind nach Möglichkeit Trübemelder einzubauen, um Veränderungen des Feinkorngehaltes im Rohwassers rechtzeitig zu bemerken und Folgeschäden zu verhindern.
THE 20:	Durch die Lage des Grundwasserspiegels oberhalb der Kanalsole ist bei offener Bauweise ein wasserdichter Verbau bzw. bei geschlossener Bauweise der Einsatz von Stützflüssigkeiten erforderlich. Entsprechende Maßnahmen sind in der Planung zu berücksichtigen. Im Baugrubenbereich anfallendes Wasser ist sicher abzuleiten, so dass es keine Gefahr für das Grundwasser darstellt.
THE 21:	Innerhalb der Bettungszone sind Tonsperren zur Verhinderung von Längsdrainagen entlang der Leitungszone vorzusehen. Über hydraulisch gebundener Baustoffe in der gesamten Leitungszone ist nachzudenken.
THE 22:	Wechselnde Witterungseinflüsse während der Bauphase, wie z.B. sommerliche Starkregen, winterlicher Frost und Schnee und Frühjahrshochwasser, sind insbesondere bei längeren Baumaßnahmen in der Planung zu berücksichtigen. Vorsorgeplanungen sind vorzuhalten, die Angaben dazu machen, wie entsprechenden Einflüssen begegnet werden kann und was im Notfall zu veranlassen ist, sollte es dennoch zu relevanten Einflussnahmen, z.B. zum Überfluten der Baugrube, kommen, welche den Baubetrieb hemmen oder zeitweilig zum Erliegen bringen können.
THE 23₁:	Besonders risikobehaftete Teile der Baustelle, z.B. Material- und Maschinenlagerplätze, sind dringend aus der betroffenen Wasserschutzzone hinaus zu verlagern und nach Möglichkeit außerhalb des Wasserschutzgebietes einzurichten.
THE 23₂:	Besonders risikobehaftete Teile der Baustelle, z.B. Material- und Maschinenlagerplätze, sind aus der betroffenen Wasserschutzzone hinaus zu verlagern und nach Möglichkeit außerhalb des Wasserschutzgebietes einzurichten.
THE 24:	Die geplante Führung der Kanaltrasse ist zu verändern. Die beabsichtigte Abwasserdurchleitung durch eine Wasserschutzzone I ist auch im Ausnahmefall nicht statthaft. Sollte an der Durchleitung durch die Schutzzone I festgehalten werden, müsste die Wassergewinnung aufgegeben werden.
THE 25₁:	Die beabsichtigte Trassenführung schneidet oder durchzieht die Wasserschutzzone über vergleichsweise kurze Entfernung. Es ist dringend zu überprüfen, ob das Anschneiden vermieden werden kann. Hierdurch würde sich das bestehende Gefährdungspotenzial für das Grundwasser mindern.
THE 25₂:	Die beabsichtigte Trassenführung schneidet oder durchzieht die Wasserschutzzone über vergleichsweise kurze Entfernung. Es ist zu überprüfen, ob das Anschneiden vermieden werden kann. Hierdurch würde sich das bestehende Gefährdungspotenzial für das Grundwasser mindern.
THE 26:	Eine Stilllegung der potenziell betroffenen Wassergewinnung ist als Alternative zu besonderen Sicherungs- und Vorsorgemaßnahmen für einen präventiven Grundwasserschutz bei der Kanalplanung abzuwägen.
THE 27:	Im Wasserschutzgebiet sind Quellen vorhanden, die oberflächennahes Grundwasser fassen. Diese können besonders sensibel auf bauliche Eingriffe in den Untergrund reagieren. Es ist daher besondere Vorsicht geboten. Während der Baumaßnahme sollten die Quellen verstärkt auf wechselnde Grundwasserbeschaffenheit kontrolliert werden.
THE 28:	Das von der Abwasserdurchleitung betroffene Wasserschutzgebiet und die darin befindlichen Gewinnungsanlagen besitzen eine hohe Wertigkeit für die Wasserversorgung. Es ist besondere Vorsicht bei der Durchführung der Baumaßnahme geboten.
THE 29:	Es ist zu prüfen, ob und unter welchen Randbedingungen (z.B. Förderleistung, Förderdauer) vorhandene Brunnen im Bedarfsfall als Abwehrbrunnen genutzt werden könnten, falls aus Bau und/oder Betrieb des Abwasserkanals nachteilige Folgen für die Grundwasserbeschaffenheit resultieren sollten. Sollte die Einrichtung eines Abwehrbrunnens an einem oder mehreren vorhandenen Brunnen möglich sein, sind entsprechende Planungen vorsorglich durchzuführen und vorzuhalten.

Textbausteine	
Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung (THE)	
THE 30:	Vorsorgeplanungen zur Umstellung bzw. Verlagerung der Wasserversorgung sind zu erarbeiten, aus denen hervorgeht, wie der Trinkwasserbedarf aufrecht erhalten werden kann, sollte zu einer Beeinflussung des Grundwassers kommen und eine zeitweiligen Außerbetriebnahme der Gewinnungsanlagen im von der Baumaßnahme bzw. der Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzgebiet notwendig werden.
THE 31:	Es ist zu prüfen, inwieweit Veränderungen der Nutzung und/oder Betriebsweise der Gewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet die potenzielle Gefährdung des genutzten Grundwassers durch z.B. eine Veränderung des Einzugsbereiches oder der Aufenthaltszeit des Grundwassers im Aquifer verringern könnte.
THE 32:	Es besteht das Risiko, dass Oberflächenwasser dem Baubereich zufließt. Eine geordnete Oberflächenentwässerung ist sicherzustellen und der Zutritt von Oberflächenwasser in den Baubereich ist zu verhindern. Anfallende Wässer sind abzufangen, kontrolliert abzuleiten und der Siedlungsentwässerung bzw. falls unbelastet gegebenenfalls der Vorflut zuzuführen.
THE 33:	Um die Gefährdung des Grundwassers zu reduzieren wird empfohlen, einen befestigten und sicherer sowie ausreichend großen Baustellenbereich mit entsprechend ausgebauter und stabilerer Zuwegung für alle zum Einsatz kommenden Fahrzeuge, Maschinen und Gerätschaften einzurichten. Etwaig wechselnde Witterungsverhältnisse sind dabei zu berücksichtigen.
THE 34:	Maßnahmen für einen vorsorglichen Hochwasserschutz im Baubereich sind in der Planung zu berücksichtigen und umzusetzen. Hierzu gehören u.a. Maßnahmen gegen Überflutung des Baubereichs, zur Gewährleistung der Standsicherheit von Maschinen und Fahrzeugen sowie eine sichere Lagerung von Stoffen und Materialien.
THE 35:	Die Möglichkeit und Notwendigkeit bodenverbessernder Maßnahmen im Baustellenumfeld sind zu überprüfen (Niveaueausgleich, Aufschotterungen, Geotextil).
THE 36₁:	Vor Baubeginn sind dringend Untersuchungen zur Grundwasserbeschaffenheit im Gewinnungsgebiet durchzuführen. Trends und Entwicklungen sind zu analysieren. Ursachen für etwaig festgestellte chemische, bakteriologische oder sonstige Veränderungen des Grundwassers sind zu untersuchen.
THE 36₂:	Vor Baubeginn sind Untersuchungen zur Grundwasserbeschaffenheit im Gewinnungsgebiet durchzuführen. Trends und Entwicklungen sind zu analysieren. Ursachen für etwaig festgestellte chemische, bakteriologische oder sonstige Veränderungen des Grundwassers sind zu untersuchen.
THE 37:	Zur Beweissicherung sind Grundwasseranalysen durchzuführen. Sie sind u.a. dahingehend auszuwerten, ob sie Aussagen zu Vorbelastungen, zur Strömung sowie zur Anfälligkeit des Grundwassers gegenüber Stoffzutritten liefern können.
THE 38:	Es ist zu prüfen, ob es zu einer flächigen Zusickerung von oberflächenbürtigen Stoffen in den Untergrund kommt oder ob oberflächenbürtige Stoffen nur punktuell dem Grundwasserleiter zutreten, z.B. im Bereich nicht (mehr) wirksam abgedichteter Brunnen oder Grundwassermessstellen. Sollte ein entsprechender Stoffzutritt auf vereinzelte Kurzschlüsse an Bohrungen zurückgeführt werden können, ist die Möglichkeit der Instandsetzung der Abdichtungen abzuwägen um bestehenden Kurzschlüssen zwischen Oberflächennähe und Grundwasser entgegenzuwirken und dadurch das Grundwassergefährdungspotenzial zu reduzieren.
THE 39:	Vorliegende Detailkenntnisse zur geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich Pumpversuche, Tracertests und Strömungsmodellen (soweit vorhanden) sowie zur Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit sind mit in der Kanalbauplanung mit zu berücksichtigen.
THE 40:	Es wird empfohlen, den Kenntnisstand hinsichtlich der geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich der anlagenspezifischen Kenntnisse zu Ausbau und der Abdichtung von Bohrungen zu verbessern, um den für eine fachgerechte Planung erforderlichen Detailkenntnisstand zu erweitern. Über optische und geophysikalische Untersuchungen an Bohrungen bzw. in deren Umfeld ist nachzudenken. Ohne ergänzende Untersuchungen ist eine angepasste Planung sowie eine Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser nur mit hohen Unsicherheiten möglich.
THE 41:	Zur Erweiterung der Kenntnisse über hydrogeologische und gewinnungsspezifische Charakteristiken wird angeraten, Pumpversuche im Wasserschutzgebiet durchzuführen und deren Ergebnisse fachlich zu bewerten. Die dadurch erzielten Detailkenntnisse sind in der Kanalplanung zu berücksichtigen.
THE 42:	Es sollte überprüft werden, inwiefern ein Markierungsversuch (Tracertest) und/ oder ein Grundwassermodell zur Erweiterung des Kenntnisstandes und genaueren Analyse der hydrogeologischen Situation im Wasserschutzgebiet sinnvoll und mit vertretbarem technischen, zeitlichen und finanziellen Aufwand umsetzbar sind.

Textbausteine

Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung (THE)

- THE 43:** Höhere Schadstoffbelastungen des nicht häuslichen Abwassers können durch konstruktive Präventivmaßnahmen (Vorgaben zur dezentralen Vorbehandlung) reduziert werden. Höhere Schadstoffbelastungen des belasteten Oberflächenwassers können durch konstruktive Präventivmaßnahmen (optimierter Straßenablauf – Separations-Straßenablauf SSA, hydrodynamischer Abscheider, Sedimentationsanlagen usw.) reduziert werden.

4 *Anwendungsbeispiele zur Verifizierung des erarbeiteten Bewertungsalgorithmus*

Verifizierung

Im Folgenden werden verschiedene Fallbeispiele angeführt, welche die Anwendung und Ergebnisfindung des Expertensystems bzw. des diesem zugrunde liegenden Bewertungsalgorithmus im Hinblick auf die Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials und die Empfehlung von Handlungsanweisungen zur Modifikation der Kanalbauplanung überprüfen, verdeutlichen und veranschaulichen sollen. Gleichzeitig wird dabei exemplarisch dargestellt, wie entsprechende Fallbewertungen und Ergebnisdarstellungen nach Umsetzung und Anwendung des Expertensystems in einer Softwareprogrammierung aussehen würden.

Von den im Zuge der Verifizierung des Bewertungsalgorithmus erarbeiteten und modellhaft ausgewerteten Planungssituationen werden im Weiteren drei ausgewählte Beispiele angeführt. Bei den Anwendungsbeispielen 1 und 2 handelt es sich um an reale Situationen angelehnte Fallbeispiele zur Beurteilung geplanter Trassenführungen im Bereich der Niederrheinischen Bucht bzw. im Mittelgebirgsraum, bei Anwendungsbeispiel 3 um die konkrete Planung eines Abwasserkanals im Bereich der Stadt Dresden mit Abwägung dreier Trassenalternativen.

Die Ausarbeitung und formale Darstellung der einzelnen Verifizierungsbeispiele gestaltete sich aufgrund des nur in Papierform vorliegenden Bewertungsalgorithmus auf zeitintensiv. Bei einer zukünftigen Umsetzung des Expertensystems in eine Computersoftware oder Webapplikation können unterschiedliche Planungssituationen und -alternativen zeitlich sehr viel schneller und effektiver geprüft und gegeneinander abgewogen werden als bislang möglich. Im Expertensystem enthaltene Sicherheitsbausteine zur Gewährleistung einer schlüssigen Erhebung der Situations- und Planungssituation wie z.B. die Überprüfung der Plausibilität von Antwortenverknüpfungen sowie das etwaige Entfallen redundanter Einzelfragen innerhalb der Fragebögen mussten bei den dargestellten Anwendungsbeispielen manuell berücksichtigt werden. In einer Software würden diese automatisch Beachtung finden.

Vor Nutzung des Expertensystems sind zunächst planungsrelevante räumliche Informationen, insbesondere zur Untergrundsituation im Betrachtungsraum einzuholen und hinsichtlich wichtiger Aussagen zur Ausgangs- und Planungssituation im Umfeld der geplanten Kanaltrasse auszuwerten. Hierzu gehören u.a. topographische, geologische, hydrogeologische und pedologische Karten sowie Gutachten mit Angaben z.B. zur Bemessung der Schutzzonen, zu den hydrogeologischen Besonderheiten und Charakteristiken des Untergrundes, zur Lage etwaig relevanter Gewässer sowie zu Setzungsbereichen und besonders sensiblen Raumabschnitten.

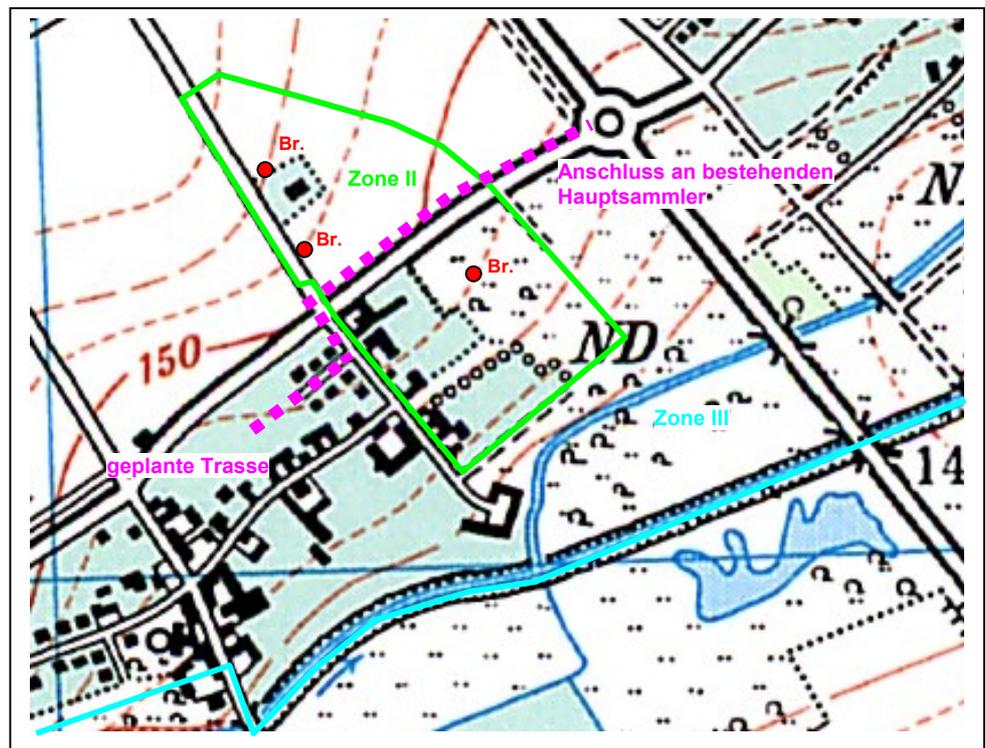
4.1 Anwendungsbeispiel 1

Errichtung eines Abwasserkanals als Freispiegelkanal innerhalb der Schutz-zonen II und III eines bestehenden Wasserschutzgebietes im Bereich der Nieder-rheinischen Tiefebene.

Ausgangssituation

Nachfolgend sind wichtige Randdaten des an eine mögliche Realsituation angelehnten ersten Fallbeispiels angeführt:

- Ein neu zu errichtender Abwassersammler soll verschiedene Siedlungs-teile sowie neue Bauplätze innerhalb einer kleineren Ortslage an einen bestehenden Hauptsammler anschließen.
- Der zu bauende Sammler soll innerhalb der Weiteren Schutzzone III lie-gen und darüber hinaus die Engere Schutzzone II queren.
- Im betroffenen Wasserschutzgebiet erfolgt eine Grundwasserentnahme aus Brunnen, die in den tertiären Lockergesteinsablagerungen der Nieder-rheinischen Bucht verfiltrert sind.



Weitere Detailangaben zur geplanten Kanalausführung und angestrebten Um-
setzung der Baumaßnahme sowie zum Aufbau des Untergrundes und des
räumlichen Umfelds der Kanaltrasse ist der Beantwortung der nachfolgenden
Fragebögen zu entnehmen:

Anwendungsbeispiel 1

A	ANGABEN ZUM KANALBAUWERK		Frage 01 – Frage 14
1	Wie groß ist die vorgesehene maximale Rohrmennweite (DN/ID) des Abwasserkanals?	1. \leq DN/ID 400 2. $400 < \text{DN/ID} \leq 800$ 3. $800 < \text{DN/ID} \leq 1200$ 4. $> \text{DN/ID} 1200$	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	Welche Art des Abwasserkanals liegt vor?	1. Freispiegelleitung/-kanal 2. Staukanal 3. Druckleitung/-kanal 4. Unterdruckleitung/-kanal	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	Wir tief gründen Graben- bzw. Bohrlochsohle?	1. $\leq 1,75$ m 2. $> 1,75$ m bis $\leq 4,00$ m 3. $> 4,00$ m	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	Die vorgesehene Haltungslänge, d.h. der Schachtabstand beträgt...	1. ≤ 70 m 2. > 70 m bis ≤ 100 m 3. > 100 m	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	Die Linienführung des Abwasserkanals ist...	1. gerade 2. gekrümmt bzw. bereichsweise gekrümmt	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	Welcher Rohrtyp ist für den Abwasserkanal vorgesehen?	1. Ein-Schicht-Rohre (z.B. aus Beton/Stahlbeton, Faserzement, Steinzeug, Gusseisen, Polymerbeton (PRC), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE), Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)) 2. Zwei-Schicht-Rohre (z.B. Beton-/Stahlbetonrohre mit integriertem Korrosionsschutz (Inliner/Auskleidung) aus Steinzeug, PVC, GFK). Hiervon zu unterscheiden sind Rohre mit Korrosionsschutzauskleidungen, bei denen im Rohrverbindungsbe- reich lediglich eine Fugensiegelung vorgenommen wird, die nicht als zusätzliche Dichtung zu betrachten ist.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7	Welcher Rohrverbindungstyp soll zum Einsatz kommen?	1. Steckverbindung 2. Schweißverbindung	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8	Die Baulänge der Kanalrohre liegt bei...	1. $\leq 4,0$ m 2. $> 4,0$ m	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
9	Welches Entwässerungssystem ist vorgesehen?	1. Mischsystem 2. Trennsystem Modifiziertes System (Sonderverfahren), und zwar: 3. - Modifiziertes Mischsystem 4. - Klein- oder Pflanzenkläranlagen 5. - Anordnung von Schmutzwasserkanälen in begehbaren Regen- oder Mischwasserkanälen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

10	Sind innerhalb des Wasserschutzgebietes abwassertechnische Bauwerke geplant (Schächte ausgenommen)?	1. ja 2. nein	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
11	Welcher Art und Herkunft ist das abzuleitende Abwasser?	1. nur häusliches Abwasser 2. (auch) nicht häusliches Abwasser	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12	Als Einbindungsart der Anschlussleitungen ist vorgesehen...	1. direkter Anschluss an Hauptkanal 2. indirekter Anschluss an Schächte	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
13	Welche Bedeutung hat der Kanal für das Entwässerungssystem?	1. Sammler mit geringer bis normaler Bedeutung 2. Hauptsammler als Ein-Kanal-System mit übergeordneter Bedeutung 3. Hauptsammler als Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillingskanal-System mit übergeordneter Bedeutung	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
14	Welche Schachtkonstruktion ist geplant?	1. Ortbetonschacht 2. einteiliger Fertigteilschacht 3. mehrteiliger Fertigteilschacht 4. Schacht-im-Schacht-System	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

B		ANGABEN ZUM BAUABLAUF UND ZUR BAUAUSFÜHRUNG		Frage 15 – Frage 18
15	Welche Bauweise bzw. Bauverfahrenstechnik ist geplant?	1. offene Bauweise ohne Fräs- und Pflugverfahren 2. Fräs- und Pflugverfahren 3. geschlossene Bauweise mit oder ohne Einsatz von Stütz- und Förderflüssigkeiten	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
16	Als Bettung bzw. Leitungszone ist/sind vorgesehen...	1. körnige, ungebundene Baustoffe (z.B. Ein-Korn-Kies, Material gestufter Körnung, Sand, gebrochene Baustoffe) 2. hydraulisch gebundene Baustoffe (z.B. stabilisierter Boden, Leichtbeton, Magerbeton) 3. keine zusätzliche künstliche Bettung	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
17	Wie lange wird die Baumaßnahme im Wasserschutzgebiet voraussichtlich dauern?	1. wenige bis einige Wochen 2. einige bis mehrere Monate	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
18	Baustelle und Lagerplätze werden...	1. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II liegen, kritische Stoffe und Maschinen werden jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. 2. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II liegen, kritische Stoffe und Maschinen sollen mit Sondergenehmigung in der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. werden 3. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III liegen, kritische Stoffe und Maschinen werden jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. 4. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III liegen, kritische Stoffe und Maschinen sollen mit Sondergenehmigung in der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. werden 5. weitgehend außerhalb des Wasserschutzgebietes liegen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

C		ANGABEN ZUR WASSERGEWINNUNG		Frage 19 - Frage 25
19	Welche Wasserschutzzone ist von der Kanaldurchleitung betroffen?	1. nur Wasserschutzzone III 2. nur Wasserschutzzone II und III 3. nur Wasserschutzzone II (einschließlich eines allseitigen Sicherheitspuffers von 50 m um die Außengrenze der Zone II) 4. unter anderem Wasserschutzzone I	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
20	Wie ist die Verlaufsänge in der betroffenen Wasserschutzzone zu bewerten?	1. Die Wasserschutzzone wird nur über eine kurze Entfernung angeschnitten bzw. gequert. 2. Die Wasserschutzzone wird über eine längere Entfernung angeschnitten bzw. gequert.	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
21	Welche Art von genutzten oder vorgehaltenen Trinkwassergewinnungsanlagen sind im Wasserschutzgebiet vorhanden und potenziell betroffen?	1. Brunnen (Vertikalbrunnen, Horizontalbrunnen) 2. Quellen einschl. Stollen 3. beides	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
22	Wie hoch liegt die jährliche Grundwasserentnahmerate im Wasserschutzgebiet?	1. mehr als 1.000.000 m ³ /a 2. zwischen 100.000 m ³ /a und 1.000.000 m ³ /a 3. weniger als 100.000 m ³ /a	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
23	Ist eine Brunnengalerie vorhanden bzw. liegen mehrere Brunnen relativ nahe beieinander?	1. ja 2. nein	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
24	Können bei einer Außerbetriebnahme von Wassergewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet die fehlenden Bereitstellungsmengen an Trinkwasser durch andere Gewinnungsanlagen, Gewinnungsgebiete oder durch eine Fremdbesicherung über benachbarte Wasserversorger ausgeglichen werden?	1. Eine Besicherung von anderer Stelle aus ist möglich (aus eigener Kraft oder durch Fremdbesicherung). 2. Wassergewinnungsgebiet und Gewinnungsanlage(n) im Wasserschutzgebiet sind unentbehrlich. Eine ausreichende Wasserbeschaffung von anderen Örtlichkeiten oder durch eine Fremdbesicherung ist nicht möglich. 3. Eine dauerhafte Stilllegung der potenziell gefährdeten Gewinnungsanlage(n) und Verlagerung der Wasserförderung auf andere Gewinnungsgebiete wäre denkbar.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
25	Bestehen noch freie Förderkapazitäten im Gewinnungsgebiet, die eine Verlagerung der Wasserförderung innerhalb des Gewinnungsgebietes erlauben oder eine veränderte Betriebsweise der Gewinnungsanlagen (Entnahmerate/Betriebsdauer) möglich machen?	1. nein 2. ja	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

D		ANGABEN ZUR GELÄNDESITUATION		Frage 26 - Frage 32
26	Wie ist die Geländemorphologie, insbesondere die Hangneigung im Bereich der geplanten Trassenführung zu beurteilen?	1. Das Gelände ist kaum oder nur schwach reliefiert bzw. geneigt. <9 % (<5°) 2. Das Gelände ist reliefiert bzw. mittel geneigt. 9 bis 18 % (5 bis 10°) 3. Das Gelände ist stark reliefiert bzw. geneigt bis steil. >18 % (10°)	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
27	Der Oberflächenabfluss orientiert sich...	1. zum Baubereich bzw. zur Baugrube hin 2. vom Baubereich bzw. von der Baugrube weg	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

28	Welcher Versiegelungsgrad liegt im Umfeld der geplanten Kanaltrasse vor?	<p>1. < 30 % versiegelt (Versiegelungsklasse I – II): z.B. Offenland, Wald, aufgelockerte Siedlungen mit Einzel- und Reihenhausbebauung</p> <p>2. 30 bis 70 % versiegelt (Versiegelungsklasse III – IV): z.B. stärker verdichtete Siedlungen mit Einzel-, Reihen-, Hochhaus-, Blockrandbebauung,</p> <p>3. > 70 % versiegelt (Versiegelungsklasse V – VI): z.B. Blockbebauung, verdichtete Gewerbe- und Industrie- flächen</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>
29	Sind problemlose Zugänglichkeit und ausreichende Platzverhältnisse im späteren Baubereich sichergestellt? (u.a. befestigte, ausreichend ausgebaute und sichere Wegeanbindung nach vorgeschriebenem Standard, Untergrund für den Einsatz schwerer Maschinen ausreichend stabil, Unebenheiten im Gelände vorsorglich ausgeglichen)	<p>1. Ja, sind sichergestellt.</p> <p>2. Nein sind nicht oder nicht überall sichergestellt.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>
30	Liegt zwischen dem geplanten Trassenverlauf des Abwasserkanals und der Wassergewinnung ein Oberflächengewässer mit hydraulischem Kontakt, welches in der Lage ist, kanal- oder baustellenbürtige Stoffeinträge abzufangen, bevor sie der Wassergewinnung zutreten?	<p>1. ja</p> <p>2. nein</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p>
31	Ist der Baustellenbereich potenziell überschwemmungsgefährdet, da z.B. die Kanaltrasse durch eine aktive Gewässerseraue führt?	<p>1. Ja, es besteht die potenzielle Gefahr, dass der Baubereich während der Maßnahmenumsetzung infolge von Hochwässern überflutet wird.</p> <p>2. Überschwemmungen können ausgeschlossen werden.</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p>
32	Ist der Baustellenbereich setzungsgefährdet?	<p>1. Ja, Bodensenkungen und -bewegungen sind vorhanden oder zu befürchten (z.B. bergbaulich bedingt, lithologisch durch Auslaugung, Schrumpfung).</p> <p>2. Setzungen können ausgeschlossen werden.</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p>

E		ANGABEN ZUM AUFBAU DES UNTERGRUNDES	Frage 33 – Frage 41
33	Wie mächtig sind die abgelagerten Lockergesteinsdeckschichten?	<p>1. ≤ 2 m</p> <p>2. > 2 m bis ≤ 10 m</p> <p>3. > 10 m</p> <p>4. Es sind keine Lockergesteinsdeckschichten ausgebildet.</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>
34	Welchen lithologischen Charakter besitzen die Lockergesteinsdeckschichten?	<p>1. Sie sind dominant kiesig und/oder sandig ohne deutliche Beimengungen an feinerem Korn.</p> <p>2. Sie sind kiesig und/oder sandig mit erheblichen Anteilen an feinerem Korn.</p> <p>3. Sie sind dominant schluffig und/oder tonig.</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>
35	Wie mächtig sind die abgelagerten Festgesteinsdeckschichten?	<p>1. ≤ 20 m</p> <p>2. > 20 m</p> <p>3. Es sind keine Festgesteinsdeckschichten in relevanter Tiefe ausgebildet.</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p>

36	Um welche Art von Festgesteinsdeckschichten handelt es sich?	<ol style="list-style-type: none"> aus rolligen Einzelkörnern aufgebaute Sedimentgesteine z.B. Konglomerat, Sandstein feinkörnige, bindige Sedimentgesteine z.B. Tonstein, Schluffstein, Mergelstein Magmatite, Metamorphite, Kalkgestein 	Beantwortung der Frage 36 entfällt wegen gewählter Antwort bei Frage 35
37	Existiert zwischen Kanal und Grundwasserleiter eine bzw. existieren mehrere weiträumig ausgebildete (horizontbeständige) wasserstauende Schicht(en)?	<ol style="list-style-type: none"> ja nein 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
38	Eine relevante Klüftung ist offensichtlich...	<ol style="list-style-type: none"> nur in den Deckschichten vorhanden nur im Grundwasserleiter vorhanden in den Deckschichten und im Grundwasserleiter vorhanden weder in Deckschichten noch im Grundwasserleiter vorhanden 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
39	Wie groß ist die Mächtigkeit des Grundwasserleiters einzuschätzen?	<ol style="list-style-type: none"> einige Meter bis wenige Zehner Meter mehrere Zehner Meter oder mehr 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
40	Welche Lithologie weist der Grundwasserleiter auf?	<p>Es handelt sich um einen Lockergesteinsgrundwasserleiter mit:</p> <ol style="list-style-type: none"> dominant kiesigem und/oder sandigem Charakter ohne deutliche Beimengungen an feinerem Korn kiesig und/oder sandigem Charakter und erheblichen Anteilen an feinerem Korn <p>Es handelt sich um einen Festgesteinsgrundwasserleiter, nämlich um:</p> <ol style="list-style-type: none"> ein aus rolligen Einzelkörnern aufgebautes Sedimentgestein, z.B. Konglomerat, Sandstein einen Magmatit, Metamorphit oder um Kalkgestein 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
41	Fällt der geologische Untergrund vom Trassenverlauf in Richtung der Wassergewinnung ein?	<ol style="list-style-type: none"> Ja, vermutlich oder bekannter Weise in Richtung einer oder mehrerer Wassergewinnungsanlage(n). Nein, nicht in deren Richtung. 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

F		ANGABEN ZU HYDROGEOLOGIE UND GRUNDWASSERSITUATION		Frage 42 – Frage 48
42	Liegen unterschiedliche Grundwasserstockwerke vor?	<ol style="list-style-type: none"> ja nein 	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
43	Wird die Kanalbaumaßnahme im gleichen Grundwasserstockwerk stattfinden wie die Grundwasserförderung?	<ol style="list-style-type: none"> ja nein 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
44	Wie groß ist der Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel?	<ol style="list-style-type: none"> ≤ 5 m > 5 m bis ≤ 20 m > 20 m 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
45	Wo liegt der Grundwasserspiegel im Verhältnis zur Kanalsole?	<ol style="list-style-type: none"> oberhalb oder stellenweise oberhalb unterhalb 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

46	Die hydraulische Drucksituation des Grundwassers im Grundwasserleiter ist...	<ol style="list-style-type: none"> 1. gespannt 2. halbgespannt oder halbungespannt 3. ungespannt 	<p style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></p>
47	Konnten im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrerer Gewinnungsanlagen bislang nennenswerte Veränderungen der Grundwasserqualität festgestellt werden?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ja, in Form von Verkeimungen bzw. bakteriologische Auffälligkeiten oder hydrochemischen Beeinflussungen bzw. Kontaminationen. 2. Ja, in Form von Trübungen, Sandförderung. 3. Ja, in Form von beidem. 4. Nein, keine nennenswerten Veränderungen. 	<p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></p>
48	Sind Beeinträchtigungen des zu Tage geförderten Grundwassers durch oberflächenbürtige Einflüsse belegt (z.B. Nitrat, PBSM)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein 	<p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></p>

G		ANGABEN ZUM INFORMATIONSTAND UND ZUR QUALITÄT DER DATENKENNTNISSE		Frage 49 – Frage 54
49	Ist der räumliche Untergroudaufbau durch direkte und indirekte Untersuchungen (Bohrarchive und/oder Geophysik und/oder Sondierungen) ausreichend bekannt, so dass Analogieschlüsse im Wasserschutzgebiet möglich sind und liegen belastbare Informationen zur baulichen Ausführung der Gewinnungsanlagen (v.a. Brunnenausbaupläne mit Angaben über u.a. Abdichtungsart und -tiefe) vor?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine ausreichenden Kenntnisse zu Untergrund und Gewinnungsanlagen, Belastbarkeit der Kenntnisse fraglich, Analogieschlüsse schwierig) 	<p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></p>	
50	Liegen Pumpversuchsergebnisse vor, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine Pumpversuche durchgeführt oder dokumentiert, Ergebnisse unzureichend bzw. zweifelhaft) 	<p style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></p>	
51	Wurden Tracertests durchgeführt, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine Tracertests durchgeführt oder dokumentiert, Ergebnisse unzureichend bzw. zweifelhaft) 	<p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></p>	
52	Wurde ein Strömungsmodell mit belastbaren Ergebnissen erarbeitet? Liegt dieses vor?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. es ist kein oder kein belastbares Modell existent, Ergebnisse angestellter Strömungsbetrachtungen sind unzureichend bzw. zweifelhaft) 	<p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></p>	
53	Wurden in jüngerer Vergangenheit (5-10 Jahre) TV-Befahrungen und/oder geophysikalische Brunnenuntersuchungen durchgeführt, zu denen Ergebnisberichte und Datenmaterial vorliegen (ausführliche Plots, Videobänder, zumindest Kurzberichte und/oder Feldplots bzw. Feldaufzeichnungen o.ä.)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine derartigen Untersuchungen durchgeführt, Ergebnisse oder Aussagekraft durchgeführter Untersuchungen unzureichend oder nicht mehr repräsentativ) 	<p style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></p>	
54	Liegen längere analytische Messreihen bzw. Trendkurven verschiedener bakteriologischer bzw. chemischer Parameter für das Rohwasser vor?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine längeren Messreihen vorhanden, vorliegende Analysen fragwürdig und/oder nicht belastbar) 	<p style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></p>	

Antwortenübersicht

Entsprechend der beantworteten Fragebögen treffen im betrachteten Anwendungsbeispiel damit folgende Antworten zu:

Übersicht der zutreffenden Antworten		
1 ¹	19 ²	37 ¹
2 ¹	20 ²	38 ⁴
3 ¹	21 ¹	39 ²
4 ²	22 ²	40 ²
5 ¹	23 ¹	41 ²
6 ¹	24 ¹	42 ¹
7 ¹	25 ²	43 ²
8 ²	26 ¹	44 ²
9 ¹	27 ²	45 ²
10 ²	28 ¹	46 ¹
11 ¹	29 ¹	47 ⁴
12 ¹	30 ²	48 ²
13 ¹	31 ²	49 ²
14 ²	32 ²	50 ¹
15 ¹	33 ²	51 ²
16 ¹	34 ²	52 ²
17 ¹	35 ³	53 ¹
18 ³	36 entfällt wegen 35 ³	54 ¹

Bei einer Programmsoftware würde auf Grundlage der Fragenbeantwortung aus den zutreffenden Antworten unter Verwendung der Textbausteine zur Situationsbeschreibung (vgl. Kapitel 3.4.5) folgender Text zur Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation ausgegeben werden, der die vom Nutzer gegebenen Antworten noch einmal zusammenfasst und der Überprüfung der Antworten durch den Anwender dienen soll:

Ausgangs- und Planungssituation
<ul style="list-style-type: none"> • Die vorgesehene maximale Rohrennweite des Abwasserkanals beträgt nicht mehr als DN/ID 400. • Beim geplanten Abwasserkanal handelt es sich um eine Freispiegelleitung bzw. einen Freispiegelkanal. • Die Gründungstiefe des Verlegungsgrabens bzw. der Bohrlochsohle liegt bei 1,75 m oder weniger. • Die vorgesehene Haltungslänge, d.h. der Schachtabstand beträgt nicht mehr als 100 m, liegt allerdings über 70 m. • Die geplante Linienführung des Abwasserkanals ist gerade. • Für den Abwasserkanal sind Ein-Schicht-Rohre, z.B. aus Beton/Stahlbeton, Faserzement, Steinzeug, Gusseisen, PRC, PVC, PE oder GFK, vorgesehen. • Als Rohrverbindungstyp sollen Steckverbindungen zum Einsatz kommen. • Die Baulänge der Kanalrohre liegt bei über 4,0 m. • Bei dem geplanten Entwässerungssystem handelt es sich um ein Mischsystem mit gemeinsamer Ableitung von Schmutz- und Regenwasser. • Innerhalb des Wasserschutzgebietes sind keine abwassertechnische Bauwerke geplant (etwaige Schächte ausgenommen). • Bei dem abzuleitenden Abwasser wird es sich ausschließlich um häusliches Abwasser handeln. • Es ist beabsichtigt, die Anschlussleitungen direkt an den Hauptkanal anzubinden. • Der Abwasserkanal wird als Sammler eine geringe bis normale Bedeutung besitzen. <p>(...)</p>

(...)

- Die Schächte werden als einteilige Fertigteilschächte ausgeführt.
- Es ist geplant, den Abwasserkanal in offener Bauweise zu errichten.
- Als Leitungsbettung sollen körnige, ungebundene Baustoffe, z.B. Ein-Korn-Kies, Material gestufter Körnung, Sand, gebrochene Baustoffe, verwendet werden.
- Die Baumaßnahme im Wasserschutzgebiet wird voraussichtlich wenige bis einige Wochen dauern.
- Baustelle und Lagerplätze werden weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III liegen. Kritische Stoffe und Maschinen werden jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert bzw. umgefüllt bzw. gewartet.
- Von der geplanten Abwasserdurchleitung werden die Wasserschutzzonen II und III betroffen sein.
- Die Wasserschutzzone/n wird/werden dabei über eine längere Entfernung angeschnitten bzw. gequert.
- In dem von der geplanten Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzgebiet befinden sich zur Trinkwasserförderung genutzte oder vorgehaltene Brunnen.
- Die jährliche Grundwasserentnahme im Wasserschutzgebiet liegt zwischen 100.000 m³ und 1.000.000 m³.
- Eine Brunnengalerie ist vorhanden bzw. mehrere Brunnen liegen relativ nahe beieinander.
- Bei einer Außerbetriebnahme von Wassergewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet können die fehlenden Bereitstellungsmengen an Trinkwasser aus eigener Kraft durch andere Gewinnungsanlagen, Gewinnungsgebiete oder durch eine Fremdbesicherung über benachbarte Wasserversorger übernommen werden.
- Es bestehen noch freie Förderkapazitäten im Gewinnungsgebiet, welche eine Verlagerung der Wasserförderung innerhalb des Gewinnungsgebietes erlauben oder eine veränderte Betriebsweise der Gewinnungsanlagen (Entnahmerate/Betriebsdauer) möglich machen.
- Das Gelände im Bereich der geplanten Trassenführung ist kaum oder nur schwach reliefiert bzw. geneigt.
- Der Oberflächenabfluss orientiert sich vom Baubereich bzw. von der Baugrube weg.
- Das Umfeld der geplanten Kanaltrasse ist zu einem vergleichsweise geringen Grad versiegelt, z.B. Offenland, Wald, aufgelockerte Siedlungen mit Einzel- und Reihenhausbauung.
- Problemlose Zugänglichkeit und ausreichende Platzverhältnisse im späteren Baubereich sind sichergestellt.
- Zwischen dem geplanten Verlauf des Abwasserkanals und der Wassergewinnung liegt kein Oberflächengewässer mit hydraulischem Kontakt, welches in der Lage wäre, kanal- oder baustellenbürtige Stoffeinträge abzufangen, bevor sie der Wassergewinnung zutreten.
- Überschwemmungen des Baubereiches können ausgeschlossen werden.
- Bodensenkungen und -bewegungen im Baustellenbereich können ausgeschlossen werden.
- Die Mächtigkeit der Lockergesteinsdeckschichten liegt über 2 m beträgt jedoch maximal 10 m.
- Die Lockergesteinsdeckschichten sind kiesig und/oder sandig und besitzen erhebliche Anteile an feinerem Korn.
- Es sind keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet.
- Zwischen Kanal und Grundwasserleiter existiert eine bzw. existieren mehrere weiträumig ausgebildete wasserstauende Schicht/en.
- Eine relevante Klüftung ist offensichtlich weder in Deckschichten noch im Grundwasserleiter vorhanden.
- Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters liegt bei mehreren Zehner Metern oder mehr.
- Der vorzufindende Lockergesteinsgrundwasserleiter besitzt einen kiesigen und/oder sandigen lithologischen Charakter und zeigt erhebliche Anteile an feinerem Korn.
- Der geologische Untergrund vom Trassenverlauf fällt nicht in Richtung einer Wassergewinnungsanlage ein.
- Im Untergrund lassen sich unterschiedliche Grundwasserstockwerke voneinander abgrenzen.
- Die Kanalbaumaßnahme wird nicht im zur Grundwasserförderung herangezogenen Grundwasserstockwerk stattfinden.
- Der Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel beträgt nicht mehr als maximal 20 m, liegt jedoch über 5 m.
- Das Niveau des Grundwasserspiegels befindet sich unterhalb der Kanalsohle.
- Die hydraulische Drucksituation im Grundwasserleiter ist gespannt.
- Im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrere Gewinnungsanlagen konnten bislang keine nennenswerten Veränderungen der Grundwasserqualität festgestellt werden.
- Beeinträchtigungen des zu Tage geförderten Grundwassers durch oberflächenbürtige Einflüsse sind nicht belegt.
- Der räumliche Untergrundaufbau sowie die bauliche Ausführung der Gewinnungsanlagen sind durch direkte oder indirekte Untersuchungen nicht ausreichend bekannt. Analogieschlüsse im Wasserschutzgebiet sind daher schwierig. Die Belastbarkeit vorliegender Kenntnisse ist fraglich.
- Es liegen Pumpversuchsergebnisse vor, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind.
- Es wurden keine Tracertests durchgeführt bzw. Dokumentation und Ergebnisse durchgeführter Versuche sind unzureichend bzw. zweifelhaft.
- Ein (belastbares) Strömungsmodell ist nicht existent, Ansatz und/oder Ergebnisse etwaig angestellter Strömungsbetrachtungen sind unzureichend bzw. zweifelhaft.
- In jüngerer Vergangenheit wurden TV-Befahrungen und/oder geophysikalische Brunnenuntersuchungen durchgeführt, zu denen Ergebnisberichte und Datenmaterial in Form ausführlicher Plots, Videobänder, Kurzberichte und/oder Feldplots bzw. Feldaufzeichnungen o.ä. vorliegen.
- Es kann auf längere analytische Messreihen bzw. Trendkurven verschiedener bakteriologischer bzw. chemischer Parameter für das Rohwasser zurückgegriffen werden.

Gefährdungseinschätzung

Aus den im betrachteten Fall zutreffenden Antworten resultieren folgende relevante Antworten und Antwortenverknüpfungen, welche als Schlüsselantworten und Schlüsselantwortkombinationen für die Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials herangezogen werden (vgl. Kapitel 3.4.4). Die Auflistungen der Schlüsselantworten in den einzelnen Tabellen sind der Übersichtlichkeit wegen gekürzt dargestellt. Die im Betrachtungsfall zutreffenden Schlüsselantworten sind blau unterlegt:

SA-Gruppe 1
Einschätzung:
Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 11 + 13	$1^1 + 11^1 + 13^3$ $1^2 + 11^1 + 13^3$	$1^1 + 11^1 + 13^1$ $1^2 + 11^1 + 13^1$...	$1^1 + 11^2 + 13^1$ $1^2 + 11^2 + 13^1$...	$1^3 + 11^2 + 13^1$ $1^4 + 11^2 + 13^1$...
2	2^4			2^3
6 + 11	$6^2 + 11^2$	$6^2 + 11^1$	$6^1 + 11^2$	
9 + 19			$9^3 + 19^2$...	$9^4 + 19^2$...

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(1^1 + 11^1 + 13^1)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 1_A)

SA-Gruppe 2
Einschätzung:
Gefährdung durch Entwässerungssystem und abwassertechnische Bauwerke

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
9		9^5	9^2	
10		10^2		
10 + 19			$10^1 + 19^1$	$10^1 + 19^2$ $10^1 + 19^3$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	10^2
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 2_A)

SA-Gruppe 3
Einschätzung:
Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehllanschlüssen

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 4		$1^3 + 4^3$...	$1^1 + 4^1$...	
2 + 45	$2^4 + 45^2$	$2^1 + 45^1$...	$2^1 + 45^2$...	$2^3 + 45^2$
4 + 14	$4^1 + 14^4$ $4^2 + 14^4$...	$4^1 + 14^2$ $4^2 + 14^2$...	$4^1 + 14^1$ $4^2 + 14^1$...	$4^1 + 14^3$
7 + 32		$7^1 + 32^1$ $7^2 + 32^2$	$7^1 + 32^2$ $7^2 + 32^1$	
8 + 32		$8^1 + 32^1$ $8^2 + 32^2$	$8^1 + 32^2$ $8^2 + 32^1$	
9 + 11			$9^2 + 11^1$	$9^2 + 11^2$
12		12^2		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(2^1 + 45^2) + (4^2 + 14^2) + (7^1 + 32^2) + (8^2 + 32^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial hoch (GE 3_B)

SA-Gruppe 4
Einschätzung:
Risiko des Nichterkennens von Schäden sowie einer erschwerten Inspektion und Sanierung

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 4		$1^1 + 4^1$ $1^2 + 4^1$	$1^1 + 4^3$ $1^2 + 4^3$	
2	2^4			2^3
9	9^5			
9 + 12		$9^2 + 12^2$ $9^3 + 12^2$	$9^2 + 12^1$ $9^3 + 12^1$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	keine
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial hoch (GE 4_B)

SA-Gruppe 5
Einschätzung:
Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im darunter liegenden Untergrund

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
15 + 16	$15^3 + 16^3$	$15^2 + 16^3$		
16	16^2			
16 + 26			$16^1 + 26^2$	$16^1 + 26^3$
16 + 34 + 38 + 45			$16^1 + 34^1 + 38^1 + 45^2$... $16^1 + 34^3 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 34^1 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 34^2 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 34^1 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 34^2 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 34^3 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 34^1 + 38^4 + 45^2$ $16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^2$	
16 + 36 + 38 + 45			$16^1 + 36^1 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 36^2 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 36^3 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 36^1 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 36^2 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 36^3 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 36^1 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 36^2 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 36^3 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 36^1 + 38^4 + 45^2$ $16^1 + 36^2 + 38^4 + 45^2$ $16^1 + 36^3 + 38^4 + 45^2$	
16 + 45			$16^1 + 45^1$ $16^1 + 45^2$	
37 + 41	$37^1 + 41^2$	$37^1 + 41^1$		
37 + 48		$37^1 + 48^2$	$37^1 + 48^1$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^2) + (16^1 + 45^2) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 5_a)

SA-Gruppe 6
Einschätzung:
Gefährdung durch bauliche Eingriffe in den Untergrund

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
3		3^1		
3 + 15	$3^2 + 15^3$	$3^3 + 15^3$	$3^2 + 15^1$	$3^3 + 15^1$
15	15^2			
15 + 19	$15^3 + 19^1$	$15^3 + 19^2$ $15^3 + 19^3$	$15^1 + 19^1$	$15^1 + 19^2$ $15^1 + 19^3$
15 + 45	$15^3 + 45^2$	$15^3 + 45^1$	$15^1 + 45^2$	$15^1 + 45^1$
17			17^2	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$3^1 + (15^1 + 19^2) + (15^1 + 45^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 6c)

SA-Gruppe 7
Einschätzung:
Risiko durch Lage und Einrichtung der Baustelle

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
18	18^5	18^3	18^1 18^4	18^2
29				29^2
32				32^1

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	18^3
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial weniger hoch (GE 7a)

SA-Gruppe 8
Einschätzung:
Risiko durch zutretendes Oberflächenwasser im Baubereich

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
15 + 27		$15^2 + 27^1$	$15^3 + 27^1$	$15^1 + 27^1$
26 + 27 + 28	$26^1 + 27^1 + 28^1$ $26^1 + 27^1 + 28^2$ $26^1 + 27^1 + 28^3$ $26^2 + 27^1 + 28^3$	$26^2 + 27^1 + 28^2$ $26^3 + 27^1 + 28^3$	$26^2 + 27^1 + 28^1$ $26^3 + 27^1 + 28^2$	$26^3 + 27^1 + 28^1$
27	27^2			
27 + 28		$27^1 + 28^1$	$27^1 + 28^2$	
31				31^1

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	27^2
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial weniger hoch (GE 8_A)

SA-Gruppe 9
Einschätzung:
Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
19 + 20		$19^1 + 20^1$	$19^1 + 20^2$ $19^2 + 20^1$ $19^3 + 20^1$	$19^2 + 20^2$ $19^3 + 20^2$
24	24^1			
24 + 25			$24^2 + 25^2$	$24^2 + 25^1$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(19^3 + 20^2) + 24^1$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität hoch (GE 9_B)

SA-Gruppe 10
Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers im Hinblick auf Vorbelastungen

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
24 + 47			24 ² + 47 ¹ 24 ¹ + 47 ² 24 ² + 47 ² 24 ² + 47 ³	24 ¹ + 47 ¹ 24 ¹ + 47 ³
30	30 ¹			
42 + 43	42 ¹ + 43 ²			42 ¹ + 43 ¹ 42 ² + 43 ¹
45			45 ¹	
47	47 ⁴			

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	(42 ¹ + 43 ²) + 47 ⁴
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität weniger hoch (GE 10_A)

SA-Gruppe 11
Einschätzung: Sensibilität des Grundwassers
im Hinblick Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
21 + 22 + 39 + 40		21 ¹ + 22 ³ + 39 ¹ + 40 ¹ 21 ¹ + 22 ¹ + 39 ² + 40 ¹ ...	21 ¹ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹ 21 ³ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹ ...	21 ¹ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ² 21 ³ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ² ...
38 + 39 + 40		38 ¹ + 39 ² + 40 ² 38 ⁴ + 39 ² + 40 ² ...	38 ¹ + 39 ¹ + 40 ² 38 ⁴ + 39 ¹ + 40 ² ...	38 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹ 38 ⁴ + 39 ¹ + 40 ¹ ... 38 ³ + 39 ² + 40 ⁴

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	(38 ⁴ + 39 ² + 40 ²)
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität weniger hoch (GE 11_A)

SA-Gruppe 12
Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
11 + 48			$11^1 + 48^1$	$11^2 + 48^1$
33				33^4
33 + 34	$33^3 + 34^2$	$33^3 + 34^1$	$33^1 + 34^1$	
	$33^2 + 34^3$	$33^2 + 34^2$	$33^2 + 34^1$	
	$33^3 + 34^3$	$33^1 + 34^3$	$33^1 + 34^2$	
35 + 36 + 38		$35^2 + 36^2 + 38^1$	$35^1 + 36^2 + 38^1$	$35^1 + 36^1 + 38^1$
	
37 + 48		$37^1 + 48^2$	$37^1 + 48^1$	
46 + 48		$46^1 + 48^2$	$46^2 + 48^2$	$46^1 + 48^1$
				$46^2 + 48^1$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(33^2 + 34^2) + (37^1 + 48^2) + (46^1 + 48^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität weniger hoch (GE 12_A)

SA- Gruppe 13
Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
16	16^2			
(3 + 33 + 35 + 45) + (33 + 34)	...	...	...
	$(3^1 + 33^2 + 35^3 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^3)$	$(3^1 + 33^2 + 35^3 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^2)$	$(3^1 + 33^2 + 35^3 + 45^2)$ + $(33^2 + 34^1)$	
	
(3 + 33 + 35 + 45) + (35 + 36 + 38)		$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2)$ + $(35^2 + 36^2 + 38^1)$	$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2)$ + $(35^1 + 36^2 + 38^1)$	$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2)$ + $(35^1 + 36^1 + 38^1)$
	
44 + 45	$44^3 + 45^2$	$44^2 + 45^2$	$44^1 + 45^2$	
45				45^1

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$[(3^1 + 33^2 + 35^3 + 45^2) + (33^2 + 34^2)] + (44^2 + 45^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität weniger hoch (GE 13_A)

Die Betrachtung des Zusammenwirkens der Schlüsselantworten in den Schlüsselantwortgruppen und die daraus hervorgehende Einschätzung der Gefährdungs- und Risikopotenziale sowie Sensibilitäten führt im vorliegenden Fall zu folgenden gruppenspezifischen Bewertungsergebnissen:

- 1x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **besonders hoch**,
- 3x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **hoch**,
- 9x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **weniger hoch**.

Aus der Häufigkeit der Bewertungsergebnisse in den Schlüsselantwortgruppen lässt sich über die Zuordnungstabelle zur Gesamtgefährdungseinschätzung das Grundwassergefährdungspotenzial der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme abschätzen. Im betrachteten Fallbeispiel ist das

Grundwassergefährdungspotenzial weniger hoch.

Dies geht aus nachfolgender Zuordnungstabelle hervor:

Zuordnungstabelle Gesamtgefährdungseinschätzung – Gesamtgefährdung			
Grundwassergefährdungspotenzial der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme			
Gesamteinschätzung gemäß HE/GE-Liste	Verteilung der 13 gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen (GE 1... bis GE 13...)		
	weniger hoch (GE ... A)	hoch (GE ... B)	besonders hoch (GE ... C)
weniger hoch (GE A)	≥ 7	≤ 6	0
	≥ 8	≤ 4	1
	≥ 9	≤ 2	2
hoch (GE B)	alle übrigen Fälle		
besonders hoch (GE C)	≤ 4	≥ 3	≥ 7
	≤ 4	≥ 4	6
	≤ 4	≥ 5	5
			4

Die Gefährdungs-, Risiko- und Sensibilitätseinschätzungen für die einzelnen Schlüsselantwortgruppen sowie die resultierende Grundwassergefährdungseinschätzung werden mit den Textbausteinen zur Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials (vgl. Kapitel 3.4.6) verknüpft und in Text-

form im abschließenden „automatisierten Kurzgutachten“ ausgegeben. Weitere Bestandteile des Kurzgutachtens sind die textliche Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation sowie die Formulierung von Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung vor dem Hintergrund einer Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials.

Eine spätere Programmsoftware würde im Hinblick auf das Zusammenwirken zutreffender Schlüsselantworten und die fallspezifische Bewertung bestehender Gefährdungs- und Risikopotenziale sowie Sensibilitäten folgenden Text zur Einschätzung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials im betroffenen Wasserschutzgebiet ausgeben:

Einschätzung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials im betroffenen Wasserschutzgebiet

- Die Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers wird als **weniger hoch** eingeschätzt.
- Die systemimmanente Gefährdung durch das gewählte Entwässerungssystem und etwaige abwassertechnische Bauwerke wird als **weniger hoch** beurteilt.
- Das Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehlschlüssen wird als **hoch** erachtet.
- Das Risiko, dass auftretende Kanalschäden nicht oder spät erkannt werden sowie die Schwierigkeiten, Inspektionen und Sanierungen durchzuführen, ist **hoch**.
- Die Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im Untergrund wird als **weniger hoch** eingeschätzt.
- Die von den baulichen Eingriffen in den Untergrund ausgehende Gefährdung ist **besonders hoch**.
- Das aus der Lage und Einrichtung der Baustelle resultierende Risiko wird als **weniger hoch** eingestuft.
- Das Risiko, dass es einem Zutreten von Oberflächenwasser in den Baubereich kommt, ist **weniger hoch**.
- Die Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone/n wird als **weniger hoch** eingeschätzt.
- Im Hinblick auf Vorbelastungen wird die Sensibilität des Grundwassers als **weniger hoch** bewertet.
- Bezüglich der Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter ist die Sensibilität des Grundwassers **weniger hoch**.
- Die Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her wird als **weniger hoch** eingestuft.
- Gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal wird die Sensibilität des Grundwassers als **weniger hoch** eingeschätzt.

Nach Bewertung der **Gesamtsachlage** und der geplanten Kanalbaumaßnahme kann von einem **weniger hohen Gefährdungspotenzial für das Grundwasser** ausgegangen werden. Es sollte dennoch geprüft werden, ob durch Veränderungen der Kanalbauplanung das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser weiter verringert werden kann. Ein Rohrsystem mit üblichem Sicherheitsstandard wird bei der

Handlungsempfehlungen

Im Bezug auf eine Modifikation der Kanalbauplanung zur Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials gehen aus der beispiefallspezifischen Betrachtung gemäß der erarbeiteten Zuordnungstabelle (vgl. Kapitel 3.4.2) folgende Handlungsempfehlungen hervor:

Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen		
Empfehlung	Zutreffende Antwort bzw. Antwortenkombinationen	Rating
HE 9	7 ¹ + 32 ²	–
HE 12	9 ¹	–
HE 14	12 ¹	HE 14 ₂
HE 19	15 ¹	HE 19 ₂
HE 21	16 ¹	–
HE 23	18 ³	HE 23 ₂
HE 29	23 ¹	–
HE 30	24 ¹	–
HE 37	47 ⁴	–
HE 39	50 ¹	–
	53 ¹	–
	54 ¹	–
HE 40	49 ²	–
HE 42	51 ²	–

Der auf der Vorseite angeführte Text zur Einschätzung des von der geplanten Kanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials wird im Kurzgutachten nach Zuweisung der Handlungsempfehlungen gemäß der Zuordnungstabelle durch den nachfolgenden Text ergänzt, welcher die Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung formuliert und sich aus den entsprechenden Textbausteinen (vgl. Kapitel 3.4.7) zusammensetzt:

Empfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung im Hinblick auf eine Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials
<ul style="list-style-type: none"> • Der geplante Rohrverbindungstyp sollte überdacht werden. Dadurch kann das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser herabgesetzt werden. Sollten Schweißverbindungen bei biegeweichen Rohre (PEHD) beabsichtigt werden, kann der geplante Rohrverbindungstyp beibehalten werden. • Das Einleiten von abwasserbürtigen Schadstoffen in einen Vorfluter über Regenüberläufe ist innerhalb eines Wasserschutzgebietes problematisch. Eine komplette Mischwasserspeicherung oder -behandlung vor Einleitung wird erforderlich. Die uneingeschränkte Mischwasserspeicherung erfordert den Bau von Rückhaltebecken anstelle von Regenüberläufen. Dies ist in der Planung zu berücksichtigen. • Die vorgesehene Einbindungsart der Anschlussleitungen an den Abwasserkanal innerhalb des Wasserschutzgebietes sollte überprüft werden. Ein indirekter Anschluss an Schächte würde das Gefährdungspotenzial herabsetzen. • Sollten die Wassergewinnungsanlagen während der Kanalbaumaßnahme weiterbetrieben werden, sind Trübemelder einzubauen, um Veränderungen des Feinkorngehaltes im Rohwassers rechtzeitig zu bemerken und Folgeschäden zu verhindern. • Innerhalb der Bettungszone sind Tonsperren zur Verhinderung von Längsdrainagen entlang der Leitungszone vorzusehen. Über hydraulisch gebundener Baustoffe in der gesamten Leitungszone ist nachzudenken. • Besonders risikobehaftete Teile der Baustelle, z.B. Material- und Maschinenlagerplätze, sind aus der betroffenen Wasserschutzzone hinaus zu verlagern und nach Möglichkeit außerhalb des Wasserschutzgebietes einzurichten. <p>(...)</p>

(...)

- (Es ist zu prüfen, ob und unter welchen Randbedingungen (z.B. Förderleistung, Förderdauer) vorhandene Brunnen im Bedarfsfall als Abwehrbrunnen genutzt werden könnten, falls aus Bau und/oder Betrieb des Abwasserkanals nachteilige Folgen für die Grundwasserbeschaffenheit resultieren sollten. Sollte die Einrichtung eines Abwehrbrunnens an einem oder mehreren vorhandenen Brunnen möglich sein, sind entsprechende Planungen vorsorglich durchzuführen und vorzuhalten.
- Vorsorgeplanungen zur Umstellung bzw. Verlagerung der Wasserversorgung sind zu erarbeiten, aus denen hervorgeht, wie der Trinkwasserbedarf aufrecht erhalten werden kann, sollte zu einer Beeinflussung des Grundwassers kommen und eine zeitweiligen Außerbetriebnahme der Gewinnungsanlagen im von der Baumaßnahme bzw. der Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzgebiet notwendig werden.
- Zur Beweissicherung sind Grundwasseranalysen durchzuführen. Sie sind u.a. dahingehend auszuwerten, ob sie Aussagen zu Vorbelastungen, zur Strömung sowie zur Anfälligkeit des Grundwassers gegenüber Stoffzutritten liefern können.
- Vorliegende Detailkenntnisse zur geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich Pumpversuche, Tracertests und Strömungsmodellen (soweit vorhanden) sowie zur Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit sind mit in der Kanalbauplanung mit zu berücksichtigen.
- Es wird empfohlen, den Kenntnisstand hinsichtlich der geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich der anlagenspezifischen Kenntnisse zu Ausbau und der Abdichtung von Bohrungen zu verbessern, um den für eine fachgerechte Planung erforderlichen Detailkenntnisstand zu erweitern. Über optische und geophysikalische Untersuchungen an Bohrungen bzw. in deren Umfeld ist nachzudenken. Ohne ergänzende Untersuchungen ist eine angepasste Planung sowie eine Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser nur mit hohen Unsicherheiten möglich.
- Es sollte überprüft werden, inwiefern ein Markierungsversuch (Tracertest) und/ oder ein Grundwassermodell zur Erweiterung des Kenntnisstandes und genaueren Analyse der hydrogeologischen Situation im Wasserschutzgebiet sinnvoll und mit vertretbarem technischen, zeitlichen und finanziellen Aufwand umsetzbar sind.

Müsste durch die Beantwortung der Erhebungsfragen die gleiche Handlungsempfehlung mehrfach zugeordnet werden, kann eine Software vorsehen, dass die Empfehlung nur einmal im Text des Kurzgutachtens angeführt wird. Wird die gleiche Empfehlung mehrfach, jedoch mit unterschiedlichen Dringlichkeiten empfohlen, ist das dringlichere Rating im Ausgabertext zu berücksichtigen.

4.2 Anwendungsbeispiel 2

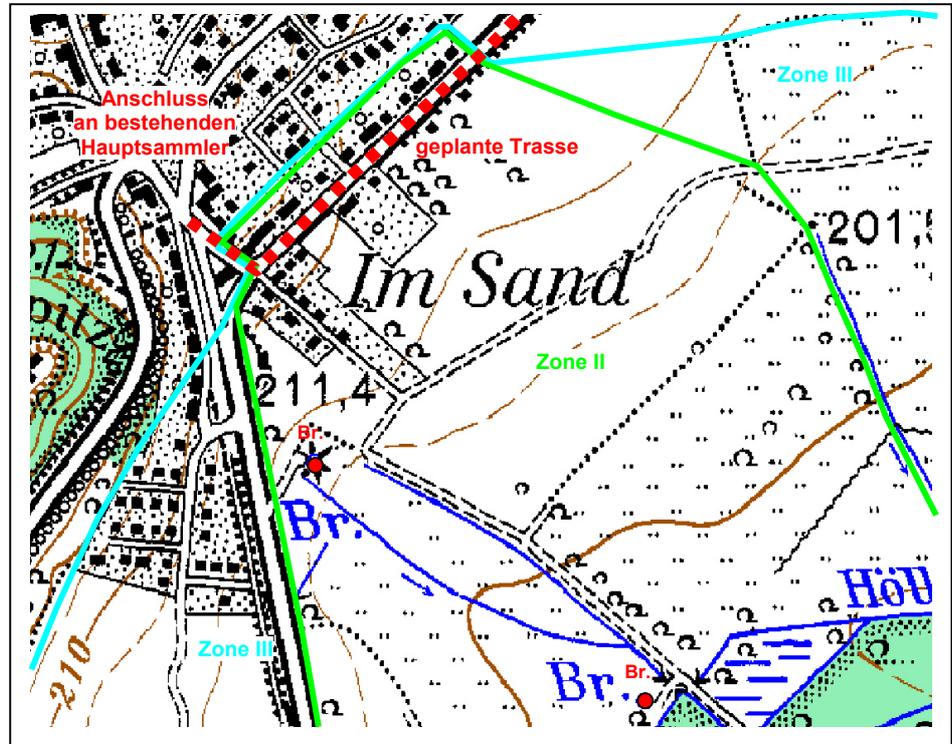
Errichtung eines Abwasserkanals als Freispiegelkanal innerhalb der Schutzzone II eines bestehenden Wasserschutzgebietes im Mittelgebirgsbereich.

Ausgangssituation

Nachfolgend sind wichtige Randdaten des an eine mögliche Realsituation angelehnten zweiten Fallbeispiels angeführt:

- Ein neu zu bauender Hauptsammler soll einen bestehenden Hauptsammler ersetzen.
- Die Trasse des Hauptsammlers wird dabei eine Wasserschutzzone II randlich schneiden. Die Schutzzone III ist von der Trassenführung nicht betroffen

- Im betroffenen Wasserschutzgebiet erfolgt eine Grundwasserentnahme aus verschiedenen Brunnen und Quellen, die aus den Festgesteinsablagerungen des Buntsandsteins fördern.



Weitere Detailangaben zur geplanten Kanalausführung und angestrebten Umsetzung der Baumaßnahme sowie zum Aufbau des Untergrundes und des räumlichen Umfelds der Kanaltrasse ist der Beantwortung der nachfolgenden Fragebögen zu entnehmen:

Anwendungsbeispiel 2

A	ANGABEN ZUM KANALBAUWERK	Frage 01 – Frage 14
1	<p>Wie groß ist die vorgesehene maximale Rohrmennweite (DN/ID) des Abwasserkanals?</p> <p>1. ≤ DN/ID 400 2. 400 < DN/ID ≤ 800 3. 800 < DN/ID ≤ 1200 4. > DN/ID 1200</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
2	<p>Welche Art des Abwasserkanals liegt vor?</p> <p>1. Freispiegleitung/-kanal 2. Staukanal 3. Druckleitung/-kanal 4. Unterdruckleitung/-kanal</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>

3	Wir tief gründen Graben- bzw. Bohrloch- sohle?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ≤ 1,75 m 2. > 1,75 m bis ≤ 4,00 m 3. > 4,00 m 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
4	Die vorgesehene Haltungslänge, d.h. der Schachtabstand beträgt...	<ol style="list-style-type: none"> 1. ≤ 70 m 2. > 70 m bis ≤ 100 m 3. > 100m 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	Die Linienführung des Abwasserkanals ist...	<ol style="list-style-type: none"> 1. gerade 2. gekrümmt bzw. bereichsweise gekrümmt 	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	Welcher Rohrtyp ist für den Abwasser- kanal vorgesehen?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ein-Schicht-Rohre (z.B. aus Beton/Stahlbeton, Faserzement, Steinzeug, Gusseisen, Polymerbeton (PRC), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE), Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)) 2. Zwei-Schicht-Rohre (z.B. Beton-/Stahlbetonrohre mit integriertem Korrosions- schutz (Inliner/Auskleidung) aus Steinzeug, PVC, GFK). <p>Hiervon zu unterscheiden sind Rohre mit Korrosions- schutzauskleidungen, bei denen im Rohrverbindungsbe- reich lediglich eine Fugenversiegelung vorgenommen wird, die nicht als zusätzliche Dichtung zu betrachten ist.</p>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
7	Welcher Rohrverbindungstyp soll zum Einsatz kommen?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Steckverbindung 2. Schweißverbindung 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
8	Die Baulänge der Kanalrohre liegt bei...	<ol style="list-style-type: none"> 1. ≤ 4,0 m 2. > 4,0 m 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
9	Welches Entwässerungssystem ist vorgesehen?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mischsystem 2. Trennsystem <p>Modifiziertes System (Sonderverfahren), und zwar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. - Modifiziertes Mischsystem 4. - Klein- oder Pflanzenkläranlagen 5. - Anordnung von Schmutzwasserkanälen in begehbaren Regen- oder Mischwasserkanälen 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
10	Sind innerhalb des Wasserschutzgebie- tes abwassertechnische Bauwerke geplant (Schächte ausgenommen)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
11	Welcher Art und Herkunft ist das abzulei- tende Abwasser?	<ol style="list-style-type: none"> 1. nur häusliches Abwasser 2. (auch) nicht häusliches Abwasser 	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12	Als Einbindungsart der Anschluss- leitungen ist vorgesehen...	<ol style="list-style-type: none"> 1. direkter Anschluss an Hauptkanal 2. indirekter Anschluss an Schächte 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
13	Welche Bedeutung hat der Kanal für das Entwässerungssystem?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sammler mit geringer bis normaler Bedeutung 2. Hauptsammler als Ein-Kanal-System mit übergeordneter Bedeutung 3. Hauptsammler als Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillings- kanal-System mit übergeordneter Bedeutung 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

14	Welche Schachtkonstruktion ist geplant?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Ortbetonschacht 2. einteiliger Fertigteilschacht 3. mehrteiliger Fertigteilschacht 4. Schacht-im-Schacht-System 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
----	--	---	---

B	ANGABEN ZUM BAUABLAUF UND ZUR BAUAUSFÜHRUNG	Frage 15 – Frage 18	
15	Welche Bauweise bzw. Bauverfahrenstechnik ist geplant?	<ul style="list-style-type: none"> 1. offene Bauweise ohne Fräs- und Pflugverfahren 2. Fräs- und Pflugverfahren 3. geschlossene Bauweise mit oder ohne Einsatz von Stütz- und Förderflüssigkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
16	Als Bettung bzw. Leitungszone ist/sind vorgesehen...	<ul style="list-style-type: none"> 1. körnige, ungebundene Baustoffe (z.B. Ein-Korn-Kies, Material gestufter Körnung, Sand, gebrochene Baustoffe) 2. hydraulisch gebundene Baustoffe (z.B. stabilisierter Boden, Leichtbeton, Magerbeton) 3. keine zusätzliche künstliche Bettung 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
17	Wie lange wird die Baumaßnahme im Wasserschutzgebiet voraussichtlich dauern?	<ul style="list-style-type: none"> 1. wenige bis einige Wochen 2. einige bis mehrere Monate 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
18	Baustelle und Lagerplätze werden...	<ul style="list-style-type: none"> 1. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II liegen, kritische Stoffe und Maschinen werden jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. 2. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II liegen, kritische Stoffe und Maschinen sollen mit Sondergenehmigung in der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. werden 3. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III liegen, kritische Stoffe und Maschinen werden jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. 4. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III liegen, kritische Stoffe und Maschinen sollen mit Sondergenehmigung in der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. werden 5. weitgehend außerhalb des Wasserschutzgebietes liegen 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

C	ANGABEN ZUR WASSERGEWINNUNG	Frage 19 – Frage 25	
19	Welche Wasserschutzzone ist von der Kanaldurchleitung betroffen?	<ul style="list-style-type: none"> 1. nur Wasserschutzzone III 2. nur Wasserschutzzone II und III 3. nur Wasserschutzzone II (einschließlich eines allseitigen Sicherheitspuffers von 50 m um die Außengrenze der Zone II) 4. unter anderem Wasserschutzzone I 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
20	Wie ist die Verlaufsänge in der betroffenen Wasserschutzzone zu bewerten?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Die Wasserschutzzone wird nur über eine kurze Entfernung angeschnitten bzw. gequert. 2. Die Wasserschutzzone wird über eine längere Entfernung angeschnitten bzw. gequert. 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

21	Welche Art von genutzten oder vorgehaltenen Trinkwassergewinnungsanlagen sind im Wasserschutzgebiet vorhanden und potenziell betroffen?	1. Brunnen (Vertikalbrunnen, Horizontalbrunnen) 2. Quellen einschl. Stollen 3. beides	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
22	Wie hoch liegt die jährliche Grundwasserentnahmerate im Wasserschutzgebiet?	1. mehr als 1.000.000 m ³ /a 2. zwischen 100.000 m ³ /a und 1.000.000 m ³ /a 3. weniger als 100.000 m ³ /a	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
23	Ist eine Brunnengalerie vorhanden bzw. liegen mehrere Brunnen relativ nahe beieinander?	1. ja 2. nein	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
24	Können bei einer Außerbetriebnahme von Wassergewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet die fehlenden Bereitstellungsmengen an Trinkwasser durch andere Gewinnungsanlagen, Gewinnungsgebiete oder durch eine Fremdbesicherung über benachbarte Wasserversorger ausgeglichen werden?	1. Eine Besicherung von anderer Stelle aus ist möglich (aus eigener Kraft oder durch Fremdbesicherung). 2. Wassergewinnungsgebiet und Gewinnungsanlage(n) im Wasserschutzgebiet sind unentbehrlich. Eine ausreichende Wasserbeschaffung von anderen Örtlichkeiten oder durch eine Fremdbesicherung ist nicht möglich. 3. Eine dauerhafte Stilllegung der potenziell gefährdeten Gewinnungsanlage(n) und Verlagerung der Wasserförderung auf andere Gewinnungsgebiete wäre denkbar.	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
25	Bestehen noch freie Förderkapazitäten im Gewinnungsgebiet, die eine Verlagerung der Wasserförderung innerhalb des Gewinnungsgebietes erlauben oder eine veränderte Betriebsweise der Gewinnungsanlagen (Entnahmerate/Betriebsdauer) möglich machen?	1. nein 2. ja	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

D		ANGABEN ZUR GELÄNDESITUATION		Frage 26 – Frage 32
26	Wie ist die Geländemorphologie, insbesondere die Hangneigung im Bereich der geplanten Trassenführung zu beurteilen?	1. Das Gelände ist kaum oder nur schwach reliefiert bzw. geneigt. <9 % (<5°) 2. Das Gelände ist reliefiert bzw. mittel geneigt. 9 bis 18 % (5 bis 10°) 3. Das Gelände ist stark reliefiert bzw. geneigt bis steil. >18 % (10°)	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
27	Der Oberflächenabfluss orientiert sich...	1. zum Baubereich bzw. zur Baugrube hin 2. vom Baubereich bzw. von der Baugrube weg	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
28	Welcher Versiegelungsgrad liegt im Umfeld der geplanten Kanaltrasse vor?	1. < 30 % versiegelt (Versiegelungsklasse I – II): z.B. Offenland, Wald, aufgelockerte Siedlungen mit Einzel- und Reihenhausbebauung 2. 30 bis 70 % versiegelt (Versiegelungsklasse III – IV): z.B. stärker verdichtete Siedlungen mit Einzel-, Reihen-, Hochhaus-, Blockrandbebauung, 3. > 70 % versiegelt (Versiegelungsklasse V – VI): z.B. Blockbebauung, verdichtete Gewerbe- und Industrie- flächen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

29	Sind problemlose Zugänglichkeit und ausreichende Platzverhältnisse im späteren Baubereich sichergestellt? (u.a. befestigte, ausreichend ausgebaute und sichere Wegeanbindung nach vorgeschriebenem Standard, Untergrund für den Einsatz schwerer Maschinen ausreichend stabil, Unebenheiten im Gelände vorsorglich ausgeglichen)	1. Ja, sind sichergestellt. 2. Nein sind nicht oder nicht überall sichergestellt.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
30	Liegt zwischen dem geplanten Trassenverlauf des Abwasserkanals und der Wassergewinnung ein Oberflächengewässer mit hydraulischem Kontakt, welches in der Lage ist, kanal- oder baustellenbürtige Stoffeinträge abzufangen, bevor sie der Wassergewinnung zutreten?	1. ja 2. nein	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
31	Ist der Baustellenbereich potenziell überschwemmungsgefährdet, da z.B. die Kanaltrasse durch eine aktive Gewässersaue führt?	1. Ja, es besteht die potenzielle Gefahr, dass der Baubereich während der Maßnahmenumsetzung infolge von Hochwässern überflutet wird. 2. Überschwemmungen können ausgeschlossen werden.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
32	Ist der Baustellenbereich setzungsgefährdet?	1. Ja, Bodensenkungen und -bewegungen sind vorhanden oder zu befürchten (z.B. bergbaulich bedingt, lithologisch durch Auslaugung, Schrumpfung). 2. Setzungen können ausgeschlossen werden.	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

E		ANGABEN ZUM AUFBAU DES UNTERGRUNDES		Frage 33 – Frage 41
33	Wie mächtig sind die abgelagerten Lockergesteinsdeckschichten?	1. ≤ 2 m 2. > 2 m bis ≤ 10 m 3. > 10 m 4. Es sind keine Lockergesteinsdeckschichten ausgebildet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
34	Welchen lithologischen Charakter besitzen die Lockergesteinsdeckschichten?	1. Sie sind dominant kiesig und/oder sandig ohne deutliche Beimengungen an feinerem Korn. 2. Sie sind kiesig und/oder sandig mit erheblichen Anteilen an feinerem Korn. 3. Sie sind dominant schluffig und/oder tonig.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
35	Wie mächtig sind die abgelagerten Festgesteinsdeckschichten?	1. ≤ 20 m 2. > 20 m 3. Es sind keine Festgesteinsdeckschichten in relevanter Tiefe ausgebildet.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
36	Um welche Art von Festgesteinsdeckschichten handelt es sich?	1. aus rolligen Einzelkörnern aufgebaute Sedimentgesteine z.B. Konglomerat, Sandstein 2. feinkörnige, bindige Sedimentgesteine z.B. Tonstein, Schluffstein, Mergelstein 3. Magmatite, Metamorphite, Kalkgestein	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
37	Existiert zwischen Kanal und Grundwasserleiter eine bzw. existieren mehrere weiträumig ausgebildete (horizontbeständige) wasserstauende Schicht(en)?	1. ja 2. nein	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

38	Eine relevante Klüftung ist offensichtlich...	<ol style="list-style-type: none"> nur in den Deckschichten vorhanden nur im Grundwasserleiter vorhanden in den Deckschichten und im Grundwasserleiter vorhanden weder in Deckschichten noch im Grundwasserleiter vorhanden 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
39	Wie groß ist die Mächtigkeit des Grundwasserleiters einzuschätzen?	<ol style="list-style-type: none"> einige Meter bis wenige Zehner Meter mehrere Zehner Meter oder mehr 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
40	Welche Lithologie weist der Grundwasserleiter auf?	<p>Es handelt sich um einen Lockergesteinsgrundwasserleiter mit:</p> <ol style="list-style-type: none"> dominant kiesigem und/oder sandigem Charakter ohne deutliche Beimengungen an feinerem Korn kiesig und/oder sandigem Charakter und erheblichen Anteilen an feinerem Korn <p>Es handelt sich um einen Festgesteinsgrundwasserleiter, nämlich um:</p> <ol style="list-style-type: none"> ein aus rolligen Einzelkörnern aufgebautes Sedimentgestein, z.B. Konglomerat, Sandstein einen Magmatit, Metamorphit oder um Kalkgestein 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
41	Fällt der geologische Untergrund vom Trassenverlauf in Richtung der Wassergewinnung ein?	<ol style="list-style-type: none"> Ja, vermutlich oder bekannter Weise in Richtung einer oder mehrerer Wassergewinnungsanlage(n). Nein, nicht in deren Richtung. 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

F	ANGABEN ZU HYDROGEOLOGIE UND GRUNDWASSERSITUATION		Frage 42 – Frage 48
42	Liegen unterschiedliche Grundwasserstockwerke vor?	<ol style="list-style-type: none"> ja nein 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
43	Wird die Kanalbaumaßnahme im gleichen Grundwasserstockwerk stattfinden wie die Grundwasserförderung?	<ol style="list-style-type: none"> ja nein 	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
44	Wie groß ist der Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel?	<ol style="list-style-type: none"> ≤ 5 m > 5 m bis ≤ 20 m > 20 m 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
45	Wo liegt der Grundwasserspiegel im Verhältnis zur Kanalsohle?	<ol style="list-style-type: none"> oberhalb oder stellenweise oberhalb unterhalb 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
46	Die hydraulische Drucksituation des Grundwassers im Grundwasserleiter ist...	<ol style="list-style-type: none"> gespannt halbgespannt oder halbungespannt ungespannt 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

47	Konnten im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrerer Gewinnungsanlagen bislang nennenswerte Veränderungen der Grundwasserqualität festgestellt werden?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ja, in Form von Verkeimungen bzw. bakteriologische Auffälligkeiten oder hydrochemischen Beeinflussungen bzw. Kontaminationen. 2. Ja, in Form von Trübungen, Sandförderung. 3. Ja, in Form von beidem. 4. Nein, keine nennenswerten Veränderungen. 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
48	Sind Beeinträchtigungen des zu Tage geförderten Grundwassers durch oberflächenbürtige Einflüsse belegt (z.B. Nitrat, PBSM)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

G	ANGABEN ZUM INFORMATIONSTAND UND ZUR QUALITÄT DER DATENKENNTNISSE	Frage 49 – Frage 54	
49	Ist der räumliche Untergroundaufbau durch direkte oder indirekte Untersuchungen (Bohrarchive und/oder Geophysik und/oder Sondierungen) ausreichend bekannt, so dass Analogieschlüsse im Wasserschutzgebiet möglich sind und liegen belastbare Informationen zur baulichen Ausführung der Gewinnungsanlagen (v.a. Brunnenausbaupläne mit Angaben über u.a. Abdichtungsart und -tiefe) vor?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine ausreichenden Kenntnisse zu Untergrund und Gewinnungsanlagen, Belastbarkeit der Kenntnisse fraglich, Analogieschlüsse schwierig) 	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
50	Liegen Pumpversuchsergebnisse vor, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine Pumpversuche durchgeführt oder dokumentiert, Ergebnisse unzureichend bzw. zweifelhaft) 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
51	Wurden Tracertests durchgeführt, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine Tracertests durchgeführt oder dokumentiert, Ergebnisse unzureichend bzw. zweifelhaft) 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
52	Wurde ein Strömungsmodell mit belastbaren Ergebnissen erarbeitet? Liegt dieses vor?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. es ist kein oder kein belastbares Modell existent, Ergebnisse angestellter Strömungsbetrachtungen sind unzureichend bzw. zweifelhaft) 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
53	Wurden in jüngerer Vergangenheit (5-10 Jahre) TV-Befahrungen und/oder geophysikalische Brunnenuntersuchungen durchgeführt, zu denen Ergebnisberichte und Datenmaterial vorliegen (ausführliche Plots, Videobänder, zumindest Kurzberichte und/oder Feldplots bzw. Felddaufzeichnungen o.ä.)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine derartigen Untersuchungen durchgeführt, Ergebnisse oder Aussagekraft durchgeführter Untersuchungen unzureichend oder nicht mehr repräsentativ) 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
54	Liegen längere analytische Messreihen bzw. Trendkurven verschiedener bakteriologischer bzw. chemischer Parameter für das Rohwasser vor?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ja 2. nein (z.B. keine längeren Messreihen vorhanden, vorliegende Analysen fragwürdig und/oder nicht belastbar) 	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Antwortenübersicht

Entsprechend der beantworteten Fragebögen treffen im betrachteten Anwendungsbeispiel damit folgende Antworten zu:

Übersicht der zutreffenden Antworten		
1 ³	19 ³	37 ¹
2 ¹	20 ¹	38 ²
3 ³	21 ³	39 ²
4 ²	22 ¹	40 ⁴
5 ¹	23 ¹	41 ²
6 ²	24 ²	42 ²
7 ²	25 ²	43 ¹
8 ²	26 ¹	44 ²
9 ⁵	27 ¹	45 ²
10 ²	28 ¹	46 ²
11 ¹	29 ¹	47 ²
12 ²	30 ²	48 ²
13 ³	31 ¹	49 ¹
14 ⁴	32 ²	50 ²
15 ³	33 ³	51 ²
16 ³	34 ³	52 ²
17 ²	35 ¹	53 ²
18 ¹	36 ¹	54 ¹

Bei einer Programmsoftware würde auf Grundlage der Fragenbeantwortung aus den zutreffenden Antworten unter Verwendung der Textbausteine zur Situationsbeschreibung (vgl. Kapitel 3.4.5) folgender Text zur Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation ausgegeben werden, der die vom Nutzer gegebenen Antworten noch einmal zusammenfasst und der Überprüfung der Antworten durch den Anwender dienen soll:

Ausgangs- und Planungssituation
<ul style="list-style-type: none"> Die vorgesehene maximale Rohrnenweite des Abwasserkanals beträgt nicht mehr als DN/ID 1200, liegt jedoch über DN/ID 800. Beim geplanten Abwasserkanal handelt es sich um eine Freispiegelleitung bzw. einen Freispiegelkanal. Die Gründungstiefe des Verlegungsgrabens bzw. der Bohrllochsohle liegt bei über 4,00 m. Die vorgesehene Haltungslänge, d.h. der Schachtabstand beträgt nicht mehr als 100 m, liegt allerdings über 70 m. Die geplante Linienführung des Abwasserkanals ist gerade. Für den Abwasserkanal sind Zwei-Schicht-Rohre, z.B. Beton-/Stahlbetonrohre mit integriertem Korrosionsschutz (Inliner/Auskleidung) aus Steinzeug, PVC, GFK, vorgesehen. Als Rohrverbindungstyp sollen Schweißverbindungen zum Einsatz kommen. Die Baulänge der Kanalrohre liegt bei über 4,0 m. Bei dem geplanten Entwässerungssystem handelt es sich um eine Anordnung von Schmutzwasserkanälen in begehbaren Regen- oder Mischwasserkanälen. Innerhalb des Wasserschutzgebietes sind keine abwassertechnische Bauwerke geplant (etwaige Schächte ausgenommen). Bei dem abzuleitenden Abwasser wird es sich ausschließlich um häusliches Abwasser handeln. Es ist beabsichtigt, die Anschlussleitungen indirekt über Schächte einzubinden. Der Abwasserkanal wird als Hauptsammler eine übergeordnete Bedeutung besitzen und soll als Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillingskanal-System umgesetzt werden. Die Schächte werden als Schacht-im-Schacht-Systems ausgeführt. Es ist geplant, den Abwasserkanal in geschlossener Bauweise mit oder ohne Einsatz von Stütz- und Förderflüssigkeiten zu errichten.

- Es ist keine zusätzliche künstliche Leitungsbettung vorgesehen.
- Die Baumaßnahme im Wasserschutzgebiet wird voraussichtlich einige bis mehrere Monate dauern.
- Baustelle und Lagerplätze werden weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II liegen. Kritische Stoffe und Maschinen werden jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert bzw. umgefüllt bzw. gewartet.
- Von der geplanten Abwasserdurchleitung wird die Wasserschutzzone II als Engere Schutzzone betroffen sein, wobei ein allseitiger Sicherheitspuffer von 50 m um die Außengrenze der Schutzzone II mit eingeschlossen wird.
- Die Wasserschutzzone/n wird/werden dabei nur über eine kurze Entfernung angeschnitten bzw. gequert.
- In dem von der geplanten Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzgebiet befinden sich zur Trinkwasserförderung genutzte oder vorgehaltene Brunnen und Quelfassungen.
- Die jährliche Grundwasserentnahme im Wasserschutzgebiet liegt bei über 1.000.000 m³.
- Eine Brunnengalerie ist vorhanden bzw. mehrere Brunnen liegen relativ nahe beieinander.
- Das Wassergewinnungsgebiet und seine Gewinnungsanlage(n) sind unentbehrlich. Eine ausreichende Wasserbeschaffung von anderen Örtlichkeiten oder durch eine Fremdbesicherung ist nicht möglich.
- Es bestehen noch freie Förderkapazitäten im Gewinnungsgebiet, welche eine Verlagerung der Wasserförderung innerhalb des Gewinnungsgebietes erlauben oder eine veränderte Betriebsweise der Gewinnungsanlagen (Entnahmerate/Betriebsdauer) möglich machen.
- Das Gelände im Bereich der geplanten Trassenführung ist kaum oder nur schwach reliefiert bzw. geneigt.
- Der Oberflächenabfluss orientiert sich zum Baubereich bzw. zur Baugrube hin.
- Das Umfeld der geplanten Kanaltrasse ist zu einem vergleichsweise geringen Grad versiegelt, z.B. Offenland, Wald, aufgelockerte Siedlungen mit Einzel- und Reihenhausbau.
- Problemlose Zugänglichkeit und ausreichende Platzverhältnisse im späteren Baubereich sind sichergestellt.
- Zwischen dem geplanten Verlauf des Abwasserkanals und der Wassergewinnung liegt kein Oberflächengewässer mit hydraulischem Kontakt, welches in der Lage wäre, kanal- oder baustellenbürtige Stoffeinträge abzufangen, bevor sie der Wassergewinnung zutreten.
- Es besteht die potenzielle Gefahr, dass der Baubereich während der Maßnahmenumsetzung infolge von Hochwässern überflutet wird.
- Bodensenkungen und -bewegungen im Baustellenbereich können ausgeschlossen werden.
- Die Mächtigkeit der Lockergesteinsdeckschichten liegt über 10 m.
- Die Lockergesteinsdeckschichten sind dominant schluffig und/oder tonig.
- Die Mächtigkeit der Festgesteinsdeckschichten beträgt maximal 20 m.
- Bei den Festgesteinsdeckschichten handelt sich um aus rolligen Einzelkörnern aufgebaute Sedimentgesteine, z.B. Konglomerat, Sandstein.
- Zwischen Kanal und Grundwasserleiter existiert eine bzw. existieren mehrere weiträumig ausgebildete wasserstauende Schicht/en.
- Eine relevante Klüftung ist offensichtlich nur im Grundwasserleiter vorhanden.
- Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters liegt bei mehreren Zehner Metern oder mehr.
- Der vorzufindende Festgestein Grundwasserleiter besteht aus einem aus rolligen Einzelkörnern aufgebauten Sedimentgestein, z.B. Konglomerat, Sandstein.
- Der geologische Untergrund vom Trassenverlauf fällt nicht in Richtung einer Wassergewinnungsanlage ein.
- Unterschiedliche Grundwasserstockwerke lassen sich im Untergrund nicht abgrenzen.
- Die Kanalbaumaßnahme wird im gleichen Grundwasserstockwerk stattfinden wie die Grundwasserentnahme.
- Der Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel beträgt nicht mehr als maximal 20 m, liegt jedoch über 5 m.
- Das Niveau des Grundwasserspiegels befindet sich unterhalb der Kanalsohle.
- Die hydraulische Drucksituation im Grundwasserleiter ist halbgespannt oder halbungespannt.
- Im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrere Gewinnungsanlagen konnten bislang nennenswerte Veränderungen der Grundwasserqualität in Form von Trübungen bzw. Sandförderung festgestellt werden.
- Beeinträchtigungen des zu Tage geförderten Grundwassers durch oberflächenbürtige Einflüsse sind nicht belegt.
- Der räumliche Untergrundaufbau ist durch direkte oder indirekte Untersuchungen ausreichend bekannt, so dass Analogieschlüsse im Wasserschutzgebiet möglich sind. Es liegen belastbare Informationen zur baulichen Ausführung der Gewinnungsanlagen vor.
- Pumpversuche wurden nicht durchgeführt oder dokumentiert bzw. die Ergebnisse durchgeführter Versuche sind unzureichend o. zweifelhaft.
- Es wurden keine Tracertests durchgeführt bzw. Dokumentation und Ergebnisse durchgeführter Versuche sind unzureichend bzw. zweifelhaft.
- Ein (belastbares) Strömungsmodell ist nicht existent, Ansatz und/oder Ergebnisse etwaig angestellter Strömungsbetrachtungen sind unzureichend bzw. zweifelhaft.
- In jüngerer Vergangenheit wurden keine TV-Befahrungen und/oder geophysikalische Brunnenuntersuchungen durchgeführt. Ergebnisse oder Aussagekraft etwaig durchgeführter Untersuchungen sind unzureichend oder nicht mehr repräsentativ.
- Es kann auf längere analytische Messreihen bzw. Trendkurven verschiedener bakteriologischer bzw. chemischer Parameter für das Rohwasser zurückgegriffen werden.

Gefährdungseinschätzung

Aus den im betrachteten Fall zutreffenden Antworten resultieren folgende relevante Antworten und Antwortenverknüpfungen, welche als Schlüsselantworten und Schlüsselantwortkombinationen für die Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials herangezogen werden (vgl. Kapitel 3.4.4). Die Auflistungen der Schlüsselantworten in den einzelnen Tabellen sind der Übersichtlichkeit wegen gekürzt dargestellt. Die im Betrachtungsfall zutreffenden Schlüsselantworten sind blau unterlegt:

SA-Gruppe 1
Einschätzung:
Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 11 + 13	$1^1 + 11^1 + 13^3$	...	...	$1^3 + 11^2 + 13^1$
	$1^2 + 11^1 + 13^3$	$1^3 + 11^1 + 13^3$	$1^1 + 11^2 + 13^2$	$1^4 + 11^2 + 13^1$
	
2	2^4			2^3
6 + 11	$6^2 + 11^2$	$6^2 + 11^1$	$6^1 + 11^2$	
9 + 19			$9^3 + 19^2$	$9^4 + 19^2$
		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(1^1 + 11^1 + 13^3) + (6^2 + 11^1)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 1_A)

SA-Gruppe 2
Einschätzung:
Gefährdung durch Entwässerungssystem und abwassertechnische Bauwerke

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
9		9^5	9^2	
10		10^2		
10 + 19			$10^1 + 19^1$	$10^1 + 19^2$
				$10^1 + 19^3$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$9^5 + 10^2$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 2_A)

SA-Gruppe 3
Einschätzung:
Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehllanschlüssen

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 4		$1^3 + 4^3$...	$1^1 + 4^1$...	
2 + 45	$2^4 + 45^2$	$2^1 + 45^1$...	$2^1 + 45^2$...	$2^3 + 45^2$
4 + 14	$4^1 + 14^4$ $4^2 + 14^4$...	$4^1 + 14^2$ $4^2 + 14^2$...	$4^1 + 14^1$ $4^2 + 14^1$...	$4^1 + 14^3$
7 + 32		$7^1 + 32^1$ $7^2 + 32^2$	$7^1 + 32^2$ $7^2 + 32^1$	
8 + 32		$8^1 + 32^1$ $8^2 + 32^2$	$8^1 + 32^2$ $8^2 + 32^1$	
9 + 11			$9^2 + 11^1$	$9^2 + 11^2$
12		12^2		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(2^1 + 45^2) + (4^2 + 14^4) + (7^2 + 32^2) + (8^2 + 32^2) + 12^2$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial weniger hoch (GE 3_A)

SA-Gruppe 4
Einschätzung:
Risiko des Nichterkennens von Schäden sowie einer erschwerten Inspektion und Sanierung

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 4		$1^1 + 4^1$ $1^2 + 4^1$	$1^1 + 4^3$ $1^2 + 4^3$	
2	2^4			2^3
9	9^5			
9 + 12		$9^2 + 12^2$ $9^3 + 12^2$	$9^2 + 12^1$ $9^3 + 12^1$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	9^5
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial weniger hoch (GE 4_A)

SA-Gruppe 5
Einschätzung:
Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im darunter liegenden Untergrund

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
15 + 16	$15^3 + 16^3$	$15^2 + 16^3$		
16	16^2			
16 + 26			$16^1 + 26^2$	$16^1 + 26^3$
16 + 34 + 38 + 45			$16^1 + 34^1 + 38^1 + 45^2$... $16^1 + 34^3 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 34^1 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 34^2 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 34^1 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 34^2 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 34^3 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 34^1 + 38^4 + 45^2$ $16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^2$	
16 + 36 + 38 + 45			$16^1 + 36^1 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 36^2 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 36^3 + 38^1 + 45^2$ $16^1 + 36^1 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 36^2 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 36^3 + 38^2 + 45^2$ $16^1 + 36^1 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 36^2 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 36^3 + 38^3 + 45^2$ $16^1 + 36^1 + 38^4 + 45^2$ $16^1 + 36^2 + 38^4 + 45^2$ $16^1 + 36^3 + 38^4 + 45^2$	
16 + 45			$16^1 + 45^1$ $16^1 + 45^2$	
37 + 41	$37^1 + 41^2$	$37^1 + 41^1$		
37 + 48		$37^1 + 48^2$	$37^1 + 48^1$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(15^3 + 16^3) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 5_A)

SA-Gruppe 6
Einschätzung:
Gefährdung durch bauliche Eingriffe in den Untergrund

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
3		3^1		
3 + 15	$3^2 + 15^3$	$3^3 + 15^3$	$3^2 + 15^1$	$3^3 + 15^1$
15	15^2			
15 + 19	$15^3 + 19^1$	$15^3 + 19^2$	$15^1 + 19^1$	$15^1 + 19^2$
		$15^3 + 19^3$		$15^1 + 19^3$
15 + 45	$15^3 + 45^2$	$15^3 + 45^1$	$15^1 + 45^2$	$15^1 + 45^1$
17			17^2	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(3^3 + 15^3) + (15^3 + 19^3) + (15^3 + 45^2) + 17^2$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 6_A)

SA-Gruppe 7
Einschätzung:
Risiko durch Lage und Einrichtung der Baustelle

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
18	18^5	18^3	18^1	18^2
			18^4	
29				29^2
32				32^1

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	18^1
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial besonders hoch (GE 7_C)

SA-Gruppe 8
Einschätzung:
Risiko durch zutretendes Oberflächenwasser im Baubereich

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
15 + 27		$15^2 + 27^1$	$15^3 + 27^1$	$15^1 + 27^1$
26 + 27 + 28	$26^1 + 27^1 + 28^1$ $26^1 + 27^1 + 28^2$ $26^1 + 27^1 + 28^3$ $26^2 + 27^1 + 28^3$	$26^2 + 27^1 + 28^2$ $26^3 + 27^1 + 28^3$	$26^2 + 27^1 + 28^1$ $26^3 + 27^1 + 28^2$	$26^3 + 27^1 + 28^1$
27	27^2			
27 + 28		$27^1 + 28^1$	$27^1 + 28^2$	
31				31^1

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(15^3 + 27^1) + (26^1 + 27^1 + 28^1) + (27^1 + 28^1) + 31^1$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial hoch (GE 8_B)

SA-Gruppe 9
Einschätzung:
Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
19 + 20		$19^1 + 20^1$	$19^1 + 20^2$ $19^2 + 20^1$ $19^3 + 20^1$	$19^2 + 20^2$ $19^3 + 20^2$
24	24^1			
24 + 25			$24^2 + 25^2$	$24^2 + 25^1$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(19^3 + 20^1) + (24^2 + 25^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität besonders hoch (GE 9_c)

SA-Gruppe 10
Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers im Hinblick auf Vorbelastungen

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
24 + 47			24 ² + 47 ¹ 24 ¹ + 47 ² 24 ² + 47 ² 24 ² + 47 ³	24 ¹ + 47 ¹ 24 ¹ + 47 ³
30	30 ¹			
42 + 43	42 ¹ + 43 ²			42 ¹ + 43 ¹ 42 ² + 43 ¹
45			45 ¹	
47	47 ⁴			

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	(24 ² + 47 ²) + (42 ² + 43 ¹)
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität besonders hoch (GE 10_c)

SA-Gruppe 11
Einschätzung: Sensibilität des Grundwassers
im Hinblick Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
21 + 22 + 39 + 40		21 ¹ + 22 ³ + 39 ¹ + 40 ¹ 21 ¹ + 22 ¹ + 39 ² + 40 ¹ ...	21 ¹ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹ 21 ³ + 22 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹ ...	... 21 ³ + 22 ¹ + 39 ² + 40 ⁴ ...
38 + 39 + 40		38 ¹ + 39 ² + 40 ² 38 ⁴ + 39 ² + 40 ² ...	38 ¹ + 39 ¹ + 40 ² 38 ⁴ + 39 ¹ + 40 ² ...	38 ¹ + 39 ¹ + 40 ¹ ... 38 ² + 39 ² + 40 ⁴ 38 ³ + 39 ² + 40 ⁴

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	(21 ³ + 22 ¹ + 39 ² + 40 ⁴) + (38 ² + 39 ² + 40 ⁴)
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität besonders hoch (GE 11_c)

SA-Gruppe 12
Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
11 + 48			$11^1 + 48^1$	$11^2 + 48^1$
33				33^4
33 + 34	$33^3 + 34^2$	$33^3 + 34^1$	$33^1 + 34^1$	
	$33^2 + 34^3$	$33^2 + 34^2$	$33^2 + 34^1$	
	$33^3 + 34^3$	$33^1 + 34^3$	$33^1 + 34^2$	
35 + 36 + 38		$35^2 + 36^2 + 38^1$	$35^1 + 36^2 + 38^1$	...
		...	...	$35^1 + 36^1 + 38^2$
				...
37 + 48		$37^1 + 48^2$	$37^1 + 48^1$	
46 + 48		$46^1 + 48^2$	$46^2 + 48^2$	$46^1 + 48^1$
				$46^2 + 48^1$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(33^3 + 34^3) + (35^1 + 36^1 + 38^2) + (37^1 + 48^2) + (46^2 + 48^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität hoch (GE 12_B)

SA- Gruppe 13
Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
16	16^2			
(3 + 33 + 35 + 45) + (33 + 34)	...	...	...
	$(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2) + (33^3 + 34^3)$	$(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2) + (33^1 + 34^3)$	$(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2) + (33^1 + 34^2)$	
	
(3 + 33 + 35 + 45) + (35 + 36 + 38)		$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2) + (35^2 + 36^2 + 38^1)$	$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2) + (35^1 + 36^2 + 38^1)$	$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2) + (35^1 + 36^1 + 38^1)$
	
44 + 45	$44^3 + 45^2$	$44^2 + 45^2$	$44^1 + 45^2$	
45				45^1

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$[(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2) + (33^3 + 34^3)] + (44^2 + 45^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität weniger hoch (GE 13_A)

Die Betrachtung des Zusammenwirkens der Schlüsselantworten in den Schlüsselantwortgruppen und die daraus hervorgehende Einschätzung der Gefährdungs- und Risikopotenziale sowie Sensibilitäten führt im vorliegenden Fall zu folgenden gruppenspezifischen Bewertungsergebnissen:

- 4x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **besonders hoch**,
- 2x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **hoch**,
- 7x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **weniger hoch**.

Aus der Häufigkeit der Bewertungsergebnisse in den Schlüsselantwortgruppen lässt sich über die Zuordnungstabelle zur Gesamtgefährdungseinschätzung das Grundwassergefährdungspotenzial der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme abschätzen. Im betrachteten Fallbeispiel ist das

Grundwassergefährdungspotenzial hoch.

Dies geht aus nachfolgender Zuordnungstabelle hervor:

Zuordnungstabelle Gesamtgefährdungseinschätzung – Gesamtgefährdung			
Grundwassergefährdungspotenzial der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme			
Gesamteinschätzung gemäß HE/GE-Liste	Verteilung der 13 gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen (GE 1... bis GE 13...)		
	weniger hoch (GE ... A)	hoch (GE ... B)	besonders hoch (GE ... C)
weniger hoch (GE A)	≥ 7	≤ 6	0
	≥ 8	≤ 4	1
	≥ 9	≤ 2	2
hoch (GE B)	alle übrigen Fälle		
besonders hoch (GE C)	≤ 4	≥ 3	≥ 7
	≤ 4	≥ 4	6
	≤ 4	≥ 5	5
			4

Die Gefährdungs-, Risiko- und Sensibilitätseinschätzungen für die einzelnen Schlüsselantwortgruppen sowie die resultierende Grundwassergefährdungseinschätzung werden mit den Textbausteinen zur Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials (vgl. Kapitel 3.4.6) verknüpft und in Text-

form im abschließenden „automatisierten Kurzgutachten“ ausgegeben. Weitere Bestandteile des Kurzgutachtens sind die textliche Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation sowie die Formulierung von Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung vor dem Hintergrund einer Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials.

Eine spätere Programmsoftware würde im Hinblick auf das Zusammenwirken zutreffender Schlüsselantworten und die fallspezifische Bewertung bestehender Gefährdungs- und Risikopotenziale sowie Sensibilitäten folgenden Text zur Einschätzung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials im betroffenen Wasserschutzgebiet ausgeben:

Einschätzung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials im betroffenen Wasserschutzgebiet

- Die Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers wird als **weniger hoch** eingeschätzt.
- Die systemimmanente Gefährdung durch das gewählte Entwässerungssystem und etwaige abwassertechnische Bauwerke wird als **weniger hoch** beurteilt.
- Das Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehlanschlüssen wird als **weniger hoch** erachtet.
- Das Risiko, dass auftretende Kanalschäden nicht oder spät erkannt werden sowie die Schwierigkeiten, Inspektionen und Sanierungen durchzuführen, ist **weniger hoch**.
- Die Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im Untergrund wird als **weniger hoch** eingeschätzt.
- Die von den baulichen Eingriffen in den Untergrund ausgehende Gefährdung ist **weniger hoch**.
- Das aus der Lage und Einrichtung der Baustelle resultierende Risiko wird als **besonders hoch** eingestuft.
- Das Risiko, dass es einem Zutreten von Oberflächenwasser in den Baubereich kommt, ist **hoch**.
- Die Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone/n wird als weniger **besonders hoch** eingeschätzt.
- Im Hinblick auf Vorbelastungen wird die Sensibilität des Grundwassers als **besonders hoch** bewertet.
- Bezüglich der Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter ist die Sensibilität des Grundwassers **besonders hoch**.
- Die Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her wird als **hoch** eingestuft.
- Gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal wird die Sensibilität des Grundwassers als **weniger hoch** eingeschätzt.

Nach Bewertung der **Gesamtsachlage** und der geplanten Kanalbaumaßnahme ist von einem

hohen Gefährdungspotenzial für das Grundwasser

auszugehen. Es wird angeraten, die bestehende Planung in verschiedenen Punkten zu überdenken, um das bestehende Gefährdungsrisiko für das Grundwasser zusätzlich zu reduzieren. Sollte die Maßnahme wie derzeit beabsichtigt durchgeführt werden sollen oder müssen, wird ein Rohrsystem mit erhöhtem Sicherheitsstandard empfohlen (semi-doppelwandiges Rohrsystem mit Möglichkeit der Lecküberwachung, Rohrsystem mit Muffenauszugsüberwachung, Rohrsystem mit Auskleidung (Inliner) und redundanten Dichtungen, mineralische Kapselung).

Handlungsempfehlungen

Im Bezug auf eine Modifikation der Kanalbauplanung zur Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials gehen aus der beispiefallspezifischen Betrachtung gemäß der erarbeiteten Zuordnungstabelle (vgl. Kapitel 3.4.2) folgende Handlungsempfehlungen hervor:

Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen		
Empfehlung	Zutreffende Antwort bzw. Antwortenkombinationen	Rating
HE 4	3 ³ + 15 ³	HE 4 ₂
HE 19	15 ³	HE 19 ₃
	21 ³	HE 19 ₁
HE 22	17 ²	–
HE 23	18 ¹	HE 23 ₁
HE 25	19 ³ + 20 ¹	HE 25 ₁
HE 27	21 ³	–
HE 28	22 ¹	–
	24 ²	–
HE 29	23 ¹	–
HE 32	27 ¹	–
HE 34	31 ¹	–
HE 36	47 ²	HE 36 ₁
HE 37	47 ²	–
HE 39	49 ¹	–
	54 ¹	–
HE 40	53 ²	–
HE 41	50 ²	–
HE 42	51 ²	–
	52 ²	–

Der auf der Vorseite angeführte Text zur Einschätzung des von der geplanten Kanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials wird im Kurzgutachten nach Zuweisung der Handlungsempfehlungen gemäß der Zuordnungstabelle durch den nachfolgenden Text ergänzt, welcher die Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung formuliert und sich aus den entsprechenden Textbausteinen (vgl. Kapitel 3.4.7) zusammensetzt:

Empfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung im Hinblick auf eine Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials
<ul style="list-style-type: none"> • Die geplante Tiefenlage des Abwasserkanals sollte überdacht werden. Es ist zu überprüfen, ob eine geringere Tiefenlage des Abwasserkanals möglich ist. Dies könnte die erforderlichen baulichen Eingriffe in den Untergrund und damit das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser verringern. • Sollten die Wassergewinnungsanlagen während der Kanalbaumaßnahme weiterbetrieben werden, sind dringend Trübemelder einzubauen, um Veränderungen des Feinkorngehaltes im Rohwassers rechtzeitig zu bemerken und Folgeschäden zu verhindern. • Wechselnde Witterungseinflüsse während der Bauphase, wie z.B. sommerliche Starkregen, winterlicher Frost und Schnee und Frühjahrshochwasser, sind insbesondere bei längeren Baumaßnahmen in der Planung zu berücksichtigen. Vorsorgeplanungen sind vorzuhalten, die Angaben dazu machen, wie entsprechenden Einflüssen begegnet werden kann und was im Notfall zu veranlassen ist, sollte es dennoch zu relevanten Einflussnahmen, z.B. zum Überfluten der Baugrube, kommen, welche den Baubetrieb hemmen oder zeitweilig zum Erliegen bringen können. <p>(...)</p>

(...)

- Besonders risikobehaftete Teile der Baustelle, z.B. Material- und Maschinenlagerplätze, sind dringend aus der betroffenen Wasserschutzzone hinaus zu verlagern und nach Möglichkeit außerhalb des Wasserschutzgebietes einzurichten.
- Die beabsichtigte Trassenführung schneidet oder durchzieht die Wasserschutzzone über vergleichsweise kurze Entfernung. Es ist dringend zu überprüfen, ob das Anschneiden vermieden werden kann. Hierdurch würde sich das bestehende Gefährdungspotenzial für das Grundwasser mindern.
- Im Wasserschutzgebiet sind Quellen vorhanden, die oberflächennahes Grundwasser fassen. Diese können besonders sensibel auf bauliche Eingriffe in den Untergrund reagieren. Es ist daher besondere Vorsicht geboten. Während der Baumaßnahme sollten die Quellen verstärkt auf wechselnde Grundwasserbeschaffenheit kontrolliert werden.
- Das von der Abwasserdurchleitung betroffene Wasserschutzgebiet und die darin befindlichen Gewinnungsanlagen besitzen eine hohe Wertigkeit für die Wasserversorgung. Es ist besondere Vorsicht bei der Durchführung der Baumaßnahme geboten.
- Es ist zu prüfen, ob und unter welchen Randbedingungen (z.B. Förderleistung, Förderdauer) vorhandene Brunnen im Bedarfsfall als Abwehrbrunnen genutzt werden könnten, falls aus Bau und/oder Betrieb des Abwasserkanals nachteilige Folgen für die Grundwasserbeschaffenheit resultieren sollten. Sollte die Einrichtung eines Abwehrbrunnens an einem oder mehreren vorhandenen Brunnen möglich sein, sind entsprechende Planungen vorsorglich durchzuführen und vorzuhalten.
- Es besteht das Risiko, dass Oberflächenwasser dem Baubereich zufließt. Eine geordnete Oberflächenentwässerung ist sicherzustellen und der Zutritt von Oberflächenwasser in den Baubereich ist zu verhindern. Anfallende Wässer sind abzufangen, kontrolliert abzuleiten und der Siedlungsentwässerung bzw. falls unbelastet gegebenenfalls der Vorflut zuzuführen.
- Maßnahmen für einen vorsorglichen Hochwasserschutz im Baubereich sind in der Planung zu berücksichtigen und umzusetzen. Hierzu gehören u.a. Maßnahmen gegen Überflutung des Baubereichs, zur Gewährleistung der Standsicherheit von Maschinen und Fahrzeugen sowie eine sichere Lagerung von Stoffen und Materialien.
- Vor Baubeginn sind dringend Untersuchungen zur Grundwasserbeschaffenheit im Gewinnungsgebiet durchzuführen. Trends und Entwicklungen sind zu analysieren. Ursachen für etwaig festgestellte chemische, bakteriologische oder sonstige Veränderungen des Grundwassers sind zu untersuchen.
- Zur Beweissicherung sind Grundwasseranalysen durchzuführen. Sie sind u.a. dahingehend auszuwerten, ob sie Aussagen zu Vorbelastungen, zur Strömung sowie zur Anfälligkeit des Grundwassers gegenüber Stoffzutritten liefern können.
- Vorliegende Detailkenntnisse zur geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich Pumpversuche, Tracertests und Strömungsmodellen (soweit vorhanden) sowie zur Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit sind mit in der Kanalbauplanung mit zu berücksichtigen.
- Es wird empfohlen, den Kenntnisstand hinsichtlich der geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich der anlagenspezifischen Kenntnisse zu Ausbau und der Abdichtung von Bohrungen zu verbessern, um den für eine fachgerechte Planung erforderlichen Detailkenntnisstand zu erweitern. Über optische und geophysikalische Untersuchungen an Bohrungen bzw. in deren Umfeld ist nachzudenken. Ohne ergänzende Untersuchungen ist eine angepasste Planung sowie eine Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser nur mit hohen Unsicherheiten möglich.
- Zur Erweiterung der Kenntnisse über hydrogeologische und gewinnungsspezifische Charakteristiken wird angeraten, Pumpversuche im Wasserschutzgebiet durchzuführen und deren Ergebnisse fachlich zu bewerten. Die dadurch erzielten Detailkenntnisse sind in der Kanalplanung zu berücksichtigen.
- Es sollte überprüft werden, inwiefern ein Markierungsversuch (Tracertest) und/ oder ein Grundwassermodell zur Erweiterung des Kenntnisstandes und genaueren Analyse der hydrogeologischen Situation im Wasserschutzgebiet sinnvoll und mit vertretbarem technischen, zeitlichen und finanziellen Aufwand umsetzbar sind.

Müsste durch die Beantwortung der Erhebungsfragen die gleiche Handlungsempfehlung mehrfach zugeordnet werden, kann eine Software vorsehen, dass die Empfehlung nur einmal im Text des Kurzgutachtens angeführt wird. Wird die gleiche Empfehlung mehrfach, jedoch mit unterschiedlichen Dringlichkeiten empfohlen, ist das dringlichere Rating im Ausgabertext zu berücksichtigen.

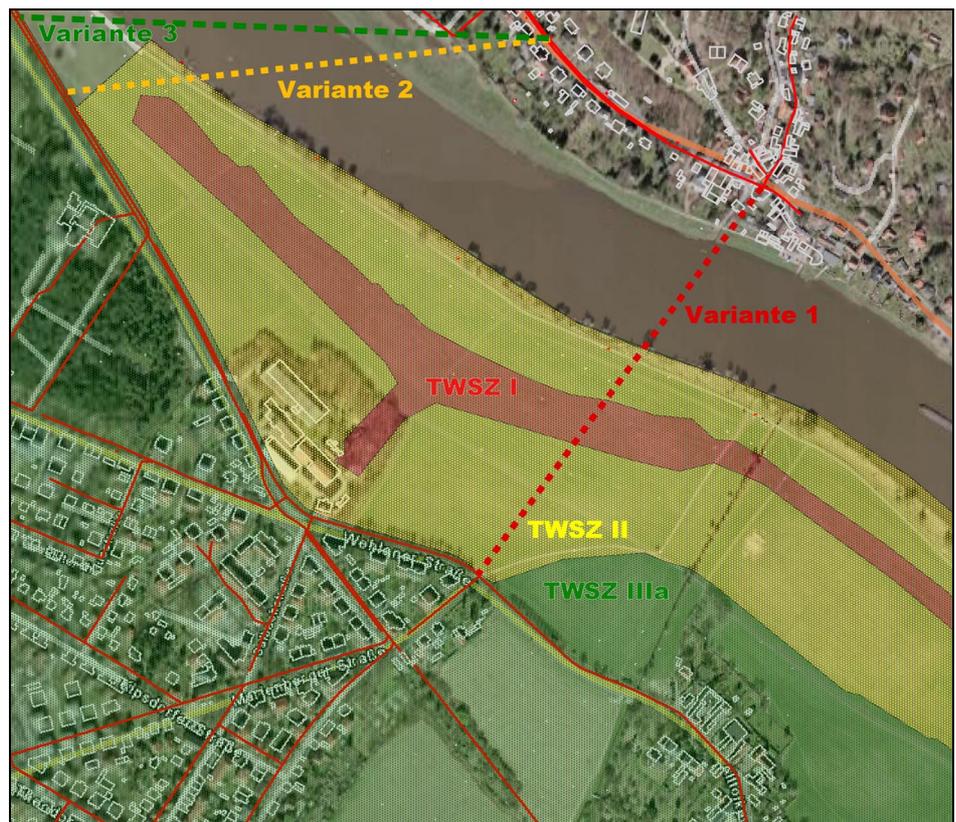
4.3 Anwendungsbeispiel 3

Errichtung eines teilnetzverbindenden Abwasserkanals im Bereich des Elbtalgrabens bei Dresden als Freispiegelkanal und im Bereich der Gewässerquerung als Druckleitung (Düker).

Ausgangssituation

Nachfolgend sind wichtige Randdaten des realen Fallbeispiels angeführt:

- Ein neu zu bauender Abwasserkanal soll verschiedene Netzteile innerhalb eines Stadtgebietes verbinden.
- Der Kanal soll in Abhängigkeit der gewählten Variante entweder vollständig außerhalb von Schutzzonen verlaufen, die engere Schutzzone II queren oder sich in Schutzzone I und Schutzzone II befinden.
- Im betroffenen Wasserschutzgebiet erfolgt eine Grundwasserentnahme aus Brunnen.



Weitere Detailangaben zur geplanten Kanalausführung und angestrebten Umsetzung der Baumaßnahme sowie zum Aufbau des Untergrundes und des räumlichen Umfelds der Kanaltrasse ist der Beantwortung der nachfolgenden Fragebögen zu entnehmen:

Anwendungsbeispiel 3

A	ANGABEN ZUM KANALBAUWERK	Frage 01 – Frage 14			
		Var. 1	Var. 2	Var. 3	
1	Wie groß ist die vorgesehene maximale Rohrmennweite (DN/ID) des Abwasserkanals?	1. ≤ DN/ID 400 2. 400 < DN/ID ≤ 800 3. 800 < DN/ID ≤ 1200 4. > DN/ID 1200	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	Welche Art des Abwasserkanals liegt vor?	1. Freispiegelleitung/-kanal 2. Staukanal 3. Druckleitung/-kanal 4. Unterdruckleitung/-kanal	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	Wie tief gründen Graben- bzw. Bohrlochsohle?	1. ≤ 1,75 m 2. > 1,75 m bis ≤ 4,00 m 3. > 4,00 m	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	Die vorgesehene Haltungslänge, d.h. der Schachtabstand beträgt...	1. ≤ 70 m 2. > 70 m bis ≤ 100 m 3. > 100m	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
5	Die Linienführung des Abwasserkanals ist...	1. Gerade 2. Gekrümmt bzw. bereichsweise gekrümmt	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	Welcher Rohrtyp ist für den Abwasserkanal vorgesehen?	1. Ein-Schicht-Rohre (z.B. aus Beton/Stahlbeton, Faserzement, Steinzeug, Gusseisen, Polymerbeton (PRC), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE), Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)) 2. Zwei-Schicht-Rohre (z.B. Beton-/Stahlbetonrohre mit integriertem Korrosionsschutz (Inliner/Auskleidung) aus Steinzeug, PVC, GFK). Hiervon zu unterscheiden sind Rohre mit Korrosionsschutzauskleidungen, bei denen im Rohrverbindungs-bereich lediglich eine Fugenversiegelung vorgenommen wird, die nicht als zusätzliche Dichtung zu betrachten ist.	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
7	Welcher Rohrverbindungstyp soll zum Einsatz kommen?	1. Steckverbindung 2. Schweißverbindung	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8	Die Baulänge der Kanalrohre liegt bei...	1. ≤ 4,0 m 2. > 4,0 m	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9	Welches Entwässerungssystem ist vorgesehen?	1. Mischsystem 2. Trennsystem 3. Modifiziertes System (Sonderverfahren), und zwar: 4. Modifiziertes Mischsystem 5. Klein- oder Pflanzenkläranlagen 6. Anordnung von Schmutzwasserkanälen in begehbaren Regen- oder Mischwasserkanälen	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

10	Sind innerhalb des Wasserschutzgebietes abwassertechnische Bauwerke geplant (Schächte ausgenommen)?	1. ja	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. nein	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Welcher Art und Herkunft ist das abzuleitende Abwasser?	1. nur häusliches Abwasser	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		2. (auch) nicht häusliches Abwasser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Als Einbindungsart der Anschlussleitungen ist vorgesehen...	1. direkter Anschluss an Hauptkanal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. indirekter Anschluss an Schächte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Welche Bedeutung hat der Kanal für das Entwässerungssystem?	1. Sammler mit geringer bis normaler Bedeutung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. Hauptsammler als Ein-Kanal-System mit übergeordneter Bedeutung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		3. Hauptsammler als Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillingskanal-System mit übergeordneter Bedeutung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Welche Schachtkonstruktion ist geplant?	1. Ortbetonschacht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. einteiliger Fertigteilschacht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3. mehrteiliger Fertigteilschacht	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		4. Schacht-im-Schacht-System	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B	ANGABEN ZUM BAUABLAUF UND ZUR BAUAUSFÜHRUNG	Frage 15 – Frage 18			
		Var. 1	Var. 2	Var. 3	
15	Welche Bauweise bzw. Bauverfahrenstechnik ist geplant?	1. offene Bauweise ohne Fräs- und Pflugverfahren	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. Fräs- und Pflugverfahren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3. geschlossene Bauweise mit oder ohne Einsatz von Stütz- und Förderflüssigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	Als Bettung bzw. Leitungszone ist/sind vorgesehen...	1. körnige, ungebundene Baustoffe (z.B. Ein-Korn-Kies, Material gestufter Körnung, Sand, gebrochene Baustoffe)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. hydraulisch gebundene Baustoffe (z.B. stabilisierter Boden, Leichtbeton, Magerbeton)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3. keine zusätzliche künstliche Bettung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	Wie lange wird die Baumaßnahme im Wasserschutzgebiet voraussichtlich dauern?	1. wenige bis einige Wochen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		2. einige bis mehrere Monate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Baustelle und Lagerplätze werden...	1. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II liegen, kritische Stoffe und Maschinen werden jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II liegen, kritische Stoffe und Maschinen sollen mit Sondergenehmigung in der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. werden	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III liegen, kritische Stoffe und Maschinen werden jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4. weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III liegen, kritische Stoffe und Maschinen sollen mit Sondergenehmigung in der Schutzzone gelagert / umgefüllt / gewartet o.ä. werden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		5. weitgehend außerhalb des Wasserschutzgebietes liegen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

C	ANGABEN ZUR WASSERGEWINNUNG	Frage 19 – Frage 25			
		Var. 1	Var. 2	Var. 3	
19	Welche Wasserschutzzone ist von der Kanaldurchleitung betroffen?	1. nur Wasserschutzzone III 2. nur Wasserschutzzone II und III 3. nur Wasserschutzzone II (einschließlich eines allseitigen Sicherheitspuffers von 50 m um die Außengrenze der Zone II) 4. unter anderem Wasserschutzzone I	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
20	Wie ist die Verlaufslänge in der betroffenen Wasserschutzzone zu bewerten?	1. Die Wasserschutzzone wird nur über eine kurze Entfernung angeschnitten bzw. gequert. 2. Die Wasserschutzzone wird über eine längere Entfernung angeschnitten bzw. gequert.	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
21	Welche Art von genutzten oder vorgehaltenen Trinkwassergewinnungsanlagen sind im Wasserschutzgebiet vorhanden und potenziell betroffen?	1. Brunnen (Vertikalbrunnen, Horizontalbrunnen) 2. Quellen einschl. Stollen 3. beides	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
22	Wie hoch liegt die jährliche Grundwasserentnahmerate im Wasserschutzgebiet?	1. mehr als 1.000.000 m ³ /a 2. zwischen 100.000 m ³ /a und 1.000.000 m ³ /a 3. weniger als 100.000 m ³ /a	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
23	Ist eine Brunnengalerie vorhanden bzw. liegen mehrere Brunnen relativ nahe beieinander?	1. ja 2. nein	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
24	Können bei einer Außerbetriebnahme von Wassergewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet die fehlenden Bereitstellungsmengen an Trinkwasser durch andere Gewinnungsanlagen, Gewinnungsgebiete oder durch eine Fremdbesicherung über benachbarte Wasserversorger ausgeglichen werden?	1. Eine Besicherung von anderer Stelle aus ist möglich (aus eigener Kraft oder durch Fremdbesicherung). 2. Wassergewinnungsgebiet und Gewinnungsanlage(n) im Wasserschutzgebiet sind unentbehrlich. Eine ausreichende Wasserbeschaffung von anderen Örtlichkeiten oder durch eine Fremdbesicherung ist nicht möglich. 3. Eine dauerhafte Stilllegung der potenziell gefährdeten Gewinnungsanlage(n) und Verlagerung der Wasserförderung auf andere Gewinnungsgebiete wäre denkbar.	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
25	Bestehen noch freie Förderkapazitäten im Gewinnungsgebiet, die eine Verlagerung der Wasserförderung innerhalb des Gewinnungsgebietes erlauben oder eine veränderte Betriebsweise der Gewinnungsanlagen (Entnahmerate/Betriebsdauer) möglich machen?	1. nein 2. ja	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

D	ANGABEN ZUR GELÄNDESITUATION	Frage 26 – Frage 32			
		Var. 1	Var. 2	Var. 3	
26	Wie ist die Geländemorphologie, insbesondere die Hangneigung im Bereich der geplanten Trassenführung zu beurteilen?	1. Das Gelände ist kaum oder nur schwach reliefiert bzw. geneigt. <9 % (<5°) 2. Das Gelände ist reliefiert bzw. mittel geneigt. 9 bis 18 % (5 bis 10°) 3. Das Gelände ist stark reliefiert bzw. geneigt bis steil. >18 % (10°)	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
27	Der Oberflächenabfluss orientiert sich...	1. zum Baubereich bzw. zur Baugrube hin 2. vom Baubereich bzw. von der Baugrube weg	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

28	Welcher Versiegelungsgrad liegt im Umfeld der geplanten Kanaltrasse vor?	<p>1. < 30 % versiegelt (Versiegelungsklasse I – II): z.B. Offenland, Wald, aufgelockerte Siedlungen mit Einzel- und Reihenhausbebauung</p> <p>2. 30 bis 70 % versiegelt (Versiegelungsklasse III – IV): z.B. stärker verdichtete Siedlungen mit Einzel-, Reihen-, Hochhaus-, Blockrandbebauung,</p> <p>3. > 70 % versiegelt (Versiegelungsklasse V – VI): z.B. Blockbebauung, verdichtete Gewerbe- und Industrieflächen</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	Sind problemlose Zugänglichkeit und ausreichende Platzverhältnisse im späteren Baubereich sichergestellt? (u.a. befestigte, ausreichend ausgebaute und sichere Wegeanbindung nach vorgeschriebenem Standard, Untergrund für den Einsatz schwerer Maschinen ausreichend stabil, Unebenheiten im Gelände vorsorglich ausgeglichen)	<p>1. Ja, sind sichergestellt.</p> <p>2. Nein sind nicht oder nicht überall sichergestellt.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	Liegt zwischen dem geplanten Trassenverlauf des Abwasserkanals und der Wassergewinnung ein Oberflächengewässer mit hydraulischem Kontakt, welches in der Lage ist, kanal- oder baustellenbürtige Stoffeinträge abzufangen, bevor sie der Wassergewinnung zutreten?	<p>1. ja</p> <p>2. nein</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	Ist der Baustellenbereich potenziell überschwemmungsgefährdet, da z.B. die Kanaltrasse durch eine aktive Gewässeraue führt?	<p>1. Ja, es besteht die potenzielle Gefahr, dass der Baubereich während der Maßnahmenumsetzung infolge von Hochwässern überflutet wird.</p> <p>2. Überschwemmungen können ausgeschlossen werden.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32	Ist der Baustellenbereich setzungsgefährdet?	<p>1. Ja, Bodensenkungen und -bewegungen sind vorhanden oder zu befürchten (z.B. bergbaulich bedingt, lithologisch durch Auslaugung, Schrumpfung).</p> <p>2. Setzungen können ausgeschlossen werden.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

E	ANGABEN ZUM AUFBAU DES UNTERGRUNDES	Frage 33 – Frage 41			
		Var. 1	Var. 2	Var. 3	
33	Wie mächtig sind die abgelagerten Lockergesteinsdeckschichten?	<p>1. ≤ 2 m</p> <p>2. > 2 m bis ≤ 10 m</p> <p>3. > 10 m</p> <p>4. Es sind keine Lockergesteinsdeckschichten ausgebildet.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34	Welchen lithologischen Charakter besitzen die Lockergesteinsdeckschichten?	<p>1. Sie sind dominant kiesig und/oder sandig ohne deutliche Beimengungen an feinerem Korn.</p> <p>2. Sie sind kiesig und/oder sandig mit erheblichen Anteilen an feinerem Korn.</p> <p>3. Sie sind dominant schluffig und/oder tonig.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	Wie mächtig sind die abgelagerten Festgesteinsdeckschichten?	<p>1. ≤ 20 m</p> <p>2. > 20 m</p> <p>3. Es sind keine Festgesteinsdeckschichten in relevanter Tiefe ausgebildet.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

36	Um welche Art von Festgesteinsdeckschichten handelt es sich?	<ol style="list-style-type: none"> aus rolligen Einzelkörnern aufgebaute Sedimentgesteine z.B. Konglomerat, Sandstein feinkörnige, bindige Sedimentgesteine z.B. Tonstein, Schluffstein, Mergelstein Magmatite, Metamorphite, Kalkgestein 	Beantwortung der Frage 36 entfällt jeweils wegen gewählter Antwort bei Frage 35		
37	Existiert zwischen Kanal und Grundwasserleiter eine bzw. existieren mehrere weiträumig ausgebildete (horizontbeständige) wasserstauende Schicht(en)?	<ol style="list-style-type: none"> ja nein 	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
38	Eine relevante Klüftung ist offensichtlich...	<ol style="list-style-type: none"> nur in den Deckschichten vorhanden nur im Grundwasserleiter vorhanden in den Deckschichten und im Grundwasserleiter vorhanden weder in Deckschichten noch im Grundwasserleiter vorhanden 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
39	Wie groß ist die Mächtigkeit des Grundwasserleiters einzuschätzen?	<ol style="list-style-type: none"> einige Meter bis wenige Zehner Meter mehrere Zehner Meter oder mehr 	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
40	Welche Lithologie weist der Grundwasserleiter auf?	<ol style="list-style-type: none"> Es handelt sich um einen Lockergesteinsgrundwasserleiter mit dominant kiesigem und/oder sandigem Charakter ohne deutliche Beimengungen an feinerem Korn Es handelt sich um einen Lockergesteinsgrundwasserleiter mit kiesig und/oder sandigem Charakter und erheblichen Anteilen an feinerem Korn Es handelt sich um einen Festgesteinsgrundwasserleiter, nämlich um ein aus rolligen Einzelkörnern aufgebautes Sedimentgestein, z.B. Konglomerat, Sandstein Es handelt sich um einen Festgesteinsgrundwasserleiter, nämlich um: einen Magmatit, Metamorphit oder um Kalkgestein 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
41	Fällt der geologische Untergrund vom Trassenverlauf in Richtung der Wassergewinnung ein?	<ol style="list-style-type: none"> Ja, vermutlich oder bekannter Weise in Richtung einer oder mehrerer Wassergewinnungsanlage(n). Nein, nicht in deren Richtung. 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

F	ANGABEN ZU HYDROGEOLOGIE UND GRUNDWASSERSITUATION	Frage 42 – Frage 48			
		Var. 1	Var. 2	Var. 3	
42	Liegen unterschiedliche Grundwasserstockwerke vor?	<ol style="list-style-type: none"> ja nein 	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
43	Wird die Kanalbaumaßnahme im gleichen Grundwasserstockwerk stattfinden wie die Grundwasserförderung?	<ol style="list-style-type: none"> ja nein 	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
44	Wie groß ist der Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel?	<ol style="list-style-type: none"> ≤ 5 m > 5 m bis ≤ 20 m > 20 m 	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
45	Wo liegt der Grundwasserspiegel im Verhältnis zur Kanalsohle?	<ol style="list-style-type: none"> oberhalb oder stellenweise oberhalb unterhalb 	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
46	Die hydraulische Drucksituation des Grundwassers im Grundwasserleiter ist...	<p>gespannt</p> <p>halbgespannt oder halbungespannt</p> <p>ungespannt</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

47	Konnten im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrerer Gewinnungsanlagen bislang nennenswerte Veränderungen der Grundwasserqualität festgestellt werden?	Ja, in Form von Verkeimungen bzw. bakteriologische Auffälligkeiten oder hydrochemischen Beeinflussungen bzw. Kontaminationen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Ja, in Form von Trübungen, Sandförderung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Ja, in Form von beidem.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Nein, keine nennenswerten Veränderungen.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
48	Sind Beeinträchtigungen des zu Tage geförderten Grundwassers durch oberflächenbürtige Einflüsse belegt (z.B. Nitrat, PBSM)?	ja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		nein	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

G	ANGABEN ZUM INFORMATIONSTAND UND ZUR QUALITÄT DER DATENKENNTNISSE	Frage 49 – Frage 54			
		Var. 1	Var. 2	Var. 3	
49	Ist der räumliche Untergundaufbau durch direkte oder indirekte Untersuchungen (Bohrarchive und/oder Geophysik und/oder Sondierungen) ausreichend bekannt, so dass Analogieschlüsse im Wasserschutzgebiet möglich sind und liegen belastbare Informationen zur baulichen Ausführung der Gewinnungsanlagen (v.a. Brunnenausbaupläne mit Angaben über u.a. Abdichtungsart und -tiefe) vor?	1. ja	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		2. nein (z.B. keine ausreichenden Kenntnisse zu Untergrund und Gewinnungsanlagen, Belastbarkeit der Kenntnisse fraglich, Analogieschlüsse schwierig)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50	Liegen Pumpversuchsergebnisse vor, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind?	1. ja	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		2. nein (z.B. keine Pumpversuche durchgeführt oder dokumentiert, Ergebnisse unzureichend bzw. zweifelhaft)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
51	Wurden Tracertests durchgeführt, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind?	1. ja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. nein (z.B. keine Tracertests durchgeführt oder dokumentiert, Ergebnisse unzureichend bzw. zweifelhaft)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
52	Wurde ein Strömungsmodell mit belastbaren Ergebnissen erarbeitet? Liegt dieses vor?	1. ja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. nein (z.B. es ist kein oder kein belastbares Modell existent, Ergebnisse angestellter Strömungsbetrachtungen sind unzureichend bzw. zweifelhaft)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
53	Wurden in jüngerer Vergangenheit (5-10 Jahre) TV-Befahrungen und/oder geophysikalische Brunnenuntersuchungen durchgeführt, zu denen Ergebnisberichte und Datenmaterial vorliegen (ausführliche Plots, Videobänder, zumindest Kurzberichte und/oder Feldplots bzw. Feldaufzeichnungen o.ä.)?	1. ja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. nein (z.B. keine derartigen Untersuchungen durchgeführt, Ergebnisse oder Aussagekraft durchgeführter Untersuchungen unzureichend oder nicht mehr repräsentativ)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
54	Liegen längere analytische Messreihen bzw. Trendkurven verschiedener bakteriologischer bzw. chemischer Parameter für das Rohwasser vor?	1. ja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. nein (z.B. keine längeren Messreihen vorhanden, vorliegende Analysen fragwürdig und/oder nicht belastbar)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Antwortenübersicht

Entsprechend der beantworteten Fragebögen treffen bei Variante 1 des Anwendungsbeispiels damit folgende Antworten zu:

Übersicht der zutreffenden Antworten		
Variante 1		
1 ²	19 ⁴	37 ¹
2 ³	20 ²	38 ⁴
3 ²	21 ¹	39 ¹
4 ³	22 ¹	40 ²
5 ¹	23 ¹	41 ²
6 ²	24 ²	42 ²
7 ²	25 ¹	43 ¹
8 ²	26 ¹	44 ¹
9 ²	27 ²	45 ¹
10 ¹	28 ¹	46 ³
11 ¹	29 ¹	47 ⁴
12 ²	30 ¹	48 ²
13 ²	31 ¹	49 ¹
14 ³	32 ²	50 ¹
15 ¹	33 ¹	51 ²
16 ¹	34 ³	52 ²
17 ¹	35 ³	53 ²
18 ²	36 entfällt wegen 35 ³	54 ²

Bei einer Programmsoftware würde auf Grundlage der Fragenbeantwortung aus den zutreffenden Antworten unter Verwendung der Textbausteine zur Situationsbeschreibung (vgl. Kapitel 3.4.5) folgender Text zur Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation ausgegeben werden, der die vom Nutzer gegebenen Antworten noch einmal zusammenfasst und der Überprüfung der Antworten durch den Anwender dienen soll:

Ausgangs- und Planungssituation
Variante 1
<ul style="list-style-type: none"> Die vorgesehene maximale Rohrnenweite des Abwasserkanals beträgt nicht mehr als DN/ID 800, liegt jedoch über DN/ID 400 Beim geplanten Abwasserkanal handelt es sich um eine Druckleitung. Die Gründungstiefe des Verlegungsgrabens bzw. der Bohrlochsohle liegt tiefer als 1,75 m jedoch nicht tiefer als 4,00 m. Die vorgesehene Haltungslänge, d.h. der Schachtabstand beträgt mehr als 100 m. Die geplante Linienführung des Abwasserkanals ist gerade. Für den Abwasserkanal sind Zwei-Schicht-Rohre, z.B. aus Beton/Stahlbeton mit integriertem Korrosionsschutz (Inliner/Auskleidung) aus Steinzeug, PVC, GFK, vorgesehen. Als Rohrverbindungstyp sollen Schweißverbindungen zum Einsatz kommen. Die Baulänge der Kanalrohre liegt bei über 4,0 m. Bei dem geplanten Entwässerungssystem handelt es sich um ein Trennsystem mit getrennter Ableitung von Schmutz- und Regenwasser. Innerhalb des Wasserschutzgebietes sind abwassertechnische Bauwerke geplant (etwaige Schächte ausgenommen). Bei dem abzuleitenden Abwasser wird es sich ausschließlich um häusliches Abwasser handeln. Es ist beabsichtigt, die Anschlussleitungen indirekt an die Schächte anzubinden. <p>(...)</p>

(...)

- Der Abwasserkanal wird als Hauptsammler als Einkanalssystem eine übergeordnete Bedeutung besitzen.
- Die Schächte werden als mehrteilige Fertigteilschächte ausgeführt.
- Es ist geplant, den Abwasserkanal in offener Bauweise zu errichten.
- Als Leitungsbettung sollen körnige, ungebundene Baustoffe, z.B. Ein-Korn-Kies, Material gestufter Körnung, Sand, gebrochene Baustoffe, verwendet werden.
- Die Baumaßnahme im Wasserschutzgebiet wird voraussichtlich wenige bis einige Wochen dauern.
- Baustelle und Lagerplätze werden weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone II liegen. Kritische Stoffe und Maschinen sollen mit Sondergenehmigung innerhalb der Schutzzone gelagert bzw. umgefüllt bzw. gewartet werden.
- Von der geplanten Abwasserdurchleitung wird unter anderem die Wasserschutzzone I betroffen sein.
- Die Wasserschutzzone/n wird/werden dabei über eine längere Entfernung angeschnitten bzw. gequert.
- In dem von der geplanten Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzgebiet befinden sich zur Trinkwasserförderung genutzte oder vorgehaltene Brunnen.
- Die jährliche Grundwasserentnahme im Wasserschutzgebiet liegt bei mehr als 1.000.000 m³.
- Eine Brunnengalerie ist vorhanden bzw. mehrere Brunnen liegen relativ nahe beieinander.
- Das Wassergewinnungsgebiet und seine Gewinnungsanlage(n) sind unentbehrlich. Eine ausreichende Wasserbeschaffung von anderen Örtlichkeiten oder durch eine Fremdbesicherung ist nicht möglich.
- Es bestehen keine freie Förderkapazitäten im Gewinnungsgebiet, eine Verlagerung der Wasserdurchleitung innerhalb des Gewinnungsgebietes ist nicht möglich.
- Das Gelände im Bereich der geplanten Trassenführung ist kaum oder nur schwach reliefiert bzw. geneigt.
- Der Oberflächenabfluss orientiert sich vom Baubereich bzw. von der Baugrube weg.
- Das Umfeld der geplanten Kanaltrasse ist zu einem vergleichsweise geringen Grad versiegelt, z.B. Offenland, Wald, aufgelockerte Siedlungen mit Einzel- und Reihenhausbauweise.
- Problemlose Zugänglichkeit und ausreichende Platzverhältnisse im späteren Baubereich sind sichergestellt.
- Zwischen dem geplanten Verlauf des Abwasserkanals und der Wassergewinnung liegt kein Oberflächengewässer mit hydraulischem Kontakt, welches in der Lage wäre, kanal- oder baustellenbürtige Stoffeinträge abzufangen, bevor sie der Wassergewinnung zutreten.
- Überschwemmungen des Baubereiches können nicht ausgeschlossen werden.
- Bodensenkungen und -bewegungen im Baustellenbereich können ausgeschlossen werden.
- Die Mächtigkeit der Lockergesteinsdeckschichten liegt unter 2 m.
- Die Lockergesteinsdeckschichten sind dominant schluffig und/oder tonig.
- Es sind keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet.
- Zwischen Kanal und Grundwasserleiter existiert eine bzw. existieren mehrere weiträumig ausgebildete wasserstauende Schicht/en.
- Eine relevante Klüftung ist offensichtlich weder in Deckschichten noch im Grundwasserleiter vorhanden.
- Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters liegt bei einige bis wenige Zehner Metern.
- Der vorzufindende Lockergesteinsgrundwasserleiter besitzt einen kiesigen und/oder sandigen lithologischen Charakter und zeigt erhebliche Anteile an feinerem Korn.
- Der geologische Untergrund vom Trassenverlauf fällt nicht in Richtung einer Wassergewinnungsanlage ein.
- Im Untergrund lassen sich keine unterschiedliche Grundwasserstockwerke voneinander abgrenzen.
- Die Kanalbaumaßnahme wird im zur Grundwasserförderung herangezogenen Grundwasserstockwerk stattfinden.
- Der Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel beträgt nicht mehr als 5 m.
- Das Niveau des Grundwasserspiegels befindet sich oberhalb oder stellenweise oberhalb der Kanalsohle.
- Die hydraulische Drucksituation im Grundwasserleiter ist ungespannt.
- Im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrere Gewinnungsanlagen konnten bislang keine nennenswerten Veränderungen der Grundwasserqualität festgestellt werden.
- Beeinträchtigungen des zu Tage geförderten Grundwassers durch oberflächenbürtige Einflüsse sind nicht belegt.
- Der räumliche Untergrundaufbau sowie die bauliche Ausführung der Gewinnungsanlagen sind durch direkte oder indirekte Untersuchungen ausreichend bekannt.
- Es liegen Pumpversuchsergebnisse vor, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind.
- Es wurden keine Tracertests durchgeführt bzw. Dokumentation und Ergebnisse durchgeführter Versuche sind unzureichend bzw. zweifelhaft.
- Ein (belastbares) Strömungsmodell ist nicht existent, Ansatz und/oder Ergebnisse etwaig angestellter Strömungsbetrachtungen sind unzureichend bzw. zweifelhaft.
- In jüngerer Vergangenheit wurden keine TV-Befahrungen und/oder geophysikalische Brunnenerkundungen durchgeführt.
- Es kann nicht auf längere analytische Messreihen bzw. Trendkurven verschiedener bakteriologischer bzw. chemischer Parameter für das Rohwasser zurückgegriffen werden.

Gefährdungseinschätzung

Aus den zutreffenden Antworten der Variante 1 resultieren folgende relevante Antworten und Antwortenverknüpfungen, welche als Schlüsselantworten und Schlüsselantwortkombinationen für die Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials herangezogen werden (vgl. Kapitel 3.4.4). Die Auflistungen der Schlüsselantworten in den einzelnen Tabellen sind der Übersichtlichkeit wegen gekürzt dargestellt. Die im Betrachtungsfall zutreffenden Schlüsselantworten sind blau unterlegt:

SA-Gruppe 1
Einschätzung:
Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 11 + 13	$1^1 + 11^1 + 13^3$	...	...	$1^3 + 11^2 + 13^1$
	$1^2 + 11^1 + 13^3$	$1^2 + 11^1 + 13^2$	$1^1 + 11^2 + 13^2$	$1^4 + 11^2 + 13^1$
	
2	2^4			2^3
6 + 11	$6^2 + 11^2$	$6^2 + 11^1$	$6^1 + 11^2$	
9 + 19			$9^3 + 19^2$	$9^4 + 19^2$
		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(1^2 + 11^1 + 13^2) + (6^2 + 11^1) + 2^3$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial hoch (GE 1_B)

SA-Gruppe 2
Einschätzung:
Gefährdung durch Entwässerungssystem und abwassertechnische Bauwerke

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
9		9^5	9^2	
10		10^2		
10 + 19			$10^1 + 19^1$	$10^1 + 19^2$
				$10^1 + 19^3$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	9^2
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 2_C)

SA-Gruppe 3
Einschätzung:
Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehllanschlüssen

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 4		$1^3 + 4^3$...	$1^2 + 4^3$...	
2 + 45	$2^4 + 45^2$	$2^1 + 45^1$...	$2^3 + 45^1$...	$2^3 + 45^2$
4 + 14	$4^1 + 14^4$ $4^2 + 14^4$...	$4^1 + 14^2$ $4^2 + 14^2$...	$4^1 + 14^1$ $4^3 + 14^3$...	$4^1 + 14^3$
7 + 32		$7^1 + 32^1$ $7^2 + 32^2$	$7^1 + 32^2$ $7^2 + 32^1$	
8 + 32		$8^1 + 32^1$ $8^2 + 32^2$	$8^1 + 32^2$ $8^2 + 32^1$	
9 + 11			$9^2 + 11^1$	$9^2 + 11^2$
12		12^2		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(1^2 + 4^3) + (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^2 + 32^2) + (8^2 + 32^2) + 12^2$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial hoch (GE 3_B)

SA-Gruppe 4
Einschätzung:
Risiko des Nichterkennens von Schäden sowie einer erschwerten Inspektion und Sanierung

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 4		$1^1 + 4^1$ $1^2 + 4^1$	$1^1 + 4^3$ $1^2 + 4^3$	
2	2^4			2^3
9	9^5			
9 + 12		$9^2 + 12^2$ $9^3 + 12^2$	$9^2 + 12^1$ $9^3 + 12^1$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(1^2 + 4^3) + 2^3 + (9^2 + 12^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial besonders hoch (GE 4_c)

SA-Gruppe 5
Einschätzung:
Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im darunter liegenden Untergrund

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
15 + 16	$15^3 + 16^3$	$15^2 + 16^3$		
16	16^2			
16 + 26			$16^1 + 26^2$	$16^1 + 26^3$
16 + 34 + 38 + 45			$16^1 + 34^1 + 38^1 + 45^2$... $16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^2$	
16 + 36 + 38 + 45			$16^1 + 36^1 + 38^1 + 45^2$... $16^1 + 36^3 + 38^1 + 45^2$	
16 + 45			$16^1 + 45^1$ $16^1 + 45^2$	
37 + 41	$37^1 + 41^2$	$37^1 + 41^1$		
37 + 48		$37^1 + 48^2$	$37^1 + 48^1$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(16^1 + 45^1) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 5_a)

SA-Gruppe 6
Einschätzung:
Gefährdung durch bauliche Eingriffe in den Untergrund

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
3		3^1		
3 + 15	$3^2 + 15^3$	$3^3 + 15^3$	$3^2 + 15^1$	$3^3 + 15^1$
15	15^2			
15 + 19	$15^3 + 19^1$	$15^3 + 19^2$ $15^3 + 19^3$	$15^1 + 19^1$	$15^1 + 19^2$ $15^1 + 19^3$
15 + 45	$15^3 + 45^2$	$15^3 + 45^1$	$15^1 + 45^2$	$15^1 + 45^1$
17			17^2	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(3^3 + 15^1) + (15^1 + 45^1)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial besonders hoch (GE 6_c)

SA-Gruppe 7
Einschätzung: Risiko durch Lage und Einrichtung der Baustelle

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
18	18 ⁵	18 ³	18 ¹ 18 ⁴	18 ²
29				29 ²
32				32 ¹

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	18 ²
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial besonders hoch (GE 7_c)

SA-Gruppe 8
Einschätzung: Risiko durch zutretendes Oberflächenwasser im Baubereich

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
15 + 27		15 ² + 27 ¹	15 ³ + 27 ¹	15 ¹ + 27 ¹
26 + 27 + 28	26 ¹ + 27 ¹ + 28 ¹ 26 ¹ + 27 ¹ + 28 ² 26 ¹ + 27 ¹ + 28 ³ 26 ² + 27 ¹ + 28 ³	26 ² + 27 ¹ + 28 ² 26 ³ + 27 ¹ + 28 ³	26 ² + 27 ¹ + 28 ¹ 26 ³ + 27 ¹ + 28 ²	26 ³ + 27 ¹ + 28 ¹
27	27 ²			
27 + 28		27 ¹ + 28 ¹	27 ¹ + 28 ²	
31				31 ¹

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	27 ² + 31 ¹
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial hoch (GE 8_b)

SA-Gruppe 9
Einschätzung:
Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
19 + 20		$19^1 + 20^1$	$19^1 + 20^2$ $19^2 + 20^1$ $19^3 + 20^1$	$19^2 + 20^2$ $19^3 + 20^2$
24	24^1			
24 + 25			$24^2 + 25^2$	$24^2 + 25^1$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(24^2 + 25^1)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität besonders hoch (GE 9_c)

SA-Gruppe 10
Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers im Hinblick auf Vorbelastungen

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
24 + 47			$24^2 + 47^1$ $24^1 + 47^2$ $24^2 + 47^2$ $24^2 + 47^3$	$24^1 + 47^1$ $24^1 + 47^3$
30	30^1			
42 + 43	$42^1 + 43^2$			$42^1 + 43^1$ $42^2 + 43^1$
45			45^1	
47	47^4			

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$30^1 + (42^2 + 43^1) + 45^1 + 47^4$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität weniger hoch (GE 10_a)

SA-Gruppe 11
**Einschätzung: Sensibilität des Grundwassers
im Hinblick Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter**

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
21 + 22 + 39 + 40		$21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^1$	$21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^1$	...
		$21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^1$	$21^3 + 22^1 + 39^1 + 40^1$	$21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^2$
	
38 + 39 + 40		$38^1 + 39^2 + 40^2$	$38^4 + 39^1 + 40^2$	$38^1 + 39^1 + 40^1$
		$38^4 + 39^2 + 40^2$	$38^4 + 39^1 + 40^2$	...
		$38^2 + 39^2 + 40^4$
				$38^3 + 39^2 + 40^4$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^2) + (38^4 + 39^1 + 40^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität besonders hoch (GE 11c)

SA-Gruppe 12
**Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her**

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
11 + 48			$11^1 + 48^1$	$11^2 + 48^1$
33				33^4
33 + 34	$33^3 + 34^2$	$33^3 + 34^1$	$33^1 + 34^1$	
	$33^2 + 34^3$	$33^2 + 34^2$	$33^2 + 34^1$	
	$33^3 + 34^3$	$33^1 + 34^3$	$33^1 + 34^2$	
35 + 36 + 38		$35^2 + 36^2 + 38^1$	$35^1 + 36^2 + 38^1$	...
		...	...	$35^1 + 36^1 + 38^2$
37 + 48		$37^1 + 48^2$	$37^1 + 48^1$	
46 + 48		$46^1 + 48^2$	$46^2 + 48^2$	$46^1 + 48^1$
				$46^2 + 48^1$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(33^1 + 34^3) + (37^1 + 48^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität weniger hoch (GE 12a)

SA- Gruppe 13
Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
16	16^2			
(3 + 33 + 35 + 45) + (33 + 34)	... $(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ ...	... $(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$ ...	... $(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^2)$...	
(3 + 33 + 35 + 45) + (35 + 36 + 38)		$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2)$ + $(35^2 + 36^2 + 38^1)$...	$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2)$ + $(35^1 + 36^2 + 38^1)$...	$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2)$ + $(35^1 + 36^1 + 38^1)$...
44 + 45	$44^3 + 45^2$	$44^2 + 45^2$	$44^1 + 45^2$	
45				45^1

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	45^1
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität besonders hoch (GE 13_c)

Die Betrachtung des Zusammenwirkens der Schlüsselantworten in den Schlüsselantwortgruppen und die daraus hervorgehende Einschätzung der Gefährdungs- und Risikopotenziale sowie Sensibilitäten führt im Falle der betrachteten Variante 1 zu folgenden gruppenspezifischen Bewertungsergebnissen:

- 7x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **besonders hoch**,
- 3x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **hoch**,
- 3x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **weniger hoch**.

Aus der Häufigkeit der Bewertungsergebnisse in den Schlüsselantwortgruppen lässt sich über die Zuordnungstabelle zur Gesamtgefährdungseinschätzung das Grundwassergefährdungspotenzial der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme abschätzen. Im betrachteten Fallbeispiel ist das

Grundwassergefährdungspotenzial besonders hoch.

Dies geht aus nachfolgender Zuordnungstabelle hervor:

Zuordnungstabelle Gesamtgefährdungseinschätzung – Gesamtgefährdung			
Grundwassergefährdungspotenzial der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme			
Gesamteinschätzung gemäß HE/GE-Liste	Verteilung der 13 gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen (GE 1... bis GE 13...)		
	weniger hoch (GE ... A)	hoch (GE ... B)	besonders hoch (GE ... C)
weniger hoch (GE A)	≥ 7	≤ 6	0
	≥ 8	≤ 4	1
	≥ 9	≤ 2	2
hoch (GE B)	alle übrigen Fälle		
besonders hoch (GE C)			≥ 7
	≤ 4	≥ 3	6
	≤ 4	≥ 4	5
	≤ 4	≥ 5	4

Die Gefährdungs-, Risiko- und Sensibilitätseinschätzungen für die einzelnen Schlüsselantwortgruppen sowie die resultierende Grundwassergesamtgefährdungseinschätzung werden mit den Textbausteinen zur Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials (vgl. Kapitel 3.4.6) verknüpft und in Textform im abschließenden „automatisierten Kurzgutachten“ ausgegeben. Weitere Bestandteile des Kurzgutachtens sind die textliche Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation sowie die Formulierung von Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung vor dem Hintergrund einer Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials.

Eine spätere Programmsoftware würde im Hinblick auf das Zusammenwirken zutreffender Schlüsselantworten und die fallspezifische Bewertung bestehender Gefährdungs- und Risikopotenziale sowie Sensibilitäten folgenden Text zur Einschätzung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials ausgeben:

Einschätzung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials im betroffenen Wasserschutzgebiet
Variante 1
<ul style="list-style-type: none"> Die Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers wird als hoch eingeschätzt. Die systemimmanente Gefährdung durch das gewählte Entwässerungssystem und etwaige abwassertechnische Bauwerke wird als besonders hoch beurteilt. (...)

(...)

- Das Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehlschlüssen wird als **hoch** erachtet.
- Das Risiko, dass auftretende Kanalschäden nicht oder spät erkannt werden sowie die Schwierigkeiten, Inspektionen und Sanierungen durchzuführen, ist **besonders hoch**.
- Die Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im Untergrund wird als **weniger hoch** eingeschätzt.
- Die von den baulichen Eingriffen in den Untergrund ausgehende Gefährdung ist **besonders hoch**.
- Das aus der Lage und Einrichtung der Baustelle resultierende Risiko wird als **besonders hoch** eingestuft.
- Das Risiko, dass es einem Zutreten von Oberflächenwasser in den Baubereich kommt, ist **hoch**.
- Die Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone/n wird als **weniger besonders hoch** eingeschätzt.
- Im Hinblick auf Vorbelastungen wird die Sensibilität des Grundwassers als **weniger hoch** bewertet.
- Bezüglich der Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter ist die Sensibilität des Grundwassers **besonders hoch**.
- Die Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her wird als **weniger hoch** eingestuft.
- Gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal wird die Sensibilität des Grundwassers als **besonders hoch** eingeschätzt.

Nach Bewertung der **Gesamtsachlage** und der geplanten Kanalbaumaßnahme ist von einem **besonders hohen Gefährdungspotenzial für das Grundwasser** auszugehen. Es wird angeraten, die bestehende Planung in verschiedenen Punkten zu überdenken, um das bestehende Gefährdungsrisiko für das Grundwasser zusätzlich zu reduzieren. Sollte die Maßnahme wie derzeit beabsichtigt durchgeführt werden sollen oder müssen, wird ein Rohrsystem mit erhöhtem Sicherheitsstandard empfohlen (semi-doppelwandiges Rohrsystem mit Möglichkeit der Lecküberwachung, Rohrsystem mit Muffenauszugsüberwachung, Rohrsystem mit Auskleidung (Inliner) und redundanten Dichtungen, mineralische Kapselung).

Handlungsempfehlungen

Im Bezug auf eine Modifikation der Kanalbauplanung zur Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials gehen aus der Betrachtung der Variante 1 gemäß der erarbeiteten Zuordnungstabelle (vgl. Kapitel 3.4.2) folgende Handlungsempfehlungen hervor:

Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen		
Empfehlung	Zutreffende Antwort bzw. Antwortkombinationen	Rating
HE 1	1 ² + 4 ³	–
HE 3	2 ³	–
HE 4	2 ³ + 3 ²	HE 4 ₁
HE 5	45 ¹	HE 5 ₂
HE 6	4 ³ + 14 ³	HE 6 ₂
HE 13	9 ²	–
HE 15	10 ¹	–
HE 17	13 ²	–
HE 18	18 ²	HE 18 ₁
HE 19	15 ¹	HE 19 ₂
HE 20	15 ¹ + 45 ¹	–
HE 21	16 ¹	–
HE 23	18 ²	HE 23 ₁

Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen		
Empfehlung	Zutreffende Antwort bzw. Antwortenkombinationen	Rating
HE 24	19 ⁴	–
HE 28	22 ¹	–
	24 ²	–
HE 29	23 ¹	–
HE 31	25 ¹	–
HE 34	31 ¹	–
HE 37	47 ⁴	–
HE 39	49 ¹	–
	50 ¹	–
HE 40	53 ²	–
HE 42	51 ²	–
	52 ²	–

Der auf den vorangegangenen Seiten angeführte Text zur Einschätzung des von der geplanten Kanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials wird im Kurzgutachten nach Zuweisung der Handlungsempfehlungen gemäß der Zuordnungstabelle durch den nachfolgenden Text ergänzt, welcher die Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung formuliert und sich aus den entsprechenden Textbausteinen (vgl. Kapitel 3.4.7) zusammensetzt:

Empfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung im Hinblick auf eine Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials
Variante 1
<ul style="list-style-type: none"> • Der Schachtabstand innerhalb des Wasserschutzgebietes sollte überdacht werden. Eine Verkürzung könnte im vorliegenden Fall die potenzielle Gefährdung des Grundwassers verringern. • Die gewählte Art des Abwasserkanals ist zu überdenken. Es ist zu prüfen, ob zur Verringerung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser die geplante Druckleitung durch eine Freispiegelleitung größeren Durchmessers ersetzt werden kann. • Die geplante Tiefenlage des Abwasserkanals sollte dringend überdacht werden. Es ist zu überprüfen, ob eine geringere Tiefenlage des Abwasserkanals möglich ist. Dies könnte die erforderlichen baulichen Eingriffe in den Untergrund und damit das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser verringern. • Die offene Bauweise birgt bei nicht wasserdichten Verbauarten und besonders bei wasserdichten Verbauarten ein weitaus höheres Risikopotenzial als eine Kanalverlegung in geschlossener Bauweise. Eine geschlossene Bauweise ist anzustreben, um Eingriffe in den Untergrund zu minimieren und das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser somit zu reduzieren. • Die geplante Schachtkonstruktion ist zu überdenken. Es sind Schachtkonstruktionen mit erhöhten Dichtheitsanforderungen vorzusehen. Einteilige Schachtsysteme und Schacht-in-Schacht-Systeme reduzieren das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser. Sollte trotz erhöhten Risikos durch Undichtigkeiten an Fugenverbindungen eine Verwendung mehrteiliger Schächte beabsichtigt sein, ist eine mineralische Kapselung der Schachtbauwerke zu erwägen. Sind Ortbetonschächte beabsichtigt, kann diese Konstruktionsart beibehalten werden, wenn darauf geachtet wird, dass es zu einer adäquaten Bauausführung ohne Undichtigkeiten kommt. <p>(...)</p>

(...)

- Bei der Bauausführung ist besondere Vorsicht geboten, damit es zu keinen Fehlanschlüssen kommt, durch welche behandlungsbedürftiges Wasser innerhalb des Wasserschutzgebietes in Vorfluter oder Untergrund gelangen kann.
- Abwassertechnische Bauwerke erhöhen das Grundwassergefährdungspotenzial. Kann auf einen Neubau entsprechender Anlagen innerhalb des Wasserschutzgebietes im Ausnahmefall nicht verzichtet werden, sind diese so auszuführen, dass Eingriffe in den Untergrund auf ein Mindestmaß reduziert werden und möglichen Einflüssen auf das Grundwasser wirksam vorgebeugt wird (besondere Abdichtung, mineralische Kapselung, gesicherte Schmutzwasserableitung, u.a.).
- Es sollte geprüft werden, ob der Hauptsammler als Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillingskanalsystem gebaut werden kann, wodurch sich gegebenenfalls die erforderliche Grabentiefe verringern könnte und vor allem eine vereinfachte Inspektion, Reparatur und Sanierung möglich wäre.
- Im Baustellenbereich sind dringend besondere Untergrundsicherungsmaßnahmen zur vorsorglichen Verhinderung einer Versickerung von Betriebsstoffen vorzusehen.
- Sollten die Wassergewinnungsanlagen während der Kanalbaumaßnahme weiterbetrieben werden, sind Trübemelder einzubauen, um Veränderungen des Feinkorngehaltes im Rohwasser rechtzeitig zu bemerken und Folgeschäden zu verhindern.
- Durch die Lage des Grundwasserspiegels oberhalb der Kanalsole ist bei offener Bauweise ein wasserdichter Verbau bzw. bei geschlossener Bauweise der Einsatz von Stützflüssigkeiten erforderlich. Entsprechende Maßnahmen sind in der Planung zu berücksichtigen. Im Baugrubenbereich anfallendes Wasser ist sicher abzuleiten, so dass es keine Gefahr für das Grundwasser darstellt.
- Innerhalb der Bettungszone sind Tonsperren zur Verhinderung von Längsdrainagen entlang der Leitungszone vorzusehen. Über hydraulisch gebundener Baustoffe in der gesamten Leitungszone ist nachzudenken.
- Besonders risikobehaftete Teile der Baustelle, z.B. Material- und Maschinenlagerplätze, sind dringend aus der betroffenen Wasserschutzzone hinaus zu verlagern und nach Möglichkeit außerhalb des Wasserschutzgebietes einzurichten.
- Die geplante Führung der Kanaltrasse ist zu verändern. Die beabsichtigte Abwasserdurchleitung durch eine Wasserschutzzone I ist auch im Ausnahmefall nicht statthaft. Sollte an der Durchleitung durch die Schutzzone I festgehalten werden, müsste die Wassergewinnung aufgegeben werden.
- Das von der Abwasserdurchleitung betroffene Wasserschutzgebiet und die darin befindlichen Gewinnungsanlagen besitzen eine hohe Wertigkeit für die Wasserversorgung. Es ist besondere Vorsicht bei der Durchführung der Baumaßnahme geboten.
- Es ist zu prüfen, ob und unter welchen Randbedingungen (z.B. Förderleistung, Förderdauer) vorhandene Brunnen im Bedarfsfall als Abwehrbrunnen genutzt werden könnten, falls aus Bau und/oder Betrieb des Abwasserkanals nachteilige Folgen für die Grundwasserbeschaffenheit resultieren sollten. Sollte die Einrichtung eines Abwehrbrunnens an einem oder mehreren vorhandenen Brunnen möglich sein, sind entsprechende Planungen vorsorglich durchzuführen und vorzuhalten.
- Es ist zu prüfen, inwieweit Veränderungen der Nutzung und/oder Betriebsweise der Gewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet die potenzielle Gefährdung des genutzten Grundwassers durch z.B. eine Veränderung des Einzugsbereiches oder der Aufenthaltzeit des Grundwassers im Aquifer verringern könnte.
- Maßnahmen für einen vorsorglichen Hochwasserschutz im Baubereich sind in der Planung zu berücksichtigen und umzusetzen. Hierzu gehören u.a. Maßnahmen gegen Überflutung des Baubereichs, zur Gewährleistung der Standsicherheit von Maschinen und Fahrzeugen sowie eine sichere Lagerung von Stoffen und Materialien.
- Zur Beweissicherung sind Grundwasseranalysen durchzuführen. Sie sind u.a. dahingehend auszuwerten, ob sie Aussagen zu Vorbelastungen, zur Strömung sowie zur Anfälligkeit des Grundwassers gegenüber Stoffzutritten liefern können.
- Vorliegende Detailkenntnisse zur geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich Pumpversuche, Tracertests und Strömungsmodellen (soweit vorhanden) sowie zur Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit sind mit in der Kanalbauplanung mit zu berücksichtigen.
- Es wird empfohlen, den Kenntnisstand hinsichtlich der geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich der anlagenspezifischen Kenntnisse zu Ausbau und der Abdichtung von Bohrungen zu verbessern, um den für eine fachgerechte Planung erforderlichen Detailkenntnisstand zu erweitern. Über optische und geophysikalische Untersuchungen an Bohrungen bzw. in deren Umfeld ist nachzudenken. Ohne ergänzende Untersuchungen ist eine angepasste Planung sowie eine Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser nur mit hohen Unsicherheiten möglich.
- Es sollte überprüft werden, inwiefern ein Markierungsversuch (Tracertest) und/ oder ein Grundwassermodell zur Erweiterung des Kenntnisstandes und genaueren Analyse der hydrogeologischen Situation im Wasserschutzgebiet sinnvoll und mit vertretbarem technischen, zeitlichen und finanziellen Aufwand umsetzbar sind.

Antwortenübersicht

Entsprechend der beantworteten Fragebögen treffen bei Variante 2 des Anwendungsbeispiels damit folgende Antworten zu:

Übersicht der zutreffenden Antworten		
Variante 2		
1 ²	19 ²	37 ¹
2 ³	20 ¹	38 ⁴
3 ²	21 ¹	39 ¹
4 ³	22 ¹	40 ²
5 ¹	23 ¹	41 ²
6 ²	24 ²	42 ²
7 ¹	25 ¹	43 ¹
8 ¹	26 ¹	44 ¹
9 ²	27 ²	45 ¹
10 ²	28 ¹	46 ³
11 ¹	29 ¹	47 ⁴
12 ²	30 ¹	48 ²
13 ²	31 ¹	49 ¹
14 ³	32 ²	50 ¹
15 ³	33 ¹	51 ²
16 ³	34 ³	52 ²
17 ¹	35 ³	53 ²
18 ³	36 entfällt wegen 35 ³	54 ²

Bei einer Programmsoftware würde auf Grundlage der Fragenbeantwortung aus den zutreffenden Antworten unter Verwendung der Textbausteine zur Situationsbeschreibung (vgl. Kapitel 3.4.5) folgender Text zur Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation ausgegeben werden, der die vom Nutzer gegebenen Antworten noch einmal zusammenfasst und der Überprüfung der Antworten durch den Anwender dienen soll:

Ausgangs- und Planungssituation
Variante 2
<ul style="list-style-type: none"> Die vorgesehene maximale Rohrnenweite des Abwasserkanals beträgt nicht mehr als DN/ID 800, liegt jedoch über DN/ID 400 Beim geplanten Abwasserkanal handelt es sich um eine Druckleitung. Die Gründungstiefe des Verlegungsgrabens bzw. der Bohrlochsohle liegt tiefer als 1,75 m jedoch nicht tiefer als 4,00 m. Die vorgesehene Haltungslänge, d.h. der Schachtabstand beträgt mehr als 100 m. Die geplante Linienführung des Abwasserkanals ist gerade. Für den Abwasserkanal sind Zwei-Schicht-Rohre, z.B. aus Beton/Stahlbeton mit integriertem Korrosionsschutz (Inliner/Auskleidung) aus Steinzeug, PVC, GFK, vorgesehen. Als Rohrverbindungstyp sollen Steckverbindungen zum Einsatz kommen. Die Baulänge der Kanalrohre liegt bei maximal 4,0 m. Bei dem geplanten Entwässerungssystem handelt es sich um ein Trennsystem mit getrennter Ableitung von Schmutz- und Regenwasser. Innerhalb des Wasserschutzgebietes sind keine abwassertechnische Bauwerke geplant (etwaige Schächte ausgenommen). Bei dem abzuleitenden Abwasser wird es sich ausschließlich um häusliches Abwasser handeln. <p>(...)</p>

(...)

- Es ist beabsichtigt, die Anschlussleitungen indirekt an die Schächte anzubinden
- Der Abwasserkanal wird als Hauptsammler als Einkanalssystem eine übergeordnete Bedeutung besitzen.
- Die Schächte werden als mehrteilige Fertigteilschächte ausgeführt.
- Es ist geplant, den Abwasserkanal in geschlossene Bauweise mit oder ohne Einsatz von Stütz- und Förderflüssigkeiten zu errichten.
- Es ist keine zusätzliche künstliche Leitungsbettung vorgesehen.
- Die Baumaßnahme im Wasserschutzgebiet wird voraussichtlich wenige bis einige Wochen dauern.
- Baustelle und Lagerplätze werden weitgehend innerhalb der Wasserschutzzone III liegen. Kritische Stoffe und Maschinen sollen jedoch außerhalb der Schutzzone gelagert bzw. umgefüllt bzw. gewartet werden.
- Von der geplanten Abwasserdurchleitung werden nur Wasserschutzzone II und III betroffen sein.
- Die Wasserschutzzone/n wird/werden dabei nur über eine kurze Entfernung angeschnitten bzw. gequert.
- In dem von der geplanten Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzgebiet befinden sich zur Trinkwasserförderung genutzte oder vorgehaltene Brunnen.
- Die jährliche Grundwasserentnahme im Wasserschutzgebiet liegt bei mehr als 1.000.000 m³.
- Eine Brunnengalerie ist vorhanden bzw. mehrere Brunnen liegen relativ nahe beieinander.
- Das Wassergewinnungsgebiet und seine Gewinnungsanlage(n) sind unentbehrlich. Eine ausreichende Wasserbeschaffung von anderen Örtlichkeiten oder durch eine Fremdbesicherung ist nicht möglich.
- Es bestehen keine freie Förderkapazitäten im Gewinnungsgebiet, eine Verlagerung der Wasserförderung innerhalb des Gewinnungsgebietes ist nicht möglich.
- Das Gelände im Bereich der geplanten Trassenführung ist kaum oder nur schwach reliefiert bzw. geneigt.
- Der Oberflächenabfluss orientiert sich vom Baubereich bzw. von der Baugrube weg.
- Das Umfeld der geplanten Kanaltrasse ist zu einem vergleichsweise geringen Grad versiegelt, z.B. Offenland, Wald, aufgelockerte Siedlungen mit Einzel- und Reihenhausbauung.
- Problemlose Zugänglichkeit und ausreichende Platzverhältnisse im späteren Baubereich sind sichergestellt.
- Zwischen dem geplanten Verlauf des Abwasserkanals und der Wassergewinnung liegt kein Oberflächengewässer mit hydraulischem Kontakt, welches in der Lage wäre, kanal- oder baustellenbürtige Stoffeinträge abzufangen, bevor sie der Wassergewinnung zutreten.
- Überschwemmungen des Baubereiches können nicht ausgeschlossen werden.
- Bodensenkungen und -bewegungen im Baustellenbereich können ausgeschlossen werden.
- Die Mächtigkeit der Lockergesteinsdeckschichten liegt unter 2 m.
- Die Lockergesteinsdeckschichten sind dominant schluffig und/oder tonig.
- Es sind keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet.
- Zwischen Kanal und Grundwasserleiter existiert eine bzw. existieren mehrere weiträumig ausgebildete wasserstauende Schicht/en.
- Eine relevante Klüftung ist offensichtlich weder in Deckschichten noch im Grundwasserleiter vorhanden.
- Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters liegt bei einige bis wenige Zehner Metern.
- Der vorzufindende Lockergesteinsgrundwasserleiter besitzt einen kiesigen und/oder sandigen lithologischen Charakter und zeigt erhebliche Anteile an feinerem Korn.
- Der geologische Untergrund vom Trassenverlauf fällt nicht in Richtung einer Wassergewinnungsanlage ein.
- Im Untergrund lassen sich keine unterschiedliche Grundwasserstockwerke voneinander abgrenzen.
- Die Kanalbaumaßnahme wird im zur Grundwasserförderung herangezogenen Grundwasserstockwerk stattfinden.
- Der Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel beträgt nicht mehr als 5 m.
- Das Niveau des Grundwasserspiegels befindet sich oberhalb oder stellenweise oberhalb der Kanalsohle.
- Die hydraulische Drucksituation im Grundwasserleiter ist ungespannt.
- Im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrere Gewinnungsanlagen konnten bislang keine nennenswerten Veränderungen der Grundwasserqualität festgestellt werden.
- Beeinträchtigungen des zu Tage geförderten Grundwassers durch oberflächenbürtige Einflüsse sind nicht belegt.
- Der räumliche Untergrundaufbau sowie die bauliche Ausführung der Gewinnungsanlagen sind durch direkte oder indirekte Untersuchungen ausreichend bekannt.
- Es liegen Pumpversuchsergebnisse vor, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind.
- Es wurden keine Tracertests durchgeführt bzw. Dokumentation und Ergebnisse durchgeführter Versuche sind unzureichend bzw. zweifelhaft.
- Ein (belastbares) Strömungsmodell ist nicht existent, Ansatz und/oder Ergebnisse etwaig angestellter Strömungsbetrachtungen sind unzureichend bzw. zweifelhaft.
- In jüngerer Vergangenheit wurden keine TV-Befahrungen und/oder geophysikalische Brunnennuntersuchungen durchgeführt.
- Es kann nicht auf längere analytische Messreihen bzw. Trendkurven verschiedener bakteriologischer bzw. chemischer Parameter für das Rohwasser zurückgegriffen werden.

Gefährdungseinschätzung

Aus den zutreffenden Antworten der Variante 2 resultieren folgende relevante Antworten und Antwortenverknüpfungen, welche als Schlüsselantworten und Schlüsselantwortkombinationen für die Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials herangezogen werden (vgl. Kapitel 3.4.4). Die Auflistungen der Schlüsselantworten in den einzelnen Tabellen sind der Übersichtlichkeit wegen gekürzt dargestellt. Die im Betrachtungsfall zutreffenden Schlüsselantworten sind blau unterlegt:

SA-Gruppe 1
Einschätzung:
Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 11 + 13	$1^1 + 11^1 + 13^3$	...	...	$1^3 + 11^2 + 13^1$
	$1^2 + 11^1 + 13^3$	$1^2 + 11^1 + 13^2$	$1^1 + 11^2 + 13^2$	$1^4 + 11^2 + 13^1$
	
2	2^4			2^3
6 + 11	$6^2 + 11^2$	$6^2 + 11^1$	$6^1 + 11^2$	
9 + 19			$9^3 + 19^2$	$9^4 + 19^2$
		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(1^2 + 11^1 + 13^2) + (6^2 + 11^1) + 2^3$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial hoch (GE 1_B)

SA-Gruppe 2
Einschätzung:
Gefährdung durch Entwässerungssystem und abwassertechnische Bauwerke

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
9		9^5	9^2	
10		10^2		
10 + 19			$10^1 + 19^1$	$10^1 + 19^2$
				$10^1 + 19^3$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$9^2 + 10^2$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial hoch (GE 2_B)

SA-Gruppe 3
Einschätzung:
Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehllanschlüssen

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 4		$1^3 + 4^3$...	$1^2 + 4^3$...	
2 + 45	$2^4 + 45^2$	$2^1 + 45^1$...	$2^3 + 45^1$...	$2^3 + 45^2$
4 + 14	$4^1 + 14^4$ $4^2 + 14^4$...	$4^1 + 14^2$ $4^2 + 14^2$...	$4^1 + 14^1$ $4^3 + 14^3$...	$4^1 + 14^3$
7 + 32		$7^1 + 32^1$ $7^2 + 32^2$	$7^1 + 32^2$ $7^2 + 32^1$	
8 + 32		$8^1 + 32^1$ $8^2 + 32^2$	$8^1 + 32^2$ $8^2 + 32^1$	
9 + 11			$9^2 + 11^1$	$9^2 + 11^2$
12		12^2		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(1^2 + 4^3) + (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) + (8^1 + 32^2) + (9^2 + 11^1) + 12^2$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial besonders hoch (GE 3c)

SA-Gruppe 4
Einschätzung:
Risiko des Nichterkennens von Schäden sowie einer erschwerten Inspektion und Sanierung

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 4		$1^1 + 4^1$ $1^2 + 4^1$	$1^1 + 4^3$ $1^2 + 4^3$	
2	2^4			2^3
9	9^5			
9 + 12		$9^2 + 12^2$ $9^3 + 12^2$	$9^2 + 12^1$ $9^3 + 12^1$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(1^2 + 4^3) + 2^3 + (9^2 + 12^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial besonders hoch (GE 4c)

SA-Gruppe 5
Einschätzung:
Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im darunter liegenden Untergrund

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
15 + 16	$15^3 + 16^3$	$15^2 + 16^3$		
16	16^2			
16 + 26			$16^1 + 26^2$	$16^1 + 26^3$
16 + 34 + 38 + 45			$16^1 + 34^1 + 38^1 + 45^2$... $16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^2$	
16 + 36 + 38 + 45			$16^1 + 36^1 + 38^1 + 45^2$... $16^1 + 36^3 + 38^1 + 45^2$	
16 + 45			$16^1 + 45^1$ $16^1 + 45^2$	
37 + 41	$37^1 + 41^2$	$37^1 + 41^1$		
37 + 48		$37^1 + 48^2$	$37^1 + 48^1$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(15^3 + 16^3) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 5_A)

SA-Gruppe 6
Einschätzung:
Gefährdung durch bauliche Eingriffe in den Untergrund

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
3		3^1		
3 + 15	$3^2 + 15^3$	$3^3 + 15^3$	$3^2 + 15^1$	$3^3 + 15^1$
15	15^2			
15 + 19	$15^3 + 19^1$	$15^3 + 19^2$ $15^3 + 19^3$	$15^1 + 19^1$	$15^1 + 19^2$ $15^1 + 19^3$
15 + 45	$15^3 + 45^2$	$15^3 + 45^1$	$15^1 + 45^2$	$15^1 + 45^1$
17			17^2	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(3^2 + 15^3) + (15^3 + 19^2) + (15^3 + 45^1)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 6_A)

SA-Gruppe 7				
Einschätzung: Risiko durch Lage und Einrichtung der Baustelle				

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
18	18 ⁵	18 ³	18 ¹ 18 ⁴	18 ²
29				29 ²
32				32 ¹

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	18 ³
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial weniger hoch (GE 7_A)

SA-Gruppe 8				
Einschätzung: Risiko durch zutretendes Oberflächenwasser im Baubereich				

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
15 + 27		15 ² + 27 ¹	15 ³ + 27 ¹	15 ¹ + 27 ¹
26 + 27 + 28	26 ¹ + 27 ¹ + 28 ¹ 26 ¹ + 27 ¹ + 28 ² 26 ¹ + 27 ¹ + 28 ³ 26 ² + 27 ¹ + 28 ³	26 ² + 27 ¹ + 28 ² 26 ³ + 27 ¹ + 28 ³	26 ² + 27 ¹ + 28 ¹ 26 ³ + 27 ¹ + 28 ²	26 ³ + 27 ¹ + 28 ¹
27	27 ²			
27 + 28		27 ¹ + 28 ¹	27 ¹ + 28 ²	
31				31 ¹

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	27 ² + 31 ¹
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial hoch (GE 8_B)

SA-Gruppe 9
Einschätzung:
Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
19 + 20		$19^1 + 20^1$	$19^1 + 20^2$ $19^2 + 20^1$ $19^3 + 20^1$	$19^2 + 20^2$ $19^3 + 20^2$
24	24^1			
24 + 25			$24^2 + 25^2$	$24^2 + 25^1$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(19^2 + 20^1) + (24^2 + 25^1)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität besonders hoch (GE 9c)

SA-Gruppe 10
Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers im Hinblick auf Vorbelastungen

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
24 + 47			$24^2 + 47^1$ $24^1 + 47^2$ $24^2 + 47^2$ $24^2 + 47^3$	$24^1 + 47^1$ $24^1 + 47^3$
30	30^1			
42 + 43	$42^1 + 43^2$			$42^1 + 43^1$ $42^2 + 43^1$
45			45^1	
47	47^4			
Zusammenwirken der Schlüsselantworten				
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$30^1 + (42^2 + 43^1) + 45^1 + 47^4$			
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität weniger hoch (GE 10a)			

SA-Gruppe 11
**Einschätzung: Sensibilität des Grundwassers
im Hinblick Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter**

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
21 + 22 + 39 + 40		$21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^1$	$21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^1$	...
		$21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^1$	$21^3 + 22^1 + 39^1 + 40^1$	$21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^2$
	
38 + 39 + 40		$38^1 + 39^2 + 40^2$	$38^4 + 39^1 + 40^2$	$38^1 + 39^1 + 40^1$
		$38^4 + 39^2 + 40^2$	$38^4 + 39^1 + 40^2$	...
		$38^2 + 39^2 + 40^4$
				$38^3 + 39^2 + 40^4$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^2) + (38^4 + 39^1 + 40^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität besonders hoch (GE 11c)

SA-Gruppe 12
**Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her**

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
11 + 48			$11^1 + 48^1$	$11^2 + 48^1$
33				33^4
33 + 34	$33^3 + 34^2$	$33^3 + 34^1$	$33^1 + 34^1$	
	$33^2 + 34^3$	$33^2 + 34^2$	$33^2 + 34^1$	
	$33^3 + 34^3$	$33^1 + 34^3$	$33^1 + 34^2$	
35 + 36 + 38		$35^2 + 36^2 + 38^1$	$35^1 + 36^2 + 38^1$	...
		...	...	$35^1 + 36^1 + 38^2$
37 + 48		$37^1 + 48^2$	$37^1 + 48^1$	
46 + 48		$46^1 + 48^2$	$46^2 + 48^2$	$46^1 + 48^1$
				$46^2 + 48^1$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(33^1 + 34^3) + (37^1 + 48^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität weniger hoch (GE 12a)

SA- Gruppe 13
Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
16	16^2			
(3 + 33 + 35 + 45) + (33 + 34)	... $(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ ...	... $(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$ ...	... $(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^2)$...	
(3 + 33 + 35 + 45) + (35 + 36 + 38)		$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2)$ + $(35^2 + 36^2 + 38^1)$...	$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2)$ + $(35^1 + 36^2 + 38^1)$...	$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2)$ + $(35^1 + 36^1 + 38^1)$...
44 + 45	$44^3 + 45^2$	$44^2 + 45^2$	$44^1 + 45^2$	
45				45¹

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	45 ¹
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität besonders hoch (GE 13_c)

Die Betrachtung des Zusammenwirkens der Schlüsselantworten in den Schlüsselantwortgruppen und die daraus hervorgehende Einschätzung der Gefährdungs- und Risikopotenziale sowie Sensibilitäten führt im Falle der betrachteten Variante 2 zu folgenden gruppenspezifischen Bewertungsergebnissen:

- 5x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **besonders hoch**,
- 3x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **hoch**,
- 5x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **weniger hoch**.

Aus der Häufigkeit der Bewertungsergebnisse in den Schlüsselantwortgruppen lässt sich über die Zuordnungstabelle zur Gesamtgefährdungseinschätzung das Grundwassergefährdungspotenzial der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme abschätzen. Im betrachteten Fallbeispiel ist das

Grundwassergefährdungspotenzial hoch.

Dies geht aus nachfolgender Zuordnungstabelle hervor:

Zuordnungstabelle Gesamtgefährdungseinschätzung – Gesamtgefährdung			
Grundwassergefährdungspotenzial der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme			
Gesamteinschätzung gemäß HE/GE-Liste	Verteilung der 13 gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen (GE 1... bis GE 13...)		
	weniger hoch (GE ... A)	hoch (GE ... B)	besonders hoch (GE ... C)
weniger hoch (GE A)	≥ 7 ≥ 8 ≥ 9	≤ 6 ≤ 4 ≤ 2	0 1 2
hoch (GE B)	alle übrigen Fälle		
besonders hoch (GE C)	≤ 4 ≤ 4 ≤ 4	≥ 3 ≥ 4 ≥ 5	≥ 7 6 5 4

Die Gefährdungs-, Risiko- und Sensibilitätseinschätzungen für die einzelnen Schlüsselantwortgruppen sowie die resultierende Grundwassergesamtgefährdungseinschätzung werden mit den Textbausteinen zur Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials (vgl. Kapitel 3.4.6) verknüpft und in Textform im abschließenden „automatisierten Kurzgutachten“ ausgegeben. Eine spätere Programmsoftware würde im Hinblick auf das Zusammenwirken zutreffender Schlüsselantworten und die fallspezifische Bewertung bestehender Gefährdungs- und Risikopotenziale sowie Sensibilitäten folgenden Text zur Einschätzung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials ausgeben:

Einschätzung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials im betroffenen Wasserschutzgebiet
Variante 2
<ul style="list-style-type: none"> • Die Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers wird als hoch eingeschätzt. • Die systemimmanente Gefährdung durch das gewählte Entwässerungssystem und etwaige abwassertechnische Bauwerke wird als hoch beurteilt. • Das Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehllanschlüssen wird als besonders hoch erachtet. • Das Risiko, dass auftretende Kanalschäden nicht oder spät erkannt werden sowie die Schwierigkeiten, Inspektionen und Sanierungen durchzuführen, ist besonders hoch. • Die Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im Untergrund wird als weniger hoch eingeschätzt. • Die von den baulichen Eingriffen in den Untergrund ausgehende Gefährdung ist weniger hoch. • Das aus der Lage und Einrichtung der Baustelle resultierende Risiko wird als weniger hoch eingestuft. <p>(...)</p>

(...)

- Das Risiko, dass es einem Zutreten von Oberflächenwasser in den Baubereich kommt, ist **hoch**.
- Die Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone/n wird als **weniger besonders hoch** eingeschätzt.
- Im Hinblick auf Vorbelastungen wird die Sensibilität des Grundwassers als **weniger hoch** bewertet.
- Bezüglich der Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter ist die Sensibilität des Grundwassers **besonders hoch**.
- Die Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her wird als **weniger hoch** eingestuft.
- Gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal wird die Sensibilität des Grundwassers als **besonders hoch** eingeschätzt.

Nach Bewertung der **Gesamtsachlage** und der geplanten Kanalbaumaßnahme ist von einem **hohen Gefährdungspotenzial für das Grundwasser** auszugehen. Es wird angeraten, die bestehende Planung in verschiedenen Punkten zu überdenken, um das bestehende Gefährdungsrisiko für das Grundwasser zusätzlich zu reduzieren. Sollte die Maßnahme wie derzeit beabsichtigt durchgeführt werden sollen oder müssen, wird ein Rohrsystem mit erhöhtem Sicherheitsstandard empfohlen (semi-doppelwandiges Rohrsystem mit Möglichkeit der Lecküberwachung, Rohrsystem mit Muffenauszugsüberwachung, Rohrsystem mit Auskleidung (Inliner) und redundanten Dichtungen, mineralische Kapselung).

Handlungsempfehlungen

Im Bezug auf eine Modifikation der Kanalbauplanung zur Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials gehen aus der Betrachtung der Variante 2 gemäß der erarbeiteten Zuordnungstabelle (vgl. Kapitel 3.4.2) folgende Handlungsempfehlungen hervor:

Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen		
Empfehlung	Zutreffende Antwort bzw. Antwortkombinationen	Rating
HE 1	1 ² + 4 ³	–
HE 3	2 ³	–
HE 4	2 ³ + 3 ²	HE 4 ₁
HE 5	45 ¹	HE 5 ₂
HE 6	4 ³ + 14 ³	HE 6 ₂
HE 9	7 ¹ + 32 ²	–
HE 10	8 ¹ + 32 ²	–
HE 13	9 ²	–
HE 17	13 ²	–
HE 19	15 ³	HE 19 ₃
HE 20	15 ³ + 45 ¹	–
HE 23	18 ³	HE 23 ₂
HE 25	19 ² + 20 ¹	HE 25 ₁
HE 28	22 ¹	–
	24 ²	–
HE 29	23 ¹	–
HE 31	25 ¹	–

Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen		
Empfehlung	Zutreffende Antwort bzw. Antwortenkombinationen	Rating
HE 34	31 ¹	–
He 37	47 ⁴	–
HE 39	49 ¹	–
	50 ¹	–
HE 40	53 ²	–
HE 42	51 ²	–
	52 ²	–

Der auf den vorangegangenen Seiten angeführte Text zur Einschätzung des von der geplanten Kanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials wird im Kurzgutachten nach Zuweisung der Handlungsempfehlungen gemäß der Zuordnungstabelle durch den nachfolgenden Text ergänzt, welcher die Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung formuliert und sich aus den entsprechenden Textbausteinen (vgl. Kapitel 3.4.7) zusammensetzt:

Empfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung im Hinblick auf eine Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials
Variante 2
<ul style="list-style-type: none"> • Der Schachtabstand innerhalb des Wasserschutzgebietes sollte überdacht werden. Eine Verkürzung könnte im vorliegenden Fall die potenzielle Gefährdung des Grundwassers verringern. • Die gewählte Art des Abwasserkanals ist zu überdenken. Es ist zu prüfen, ob zur Verringerung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser die geplante Druckleitung durch eine Freispiegelleitung größeren Durchmessers ersetzt werden kann. • Die geplante Tiefenlage des Abwasserkanals sollte dringend überdacht werden. Es ist zu überprüfen, ob eine geringere Tiefenlage des Abwasserkanals möglich ist. Dies könnte die erforderlichen baulichen Eingriffe in den Untergrund und damit das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser verringern. • Die offene Bauweise birgt bei nicht wasserdichten Verbauarten und besonders bei wasserdichten Verbauarten ein weitaus höheres Risikopotenzial als eine Kanalverlegung in geschlossener Bauweise. Eine geschlossene Bauweise ist anzustreben, um Eingriffe in den Untergrund zu minimieren und das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser somit zu reduzieren. • Die geplante Schachtkonstruktion ist zu überdenken. Es sind Schachtkonstruktionen mit erhöhten Dichtheitsanforderungen vorzusehen. Einteilige Schachtsysteme und Schacht-in-Schacht-Systeme reduzieren das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser. Sollte trotz erhöhten Risikos durch Undichtigkeiten an Fugenverbindungen eine Verwendung mehrteiliger Schächte beabsichtigt sein, ist eine mineralische Kapselung der Schachtbauwerke zu erwägen. Sind Ortbetonschächte beabsichtigt, kann diese Konstruktionsart beibehalten werden, wenn darauf geachtet wird, dass es zu einer adäquaten Bauausführung ohne Undichtigkeiten kommt. • Der geplante Rohrverbindungstyp sollte überdacht werden. Dadurch kann das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser herabgesetzt werden. Sollten Schweißverbindungen bei biegeweichen Rohre (PEHD) beabsichtigt werden, kann der geplante Rohrverbindungstyp beibehalten werden. • Die beabsichtigte Baulänge der Rohre sollte überdacht werden. Es wird empfohlen zu überprüfen, ob größere Baulängen möglich sind. Diese würden das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser verringern. • Bei der Bauausführung ist besondere Vorsicht geboten, damit es zu keinen Fehlschlüssen kommt, durch welche behandlungsbedürftiges Wasser innerhalb des Wasserschutzgebietes in Vorfluter oder Untergrund gelangen kann. • Es sollte geprüft werden, ob der Hauptsammler als Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillingskanalsys-

tem gebaut werden kann, wodurch sich gegebenenfalls die erforderliche Grabentiefe verringern könnte und vor allem eine vereinfachte Inspektion, Reparatur und Sanierung möglich wäre.

(...)

- Sollten die Wassergewinnungsanlagen während der Kanalbaumaßnahme weiterbetrieben werden, sind nach Möglichkeit Trübemelder einzubauen, um Veränderungen des Feinkorngehaltes im Rohwassers rechtzeitig zu bemerken und Folgeschäden zu verhindern.
- Durch die Lage des Grundwasserspiegels oberhalb der Kanalsohle ist bei offener Bauweise ein wasserdichter Verbau bzw. bei geschlossener Bauweise der Einsatz von Stützflüssigkeiten erforderlich. Entsprechende Maßnahmen sind in der Planung zu berücksichtigen. Im Baugrubenbereich anfallendes Wasser ist sicher abzuleiten, so dass es keine Gefahr für das Grundwasser darstellt.
- Besonders risikobehaftete Teile der Baustelle, z.B. Material- und Maschinenlagerplätze, sind aus der betroffenen Wasserschutzzone hinaus zu verlagern und nach Möglichkeit außerhalb des Wasserschutzgebietes einzurichten.
- Die beabsichtigte Trassenführung schneidet oder durchzieht die Wasserschutzzone über vergleichsweise kurze Entfernung. Es ist dringend zu überprüfen, ob das Anschneiden vermieden werden kann. Hierdurch würde sich das bestehende Gefährdungspotenzial für das Grundwasser mindern.
- Das von der Abwasserdurchleitung betroffene Wasserschutzgebiet und die darin befindlichen Gewinnungsanlagen besitzen eine hohe Wertigkeit für die Wasserversorgung. Es ist besondere Vorsicht bei der Durchführung der Baumaßnahme geboten.
- Es ist zu prüfen, ob und unter welchen Randbedingungen (z.B. Förderleistung, Förderdauer) vorhandene Brunnen im Bedarfsfall als Abwehrbrunnen genutzt werden könnten, falls aus Bau und/oder Betrieb des Abwasserkanals nachteilige Folgen für die Grundwasserbeschaffenheit resultieren sollten. Sollte die Einrichtung eines Abwehrbrunnens an einem oder mehreren vorhandenen Brunnen möglich sein, sind entsprechende Planungen vorsorglich durchzuführen und vorzuhalten.
- Es ist zu prüfen, inwieweit Veränderungen der Nutzung und/oder Betriebsweise der Gewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet die potenzielle Gefährdung des genutzten Grundwassers durch z.B. eine Veränderung des Einzugsbereiches oder der Aufenthaltszeit des Grundwassers im Aquifer verringern könnte.
- Maßnahmen für einen vorsorglichen Hochwasserschutz im Baubereich sind in der Planung zu berücksichtigen und umzusetzen. Hierzu gehören u.a. Maßnahmen gegen Überflutung des Baubereichs, zur Gewährleistung der Standsicherheit von Maschinen und Fahrzeugen sowie eine sichere Lagerung von Stoffen und Materialien.
- Zur Beweissicherung sind Grundwasseranalysen durchzuführen. Sie sind u.a. dahingehend auszuwerten, ob sie Aussagen zu Vorbelastungen, zur Strömung sowie zur Anfälligkeit des Grundwassers gegenüber Stoffzutritten liefern können.
- Vorliegende Detailkenntnisse zur geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich Pumpversuche, Tracertests und Strömungsmodellen (soweit vorhanden) sowie zur Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit sind mit in der Kanalbauplanung mit zu berücksichtigen.
- Es wird empfohlen, den Kenntnisstand hinsichtlich der geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich der anlagenspezifischen Kenntnisse zu Ausbau und der Abdichtung von Bohrungen zu verbessern, um den für eine fachgerechte Planung erforderlichen Detailkenntnisstand zu erweitern. Über optische und geophysikalische Untersuchungen an Bohrungen bzw. in deren Umfeld ist nachzudenken. Ohne ergänzende Untersuchungen ist eine angepasste Planung sowie eine Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser nur mit hohen Unsicherheiten möglich.
- Es sollte überprüft werden, inwiefern ein Markierungsversuch (Tracertest) und/ oder ein Grundwassermodell zur Erweiterung des Kenntnisstandes und genaueren Analyse der hydrogeologischen Situation im Wasserschutzgebiet sinnvoll und mit vertretbarem technischen, zeitlichen und finanziellen Aufwand umsetzbar sind.

Müsste durch die Beantwortung der Erhebungsfragen die gleiche Handlungsempfehlung mehrfach zugeordnet werden, kann eine Software vorsehen, dass die Empfehlung nur einmal im Text des Kurzgutachtens angeführt wird. Wird die gleiche Empfehlung mehrfach, jedoch mit unterschiedlichen Dringlichkeiten empfohlen, ist das dringlichere Rating im Ausgabertext zu berücksichtigen.

Antwortenübersicht

Entsprechend der beantworteten Fragebögen treffen bei Variante 3 des Anwendungsbeispiels damit folgende Antworten zu:

Übersicht der zutreffenden Antworten		
Variante 3		
1 ²	19 ¹	37 ¹
2 ³	20 ¹	38 ⁴
3 ²	21 ¹	39 ¹
4 ³	22 ¹	40 ²
5 ¹	23 ¹	41 ²
6 ²	24 ²	42 ²
7 ¹	25 ¹	43 ¹
8 ¹	26 ¹	44 ¹
9 ²	27 ²	45 ¹
10 ²	28 ¹	46 ³
11 ¹	29 ¹	47 ⁴
12 ²	30 ¹	48 ²
13 ²	31 ¹	49 ¹
14 ³	32 ²	50 ¹
15 ³	33 ¹	51 ²
16 ³	34 ³	52 ²
17 ¹	35 ³	53 ²
18 ⁵	36 entfällt wegen 35 ³	54 ²

Bei einer Programmsoftware würde auf Grundlage der Fragenbeantwortung aus den zutreffenden Antworten unter Verwendung der Textbausteine zur Situationsbeschreibung (vgl. Kapitel 3.4.5) folgender Text zur Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation ausgegeben werden, der die vom Nutzer gegebenen Antworten noch einmal zusammenfasst und der Überprüfung der Antworten durch den Anwender dienen soll:

Ausgangs- und Planungssituation
Variante 3
<ul style="list-style-type: none"> Die vorgesehene maximale Rohrnenweite des Abwasserkanals beträgt nicht mehr als DN/ID 800, liegt jedoch über DN/ID 400 Beim geplanten Abwasserkanal handelt es sich um eine Druckleitung. Die Gründungstiefe des Verlegungsgrabens bzw. der Bohrlochsohle liegt tiefer als 1,75 m jedoch nicht tiefer als 4,00 m. Die vorgesehene Haltungslänge, d.h. der Schachtabstand beträgt mehr als 100 m. Die geplante Linienführung des Abwasserkanals ist gerade. Für den Abwasserkanal sind Zwei-Schicht-Rohre, z.B. aus Beton/Stahlbeton mit integriertem Korrosionsschutz (Inliner/Auskleidung) aus Steinzeug, PVC, GFK, vorgesehen. Als Rohrverbindungstyp sollen Steckverbindungen zum Einsatz kommen. Die Baulänge der Kanalrohre liegt bei maximal 4,0 m. Bei dem geplanten Entwässerungssystem handelt es sich um ein Trennsystem mit getrennter Ableitung von Schmutz- und Regenwasser. Innerhalb des Wasserschutzgebietes sind keine abwassertechnische Bauwerke geplant (etwaige Schächte ausgenommen). Bei dem abzuleitenden Abwasser wird es sich ausschließlich um häusliches Abwasser handeln. Es ist beabsichtigt, die Anschlussleitungen indirekt an die Schächte anzubinden. <p>(...)</p>

(...)

- Der Abwasserkanal wird als Hauptsammler als Einkanalssystem eine übergeordnete Bedeutung besitzen.
- Die Schächte werden als mehrteilige Fertigteilschächte ausgeführt.
- Es ist geplant, den Abwasserkanal in geschlossene Bauweise mit oder ohne Einsatz von Stütz- und Förderflüssigkeiten zu errichten.
- Es ist keine zusätzliche künstliche Leitungsbettung vorgesehen.
- Die Baumaßnahme im Wasserschutzgebiet wird voraussichtlich wenige bis einige Wochen dauern.
- Baustelle und Lagerplätze werden weitgehend außerhalb der Wasserschutzgebiete liegen.
- Von der geplanten Abwasserdurchleitung wird nur Wasserschutzzone III betroffen sein.
- Die Wasserschutzzone/n wird/werden dabei nur über eine kurze Entfernung angeschnitten bzw. gequert.
- In dem von der geplanten Abwasserdurchleitung betroffenen Wasserschutzgebiet befinden sich zur Trinkwasserförderung genutzte oder vorgehaltene Brunnen.
- Die jährliche Grundwasserentnahme im Wasserschutzgebiet liegt bei mehr als 1.000.000 m³.
- Eine Brunnengalerie ist vorhanden bzw. mehrere Brunnen liegen relativ nahe beieinander.
- Das Wassergewinnungsgebiet und seine Gewinnungsanlage(n) sind unentbehrlich. Eine ausreichende Wasserbeschaffung von anderen Örtlichkeiten oder durch eine Fremdbesicherung ist nicht möglich.
- Es bestehen keine freie Förderkapazitäten im Gewinnungsgebiet, eine Verlagerung der Wasserförderung innerhalb des Gewinnungsgebietes ist nicht möglich.
- Das Gelände im Bereich der geplanten Trassenführung ist kaum oder nur schwach reliefiert bzw. geneigt.
- Der Oberflächenabfluss orientiert sich vom Baubereich bzw. von der Baugrube weg.
- Das Umfeld der geplanten Kanaltrasse ist zu einem vergleichsweise geringen Grad versiegelt, z.B. Offenland, Wald, aufgelockerte Siedlungen mit Einzel- und Reihenhausbauung.
- Problemlose Zugänglichkeit und ausreichende Platzverhältnisse im späteren Baubereich sind sichergestellt.
- Zwischen dem geplanten Verlauf des Abwasserkanals und der Wassergewinnung liegt kein Oberflächengewässer mit hydraulischem Kontakt, welches in der Lage wäre, kanal- oder baustellenbürtige Stoffeinträge abzufangen, bevor sie der Wassergewinnung zutreten.
- Überschwemmungen des Baubereiches können nicht ausgeschlossen werden.
- Bodensenkungen und -bewegungen im Baustellenbereich können ausgeschlossen werden.
- Die Mächtigkeit der Lockergesteinsdeckschichten liegt unter 2 m.
- Die Lockergesteinsdeckschichten sind dominant schluffig und/oder tonig.
- Es sind keine Festgesteinsdeckschichten ausgebildet.
- Zwischen Kanal und Grundwasserleiter existiert eine bzw. existieren mehrere weiträumig ausgebildete wasserstauende Schicht/en.
- Eine relevante Klüftung ist offensichtlich weder in Deckschichten noch im Grundwasserleiter vorhanden.
- Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters liegt bei einige bis wenige Zehner Metern.
- Der vorzufindende Lockergesteinsgrundwasserleiter besitzt einen kiesigen und/oder sandigen lithologischen Charakter und zeigt erhebliche Anteile an feinerem Korn.
- Der geologische Untergrund vom Trassenverlauf fällt nicht in Richtung einer Wassergewinnungsanlage ein.
- Im Untergrund lassen sich keine unterschiedliche Grundwasserstockwerke voneinander abgrenzen.
- Die Kanalbaumaßnahme wird im zur Grundwasserförderung herangezogenen Grundwasserstockwerk stattfinden.
- Der Vertikalabstand zwischen Abwasserkanal und Grundwasserspiegel beträgt nicht mehr als 5 m.
- Das Niveau des Grundwasserspiegels befindet sich oberhalb oder stellenweise oberhalb der Kanalsohle.
- Die hydraulische Drucksituation im Grundwasserleiter ist ungespannt.
- Im Grundwasser bzw. dem Förderwasser einzelner oder mehrere Gewinnungsanlagen konnten bislang keine nennenswerten Veränderungen der Grundwasserqualität festgestellt werden.
- Beeinträchtigungen des zu Tage geförderten Grundwassers durch oberflächenbürtige Einflüsse sind nicht belegt.
- Der räumliche Untergrundaufbau sowie die bauliche Ausführung der Gewinnungsanlagen sind durch direkte oder indirekte Untersuchungen ausreichend bekannt.
- Es liegen Pumpversuchsergebnisse vor, die ausreichend dokumentiert und deren Ergebnisse belastbar und reproduzierbar sind.
- Es wurden keine Tracertests durchgeführt bzw. Dokumentation und Ergebnisse durchgeführter Versuche sind unzureichend bzw. zweifelhaft.
- Ein (belastbares) Strömungsmodell ist nicht existent, Ansatz und/oder Ergebnisse etwaig angestellter Strömungsbetrachtungen sind unzureichend bzw. zweifelhaft.
- In jüngerer Vergangenheit wurden keine TV-Befahrungen und/oder geophysikalische Brunnenerkundungen durchgeführt.
- Es kann nicht auf längere analytische Messreihen bzw. Trendkurven verschiedener bakteriologischer bzw. chemischer Parameter für das Rohwasser zurückgegriffen werden.

Gefährdungseinschätzung

Aus den zutreffenden Antworten der Variante 3 resultieren folgende relevante Antworten und Antwortenverknüpfungen, welche als Schlüsselantworten und Schlüsselantwortkombinationen für die Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials herangezogen werden (vgl. Kapitel 3.4.4). Die Auflistungen der Schlüsselantworten in den einzelnen Tabellen sind der Übersichtlichkeit wegen gekürzt dargestellt. Die im Betrachtungsfall zutreffenden Schlüsselantworten sind blau unterlegt:

SA-Gruppe 1
Einschätzung:
Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 11 + 13	$1^1 + 11^1 + 13^3$	...	...	$1^3 + 11^2 + 13^1$
	$1^2 + 11^1 + 13^3$	$1^2 + 11^1 + 13^2$	$1^1 + 11^2 + 13^2$	$1^4 + 11^2 + 13^1$
	
2	2^4			2^3
6 + 11	$6^2 + 11^2$	$6^2 + 11^1$	$6^1 + 11^2$	
9 + 19			$9^3 + 19^2$	$9^4 + 19^2$
		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(1^2 + 11^1 + 13^2) + (6^2 + 11^1) + 2^3$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial hoch (GE 1_B)

SA-Gruppe 2
Einschätzung:
Gefährdung durch Entwässerungssystem und abwassertechnische Bauwerke

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
9		9^5	9^2	
10		10^2		
10 + 19			$10^1 + 19^1$	$10^1 + 19^2$
				$10^1 + 19^3$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$9^2 + 10^2$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial hoch (GE 2_B)

SA-Gruppe 3
Einschätzung:
Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehllanschlüssen

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 4		$1^3 + 4^3$...	$1^2 + 4^3$...	
2 + 45	$2^4 + 45^2$	$2^1 + 45^1$...	$2^3 + 45^1$...	$2^3 + 45^2$
4 + 14	$4^1 + 14^4$ $4^2 + 14^4$...	$4^1 + 14^2$ $4^2 + 14^2$...	$4^1 + 14^1$ $4^3 + 14^3$...	$4^1 + 14^3$
7 + 32		$7^1 + 32^1$ $7^2 + 32^2$	$7^1 + 32^2$ $7^2 + 32^1$	
8 + 32		$8^1 + 32^1$ $8^2 + 32^2$	$8^1 + 32^2$ $8^2 + 32^1$	
9 + 11			$9^2 + 11^1$	$9^2 + 11^2$
12		12^2		

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(1^2 + 4^3) + (2^3 + 45^1) + (4^3 + 14^3) + (7^1 + 32^2) + (8^1 + 32^2) + (9^2 + 11^1) + 12^2$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial besonders hoch (GE 3c)

SA-Gruppe 4
Einschätzung:
Risiko des Nichterkennens von Schäden sowie einer erschwerten Inspektion und Sanierung

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
1 + 4		$1^1 + 4^1$ $1^2 + 4^1$	$1^1 + 4^3$ $1^2 + 4^3$	
2	2^4			2^3
9	9^5			
9 + 12		$9^2 + 12^2$ $9^3 + 12^2$	$9^2 + 12^1$ $9^3 + 12^1$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(1^2 + 4^3) + 2^3 + (9^2 + 12^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial besonders hoch (GE 4c)

SA-Gruppe 5
Einschätzung:
Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im darunter liegenden Untergrund

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
15 + 16	$15^3 + 16^3$	$15^2 + 16^3$		
16	16^2			
16 + 26			$16^1 + 26^2$	$16^1 + 26^3$
16 + 34 + 38 + 45			$16^1 + 34^1 + 38^1 + 45^2$... $16^1 + 34^2 + 38^4 + 45^2$	
16 + 36 + 38 + 45			$16^1 + 36^1 + 38^1 + 45^2$... $16^1 + 36^3 + 38^1 + 45^2$	
16 + 45			$16^1 + 45^1$ $16^1 + 45^2$	
37 + 41	$37^1 + 41^2$	$37^1 + 41^1$		
37 + 48		$37^1 + 48^2$	$37^1 + 48^1$	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(15^3 + 16^3) + (37^1 + 41^2) + (37^1 + 48^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 5_A)

SA-Gruppe 6
Einschätzung:
Gefährdung durch bauliche Eingriffe in den Untergrund

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
3		3^1		
3 + 15	$3^2 + 15^3$	$3^3 + 15^3$	$3^2 + 15^1$	$3^3 + 15^1$
15	15^2			
15 + 19	$15^3 + 19^1$	$15^3 + 19^2$ $15^3 + 19^3$	$15^1 + 19^1$	$15^1 + 19^2$ $15^1 + 19^3$
15 + 45	$15^3 + 45^2$	$15^3 + 45^1$	$15^1 + 45^2$	$15^1 + 45^1$
17			17^2	

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(3^2 + 15^3) + (15^3 + 19^1) + (15^3 + 45^1)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Gefährdungspotenzial weniger hoch (GE 6_A)

SA-Gruppe 7
Einschätzung: Risiko durch Lage und Einrichtung der Baustelle

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
18	18 ⁵	18 ³	18 ¹ 18 ⁴	18 ²
29				29 ²
32				32 ¹

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	18 ³
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial weniger hoch (GE 7_A)

SA-Gruppe 8
Einschätzung: Risiko durch zutretendes Oberflächenwasser im Baubereich

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
15 + 27		15 ² + 27 ¹	15 ³ + 27 ¹	15 ¹ + 27 ¹
26 + 27 + 28	26 ¹ + 27 ¹ + 28 ¹ 26 ¹ + 27 ¹ + 28 ² 26 ¹ + 27 ¹ + 28 ³ 26 ² + 27 ¹ + 28 ³	26 ² + 27 ¹ + 28 ² 26 ³ + 27 ¹ + 28 ³	26 ² + 27 ¹ + 28 ¹ 26 ³ + 27 ¹ + 28 ²	26 ³ + 27 ¹ + 28 ¹
27	27 ²			
27 + 28		27 ¹ + 28 ¹	27 ¹ + 28 ²	
31				31 ¹

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	27 ² + 31 ¹
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Risikopotenzial hoch (GE 8_B)

SA-Gruppe 9
Einschätzung:
Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
19 + 20		19 ¹ + 20 ¹	19 ¹ + 20 ² 19 ² + 20 ¹ 19 ³ + 20 ¹	19 ² + 20 ² 19 ³ + 20 ²
24	24 ¹			
24 + 25			24 ² + 25 ²	24 ² + 25 ¹

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	(19 ¹ + 20 ¹) + (24 ² + 25 ¹)
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität besonders hoch (GE 9_c)

SA-Gruppe 10
Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers im Hinblick auf Vorbelastungen

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
24 + 47			24 ² + 47 ¹ 24 ¹ + 47 ² 24 ² + 47 ² 24 ² + 47 ³	24 ¹ + 47 ¹ 24 ¹ + 47 ³
30	30 ¹			
42 + 43	42 ¹ + 43 ²			42 ¹ + 43 ¹ 42 ² + 43 ¹
45			45 ¹	
47	47 ⁴			

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	30 ¹ + (42 ² + 43 ¹) + 45 ¹ + 47 ⁴
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität weniger hoch (GE 10_a)

SA-Gruppe 11
**Einschätzung: Sensibilität des Grundwassers
im Hinblick Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter**

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
21 + 22 + 39 + 40		$21^1 + 22^3 + 39^1 + 40^1$	$21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^1$	...
		$21^1 + 22^1 + 39^2 + 40^1$	$21^3 + 22^1 + 39^1 + 40^1$	$21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^2$
	
38 + 39 + 40		$38^1 + 39^2 + 40^2$	$38^4 + 39^1 + 40^2$	$38^1 + 39^1 + 40^1$
		$38^4 + 39^2 + 40^2$	$38^4 + 39^1 + 40^2$	...
		$38^2 + 39^2 + 40^4$
				$38^3 + 39^2 + 40^4$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(21^1 + 22^1 + 39^1 + 40^2) + (38^4 + 39^1 + 40^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität besonders hoch (GE 11c)

SA-Gruppe 12
**Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her**

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
11 + 48			$11^1 + 48^1$	$11^2 + 48^1$
33				33^4
33 + 34	$33^3 + 34^2$	$33^3 + 34^1$	$33^1 + 34^1$	
	$33^2 + 34^3$	$33^2 + 34^2$	$33^2 + 34^1$	
	$33^3 + 34^3$	$33^1 + 34^3$	$33^1 + 34^2$	
35 + 36 + 38		$35^2 + 36^2 + 38^1$	$35^1 + 36^2 + 38^1$	...
		...	...	$35^1 + 36^1 + 38^2$
37 + 48		$37^1 + 48^2$	$37^1 + 48^1$	
46 + 48		$46^1 + 48^2$	$46^2 + 48^2$	$46^1 + 48^1$
				$46^2 + 48^1$

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	$(33^1 + 34^3) + (37^1 + 48^2)$
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität weniger hoch (GE 12a)

SA- Gruppe 13
Einschätzung:
Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal

Zutreffende Schlüsselantworten				
Fragenverknüpfung	SA --	SA -	SA +	SA ++
16	16^2			
(3 + 33 + 35 + 45) + (33 + 34)	... $(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^3 + 34^3)$ ...	... $(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^3)$ ...	... $(3^3 + 33^3 + 35^1 + 45^2)$ + $(33^1 + 34^2)$...	
(3 + 33 + 35 + 45) + (35 + 36 + 38)		$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2)$ + $(35^2 + 36^2 + 38^1)$...	$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2)$ + $(35^1 + 36^2 + 38^1)$...	$(3^1 + 33^4 + 35^1 + 45^2)$ + $(35^1 + 36^1 + 38^1)$...
44 + 45	$44^3 + 45^2$	$44^2 + 45^2$	$44^1 + 45^2$	
45				45¹

Zusammenwirken der Schlüsselantworten	
Im betrachteten Fall zutreffende Schlüsselantwort(en):	45 ¹
Resultierende Einschätzung gemäß Zuordnungstabelle:	Sensibilität besonders hoch (GE 13_c)

Die Betrachtung des Zusammenwirkens der Schlüsselantworten in den Schlüsselantwortgruppen und die daraus hervorgehende Einschätzung der Gefährdungs- und Risikopotenziale sowie Sensibilitäten führt im Falle der betrachteten Variante 3 zu folgenden gruppenspezifischen Bewertungsergebnissen:

- 5x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **besonders hoch**,
- 3x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **hoch**,
- 5x** Gefährdungs-/Risiko-/Sensibilitätseinschätzung **weniger hoch**.

Aus der Häufigkeit der Bewertungsergebnisse in den Schlüsselantwortgruppen lässt sich über die Zuordnungstabelle zur Gesamtgefährdungseinschätzung das Grundwassergefährdungspotenzial der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme abschätzen. Im betrachteten Fallbeispiel ist das

Grundwassergefährdungspotenzial hoch.

Dies geht aus nachfolgender Zuordnungstabelle hervor:

Zuordnungstabelle Gesamtgefährdungseinschätzung – Gesamtgefährdung			
Grundwassergefährdungspotenzial der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme			
Gesamteinschätzung gemäß HE/GE-Liste	Verteilung der 13 gruppenspezifischen Gefährdungs- bzw. Sensibilitätseinschätzungen (GE 1... bis GE 13...)		
	weniger hoch (GE ... A)	hoch (GE ... B)	besonders hoch (GE ... C)
weniger hoch (GE A)	≥ 7 ≥ 8 ≥ 9	≤ 6 ≤ 4 ≤ 2	0 1 2
hoch (GE B)	alle übrigen Fälle		
besonders hoch (GE C)	≤ 4 ≤ 4 ≤ 4	≥ 3 ≥ 4 ≥ 5	≥ 7 6 5 4

Die Gefährdungs-, Risiko- und Sensibilitätseinschätzungen für die einzelnen Schlüsselantwortgruppen sowie die resultierende Grundwassergesamtgefährdungseinschätzung werden mit den Textbausteinen zur Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials (vgl. Kapitel 3.4.6) verknüpft und in Textform im abschließenden „automatisierten Kurzgutachten“ ausgegeben. Eine spätere Programmsoftware würde im Hinblick auf das Zusammenwirken zutreffender Schlüsselantworten und die fallspezifische Bewertung bestehender Gefährdungs- und Risikopotenziale sowie Sensibilitäten folgenden Text zur Einschätzung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials ausgeben:

Einschätzung des von der geplanten Abwasserkanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials im betroffenen Wasserschutzgebiet
Variante 3
<ul style="list-style-type: none"> • Die Gefährlichkeit des abgeleiteten Abwassers wird als hoch eingeschätzt. • Die systemimmanente Gefährdung durch das gewählte Entwässerungssystem und etwaige abwassertechnische Bauwerke wird als hoch beurteilt. • Das Risiko des Auftretens von Undichtigkeiten und Fehlschlüssen wird als besonders hoch erachtet. • Das Risiko, dass auftretende Kanalschäden nicht oder spät erkannt werden sowie die Schwierigkeiten, Inspektionen und Sanierungen durchzuführen, ist besonders hoch. • Die Gefahr einer Stoffdrainage entlang des Kanals oder im Untergrund wird als weniger hoch eingeschätzt. • Die von den baulichen Eingriffen in den Untergrund ausgehende Gefährdung ist weniger hoch. • Das aus der Lage und Einrichtung der Baustelle resultierende Risiko wird als weniger hoch eingestuft. <p>(...)</p>

(...)

- Das Risiko, dass es einem Zutreten von Oberflächenwasser in den Baubereich kommt, ist **hoch**.
- Die Sensibilität der Wassergewinnung und der betroffenen Wasserschutzzone/n wird als weniger **besonders hoch** eingeschätzt.
- Im Hinblick auf Vorbelastungen wird die Sensibilität des Grundwassers als **weniger hoch** bewertet.
- Bezüglich der Stoffausbreitung und Retardierung im Grundwasserleiter ist die Sensibilität des Grundwassers **besonders hoch**.
- Die Sensibilität des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen von der Geländeoberfläche her wird als **weniger hoch** eingestuft.
- Gegenüber Stoffeinträgen aus dem Abwasserkanal wird die Sensibilität des Grundwassers als **besonders hoch** eingeschätzt.

Nach Bewertung der **Gesamtsachlage** und der geplanten Kanalbaumaßnahme ist von einem **hohen Gefährdungspotenzial für das Grundwasser** auszugehen. Es wird angeraten, die bestehende Planung in verschiedenen Punkten zu überdenken, um das bestehende Gefährdungsrisiko für das Grundwasser zusätzlich zu reduzieren. Sollte die Maßnahme wie derzeit beabsichtigt durchgeführt werden sollen oder müssen, wird ein Rohrsystem mit erhöhtem Sicherheitsstandard empfohlen (semi-doppelwandiges Rohrsystem mit Möglichkeit der Lecküberwachung, Rohrsystem mit Muffenauszugsüberwachung, Rohrsystem mit Auskleidung (Inliner) und redundanten Dichtungen, mineralische Kapselung).

Handlungsempfehlungen

Im Bezug auf eine Modifikation der Kanalbauplanung zur Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials gehen aus der Betrachtung der Variante 3 gemäß der erarbeiteten Zuordnungstabelle (vgl. Kapitel 3.4.2) folgende Handlungsempfehlungen hervor:

Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen		
Empfehlung	Zutreffende Antwort bzw. Antwortenkombinationen	Rating
HE 1	1 ² + 4 ³	–
HE 3	2 ³	–
HE 4	2 ³ + 3 ²	HE 4 ₁
HE 5	45 ¹	HE 5 ₂
HE 6	4 ³ + 14 ³	HE 6 ₂
HE 9	7 ¹ + 32 ²	–
HE 10	8 ¹ + 32 ²	–
HE 13	9 ²	–
HE 17	13 ²	–
HE 19	15 ³	HE 19 ₃
HE 20	15 ³ + 45 ¹	–
HE 23	18 ³	HE 23 ₂
HE 25	19 ¹ + 20 ¹	HE 25 ₂
HE 28	22 ¹	–
	24 ²	–
HE 29	23 ¹	–
HE 31	25 ¹	–
HE 34	31 ¹	–

Zuordnungstabelle Handlungsempfehlungen		
Empfehlung	Zutreffende Antwort bzw. Antwortenkombinationen	Rating
HE 37	47 ⁴	–
HE 39	49 ¹	–
	50 ¹	–
HE 40	53 ²	–
HE 42	51 ²	–
	52 ²	–

Der auf den vorangegangenen Seiten angeführte Text zur Einschätzung des von der geplanten Kanalbaumaßnahme ausgehenden Grundwassergefährdungspotenzials wird im Kurzgutachten nach Zuweisung der Handlungsempfehlungen gemäß der Zuordnungstabelle durch den nachfolgenden Text ergänzt, welcher die Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung formuliert und sich aus den entsprechenden Textbausteinen (vgl. Kapitel 3.4.7) zusammensetzt:

Empfehlungen zur Modifikation der Kanalbauplanung im Hinblick auf eine Reduzierung des Grundwassergefährdungspotenzials
Variante 3
<ul style="list-style-type: none"> • Der Schachtabstand innerhalb des Wasserschutzgebietes sollte überdacht werden. Eine Verkürzung könnte im vorliegenden Fall die potenzielle Gefährdung des Grundwassers verringern. • Die gewählte Art des Abwasserkanals ist zu überdenken. Es ist zu prüfen, ob zur Verringerung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser die geplante Druckleitung durch eine Freispiegelleitung größeren Durchmessers ersetzt werden kann. • Die geplante Tiefenlage des Abwasserkanals sollte dringend überdacht werden. Es ist zu überprüfen, ob eine geringere Tiefenlage des Abwasserkanals möglich ist. Dies könnte die erforderlichen baulichen Eingriffe in den Untergrund und damit das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser verringern. • Die offene Bauweise birgt bei nicht wasserdichten Verbauarten und besonders bei wasserdichten Verbauarten ein weitaus höheres Risikopotenzial als eine Kanalverlegung in geschlossener Bauweise. Eine geschlossene Bauweise ist anzustreben, um Eingriffe in den Untergrund zu minimieren und das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser somit zu reduzieren. • Die geplante Schachtkonstruktion ist zu überdenken. Es sind Schachtkonstruktionen mit erhöhten Dichtheitsanforderungen vorzusehen. Einteilige Schachtsysteme und Schacht-in-Schacht-Systeme reduzieren das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser. Sollte trotz erhöhten Risikos durch Undichtigkeiten an Fugenverbindungen eine Verwendung mehrteiliger Schächte beabsichtigt sein, ist eine mineralische Kapselung der Schachtbauwerke zu erwägen. Sind Ortbetonschächte beabsichtigt, kann diese Konstruktionsart beibehalten werden, wenn darauf geachtet wird, dass es zu einer adäquaten Bauausführung ohne Undichtigkeiten kommt. • Der geplante Rohrverbindungstyp sollte überdacht werden. Dadurch kann das Gefährdungsrisiko für das Grundwasser herabgesetzt werden. Sollten Schweißverbindungen bei biegeweichen Rohren (PEHD) beabsichtigt werden, kann der geplante Rohrverbindungstyp beibehalten werden. • Die beabsichtigte Baulänge der Rohre sollte überdacht werden. Es wird empfohlen zu überprüfen, ob größere Baulängen möglich sind. Diese würden das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser verringern. • Bei der Bauausführung ist besondere Vorsicht geboten, damit es zu keinen Fehlanschlüssen kommt, durch welche behandlungsbedürftiges Wasser innerhalb des Wasserschutzgebietes in Vorfluter oder Untergrund gelangen kann. • Es sollte geprüft werden, ob der Hauptsammler als Doppel-, Geteiltes-Ein- oder Zwillingskanalsystem gebaut werden kann, wodurch sich gegebenenfalls die erforderliche Grabentiefe verringern könnte und vor allem eine vereinfachte Inspektion, Reparatur und Sanierung möglich wäre.

(...)

- Sollten die Wassergewinnungsanlagen während der Kanalbaumaßnahme weiterbetrieben werden, sind nach Möglichkeit Trübemelder einzubauen, um Veränderungen des Feinkorngehaltes im Rohwassers rechtzeitig zu bemerken und Folgeschäden zu verhindern.
- Durch die Lage des Grundwasserspiegels oberhalb der Kanalsole ist bei offener Bauweise ein wasserdichter Verbau bzw. bei geschlossener Bauweise der Einsatz von Stützflüssigkeiten erforderlich. Entsprechende Maßnahmen sind in der Planung zu berücksichtigen. Im Baugrubenbereich anfallendes Wasser ist sicher abzuleiten, so dass es keine Gefahr für das Grundwasser darstellt.
- Besonders risikobehaftete Teile der Baustelle, z.B. Material- und Maschinenlagerplätze, sind aus der betroffenen Wasserschutzzone hinaus zu verlagern und nach Möglichkeit außerhalb des Wasserschutzgebietes einzurichten.
- Die beabsichtigte Trassenführung schneidet oder durchzieht die Wasserschutzzone über vergleichsweise kurze Entfernung. Es ist zu überprüfen, ob das Anschneiden vermieden werden kann. Hierdurch würde sich das bestehende Gefährdungspotenzial für das Grundwasser mindern.
- Das von der Abwasserdurchleitung betroffene Wasserschutzgebiet und die darin befindlichen Gewinnungsanlagen besitzen eine hohe Wertigkeit für die Wasserversorgung. Es ist besondere Vorsicht bei der Durchführung der Baumaßnahme geboten.
- Es ist zu prüfen, ob und unter welchen Randbedingungen (z.B. Förderleistung, Förderdauer) vorhandene Brunnen im Bedarfsfall als Abwehrbrunnen genutzt werden könnten, falls aus Bau und/oder Betrieb des Abwasserkanals nachteilige Folgen für die Grundwasserbeschaffenheit resultieren sollten. Sollte die Einrichtung eines Abwehrbrunnens an einem oder mehreren vorhandenen Brunnen möglich sein, sind entsprechende Planungen vorsorglich durchzuführen und vorzuhalten.
- Es ist zu prüfen, inwieweit Veränderungen der Nutzung und/oder Betriebsweise der Gewinnungsanlagen im Wasserschutzgebiet die potenzielle Gefährdung des genutzten Grundwassers durch z.B. eine Veränderung des Einzugsbereiches oder der Aufenthaltszeit des Grundwassers im Aquifer verringern könnte.
- Maßnahmen für einen vorsorglichen Hochwasserschutz im Baubereich sind in der Planung zu berücksichtigen und umzusetzen. Hierzu gehören u.a. Maßnahmen gegen Überflutung des Baubereichs, zur Gewährleistung der Standsicherheit von Maschinen und Fahrzeugen sowie eine sichere Lagerung von Stoffen und Materialien.
- Zur Beweissicherung sind Grundwasseranalysen durchzuführen. Sie sind u.a. dahingehend auszuwerten, ob sie Aussagen zu Vorbelastungen, zur Strömung sowie zur Anfälligkeit des Grundwassers gegenüber Stoffzutritten liefern können.
- Vorliegende Detailkenntnisse zur geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich Pumpversuche, Tracertests und Strömungsmodellen (soweit vorhanden) sowie zur Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit sind mit in der Kanalbauplanung mit zu berücksichtigen.
- Es wird empfohlen, den Kenntnisstand hinsichtlich der geologischen und hydrogeologischen Ausgangssituation im Wasserschutzgebiet einschließlich der anlagenspezifischen Kenntnisse zu Ausbau und der Abdichtung von Bohrungen zu verbessern, um den für eine fachgerechte Planung erforderlichen Detailkenntnisstand zu erweitern. Über optische und geophysikalische Untersuchungen an Bohrungen bzw. in deren Umfeld ist nachzudenken. Ohne ergänzende Untersuchungen ist eine angepasste Planung sowie eine Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser nur mit hohen Unsicherheiten möglich.

Es sollte überprüft werden, inwiefern ein Markierungsversuch (Tracertest) und/ oder ein Grundwassermodell zur Erweiterung des Kenntnisstandes und genaueren Analyse der hydrogeologischen Situation im Wasserschutzgebiet sinnvoll und mit vertretbarem technischen, zeitlichen und finanziellen Aufwand umsetzbar sind.

Müsste durch die Beantwortung der Erhebungsfragen die gleiche Handlungsempfehlung mehrfach zugeordnet werden, kann eine Software vorsehen, dass die Empfehlung nur einmal im Text des Kurzgutachtens angeführt wird. Wird die gleiche Empfehlung mehrfach, jedoch mit unterschiedlichen Dringlichkeiten empfohlen, ist das dringlichere Rating im Ausgabertext zu berücksichtigen.

5 Abschließendes Fazit und Ausblick auf eine Umsetzung der Ergebnisse der beiden F+E-Projekte Teil 1 und 2 in einer Anwendersoftware

Fazit

Die Einschätzung des von einer geplanten Kanalbaumaßnahme in einem Wasserschutzgebiet ausgehenden Gefährdungspotenzials für das Grundwasser mit der Formulierung von Handlungsempfehlungen zur Modifikation der Planung stellt sich als komplexe und fachübergreifende Thematik dar, bei der zahlreiche miteinander interagierende Betrachtungspunkte hinsichtlich Kanalbauwerk, Maßnahmendurchführung, räumlichem Umfeld und Untergrund als gemeinsames Wirkungsgefüge zu betrachten sind. Hierzu ist eine enge Zusammenarbeit und Abstimmung zwischen den beteiligten Ingenieuren, Geowissenschaftlern und den zuständigen Behörden erforderlich.

Gerade in stärker verdichteten Räumen, wie sie im Land Nordrhein-Westfalen vorzufinden sind, in denen es bereichsweise zu einer Überlagerung zwischen Grundwasserschutz und Siedlungstätigkeit kommt, zeigt sich diese Fragestellung im Hinblick auf einen nachhaltigen Ressourcenschutz und eine Reduzierung von Kanalbaukosten von besonderer Bedeutung.

Ziel des Fortsetzungsvorhabens „Weiterentwicklung eines Bewertungsalgorithmus zur Einschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser bei Bau und Betrieb von Abwasserkanälen in Wasserschutzgebieten sowie als Entscheidungshilfe für die Auswahl des Ableitungssystems“ war vor diesem Hintergrund, auf Grundlage der Ergebnisse des vorangegangenen F+E-Projektes Teil 1 „Entwicklung eines Entscheidungskataloges zur Beurteilung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser und zur Auswahl der fachlich geeigneten Vorgehensweise bei der Verlegung von Abwasserleitungen und -kanälen in Wasserschutzgebieten“ vom November 2003 ein Expertensystem als methodisches Hilfsinstrument für Anwender unterschiedlicher Fachrichtungen zu erarbeiten, das nachvollziehbare, objektive und fachlich gesicherte sowie wirtschaftlich sinnvolle Entscheidungen mit Bezug auf die Wahl und den Bau des Abwasserableitungssystems im Spannungsfeld zwischen Siedlungsentwässerung und Wassergewinnung erlaubt. Dieses Projektziel wurde erreicht.

Mit Abschluss des Forschungsvorhabens Teil 2 liegt ein Expertensystem vor, das die Vielschichtigkeit der Fragestellung berücksichtigt und als Entscheidungshilfe für die Einschätzung des Grundwassergefährdungspotenzials und die Auswahl des Ableitungssystems dienen kann. Eine detaillierte Projektplanung und Standortabwägung kann und soll durch das Expertensystems nicht ersetzt werden, jedoch kann dieses eine Hilfestellung bei der Abwägung von Trassen- oder Ausführungsalternativen geben und Hinweise zu vorsorglich anzuratenden Sicherungsmaßnahmen oder Planungsmodifikationen formulie-

ren, durch welche die potenzielle Grundwassergefährdung gegebenenfalls verringert werden kann. Die Anwendung des Expertensystems ist nur dann möglich und zulässig, wenn ausreichende und nach Möglichkeit umfassende Kenntnisse des Nutzers über die einflussnehmenden und im System berücksichtigten Einflusskriterien vorliegen.

Durch die in beiden F+E-Projekten erfolgten Betrachtungen, Analysen und Abwägungen ist es gelungen, ein fachlich abgesichertes Entscheidungshilfesystem zur Ermittlung und Bewertung der Ausgangs- und Planungssituation in einem Wasserschutzgebiet im Hinblick auf die Realisierung eines Abwasserkanals zu erarbeiten. Der im vorliegenden Abschlussbericht in seinem Aufbau und seiner Entstehung dokumentierte und erläuterte Bewertungsalgorithmus stellt das Kernstück und gleichzeitig die umsetzungsfertige Programmierschrift zur Realisierung des Expertensystems in einer Anwendersoftware dar.

Ausblick

Wie bei der Ausarbeitung der verschiedenen Fallbeispiele zur Verifizierung des Bewertungsalgorithmus deutlich wurde, ist eine effektive Nutzung des Expertensystems nur dann gegeben, wenn dieses dem Nutzer in einer Anwendersoftware oder Webapplikation zugänglich gemacht wird.

Zwar liegt das Expertensystem nach Abschluss der beiden F+E-Projekte Teil 1 und 2 vollständig vor, jedoch zeigen die umfangreichen, den Bewertungsalgorithmus aufbauenden Zuordnungstabellen sowie die Erfordernis einer Überprüfung der Beantwortung der Erhebungsfragen auf ihre Plausibilität, dass eine Nutzbarkeit des Expertensystems in Papierform nur eingeschränkt gegeben ist. Sie erfordert ein intensives Beschäftigen des Nutzers mit den theoretischen und fachlichen Grundlagen des Bewertungsalgorithmus und den diesem zugrunde liegenden Bewertungsansätzen und Verknüpfungen, welches sich in der Praxis kaum realisieren lassen wird.

Die entsprechende Umsetzung als Computersoftware wird daher als erforderlicher abschließender Schritt angesehen, um die Forschungsergebnisse der durchgeführten Forschungsvorhaben zielführend in der Praxis nutzen zu können. Dadurch wird es zukünftig vor allem Planungs- und Ingenieurbüros, die auf dem Gebiet der Geologie und Hydrogeologie tätig sind, sowie Genehmigungsbehörden, Zweckverbänden und Kommunen möglich sein, fachlich begründete, trinkwasserhygienisch verträgliche sowie umweltgerechte und kostenminimierende Entscheidungen vorzubereiten, zu begleiten, zu finden und zu beurteilen.

Durch die im vorliegenden Abschlussbericht formulierten Programmierschriften wird eine Softwareumsetzung problemlos möglich. Sie beschränken sich auf die Fassung der bereits formalisiert dargestellten Bausteine des Expertensystems zur Datenerhebung, Datenverknüpfung und Entscheidungsfindung in eine Programmiersprache. Die Abfrage- und Ausgabeform der vom Nutzer anzugebenden und auszuwertenden Informationen zur Ausgangs- und

Planungssituation im Wasserschutzgebiet sowie der daraus hervorgehenden Einschätzungen und Empfehlungen werden im Abschlussbereich bereits angeführt (textlich zusammengefasste Darstellung der Ausgangs- und Planungssituation sowie abschließende textliche Gefährdungsbewertung mit Empfehlungen zur Planungsmodifikation).

Sollten sich bei der Praxiserprobung des Expertensystems Kalibrierungen des Bewertungsalgorithmus als erforderlich erweisen, sind diese durch die transparente Darstellung des Aufbaus und der Ergebnisfindung des Bewertungsalgorithmus und den verbal-argumentativen Ansatz der Grundwassergefährdungseinschätzung und der Empfehlung von Planungsmodifikationen möglich.

6 *Literatur zur Thematik*

Lehrbücher und Fachveröffentlichungen

ABWASSERVERBAND SAAR; UNIVERSITÄT DES SAARLANDES [Hg.] (1992): Entscheidungsschlüssel Positionierungsplanung abwassertechnischer Bauwerke. – Saarbrücken.

AD HOC AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. – Hannover.

AD HOC AG HYDROGEOLOGIE (1997): Hydrogeologische Kartieranleitung. – Geologisches Jahrbuch, Reihe G, H. 2, S. 3-157, Hannover.

ALTHAUS, H.; JUNG, K. D.; MATTHES, G.; PEKDEGER, A. (1982): Lebensdauer von Bakterien in Grundwasserleitern. – Umweltbundesamt Texte 01/82, Berlin.

ARBEITSGEMEINSCHAFT ZWECKVERBAND WASSERVERSORGUNG DER STADT- UND LANDGEMEINDEN DES KREISES NEUNKIRCHEN IN OTTWEILER; GRUNDWASSER- UND GEO-FORSCHUNG, PROF. DR. J. WAGNER (2002): F+E-Projekt: Zeitbeständigkeit unfilterter Brunnen in Festgesteins-Grundwasserleitern Mittel- und Süddeutschlands. – Neunkirchen.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL (1990, korrigierter Nachdruck 1992): Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser. – ATV-Arbeitsblatt A 138, Hennef.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL (1990): Statische Berechnung von Vortriebsrohren. – ATV-Arbeitsblatt A 161, Hennef.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL (1992): Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen. – ATV-Arbeitsblatt A 128, Hennef.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL (1994): Einleiten von nicht häuslichem Abwasser in eine öffentliche Abwasseranlage. – ATV-Arbeitsblatt A 115, Hennef.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL (1997): Wahl des Entwässerungssystems. – ATV-Arbeitsblatt A 105, Hennef.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL (1998): Die Haltungslänge aus betrieblicher Sicht – Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 1.7.3 „Regeln für den Kanalbetrieb“, Hennef.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL (1999): Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung. – ATV-Arbeitsblatt A 166, Hennef.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL (2000¹): Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen. – ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 127, Hennef.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL (2000²): Bauwerke der Kanalisation. – ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 157, Hennef.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [Hg.] (2001): Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen. – Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 139, Hennef.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [Hg.] (2002¹): Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten. – Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 142, Hennef.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [Hg.] (2002²): Fräs- und Pflugverfahren für den Einbau von Abwasserleitungen und -kanälen. – Merkblatt ATV-DVWK-M 160, Hennef.

ATV-DVWK – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [Hg.] (2004): Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten – Hinweise und Beispiele. – Arbeitsblatt ATV-DVWK-M 146, Hennef.

BACHFISCHER, R. (1978): Die ökologische Risikoanalyse – eine Methode zur Integration natürlichen Umweltfaktoren in die Raumplanung. – Dissertation der TU München, München.

BAHRENBURG, G.; GIESE, E.; NIPPER, J. (1999): Statistische Methoden der Geographie – Bd. 1: Univariate und bivariate Statistik. – Stuttgart.

BENDER, F. [Hg.] (1984): Angewandte Geowissenschaften – Band 3: Geologie der Kohlenwasserstoffe, Hydrogeologie, Ingenieurgeologie, Angewandte Geowissenschaften in Raumplanung und Umweltschutz. – Stuttgart.

BGW – BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN GAS- UND WASSERWIRTSCHAFT E. V. [Hg.] (2001): 112. BGW Wasserstatistik Bundesrepublik Deutschland Berichtsjahr 2000. – Bonn.

BLUME, H. P. (1990): Handbuch des Bodenschutzes. – Landsberg.

BOLSENKÖTTER, H.; BUSSE, R.; DIEDERICH, G.; HÖLTING, B.; HOHBERGER, K.; REGENHARDT, H.; SCHLOZ, W.; VILLINGER, E.; WERNER, J. (1984): Hydrogeologische Kriterien bei der Bemessung von Wasserschutzgebieten für Grundwasserfassungen. – Geologisches Jahrbuch, Reihe C: Hydrogeologie, Ingenieurgeologie, H. 36, S. 3-34, Hannover.

BOOCHS, P. W., MULL, R. (1990): Analyse und Prognose von Schadstoffausbreitungen im Grundwasser im Umfeld von Altablagerungen. – Mitteilungen Heft 71.

CLODIUS, C. D.; HAGENDORF, U.; IKELS, J.; KRAFFT, H. (1994): Untersuchungen zur Erfassung und Bewertung undichter Kanäle im Hinblick auf die Gefährdung des Untergrundes. – Unterlagen des BMFT-Seminars.

DECKER, J.; MENZENBACH, B. (1995): Belastung von Boden, Grund- und Oberflächenwasser durch undichte Kanäle. – In: awt Abwassertechnik, H. 4, S. 46-54, Berlin.

DOHMANN, M. (1996): Belastung von Boden und Gewässer durch undichte Kanäle. – Wasser/Abwasser Gas- und Wasserfach Abwasser Spezial, 137 (15), S. 2-6, München.

DOHMANN, M. (1999): Wassergefährdung durch undichte Kanäle – Erfassung und Bewertung. – Berlin.

DVGW – DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES [Hg.] (2006): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete – 1. Teil: Schutzgebiete für Grundwasser. – Technische Regel Arbeitsblatt W 101, Eschborn.

DVGW – DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E.V. [Hg.] (1990): Geophysikalische Untersuchungen an Bohrlöchern und Brunnen zur Erschließung von Grundwasser – Zusammenstellung von Methoden. – DVGW-Regelwerk Arbeitsblatt W 110, Bonn.

DVWK – DEUTSCHER VEREIN FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU [Hg.] (1999): Grundwassergefährdung durch Baumaßnahmen. – DVWK-Materialien, H. 3/1999, Bonn.

DVWK – DEUTSCHER VEREIN FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU [Hg.] (1993): Stoffeintrag und Grundwasserbewirtschaftung. – DVWK-Schriften Bd. 104, Hamburg.

EISWIRTH, M.; HÖTZL, H. (1994): Groundwater contamination by leaky sewerage systems. – Proceedings of the 25th Congress of the International Association of Hydrogeologists "Water Down Under 94", Adelaide (Australia), November 21-25 1994, Vol. A: 111-114, Adelaide.

EISWIRTH, M.; HÖTZL, H. (1996): Anthropogene Grundwasserbeeinflussung in urbanen Räumen. – In: THEIN, J.; SCHAFER, A. [Hg.]: Geologische Stoffkreisläufe und ihre Veränderungen durch den Menschen. – Schriftenreihe DGG, Bd. 1, S. 25-27.

EISWIRTH, M.; HÖTZL, H. (1999): Gefährdungspotenzial von Abwasserversickerungen auf urbane Grundwasserleiter. – Wasser Abwasser Praxis, H. 5, S. 10-15, Gütersloh.

EISWIRTH, M. (1994): Gefährdungspotentiale von Abwasserkanalleckagen für das Grundwasser. – Ergebnisse der 3. Arbeitstagung "Erdwissenschaftliche Aspekte des Umweltschutzes", Wien, 27. bis 29. April 1994, S. 73-74.

EISWIRTH, M.. (1995): Charakterisierung und Simulation des Schadstofftransports aus Abwasserkanälen und Mülldeponien. – Schriftenreihe des Lehrstuhls für Angewandte Geologie, Bd. 38, Karlsruhe.

EISWIRTH, M.; LAZAR, C.; MERKLER, G.-P. (1994): Sewerage leakages as source of groundwater contamination. – Proceedings of the International Hydrogeological Symposium "Impact of industrial activities on groundwater", Bucharest (Romania), May 23-28 1994, S. 175-185; Bucharest.

EISWIRTH, Matthias (1998): Stellen Abwasserkanäle Gefährdungspotentiale für das Grundwasser da?. – In: CZURDA, Kurt; HÖTZL, Heinz [Hg.] (1998): Natürliche und anthropogene Umweltgefährdungen – Forschungsergebnisse aus dem Lehrstuhl für Angewandte Geologie. – Schriftenreihe des Lehrstuhls für Angewandte Geologie der Universität Karlsruhe, Bd. 50, S. 97-116, Karlsruhe.

EISWIRTH, Matthias (2002): Bilanzierung der Stoffeinträge im urbanen Wasserkreislauf – Wege zur Nachhaltigkeit urbaner Wasserressourcen. – Habilitation an der Fakultät für Bio- und Geowissenschaften der Universität Karlsruhe, Karlsruhe.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN E.V. (2002): Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag). – Köln.

FÜRST, D.; SCHOLLES, F. [Hg.] (2001): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung. – Dortmund.

GREWING, C. (1994): Bewertung anthropogener Grundwasserbeeinträchtigungen im Saarland unter Berücksichtigung des jeweiligen regionalen Umfeldes. – Dissertation an der Philosophischen Fakultät der Universität des Saarlandes, Saarbrücken.

GROTEHUSMANN, D. (1995): Versickerung von Niederschlagsabflüssen unter Berücksichtigung des Grundwasserschutzes. – Schriftenreihe für Stadtentwässerung und Gewässerschutz, H. 12, Hannover.

GRÜNING, H. (2003): Entwässerungsverfahren in Wasserschutzgebieten. – bi UmweltBau, H. 5, S. 54–60.

HAGENDORF, U.; KRAFFT, H. (1996): Erfassung und Bewertung undichter Abwasserkanäle. Untersuchungen zur Erfassung und Bewertung undichter Kanäle im Hinblick auf die Beeinflussung des Untergrundes. – Umweltbundesamt Texte 9/1996, Berlin.

HAHN, H. H.; TRAUTH, R. (1995): Wasseraustausch zwischen Kanalisation und Grundwasser – Abwasserverluste und Fremdwasserzutritt. – awt Abwassertechnik (1995), Bd. 46, H. 4, S. 55-, Berlin.

HÄRIG, F. (1991): Auswirkungen des Wasseraustausches zwischen undichten Kanalisationssystemen und dem Aquifer auf das Grundwasser. – Mitteilungen des Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Landwirtschaftlichen Wasserbau der Universität Hannover, H. 76, Hannover.

HÄRIG, F.; MULL, R. (1992): Undichte Kanalisationssysteme – die Folgen für das Grundwasser. – Wasser/Abwasser Gas- und Wasserfach, Nr. 4, S. 196-, München.

HEIN; H.-G.; SCHWARZ, A; WAGNER, W. (1987): Bau und Betrieb eines Sammlers im Wasserschutzgebiet unter Berücksichtigung von wiederkehrenden Dichtepfahrungen. – Veröffentlichungen des Abwasserverband Saar, Saarbrücken.

HEINKELE, T.; VOIGT, H.-J. (2002): Charakterisierung der Empfindlichkeit von Grundwasserkörpern, - Umweltbundesamt Texte 19/02, Berlin.

HÖLTING, B. (1996): Hydrogeologie – Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. – Stuttgart.

HÖLTING, B.; HAERTLÉ, T.; HOHBERGER, K.; NACHTIGALL, K.-H.; VILLINGER, E.; WEINZIERL, W.; WROBEL, J.-P. (1995): Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung. – Geologisches Jahrbuch, Reihe C: Hydrogeologie, Ingenieurgeologie, Heft 63, S. 5-24, Hannover.

HUDEK, B. (2003): Erfassung und Bewertung von Grundwasserkontaminationen durch punktuelle Schadstoffquellen – Konkretisierung von Anforderungen der EG-WRRL. – Veröffentlichungen des UBA Nr. 28/2003, Berlin.

HÜTTER, U. (1992): Möglichkeiten der Erfassung und Bewertung potentieller Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität im Einzugsgebiet eines Wasserwerkes. – Dortmunder Beiträge zur Wasserforschung Nr. 44, Dortmund.

KERNDORFF, H.; SCHLEYER, R.; DIETER, H. H. (1993): Bewertung der Grundwassergefährdung von Altablagerungen – Standardisierte Methoden und Maßstäbe. – WaBoLu Hefte 1 des Institutes für Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Berlin.

KERNDORFF, H.; SCHLEYER, R.; MILDE, G.; STRUPPE, T. (1991): Charakterisierung und standardisierte Bewertung von Grundwasserbeeinflussungen durch Sickerwässer von Altablagerungen. – in: FRANZIUS, V.; STEGMANN, R.; WOLF, K. [Hg.] (1991): Handbuch der Altlasten-Sanierung, Heidelberg.

KINZELBACH, W.; RAUSCH, R. (1995): Grundwassermodellierung – Eine Einführung mit Übungen. – Berlin.

KOLL, H.-G., MULL, R. (1990): Schadstoffausbreitung im Grundwasserleiter. – Wasser und Boden 42, H. 12, S. 733-736, Berlin.

KRATZSCH, H. (1974): Bergschadenkunde. – Berlin.

KRATZSCH, H. (1998): Bergschadenkunde. – Opladen.

KREUZBURG, J., KUNZE, J., MULL, Rolf (1997): Beeinflussung des Grundwassers durch defekte Abwasserkanäle. – Wasser und Boden 49, H. 10, S. 16-21, Berlin.

KUNTZE, H.; ROESCHMANN, G.; SCHWERDTFEGER, G. (1994): Bodenkunde. – Stuttgart.

LANGGUTH, H.-R.; VOIGT, R. (1980): Hydrogeologische Methoden. – Berlin.

LAWA – LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER [Hg.] (1994): Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden. – Stuttgart.

LECHER, K.; LÜHR, H.-P.; ZANKE, U. C. E. [Hg.] (2001): Taschenbuch der Wasserwirtschaft. – Berlin.

LENZ, M.; MULL, R.; KUNST, S. (1995): Einfluß der landwirtschaftlichen Abwassererregung auf die Grundwasserqualität. – Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung, Bd. 39, H. 1, S. 1-48, Berlin.

LUA-NRW – LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (2000): Abwasserbehandlung in Pflanzenanlagen. – LUA-NRW-Merkblatt Nr. 23, Essen.

LÜHR, H.-P. (1988): Die Bewertung von Boden- und Grundwasserbelastungen. – IWS-Schriftenreihe Boden-/Grundwasser Forum Berlin des Institut für wassergefährdende Stoffe der TU Berlin, Sanierung undichter Kanalisationen, Bd. 5, S. 179-192, Berlin.

MATSCHULLAT, J.; TOBSCHALL, H. J.; VOIGT, H.-J. [Hg.] (1997): Geochemie und Umwelt – Relevante Prozesse in Atmo-, Pedo- und Hydrosphäre. – Berlin.

MATTHES, S. (1987): Mineralogie – Ein Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde. – Heidelberg.

MATTHESS, G. (2000): Grundwassererschließung. – Lehrbuch der Hydrogeologie, Bd. 4, Berlin.

MATTHESS, G.; UBELL, K. (1983): Allgemeine Hydrogeologie – Grundwasserhaushalt. – Lehrbuch der Hydrogeologie, Bd. 1, Berlin.

MONZEL, D. (1992): Empfehlungen zur Positionierungsplanung abwassertechnischer Einrichtungen in wasserwirtschaftlich genutzten Tälern unter hydrogeologischen Gesichtspunkten mit Hilfe eines Klassifizierungssystems. – unveröffentlichte Diplomarbeit, Fachrichtung Angewandte Geochemie der Universität des Saarlandes, Saarbrücken.

MÜLLER, T. (1999): Wörterbuch und Lexikon der Hydrogeologie. – Berlin.

ORTH, J. P.; EBERS, T. (1988): Maßnahmen und Auswirkungen von Abwasser- und Niederschlagsversickerungen auf Boden und Grundwasser. – Berichte aus Wassergütewirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen der TU München, Bd. 84, München.

PAUL, K. F. (1997): Ursachen der Brunnenalterung. – In: VEREIN ZUR FÖRDERUNG DES INSTITUTS WAR DER TH DARMSTADT [Hg.] (1997): Sanierung und

Rückbau von Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen – 53. Darmstädter Seminar Wasserversorgung der TH Darmstadt. – Schriftenreihe WAR Bd. 103, S. 33-80, Darmstadt.

REHSE, W. (1977): Elimination und Abbau von organischen Fremdstoffen, pathogenen Keimen und Viren im Lockergestein. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 128, S. 319-229, Berlin.

RICHTER, G. (1965): Bodenerosion – Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. – Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 152, Bad Godesberg.

SAARLAND, MINISTERIUM FÜR UMWELT (2001): Umweltbewusste Niederschlagsableitung und -behandlung – Niederschlagswasserbewirtschaftungskonzept (NIWABEKO). – Saarbrücken.

SACHS, L. (2002): Angewandte Statistik – Anwendung statistischer Methoden. – Heidelberg.

SCHAEFFER, F.; SCHACHTSCHABEL, P. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. – Berlin.

SCHULZ, E.; HARTMANN, A.; MACKE, E. (o. J.): Untersuchung von Schäden an öffentlichen Schmutz- und Mischwasserkanälen hinsichtlich der Auswirkung auf Grundwasser- und Boden.

SCHULZ-TERFLOTH, G. (1993): Bewertung der Gefährdungspotentiale. – In: SAARLAND, MINISTERIUM FÜR UMWELT; BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT (1993): Wasserschutzgebiete in urbanen Regionen. – Tagungsband 2. und 3.11.1993 Saarbrücken, Fachreferate, Saarbrücken.

STAATLICHES AMT FÜR WASSER UND ABFALLWIRTSCHAFT DER STADT DÜSSELDORF [Hg.] (1990): Regeln für die Ausführung und die Kontrolle von Abwasseranlagen in Wasserschutzgebieten. Hier: Schutzzone III – Neubau von Abwasseranlagen. – Düsseldorf.

STEIN, D. (1988): Undichte Kanalisation – ein Problembereich der Zukunft aus der Sicht des Gewässerschutzes. – ZAU Zeitschrift für angewandte Umweltforschung 1, H. 7, S. 65-76, Berlin.

STEIN, D.; LÜHR, H.-P.; NIEDEREHE, W.; WILLERT, R.; PETRICH, W. (1987): Undichte Kanäle als Ursache von Grundwasserverunreinigungen – Studie über die Erfassung des Istzustandes unter besonderer Berücksichtigung des Betriebes und der Instandhaltung von Kanalisationen. – Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsbericht 10202609, Berlin.

STEIN, D. (1998): Instandhaltung von Kanalisationen. – Berlin.

STEIN, D.; KÖRKEMEYER, K. (2000): Konstruktive Gestaltung und Betrieb des geplanten Abwasserhauptsammlers Dortmund-Dinslaken (Klem). – unveröffentlichtes Gutachten, Bochum.

STEIN, D. (2003): Grabenloser Leitungsbau. – Berlin.

STEIN, D.; WAGNER, J.; WOLF, P. (2003): Entwicklung eines Entscheidungskataloges zur Beurteilung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser und zur Auswahl der fachlich geeigneten Vorgehensweise bei der Verlegung von Abwasserleitungen und -kanälen in Wasserschutzgebieten. – F+E-Projekt im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen (Projektteil 1) – unveröffentlichtes F+E-Projekt, Bochum.

STRAUß, B. (1994): Über das Quantifizieren – Theorienbezug für Daten kodiert in Zahlen. – In: STRAUß, B., HAAG, H. [Hg.]: Forschungsmethoden - Untersuchungspläne - Techniken der Datenerhebung. Forschungsmethodologische Grundlagen. – Schondorf.

VOIGT, H.-J.; HEINKELE, T.; JAHNKE, C.; WOLTER, R. (2003): Characterization of Groundwater Vulnerability. – Vortragsmanuskript, Cottbus.

WAGNER, J. (1993): Entscheidungsschlüssel Altlasten – Leitfaden zur Festlegung von Untersuchungsprogrammen an altlastverdächtigen Standorten. – Praxis der Altlastensanierung, Bd. 4, Bonn.

WAGNER, J.; GREWING, C.; UNRUH, E. D. (1993): Standardisierte Beurteilung anthropogener Grundwassergefährdungen anhand methodischer Hilfen. – Wasser Abwasser Praxis, H. 6, S. 371-374, Gütersloh.

WAGNER, J. (1994): Entwicklung eines Entscheidungsschlüssels zur Positionierung abwassertechnischer Bauwerke. – Forschungsprojekt im Auftrag des Abwasserverbandes Saar, Saarbrücken.

WAGNER, J. (2002): Methodische Hilfe zur Bewertung der Ergebnisse von Brunnenuntersuchungen, zur weitgehend objektiven Abschätzung der Zeitbeständigkeit und zur Formulierung von Handlungsempfehlungen. – In: Abschlussbereich zum DVGW-Forschungsprojekt W 45/99, Neunkirchen.

WAGNER, W. (1998): Abwasserkanäle und -leitungen in Wasserschutzgebieten. – Tiefbau, H. 9, S. 10-.

WALTER, T. (2001): Geowissenschaftliche Grundlagen für die Niederschlagsversicherung im Saarland. – In: HEIDEN, S.; ERB, R.; SIEKER, F. [Hg.] (2001):

Hochwasserschutz heute – Nachhaltiges Wassermanagement. – Initiativen zum Umweltschutz Bd. 31, S. 57-70, Berlin.

WASSERWIRTSCHAFTSDIREKTION SAALE-WERRA, FORSCHUNGSBEREICH ERFURT [Hg.] (1989): Das Grundwasser – Einfluss der landwirtschaftlichen Produktion. – Erfurt.

ZIPFEL, K. (1982): Aufbau und Ergebnisse von Grundwassermodellen. – Waserkalender, S. 28-63, Berlin.

Gesetze, Verordnungen und Normen

- | | |
|--------------|--|
| BNatSchG | Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz) (1998). |
| DIN EN 476 | Allgemeine Anforderungen an Bauteile für Abwasserkanäle und -leitungen für Schwerkraftentwässerungssysteme (1997). |
| DIN EN 752-1 | Entwässerungssystem außerhalb von Gebäuden – Teil 1: Allgemeines und Definitionen (1995). |
| DIN EN 805 | Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden“ (2000). |
| DIN EN 1091 | Unterdruckentwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden (1997). |
| DIN EN 1610 | Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen (2002). |
| DIN EN 1671 | Druckentwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden (1997). |
| DIN EN 1917 | Einsteig- und Kontrollschächte aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton (2003). |
| DIN 1986-3 | Entwässerungsanlagen für Grundstücke – Regeln für Betrieb und Wartung (1982). |
| DIN 2000 | Zentrale Trinkwasserversorgung - Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Versorgungsanlagen (2000). |

DIN 2001	Eigen- und Einzeltrinkwasserversorgung; Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau und Betrieb der Anlagen (1983).
DIN 4022-2	Benennen und Beschreiben von Boden, Fels; Schichtenverzeichnis für Bohrungen im Fels (Festgestein) (1981).
DIN 4023	Baugrund- und Wasserbohrungen, zeichnerische Darstellung der Ergebnisse (1984).
DIN V 4034-1	Schächte aus Beton-, Stahlfaserbeton- und Stahlbetonfertigteilen für Abwasserleitungen und -kanäle – Typ 1 und Typ 2; Teil 1: Anforderungen, Prüfung und Bewertung der Konformität (Vornorm 2003).
DIN 4045	Abwassertechnik – Grundbegriffe (2003).
DIN 4046	Wasserversorgung – Begriffe (1983).
DIN 4049-3	Hydrologie, Begriffe zur quantitativen Hydrologie (1994).
DIN 4124	Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten (Entwurf 2002).
DIN EN 12889	Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen (2000).
DIN EN 14457	Allgemeine Anforderungen an Bauteile, die bei grabenloser Verlegung von Abwasserleitungen und -kanälen verwendet werden (Entwurf 2002).
DIN 18196	Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (1988).
TVO	Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung) (2001/2003).
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) (2001/2002).
WRRL	Europäische Richtlinie zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (EU-Wasserrahmenrichtlinie) (2000).
VO NSVers.	Versickerungsverordnung [des SL] über die Versickerung von Niederschlagswasser in Wasserschutzgebieten (2000).