

# Leitfaden zur Ausweisung von Wasserschutzgebieten in Schleswig-Holstein



## **Impressum**

### **Herausgeber:**

Landesamt für Umwelt  
des Landes Schleswig-Holstein (LfU)  
- Geologischer Dienst -  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek  
+49 (0)4347-704-0  
[www.schleswig-holstein.de/lfu](http://www.schleswig-holstein.de/lfu)

### **Ansprechpartner:**

Dr. Bernd König  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek  
+49 (0)4347-704-526  
[Bernd.Koenig@lfu.landsh.de](mailto:Bernd.Koenig@lfu.landsh.de)

Der vorliegende Leitfaden ist vom Dezernat Hydrogeologie  
im Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein  
(LfU) erstellt worden.

### **Titelfoto:**

Straßenbeschilderung eines Wasserschutzgebietes in  
Schleswig-Holstein (Judith Leistner)

Februar 2023

Der Leitfaden wurde ausschließlich als PDF erstellt.

Die Landesregierung im Internet:

[www.landesregierung.schleswig-holstein.de](http://www.landesregierung.schleswig-holstein.de)

# Inhalt

<b>Vorwort .....</b>	<b>2</b>
<b>Teil 1: Antrag .....</b>	<b>4</b>
1. Veranlassung .....	4
2. Kriterien zur Priorisierung der Wasserschutzgebietsausweisung .....	5
3. Verfahrensablauf .....	9
4. Anforderungen an die Antragsunterlagen .....	10
5. Unterlagen.....	11
<b>Teil 2: Hydrogeologische und weitere fachliche Vorarbeiten .....</b>	<b>12</b>
1. Einleitung .....	12
2. Fachliche Methodik im Rahmen der Ausweisung von Wasserschutzgebieten .....	13
3. Hydrogeologische Vorarbeiten .....	15
4. Weitere fachliche Vorarbeiten.....	17
5. Unterlagen.....	20
Anhang A: Mustergliederung der Antragsunterlagen	
Anhang B: Vergabevermerk	
Anhang C: Leistungsbeschreibung und -verzeichnis zur Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes einschließlich eines hydrogeologischen 3D-Modells und Grundwasserströmungsmodells	
Anhang D: Leistungsbeschreibung und -verzeichnis zur Erstellung eines Agrarstrukturellen Fachbeitrags im Rahmen der Vorarbeiten zur Ausweisung des Wasserschutzgebietes	



## **Vorwort**

In Schleswig-Holstein nimmt der Schutz des Grundwassers im Rahmen der Gewässerschutzpolitik einen hohen Stellenwert ein – schließlich wird die Trinkwasserversorgung vollständig aus Grundwasservorkommen gedeckt. Insgesamt existieren in Schleswig-Holstein etwa 500 Wasserwerke, die mit jährlichen Entnahmen von rund 220 Millionen Kubikmeter Grundwasser die öffentliche Trinkwasserversorgung im Land sicherstellen.

Aber auch unabhängig von der Nutzung zu Trinkwasserzwecken ist das Grundwasser ein wertvolles Element des Naturhaushaltes, das vielerlei ökologische Funktionen zu erfüllen hat. Es speist als Teil des Wasserkreislaufs die Oberflächengewässer, so dass Nähr- und Schadstoffe, die mit den versickernden Niederschlägen von der Erdoberfläche in größere Tiefen verlagert werden, über die Flüsse und Seen letztlich in die Meere gelangen.

Unstrittig ist, dass einmal in den Untergrund eingetragene Verunreinigungen – wenn überhaupt jemals – nur mit hohem Zeit- und Kostenaufwand wieder zu beseitigen sind. Oberste Priorität ist es daher, das Grundwasser vorsorgend vor Stoffeinträgen zu schützen.

Die Grundwasservorkommen sind in Abhängigkeit vom geologischen Untergrundaufbau und der bestehenden Flächennutzung unterschiedlich gefährdet. Insbesondere in Bereichen, in denen natürliche Schutzschichten nur geringmächtig oder lückenhaft ausgebildet sind, sind je nach Flächennutzung angepasste Schutzmaßnahmen erforderlich, um Stoffeinträge von der Oberfläche zu minimieren. Im Hinblick auf die zunehmende Nutzung des unterirdischen Raumes müssen auch direkte Eingriffe in die grundwasserführenden Horizonte stärker in den Blick genommen werden, da die natürlichen Filter- und Rückhaltefunktionen der Schutzschichten hierbei nicht zur Wirkung kommen.

Zum Schutz der öffentlichen Trinkwasserversorgung werden in Schleswig-Holstein seit den 1990er Jahren Wasserschutzgebiete festgesetzt. Mit der Novelle des Landeswassergesetzes im Jahr 2019 erfolgt die Festsetzung nicht mehr ausschließlich von Amts wegen, sondern auch auf Antrag des Wasserversorgungsunternehmens. Dieses ist auch für die Erstellung der erforderlichen Gutachten, Pläne und Karten verantwortlich. Für die Aufwendungen ist eine Verrechnungsmöglichkeit mit der Wasserentnahmeabgabe vorgesehen. Mit dieser Änderung wird die Eigenverantwortung der Versorgungsunternehmen gestärkt und eine Beschleunigung der Ausweisung erreicht.

Der vorliegende zweiteilige Leitfaden beschreibt den Verfahrensablauf zur Beantragung der Festsetzung eines Wasserschutzgebietes sowie zur Durchführung der fachlichen Vorarbeiten und gibt Hinweise zur Erstellung der erforderlichen Unterlagen. Teil 1 behandelt die Antragstellung und richtet sich an die Wasserversorgungsunternehmen selbst während Teil 2 die fachlichen Anforderungen an die durchzuführenden Arbeiten darstellt und damit insbesondere deren hydrogeologische Fachgutachter adressiert.

Für die Bemessung der Wasserschutzgebiete wird die Erstellung von hydrogeologischen 3D-Modellen und Grundwasserströmungsmodellen als Stand der Technik zugrunde gelegt. Die

Durchführung der Modellierungen wird vom Geologischen Dienst des Landes fachlich begleitet und die Ergebnisse werden in die hydrogeologische Landesaufnahme integriert.

Dieses Vorgehen gewährleistet, dass die Ergebnisse künftig in fachlich standardisierter Form und in einheitlichen Datenformaten digital bereitgestellt und weiter genutzt werden können und sorgt auf diese Weise für die notwendige Transparenz öffentlicher Daten.



**Sabine Rosenbaum**

Abteilungsleiterin Geologie und Boden

- Geologischer Dienst -

Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein

## Teil 1: Antrag

### 1. Veranlassung

Das Land Schleswig-Holstein ist bestrebt, im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben Trinkwassergewinnungsgebiete als Wasserschutzgebiete (WSG) zu sichern. Mit der Novellierung des Landeswassergesetzes (LWG) des Landes Schleswig-Holstein zum 01.01.2020 erfolgt die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes durch die oberste Wasserbehörde auf Antrag des Begünstigten oder von Amts wegen (§ 43 Abs. 1 LWG in Verbindung mit § 51 Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)). Das bedeutet, dass nunmehr auch Wasserversorgungsunternehmen (WVU) für genutzte Grundwasserressourcen beim Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur (MEKUN) des Landes Schleswig-Holstein einen Antrag auf Ausweisung eines Wasserschutzgebietes stellen können.

In Schleswig-Holstein kommt dem vorsorgenden Schutz des Grundwassers eine besondere Bedeutung zu, da die Trinkwasserversorgung landesweit vollständig aus Grundwasservorkommen gedeckt wird. Jährlich werden rund 220 Millionen Kubikmeter Grundwasser durch etwa 150 Wasserwerke für die öffentliche Trinkwasserversorgung entnommen. Das nutzbare Grundwasserdargebot wird jedoch zunehmend durch qualitative Belastungen des Grundwassers vermindert. In neuerer Zeit musste die Wassergewinnung aus oberflächennahen Grundwasservorkommen auch bei einigen größeren Wasserwerken infolge anhaltender oder steigender Belastungen durch Nitrat sowie Pflanzenschutzmittel (PSM) und deren Metaboliten auf tiefere Grundwasserleiter verlagert werden. Nach den Ergebnissen zur Ermittlung und Überwachung des chemischen Zustands des Grundwassers gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) weisen in Schleswig-Holstein derzeit 20 von 55 Grundwasserkörpern im oberen Hauptgrundwasserleiter - dies entspricht etwa der Hälfte der Landesfläche - einen schlechten Zustand durch zu hohe Nitratgehalte auf.

Die Sicherung der Trinkwasserversorgung und das Erreichen des guten Umweltzustands für das Grundwasser gem. § 47 Abs. 1 WHG wird in den letzten Jahren vor allem durch den agrarstrukturellen Wandel gefährdet, der mit einer Intensivierung, Spezialisierung und Konzentration der Landbewirtschaftung einhergeht. Zum Beispiel konzentrieren sich die viehhaltenden Betriebe und Biogasanlagen auf dem schleswig-holsteinischen Mittelrücken, wo das Grundwasser infolge zumeist fehlender Deckschichten besonders schlecht geschützt ist und durch die gängige Düngepraxis erhöhte Nährstoffeinträge hervorgerufen werden. Insbesondere in Bereichen, in denen potenziell gefährdende Nutzungen vorhanden sind und die natürlichen Schutzschichten nur geringmächtig oder lückenhaft ausgebildet sind, ist die Ausweisung von Wasserschutzgebieten ein wichtiges Instrument, um Risiken für die Trinkwasserversorgung abzuwenden. Dabei sollen Wasserschutzgebiete für Wasserwerke mit erheblichen Grundwasserentnahmen, d. h. einer zugelassenen Grundwasserentnahme von mindestens 100.000 Kubikmeter pro Jahr, ausgewiesen werden.

Der in weiten Teilen des Landes schlechte chemische Zustand des Grundwassers gemäß WRRL und das zu geringe Schutzniveau des flächendeckenden Gewässerschutzes geben aus Sicht des Trinkwasserschutzes Anlass, die Ausweisung von Wasserschutzgebieten zu intensivieren. Die mit der Ausweisung von Wasserschutzgebieten erlassenen Schutzgebietsverordnungen stellen sicher,

dass alle Gefährdungspotenziale im Einzugsgebiet erfasst werden und - zusätzlich zu den rechtlichen Anforderungen, die für den flächendeckenden Gewässerschutz gelten - Risiken für das Grundwasser durch weitergehende Maßnahmen, Nutzungsbeschränkungen und Verbote gemindert oder ganz ausgeschlossen werden. Darüber hinaus wird durch die Ausweisung von Wasserschutzgebieten gewährleistet, dass

- Maßnahmen zum Grundwasserschutz auf die jeweiligen Gefährdungspotenziale und Standortverhältnisse im Trinkwassereinzugsgebiet angepasst sind,
- dem Grundwasserschutz fachrechtlicher Vorrang gegenüber konkurrierenden Nutzungsansprüchen eingeräumt wird, und
- besondere Bestimmungen für den Grundwasserschutz anderer Rechtsbereiche, wie zum Beispiel der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung (PflSchAnwV), der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) und der Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten ihre Wirkung entfalten.

Dieser Leitfaden beschreibt die zukünftige Vorgehensweise bei der Ausweisung von Wasserschutzgebieten in Schleswig-Holstein im Rahmen des novellierten Landeswassergesetzes. Er gilt auch für ggf. erforderliche Überarbeitungen und Neuausweisungen bereits festgesetzter Wasserschutzgebiete. Der hier vorliegende Teil 1 des Leitfadens richtet sich vorwiegend an die WVU und stellt die Kriterien zur Priorisierung der Schutzgebietsausweisung und den Verfahrensablauf zur Vorbereitung dar. Er beschreibt die Anforderungen an den Antrag, der durch die WVU beizubringen ist. Auf der Grundlage dieses Antrags wird über das weitere Vorgehen durch das MEKUN entschieden. Der Teil 2 erläutert eingehend die weiteren fachlichen Vorarbeiten und richtet sich mit konkreten Hinweisen zu den fachlichen Anforderungen neben den WVU vor allem an ihre Fachgutachter.

## **2. Kriterien zur Priorisierung der Wasserschutzgebietsausweisung**

In Trinkwassergewinnungsgebieten, in denen bereits konkrete Gefährdungen des Grundwassers im Nutzhorizont vorliegen, ist davon auszugehen, dass die Maßnahmen des flächenhaften Grundwasserschutzes nicht ausreichen, um den Schutz der Trinkwasserressourcen sicherzustellen. Restrisiken für das Grundwasser müssen insbesondere hier verringert werden, um weiteren Grundwasserverunreinigungen vorzubeugen. Damit wird dem Vorsorgeaspekt Rechnung getragen, der Vorrang vor Sanierungsmaßnahmen haben muss. Aber auch in Einzugsbereichen, die noch keine Belastung im Nutzhorizont aufweisen, kann die Ausweisung von Schutzgebieten erforderlich sein, wenn Hinweise bestehen, dass das geogene Schutzpotenzial nicht ausreicht, um das genutzte Grundwasservorkommen langfristig vor Verunreinigungen zu schützen.

Voraussetzung für die Ausweisung eines Wasserschutzgebietes ist aus rechtlicher Sicht, dass das Grundwasservorkommen schutzbedürftig, schutzwürdig und ohne unverhältnismäßige Belastun-



gen Dritter schutzfähig ist. Ein Grundwasservorkommen ist schutzbedürftig, wenn ohne die Schutzvorkehrungen des Wasserschutzgebietes eine hinreichende Wahrscheinlichkeit dafür besteht, dass das zur Versorgung benötigte Grundwasser in seiner Eignung für Trinkwasserzwecke beeinträchtigt wird. Eine Schutzwürdigkeit liegt vor, wenn ein Grundwasservorkommen aufgrund seiner Ergiebigkeit und seiner hydrochemischen Beschaffenheit für die Trinkwasserversorgung bedeutsam oder geeignet ist. Wenn bereits hydrochemische Belastungen bestehen, ist eine Schutzwürdigkeit gegeben, solange die Verunreinigungen nicht so groß sind, dass die vorgesehenen Regelungen der Verordnung die Situation auch langfristig nicht mehr verbessern können. Ein Grundwasservorkommen ist schutzfähig, wenn es ohne unverhältnismäßige Beschränkung der Rechte von Betroffenen durch die Ausweisung eines Wasserschutzgebietes geschützt werden kann.

Im Rahmen eines Antrages auf Ausweisung eines Wasserschutzgebietes sind die Schutzbedürftigkeit und die Schutzwürdigkeit des genutzten Grundwasservorkommens darzulegen. Die Schutzfähigkeit eines Grundwasservorkommens wird im Verlauf des Ausweisungsverfahrens auf der Grundlage der im geplanten Wasserschutzgebiet vorhandenen Gefährdungspotenziale geprüft.

Als Kriterien für die Schutzbedürftigkeit, die die Ausweisung eines Wasserschutzgebietes begründen können, gelten insbesondere:

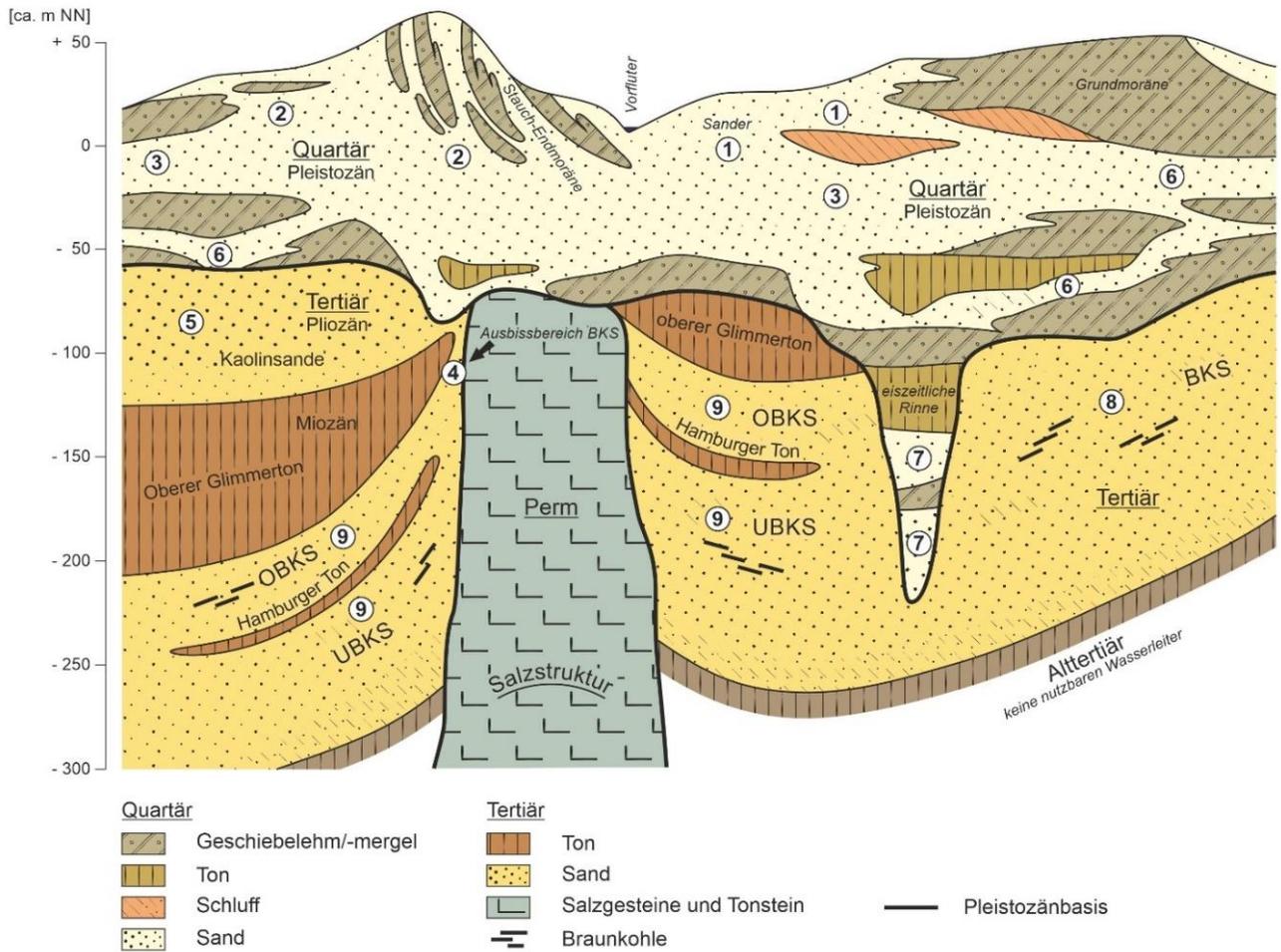
- Nitratkonzentrationen oberhalb von 25 mg/l im Rohwasser der Förderbrunnen oder in Grundwassermessstellen, die innerhalb eines Grundwassereinzugsgebietes im genutzten Grundwasserleiter stehen, werden als konkrete Gefährdung der Trinkwassergewinnung gewertet. Nitratgehalte oberhalb des Wertes von 10 mg/l, der die natürliche Hintergrundkonzentration in schleswig-holsteinischen Grundwässern markiert, können als Hinweis für einsetzende anthropogene Beeinträchtigungen des Grundwassers gelten, insbesondere wenn die Nitratkonzentrationen einen ansteigenden Trend aufweisen.
- Trendhaft ansteigende Sulfatkonzentrationen sind häufig auf anthropogene Stickstoffeinträge zurückzuführen. Dabei werden die eingetragenen Stickstoffverbindungen im Untergrund in sauerstoffarmem oder -freiem Milieu durch mikrobielle Denitrifikation abgebaut und infolge dieses Prozesses reichert sich Sulfat im Grundwasser an. Soweit geogene Ursachen des Sulfatanstiegs ausgeschlossen werden können, sind trendhaft ansteigende Sulfatgehalte an Förderbrunnen oder in Messstellen, die innerhalb eines Einzugsgebietes im genutzten Wasserleiter stehen, daher ein weiteres Kriterium für die Schutzbedürftigkeit.
- Pflanzenschutzmittel (PSM) und deren Metaboliten sowie weitere organische Verunreinigungen (z. B. chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)) werden ausschließlich durch menschliche Aktivitäten in das Grundwasser eingebracht. Das Auftreten von PSM, deren relevante Metaboliten (rM) oder nicht relevante Metaboliten (nrM) sowie von z. B. CKW im Rohwasser von Förderbrunnen oder in Grundwassermessstellen des Einzugsgebietes im Nutzhorizont ist ebenfalls ein wesentliches Kriterium für die Schutzbedürftigkeit. Wegen ihrer hohen Mobilität und Persistenz können sich nrM langfristig im Wasserkreislauf anreichern und sind daher trinkwasserhygienisch unerwünscht. Sie besitzen in den üblicherweise im Grundwasser

auftretenden Konzentrationen aber keine toxischen oder ökotoxischen Eigenschaften. Aus hydrogeologischer Sicht ist auch das Auftreten von nrM im Grundwasser vordringlich unter dem Gesichtspunkt zu bewerten, dass sie als sogenannte Tracerstoffe die Vulnerabilität von genutzten Grundwasservorkommen anzeigen. Bei Spurenstoffen ist ein besonderes Augenmerk auf die Befundinterpretation zu legen. Nachweise von Spurenstoffen sind mitunter auf baulich mangelhafte Ringraumabdichtungen von älteren Brunnen oder Grundwassermessstellen zurückzuführen. Befunde mit sehr geringen Konzentrationswerten im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze oder nur vereinzelt auftretende Nachweise können so zu Fehlinterpretationen und einer unzutreffenden Bewertung der Schutzbedürftigkeit führen.

- Das Grundwasser in oberflächennäheren Wasserleitersystemen ist aufgrund der geringeren Schutzwirkung natürlicher Deckschichten gegenüber qualitativen Beeinträchtigungen grundsätzlich gefährdet. Bei Grundwasserentnahmen aus tiefen, durch den hydrogeologischen Stockwerkbau von oberflächennäheren Wasserleitersystemen hydraulisch gut getrennten Grundwasserleitern, ist dies in der Regel nicht zu befürchten (Abb. 1-1).
- In Trinkwassergewinnungsgebieten, in denen oberflächennähere Grundwasserleiter genutzt werden und die sich in der Kulisse der gefährdeten Grundwasserkörper gemäß EG-WRRL befinden (MEKUN 2023), kann das Grundwasser qualitativ beeinträchtigt sein. Bei Grundwasserentnahmen aus tiefen, durch den hydrogeologischen Stockwerkbau von oberflächennäheren Wasserleitersystemen hydraulisch gut getrennten Grundwasserleitern (Abb. 1-1), ist dies in der Regel nicht zu erwarten.

Mit der Veröffentlichung des Gesamtplans Grundwasserschutz (MUNF 1998) wurde anhand des hydrogeologischen Stockwerkbaus eine fachlich belastbare Klassifizierung der Grundwasserleitertypen in Schleswig-Holstein vorgelegt (Abb. 1-1). Sie berücksichtigt neben der Tiefenlage der Grundwasserleiter die natürliche Schutzwirkung von Deckschichten, mögliche hydraulische Verbindungen zu anderen Wasserleitern und qualitative Abschätzungen zum Grundwasserumsatz in den Wasserleitern. Grundwasservorkommen in den Grundwasserleitertypen 1 bis 6 sind oberflächennäheren Wasserleitersystemen zuzuordnen. Als tiefe, von oberflächennäheren Wasserleitersystemen hydraulisch gut getrennte Grundwasservorkommen sind die Wasserleiter vom Typ 7, 8 oder 9 anzusehen.

Als weitere unterstützende Kriterien, die bei einer Betrachtung des Einzelfalles zur Bewertung der Schutzbedürftigkeit eines Grundwasservorkommens herangezogen werden können, sollten Hinweise auf anthropogene Belastungen durch weitere chemische Stoffe (z. B. Kalium, Chlorid) und die wasserwirtschaftliche Bedeutung des Wasserwerkes bzw. mögliche Versorgungsalternativen betrachtet werden.



**Abb. 1-1: Schematischer hydrogeologischer Profilschnitt und Wasserleitertypen (MUNF 1998, verändert).**

### 3. Verfahrensablauf

Der Verfahrensablauf zur Beantragung einer Schutzgebietsausweisung und zur Durchführung der erforderlichen fachlichen Vorarbeiten bis zum Beginn des förmlichen Ausweisungsverfahrens ist in Abb. 1-2 dargestellt. Der Begriff Vorarbeiten wird für die Arbeitsschritte verwendet, die im Vorwege des förmlichen Ausweisungsverfahrens eines Wasserschutzgebietes erfolgen. Für diese Aufwendungen ist eine Verrechnung mit der Wasserabgabe möglich. Das Fließschema verdeutlicht die wichtigsten Arbeitsschritte und Abstimmungsprozesse sowie die einzelnen Aufgaben der Beteiligten. Der Verfahrensablauf gliedert sich in drei Bearbeitungsphasen:

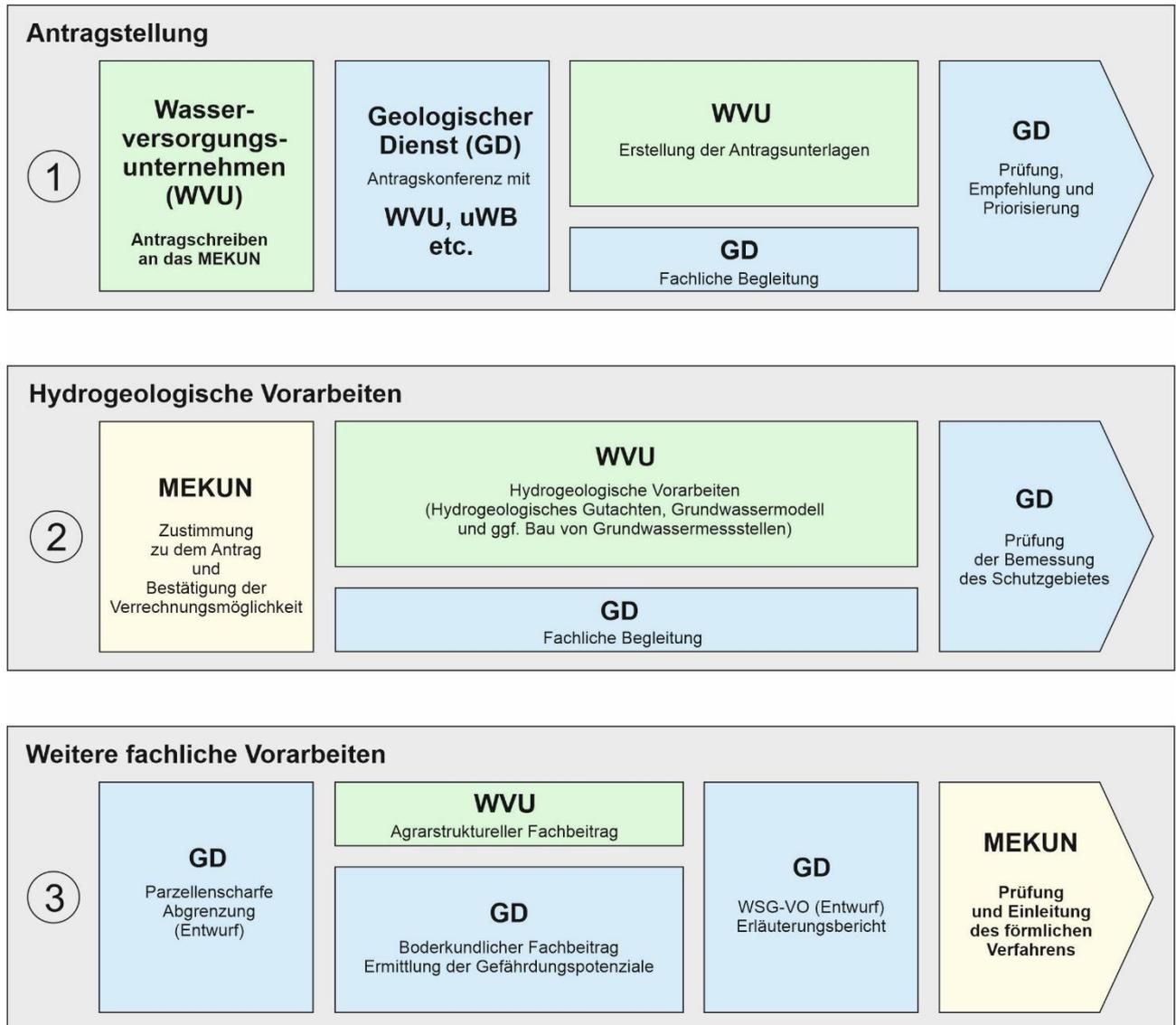
- Antragstellung (Phase 1),
- hydrogeologische Vorarbeiten (Phase 2),
- weitere fachliche Vorarbeiten (Phase 3).

Zu Beginn der Antragstellung (Phase 1) reicht das Wasserversorgungsunternehmen (WVU) ein formloses Schreiben beim MEKUN ein. Daraufhin lädt das Dezernat Hydrogeologie des Geologischen Dienstes (GD) im Landesamt für Umwelt (LfU) den Wasserversorger, die untere Wasserbehörde (uWB) und ggf. weitere Beteiligte zu einem Einführungs- und Abstimmungsgespräch (Antragskonferenz) ein. Das Ziel dieser Bearbeitungsphase ist die Erstellung eines Antrags auf Ausweisung eines Wasserschutzgebietes. Dieser Antrag bildet die Fachunterlage für die Priorisierung der Schutzgebietsausweisung und die weiteren Schritte. Eine Priorisierung ist erforderlich, da nur eine begrenzte Anzahl von Verfahren parallel vom GD betreut und im förmlichen Ausweisungsverfahren vom MEKUN bearbeitet werden können. Zum Abschluss prüft der GD die Antragsunterlagen und spricht gegenüber dem MEKUN eine fachliche Empfehlung zur Priorisierung der Schutzgebietsausweisung aus.

Die Zustimmung zu dem Antrag und die Bestätigung der Verrechnungsmöglichkeit durch das MEKUN bilden die Voraussetzung zur Durchführung der hydrogeologischen Vorarbeiten in der Phase 2. Im Vordergrund steht hierbei die Bemessung des auszuweisenden Wasserschutzgebietes. Eine ggf. erforderliche Neuerrichtung von Grundwassermessstellen fällt ebenfalls in diese Phase. Zur Abgrenzung des beantragten Schutzgebietes ist grundsätzlich die Anwendung von numerischen Grundwasserströmungsmodellen vorgesehen, die als Stand der Technik auch für diese Aufgabe geeignete Instrumente darstellen (DVGW 2016). Die hydrogeologischen Vorarbeiten der Phase 2 sind in Form eines ausführlichen hydrogeologischen Gutachtens zu dokumentieren. Als Ergebnis dieses Gutachtens ist ein Vorschlag zur Bemessung des beantragten Wasserschutzgebietes und seiner Schutzzonen zu erarbeiten, der vor der Einleitung der weiteren Verfahrensschritte durch den GD geprüft wird.

Am Anfang der weiteren fachlichen Vorarbeiten (Phase 3) erarbeitet der GD einen Entwurf der parzellenscharfen Abgrenzung der einzelnen Schutzzonen. Dieser Entwurf dient als Grundlage für die Erstellung des Bodenkundlichen Fachbeitrags, des Agrarstrukturellen Fachbeitrags und für die Ermittlung der Gefährdungspotenziale. Mit Ausnahme des Agrarstrukturellen Fachbeitrags, der im Auftrag des Wasserversorgers zu erstellen ist, obliegt die Durchführung der weiteren fachlichen

Vorarbeiten dem GD. Hierzu gehören auch die Erstellung eines Entwurfs der Wasserschutzgebiets-Verordnung (WSG-VO) und die Zusammenfassung aller Untersuchungsergebnisse in einem Erläuterungsbericht. In einem abschließenden Schritt prüft das MEKUN die auszulegenden Fachunterlagen und leitet das förmliche Verfahren zur Wasserschutzgebietsausweisung ein.



**Abb. 1-2: Schematische Darstellung des Verfahrensablaufs (Phasen 1 - 3) zur Beantragung und Durchführung der Vorarbeiten zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes.**

#### 4. Anforderungen an die Antragsunterlagen

Das Hauptziel der Antragsunterlagen ist die fachliche Begründung der Erforderlichkeit eines Wasserschutzgebietes für das genutzte Grundwasservorkommen als Grundlage für die Priorisierung der Schutzgebietsausweisung (siehe Abschnitt 2). Es sollen die Grundlagen der Wassergewinnung, der aktuelle Kenntnisstand zum hydrogeologischen Aufbau sowie zur Größe und Lage des Grundwassereinzugsgebietes dargelegt werden. Darüber hinaus müssen die Antragsunterlagen

eine Bestandsaufnahme der Brunnen und Grundwassermessstellen sowie der vorliegenden Messdaten (Grundwasserstandsdaten, hydrochemische Analysendaten) beinhalten. Zur Aufstellung der Antragsunterlagen wird im Anhang A eine Mustergliederung empfohlen.

Der Antragsteller soll in den Antragsunterlagen aufzeigen, ob das vorhandene Messstellennetz für die Abgrenzung des Grundwassereinzugsgebietes und des Wasserschutzgebietes ausreichend ist. Bei einer unzureichenden Abdeckung durch Grundwassermessstellen ist durch den Antragsteller zu begründen und darzulegen, wie viele Messstellen hierzu voraussichtlich benötigt werden.

Als Grundlage für die Verrechnungsmöglichkeit ist in den Antragsunterlagen eine Abschätzung aller Kosten vorzunehmen, die dem Wasserversorger im Rahmen der hydrogeologischen und weiteren Vorarbeiten voraussichtlich entstehen. Hierzu gehören insbesondere der Bau von Grundwassermessstellen, das hydrogeologische Gutachten einschließlich der Grundwasserströmungsmodellierung und der Agrarstrukturelle Fachbeitrag.

Sofern während der Bearbeitungsphasen 2 und 3 festgestellt wird, dass die tatsächlichen Kosten für die hydrogeologischen Vorarbeiten oder den Agrarstrukturellen Fachbeitrag die Kostenabschätzung übersteigen, ist eine Bewertung durch den GD und die Zustimmung des MEKUN zu den erhöhten Kosten erforderlich.

Es ist zu beachten, dass insbesondere ein Neubau von Grundwassermessstellen auch allein im Rahmen der fachlichen Anforderungen zur Beantragung einer wasserrechtlichen Bewilligung erforderlich sein kann. In diesem Falle soll bei der Kostenabschätzung differenziert werden, ob Messstellen ausschließlich für die hydrogeologischen Vorarbeiten zur Schutzgebietsausweisung oder auch für die Bewilligung der Grundwasserentnahme erforderlich sind.

Die Aufwendungen für die in der Bearbeitungsphase 1 zu erstellende Fachunterlage, die in der Regel eine Aufbereitung und Zusammenstellung vorhandener Daten beinhaltet, sind vom WVU selbst zu tragen. Für die im Rahmen der hydrogeologischen und weiteren Vorarbeiten entstehenden Kosten ist dagegen eine Abzugsmöglichkeit von der Wasserabgabe vorgesehen.

## **5. Unterlagen**

DVGW (2016): Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungsgebieten.- Technische Regel - Arbeitsblatt DVGW 107 (A).- 41 S.; Bonn (DVGW).

MEKUN (2023): Umweltportal Schleswig-Holstein.- Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur (MEKUN).- Unter: <https://umweltportal.schleswig-holstein.de/kartendienste>, Themenauswahl: Wasser - Grundwasser - gefährdete Grundwasserkörper (Stand: 02.01.2023)

MUNF (1998): Gesamtplan Grundwasserschutz in Schleswig-Holstein.- Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein (MUNF): 34 S.; Kiel (MUNF).

## **Teil 2: Hydrogeologische und weitere fachliche Vorarbeiten**

### **1. Einleitung**

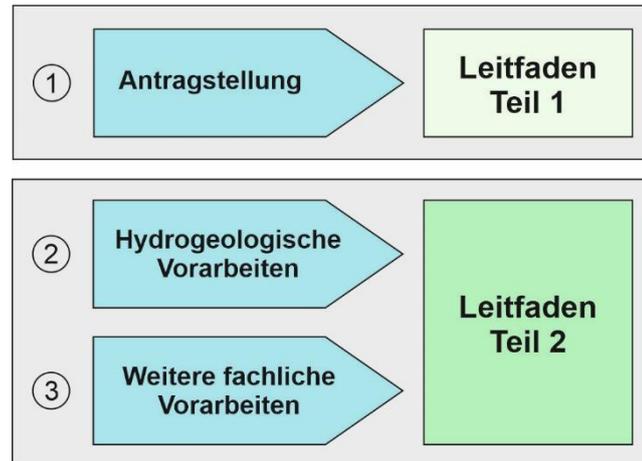
Mit der Novellierung des Landeswassergesetzes (LWG) des Landes Schleswig-Holstein zum 01.01.2020 können Wasserversorgungsunternehmen (WVU) zum Schutz der von ihnen genutzten Grundwasserressourcen einen Antrag zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes (WSG) beim Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur (MEKUN) stellen.

Der Verfahrensablauf zur Beantragung und zur Durchführung der Vorarbeiten zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes ist in drei Bearbeitungsphasen gegliedert (Abb. 2-1), die in einem zweiteiligen Leitfaden näher beschrieben werden. Der Teil 1 des Leitfadens behandelt die Antragstellung (Phase 1) und richtet sich vorwiegend an die WVU. Der hier vorliegende Teil 2 des Leitfadens beschreibt die fachlichen Anforderungen und durchzuführenden Arbeiten in den Phasen 2 und 3 und richtet sich neben den WVU vor allem an ihre Fachgutachter.

Nach der Priorisierung der Schutzgebietsausweisung durch den Geologischen Dienst (GD) (Phase 1) steht am Anfang der Phase 2 die Zustimmung des MEKUN als Voraussetzung für die weiteren Bearbeitungen und die damit verbundene Bestätigung der Verrechnungsmöglichkeit. Gemäß dem Wasserabgabengesetz des Landes Schleswig-Holstein (LWAG) besteht keine Abgabepflicht für die Grundwasserentnahme, soweit Aufwendungen für die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes durch das MEKUN anerkannt werden. Hierunter können auch bestimmte Eigenleistungen der WVU fallen. Die Anerkennung von Kosten setzt voraus, dass die im vorliegenden Teil 2 des Leitfadens beschriebenen Anforderungen erfüllt werden.

In der Regel wird es erforderlich sein, dass die WVU die hydrogeologischen Vorarbeiten (Phase 2) und die Erstellung des Agrarstrukturellen Fachbeitrages (Phase 3) an entsprechend qualifizierte Fachfirmen und Gutachterbüros vergeben. Die einschlägigen Vergabebestimmungen sind durch die WVU einzuhalten. Insbesondere kommunale WVU und kommunal beherrschte WVU als Sektorenauftraggeber müssen bei der Vergabe von Aufträgen unterhalb der EU-Schwellenwerte das Vergabegesetz Schleswig-Holstein (VGSH) beachten. Auch wenn Aufträge von Sektorenauftraggebern gemäß § 3 Abs. 3 S. 1 VGSH in einem frei gestalteten Verfahren vergeben werden, sind dabei die Grundsätze des § 2 VGSH, d. h. insbesondere die Vergabe in transparenten Verfahren unter Beachtung der Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und der Verhältnismäßigkeit, einzuhalten. Die Vorlage eines Vergabevermerks, die Zustimmung des MEKUN zu diesem Vergabevermerk und die Prüfung der zweckmäßigen Verwendung der Mittel sind Voraussetzung für eine Kostenverrechnung. Anhang B enthält ein Beispiel eines einfachen Vergabevermerks bei frei gestalteten Verfahren. Die Verwendung anderer Vergabevermerke bei der Durchführung förmlicher Vergabeverfahren ist zulässig.

Die Durchführung der Bearbeitungen in den Phasen 2 und 3 setzt eine enge Zusammenarbeit und fortlaufende Abstimmung zwischen den WVU mit dem GD voraus. Über die Abstimmung hinausgehende Leistungen oder selbst verschuldeter zusätzlicher Aufwand sind nicht verrechnungsfähig.



**Abb. 2-1: Zuordnung der Bearbeitungsphasen 1-3 im Verfahrensablauf zu den Teilen 1 und 2 des Leitfadens.**

## **2. Fachliche Methodik im Rahmen der Ausweisung von Wasserschutzgebieten**

Ein wesentlicher Bestandteil der fachlichen Methodik ist eine einheitliche Ermittlung und Begründung der Bemessung und Gliederung geplanter Wasserschutzgebiete, die auf der Grundlage des ermittelten Einzugsgebietes oder auf der Grundlage berechneter Grundwasserfließzeiten zu den Wassergewinnungsanlagen (Isochronen) erfolgen soll. Hierzu ist ein hydrogeologisches 3D-Modell (Strukturmodell) und darauf aufbauend ein Grundwasserströmungsmodell zu erstellen. Das Grundwasserströmungsmodell kann auch bei zukünftigen Änderungen in der Grundwasserbewirtschaftung (Entnahmemengen, Brunnenstandorte, Entnahmetiefen) und zur Anpassung des Wasserschutzgebietes verwendet werden.

Mit der Erstellung der Fachunterlagen zu Ausweisungen von Wasserschutzgebieten war bisher fast ausschließlich der GD betraut. Die Verlagerung dieser Aufgabe auf eine größere Anzahl externer Fachgutachter erfordert nunmehr Vorgaben für ein einheitliches Vorgehen. Zukünftig soll eine standardisierte Arbeitsweise bei der Erstellung von hydrogeologischen 3D-Modellen und Grundwasserströmungsmodellen zugrunde gelegt werden. Dafür sind Vorgaben hinsichtlich der Aufbereitung, Haltung und Bereitstellung von Fachdaten sowie der Methodik der Modellierungen aus mehreren Gründen erforderlich:

- Die Durchführung von numerischen Modellierungen ist Stand der Technik (DVGW 2016). Dies gibt ein umfassendes Bild der Grundwasserströmungsverhältnisse und des Einzugsgebietes.
- Der GD hat die Ergebnisse der Modellierungen zu prüfen und ihre Plausibilität zur Bemessung des Schutzgebietes gegenüber dem MEKUN zu bestätigen. Die Verwendung einheitlicher Datenformate und Softwareprodukte sowie ein standardisiertes Vorgehen bei den Modellierungen reduzieren den Prüfaufwand dabei erheblich.
- Ein weiterer Vorteil der fachlichen Methodik besteht darin, dass Datengrundlagen für die hydrogeologischen Vorarbeiten zur Schutzgebietsausweisung zukünftig durch den GD bereitgestellt,



aktualisiert und zentral gespeichert werden sollen. Diese können künftig in fachlich standardisierter Form und in einheitlichen Datenformaten kostenlos durch die WVU oder ihre Fachgutachter in Anspruch genommen werden. Im Rahmen dieser Nachnutzung ist es erforderlich, dass extern bearbeitete Daten und Modelle in den Datenpool des GD zurückfließen.

- Die Vorgaben zur Nutzung allgemein anerkannter Open Source-Softwareprodukte, die dem Stand der Technik entsprechen und für die keine Lizenzgebühren anfallen, stellen den Datenaustausch sicher. Sie ermöglichen den WVU auch zukünftig einen unabhängigen Weiterbetrieb der Modelle auch für andere Fragestellungen. Diese Vorgabe entspricht § 7 Abs. 2 des E-Government-Gesetzes (EGovG) des Landes Schleswig-Holstein, wonach der Einsatz von Open Source-Software nach Möglichkeit vorrangig vor solcher Software erfolgen soll, deren Quellcode nicht öffentlich zugänglich ist und deren Lizenz die Verwendung, Weitergabe und Veränderung einschränkt.

Im Rahmen der Methodik werden einheitliche Festlegungen für die Auflösung in der Fläche und in der Tiefe, die Vorgehensweise bei den Modellierungen, die Datenformate und die zu verwendende Software getroffen:

- Es wird eine Auflösung in der Fläche von 100 m festgelegt. Hierzu wird ein Basisraster in einem definierten geodätischen System und mit einer entsprechenden äquidistanten Zellweite definiert. Das Basisraster bildet z. B. die Grundlage für hydrogeologische 3D-Modelle, Grundwasserströmungsmodelle oder Gleichenpläne.
- Die Auflösung in der Tiefe beruht weitgehend auf der hydrostratigrafischen Gliederung nach MANHENKE et. al. (2001). Eine entsprechende hydrostratigrafische Tabelle liegt für Schleswig-Holstein vor (Anhang C). Jede vorkommende hydrostratigrafische Einheit ist als Modellschicht abzubilden.
- Bei der Erstellung von hydrogeologischen 3D-Modellen wird eine mittlere Bohrungsdichte von ca. zwei Bohrungen pro km<sup>2</sup> angestrebt.
- Alle Daten sind in softwareunabhängigen, aber gängigen Formaten zu erstellen, damit sie einem größeren Nutzerkreis und damit auch den WVU zur Verfügung stehen.
- Für die Erstellung und Visualisierung wird die Open Source-Software iMOD verwendet (DELTARES 2023), die auf dem vom U.S. Geological Survey entwickelten Finite-Differenzen-Grundwasserströmungsprogramm MODFLOW beruht (LANGEVIN et al. 2017). Für die Nutzung von iMOD fallen keine Lizenzgebühren an.

Diese Vorgaben und die Zusammenarbeit mit dem GD sollen den Einsatz von Grundwasserströmungsmodellen erleichtern und die Beteiligung der WVU bei der Ausweisung von Wasserschutzgebieten unterstützen.

### **3. Hydrogeologische Vorarbeiten**

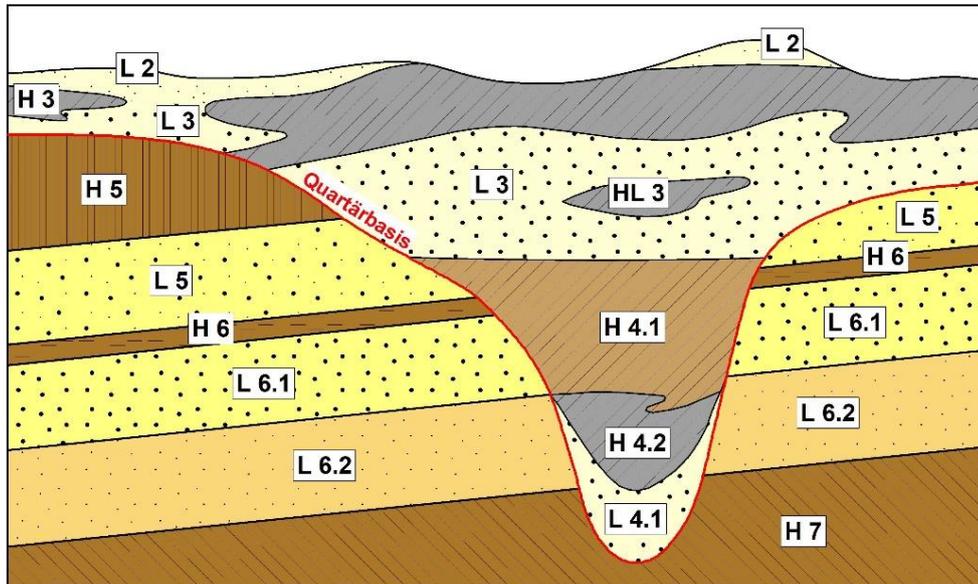
Die hydrogeologischen Vorarbeiten (Phase 2) sollen im Ergebnis einen fachlich belastbaren und nachvollziehbaren Vorschlag zur Bemessung des geplanten Wasserschutzgebietes in Form eines hydrogeologischen Gutachtens darlegen. Dieses Gutachten ist im Rahmen des förmlichen Verfahrens zur Ausweisung des Wasserschutzgebietes als begründende Unterlage mit auszulegen.

Das in den Antragsunterlagen vorgelegte Untersuchungsgebiet für das hydrogeologische Gutachten ist mit dem GD abzustimmen. Der GD prüft die für dieses Gebiet verfügbaren Daten und Unterlagen und stellt sie dem WVU zur Verfügung. Dies umfasst auch die Auswahl von Bohrungen durch den GD, die in dieser Bearbeitungsphase zu berücksichtigen sind.

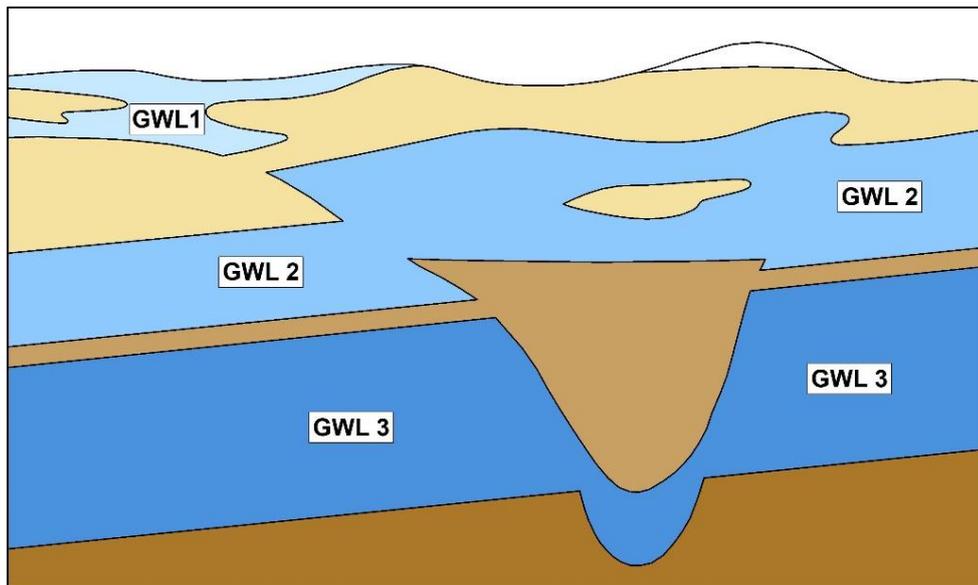
Im hydrogeologischen Gutachten sind wesentliche Aussagen, die bereits in den Antragsunterlagen (Phase 1) getroffen wurden, zu berücksichtigen und darzustellen (z. B. Bewirtschaftungskonzept, hydrochemische Verhältnisse). Darüber hinaus soll das Gutachten allgemeine Angaben zu den durchgeführten Untersuchungen und Maßnahmen, eine Übersicht über die wasserwirtschaftlichen Gegebenheiten sowie eine geografische und hydrologische Beschreibung des Untersuchungsgebietes beinhalten. Der Untergrundaufbau des Untersuchungsgebietes ist durch die Erstellung eines hydrogeologischen 3D-Modells (Strukturmodell) zu erfassen und zu beschreiben. Darauf aufbauend ist ein Grundwasserströmungsmodell zu erarbeiten und es sind das Einzugsgebiet der Grundwasserentnahme sowie die Grundwasserfließzeiten (Isochronen) zu den Brunnen zu berechnen.

Aus diesen Ergebnissen sind nach den Vorgaben des DVGW-Arbeitsblattes W 101 (DVGW 2021) Empfehlungen zur Bemessung und Gliederung des geplanten Wasserschutzgebietes in die einzelnen Schutzzonen abzuleiten. Die hydrogeologisch-hydraulischen Gegebenheiten und die hydrochemischen Verhältnisse im Einzugsgebiet sind hinsichtlich der Schutzbedürftigkeit und Schutzwürdigkeit des genutzten Grundwasservorkommens zu bewerten. Zur Ausschreibung und Aufstellung des hydrogeologischen Gutachtens einschließlich der Erstellung des Grundwasserströmungsmodells sind im Anhang C eine detaillierte Leistungsbeschreibung und ein Leistungsverzeichnis enthalten.

Für das Modellgebiet sind durch die WVU oder deren Fachgutachter die Schichtfolgen der vom GD bereitgestellten Bohrungen gemäß der hydrostratigrafischen Tabelle schichtweise zu interpretieren und die Tiefen der Schichtgrenzen den einzelnen Modelleinheiten zuzuordnen. Auf der Grundlage dieser Bohrungsinterpretationen ist jede vorkommende hydrostratigrafische Modelleinheit mit ihrer Tiefenlage und Mächtigkeit zu modellieren und die Einheiten sind in einem 3D-Modell zusammenzuführen. Mit der Erstellung eines hydrogeologischen 3D-Modells für das Untersuchungsgebiet und der Visualisierung anhand hydrogeologischer Profilschnitte kann der bisherige Kenntnisstand zum Untergrundaufbau vertieft und veranschaulicht werden.



a)



b)

**Abb. 2-2a-b:** Beispiel eines schematischen Profilschnitts mit Einteilung nach hydrostratigrafischen Einheiten (Anhang C) (a) sowie nach Grundwasserleitern und -hemmern (b).

Das hydrogeologische 3D-Modell bildet die Basis für das Grundwasserströmungsmodell. In das Strömungsmodell sind alle hydrostratigrafischen Einheiten des Strukturmodells zu übernehmen. Dabei können Grundwasserleiter aus einer oder mehreren (wasserleitenden) hydrostratigrafischen Einheiten bestehen, die nicht flächenhaft durch Grundwasserhemmer voneinander getrennt sind (Abb. 2-2a-b). Nur für die Bewertung der Ergebnisse der Strömungsmodellierung (wasserleiterbezogene Zuordnung von Messstellenfiltern, Grundwassergleichpläne) sind die vorhandenen Grundwasserleiter modellhaft voneinander abzugrenzen und zu benennen (z. B. GWL 1, GWL 2 usw.).

Zielsetzung der Strömungsmodellierung ist die Ermittlung und Visualisierung des Einzugsgebietes der Grundwasserentnahme sowie die Berechnung der Grundwasserfließzeiten (Isochronen) zu den Brunnen. Dies setzt ein möglichst umfassendes hydrogeologisch-hydraulisches Systemverständnis voraus. Die Ergebnisse der Strömungsmodellierung können beim Neubau von Grundwassermessstellen zur Optimierung der Standorte herangezogen werden. Darüber hinaus können Wechselwirkungen zwischen den zu schützenden Wasserfassungen und Förderbrunnen anderer Grundwasserentnahmen beurteilt werden.

Im Rahmen des Ablaufs der hydrogeologischen Vorarbeiten wird ersichtlich, ob hinsichtlich der Fragestellung noch zusätzliche Datenerhebungen und ggf. auch der Bau weiterer Grundwassermessstellen erforderlich sind. In diesem Fall ist die in den Antragsunterlagen dargelegte Abschätzung durch das WVU oder seine Fachgutachter bedarfsweise zu ergänzen. Die zusätzlichen Maßnahmen sind fachlich mit dem GD und hinsichtlich der Kostenverrechnung mit dem MEKUN abzustimmen.

Vor der Einleitung der weiteren Verfahrensschritte in der Bearbeitungsphase 3 ist das hydrogeologische Gutachten mit der vorgeschlagenen Bemessung und Gliederung des geplanten Wasserschutzgebietes durch den GD zu prüfen. Dabei ist auch zu beurteilen, ob die mit den Ausschreibungsunterlagen in Anhang C formulierten Qualitätsanforderungen erfüllt sind. Für diese Prüfungen ist es erforderlich, dass auch das hydrogeologische 3D-Modell und das Grundwasserströmungsmodell zum weiteren Betrieb an den GD übergeben werden.

#### **4. Weitere fachliche Vorarbeiten**

Am Anfang der weiteren fachlichen Vorarbeiten (Phase 3) erarbeitet der GD auf der Grundlage des abgestimmten und geprüften hydrogeologischen Gutachtens einen Entwurf der parzellenscharfen Abgrenzung für die einzelnen Schutzzonen. Dieser Entwurf dient als Grundlage für die Erstellung des Bodenkundlichen Fachbeitrags, des Agrarstrukturellen Fachbeitrags und für die Ermittlung der Gefährdungspotenziale. Mit Ausnahme des Agrarstrukturellen Fachbeitrags, der im Auftrag des Wasserversorgers zu erstellen ist, obliegt die Durchführung der weiteren fachlichen Vorarbeiten dem GD. Hierzu gehören auch die Erstellung eines Entwurfs der Wasserschutzgebiets-Verordnung (WSG-VO) und die Zusammenfassung aller Untersuchungsergebnisse in einem Erläuterungsbericht. In einem abschließenden Schritt prüft das MEKUN die auszulegenden Fachunterlagen und leitet das förmliche Verfahren zur Wasserschutzgebietsausweisung ein.

##### **Parzellenscharfe Abgrenzung**

Zur Festsetzung eines Wasserschutzgebietes durch eine WSG-VO ist eine praktikable parzellenscharfe Gebietsabgrenzung auf der Grundlage der im hydrogeologischen Gutachten ermittelten Grenzen der einzelnen Schutzzonen erforderlich.

Die parzellenscharfe Grenze ist möglichst entlang von Wegen, Straßen, Flurstücksgrenzen oder markanten Geländestrukturen (z. B. Waldränder, Böschungskanten, Gewässer) zu ziehen (DVGW 2021). Sie muss so nahe wie möglich entlang der hydrogeologisch ermittelten Grenzen verlaufen.

Als praktikable Regelung werden im Grundsatz Flurstücke, die zu mehr als 50 % ihrer Fläche innerhalb der jeweiligen Schutzzone liegen, in diese Schutzzone einbezogen (50 %-Regel). Bei sehr großen Flurstücken oder besonderen Nutzungen kann von dieser Regel abgewichen werden.

Im Verlauf der Bearbeitung der Phase 3 kann es erforderlich werden, die parzellenscharfe Abgrenzung den Erkenntnissen aus den weiteren Fachbeiträgen und der Ermittlung der Gefährdungspotenziale anzupassen.

### **Agrarstruktureller Fachbeitrag**

Gefährdungspotenziale durch landwirtschaftliche und gärtnerische Flächennutzung bestehen u. a. bei nicht zeit- und bedarfsgerechter Ausbringung von Dünger und der dadurch verursachten Nitratauswaschung in tiefere Bodenschichten. Auch Grünlandumbruch und Schwarzbrache können zu einem erhöhten Nitrataustrag in tiefere Bodenschichten führen. Eine weitere Gefährdung kann von technisch mangelhaften baulichen Anlagen wie z. B. Lagerbehältern oder Bodenplatten von Silagen ausgehen. Weitere Gefährdungen können sich aus der landwirtschaftlichen Beregnung ergeben, sofern dabei die nutzbare Feldkapazität überschritten wird, denn auch hierbei erfolgt eine Verlagerung von Stoffen in tiefere Bodenschichten. Nicht zuletzt kann die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln eine Gefährdung für das Grundwasser darstellen.

Im Rahmen des Agrarstrukturellen Fachbeitrags sollen die Flächenstruktur der landwirtschaftlichen Betriebe, die Betriebstypen und die Anbauverhältnisse innerhalb des geplanten Schutzgebietes und seiner Randbereiche erhoben und dargestellt werden. Die Ergebnisse sind hinsichtlich der Betroffenheiten der Landwirtschaft und ggf. gartenbaulicher Betriebe, die mit der Schutzgebietsausweisung einhergehen, zu beurteilen. Die Erstellung des Agrarstrukturellen Fachbeitrags fällt in den Aufgabenbereich des WVU, das in der Regel hierzu ein entsprechend qualifiziertes Gutachterbüro beauftragt. Ein entsprechendes Muster für die Leistungsbeschreibung und das Leistungsverzeichnis ist in Anhang D enthalten.

### **Bodenkundlicher Fachbeitrag**

Bei den weiteren fachlichen Vorarbeiten zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes stellt auch die Beschreibung und Bewertung des Bodenaufbaus hinsichtlich seines Schutzpotenzials für das Grundwasser einen wichtigen Aspekt dar. Die Qualität des Grundwassers wird auch von den Eigenschaften des Bodens beeinflusst, da dieser diffus oder punktuell anthropogen eingetragene Stoffe, welche die Qualität des Grundwassers beeinträchtigen, in unterschiedlichem Maße zurückhalten kann. Der Bodenkundliche Fachbeitrag wird durch das Dezernat Boden des GD auf der Grundlage vorliegender bodenbezogener Daten und Karten erstellt.

Grundlegender Gegenstand des Bodenkundlichen Fachbeitrags ist die Bestandsaufnahme und Bewertung der im geplanten Wasserschutzgebiet und seinen Randbereichen vorkommenden Böden, wobei Böden mit vergleichbaren Eigenschaften zusammenfassend beschrieben und in einer Übersichtskarte dargestellt werden. Bewertungskriterium für die Bodenfunktion im Hinblick auf den Schutz des Grundwassers ist das Rückhaltevermögen des Bodens für nicht sorbierbare Stoffe, das durch die Nitratauswaschungsgefährdung beschrieben wird (MÜLLER & WALDECK 2011). Je häufiger das Bodenwasser ausgetauscht wird, desto eher können die darin gelösten

Stoffe in das Grundwasser gelangen. Der Bodenkundliche Fachbeitrag enthält daher auch eine Übersichtskarte und Bewertung zum Bodenwasseraustausch.

### **Ermittlung der Gefährdungspotenziale**

Gefährdungspotenziale für das Grundwasser liegen insbesondere in den Bereichen vor, die einer intensiven Nutzung durch den Menschen unterliegen. Neben den o. g. Gefährdungen durch die landwirtschaftliche Flächennutzung können verschiedene Anlagen und Einrichtungen punktuell zu einem erheblichen Schadstoffeintrag führen, wenn diese nicht ausreichend gegenüber dem Sicker- oder Grundwasser abgesichert sind, oder wenn Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen auftreten. Zu den grundwassergefährdenden Anlagen und Einrichtungen sind insbesondere Abwasser- und Abfallanlagen, Altlasten, Industrie- und Gewerbebetriebe sowie Verkehrsanlagen und Siedlungsbereiche zu rechnen. Auch von intensiv gepflegten Sport- und Grünanlagen können Grundwasserbeeinträchtigungen ausgehen, insbesondere wenn diese größere Ausdehnungen annehmen.

Um die aktuelle Gefährdungssituation für das Grundwasser im geplanten Wasserschutzgebiet zu beschreiben und beurteilen zu können, welche Regelungsinhalte in der WSG-VO erforderlich sind, ist es notwendig, die bestehenden Nutzungen und möglichen Gefahrenherde zu erfassen und hinsichtlich ihres Gefährdungspotenzials für das genutzte Grundwasser zu bewerten. Die erforderlichen Erhebungen werden vom GD durch Befragung der zuständigen Behörden und Institutionen durchgeführt. Die Gefährdungspotenziale, die bei dieser Befragung grundsätzlich berücksichtigt werden, orientieren sich an DVGW (2021). Die Gefährdungspotenziale werden durch den GD für den Bereich des geplanten Wasserschutzgebietes im Erläuterungsbericht beschrieben und standortbezogen bewertet.

### **Wasserschutzgebiets-Verordnung (WSG-VO) (Entwurf)**

Unter Wertung der Ergebnisse der oben beschriebenen Fachbeiträge und der ermittelten Gefährdungspotenziale wird der Erstentwurf der parzellenscharfen Gebietsabgrenzung ggf. angepasst und durch den GD ein Entwurf einer WSG-VO über die Festsetzung des geplanten Wasserschutzgebietes erstellt.

Diese Landesverordnung stellt die Rechtsgrundlage für Nutzungs- und Bewirtschaftungsbeschränkungen dar, die für den weitergehenden Schutz und die langfristige Sicherung des genutzten Grundwassers erforderlich sind und gründet sich auf die §§ 51 und 52 Abs. 1 WHG. Den betroffenen Grundeigentümern oder Nutzungsberechtigten sollen damit angemessene und zumutbare Beschränkungen auferlegt werden, die für die Sicherung der öffentlichen Wasserversorgung erforderlich sind und damit dem Wohl der Allgemeinheit dienen.

In der Schutzgebietsverordnung werden der Geltungsbereich des Schutzgebietes mit den Schutz-zonen beschrieben, Begriffsdefinitionen gegeben und auf die Anlagen der WSG-VO verwiesen. Danach werden einzelne Beschränkungen und Genehmigungsvorbehalte in den jeweiligen Schutz-zonen aufgeführt. Weiterhin werden die Zuständigkeiten und die Voraussetzungen für die Erteilung von Genehmigungen und Ausnahmen von Verboten sowie Duldungspflichten der Eigentümer oder Nutzungsberechtigten von Grundstücken geregelt. Nach der Anführung von Verstößen, die ein Ordnungswidrigkeitsverfahren nach sich ziehen können, werden abschließend die maßgeblichen Regelungen für Ausgleichszahlungen aufgeführt.

Von Seiten des Landes ist geplant, die wesentlichen Verordnungsinhalte in einer Grundverordnung zusammenzufassen, die für alle Wasserschutzgebiete verbindlich ist. Die Abgrenzung des Gebietes mit den jeweiligen Schutzzonen sowie lokale Besonderheiten im Wasserschutzgebiet werden weiterhin in einer schutzgebietsbezogenen Verordnung geregelt.

### **Erläuterungsbericht**

Der Erläuterungsbericht zur Ausweisung des geplanten Wasserschutzgebietes wird durch den GD erstellt. Er fasst die Rahmenbedingungen der Wassergewinnung und die wesentlichen Ergebnisse des hydrogeologischen Gutachtens, der weiteren Fachbeiträge und der Ermittlung der Gefährdungspotenziale im geplanten Wasserschutzgebiet in allgemein verständlicher Form zusammen. Darüber hinaus werden die rechtlichen Grundlagen der geplanten Schutzgebietsausweisung und die voraussichtlichen Inhalte der WSG-VO dargestellt.

### **Prüfung und Einleitung des förmlichen Verfahrens**

Als abschließender Schritt der Bearbeitungsphase 3 werden die Unterlagen zur geplanten Schutzgebietsausweisung (hydrogeologisches Gutachten, Agrarstruktureller Fachbeitrag, Bodenkundlicher Fachbeitrag, Entwurf der WSG-VO einschließlich der Niederlegungskarte und Erläuterungsbericht) vom GD zusammengestellt und dem MEKUN als verordnungsgebender Behörde zur abschließenden Prüfung vorgelegt. Nach Abnahme der Unterlagen leitet das MEKUN das förmliche Verfahren zur Wasserschutzgebietsausweisung ein. Im Vorfeld des förmlichen Verfahrens führt das MEKUN in der Regel vor Ort eine oder ggf. mehrere Informationsveranstaltungen durch, bei denen die Ergebnisse der hydrogeologischen und weiteren fachlichen Vorarbeiten, die geplante Abgrenzung des Wasserschutzgebietes und die Inhalte der WSG-VO vorgestellt werden.

## **5. Unterlagen**

DELTARES (2023): iMOD.- Unter: <https://www.deltares.nl/en/software/imod> (Stand: 02.01.2023).

DVGW (2021): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser.- Technische Regel - Arbeitsblatt W 101.- 27 S.; Bonn (DVGW).

DVGW (2016): Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungsgebieten.- Technische Regel - Arbeitsblatt DVGW W 107 (A).- 41 S.; Bonn (DVGW).

LANGEVIN, C.D., J.D. HUGHES, E.R. BANTA, R.G. NISWONGER, SORAB PANDEY & A.M. PROVOST (2017): Documentation for the MODFLOW 6 Groundwater Flow Model.- U.S. Geological Survey Techniques and Methods, **6-A55**: 197 S.; Reston, Va.- Unter: <https://doi.org/10.3133/tm6A55>.

MÜLLER, U. & A. WALDECK (2011): Auswertungsmethoden im Bodenschutz - Dokumentation zur Methodendatenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS).- GeoBerichte 19.- 415 S. (LBEG).- Unter: [https://www.lbeg.niedersachsen.de/karten\\_daten\\_publicationen/publicationen/geoberichte/geoberichte\\_19/geoberichte-19-100055.html](https://www.lbeg.niedersachsen.de/karten_daten_publicationen/publicationen/geoberichte/geoberichte_19/geoberichte-19-100055.html).





### **Mustergliederung der Antragsunterlagen**

Mit dem Antrag für ein geplantes Wasserschutzgebiet sollen durch den Antragsteller die hydrogeologischen und technischen Grundlagen der Wasserversorgung beschrieben und vorgelegt werden. Hierzu ist eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Grundwasseraufschlüsse (Brunnen und Messstellen) sowie der Überwachungsdaten vorzunehmen (Grundwasserstandsmessungen, hydrochemische Analysen).

Der Antrag soll auf einer plausiblen Abschätzung der Lage und Größe des Grundwassereinzugsgebietes aufbauen. Da Änderungen in der Grundwasserbewirtschaftung (Entnahmemenge und -verteilung) eine Verlagerung des Einzugsgebietes zur Folge haben, ist durch den Wasserversorger im Rahmen des Antrags auch ein Konzept zur langfristigen Grundwasserbewirtschaftung beizufügen.

Als Mustergliederung -der Antragsunterlagen wird folgende Einteilung empfohlen:

#### **1. Allgemeine Angaben**

- Allgemeine Angaben zur Wasserversorgung, Versorgungsgebiet und ggf. industrieller Wasserbedarf;
- Kurzbeschreibung des aktuellen Wasserrechts und der Nebenbestimmungen.

#### **2. Wasserwirtschaftliche Gegebenheiten**

- Stammdatentabelle mit technischen Angaben zu den Brunnen und Grundwassermessstellen;
- Lageplan der Brunnen und Grundwassermessstellen, ggf. mit Aufschlussbohrungen und Entnahmebrunnen Dritter;
- monatliche Entnahmemengen der vergangenen zehn Jahre, ggf. fassungs- oder brunnenbezogene Entnahmeverteilungen;
- bedeutende Grundwassernutzungen Dritter.

### **3. Konzept zur Grundwasserbewirtschaftung**

- Zukünftige Planungen zur Grundwasserbewirtschaftung, ggf. Abschätzung des zukünftigen Wasserbedarfs;
- Beschreibung des bautechnischen Zustands der Förderbrunnen.

### **4. Übersicht zu vorliegenden Daten und Unterlagen**

- Tabellarische Übersicht zu den vorliegenden brunnen- bzw. messstellenspezifischen Grundwasserstandsdaten: Zeitraum, Intervall und Art der Messungen (Lichtlot, Datenlogger) sowie Grundwasseranalysen (Zeitraum und Anzahl der Analysen);
- Grundwassergleichenpläne (Angaben zu Ausdehnung, Grundwasserleiter, Bezugsdatum);
- Pumpversuche (Angaben zu Zielsetzung, Grundwasserleiter, Durchführungszeitraum);
- chronologische Auflistung relevanter hydrogeologischer Gutachten, Berichte, Stellungnahmen und weitere Auswertungen.

### **5. Hydrogeologischer Aufbau**

- Textliche Beschreibung des geologischen und hydrogeologischen Aufbaus;
- Darstellung von mindestens zwei repräsentativen hydrogeologischen Profilschnitten;
- Lageplan der hydrogeologischen Profilschnitte (siehe Abschnitt 2);
- Zuordnung des Trinkwassergewinnungsgebietes zu den Grundwasserkörpern (nicht gefährdet oder gefährdet gemäß EG-WRRL).

### **6. Grundwasserdynamik**

- Nach Möglichkeit Darstellung eines repräsentativen Grundwassergleichenplans mit dem Umriss des abgeschätzten Einzugsgebietes;
- beim Vorkommen mehrerer Grundwasserleiter sind die Potenzialdifferenzen (hydraulischer Gradient) textlich zu beschreiben;
- Erarbeitung eines Vorschlags für das Untersuchungsgebiet im hydrogeologischen Gutachten.

## **7. Grundwasserbeschaffenheit**

- Tabellarische Auflistung und Visualisierung der zeitlichen Entwicklung (mindestens der letzten zehn Jahre) sowie Beschreibung der Stoffgehalte von Nitrat, Sulfat, Kalium und Chlorid im Rohwasser und in Messstellen im Gewinnungsgebiet;
- tabellarische Auflistung der Nachweise von PSM, deren Metaboliten (rM, nrM) und weiteren organischen Verunreinigungen (z. B. CKW) an den vorgenannten Brunnen und Messstellen.

## **8. Bewertung der Kriterien zur Priorisierung eines Wasserschutzgebietes**

- Für den genutzten Grundwasserleiter sind die wesentlichen Kriterien hinsichtlich der Grundwasserbeschaffenheit, die Stoffgehalte und die Konzentrationsentwicklung von Nitrat, Sulfat, PSM und deren Metaboliten sowie weiterer organischer Verunreinigungen (z. B. CKW), zu bewerten;
- weiterhin sind folgende Kriterien zur Bewertung der Schutzbedürftigkeit des Grundwasservorkommens zu betrachten: Lage des Trinkwassergewinnungsgebietes bezogen auf die Kulisse der gefährdeten Grundwasserkörper gemäß EG-WRRL unter Berücksichtigung des Wasserleitertyps; Hinweise auf anthropogene Belastungen durch weitere chemische Stoffe (z. B. Kalium, Chlorid); wasserwirtschaftliche Bedeutung des Wasserwerkes bzw. mögliche Versorgungsalternativen.

## **9. Kostenermittlung**

- Abschätzung aller Kosten, die dem Wasserversorger im Rahmen der hydrogeologischen und weiteren Vorarbeiten voraussichtlich entstehen: ggf. Bau von Grundwassermessstellen, hydrogeologisches Gutachten einschließlich der Grundwasserströmungsmodellierung und Agrarstruktureller Fachbeitrag.

## **10. Zusammenfassung**

- Begründung der Schutzbedürftigkeit und Schutzwürdigkeit des genutzten Grundwasservorkommens.



## Anhang B

Stand: 02. Januar 2023

### Vergabevermerk

Nach dem Vergabegesetz Schleswig-Holstein (VGSH) werden Aufträge von Sektorenauftraggebern gemäß § 3 Abs. 3 S. 1 in einem frei gestalteten Verfahren vergeben. Bei diesen Verfahren kann der vorliegende einfache Vergabevermerk verwendet werden.

<b>1. Auftraggeber</b>
1.1 Name:
1.2 Anschrift/Kontakt:
<b>2. Gegenstand des Auftrags</b>
<b>3. Geschätzter Auftragswert</b>
<b>4. Zuschlagskriterien</b>
<input type="checkbox"/> Es gelten folgende Zuschlagskriterien:
<input type="checkbox"/> Bewertungsmatrix ist angeschlossen.

**5. Eignungskriterien (soweit aufgestellt)**

--

**6. Angebotsabfrage**

Nr.	Name des Unternehmens	Grund für Auswahl/Anfrage	Datum der Anfrage
1			
2			
3			

**7. Angebote**

Nr.	Name des Unternehmens	Angebotsinhalt	Eingangsdatum
1			
2			
3			

**8. Ausgeschlossene Angebote**

Nr.	Name des Unternehmens/Bieters	Grund für Ausschluss
1		

<b>9. Ausgewähltes Angebot</b>		
Name des Unternehmens/Bieters		Grund für Auswahl

<b>10. Information unterlegener Bieter (soweit erfolgt)</b>		
Nr.	Name des Unternehmens/Bieters	Datum
1		
2		

<b>11. Datum der Beauftragung</b>

<b>12. Zahlung des Mindestlohns</b>
<input type="checkbox"/> Bei Auftragswert > 20.000 € (netto): Verpflichtungserklärung zur Zahlung des Vergabemindestlohns ist angeschlossen.

-----  
Ort, Datum, Unterschrift





**Leistungsbeschreibung und -verzeichnis zur Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes einschließlich eines hydrogeologischen 3D-Modells und Grundwasserströmungsmodells**

**Inhalt**

<b>1. Allgemeines .....</b>	<b>C.3</b>
1.1 Hinweise.....	C.3
1.2 Gegenstand der Ausschreibung .....	C.3
1.3 Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner .....	C.4
<b>2. Beschreibung der Leistungspositionen.....</b>	<b>C.4</b>
2.1 Abstimmungsgespräche .....	C.4
2.2 Hydrogeologisches Gutachten.....	C.5
2.2.1 Gliederung, Umfang und inhaltliche Anforderungen.....	C.5
2.2.2 Hydrogeologisches 3D-Modell und Grundwasserströmungsmodell.....	C.9
2.2.2.1 Modellgebiet und Übernahme vorhandener Daten.....	C.9
2.2.2.2 Modellsoftware .....	C.10
2.2.2.3 Geodätisches System und Modellgeometrie.....	C.10
2.2.2.4 Hydrogeologisches 3D-Modell .....	C.11
2.2.2.5 Abgrenzung der Grundwasserleiter .....	C.16
2.2.2.6 Hydrogeologische Profilschnitte.....	C.17
2.2.2.7 Grundwassergleichenpläne .....	C.18
2.2.2.8 Grundwasserneubildung .....	C.18
2.2.2.9 Oberflächengewässer .....	C.19
2.2.2.10 Grundwasserentnahmen .....	C.22
2.2.2.11 Grundwasserstandsdaten .....	C.22
2.2.2.12 Grundwasserströmungsmodell .....	C.22
2.2.2.13 Kalibrierung und Sensitivitätsanalyse .....	C.24
2.2.2.14 Validierung .....	C.25
2.2.2.15 Ermittlung und Darstellung des Einzugsgebietes .....	C.25
2.2.2.16 Ermittlung und Darstellung der 50-Tage-Linien.....	C.27
2.2.2.17 Modelldokumentation.....	C.28
2.2.3 Dokumentation des hydrogeologischen Gutachtens .....	C.29
<b>3. Bereitstellung von Geofachdaten und Einsichtnahme in vorhandene Unterlagen.....</b>	<b>C.29</b>
<b>4. Ausführungsfristen .....</b>	<b>C.30</b>

<b>5. Qualifikation und Nachweise .....</b>	<b>C.30</b>
<b>6. Unterlagen.....</b>	<b>C.31</b>

**Anlagen**

- 1 Kenndaten und Leistungsmerkmale der Ausschreibung
- 2 Übersichtskarte des zu bearbeitenden Modellgebietes
- 3 Leistungsverzeichnis (LV)
- 4 Verpflichtungserklärung zur Nutzung von Geofachdaten
- 5 Hydrostratigrafische Gliederung von Schleswig-Holstein (känozoische Lockergesteine)
- 6 Legendenvorlage

## **1. Allgemeines**

### **1.1 Hinweise**

Die gebietsspezifischen Kenndaten und Leistungsmerkmale der vorliegenden Leistungsbeschreibung (LB) zur Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes (WSG) sind in einem Formblatt zusammengestellt (Anlage 1). Die Verwendung des Formblatts soll neben der besseren Übersichtlichkeit dazu dienen, dass die vorliegende LB in der Regel in einer allgemeinen, von der spezifischen Grundwasserentnahme und ihrem Einzugsgebiet unabhängigen Form aufgestellt werden kann. Die maßgeblichen Kenndaten und Leistungsmerkmale werden vom Wasserversorgungsunternehmen (WVU) als Auftraggeber (AG) in Abstimmung mit dem Geologischen Dienst (GD) im Landesamt für Umwelt (LfU) festgelegt und in Anlage 1 eingetragen.

### **1.2 Gegenstand der Ausschreibung**

Für das in Anlage 1 genannte Wasserwerk soll ein Wasserschutzgebiet ausgewiesen werden. Zielsetzung der hier ausgeschriebenen Leistungen ist die Anfertigung eines hydrogeologischen Gutachtens einschließlich der Erstellung eines hydrogeologischen 3D-Modells (Strukturmodell) und eines Grundwasserströmungsmodells als fachliche Grundlage zur Bemessung und Gliederung des geplanten Wasserschutzgebietes. Grundlegende Informationen zum geologisch-hydrogeologischen Aufbau des Modellgebietes (Anlage 2) sind u. a. in den in Anlage 1 aufgeführten Unterlagen enthalten.

Das zu erarbeitende hydrogeologische Gutachten ist Bestandteil der Auslegungsunterlagen im förmlichen Verfahren zur Wasserschutzgebietsausweisung. In das hydrogeologische Gutachten sind daher auch grundlegende Angaben und fachliche Bewertungen aufzunehmen, die bereits im Antrag auf Ausweisung des Wasserschutzgebietes erarbeitet wurden.

Die Untersuchungen zur Ausweisung des Wasserschutzgebietes sind auf der Grundlage der vorhandenen Datenbasis in dem in Anlage 1 genannten und in Anlage 2 dargestellten Gebiet durchzuführen. Wesentlicher Bestandteil des hydrogeologischen Gutachtens ist die Erstellung eines rasterbasierten hydrogeologischen 3D-Modells und eines Grundwasserströmungsmodells. Um eine Übernahme der Modelle und eine zukünftige Modellpflege sowie Weiterentwicklungen beim AG und im GD sicherzustellen, ist die Bearbeitung mit der Software iMOD (DELTARES 2023a) zwingend erforderlich (Abschnitt 2.2.2.2).

**Das Angebot muss alle im Leistungsverzeichnis (LV, Anlage 3) aufgeführten Einzelpositionen umfassen. Nebenangebote sind nicht zulässig. Das Angebot muss Bruttopreise einschließlich der gültigen Mehrwertsteuer enthalten. Es wird angeraten, dass der Auftragnehmer (AN) vor der Angebotserstellung beim AG und beim GD in Flintbek Einblick in die vorhandenen Gutachten und Daten nimmt.**

Mit der Abgabe eines Angebotes erklärt der AN durch die Verpflichtungserklärung zur Nutzung von Geofachdaten (Anlage 4), dass bei einer Beauftragung

- keine Rechte an die zu erstellenden Ergebnisse oder als geistiges Eigentum geltend gemacht werden;
- Unbefugte keinen Zugang zu den in Anlage 4 aufgeführten Daten erhalten können;
- die Daten und deren Ergebnisse nur im Rahmen dieses Projektes verwendet werden und nach Abschluss des Projektes, unter Einhaltung der gesetzlichen Gewährleistungsfrist, vollständig gelöscht werden;
- alle aus diesem Auftrag entstandenen Rechte dem AG und dem GD übertragen werden.

### **1.3 Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner**

Die Auftragsabwicklung und fachliche Begleitung der Maßnahme erfolgt von Seiten des AG durch die in Anlage 1 genannten Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner. Weiterhin sind in Anlage 1 die Bearbeiterinnen und Bearbeiter genannt, die von Seiten des GD die fachliche Begleitung der Maßnahme übernehmen.

## **2. Beschreibung der Leistungspositionen**

### **2.1 Abstimmungsgespräche**

Zu Beginn der Arbeiten ist ein Abstimmungsgespräch mit dem AG und dem GD zu führen. Hierbei erfolgt die Übergabe der digitalen und analogen Datenbestände an den AN sowie eine Einweisung in die Daten. Die Erstellung des hydrogeologischen Gutachtens und die Durchführung der Modellierungen soll in enger Kooperation mit dem GD erfolgen. Es sind vier Besprechungs- bzw. Präsentationstermine beim AG vor Ort oder beim GD in Flintbek (Anlage 1) zu folgenden Arbeitsschritten geplant:

- zu Beginn der Arbeiten,
- nach Fertigstellung des hydrogeologischen 3D-Modells,
- nach Fertigstellung des Grundwasserströmungsmodells,
- eine Abschlusspräsentation.

Für die vorgenannten Besprechungen bzw. die Abschlusspräsentation ist jeweils ein halber Arbeitstag einzuplanen. Zur Abschlusspräsentation ist durch den AN eine Kurzpräsentation vorzubereiten und dem AG und dem GD spätestens drei Arbeitstage vor dem Termin digital zu übergeben.

Als **Bedarfsposition** ist die Durchführung weiterer, halbtägiger Besprechungstermine beim AG vor Ort, dem GD in Flintbek oder beim AN vorgesehen (z. B. nach erster vollständiger Bearbeitung der „Bohrdatentabelle“, Abschnitt 2.2.2.4). Wenn vom AN weitere Abstimmungsgespräche als notwendig erachtet werden, sind diese rechtzeitig schriftlich (per E-Mail) beim AG anzumelden, der dann in Abstimmung mit dem GD über die Erforderlichkeit und den Teilnehmerkreis entscheidet.

## **2.2 Hydrogeologisches Gutachten**

Die unten stehende Beschreibung enthält die fachlichen Anforderungen an den Umfang und Inhalt des zu erstellenden hydrogeologischen Gutachtens. In diesem Abschnitt werden die Anforderungen und die Vorgehensweise zur Durchführung der einzelnen Arbeitsschritte beschrieben.

### **2.2.1 Gliederung, Umfang und inhaltliche Anforderungen**

Die nachfolgende abschnittsweise Beschreibung dient gleichzeitig als Mustergliederung des hydrogeologischen Gutachtens. Im hydrogeologischen Gutachten sind folgende Angaben und Aussagen erforderlich:

#### 1. Veranlassung

#### 2. Wasserwirtschaftliche Gegebenheiten

Die wasserwirtschaftlichen Gegebenheiten und Grundwasserentnahmen sind zu beschreiben. Die bereits im Antrag auf Ausweisung des Wasserschutzgebietes angeführten Angaben sind dabei zu prüfen, ggf. zu ergänzen und in das hydrogeologische Gutachten zu übernehmen:

- Entwicklung der Wasserversorgung (z. B. Verbandsgründung, Rechtsform);
- aktuell gültige wasserrechtliche Bewilligung;
- Beschreibung des Versorgungsgebietes mit Größenangabe zur flächenhaften Ausdehnung einschließlich der Mitglieds- und Verbandsgemeinden sowie Anzahl der zu versorgenden Einwohner;
- Konzept zur Grundwasserbewirtschaftung (ggf. unter Berücksichtigung neuer Brunnenstandorte oder der Verlagerung von Entnahmetiefen) und aktuelle Wasserbedarfsprognose;

- technische Anlagen des Wasserwerks (Brunnen, Aufbereitung, Leitungsnetz und -verbund);
- Beschreibung und hydrostratigrafische Einordnung der genutzten Wasserleiter;
- Stammdatentabelle mit technischen Angaben zu den Brunnen und Grundwassermessstellen, auch zu Anlagen Dritter: Bezeichnung, Bohrchiv-Nummer, Lagekoordinaten, Messpunkt- und ggf. Geländehöhen einschließlich Angaben zur Art und Datum der Einmessung, Baujahr, Filterstellungen, Bohrendteufe, Ausbaudurchmesser (Voll- und Filterrohr), Bohrdurchmesser, Ausbaumaterial, Wasserleiterzuordnung.

Dem hydrogeologischen Gutachten ist ein Lageplan beizufügen, der sämtliche in der Stammdatentabelle aufgeführten Brunnen und Grundwassermessstellen enthält. Die Stammdatentabelle ist als Anlage in das Gutachten aufzunehmen.

### 3. Grundwasserentnahmen

Es ist eine Beschreibung der Grundwasserentnahmen der letzten zehn Jahre vorzunehmen. Dabei sind die Fördermengen in Bezug zur wasserrechtlich gestatteten Entnahmemenge zu bewerten und hinsichtlich ihrer hydrostratigrafischen Einordnung der genutzten Wasserleiter zu beschreiben. Die bereits im Antrag auf Ausweisung des Wasserschutzgebietes angeführten Angaben sind dabei zu prüfen, ggf. zu ergänzen und in das hydrogeologische Gutachten zu übernehmen:

- Monatliche Entnahmemengen der vergangenen zehn Jahre, einschließlich brunnen- und ggf. fassungsbezogener Entnahmeverteilungen (tabellarisch, Stapeldiagramm);
- Entnahmemengen der Grundwassernutzungen Dritter (Förderbrunnen anderer Wasserversorger, Beregnungsbrunnen, Betriebsbrunnen, Brauchwasserbrunnen etc.) sowie Beschreibung und hydrostratigrafische Einordnung der genutzten Wasserleiter.

Zur Ermittlung der Entnahmemengen der Grundwassernutzungen Dritter ist vom AN ggf. eine Datenrecherche bei der zuständigen unteren Wasserbehörde durchzuführen.

Zusätzlich sind die maximalen Tagesentnahmen der einzelnen Förderbrunnen des Wasserwerkes für den zurückliegenden 5-Jahreszeitraum zu ermitteln und die jeweiligen Maximalwerte zu dokumentieren.

### 4. Kurzbeschreibung der Geografie und Hydrologie

Es ist eine Kurzbeschreibung der Geografie und Hydrologie des Untersuchungsgebietes vorzunehmen. Das Gebiet ist dabei dem prägenden Landschaftsraum zuzuordnen (Marsch, Vorgeest, Altmoränengeest, östliches Hügelland). Weiter sind morphologische Geländestrukturen und das Vorflutsystem zu beschreiben. Hierzu ist für den Textteil des Gutachtens eine Abbildung zu erstellen (ggf. unter Verwendung eines geeigneten Höhenmodells).

## 5. Hydrogeologischer Aufbau des Untergrundes

Als wesentlicher Bestandteil des hydrogeologischen Gutachtens ist für das Untersuchungsgebiet ein hydrogeologisches 3D-Modell zu erarbeiten. Die Anforderungen und die Vorgehensweise zur Erstellung dieses Modells sind detailliert in Abschnitt 2.2.2 beschrieben. Die Dokumentation dieses Modells ist vorzunehmen und die Ergebnisse zum hydrogeologischen Aufbau im Untersuchungsgebiet sind textlich darzustellen:

- Beschreibung der wesentlichen Grundwasserleiter und -hemmer, der geologischen Strukturen (z. B. eiszeitliche Rinnen, Salzstockhochlagen, Störungen) und der Beschaffenheit der Deckschichten;
- Beschreibung der hydrogeologischen Profilschnitte (Abschnitt 2.2.2.6);
- durch Stapelung der in Abschnitt 2.2.2.4 beschriebenen, relevanten Modelleinheiten der Grundwasserhemmer ist im ermittelten Einzugsgebiet (Abschnitt 2.2.2.15) eine auf die genutzten Wasserleiter bezogene Karte der Deckschichtenmächtigkeit zu erstellen.

## 6. Grundwasserdynamik

Als wesentlicher Bestandteil des Gutachtens ist ein Grundwasserströmungsmodell zu erarbeiten. Die Anforderungen und die Vorgehensweise zur Erstellung dieses Modells sind detailliert in Abschnitt 2.2.2 beschrieben. Die Dokumentation des Grundwasserströmungsmodells ist vorzunehmen und die Ergebnisse zur Grundwasserdynamik sind textlich zu beschreiben:

- Beschreibung der Grundwasserdynamik anhand der gemäß Abschnitt 2.2.2.7 zu erstellenden Grundwassergleichenpläne (Trendpläne);
- Beschreibung der Grundwasserdynamik anhand der Ergebnisse der Grundwasserströmungsmodellierung;
- Bewertung der Ergebnisse der Strömungsmodellierung einschließlich der Berechnungen der Isochronen und der 50-Tage-Linien;
- Beschreibung des ermittelten Einzugsgebietes.

## 7. Grundwasserbeschaffenheit

Die Grundwasserbeschaffenheit ist im ermittelten Einzugsgebiet (Abschnitt 2.2.2.15) textlich sowie anhand von Tabellen und Grafiken hinsichtlich der Kriterien für die Schutzbedürftigkeit zu beschreiben und zu bewerten. Die in den Antragsunterlagen enthaltenen Auswertungen zur Grundwasserbeschaffenheit sind zu prüfen, ggf. zu ergänzen und zu übernehmen. Für jeden der in Anlage 1 angegebenen Grundwasserleiter sind folgende Auswertungen durchzuführen und zu dokumentieren:

- Tabellarische Auflistung der Ergebnisse der Grundwasseranalysen an Förderbrunnen und Grundwassermessstellen der letzten zehn Jahre (Standardanalysen mit den Hauptinhaltsstoffen sowie ggf. Nachweise von Pflanzenschutzmittel(PSM)-Wirkstoffen, relevanten (rM) und nicht relevanten Metaboliten (nrM) sowie weiteren organischen Verunreinigungen (z. B. CKW);
- Plausibilitätsprüfung der vorliegenden Analysen anhand des Ionenbilanzfehlers;
- Klassifizierung der Brunnenrohässer anhand ihrer Ionenverhältnisse, z. B. unter Verwendung eines PIPER-Diagramms (Abbildung im Textteil);
- Visualisierung der zeitlichen Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit an den Förderbrunnen für die Parameter elektrische Leitfähigkeit, Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Gesamteisen, Mangan, Nitrat, Chlorid und Hydrogencarbonat anhand von Konzentrationsganglinien für die letzten zehn Jahre; beim Parameter Sulfat sind zur Beurteilung von möglichen, langfristigen Konzentrationsanstiegen Zeitreihen über einen ausreichend langen Zeitraum zu erstellen;
- Erstellung einer Übersichtskarte (DIN A4) für jeden Grundwasserleiter gemäß Anlage 1 und jeden der folgenden Parameter: Nitrat, Kalium, Chlorid, Sulfat sowie ggf. PSM-Wirkstoffe und deren Metaboliten (rM, nrM); in diesen Übersichtskarten sind die Konzentrationswerte an den jeweiligen Brunnen und Grundwassermessstellen in geeigneter Symbolisierung so darzustellen, dass Überschreitungen der in Tab. C-1 genannten Indikatorwerte oder Nachweise von PSM-Wirkstoffen und deren Metaboliten deutlich zu erkennen sind.

Die Obergrenze der natürlichen (geogenen) Hintergrundwerte in Grundwässern von Schleswig-Holstein wird durch Indikatorwerte beschrieben (Tab. C-1). Die Indikatorwerte markieren somit in der Regel den Übergang von unbeeinflussten zu anthropogen beeinflussten Wässern.

**Tab. C-1: Indikatorwerte für anthropogene Belastungen in Grundwässern in Schleswig-Holstein.**

<b>Parameter</b>	<b>Nitrat</b>	<b>Kalium</b>	<b>Chlorid</b>	<b>Sulfat</b>
<b>[mg/l]</b>	10,0	3,0	40,0	50,0

## 8. Empfehlungen zur Bemessung und Gliederung des Wasserschutzgebietes

Die Bemessung und Gliederung des Wasserschutzgebietes ist auf der Grundlage des durch die Modellierung ermittelten Einzugsgebietes (Abschnitt 2.2.2.15) und unter Berücksichtigung der Vorgaben nach DVGW (2021) in Abstimmung mit dem GD vorzuschlagen. Dabei ist im Einzelfall zu bewerten, ob das gesamte ermittelte Einzugsgebiet oder ein anhand des Isochronenverlaufs abgegrenzter Teil des Einzugsgebietes als Wasserschutzgebiet ausgewiesen werden soll.



Anhand der vorgenannten Kriterien und der hydraulischen Verhältnisse ist auch zu prüfen, ob eine Unterteilung der Weiteren Schutzzone III (Zone III) in die Zonen III A und III B vorgenommen werden soll.

Das DVGW-Arbeitsblatt W 101 vom März 2021 (DVGW 2021) sieht auch bei flächendeckend hoher Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung die Ausweisung einer Engeren Schutzzone (Zone II) vor. Zur Abgrenzung der Zonen II sind die in Abschnitt 2.2.2.16 berechneten 50-Tage-Linien zugrunde zu legen. Bei den Zonen II ist zu unterscheiden und vorzuschlagen, ob nur ein Schutz vor Eingriffen in den tieferen Untergrund oder auch an der Erdoberfläche erforderlich ist. Im Hinblick auf diesen Schutzzweck ist die Beschaffenheit der Deckschichten insbesondere unter Berücksichtigung aller verfügbarer Bohrungsinformationen im Bereich der 50-Tage-Linien zu bewerten.

Zum unmittelbaren Schutz der Fassungsbereiche sämtlicher Förderbrunnen muss jeweils eine Zone I mit einer allseitigen Ausdehnung von mindestens 10 m ausgewiesen werden. Es ist zu beschreiben, ob der unmittelbare Fassungsbereich der Brunnen zur Ausweisung einer Zone I geeignet ist.

Dem hydrogeologischen Gutachten ist eine Karte mit der vorgeschlagenen Abgrenzung der einzelnen Schutzzonen beizufügen.

## 9. Zusammenfassung

Das hydrogeologische Gutachten ist mit einer Zusammenfassung abzuschließen.

### **2.2.2 Hydrogeologisches 3D-Modell und Grundwasserströmungsmodell**

Ergänzend zu der vorliegenden Leistungsbeschreibung sind bei der Erstellung des Grundwasserströmungsmodells die entsprechenden Empfehlungen des DVGW-Arbeitsblattes W 107 vom Februar 2016 zu beachten (DVGW 2016).

#### **2.2.2.1 Modellgebiet und Übernahme vorhandener Daten**

Die Flächengröße und Eckkoordinaten des Modellgebietes für das hydrogeologische 3D-Modell sind in Anlage 1 angegeben und in Anlage 2 dargestellt.

Die benötigten Daten werden vom AG bzw. dem GD bereitgestellt. Wenn während der Bearbeitung vom AN eine weitere Datenrecherche für notwendig erachtet wird, ist diese gegenüber dem AG zu begründen. Der AG prüft dann die Erforderlichkeit dieser Datenrecherche. Es ist zu beachten, dass Datenanforderungen keinen Einfluss auf das Abgabedatum für die ausgeschriebenen Leistungen haben. Die seitens des AG bzw. des GD für die Bearbeitung dieses Gebietes zur Verfügung gestellten Daten sind im Einzelnen in Anlage 4 aufgeführt.

### **2.2.2.2 Modellsoftware**

Die Bearbeitung mit der Software iMOD ist zwingend erforderlich (Abschnitt 1.2).

iMOD ist eine von der Stiftung „Stichting Deltares“ aus den Niederlanden entwickelte Open Source-Software zur Modellierung und Visualisierung von hydrogeologischen Modellen und Grundwasserströmungsprozessen (DELTARES 2023a). iMOD beruht auf dem vom U.S. Geological Survey entwickelten Finite-Differenzen-Grundwasserströmungsprogramm MODFLOW. Es verfügt über eine integrierte Benutzeroberfläche für MODFLOW-Grundwassermodelle und die dazugehörigen Geodaten. Für die Strömungsmodellierung ist die Programmversion MODFLOW 6 (LANGEVIN et al. 2017) zu verwenden.

Ergänzend zu MODFLOW bietet iMOD u. a. besondere Softwarewerkzeuge zur Modellierung hydrogeologischer Schichten unter direkter Einbindung von Bohrungsdaten und Profilschnitten, zur überdurchschnittlich schnellen Visualisierung der Untergrundmodelle sowie zur komfortablen Einbindung von Brunnen und Gewässerläufen. Weiterhin beinhaltet iMOD Features zum konsistenten Datenaustausch zwischen regionalen Grundwassermodellen und Detailmodellen und gewährleistet durch Verwendung des ESRI ASCII-Raster-Formats den Datenaustausch mit Programmen wie ARCGIS (ESRI), QGIS oder Surfer (Golden Software).

Für die Nutzung des Softwarepakets iMOD fallen keine Lizenzgebühren an und die Programme iMOD und MODFLOW werden von der Stiftung Deltares zur Verfügung gestellt (DELTARES 2023b) und können über ein Antragsformular online angefordert werden (DELTARES 2023c). Grundlage für die Leistungsbeschreibung ist die derzeit aktuelle iMOD-Version, die bei der Stiftung Deltares verfügbar ist. Sollte vor der endgültigen Übergabe der Modelle an den AG eine neuere Version des Softwarepakets iMOD herausgegeben werden, so ist das erstellte Modell mit dieser neueren Version auf Lauffähigkeit zu überprüfen und erforderlichenfalls entsprechend zu dokumentieren.

### **2.2.2.3 Geodätisches System und Modellgeometrie**

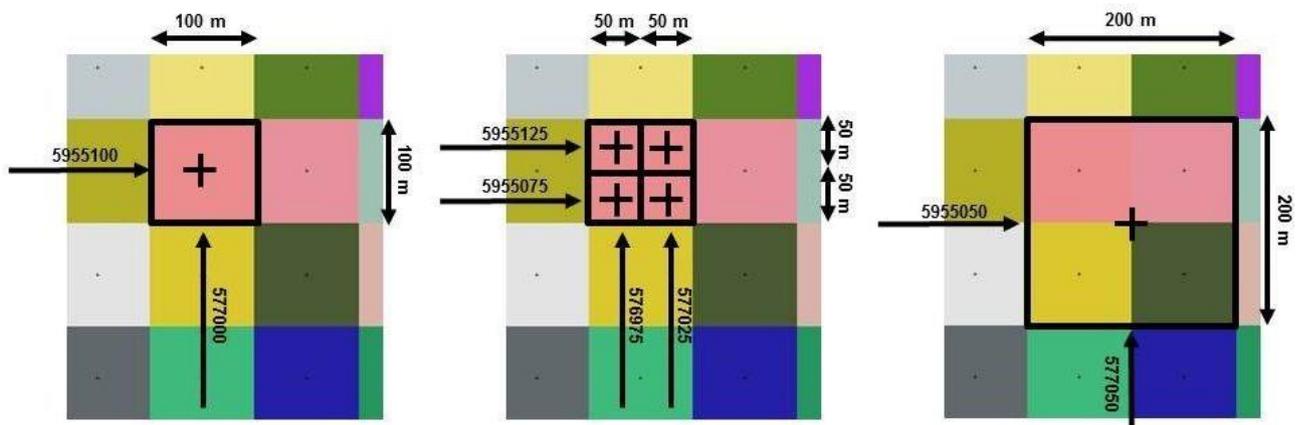
Das amtliche geodätische Bezugssystem ETRS89/UTM32 (EPSG-Code 25832) wird als Standard verwendet. Alle Datenbereitstellungen erfolgen in diesem System, das ebenso für alle Datenlieferungen seitens des AN zu verwenden ist.

Vom GD wird ein landesweites Basisraster von 100 m x 100 m verwendet (Abb. C-1), wobei die Mittelpunkte der Rasterzellen immer geraden Koordinaten mit einem Vielfachen von 100 m entsprechen (z. B. 576900 / 5955100; 577000 / 5955100; 577100 / 5955100 oder 577000 / 5955000; 577000 / 5955100; 577000 / 5955200 etc.). Dieses Basisraster ist Grundlage für alle zu erstellenden rasterbasierten Daten. Nur äquidistante Raster dürfen verwendet werden (Abb. C-1). Bei kleinerer Zellengröße ist dafür zu sorgen, dass eine Vielzahl der Zellen immer genau 100 m entspricht (z. B. 5, 10, 20 oder 50 m etc., nicht aber 7 oder 12 m). Bei Rastern mit einer größeren Zellengröße soll diese immer einem Vielfachen von 100 m entsprechen. Die Ausrichtung von

Rastern mit abweichender Zellengröße soll immer so gewählt werden, dass die Zellen genau deckungsgleich mit dem 100 m x 100 m Basisraster sind (Abb. C-1).

Wenn für eine Rasterzelle keine Informationen vorhanden sind, soll ein sogenannter „Nodata-Wert“ von „1.701410E+38“ eingesetzt werden. Dieser Wert entspricht der Festlegung im Programm Surfer (GOLDEN SOFTWARE 2023).

Für alle iMOD-Datenformate ist die sogenannte „Double precision“-Einstellung zu nutzen. Bei Rasterdaten im ESRI ASCII-Format ist als Dezimaltrennung ein Punkt zu verwenden. Punkt- und Linieninformationen (z. B. Bohrungen, Rinnenbegrenzungen) sind in Vektorformaten vorzuhalten.



**Abb. C-1: Beispiel zur Ausrichtung des Basisrasters von 100 m x 100 m. Die Raster von 50 m x 50 m und von 200 m x 200 m sind deckungsgleich zum Basisraster.**

#### 2.2.2.4 Hydrogeologisches 3D-Modell

In Abhängigkeit von der Fortführung des landesweiten hydrogeologischen 3D-Modells Schleswig-Holstein kann für das in Anlage 1 genannte Modellgebiet noch kein Modell, ein nur teilweise bearbeitetes oder ein flächendeckendes hydrogeologisches 3D-Modell vorliegen.

In dem Fall, dass kein hydrogeologisches 3D-Modell vorliegt, ist für das angeführte Modellgebiet (Abschnitt 2.2.2.1, Anlage 1) ein hydrogeologisches 3D-Modell zu erstellen. Hierzu ist das in Abschnitt 2.2.2.3 genannte Basisraster von 100 m x 100 m zu verwenden. Grundlage für die zu berücksichtigenden hydrogeologischen Einheiten ist die vom GD erarbeitete hydrostratigrafische Tabelle (Anlage 5), die weitgehend auf der Einteilung nach MANHENKE et. al. (2001) beruht.

In dem Fall, dass ein nur teilweise bearbeitetes hydrogeologisches 3D-Modell vorliegt, ist dieses zu übernehmen, zu prüfen, ggf. zu überarbeiten und für das Modellgebiet zu erweitern. Hierzu ist das Basisraster von 100 m x 100 m zu verwenden. Grundlage für die zu berücksichtigenden hydrogeologischen Einheiten ist auch in diesem Fall die vom GD erarbeitete hydrostratigrafische Tabelle (Anlage 5).

Bei Vorliegen eines flächendeckenden hydrogeologischen 3D-Modells ist dieses zu übernehmen, zu prüfen, ggf. zu überarbeiten und vollständig an die vom GD erarbeitete hydrostratigrafische Tabelle (Anlage 5) anzupassen. Die Geometrie des vorliegenden hydrogeologischen 3D-Modells ist beizubehalten.

Die Namensgebung für die Modellebenen richtet sich nach dem Kürzel der hydrostratigrafischen Einheit und ist der hydrostratigrafischen Tabelle in Anlage 5 zu entnehmen (z. B. q.H3, q.L4.1 oder t.HL6.1.fr). Sollten Zwischenschichten erforderlich sein, die nicht in der hydrostratigrafischen Tabelle genannt sind, so ist deren Namensgebung gemäß Anlage 5 abzuleiten.

Die Basis des Modells soll die Oberkante des Unteren Glimmertons (t.H7.ugt) bilden, unter besonderen Lagerungsverhältnissen sind Abweichungen erforderlich (z. B. tief eingeschnittene Rinnen, Topbereiche von Salinarstrukturen). Von jeder vorkommenden hydrostratigrafischen Modelleinheit sind die Unterkante, die Oberkante und die Mächtigkeit zu modellieren. Die Quartärbasis und die Oberkante des Unteren Glimmertons sind als einzelne Flächen zu modellieren. Eine Interpolationsmethode zur Erstellung der Modelleinheiten im 3D-Raum wird seitens des AG nicht vorgegeben. Bei der Interpolation der Flächen ist aber darauf zu achten, dass keine unerwünschten interpolationsbedingten Oberflächenstrukturen wie z. B. Moiré-Muster, Wellen, Knicke, Spitzen oder Kreise entstehen. Solche Oberflächenmuster sind entsprechend zu entfernen, so dass eine „geglättete“ Oberfläche entsteht. Ebenso sind lokale Vertiefungen oder Erhöhungen im Nahbereich von Bohrungen zu vermeiden.

In Abhängigkeit der geologischen Gegebenheiten sind in der Regel 18 bis 20 Modelleinheiten und -flächen anzupassen bzw. zu erstellen (Anlage 5):

- Hoch- und Niedermoor, Auelehm, perimarine Sedimente (Klei) (q.H1);
- äolische, fluviatile, limnische, brackische und marine Sande, Abschwemm Massen, Sande und Schmelzwasserablagerungen des Holozän und der Weichsel-Kaltzeit (q.L1);
- Moränen und Beckenablagerungen der Weichsel-Kaltzeit (q.H2);
- Schmelzwasserablagerungen der Weichsel-Kaltzeit und des Saale-Komplexes (q.L2);
- Moränen und Beckenablagerungen des Saale-Komplexes (q.H3);
- Schmelzwasserablagerungen des Saale-Komplexes und der Elster-Kaltzeit (q.L3);
- Holstein-Ton und Lauenburg-Ton in überwiegend elsterkaltzeitlich angelegten Rinnenbereichen (q.H4.1);
- Moränen und Beckenablagerungen der Elster-Kaltzeit (q.H4.2);
- Schmelzwasserablagerungen der Elster-Kaltzeit, überwiegend in elsterkaltzeitlich angelegten Rinnenbereichen (q.L4.1);

- Quartärbasis;
- Oldesloe-Formation (Kaolinsande) (t.L4.2.ks);
- Obere Glimmerfeinsande (t.L4.3.fs);
- Oberer Glimmerton (t.H5.ogt);
- Obere Braunkohlensande oder Obere Odderup-Formation (t.L5.obks);
- Hamburg-Formation oder Äquivalent der Hamburg-Formation (t.H6.ht);
- Untere Braunkohlensande (t.L6.1.ubks),  
oder unterteilt in:
  - untere Odderup-Formation (t.L6.1.01.ubks),
  - Frörup-Schichten oder Äquivalent der Frörup-Schichten (t.HL6.1.fr),
  - Bastrup-Formation (t.L6.1.02.ubks);
- Untere Glimmerfeinsande (Vierlandfeinsande) (t.L6.2.vfs);
- Oberkante des Unteren Glimmertons (t.H7.ugt).

In der hydrostratigrafischen Tabelle werden neben den vorgenannten Einheiten auch die Ablagerungen der Eem- (q.HL2.eem) und der Holstein-Warmzeit (Teil der Einheit q.H4.1) aufgeführt. Dabei handelt es sich um markante hydrostratigrafische Einheiten, die eine Identifikation der Basis der weichsel- bzw. saalezeitlichen Sedimente ermöglichen. Die Vorkommen der Eem- und der Holstein-Warmzeit sind unter Angabe der Tiefenlage der Unter- und Oberkante der Schichten in einer separaten Tabelle zu erfassen. Hierfür wird vom GD eine Vorlage zur Verfügung gestellt. Für die Ablagerungen der Eem-Warmzeit ist nur bei bedeutsamer räumlicher Verbreitung eine Modelleinheit zu erstellen.

Beim Vorkommen von relevanten, für die Fragestellung bedeutsamen Grundwasserleitern oder -hemmern, die in der hydrostratigrafischen Tabelle nicht explizit genannt sind, kann es erforderlich sein, Zwischenschichten zu erstellen (Anlage 5). Beispielsweise ist hier der teilweise bewirtschaftete Grundwasserleiter (q.LH3) innerhalb der Moränen und Beckenablagerungen des Saale-Komplexes (q.H3) zu nennen. Vereinzelt kann es vorkommen, dass Auffüllungen oder nicht abgedeckte Sande des Holozän (q.H0/q.L0) zu modellieren sind. Die Erforderlichkeit zur Berücksichtigung solcher Schichten ist mit dem GD abzustimmen. Es ist zu beachten, dass unabhängig von der Anzahl der zu modellierenden Schichten im Angebot (LV, Anlage 3) ein Pauschalpreis für die Bearbeitung des hydrogeologischen 3D-Modells anzugeben ist.

In den Jahren von 2005 bis 2007 wurde in Schleswig-Holstein eine Laserscan-Befliegung durchgeführt. Aus dieser Befliegung wurde ein Digitales Geländemodell mit einer Gitterweite von 1 m x 1 m

(DGM1) abgeleitet. Auf der Grundlage dieses Geländemodells wurde vom GD ein Basisraster (Abschnitt 2.2.2.3) mit einer Rasterweite von 100 m x 100 m abgeleitet, wobei für jede 100 m x 100 m-Rasterzelle der Mittelwert der zugehörigen, originalen 1 m x 1 m-Rasterzellen berechnet wurde. Dieses Basisraster wird zur Verwendung als Oberkante des hydrogeologischen 3D-Modells seitens des GD zur Verfügung gestellt (Anlage 4).

Im Projekt „Potenziale des unterirdischen Speicher- und Wirtschaftsraumes im Norddeutschen Becken (TUNB)“ wurde unter Berücksichtigung des Geotektonischen Atlas (BALDSCHUHN et al. 2001) von LIEBSCH-DÖRSCHNER et al. (2022) das Geologische 3D-Modell SH 2020 für den tieferen Untergrund erstellt. Ein Ausschnitt dieser Basisflächen im 100 m x 100 m-Basisraster vom Unteren Miozän und den älteren Abfolgen sowie der Hüllflächen von Salzdiapiren und Störungsflächen werden für das zu bearbeitende Modellgebiet seitens des GD zur Verfügung gestellt. Diese Flächen sind als Orientierung bei der Erstellung der Unterkante des hydrogeologischen 3D-Modells zu verwenden.

Die Anzahl der bei der Modellierung zu berücksichtigenden Bohrungen und die dabei (im Regelfall) geltende Mindestteufe ist in Anlage 1 angegeben. Zur Auswertung dieser Bohrungen ist die quartäre und - soweit vorhanden - die tertiäre Schichtfolge vollständig gemäß der hydrostratigrafischen Tabelle schichtweise zu interpretieren. Die Bohrungen werden vom GD in einer GEODIN-Datenbank im Datenformat SEP 3 und in den originalen Bohrungsdokumentationen, die im PDF-Format vorliegen, zur Verfügung gestellt. Beschreibungen des Datenformats sind auf der SEP 3-Internetseite des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover, dokumentiert (LBEG 2023). Darüber hinaus werden die lithologische Klassifizierung und vorhandene Filterstellungen der Bohrungen, gemäß den Angaben aus der GEODIN-Datenbank des Geologischen Landesarchivs, vereinfacht über das Austauschformat BoreholeML (SGD 2023) in einem iMOD-Datenformat (IPF-Dateien) zu Verfügung gestellt. Für diese beiden Datensätze sind für iMOD entsprechende Legenden-Dateien (DLF-Dateien) vorhanden. In der GEODIN-Datenbank können vereinzelt fehlerhafte Einträge vorkommen, die dann auch in den IPF-Datensätzen auftreten.

Es wird darauf hingewiesen, dass in den originalen Bohrungsdokumentationen weitergehende und für die Modellierung hilfreiche Informationen enthalten sein können. Die lithologische Klassifizierung gemäß den Angaben aus der GEODIN-Datenbank bezieht sich immer auf das erste vorhandene Schichtenverzeichnis in GEODIN, bei dem es sich nicht zwangsläufig um das Interpretationsprofil handelt. Die originalen Bohrungsdokumentationen sind deshalb daraufhin zu prüfen, ob weitere Schichtinformationen oder geophysikalische Bohrlochmessungen vorliegen, die ebenfalls zur Auswertung heranzuziehen sind. Interpretationsprofile oder geophysikalische Bohrlochmessungen sind bei der Auswertung zu bevorzugen. Die originalen Bohrungsdokumentationen sind auch bei unplausiblen Informationen aus der GEODIN-Datenbank bevorzugt zu verwenden.

Des Weiteren ist bei der hydrostratigrafischen Interpretation der Bohrungen die oberflächennahe Verbreitung der Modelleinheiten gemäß der Geologischen Übersichtskarte von Schleswig-Holstein 1 : 250.000 (LLUR 2012) zu berücksichtigen.

Für die vorgenannten Bearbeitungen ist im Angebot (LV, Anlage 3) ein Stückpreis pro Bohrung anzugeben.

Die relevanten Stammdaten der jeweiligen Bohrung (Bohrarchiv-Nummer und Koordinaten) und die Tiefen der Schichtgrenzen der einzelnen Einheiten sind in eine EXCEL-Tabelle einzutragen („Bohrdatentabelle“). Dabei ist zusätzlich anzugeben, ob die jeweilige Schichtbasis nachgewiesen wurde, unsicher ist oder nicht erreicht wurde. Die in der „Bohrdatentabelle“ aufgeführten Schicht-einheiten sind dahingehend zu überprüfen, ob sie durchgängig innerhalb der Schichtgrenzen vorhanden sind oder durch Einschaltungen getrennt werden, z. B. „Hemmer im Leiter“ oder umgekehrt. Wenn Einschaltungen von mehr als 10 m oder mehr als 30 % der gesamten Schichtmächtigkeit vorhanden sind, ist dies entsprechend zu vermerken. Für die „Bohrdatentabelle“ wird vom GD eine Vorlage mit den hydrostratigrafischen Haupteinheiten zur Verfügung gestellt.

Zur Unterstützung der Arbeiten werden vom GD hydrogeologische Profilschnitte im JPG-Format mit ihren Schnittlinien im ESRI Shapefile-Format aus verschiedenen Projekten und Gutachten mit unterschiedlicher Aktualität und Qualität zur Verfügung gestellt. Die Anzahl der bereitgestellten Profilschnitte ist Anlage 1 zu entnehmen. Diese Profilschnitte sind teilweise ungeprüft, daher fachlich zu bewerten und soweit wie möglich zu berücksichtigen. Ebenso ist in Anlage 1 die Anzahl derjenigen Profilschnitte aufgeführt, die seitens des GD in 3D-georeferenzierter Form für die Verwendung in iMOD zur Verfügung gestellt werden.

Die Interpretation der Bohrungen ist mit dem GD abzustimmen. Hierbei hat sich folgender Arbeitsablauf bewährt: Im ersten Schritt sollen ausgewählte Profilverläufe, bevorzugt entlang bestehender Profilschnitte, gemeinsam mit dem GD festgelegt werden. Dann werden die in diesen Profilschnitten vorhandenen Bohrungen bevorzugt klassifiziert und die hydrostratigrafische Bohrungsgliederung wird in die Profilschnitte eingetragen und abgestimmt. Auf der Grundlage dieser Abstimmung soll die anhand der Schnitte erarbeitete Klassifizierung auf die übrigen Bohrungen angewendet werden. Es ist darauf zu achten, dass hydrostratigrafische Einheiten nur dann ausgehalten werden, wenn sie eine plausible Mindestmächtigkeit von in der Regel einigen Metern besitzen. Die Ergebnisse werden in die „Bohrdatentabelle“ eingetragen und dem GD zur Abstimmung übergeben. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Abstimmungen im Bearbeitungsprozess mehrfach erforderlich werden können. Die benötigte Bearbeitungszeit ist im vorzulegenden Zeitplan (Abschnitt 4) ausreichend zu berücksichtigen.

Das hydrogeologische 3D-Modell soll mit den Tiefen der Schichtgrenzen, die an den einzelnen Bohrungen markiert wurden, weitestgehend übereinstimmen. Für die Bearbeitung des hydrogeologischen 3D-Modells ist im Angebot (LV, Anlage 3) ein Pauschalpreis anzugeben. Für jede Modellschicht sind jeweils drei 100 m x 100 m-Basisraster zu erstellen, in denen die jeweilige Tiefenlage der Unter- und Oberkante der Schicht sowie die jeweilige Schichtmächtigkeit enthalten ist. Im Modell dürfen keine Schichtlücken vorhanden sein. Für die Flächen der Quartärbasis und der Oberkante des Unteren Glimmertons ist jeweils nur ein 100 m x 100 m-Basisraster zu erstellen. Die Angaben zu Tiefenlage und Mächtigkeit in den Rasterformaten sind auf zwei Nachkommastellen zu runden. In denjenigen Bereichen, in denen die jeweilige Schicht bzw. die Fläche der Quartärbasis oder der Oberkante des Unteren Glimmertons nicht vorkommt, sind die Rasterzellen mit „Nodata-Werten“ zu belegen. Alle Raster sind dem AG und dem GD im ESRI ASCII-Format und im iMOD-Format zu übergeben. Die Namensgebung der Modelldaten (Modelldateien) richtet sich nach Anlage 5.

Aus dem hydrogeologischen 3D-Modell sind die Angaben zu den Rasterzellen der jeweiligen Bohrungen (Spalten- und Reihenummer) und zum Vergleich mit der Schichtinterpretation die Ergebnisse zur Tiefenlage aller Schichtunterkanten in die oben genannte „Bohrdatentabelle“ zu übernehmen.

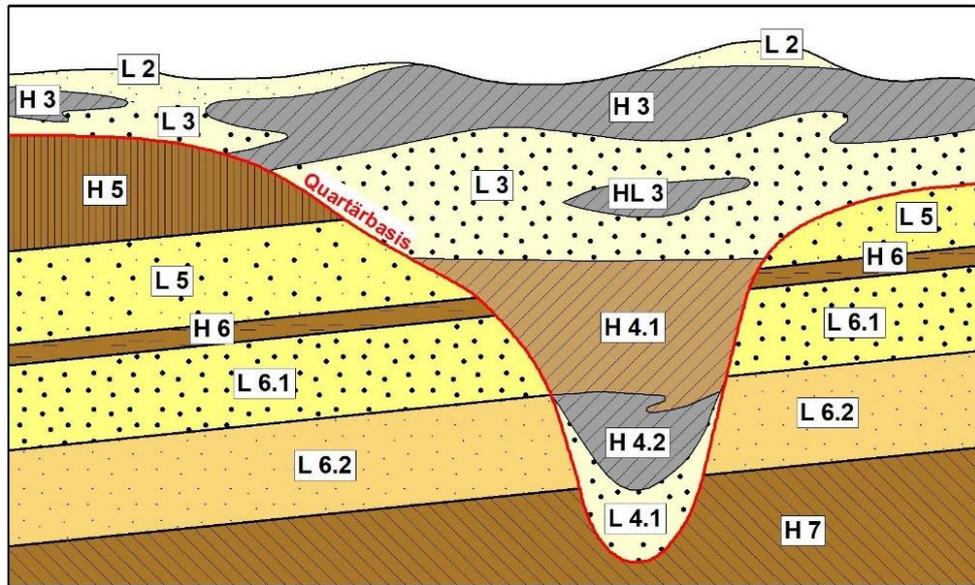
Das hydrogeologische 3D-Modell und die „Bohrdatentabelle“ sind dem AG und dem GD vor der Erstellung des Grundwasserströmungsmodells im iMOD- bzw. im EXCEL-Format zu übergeben und mit diesen abzustimmen. Zu diesem Arbeitsschritt ist gemäß Abschnitt 2.1 ein Abstimmungsgespräch vorzunehmen. Es wird darauf hingewiesen, dass im Fall von Inkonsistenzen im Zuge der Strömungsmodellierung spätere Anpassungen des hydrogeologischen 3D-Modells erforderlich werden können.

#### **2.2.2.5 Abgrenzung der Grundwasserleiter**

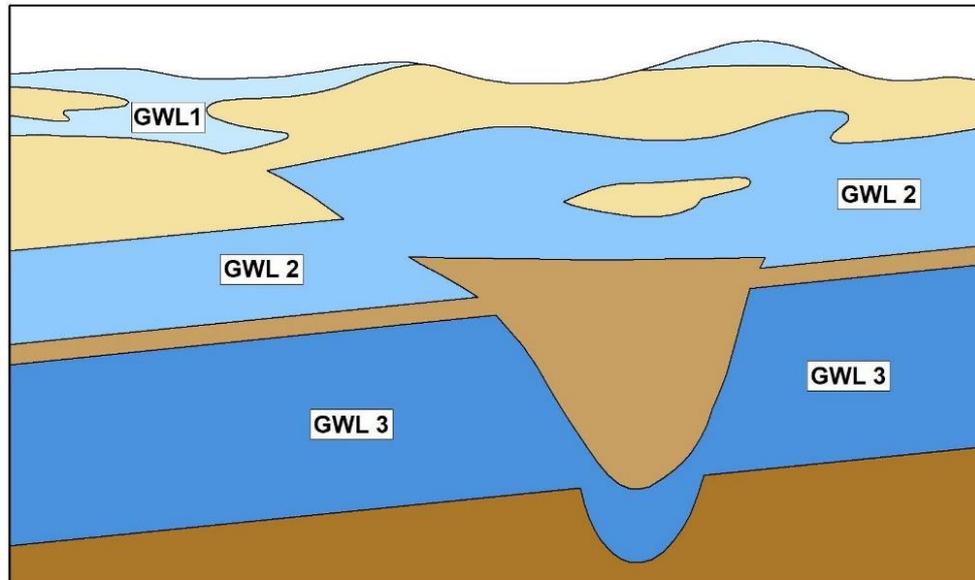
Auf der Grundlage der Einteilung in hydrostratigrafische Einheiten (Abschnitt 2.2.2.4) sind die im Modellgebiet des hydrogeologischen 3D-Modells vorhandenen Grundwasserleiter modellhaft voneinander abzugrenzen und zu benennen (z. B. GWL 1, GWL 2 usw.). Ein Grundwasserleiter besteht aus einer oder mehreren (wasserleitenden) hydrostratigrafischen Einheiten, die nicht flächenhaft durch Grundwasserhemmer voneinander getrennt sind. Auch Hemmer können sich aus mehreren (wasserhemmenden) Einheiten zusammensetzen (Abb. C-2a-b). Die Zusammensetzungen können in Abhängigkeit von den geologischen Gegebenheiten lokal und regional variieren.

In Anlage 1 ist die Anzahl der Grundwasserleiter genannt, die mindestens voneinander abzugrenzen und zu benennen sind. Für diese Grundwasserleiter sind jeweils 100 m x 100 m-Basisraster zu erstellen, in denen die Oberkante, die Unterkante und die jeweilige Mächtigkeit enthalten sind. Bei der Berechnung der Mächtigkeiten sind nur die Einheiten der Grundwasserleiter zu berücksichtigen. Die Angaben zur Tiefenlage und Mächtigkeit in den Rasterformaten sind auf zwei Nachkommastellen zu runden. In denjenigen Bereichen, in denen der Grundwasserleiter nicht vorkommt, sind die Rasterzellen mit „Nodata -Werten“ zu belegen. Alle Raster sind dem AG und dem GD im ESRI ASCII-Format und im iMOD-Format zu übergeben. Die Namensgebung der Dateien ist mit dem GD abzustimmen. Die Mächtigkeiten der vorgenannten Grundwasserleiter sind jeweils in Karten darzustellen (Abschnitt 2.2.2.17).





a)



b)

**Abb. C-2a-b:** Schematischer Profilschnitt mit beispielhafter Einteilung nach hydrostratigrafischen Einheiten (a) sowie nach Grundwasserleitern und -hemmern (b).

### 2.2.2.6 Hydrogeologische Profilschnitte

Für das benannte Modellgebiet (Abschnitt 2.2.2.1, Anlage 1) sind auf der Grundlage des hydrogeologischen 3D-Modells neue Profilschnitte zu erstellen. In Anlage 1 ist die Anzahl dieser Profilschnitte aufgeführt. Die neu zu erstellenden Profilschnitte sollen die hydrostratigrafischen Einheiten aus dem hydrogeologischen 3D-Modell und gleichzeitig die Abgrenzung der Grundwasserleiter darstellen. Der Verlauf der Profilschnitte ist an die Lage der Bohrungen und Grundwassermessstellen anzupassen („Knickprofile“). Die Bohrungen und Messstellen sind in den Profilschnitten mit

ihren entsprechenden Bohrungs- bzw. Messstellenbezeichnungen zu beschriften. In den Profilschnitten sind die Bohrsäulen (Lithologie) sowie die Filterstellungen der verwendeten Bohrungen und Messstellen darzustellen. An den Filterstellungen sind zusätzlich Grundwasserspiegelhöhen in [m NN] einzutragen, wobei repräsentative Angaben zum Grundwasserstand verwendet werden sollen (Abschnitt 2.2.2.7). Mindestens zwei der hydrogeologischen Profilschnitte (z. B. in Nord-Süd- und West-Ost-Richtung) müssen so verlaufen, dass sie wesentliche Förderbrunnen beinhalten. Für den Verlauf der Schnittlinien ist durch den AN ein Vorschlag zu erarbeiten und mit dem AG und dem GD abzustimmen. Wenn aus Sicht des AN eine größere Anzahl von Profilschnitten für notwendig erachtet wird, so ist dies durch den AN zu begründen und mit dem AG und dem GD abzustimmen. Für diesen Fall ist im LV (Anlage 3) eine entsprechende Bedarfsposition enthalten.

### **2.2.2.7 Grundwassergleichenpläne**

Zur Festlegung der Randbedingungen des Grundwasserströmungsmodells und zur späteren Plausibilitätsprüfung der Berechnungsergebnisse sind für das gesamte Modellgebiet (Abschnitt 2.2.2.1, Anlage 1) und für jeden Grundwasserleiter (Abschnitt 2.2.2.5, Anlage 1) Gleichenpläne (Trendpläne) zu erstellen. Hierbei sind neben den Grundwasserstandsdaten auch die hydrologischen Gegebenheiten zu berücksichtigen (z. B. Geländemorphologie, Moore und Vorfluter).

Bevorzugt sind Wasserstandsdaten für die in Anlage 1 genannte Zeitspanne zu verwenden und bedarfsweise mit Daten aus anderen Perioden oder Stichtagen zu ergänzen (z. B. aus vorliegenden Gleichenplänen oder Bohrdaten). Hierzu sind die in Anlage 1 aufgelisteten Gleichenpläne zu berücksichtigen. Die vorliegenden Grundwassergleichenpläne werden dem AN vom GD als georeferenzierte Karten im JPG-Format oder im ESRI Shapefile-Format übergeben.

Die Gleichenpläne (Trendpläne) sind jeweils in Karten darzustellen (Abschnitt 2.2.2.17). In diesen Karten sind die verwendeten Messpunkte (Messstellen) und die Grundwassergleichen im Intervall von 1 m, jeweils mit entsprechenden Grundwasserstandsangaben in [m NN], darzustellen. Die Grundwassergleichen und die Messpunkte sind auch im ESRI Shapefile-Format zu erstellen und zu übergeben. Die Grundwasserdruckflächen der Trend-Gleichenpläne sind ebenfalls als Basisraster mit der Rasterweite von 100 m x 100 m im ESRI ASCII-Format und im iMOD-Format zu erstellen und zu übergeben.

### **2.2.2.8 Grundwasserneubildung**

Zur Sickerwasserrate, zum Drainageabfluss und zur Grundwasserneubildungsrate liegen dem GD landesweit nach dem GROWA-Verfahren berechnete Daten der hydrologischen Referenzperiode 1971-2000 mit einer räumlichen Auflösung von 25 m x 25 m im geodätischen Bezugssystem Gauß-Krüger, 3. Meridianstreifen, vor (FZ JÜLICH 2017). Diese Daten wurden vom GD mittels einer „Nearest neighbor“-Interpolation in das Basisraster 100 m x 100 m im amtlichen geodätischen Bezugssystem ETRS89/UTM32 (EPSG-Code 25832) umgerechnet. Diese Daten und bei Bedarf auch

die originalen 25 m x 25 m-Rasterdaten werden vom GD bereitgestellt. Sollte sich bei der Grundwassermodellierung herausstellen, dass diese Daten zur Grundwasserneubildung zu nicht plausiblen Ergebnissen führen, so sind entsprechende Korrekturen seitens des AN zu begründen und in Abstimmung mit dem GD vorzunehmen.

Bei der Definition der Modellschichten (Layer) ist darauf zu achten, dass die betreffenden Layer bei Verwendung des „RCH Recharge Package“ eine Schichtmächtigkeit besitzen müssen, da das „Recharge Package“ bei der Anwendung von MODFLOW 6 ansonsten nicht berücksichtigt wird. Das hydrogeologische 3D-Modell (Abschnitt 2.2.2.4) ist bei der Implementierung der Grundwasserneubildung entsprechend zu berücksichtigen. Aus praktischer Sicht bietet es sich ggf. an, die Grundwasserneubildung in einer virtuellen, durchgehenden Schicht („Dummy-Schicht“) an der Modelloberkante zu definieren.

### **2.2.2.9 Oberflächengewässer**

Die für die Fragestellung relevanten Oberflächengewässer sind mit dem „ISG iMOD Segment Package“ zu modellieren. Nur für flächenhafte Gewässer wie z. B. Seen soll das iMOD „River Package“ (RIV) angewendet werden. Wenn letztgenannte Gewässer eine annähernd linienhafte Form besitzen, ist auch hier das „ISG iMOD Segment Package“ zu bevorzugen.

Mit dem „ISG iMOD Segment Package“ wird ein Gewässerverlauf mit Hilfe von Liniensegmenten und Knoten definiert, wobei alle relevanten geohydraulischen Informationen den Knoten zugeordnet werden. Die Zuordnung der entsprechenden, zunächst knotengebundenen Parameter zu den jeweiligen Rasterzellen erfolgt in iMOD durch die Linearisierung der Parameter entlang eines Linienelementes zwischen zwei Knoten (z. B. die Linearisierung des Wasserstandes entlang eines Vorfluters). Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt darin, dass das Berechnungsraster (in der Lage oder Größe der Zellen bzw. in seiner Auflösung) beliebig geändert werden kann, ohne dass eine Anpassung der Gewässerverläufe mit ihren zugewiesenen Parametern erfolgen muss.

Die Belegung der Knoten der ISG-Dateien umfasst folgende Parameter: Querprofil des Oberflächengewässers, Wasserstand [m NN], tiefster Punkt der Gewässersohle [m NN], hydraulischer Widerstand und Infiltrationsfaktor (siehe Abschnitt 6.10 im iMOD User Manual (DELTA RES 2022)). Mittels dieser Parameter wird intern u. a. der hydraulische Radius berechnet. Das tatsächliche Querprofil der Oberflächengewässer ist wie folgt zu vereinfachen: Für schmale Wasserläufe (z. B. Bäche) ist ein V-Profil und für breitere Wasserläufe (z. B. breite Vorfluter oder Hafenbecken) ein U-Profil zu verwenden. Die Oberkante des V- oder U-Profiles soll in etwa der „nassen“ Breite des Gewässers und die Unterkante in etwa der Wassertiefe entsprechen. In der Regel können diese Angaben stark vereinfacht werden, da zur Berechnung des hydraulischen Kontakts zum Grundwasser der hydraulische Radius ohnehin mit dem - oft nur annähernd abschätzbaren - hydraulischen Widerstand multipliziert wird.

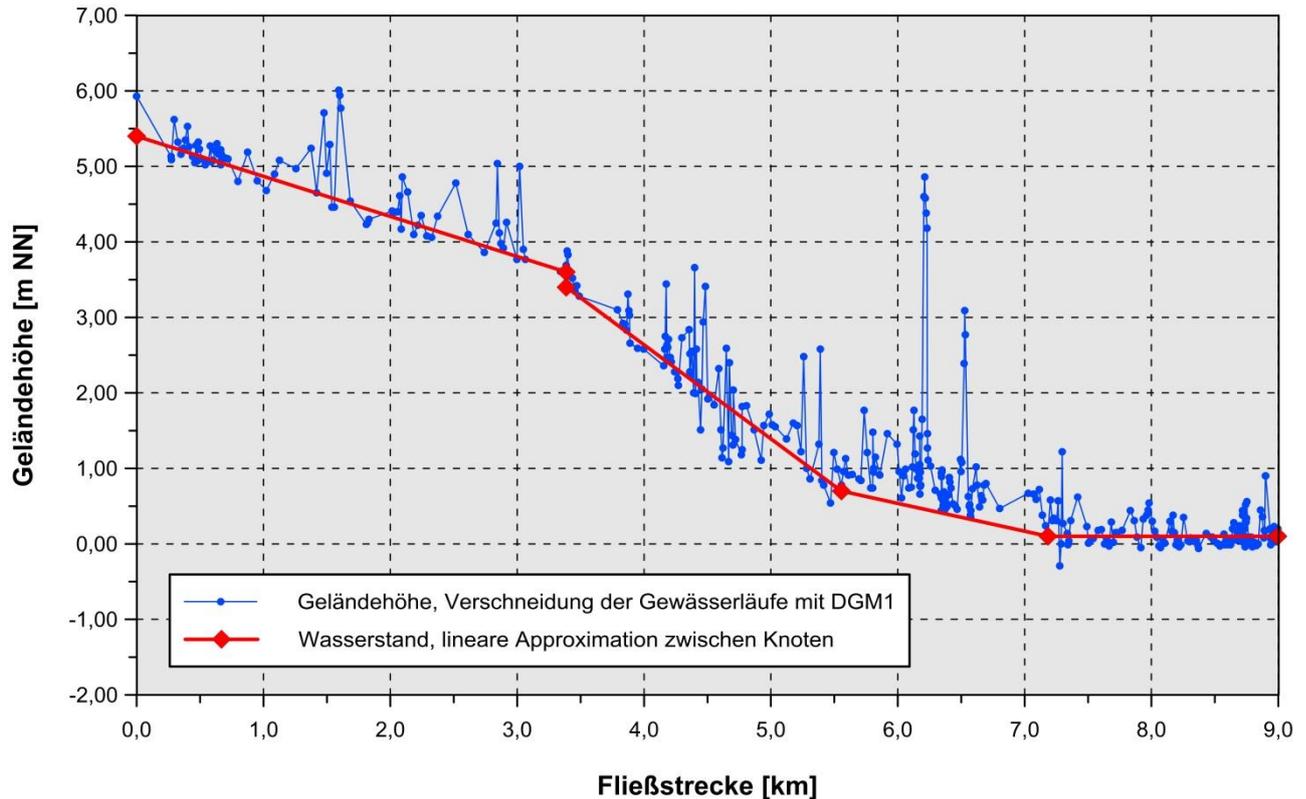
Das iMOD „River Package“ ist mit dem Standard-MODFLOW „River Package“ weitestgehend identisch, allerdings lassen sich mit dem „River Package“ (RIV) in Standard-MODFLOW keine Unterschiede in der Durchlässigkeit des Gewässerbetts zwischen In- und Exfiltration berücksichtigen. Ein entsprechender Infiltrationsfaktor zur Steuerung des Verhältnisses der Durchlässigkeit zwischen In- und Exfiltration ist im „ISG iMOD Segment Package“ definiert und wird für die Berechnungen als Standard-MODFLOW „River Package“ umgesetzt. Bei der Definition der Modellschichten (Layer) ist darauf zu achten, dass die betreffenden Layer bei Verwendung des „ISG iMOD Segment Package“ eine Schichtmächtigkeit besitzen müssen, da das „River Package“ bei der Anwendung von MODFLOW 6 ansonsten nicht berücksichtigt wird. Bei Gewässern, die mit ihrer Sohle in mehrere Layer einschneiden, sind die ISG-Elemente entsprechend über mehrere Modellschichten aufzuteilen. Das hydrogeologische 3D-Modell (Abschnitt 2.2.2.4) ist bei der Erstellung der ISG-Dateien entsprechend zu berücksichtigen. Aus praktischer Sicht bietet es sich ggf. an, Vorfluter in einer virtuellen, durchgehenden Schicht („Dummy-Schicht“) an der Modelloberkante zu definieren.

Die Vorfluter sind einzeln in das iMOD-Projectfile aufzunehmen, um u. a. die Wechselwirkungen mit dem Grundwasserleiter für jeden Vorfluter bilanzieren zu können.

Der Verlauf der Oberflächengewässer wurde durch den GD aus dem ATKIS®-Basis-DLM abgeleitet und mit dem Höhenmodell ATKIS®-DGM1 verschnitten. In diesem Datenbestand sind an den Knoten der Linienelemente Angaben zur Geländehöhe enthalten. Aus dem Datensatz oder aus vorhandenen Luftbildern kann auch die Breite der Oberflächengewässer abgeleitet werden. Für das Modellgebiet (Abschnitt 2.2.2.1, Anlage 1) wird der vorgenannte Datenbestand zum Verlauf der Oberflächengewässer durch den GD zur Verfügung gestellt.

Beim Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz (LKN) sind für bestimmte Gewässer Pegeldata verfügbar. Seitens des AN ist zu prüfen, ob aus diesen Pegeldata für die weitere Bearbeitung Angaben zum mittleren Wasserstand (MW) übernommen werden können. Soweit keine Pegeldata vorliegen, ist der Wasserstand aus bestehenden Kartenwerken und aus dem vorstehend beschriebenen Datenbestand plausibel abzuleiten.

Es ist sicherzustellen, dass bei linienhaften Vorflutern (z. B. Flüsse) in der Regel eine stetige Abnahme der Gewässerhöhen in Stromrichtung angenommen wird. Hierbei soll folgende Vorgehensweise angewendet werden: Zunächst werden die Gewässerachsen der relevanten Vorfluter selektiert und entlang des Verlaufs des Vorfluters sortiert. Die Angaben zur Geländehöhe an den Knoten der Linienelemente sind in dieser Reihenfolge in einer EXCEL-Tabelle zusammenzufassen.



**Abb. C-3: Beispiel eines Diagrammes zur Abschätzung der Wasserstände entlang der Fließstrecke eines Vorfluters. Bei der Fließstrecke von ca. 3,4 km befindet sich eine Staustufe.**

Eine weitere Unterteilung der geraden Linienabschnitte wird in der Regel nicht nötig sein. Im Prinzip sollten die Verschneidungsergebnisse der Geländehöhe am Ufer des Oberflächengewässers entsprechen. Durch Lageungenauigkeiten oder Brücken etc. wird dies aber nicht immer der Fall sein und es können größere Abweichungen auftreten. Um diese Abweichungen auszugleichen, werden die durch Verschneidung berechneten Höhenpunkte zunächst entlang der Gewässerachse, z. B. in einem EXCEL-Diagramm, dargestellt. In diesem Diagramm werden die Ausgangsdaten in geeignete Abschnitte unterteilt, in denen jeweils lineare Funktionen angepasst werden. Dabei sollte die Anzahl der im „ISG iMOD Segment Package“ als Knoten weiter zu verwendenden Punkte möglichst gering gehalten werden. In der Regel ergibt sich hierbei ein stetig abnehmender Verlauf der Wasserstände entlang des Vorfluters. Es ist zu beachten, dass bei Staustufen oder beim Zusammenfluss von zwei Vorflutern immer Knoten benötigt werden. Die Anzahl der Knoten ist grundsätzlich vom Wasserstandsverlauf abhängig, sie soll aber der Fragestellung und der Diskretisierung des Strömungsmodells angemessen sein. Bei vergleichbaren Projekten, in denen diese Methode angewendet wurde, beträgt der Abstand der Knoten im Mittel 2-2,5 km. Abb. C-3 zeigt beispielhaft ein Diagramm zur Umsetzung der oben beschriebenen Vorgehensweise, ein entsprechendes EXCEL-Worksheet kann vom GD als Vorlage zur Verfügung gestellt werden.

### **2.2.2.10 Grundwasserentnahmen**

Die Entnahmeraten der Förderbrunnen des Wasserwerkes und ggf. weiterer, in Anlage 1 aufgelisteter Grundwasserentnahmen sollen als Grundlage zur Festlegung der einzelnen Berechnungsperioden bei der Kalibrierung und Validierung dienen (Abschnitte 2.2.2.13 und 2.2.2.14). Hierzu sind langjährige Entnahmeraten brunnenbezogen und möglichst als Monatswerte zu verwenden. Außerhalb des Grundwasserströmungsmodells gelegene Grundwasserentnahmen sind bei der Festlegung der Randbedingungen des Strömungsmodells zu berücksichtigen (Abschnitt 2.2.2.12).

### **2.2.2.11 Grundwasserstandsdaten**

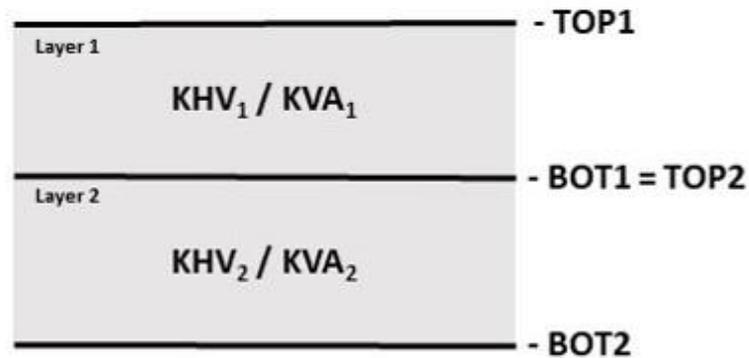
Die Anzahl der im Modellgebiet des hydrogeologischen 3D-Modells vorhandenen Grundwassermessstellen, für die dem AG oder dem GD Grundwasserstandsmessungen vorliegen, sind Anlage 1 zu entnehmen. Zu diesem Messstellenbestand wird seitens des GD eine Stammdatentabelle mit technischen Angaben zur Verfügung gestellt. Dem AN obliegt die Recherche und Beschaffung der Grundwasserstandsdaten (Einzelmessungen und Zeitreihen), die für diese Messstellen vorliegen.

Durch den AN sind die Messreihen der Grundwasserstände für jede Messstelle einzeln als EXCEL-Datei zu erstellen. Für die Erstellung der Grundwassergleichenpläne (Abschnitt 2.2.2.7) sowie für die Kalibrierung und Validierung (Abschnitte 2.2.2.13 und 2.2.2.14) sind aus diesen Daten Durchschnittswerte der Wasserstände für geeignete Zeitspannen abzuleiten. Weiterhin sind die Grundwasserstandsangaben aus den vom AG zur Verfügung gestellten Gleichenplänen zu berücksichtigen (Abschnitt 2.2.2.7, Anlage 1).

### **2.2.2.12 Grundwasserströmungsmodell**

Für das Einzugsgebiet des Wasserwerkes ist ein Grundwasserströmungsmodell zu erstellen. Zielsetzung der Strömungsmodellierung ist die Erlangung des hydrogeologisch-hydraulischen Systemverständnisses, die Ermittlung und Visualisierung des Einzugsgebietes sowie die Berechnung der Fließzeiten des Grundwassers (Isochronen). Das Grundwasserströmungsmodell soll dabei in der Lage sein, die Auswirkungen von unterschiedlichen Entnahmeszenarien wiederzugeben. Dabei ist jede hydrostratigrafische Einheit (Leiter und Hemmer) aus dem hydrogeologischen 3D-Modell (Abschnitt 2.2.2.4) zu übernehmen und jeweils als eine Modellschicht (Layer) zu berücksichtigen (3D-Ansatz).

Für die Strömungsmodellierung ist die in iMOD implementierte Version MODFLOW 6 mit einem regelmäßigen Raster zu verwenden (Abschnitt 2.2.2.3). Bei dieser Vorgehensweise müssen alle Schichtoberkanten und -unterkanten sowie die horizontalen und vertikalen Durchlässigkeitsbeiwerte der maßgeblichen hydrostratigrafischen Einheiten im gesamten Modell explizit vorgegeben werden.



$$\begin{aligned} \text{Transmissivity (m}^2/\text{day)} &= \text{KHV}_n * (\text{TOP}_n - \text{BOT}_n) \\ \text{Vertical resistance (days)} &= 0,5 * (\text{TOP}_n - \text{BOT}_n) / (\text{KHV}_n * \text{KVA}_n) + \\ &\quad 0,5 * (\text{TOP}_{n+1} - \text{BOT}_{n+1}) / (\text{KHV}_{n+1} * \text{KVA}_{n+1}) \end{aligned}$$

**Abb. C-4: Prinzipskizze zur vertikalen Schematisierung und Parametrisierung der Modellschichten in MODFLOW 6 (in Anlehnung an Abb. 11.6 im iMOD User Manual (DELTARES 2022)).**

Eine weitere Unterteilung der Modellschichten ist nicht vorgesehen. Sollte eine solche Unterteilung während der Modellerstellung als notwendig erachtet werden, so ist sie mit dem AG und dem GD abzustimmen und zu begründen.

Der vertikale Durchlässigkeitsbeiwert wird aus dem horizontalen Durchlässigkeitsbeiwert ( $\text{KHV}_n$ ) und einem vertikalen Anisotropiefaktor ( $\text{KVA}_n$ ) berechnet. Für Grundwasserhemmer kann der vertikale Anisotropiefaktor gleich eins gestellt werden, so dass der horizontale und vertikale Durchlässigkeitsbeiwert gleich groß sind. Die Transmissivität (Transmissivity) einer Modellschicht wird aus dem horizontalen Durchlässigkeitsbeiwert ( $\text{KHV}_n$ ) und der Mächtigkeit der Modellschicht ( $\text{TOP}_n - \text{BOT}_n$ ) berechnet. Der vertikale Widerstand (Vertical resistance) zwischen zwei Modellschichten wird aus der Summe der Hälfte des vertikalen Widerstands der oberen Modellschicht ( $0,5 * (\text{TOP}_n - \text{BOT}_n) / (\text{KHV}_n * \text{KVA}_n)$ ) und der Hälfte des vertikalen Widerstands der unteren Modellschicht ( $0,5 * (\text{TOP}_{n+1} - \text{BOT}_{n+1}) / (\text{KHV}_{n+1} * \text{KVA}_{n+1})$ ) berechnet (Abb. C-4).

Als Modellnetz ist bevorzugt das 100 m x 100 m- Basisraster zu verwenden. Wenn kleinere Zellgrößen für notwendig erachtet werden, ist der in Abschnitt 2.2.2.3 beschriebenen Systematik der Zellausrichtung zu folgen. Die Verwendung von kleineren Zellgrößen, die vom Basisraster abweichen, ist mit dem AG und dem GD abzustimmen. Die Verwendung von Zellgrößen mit einer Ausdehnung von mehr als 100 m x 100 m ist nicht zulässig. Störungen und Bereiche mit geringerer Durchlässigkeit (z. B. an Rinnenflanken), die für die vorliegenden Fragestellungen relevant sind, sollen innerhalb der jeweiligen Schichten mittels des „Horizontal Flow Barrier (HFB) Package“ modelliert werden. Die im Modellgebiet relevanten Fließgewässer und Seen sind gemäß Abschnitt 2.2.2.9 mit Hilfe des „ISG iMOD Segment Package“ bzw. des iMOD „River (RIV) Package“ zu modellieren. Die Grundwasserentnahmen sind als einzelne Brunnen im IPF-Format (iMOD Point File-

Format) mit dem „Well (WEL) Package“ zu berücksichtigen. Die Entnahmeraten sollen den einzelnen Entnahmehorizonten (Modellschichten) zugeordnet werden. Eine automatisierte Zuordnung zu den Modellschichten kann zu unplausiblen Entnahmeraten in Grundwasserhemmern führen, da aufgrund der horizontalen Modelldiskretisierung Hemmer im Niveau der Filterstrecken vorkommen können.

Die programmtechnische Konzeption von iMOD geht davon aus, dass die physikalischen Größen Länge und Zeit sowie Kombinationen dieser Größen in den Einheiten Meter [m] und Tag [d] eingegeben werden. Dieser Vorgehensweise ist bei allen Arbeitsschritten der Modellierung strikt zu folgen, da die Verwendung abweichender Einheiten in iMOD möglicherweise zu Berechnungsfehlern führen kann. Für die Modelldokumentation (Abschnitt 2.2.2.17) sind diejenigen Größen und Parameter, die üblicherweise auf die Basiseinheit Sekunde [s] bezogen werden, zu transformieren und textlich sowie in Tabellen, Grafiken und Plänen ausschließlich in umgerechneten Einheiten anzugeben (z. B. Durchlässigkeitsbeiwert und Fließgeschwindigkeit in [m/s], Transmissivität in [m<sup>2</sup>/s] sowie Leckagefaktor in [1/s], Fließzeit aber in [d] oder [a]).

Der Modellaufbau ist vom AN vorzuschlagen und mit dem AG und dem GD abzustimmen.

### **2.2.2.13 Kalibrierung und Sensitivitätsanalyse**

Es ist eine stationäre Kalibrierung des Strömungsmodells vorzunehmen. Hierzu stehen die gemäß Abschnitt 2.2.2.11 ausgewerteten Grundwasserstandsdaten zur Verfügung. Ergänzend sind auch die Wasserstandsdaten aus den Grundwassergleichenplänen (Trendplänen) für die Kalibrierung zu verwenden (Abschnitt 2.2.2.7). Durch den AN ist ein Vorschlag für den bei der Kalibrierung zu betrachtenden Zeitpunkt bzw. die Zeitspanne zu erarbeiten und mit dem AG und dem GD abzustimmen.

Die hydraulischen Parameter sind innerhalb einer hydrogeologischen Einheit so wenig wie möglich zu variieren und nur gebietsweise anzupassen. Grundsätzlich kann eine Optimierung der Parameteranpassung erfolgen, z. B. mit Hilfe der Software iPEST. Lokale, hydrogeologisch unbegründete Anpassungen, die beispielsweise nur im Umfeld einzelner Messstellen auftauchen, sind nicht zugelassen. Die Kalibrierungsziele sind, u. a. in Abhängigkeit von den vorherrschenden hydraulischen Gradienten, vom AN vorzuschlagen und werden nach Abstimmung mit dem AG und dem GD festgelegt. Die Vorgehensweise bei der Kalibrierung ist zu begründen, das Ergebnis ist zu dokumentieren und zu bewerten und die für die einzelnen hydrostratigrafischen Einheiten verwendeten Durchlässigkeitsbeiwerte sind tabellarisch darzustellen.

Zur Bewertung und Darstellung der Berechnungsergebnisse sind die einzelnen Modellschichten (Layer) entsprechend Abschnitt 2.2.2.5 in Grundwasserleiter und -hemmer zusammenzufassen („iMOD Batch Funktion“). Als Kalibrierungsergebnisse sind mindestens für jeden Leiter und Hemmer Karten mit der Verteilung der Transmissivität bzw. des Leckagefaktors anzufertigen.



Zur Darstellung der Güte der Kalibrierung sind die Ergebnisse sowohl tabellarisch und grafisch als auch in ihrer räumlichen Verteilung zu veranschaulichen. Letzteres umfasst für die einzelnen Grundwasserleiter u. a. jeweils Karten mit Darstellungen der Differenzen zwischen den gemessenen und berechneten Grundwasserständen sowie berechnete Grundwassergleichenpläne.

Sensitivitätsanalysen sind für die folgenden Parameter durchzuführen und zu dokumentieren:

- Durchlässigkeitsbeiwerte der hydrostratigrafischen Einheiten der Grundwasserleiter,
- Durchlässigkeitsbeiwerte der hydrostratigrafischen Einheiten der Grundwasserhemmer,
- Leckagefaktoren der Fließgewässer,
- Grundwasserneubildung.

Die hierzu erforderlichen Parametervariationen sind so zu wählen, dass sie einerseits innerhalb plausibler Wertebereiche liegen, andererseits muss aber auch der Einfluss der Parameter auf das Berechnungsergebnis ersichtlich werden. Bei den Ergebnissen der Sensitivitätsanalysen reicht es aus, wenn diese tabellarisch und grafisch dargestellt werden.

#### **2.2.2.14 Validierung**

Es ist eine Validierung des Strömungsmodells vorzunehmen. Ziel der Validierung ist die Bewertung der Modellgüte durch die Nachbildung eines Systemzustands, der nicht bereits im Rahmen der Kalibrierung betrachtet wurde. Durch den AN ist unter Berücksichtigung der Fragestellungen der Modellierung ein Vorschlag für den bei der Validierung zu betrachtenden Zeitpunkt bzw. die Zeitspanne zu erarbeiten und mit dem AG und dem GD abzustimmen.

Die Berechnungen zur Validierung sind wie diejenigen zur Kalibrierung zu dokumentieren und zu bewerten (Abschnitt 2.2.2.13). Darstellungen der Differenzen zwischen den gemessenen und berechneten Grundwasserständen können auch tabellarisch erfolgen.

#### **2.2.2.15 Ermittlung und Darstellung des Einzugsgebietes**

Als Bemessungsgrundlage für das geplante Wasserschutzgebiet ist eine stationäre Berechnung des Strömungsmodells mit einer festgelegten Entnahmemenge durchzuführen. Die anzusetzende Entnahmemenge und ihre Verteilung auf die einzelnen Förderbrunnen ist mit dem AG und dem GD abzustimmen.

Die Ergebnisse sind zu dokumentieren und auch in ihrer räumlichen Verteilung in entsprechenden Karten darzustellen. Dies umfasst für die einzelnen, in Abschnitt 2.2.2.5 genannten Grundwasserleiter jeweils Karten mit berechneten Grundwassergleichen. Das Einzugsgebiet ist zu ermitteln und

ebenfalls in entsprechenden Karten darzustellen. Es ist darüber hinaus zu prüfen und nachzuweisen, dass im Hinblick auf die vorstehende Fragestellung keine Randbeeinflussung des Modells vorhanden ist.

Zur Ermittlung des Einzugsgebietes ist wie folgt vorzugehen:

- Im Rahmen der Berechnung von Strombahnen sind vom AN plausible Annahmen über die effektive Porosität der hydrostratigrafischen Einheiten zu treffen und mit dem AG und dem GD abzustimmen.
- Zum einen sind Strombahnen aus den Brunnen heraus entgegen der Grundwasserströmung zu erstellen. Die Strombahnen sollen mindestens an der Unter- und Oberkante der jeweiligen Entnahmehorizonte gestartet werden. Bei bedeutend unterschiedlichen Entnahmeraten der einzelnen Brunnen ist die pro Brunnen zu verwendende Anzahl der Strombahnen an die unterschiedlichen Entnahmen anzupassen. Es ist darauf zu achten, dass eine ausreichende Anzahl von Strombahnen pro Brunnen und Tiefe eingesetzt wird (mindestens acht pro Tiefe).
- Zum anderen sind Strombahnen in Richtung der Grundwasserströmung zu erstellen. Hierzu wird aus den Mittelpunkten der Modellzellen des gesamten Modellgebietes jeweils eine Strombahn an der Oberfläche des Modells gestartet. Dann werden die Strombahnen, die in den entsprechenden Entnahmebrunnen enden, brunnenbezogen selektiert. Hierdurch entsteht ein Zusammenhang zwischen den Startpunkten in den Zellen an der Oberfläche des Modells und den Entnahmebrunnen. Diese Zellen formen das Gebiet, aus dem versickerndes Wasser den Förderbrunnen zuströmt.
- Anschließend sind die Strombahnen, die aus den beiden vorgenannten Schritten resultieren und in den Brunnen starten bzw. enden, zusammenzufügen und (nicht tiefenorientiert) mit den Zellen des 100 m x 100 m-Basisrasters zu verschneiden. Diejenigen Zellen, in denen Strombahnen vorhanden sind, bilden dann gemeinsam das gesamte Einzugsgebiet.

Zur Visualisierung des Einzugsgebietes sind zwei Karten zu erstellen:

- In der ersten Karte ist das gesamte Einzugsgebiet anhand der Zellen des Basisrasters in einer Farbe abzubilden. Als Überlagerung sind die entsprechenden, zusammengefügte Strombahnen darzustellen, die nach ihren berechneten Verweilzeiten in ausreichend unterschiedlich farbigen Stufen (mindestens acht) gegliedert sind. Dabei ist darauf zu achten, dass die Linien-elemente mit kürzeren Verweilzeiten über denjenigen mit längeren Verweilzeiten dargestellt werden. Die Auswahl der Stufen und ihre Farbdarstellung ist mit dem AG und dem GD abzustimmen.
- In der zweiten Karte ist zunächst das gesamte Einzugsgebiet anhand der Zellen des Basisrasters gemäß der ersten Karte abzubilden. Das gesamte Einzugsgebiet wird in diesem Fall mit einer Darstellung derjenigen Zellen überlagert, aus denen versickerndes Wasser den Förderbrunnen zuströmt. Die Zellen dieses Gebietes sind anhand der zugehörigen Strombahnen

nach der jeweiligen Fließzeit bis zu den Förderbrunnen zu gliedern und in unterschiedlich farbigen Stufen gemäß der ersten Karte darzustellen.

Bei den Strombahnrechnungen in iMOD ist zu beachten, dass in vertikaler Richtung nur der Strömungsterm „Lower Face“ berücksichtigt wird (siehe Abschnitt 7.14 im iMOD User Manual (DELTARES 2022)). Hierdurch werden die oberen Randbedingungen der oberen Modellschicht nur eingeschränkt berücksichtigt (z. B. Grundwasserneubildung, Oberflächengewässer). Bei der vertikalen Schematisierung des Grundwasserströmungsmodells ist daher an der Oberkante des Modells eine zusätzliche Modellschicht als „Dummy-Schicht“ einzufügen. Diese Modellschicht soll mit einer kleinen Mächtigkeit und einem kleinen Durchlässigkeitsbeiwert belegt werden. Die oberen Randbedingungen sind nun in dieser Modellschicht zu definieren, in der fast ausschließlich ein vertikaler Grundwasseraustausch mit der darunter liegenden Schicht stattfinden soll. Es ist darauf zu achten, dass die Rechenstabilität des Modells beibehalten wird.

#### **2.2.2.16 Ermittlung und Darstellung der 50-Tage-Linien**

Im Hinblick auf den Schutzzweck der Engeren Schutzzone (Zone II) sind nach DVGW (2021) die hydrogeologischen Verhältnisse innerhalb der 50-Tage-Linien um die Förderbrunnen zu bewerten. Die Lage und Größe der Zone II wird über die maximale Fließzeit des Grundwassers von 50 Tagen innerhalb des Grundwasserleiters bis zum Eintritt in die Förderbrunnen definiert. Daher ist für jeden Förderbrunnen die 50-Tage-Linie zu ermitteln. Abhängig von der Lage und Entnahmetiefe der Förderbrunnen können sich die 50-Tage-Linien berühren oder sogar überlagern und sind dann zusammenzufassen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren und auch in ihrer räumlichen Verteilung in entsprechenden Karten darzustellen.

Zur Ermittlung der 50-Tage-Linien ist wie folgt vorzugehen:

- Für jeden Förderbrunnen oder jede Brunnengruppe ist eine stationäre Berechnung für ein Teilgebiet von 1 km x 1 km um den Förderbrunnen bzw. die Brunnengruppe herum mit einem 2 m x 2 m-Berechnungsraster durchzuführen.
- Als Berechnungsgrundlage für die 50-Tage-Linien ist die Berechnung des Strömungsmodells (einschließlich des iMOD-Projectfile), die als Bemessungsgrundlage für das Wasserschutzgebiet durchgeführt wurde (Abschnitt 2.2.2.15), zu übernehmen und zu verwenden. Hierzu sind die berechneten Grundwasserstände („Computed hydraulic heads“) aus der Berechnung als „Constant heads“ („Constant-head (CHD) Package“) in das Projectfile zu übernehmen. Damit werden die zuvor berechneten Grundwasserstände entlang der Ränder des 2 m x 2 m-Berechnungsrasters als Festpotenziale übernommen.
- Für jeden Förderbrunnen sind Strombahnen aus den Brunnen heraus entgegen der Grundwasserströmung zu erstellen. Die Strombahnen sollen mindestens aus fünf unterschiedlichen Tiefen der jeweiligen Entnahmehorizonte gestartet werden. Die Verteilung der Startpunkte der

Strombahnen in der Tiefe ist gleichmäßig von der Ober- bis zur Unterkante der jeweiligen Entnahmehorizonte vorzunehmen. Es ist darauf zu achten, dass eine ausreichende Anzahl von Strombahnen pro Brunnen und in der Tiefe eingesetzt werden. Für jede Tiefenstufe sind mindestens acht Startpunkte bei gleichmäßiger Richtungsverteilung zu verwenden.

- Auf der Grundlage der oben beschriebenen Berechnungen sind für jeden Förderbrunnen diejenigen Strombahnen zu selektieren, die ausschließlich innerhalb des Entnahmehorizontes (Grundwasserleiter) verlaufen und eine maximale Fließzeit von 50 Tagen aufweisen. Anschließend sind die Strombahnen mit den Zellen des 2 m x 2 m-Berechnungsrasters zu verschneiden. Diejenigen Zellen, in denen entsprechende Strombahnen vorhanden sind, bilden dann gemeinsam das Gebiet bis zur 50-Tage-Linie eines Förderbrunnens.

### **2.2.2.17 Modelldokumentation**

Die durchgeführten Arbeitsschritte im Rahmen dieser Modellierung, das hydrogeologische 3D-Modell und das Grundwasserströmungsmodell sind vollständig zu dokumentieren. Die Dokumentation des Strömungsmodells soll in Anlehnung an die entsprechenden Empfehlungen in DVGW (2016) erfolgen.

Zur Dokumentation des hydrogeologischen 3D-Modells (Abschnitt 2.2.2.4) ist eine Übersichtskarte zu erstellen, in der die Lage und Bezeichnung aller verwendeten Bohrungen und die vorhandenen Störungen enthalten sind.

Weiterhin sind nach Abschnitt 2.2.2.4 Karten zur Darstellung jeder Modelleinheit anzufertigen. In diesen Karten ist die Tiefenlage der jeweiligen Schichtbasis mit Hilfe von Konturlinien und mit Ausnahme der Quartärbasis und der Oberkante des Unteren Glimmertons auch die Verteilung der Schichtmächtigkeit in ausreichend farbigen Klassen darzustellen (in der Regel in sieben bis zehn Klassen). Die Farbgebung dieser Karten soll nach einer zehnstufigen Legendenvorlage mit Angaben zu den RGB-Farbwerten erfolgen (Anlage 6). Bei der Definition der einzelnen Klassen ist darauf zu achten, dass einerseits die Mächtigkeitsverteilung in der Karte gut wiedergegeben wird, andererseits aber auch nachvollziehbare Klassengrenzen gewählt werden. Weiterhin sind alle Bohrungen, die der Auswertung zugrunde liegen, in der Karte zu verzeichnen. Die Bohrungen mit einem Nachweis der jeweiligen Schicht sind mit ihren entsprechenden Wertangaben zu kennzeichnen und es ist zusätzlich anzugeben, ob die jeweilige Schichtbasis unsicher ist oder nicht erreicht wurde. Bei Bohrungen, in denen das Vorkommen der jeweiligen Schicht ausgeschlossen werden kann (Schichtlücke), ist der Ansatzpunkt in der Karte darzustellen. Die vorgenannten Karten sind auch durch die Abgrenzung des Modellgebietes und ggf. vorhandene Störungen zu ergänzen.

Die vorgenannten Vorgaben sind auch bei der Erstellung der Mächtigkeitskarten für die Grundwasserleiter (Abschnitt 2.2.2.5) und die in Abschnitt 2.2.2.7 genannten Grundwassergleichenpläne (Trendpläne) zu beachten.

Für jedes der nach Abschnitt 2.2.2.16 berechneten Gebiete bis zur 50-Tage-Linie sind Detailkarten in dem in Anlage 1 angegebenen Maßstab anzufertigen. Ansonsten gelten auch für diese Karten die oben beschriebenen Vorgaben.

Alle Projekt-/Programmdateien des hydrogeologischen 3D-Modells und des Grundwasserströmungsmodells einschließlich sämtlicher Berechnungsvarianten sind in einer Daten-Kurzdokumentation in digitaler Form darzustellen und zu beschreiben.

### **2.2.3 Dokumentation des hydrogeologischen Gutachtens**

Im hydrogeologischen Gutachten sind die verwendeten Arbeitsmethoden und die erzielten Ergebnisse anhand von Tabellen, Grafiken, Profilen und Karten zu dokumentieren. Alle Karten und Profilverläufe sollen untereinander vergleichbar sein und sind grundsätzlich im gleichen Maßstab zu erstellen (Anlage 1). Vorgabe für alle Karten ist die Verwendung eines entsprechenden topografischen Hintergrunds, einer Maßstabsleiste und eines Kartenrahmens mit den zugehörigen Koordinatenangaben. Die linienhaften Layer der topografischen Hintergrundkarte sind als Überlagerungen mit dem RGB-Wert 100/100/100 darzustellen. Bei Profilschnitten ist sowohl für die Länge als auch für die Höhe eine Maßstabsleiste erforderlich.

Die Dokumentation ist dem AG und dem GD vorab im Entwurf digital (als WORD- und PDF-Dateien) sowie als Ausdruck zur Abstimmung zu übergeben. Die Abgabe des endgültigen hydrogeologischen Gutachtens erfolgt in insgesamt vierfacher analoger Form (eine Ausfertigung für den AG, drei Ausfertigungen für den GD bzw. für die Verwendung im späteren förmlichen Verfahren) und in jeweils einfacher digitaler Form (als WORD- und PDF-Dateien) einschließlich aller Anlagen. Tabellarische Anlagen sind zusätzlich als EXCEL-Dateien zu übergeben (z. B. die vollständige „Bohrdatentabelle“).

Die digitale Ausfertigung des hydrogeologischen Gutachtens, die Daten-Kurzdokumentation und alle Dateien des hydrogeologischen 3D-Modells, des Grundwasserströmungsmodells und sämtlicher Berechnungsvarianten sind dem AG und dem GD auf einer DVD, USB-Stick oder Festplatte zu übergeben.

## **3. Bereitstellung von Geofachdaten und Einsichtnahme in vorhandene Unterlagen**

Bei einer Beauftragung werden dem AN alle seitens des AG und GD verfügbaren Geofachdaten zur Verwendung bereitgestellt. Soweit die Daten nur analog vorliegen, werden sie in Papierform oder im Bildformat (Scan) digital übergeben. Alle digitalen Daten werden in gängigen Softwareformaten (Microsoft® Office-Paket, Adobe® PDF, ESRI-GIS, JPG, TIFF) übergeben.

Die zur Verfügung gestellten Geofachdaten dürfen nur in Zusammenhang mit der ausgeschriebenen Leistung verwendet werden. Eine weitere Nutzung oder die Weitergabe durch den AN ist nicht

zulässig. Vor der Übernahme der Geofachdaten muss der AN eine Verpflichtungserklärung (Anlage 4) unterzeichnen, in der die Bedingungen und Pflichten zur Nutzung der bereitgestellten digitalen Daten aufgeführt sind.

**Es wird angeraten, dass der AN vor der Angebotserstellung beim AG und beim GD in Flintbek Einblick in einschlägige Unterlagen und die vorhandene Datengrundlage nimmt. Zur Einsichtnahme in die bereitstehenden Daten ist eine Terminvereinbarung mit dem AG bzw. dem GD erforderlich.**

#### **4. Ausführungsfristen**

Mit der Ausführung der Leistung ist gemäß der Angabe in Anlage 1 zu beginnen. Einzelheiten sind mit dem AG und dem GD vor Ausführung der Leistungen abzustimmen. Durch den AN ist ein verbindlicher Zeitplan mit Angabe der maßgeblichen Bearbeiterinnen und Bearbeiter zu übergeben. Der AN ist verpflichtet, dem AG regelmäßig, aber mindestens alle drei Wochen, über den Bearbeitungsstand per E-Mail zu unterrichten. Soweit kein Fremdverschulden vorliegt, ist der AN bei Nichteinhaltung des Zeitplans verpflichtet, geeignete Maßnahmen zur Kompensation der Verzögerung zu treffen (z. B. durch Einsatz von zusätzlichem Personal).

**Der AN ist verpflichtet, bis zu dem in Anlage 1 angegebenen Datum die endgültigen und kompletten Arbeitsergebnisse zu übergeben und die Schlussrechnung vorzulegen.**

#### **5. Qualifikation und Nachweise**

Der AN verpflichtet sich, dass zur Auftragsbearbeitung Bearbeiterinnen oder Bearbeiter mit folgenden Qualifikationen eingesetzt werden:

- 1) Eine Projektleiterin oder ein Projektleiter mit einem mit Diplom oder Master abgeschlossenen Hochschulstudium der Geowissenschaften und mehrjähriger Berufserfahrung in der Quartärgeologie;
- 2) mindestens eine Bearbeiterin oder ein Bearbeiter mit einem mit Diplom oder Master abgeschlossenem Hochschulstudium der Geowissenschaften oder vergleichbarer Fachrichtungen und mehrjähriger Berufserfahrung in der Erstellung von Grundwasserströmungsmodellen, insbesondere mit Varianten der Software MODFLOW.

Zum Nachweis der vorgenannten Qualifikationen sind mit der Angebotsabgabe folgende Unterlagen einzureichen:

- 1) Die Bearbeiterin oder der Bearbeiter, die oder der die ausgeschriebenen geologischen Ausarbeitungen maßgeblich betreut, ist unter Angabe des beruflichen Lebenslaufes und der in den letzten drei Jahren bearbeiteten Projekte mit vergleichbarer Aufgabenstellung zu benennen.

- 2) Die Bearbeiterin oder der Bearbeiter, die oder der die ausgeschriebene Erstellung des Grundwasserströmungsmodells maßgeblich durchführt, ist unter Angabe des beruflichen Lebenslaufes und der in den letzten drei Jahren bearbeiteten Projekte mit vergleichbarer Aufgabenstellung zu benennen.

## 6. Unterlagen

- BALDSCHUHN, R., F. BINOT, S. FLEIG & F. KOCKEL (2001): Geotektonischer Atlas von Nordwestdeutschland und dem deutschen Nordsee-Sektor.- Geol. Jb., **A153**: 88 S.; Hannover.
- DELTAIRES (2022): iMOD User Manual, Version: 5.4, 31. August 2022.- Deltaires.- 1144 S.; Delft, NL (Deltaires).-Unter: [https://content.oss.deltaires.nl/imod/imod54/iMOD\\_User\\_Manual\\_V5\\_4.pdf](https://content.oss.deltaires.nl/imod/imod54/iMOD_User_Manual_V5_4.pdf)
- DELTAIRES (2023a): iMOD.- Unter: <https://www.deltaires.nl/en/software/imod> (Stand: 02.01.2023).
- DELTAIRES (2023b): iMOD - Get Started.- Unter: <http://oss.deltaires.nl/web/imod/get-started> (Stand: 02.01.2023).
- DELTAIRES (2023c): Request form for the Deltaires-software executables of iMOD.- Unter: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfYc\\_7qtHkmYenkUoHrak\\_FJa--X0WeCvAqj5WD3VN3EzNgtg/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfYc_7qtHkmYenkUoHrak_FJa--X0WeCvAqj5WD3VN3EzNgtg/viewform). (Stand: 02.01.2023)
- DVGW (2016): Technische Regel Arbeitsblatt W 107 (A) - Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungsgebieten.- 41 S.; Bonn (DVGW).
- DVGW (2021): Technische Regel Arbeitsblatt W 101 (A) - Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser.- 27 S.; Bonn (DVGW).
- FZ JÜLICH (2017): Endbericht zum Forschungsprojekt: Räumlich differenzierte Quantifizierung der Nährstoffeinträge ins Grundwasser und die Oberflächengewässer Schleswig-Holsteins unter Anwendung der Modellkombination GROWA-WEKU-MEPhos.- Forschungszentrum Jülich, Institut für Bio- und Geowissenschaften.- 236 S.; Jülich (unveröffentlicht).
- GOLDEN SOFTWARE (2023): Surfer Help.- Introduction to Surfer, Glossary, NoData Definition.- Golden Software, LLC; Col.- Unter: [http://surferhelp.goldensoftware.com/glossary/def\\_blanking.htm](http://surferhelp.goldensoftware.com/glossary/def_blanking.htm) (Stand: 02.01.2023).
- LANDEVIN, C.D., J.D. HUGHES, E.R. BANTA, R.G. NISWONGER, SORAB PANDEY & A.M. PROVOST (2017): Documentation for the MODFLOW 6 Groundwater Flow Model.- U.S. Geological Survey Techniques and Methods, **6-A55**: 197 S.; Reston, Va.- Unter: <https://doi.org/10.3133/tm6A55>.
- LBEG (2023): SEP 3 - Die Schnittstelle zur Bohrdatenbank Niedersachsens.- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie; Hannover.- Unter: [https://www.lbeg.niedersachsen.de/karten\\_daten\\_publicationen/bohrdatenbank/sep\\_3/sep-3---die-schnittstelle-zur-neuen-bohrdatenbank-niedersachsens-724.html](https://www.lbeg.niedersachsen.de/karten_daten_publicationen/bohrdatenbank/sep_3/sep-3---die-schnittstelle-zur-neuen-bohrdatenbank-niedersachsens-724.html) (Stand: 02.01.2023).

LIEBSCH-DÖRSCHNER, T., L. DZIERAN, F. HESE, K. LADEMANN & P. OFFERMANN (2022): Potenziale des unterirdischen Speicher- und Wirtschaftsraumes im Norddeutschen Becken (TUNB). Teilprojekt 1 Schleswig-Holstein und Hamburg - Abschlussbericht.- In: BGR [Hrsg.]: 3D-Modell des geologischen Untergrundes des Norddeutschen Beckens (Projekt TUNB) - Abschlussbericht.- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR); Hannover (i. Vorb.).

LLUR (2012): Geologische Übersichtskarte von Schleswig-Holstein 1 : 250.000.- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein; Flintbek.

MANHENKE, V., E. REUTTER, M. HÜBSCHMANN, A. LIMBERG, M. LÜCKSTÄDT, B. NOMMENSEN, A. PETERS, W. SCHLIMM, R. TAUGS & H.-J. VOIGT (2001): Hydrostratigrafische Gliederung des nord- und mitteldeutschen känozoischen Lockergesteinsgebietes.- Z. angew. Geol., **47**: 146-152; Hannover (BGR).

SGD (2023): The Borehole Markup Language - BoreholeML.- Staatliche Geologische Dienste Deutschlands.- Unter: [https://www.infogeo.de/Infogeo/DE/Home/BoreholeML/boreholeml\\_node.html](https://www.infogeo.de/Infogeo/DE/Home/BoreholeML/boreholeml_node.html) (Stand: 02.01.2023).



## Anlage 1

Stand: 02. Januar 2023

### Kenndaten und Leistungsmerkmale der Ausschreibung

Im vorliegenden Formblatt sind die gebietsspezifischen Kenndaten und Leistungsmerkmale der Leistungsbeschreibung (LB) zur Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes (WSG) zusammengestellt. Weiterhin sind am Ende des Formblatts Unterlagen aufgelistet, die grundlegende Informationen zum geologisch-hydrogeologischen Aufbau des Modellgebietes oder Informationen enthalten, die bei der Bearbeitung der ausgeschriebenen Leistungen zu berücksichtigen sind (z. B. hydrogeologische Profilschnitte, Grundwassergleichpläne).

Nachfolgende Angaben werden vom Wasserversorgungsunternehmen (WVU) als Auftraggeber (AG) in Abstimmung mit dem Geologischen Dienst (GD) festgelegt. Die Gliederung der aufgeführten Kenndaten und Leistungsmerkmale folgt den Abschnitten der LB.

Kenndaten und Leistungsmerkmale	Angaben
<b>1.2 Gegenstand der Ausschreibung</b>	
WVU	[Name]  [Straße] [Postleitzahl, Ort]
Wasserwerk	[Name]
Größe des Modellgebietes	[Länge] km x [Breite] km, [Fläche] km <sup>2</sup>
Eckkoordinaten des Modellgebietes (vgl. Anlage 3)	[...] und [...] Ost sowie [...] und [...] Nord
<b>1.3 Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner</b>	
Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner seitens des AG	[Name] [Tel.-Nr.] [Fax.-Nr.] [E-Mail]
Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner seitens des GD	[Name] [Tel.-Nr.] [Fax.-Nr.] [E-Mail]

Kenndaten und Leistungsmerkmale	Angaben
<b>2.1 Abstimmungsgespräche</b>	
Ort der Abstimmungsgespräche (beim WVU oder beim GD in Flintbek)	[Straße] [Postleitzahl, Ort]
<b>2.2.2.4 Hydrogeologisches 3D-Modell</b>	
Es liegt kein hydrogeologisches 3D-Modell vor.	[ja/nein]
Es liegt nur teilweise ein hydrogeologisches 3D-Modell vor.	[ja/nein]
Ein vorhandenes hydrogeologisches 3D-Modell ist anzupassen und zu aktualisieren.	[ja/nein]
Anzahl auszuwertender Bohrungen, Mindestteufe dieser Bohrungen (im Regelfall)	[Anzahl] [Mindestteufe] m unter Gelände
Anzahl der hydrogeologischen Profilschnitte, die seitens des GD zur Verfügung gestellt werden, davon Anzahl der Schnitte, die in 3D-georeferenzierter Form zur Verfügung gestellt werden	[Anzahl] [Anzahl]
<b>2.2.2.5 Abgrenzung der Grundwasserleiter</b>	
Anzahl der voneinander abzugrenzenden Grundwasserleiter	[Anzahl]
<b>2.2.2.6 Hydrogeologische Profilschnitte</b>	
Anzahl der neu zu erstellenden hydrogeologischen Profilschnitte	[Anzahl]
<b>2.2.2.7 Grundwassergleichenpläne</b>	
Anzahl der erstellenden Grundwassergleichenpläne (Trendpläne), entspricht in der Regel der Anzahl der voneinander abzugrenzenden Grundwasserleiter	[Anzahl]
bevorzugt zu verwendende Zeitspanne zur Erstellung der Gleichenpläne (Trendpläne)	[Zeitangabe]
vorliegende Gleichenpläne, die bei der Neuerstellung der Trendpläne zu berücksichtigen sind	[Auflistung]
<b>2.2.2.10 Grundwasserentnahmen</b>	
weitere Grundwasserentnahmen, deren Entnahmeraten als Grundlage zur Festlegung der einzelnen Berechnungsmethoden bei der Kalibrierung und Validierung berücksichtigt werden sollen	[Auflistung]

Kenndaten und Leistungsmerkmale	Angaben
<b>2.2.2.11 Grundwasserstandsdaten</b>	
Anzahl der Grundwassermessstellen im Modellgebiet, für die dem AG oder dem GD Grundwasserstandsmessungen vorliegen	[Anzahl]
<b>2.2.2.17 Modelldokumentation</b>	
Maßstab, in dem grundsätzlich alle Karten und Profilverläufe zu erstellen sind	[1 : 25.000 oder 1 : 50.000]
Maßstab der Detailkarten zur Darstellung der Gebiete bis zu den 50-Tage-Linien	[1 : 1.000 oder 1 : 2.000]
<b>4. Ausführungsfristen</b>	
Beginn der Ausführungsfrist	[umgehend nach der Auftragserteilung oder Datum]
Ende der Ausführungsfrist (Übergabe der endgültigen und kompletten Arbeitsergebnisse, Vorlage der Schlussrechnung)	bis zum [Datum]
<b>Unterlagen</b>	
<p><i>Beispiele:</i></p> <p><i>AUTOR (Jahr): Antrag zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk ... - etc.</i></p> <p><i>AUTOR (Jahr): Hydrogeologisches Gutachten zum wasserrechtlichen Bewilligungsantrag für das Wasserwerk ... - etc.</i></p> <p><i>LANU (2004): Endbericht zum Untersuchungsprogramm zur Ermittlung des nutzbaren Grundwasserangebotes im schleswig-holsteinischen Nachbarraum zu Hamburg, Südwest-Holstein.- Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.- 114 S.; Flintbek.</i></p>	



## **Anlage 2**

Stand: 02. Januar 2023

### **Übersichtskarte des zu bearbeitenden Modellgebietes**

Hier ist in Abstimmung mit dem Geologischen Dienst (GD) eine Übersichtskarte des zu bearbeitenden Modellgebietes im Format DIN A3 einzufügen. Die Übersichtskarte wird vom GD angefertigt und zur Verfügung gestellt.



### Anlage 3

Stand: 02. Januar 2023

#### Leistungsverzeichnis (LV)

Bei der Bearbeitung und beim Angebot sind die Angaben in Anlage 1 zu beachten. Die vorliegende Anlage ist auch als EXCEL-Datei *Leitfaden\_Teil2\_AnhC\_Anl3.xlsx* verfügbar.

Position	Kurzbeschreibung	Menge	Einheit	EP (€)	GP (€)
<b>1. Abstimmungsgespräch (gemäß LB Abschnitt 2.1)</b>					
1.1	Abstimmungsgespräch mit dem AG und dem GD	3	Stck		
1.2	Abschlusspräsentation	1	Stck		
<b>2. Hydrogeologisches Gutachten (gemäß LB Abschnitt 2.2.1)</b>					
2.1	Beschreibung der wasserwirtschaftlichen Gegebenheiten	1	psch		
2.2	Beschreibung der Grundwasserentnahmen	1	psch		
2.3	Kurzbeschreibung der Geographie und Hydrologie	1	psch		
2.4	Beschreibung des hydrogeologischen Aufbau des Untergrundes	1	psch		
2.5	Erstellung einer Karte der Deckschichtenmächtigkeit	1	Stck		
2.6	Beschreibung der Grundwasserdynamik	1	psch		
2.7	Empfehlungen zur Bemessung und Gliederung des Wasserschutzgebietes	1	psch		
2.8	Erstellung der Karte mit der Abgrenzung der einzelnen Schutzzonen	1	Stck		
<b>3. Hydrogeologisches 3D-Modell (gemäß LB Abschnitt 2.2.2)</b>					
3.1	Bohrungen hinsichtlich ihrer Schichtenfolge interpretieren		Stck		
3.2	Erstellung der „Bohrdatentabelle“	1	psch		
3.3	Basisraster: Basis, Top und Mächtigkeit für die Modelleinheiten	1	psch		
3.4	Erstellung des hydrogeologischen 3D-Modells	1	psch		

Position	Kurzbeschreibung	Menge	Einheit	EP (€)	GP (€)
<b>4. Grundwasserleiter, Profilschnitte und Grundwassergleichenpläne (Trendpläne) (gemäß LB Abschnitt 2.2.2)</b>					
4.1	Abgrenzung der Grundwasserleiter	1	psch		
4.2	Erstellung der hydrogeologischen Profilschnitte		Stck		
4.3	Erstellung der Grundwassergleichenpläne (Trendpläne)		Stck		
<b>5. Grundwasserströmungsmodell (gemäß LB Abschnitt 2.2.2)</b>					
5.1	Erstellung „ISG iMOD Segment Package“- und „River Package“-Dateien	1	psch		
5.2	Erstellung iMOD IPF-Dateien für Grundwasser- entnahmen	1	psch		
5.3	Erstellung des Grundwasserströmungsmodell in iMOD	1	psch		
5.4	Kalibrierung und Sensitivitätsanalyse	1	psch		
5.5	Validierung	1	psch		
5.6	Ermittlung und Darstellung des Einzugsgebietes	1	psch		
5.7	Ermittlung und Darstellung der 50-Tage-Linien	1	psch		
<b>6. Erstellung der Modelldokumentation (gem. LB Abschnitt 2.2.2.17)</b>					
6.1	Erstellung des Textteils	1	psch		
6.2	Erstellung der Kartenanlagen	1	psch		
6.3	Erstellung der Kurzdokumentation zu sämtlichen Dateien	1	psch		
<b>7. Erstellung der Dokumentation des hydrogeologischen Gutachtens (gem. LB Abschnitt 2.2.3)</b>					
7.1	Erstellung des Gutachtens (Textteil)	1	psch		
7.2	Erstellung der Kartenanlagen	1	psch		
7.3	Bereitstellung aller digitalen Daten auf einer DVD, USB-Stick oder Festplatte	1	Stck		
7.4	Anfertigung der Berichtsexemplare (Textteil und An- lagen)	4	Stck		



Position	Kurzbeschreibung	Menge	Einheit	EP (€)	GP (€)
<b>B Bedarfspositionen</b>					
B.1	Abstimmungsgespräch mit dem AG und dem GD (halbtägig)	1	Stck		
B.2	Erstellung eines hydrogeologischen Profilschnitts nach Nr. 4.2	1	Stck		
B.3	Anfertigung eines Berichtsexemplars (Textteil und Anlagen) nach Nr. 7.4	1	Stck		
<b>Angebotssummen</b>					
	Summe netto				
	MwSt.		%		
	Summe brutto				

-----  
 Ort, Datum, Unterschrift



## Anlage 4

Stand: 02. Januar 2023

### **Bedingungen zur Nutzung von digitalen Geofachdaten im Geschäftsbereich des Ministeriums für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur (MEKUN) des Landes Schleswig-Holstein**

Nachfolgende Angaben werden vom Geologischen Dienst (GD) im Landesamt für Umwelt (LfU) als Daten bereitstellende Stelle in Abstimmung mit dem Wasserversorgungsunternehmen (WVU) als Auftraggeber (AG) festgelegt.

Für die gemäß nachstehender Aufstellung bereitgestellten digitalen Geofachdaten gelten für die Daten nutzenden Stellen folgende Nutzungsbedingungen:

- Die Nutzungserlaubnis für die nachstehend genannten Daten wird der Daten nutzenden Stelle befristet bis zum [Datum] erteilt.
- Für die Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit und Qualität der bereitgestellten Informationen besteht keine Gewähr. Haftungsansprüche sind grundsätzlich ausgeschlossen.
- Die Nutzung der Daten ist auf den nachstehend genannten Nutzungszweck beschränkt. Eine darüber hinausgehende Nutzung ist ohne Zustimmung der Daten bereitstellenden Stelle nicht gestattet.
- Die Daten dürfen weder im Original noch als Kopie an Dritte weitergegeben werden. Die Daten nutzende Stelle hat dafür Sorge zu tragen, dass Dritte keinen Zugriff auf die Daten nehmen können.
- Die Daten nutzende Stelle hat dafür Sorge zu tragen, dass die datenschutzrechtlichen Regelungen eingehalten werden.
- Die Daten sind nach Abschluss des Nutzungszwecks auf allen Rechnern und Datenträgern der Daten nutzenden Stelle zu löschen. Die Datenträger mit den bereitgestellten Daten sind nach Ablauf der o. g. Frist zurückzugeben.
- Die Verwendung der Daten für eine kommerzielle Nutzung oder Veräußerung ist nicht zulässig.
- Auf allen Dokumenten oder Produkten, bei deren Erzeugung diese Daten genutzt worden sind, ist ein Hinweis zur Datenherkunft anzubringen (der Herkunftsvermerk ist mit der Daten bereitstellenden Stelle abzustimmen).
- Bei Zuwiderhandlungen gegen die vorstehenden Bedingungen hat die Daten nutzende Stelle alle dadurch entstandenen Schäden zu ersetzen. Die Nutzungserlaubnis wird bei grob fahrlässigem oder vorsätzlichem Fehlverhalten widerrufen.

- Auf Anforderung der Daten übermittelnden Stelle ist dieser Auskunft über die Art, den Umfang und die Sicherheit der elektronischen Datenverarbeitung, die für die Verarbeitung der übermittelten Daten eingesetzt wird, zu erteilen.
- Im Falle eines Datenverlustes ist die übermittelnde Stelle unverzüglich zu informieren.

### **Nutzungszweck**

Die Nutzung der in der vorliegenden Anlage genannten digitalen Geofachdaten ist nur im Rahmen des nachfolgend genannten Werkvertrags zulässig:

*[Angabe des Werkvertrags]*

Die Geofachdaten werden im Bezugssystem ETRS89/UTM32 (EPSG-Code 25832) im Ausschnitt mit den Eckkoordinaten

*[...]* und *[...]* Ost sowie

*[...]* und *[...]* Nord

bereitgestellt.

### **Bereitgestellte digitale Geofachdaten (LfU, GD)**

*Beispiele:*

- *[Anzahl] Bohrungen im GEODIN-Format (SEP 3) einschließlich der zugehörigen Originaldokumentationen im PDF-Format;*
- *Excel-Tabelle der Stammdaten der Entnahmeverbrunnen des Wasserwerkes [Name] und der Grundwassermessstellen;*
- *digitales Geländemodell, abgeleitet aus dem ATKIS®-Digitalen Geländemodell DGM1, im Basisraster mit einer Rasterweite von 100 m x 100 m;*
- *Sickerwasserrate, Drainageabfluss und Grundwasserneubildungsrate nach GROWA (FZ JÜLICH 2017) als iMOD-Basisraster (100 m x 100 m).*

**Verpflichtungserklärung**

Die vorstehenden Bedingungen werden hiermit rechtsverbindlich anerkannt.

-----

Ort, Datum, Unterschrift (Daten nutzende Stelle)



## Anlage 5

Stand: 02. Januar 2023

### **Hydrostratigrafische Gliederung von Schleswig-Holstein (känozoische Lockergesteine)**

#### **1. Einleitung**

Die wasserwirtschaftlich nutzbaren Grundwasservorkommen von Schleswig-Holstein befinden sich in oberflächennahen und tieferen eiszeitlichen sowie in tertiären Ablagerungen. Die Grundwasserleiter und -hemmer (bzw. -geringleiter) sind hinsichtlich ihrer Entstehungsgeschichte, Verbreitung und ihren Lagerungsverhältnissen sehr variabel. Für die systematische Erstellung und Pflege regionaler und überregionaler, landesweiter hydrogeologischer Flächen- und Raumdaten und somit für die hydrogeologische 3D-Modellierung sind ein landesweit anwendbares Gliederungsprinzip und eine einheitliche Nomenklatur der hydrogeologischen Schichteinheiten eine wichtige Voraussetzung. Nur so können hydrogeologische Flächen- und Raumdaten aus unterschiedlichen Bearbeitungsquellen geprüft, einander angepasst und fortgeschrieben werden.

Für lokale bis regionale Fragestellungen im Zusammenhang mit der Grundwassergewinnung und dem Grundwasserschutz liegt in Schleswig-Holstein eine Vielzahl von hydrogeologischen Bearbeitungen vor. Die Beschreibung und Dokumentation der hierbei untersuchten Grundwasserleiter und -hemmer erfolgte in der Vergangenheit jedoch oftmals rein deskriptiv mit Begriffen wie „oberer Grundwasserleiter“, „mittlerer Grundwasserleiter“, „unterer Grundwasserleiter“, „oberflächennahes Grundwasser“, „tiefes Grundwasser“ oder anhand einer einfachen Nummerierung der Grundwasserleiter von oben nach unten wie „Grundwasserleiter 1“, „Grundwasserleiter 2“ etc. Diese bei lokalen bis regionalen Bearbeitungen durchaus hinreichende Benennung erlaubt allerdings im überregionalen Maßstab keine konsistente Zuordnung und Nomenklatur der Schichten.

Bereits im Jahre 2001 wurde eine zwischen den Staatlichen Geologischen Diensten abgestimmte hydrostratigrafische Grundgliederung für das nord- und mitteldeutsche känozoische Lockergesteinsgebiet veröffentlicht (MANHENKE et al. 2001). Diese großräumige Gliederung muss aufgrund der Wechselhaftigkeit der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse den jeweiligen regionalen Gegebenheiten angepasst werden.

#### **2. Hydrostratigrafische Gliederung von Schleswig-Holstein**

Die für Schleswig-Holstein erarbeitete hydrostratigrafische Gliederung der känozoischen Lockergesteine ist in Tab. C-2 dargestellt. Sie wurde unter Beibehaltung der von MANHENKE et al. (2001) vorgelegten Grundgliederung von und in möglichst enger Anlehnung an die hydrostratigrafische Gliederung von Niedersachsen (REUTTER 2011) auf die regionalen hydrogeologischen Verhältnisse abgestimmt. Die hydrostratigrafische Gliederung von Schleswig-Holstein ermöglicht durch

die landesweit einheitlich gültige Zuordnung und Nomenklatur der quartären und tertiären Schichten eine überregionale Korrelation von Bohrinformationen und wird den praktischen Anforderungen der landesweiten hydrogeologischen 3D-Modellierung gerecht.

**Tab. C-2:Hydrostratigrafische Gliederung von Schleswig-Holstein.**

Hydrostratigrafische Einheit (Nummer)	Hydrostratigrafische Einheit (Kürzel)	Lithogenetische Einheit (Beispiele)	Stratigrafie	Lithologische Ausprägung (Beispiele)
H0/L0	q.H0/q.L0	Auffüllungen, teilweise unbedeckte Sande des Holozän	Quartär/ Holozän	künstliches Material, Dünen sande, Feinsand, Sand
H1	q.H1	Hoch- und Niedermoor, Auelehm, perimarine Sedimente (Klei)	Quartär/ Holozän	Torf, Mudde, Schluff, tonig bis feinsandig
L1	q.L1	äolische, fluviatile, limnische, brackische und marine Sande, Abschwe mmassen, Sande und Schmelzwasserablagerungen der Weichsel-Kaltzeit	Quartär/ Holozän und Pleistozän/ Weichsel-Kaltzeit	Dünen sande, Feinsand, Wattsande, Sand, Kies
H2	q.H2	Moränen und Beckenablagerungen der Weichsel-Kaltzeit	Quartär/ Pleistozän/ Weichsel-Kaltzeit	Geschiebelehm/-mergel, Schluff, Ton, Fließ erden
L2	q.L2	Schmelzwasserablagerungen der Weichsel-Kaltzeit und des Saale-Komplexes	Quartär/ Pleistozän/ Weichsel-Kaltzeit und Saale-Komplex	Sand, Kies
HL2	q.HL2.eem	Ablagerungen der Eem-Warmzeit	Quartär/ Pleistozän/ Eem-Warmzeit	Mudde, Schluff, Ton, Torf
H3	q.H3	Moränen und Beckenablagerungen des Saale-Komplexes	Quartär/ Pleistozän/ Saale-Komplex	Geschiebelehm/-mergel, Schluff, Ton
L3	q.L3	Schmelzwasserablagerungen des Saale-Komplexes, örtlich marine Sande der Holstein-Warmzeit, Schmelzwasserablagerungen der Elster-Kaltzeit	Quartär/ Pleistozän/ Saale-Komplex, Holstein-Warmzeit und Elster-Kaltzeit	Sand, Kies
H4 ungegliedert	q.H4	q.H4.1 - q.H4.2	Quartär/ Pleistozän/ Holstein-Warmzeit bis Elster-Kaltzeit	Schluff, Ton, Mudde, Torf, Geschiebemergel
H4.1	q.H4.1	holsteinzeitliche Schluffe, Tone, Torfe und Mudden; Holstein-Ton und Lauenburg-Ton in überwiegend elsterkaltzeitlich angelegten Rinnenbereichen	Quartär/ Pleistozän/ Holstein-Warmzeit bis Elster-Kaltzeit	Schluff, Ton, Mudde, Torf
H4.2	q.H4.2	Moränen und Beckenablagerungen der Elster-Kaltzeit	Quartär/ Pleistozän/ Elster-Kaltzeit	Geschiebemergel, Schluff, Ton
L4 ungegliedert	qt.L4	q.L4.1 - t.L4.3	Quartär/ Pleistozän/ Elster-Kaltzeit bis Tertiär/Miozän	Sand, Kies, lagenweise Schluff; Feinsand, teilweise schluffig
L4.1	q.L4.1	Schmelzwasserablagerungen der Elster-Kaltzeit, überwiegend in elsterkaltzeitlich angelegten Rinnenbereichen	Quartär/ Pleistozän/ Elster-Kaltzeit	Sand, Kies



Hydrostratigraphische Einheit (Nummer)	Hydrostratigraphische Einheit (Kürzel)	Lithogenetische Einheit (Beispiele)	Stratigraphie	Lithologische Ausprägung (Beispiele)
L4.2	t.L4.2.ks	Oldesloe-Formation (Kaolinsande)	Tertiär/ Pliozän	Sand, teilweise kiesig, lagenweise Schluff
L4.3	t.L4.3.fs	Obere Glimmerfeinsande	Tertiär/ Miozän	Feinsand, teilweise schluffig
H5	t.H5.ogt	Oberer Glimmerton	Tertiär/ Miozän	Ton, Schluff, humos; Braunkohlenschluff
L5	t.L5.obks	Obere Braunkohlensande, regional obere Odderup-Formation	Tertiär/ Miozän	Sand, lagenweise Braunkohlenschluff
H6	t.H6.ht	Hamburg-Formation (Hamburger Ton), regional Äquivalent der Hamburg-Formation	Tertiär/ Miozän	Ton, humos; Schluff, tonig, bis Sand, schluffig
L6 ungegliedert	t.L6	t.L6.1 - t.L6.2	Tertiär/ Miozän	Sand, lagenweise Braunkohlenschluff
L6.1	t.L6.1.ubks	Untere Braunkohlensande, regional untere Odderup- und Bastrup-Formation	Tertiär/ Miozän	Sand, lagenweise Braunkohlenschluff
HL6.1	t.HL6.1.fr	Frörup-Schichten, regional Äquivalent der Frörup-Schichten	Tertiär/ Miozän	Schluff, tonig, bis Sand, schluffig
L6.2	t.L6.2.vfs	Untere Glimmerfeinsande (Vierlandfeinsande)	Tertiär/ Miozän	Feinsande, basal schluffig
H7	t.H7.ugt	Unterer Glimmerton	Tertiär/ Miozän	Ton, Schluff, humos
L7	t.L7.nc	Chatt-Feinsande	Tertiär/ Oligozän	Schluff, Feinsand, Feinsandstein
H8	t.H8.ol	Chatt-Schluffe und Rupelton	Tertiär/ Oligozän	Schluff, Ton
L8	t.L8.ol	Neuengammer Gassand und Rupelbasis-Sand	Tertiär/ Oligozän	Feinsand
H9	t.H9.eop	Eozän- und Paläozän-Tone	Tertiär/ Eozän und Paläozän	Ton, teilweise schluffig
L9	t.L9.eop	marine Ablagerungen	Tertiär/ Eozän und Paläozän	Sand, Sandstein

Die hydrostratigraphischen Haupteinheiten in Tab. C-2 werden in Grundwasserhemmer (H) und -leiter (L) gegliedert und ihrer stratigraphischen Stellung entsprechend von oben nach unten durchnummeriert. Die Gliederung besteht aus neun Grundwasserhemmern (H1 bis H9) und neun darunter liegenden Grundwasserleitern (L1 bis L9) als übergeordnete hydrostratigraphische Einheiten. Die ältesten Einheiten, die in Tab. C-2 berücksichtigt sind, gehören dem Eozän und Paläozän an. Die älteren Schichten des Mesozoikums und des Paläozoikums führen in Schleswig-Holstein kein wasserwirtschaftlich nutzbares Grundwasser und sind nur lokal von Bedeutung. Sie werden daher in Tab. C-2 nicht berücksichtigt.

Bei lokalen bis regionalen Fragestellungen und hydrogeologischen 3D-Modellierungen können Untergliederungen der hydrostratigraphischen Einheiten erforderlich werden. Daher lassen sich nach

MANHENKE et al. (2001) bei Bedarf zur weiteren Differenzierung Zwischenschichten als „Grundwasserhemmer im Leiter“ (HL) oder „Grundwasserleiter im Hemmer“ (LH) definieren. Hierdurch ist gewährleistet, dass sich in der hydrogeologischen 3D-Modellierung auch komplexe lokale Verhältnisse abbilden lassen, die in überregionale Modelle integriert werden können.

Bei der hydrostratigrafischen Gliederung ist stets die oberflächennahe Verbreitung der Schichteinheiten gemäß der Geologischen Übersichtskarte von Schleswig-Holstein 1 : 250.000 (LLUR 2012) zu berücksichtigen. So ist beispielsweise der Grundwasserhemmer q.H2, der die Moränen und Beckenablagerungen der Weichsel-Kaltzeit umfasst, auf die maximale Ausdehnung der weichselkaltzeitlichen Vergletscherung begrenzt. Holozäne Ablagerungen mit flächenhafter Verbreitung und größerer Mächtigkeit finden sich überwiegend in den Niederungsgebieten an der Westküste.

### **3. Besonderheiten der hydrostratigrafischen Gliederung**

Auf eine Untergliederung der übergeordneten hydrostratigrafischen Einheiten, die beispielsweise in der Gliederung von Niedersachsen (REUTTER 2011) anhand überwiegend lithogenetischer Kriterien vorgesehen ist, wurde in Tab. C-2 zur Vereinfachung der hydrogeologischen 3D-Modellierung nach Möglichkeit verzichtet. Bei einigen hydrostratigrafischen Einheiten ist eine solche Untergliederung allerdings auch in Schleswig-Holstein erforderlich:

- Beim pleistozänen Grundwasserhemmer q.H4 ist eine Differenzierung im Hinblick auf die Genese und Abgrenzung eiszeitlicher Rinnen erforderlich. Mit der Untereinheit q.H4.1 werden insbesondere der warmzeitliche Holstein-Ton und der spätelsterzeitliche Lauenburg-Ton, die einzeln oder als Abfolge überwiegend im Bereich eiszeitlicher Rinnen vorkommen, von den innerhalb und außerhalb der Rinnenbereiche auftretenden Moränen der Elster-Kaltzeit (q.H4.2) unterschieden.
- Im Falle des Grundwasserleiters q.L4 ergibt sich die Notwendigkeit einer Untergliederung sowohl aus der chronostratigrafischen Abfolge der Untereinheiten als auch aufgrund ihrer unterschiedlichen Lithogenese. Als Untereinheiten des Grundwasserleiters q.L4 werden daher elsterkaltzeitliche Schmelzwasserablagerungen (q.L4.1), pliozäne Kaolinsande (t.L4.2.ks) und miozäne Obere Glimmerfeinsande (t.L4.3.fs) voneinander abgegrenzt.
- Auch beim miozänen Grundwasserleiter t.L6 wird aus den vorgenannten Gründen zwischen den beiden Untereinheiten der Unteren Braunkohlensande (t.L6.1.ubks) und der Vierlandfeinsande (t.L6.2.vfs) differenziert.

Um die hydrostratigrafische Grundgliederung nach MANHENKE et al. (2001) nicht zu verletzen, sind in Tab. C-2 in zwei Sonderfällen Zwischenschichten als hydrostratigrafische Haupteinheiten vordefiniert:

- Die bindigen Ablagerungen der Eem-Warmzeit können innerhalb des Grundwasserleiters q.L2, der Schmelzwasserablagerungen der Weichsel-Kaltzeit und des Saale-Komplexes umfasst, den Grundwasserhemmer q.HL2.eem bilden. Kenntnisse über das Vorkommen und die räumliche Lage der Eem-Ablagerungen sind für die landesweite stratigrafische Gliederung der quartären Schichten von besonderer Bedeutung. Der Grundwasserhemmer q.HL2.eem ist daher als Haupteinheit in Tab. C-2 aufgenommen worden.
- Innerhalb der Unteren Braunkohlensande t.L6.1.ubks können die feinsandig-schluffigen, teilweise auch tonig ausgebildeten Frörup-Schichten oder deren Äquivalent lokal bis regional einen hydraulisch wirksamen Grundwasserhemmer bilden. Daher sind in Tab. C-2 auch die Frörup-Schichten in Form einer besonderen Zwischenschicht als Grundwasserhemmer t.HL6.1.fr eingegliedert.

Die fortschreitende Anwendung der hydrostratigrafischen Gliederung in Schleswig-Holstein zeigt, dass neben den in Tab. C-2 vordefinierten Haupteinheiten weitere Grundwasserhemmer oder -leiter für Fragestellungen der hydrogeologischen 3D-Modellierung bedeutsam sein können. Als Beispiel für eine solche Zwischenschicht sind lateral verbreitete Geschiebemergel (q.HL2) zu nennen, die innerhalb der Schmelzwassersande der Weichsel-Kaltzeit und des Saale-Komplexes (q.L2) auftreten können. Typischerweise muss in der Regel auch der teilweise bewirtschaftete Grundwasserleiter q.LH3 als Zwischenschicht ausgehalten werden. Er tritt innerhalb der Moränen und Beckenablagerungen des Saale-Komplexes (q.H3) zwischen warthe- und drenthezeitlichen Geschiebemergeln auf.

Die Sedimentation der jungtertiären Schichtfolge fand während mehrerer Transgressions- und Regressionszyklen in wechselndem marinen, lagunären, paralischen oder terrestrischen Milieu statt. Syn- und postsedimentäre salinartektonische Vorgänge sowie großflächige und teilweise tief reichende Erosion während der Vereisungen haben die Verbreitung und die Lagerungsverhältnisse der jungtertiären Schichten lokal und regional stark beeinflusst. Infolge der Ablagerungsbedingungen lassen sich heute landesweit unterschiedliche Sedimentationsräume erkennen, in denen die einzelnen hydrostratigrafischen Einheiten in ihrer räumlichen Verbreitung und lithologischen Ausprägung wechseln können. Aus diesem Grund wurde für Gesteine, die dem Ablagerungsgeschehen einer Typlokalität nicht direkt zugeordnet werden können, jedoch stratigrafisch und petrografisch dieser weitgehend entsprechen und daher hydraulisch von Bedeutung sein können, die Bezeichnung „Äquivalent“ eingeführt. Dies betrifft zum einen Grundwasserhemmer im Niveau des Hamburger Tons (t.H6.ht), die im nördlichen und mittleren Landesteil als „Äquivalent der Hamburg-Formation“ angesehen werden können und damit ebenfalls als t.H6.ht bezeichnet werden. Zum anderen tragen Hemmer im Niveau der Frörup-Schichten (t.HL6.1.fr) im mittleren Landesteil die Bezeichnung „Äquivalent der Frörup-Schichten“.

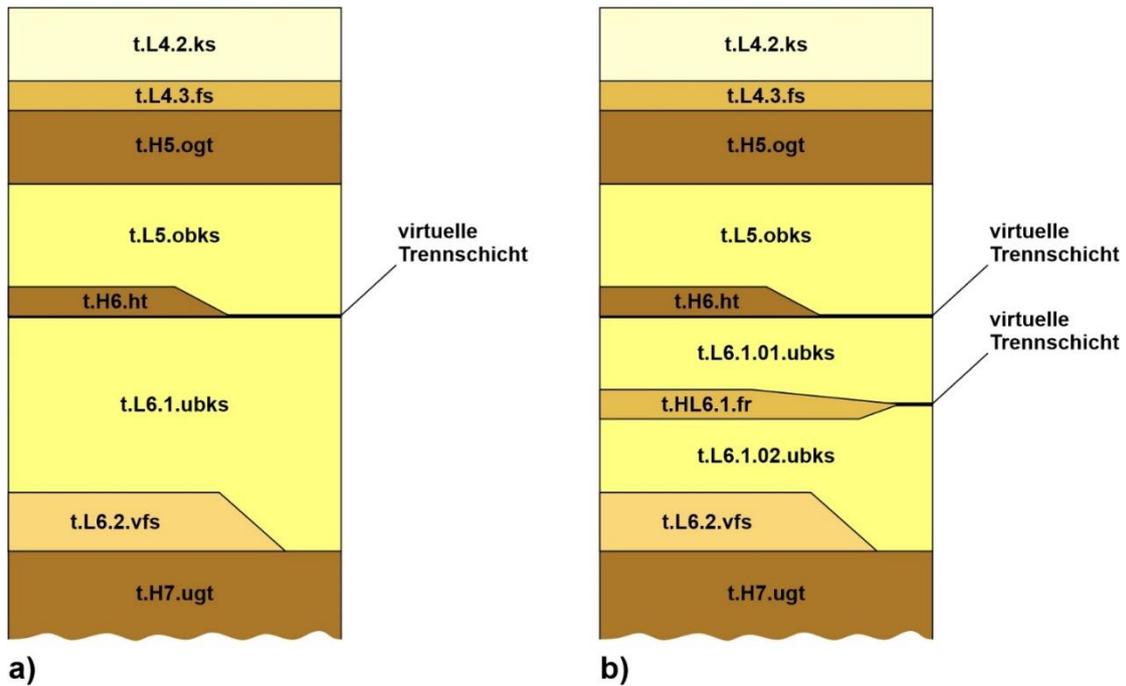
#### 4. Regeln zur Nomenklatur und zur hydrogeologischen 3D-Modellierung

In den ersten beiden Spalten der Tab. C-2 sind die zu verwendenden Nummern und Kürzel der hydrostratigrafischen Einheiten aufgeführt. Die Kurzsymbole der Nummern und die längeren Symbole der Kürzel können grundsätzlich alternativ verwendet werden. Der letzte, aus Buchstaben zusammengesetzte Abschnitt der Kürzelgliederung symbolisiert insbesondere die lithogenetischen Einheiten der tertiären Schichten. Bei den quartären Einheiten wurde diese Buchstabenkombination nur im Falle der Ablagerungen der Eem-Warmzeit vergeben. Zur praktischen Bearbeitung und Beschreibung hydrostratigrafischer Daten dient in der Regel das intuitiv besser verständliche Kürzelsymbol.

Zur Definition von Untereinheiten, die nicht in der hydrostratigrafischen Tabelle genannt sind, ist eine weitere Nomenklaturregel zu beachten: Bei einer hydrostratigrafischen Einheit, die in mehrere Teileinheiten aufgeteilt wird, ist im Kürzel die Ziffer „0“, gefolgt von einer fortlaufenden Nummer in der Tiefe, zu ergänzen. Sollte eine Untereinheit („Grundwasserhemmer im Leiter“ (HL) oder „Grundwasserleiter im Hemmer“ (LH)) unmittelbar an der Ober- oder Unterkante der Haupteinheit liegen, so sind auch die nicht vorhandenen Teileinheiten durchzunummerieren. Beispielsweise sind bei einer Untergliederung der Moränen und Beckenablagerungen des Saale-Komplexes (q.H3) durch einen Grundwasserleiter folgende Kürzel zu verwenden: Der obere Abschnitt des Hemmers q.H3 ist durch das Kürzel „q.H3.01“, der Grundwasserleiter innerhalb des Hemmers q.H3 durch „q.LH3“, und der untere Abschnitt des Hemmers q.H3 durch „q.H3.02“ zu kennzeichnen. Liegt der Grundwasserleiter innerhalb des Hemmers (q.LH3) an der Oberkante des Hemmers (q.H3), so erhält der untere Teilabschnitt dieses Hemmers das Kürzel „q.H3.02“.

Die schematischen Typprofile in Abb. C-5a-b verdeutlichen die Anwendung der vorgenannten Regeln im Hinblick auf praktische Anforderungen bei der hydrogeologischen 3D-Modellierung:

In manchen Sedimentationsräumen, wie z. B. im Süden von Schleswig-Holstein, sind die Frörup-Schichten oder deren Äquivalent (t.HL6.1.fr) häufig nicht ausgebildet (Abb. C-5a). Hier bilden die Unteren Braunkohlensande den hydrostratigrafisch einheitlichen Grundwasserleiter t.L6.1.ubks. Im mittleren und nördlichen Landesteil können die Frörup-Schichten oder deren Äquivalent hingegen einen hydraulisch wirksamen Grundwasserhemmer bilden (Abb. C-5b). In dieser Situation werden oberhalb des Grundwasserhemmers t.HL6.1.fr der Leiter „t.L6.1.01.ubks“ (untere Odderup-Formation) und unterhalb des Hemmers der Leiter „t.L6.1.02“ (Bastrup-Formation) als hydrostratigrafische Einheiten ausgewiesen. Wie beim Fehlen des Hamburger Tons ist in Bereichen, in denen die Frörup-Schichten oder deren Äquivalent nicht ausgebildet sind, bei der Modellierung die Verwendung einer virtuellen Trennschicht erforderlich (Abb. C-5a-b).



**Abb. C-5a-b: Schematische Typprofile zur hydrostratigrafischen Gliederung, Benennung und Modellierung der jungtertiären Schichtenfolge in verschiedenen Sedimentationsräumen im südlichen Landesteil (a) sowie in den mittleren und nördlichen Landesteilen (b).**

Bei Schichtlücken, in denen beispielsweise der Hamburger Ton oder sein Äquivalent (t.H6.ht) als Grundwasserhemmer nicht auftreten, wird zur Modellierung ebenfalls eine virtuelle Trennschicht definiert. Dies erlaubt auch in diesem Fall eine Unterscheidung zwischen den Oberen Braunkohlensanden (t.L5.obks) und den Unteren Braunkohlensanden (t.L6.1.ubks). Demgegenüber ist in Gebieten, in denen Einheiten wie z. B. die Vierlandfeinsande (t.L6.2.vfs) nicht vorkommen, die Verwendung einer solchen Trennschicht nicht erforderlich.

## 5. Regeln zur Benennung von Modelldaten (Modelldateien)

Als Ergebnisse der hydrogeologischen 3D-Modellierung oder der Grundwasserströmungsmodellierung liegt eine Reihe von Modelldaten (Modelldateien) zu den hydrostratigrafischen Einheiten vor. Im Hinblick auf eine landesweit einheitliche und effiziente Nutzbarkeit dieser Modellergebnisse ist es erforderlich, für die Benennung von Modelldaten (Modelldateien) spezielle Regeln festzulegen. Der Dateiname einer hydrostratigrafischen Einheit setzt sich aus drei Segmenten zusammen, die jeweils durch einen Unterstrich voneinander getrennt werden (Tab. C-3). Die Erweiterung des Dateinamens beschreibt das Dateiformat.

**Tab. C-3: Beispiele zur Zusammensetzung des Dateinamens einer hydrostratigrafischen Einheit (Parameter „Unterkante“).**

Dateiname	Segment 1					Segment 2	Segment 3
	Einheit	H/L	Unter-einheit	weitere Unter-teilung	0/H/L	Parameter	Kürzel
00H000_U_qH0	00	H	0	0	0	U	qH0
00L000_U_qL0	00	L	0	0	0	U	qL0
01H000_U_qH1	01	H	0	0	0	U	qH1
01L000_U_qL1	01	L	0	0	0	U	qL1
02H000_U_qH2	02	H	0	0	0	U	qH2
02H01H_U_qH201	02	H	0	1	H	U	qH201
02H02L_U_qLH2	02	H	0	2	L	U	qLH2
02H03H_U_qH202	02	H	0	3	H	U	qH202
02L000_U_qL2	02	L	0	0	0	U	qL2
02L01L_U_qL201	02	L	0	1	L	U	qL201
02L02H_U_qHL2	02	L	0	2	H	U	qHL2
02L02H_U_qHL2eem	02	L	0	2	H	U	qHL2eem
02L03L_U_qL202	02	L	0	3	L	U	qL202
03H000_U_qH3	03	H	0	0	0	U	qH3
03H01H_U_qH301	03	H	0	1	H	U	qH301
03H02L_U_qLH3	03	H	0	2	L	U	qLH3
03H03H_U_qH302	03	H	0	3	H	U	qH302
03L000_U_qL3	03	L	0	0	0	U	qL3
03L01L_U_qL301	03	L	0	1	L	U	qL301
03L02H_U_qHL3	03	L	0	2	H	U	qHL3
03L03L_U_qL302	03	L	0	3	L	U	qL302
04H000_U_qH4	04	H	0	0	0	U	qH4
04H100_U_qH41	04	H	1	0	0	U	qH41
04H11H_U_qH4101	04	H	1	1	H	U	qH4101
04H12L_U_qLH41	04	H	1	2	L	U	qLH41
04H13H_U_qH4102	04	H	1	3	H	U	qH4102
04H200_U_qH42	04	H	2	0	0	U	qH42
04H21L_U_qH4201	04	H	2	1	H	U	qH4201
04H22H_U_qLH42	04	H	2	2	L	U	qLH42
04H23H_U_qH4202	04	H	2	3	H	U	qH4202
04L000_U_qtL4	04	L	0	0	0	U	qtL4
04L100_U_qL41	04	L	1	0	0	U	qL41
04L11L_U_qL4101	04	L	1	1	L	U	qL4101
04L12H_U_qHL41	04	L	1	2	H	U	qHL41

Dateiname	Segment 1					Segment 2	Segment 3
	Einheit	H/L	Unter- einheit	weitere Unter- teilung	0/H/L	Parameter	Kürzel
04L13L_U_qL4102	04	L	1	3	L	U	qL4102
04L200_U_tL42ks	04	L	2	0	0	U	tL42ks
04L300_U_tL43fs	04	L	3	0	0	U	tL43fs
05H000_U_tH5ogt	05	H	0	0	0	U	tH5ogt
05L000_U_tL5obks	05	L	0	0	0	U	tL5obks
06H000_U_tH6ht	06	H	0	0	0	U	tH6ht
06L000_U_tL6	06	L	0	0	0	U	tL6
06L100_U_tL61ubks	06	L	1	0	0	U	tL61ubks
06L11L_U_tL6101ubks	06	L	1	1	L	U	tL6101ubks
06L12H_U_tHL61fr	06	L	1	2	H	U	tHL61fr
06L13L_U_tL6102ubks	06	L	1	3	L	U	tL6102ubks
06L200_U_tL62vfs	06	L	2	0	0	U	tL62vfs
07H000_U_tH7ugt	07	H	0	0	0	U	tH7ugt

Das Segment 1 stellt einen sechsstelligen Schlüssel dar, der die hydrostratigrafische Einheit gemäß der in Tab. C-2 angeführten Nummer beschreibt:

- Die ersten beiden Stellen dieses Schlüssels geben die Nummer der hydrostratigrafischen Einheit an („1“ bis „9“ nach Tab. C-2). Bei einer einstelligen Nummer wird an der ersten Stelle des Schlüssels die Zahl „0“ vorangestellt (z. B. „01“), um ggf. erforderliche Erweiterungen durch ältere hydrostratigrafische Einheiten zu ermöglichen.
- Die dritte Stelle des Schlüssels gibt an, ob es sich um einen Grundwasserhemmer („H“) oder um einen Leiter („L“) handelt.
- Die vierte Stelle bezeichnet die Nummer von Untereinheiten, die ausschließlich in den hydrostratigrafischen Einheiten 4 (4.1, 4.2 und 4.3) sowie 6 (6.1 und 6.2) definiert sind. In allen anderen Fällen wird an dieser Stelle die Zahl „0“ verwendet.
- Die fünfte Stelle beschreibt mögliche weitere Unterteilungen der in Tab. C-2 vordefinierten Haupteinheiten in Zwischenschichten als „Grundwasserhemmer im Leiter“ (HL) oder „Grundwasserleiter im Hemmer“ (LH). In diesen Fällen ist eine Nummerierung der Schichtfolge von oben nach unten mit der Zahl „1“ beginnend vorzunehmen. Dabei ist eine maximale Unterteilung von neun einzelnen Schichten vorgesehen. Wenn keine Unterteilung in Zwischenschichten vorkommt, ist an dieser Stelle die Zahl „0“ einzutragen.

- Wenn durch die fünfte Stelle eine weitere Unterteilung in Zwischenschichten beschrieben wird, so ist auf der sechsten Stelle anzugeben, ob es sich bei der Schicht um einen Hemmer („H“) oder Leiter („L“) handelt. Wenn keine Unterteilung in Zwischenschichten vorkommt, ist an dieser Stelle wiederum die Zahl „0“ einzutragen.

Das Segment 2 ist ein- bis dreistellig und beschreibt Parameter der jeweiligen hydrostratigrafischen Einheit, z. B.:

- „\_O\_“: Oberkante,
- „\_U\_“: Unterkante,
- „\_M\_“: Mächtigkeit,
- „\_K\_“: Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ -Wert),
- „\_T\_“: Transmissivität,
- „\_S\_“: Speicherkoeffizient,
- „\_H\_“: Grundwasserstand.

Das Segment 3 wird aus dem Kürzel der hydrostratigrafischen Einheit gemäß Tab. C-2 unter Weglassung der Punkte gebildet und dient als intuitiv verständliches Symbol zur besseren Wiedererkennung.

## 6. Unterlagen

LLUR (2012): Geologische Übersichtskarte von Schleswig-Holstein 1 : 250.000.- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein; Flintbek.

MANHENKE, V., E. REUTTER, M. HÜBSCHMANN, A. LIMBERG, M. LÜCKSTÄDT, B. NOMMENSEN, A. PETERS, W. SCHLIMM, R. TAUGS & H.-J. VOIGT (2001): Hydrostratigrafische Gliederung des nord- und mitteldeutschen känozoischen Lockergesteinsgebietes.- Z. angew. Geol., **47**: 146-152; Hannover (BGR).

REUTTER, E. (2011): Hydrostratigrafische Gliederung Niedersachsens.- Geofakten **21**: 11 S.; Hannover (LBEG).

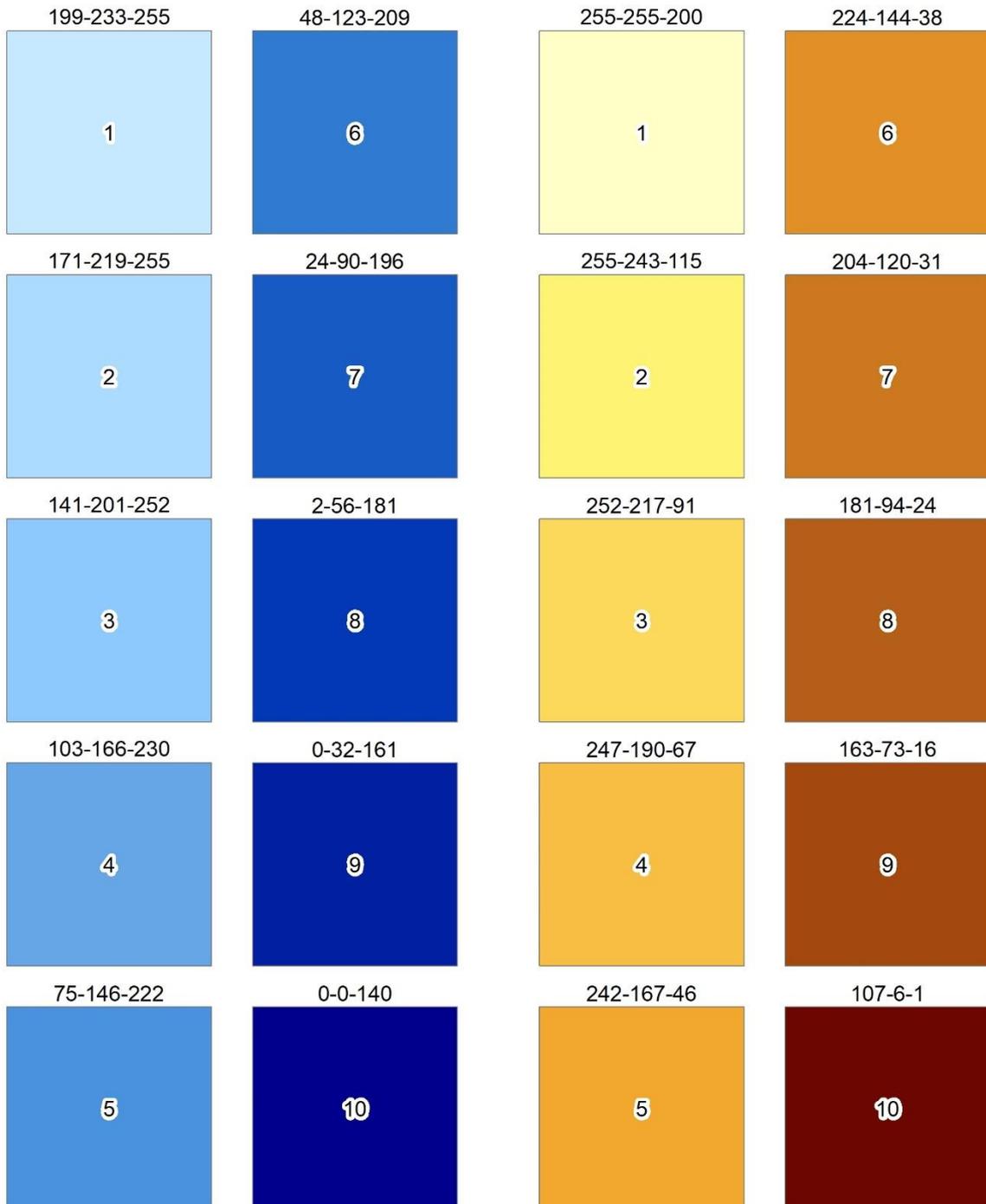


## Anlage 6

Stand: 02. Januar 2023

### Legendenvorlage

Die nachfolgende Farbskala zeigt die in den Mächtigkeitkarten zu verwendenden Farbklassen (RGB-Notation) für Grundwasserleiter (blau) und -hemmer (gelb bis braun).





**Leistungsbeschreibung und -verzeichnis zur Erstellung eines Agrarstrukturellen Fachbeitrags im Rahmen der Vorarbeiten zur Ausweisung des Wasserschutzgebietes**

**Inhalt**

<b>1. Allgemeines .....</b>	<b>D.2</b>
1.1 Hinweise.....	D.2
1.2 Gegenstand der Ausschreibung .....	D.2
1.3 Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner .....	D.3
<b>2. Beschreibung der Leistungspositionen.....</b>	<b>D.3</b>
2.1 Geplantes Wasserschutzgebiet und Untersuchungsraum .....	D.3
2.2 Agrarstruktureller Fachbeitrag .....	D.3
2.2.1 Gliederung, Umfang und inhaltliche Anforderungen.....	D.3
2.2.2 Berichtsdocumentation und Übergabe der Fachdaten .....	D.7
<b>3. Bereitstellung von Geofachdaten.....</b>	<b>D.7</b>
<b>4. Ausführungsfristen .....</b>	<b>D.7</b>

**Anlagen**

- 1 Kenndaten und Leistungsmerkmale der Ausschreibung
- 2 Übersichtskarte des Untersuchungsraums
- 3 Übersichtskarte des Untersuchungsraums mit der Flächennutzung
- 4 Leistungsverzeichnis (LV)

## **1. Allgemeines**

### **1.1 Hinweise**

Die gebietsspezifischen Kenndaten und Leistungsmerkmale der vorliegenden Leistungsbeschreibung (LB) zur Erstellung eines agrarstrukturellen Fachbeitrags (AFB) im Rahmen der fachlichen Vorarbeiten zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes (WSG) sind in einem Formblatt zusammengestellt (Anlage 1). Die Verwendung des Formblatts soll neben der besseren Übersichtlichkeit dazu dienen, dass die vorliegende LB in der Regel in einer allgemeinen, von dem geplanten Wasserschutzgebiet unabhängigen Form aufgestellt werden kann. Die maßgeblichen Kenndaten und Leistungsmerkmale werden vom Wasserversorgungsunternehmen (WVU) als Auftraggeber (AG) in Abstimmung mit dem Geologischen Dienst (GD) festgelegt und in Anlage 1 eingetragen.

### **1.2 Gegenstand der Ausschreibung**

Für das geplante, in Anlage 1 genannte Wasserschutzgebiet sowie für den in den Übersichtskarten (Anlagen 2 und 3) dargestellten Untersuchungsraum soll ein AFB erstellt werden. Ziel des AFB ist es, die landwirtschaftliche Bodennutzung sowie die Betroffenheiten der landwirtschaftlichen und ggf. gartenbaulichen Betriebe im geplanten Wasserschutzgebiet aktuell zu erfassen und darzustellen.

Die Erhebungen zur Erstellung des AFB sind unter Berücksichtigung der aktuell vorgesehenen landwirtschaftlichen Regelungen in Wasserschutzgebieten auf die betroffene landwirtschaftlich genutzte Fläche sowie die Betroffenheiten der landwirtschaftlichen und ggf. gartenbaulichen Betriebe auszurichten und zu begrenzen. Die aktuell vorgesehenen landwirtschaftlichen Regelungen in Wasserschutzgebieten werden dem Auftragnehmer (AN) nach Auftragsvergabe seitens des GD zur Kenntnis gegeben.

Datenerhebungen und Darstellungen der bodenkundlichen Gebietseigenschaften (Bodentypen, Bodenarten etc.) sowie nähere Angaben über nicht landwirtschaftliche Nutzungen (Siedlung, Verkehr, Gewerbe, Industrie, Altlasten etc.) werden gesondert betrachtet und sind nicht Gegenstand des AFB. Gleichwohl soll der AFB zur Charakterisierung des Untersuchungsraums und des geplanten Wasserschutzgebietes einen Überblick über die gesamtgebietliche Flächennutzung geben.

**Das Angebot muss alle im Leistungsverzeichnis (LV, Anlage 4) aufgeführten Einzelpositionen umfassen. Nebenangebote sind nicht zulässig. Das Angebot muss Bruttopreise einschließlich der gültigen Mehrwertsteuer enthalten.**

### **1.3 Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner**

Die Auftragsabwicklung und fachliche Begleitung der Maßnahme erfolgt von Seiten des AG durch die in Anlage 1 genannten Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner. Weiterhin sind in Anlage 1 die Bearbeiterinnen und Bearbeiter genannt, die von Seiten des GD die fachliche Begleitung der Maßnahme übernehmen.

## **2. Beschreibung der Leistungspositionen**

### **2.1 Geplantes Wasserschutzgebiet und Untersuchungsraum**

Die Flächengröße des geplanten Wasserschutzgebietes und des für die Erhebung und Darstellung der Agrarstruktur im Rahmen des AFB maßgeblichen Untersuchungsraums ist der Anlage 1 zu entnehmen. Anlage 2 enthält eine Übersichtskarte zur Lage des geplanten Wasserschutzgebietes und des Untersuchungsraums. Der Untersuchungsraum ergibt sich aus der Fläche des geplanten Wasserschutzgebietes, die durch einen Puffer erweitert ist. Die Größe und der Anteil der landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzten Gesamtfläche im geplanten Wasserschutzgebiet und im Untersuchungsraum nach den in ATKIS® (©LVerGeo SH) vorliegenden Flächennutzungsdaten ist in Anlage 1 angegeben. Anlage 3 enthält eine Übersichtskarte der Flächennutzung im Untersuchungsraum. Weiterhin ist in Anlage 1 die Anzahl der im geplanten Wasserschutzgebiet wirtschaftenden Betriebe aufgeführt, die sich nach der Auswertung des Landwirtschaftlichen Flächenkatasters (LFK) ergibt. Bei den Angaben zu den Flächengrößen und zur Betriebsanzahl in Anlage 1 handelt es sich um Orientierungswerte, die von den tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort abweichen können.

Die geplante Gliederung des Wasserschutzgebietes mit der Engeren Schutzzone (Zone II) und der Unterteilung der Weiteren Schutzzone (Zone III) in die Zonen III A und III B sowie die Flächengrößen der einzelnen geplanten Schutzzonen ist in Anlage 1 angegeben.

### **2.2 Agrarstruktureller Fachbeitrag**

#### **2.2.1 Gliederung, Umfang und inhaltliche Anforderungen**

Die untenstehende Beschreibung enthält die fachlichen Anforderungen an den Umfang und Inhalt des zu erstellenden AFB. Die abschnittsweise Beschreibung dient gleichzeitig als Mustergliederung des AFB. Die dort genannten Punkte sind im AFB jeweils zu beschreiben sowie im laufenden Text als Tabellen, Grafiken und Abbildungen sowie teilweise im Anhang als Karten darzustellen.

Zur Ermittlung und Auswertung der Agrarstruktur werden die erforderlichen Geobasisdaten durch den AG zur Verfügung gestellt, z. B.:

- ATKIS®-Digitale topographische Karten (DTK),
- ATKIS®-Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM),
- ATKIS®-Digitale Orthophotos (DOP).

Im Untersuchungsraum für den AFB sind die landwirtschaftlichen und ggf. gartenbaulichen Flächennutzer zu ermitteln und so zu befragen, dass die unten aufgeführten Anforderungen an den AFB erfüllt werden können. Die landwirtschaftliche Flächennutzung ist schlagweise aufzunehmen und darzustellen. Die Aufnahme soll durch Befragung der Flächennutzer und unter Berücksichtigung der in ATKIS® (©LVerGeo SH) vorliegenden Flächennutzungsdaten erfolgen. Wenn die Anforderungen an den AFB durch die Befragung nicht erfüllt werden können, muss eine ergänzende Geländebegehung erfolgen.

Persönliche Daten der Flächennutzer dürfen unter Beachtung der datenschutzrechtlichen Vorgaben vom AN nur intern und im Rahmen dieses Auftrags verwendet werden. Sie werden nicht an den AG oder den GD weitergegeben.

Die Ergebnisdarstellungen einschließlich aller Angaben und Visualisierungen der statistischen und flächenstatistischen Erhebungen in Form von Tabellen, Grafiken, Abbildungen und Karten sind jeweils sowohl auf den Untersuchungsraum als auch auf die geplante WSG-Fläche unter Differenzierung der geplanten Zonen II und III (bzw. III A/III B) zu beziehen.

Im Detail sind im AFB folgende Angaben und Aussagen erforderlich:

1. Veranlassung

2. Untersuchungsraum und geplantes Wasserschutzgebiet

- Kurzbeschreibung des Untersuchungsraums und des Verlaufs der geplanten WSG-Abgrenzung einschließlich der Zonengliederung (Zonen II und III (bzw. III A/III B), Flächengrößen [ha]);
- Beschreibung der kommunalen Gliederung des Untersuchungsraums und des geplanten Wasserschutzgebietes (Kreise, kreisfreie Städte, Ämter, Gemeinden).

3. Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe und Flächenanteile

- Anzahl der betroffenen Betriebe, aufgliedert nach Erwerbsform (Haupt- und Nebenerwerb, Hobby-Landwirte) sowie Lage der Hofstellen (innerhalb bzw. außerhalb des Untersuchungsraums sowie innerhalb bzw. außerhalb der Zonen II und III (bzw. III A/III B));

- Flächenbetroffenheit der Betriebe; mit Angabe der Betriebsanzahl, der gesamtbetrieblich bewirtschafteten Fläche und des Flächenanteils im Untersuchungsraum sowie in den Zonen II und III (bzw. III A/III B) (Angaben jeweils absolut [ha] und relativ [Flächen-%], aufgegliedert nach Erwerbsform und Lage der Hofstelle);
- Angabe der betroffenen Betriebe nach Betriebstypen/Wirtschaftsstruktur (Marktfruchtbau, Futterbau, Veredelung (Schweine, Geflügel), Sonderbetriebe (Baumschulen, Erwerbsgartenbau, Gemüsebau etc.) sowie nach der Unterscheidung zwischen konventionellem und ökologischem Landbau; Angabe der jeweiligen Betriebsanzahl, der gesamtbetrieblich bewirtschafteten Fläche sowie des Flächenanteils im Untersuchungsraum sowie in den Zonen II und III (bzw. III A/III B) (Angaben jeweils absolut [ha] und relativ [Flächen-%]);
- Angabe der betroffenen Betriebe nach Betriebsgröße (Größenklassen), Angabe der Betriebsanzahl, der gesamtbetrieblich bewirtschafteten Fläche und des Flächenanteils im Untersuchungsraum sowie in den Zonen II und III (bzw. III A/III B) (Angaben jeweils absolut [ha] und relativ [Flächen-%], aufgegliedert nach Erwerbsform).

#### 4. Flächennutzung

- Beschreibung der gesamtgebietlichen Nutzung anhand zusammengefasster Nutzungskategorien (landwirtschaftliche Fläche, Forst, Siedlung, Verkehr, Wasserflächen, Sonstiges) unter Angabe der jeweiligen Flächengröße und des Flächenanteils im Untersuchungsraum sowie in den Zonen II und III (bzw. III A/III B);
- Beschreibung der landwirtschaftlichen Flächennutzung im Untersuchungsraum sowie in den Zonen II und III (bzw. III A/III B) unter Angabe der jeweiligen Kulturarten und ihrer Flächenanteile (jeweils absolut [ha] und relativ [Flächen-%]); Differenzierung der Kulturarten nach Dauergrünland, Getreidearten mit ggf. weiterer Differenzierung z. B. nach Sommergetreide und den einzelnen Wintergetreidearten, Körnerleguminosen, Winterraps, Ackergras, Mais, Kartoffeln, Rüben und Sonderkulturen (Baumschulen, Gärtnereien, Gemüse-, Erdbeer- und Beerenobstkulturen, Weihnachtsbaumkulturen, Spargel etc.);
- Angabe der Flächen, die im Rahmen von Verträgen (z. B. Biotopprogramme im Agrarbereich, markt- und standortangepasste Landbewirtschaftung, Vertragsnaturschutz, Grundwasserschutzvereinbarungen) bewirtschaftet werden;
- Besonderheiten der landwirtschaftlichen Flächennutzung.

#### 5. Viehwirtschaft

- Angabe der absoluten Anzahl der Nutztiere und umgerechnet in Großvieheinheiten nach der Düngeverordnung (DüV; Angaben mit zwei Nachkommastellen) im Untersuchungsraum sowie in den Zonen II und III (bzw. III A/III B), aufgeschlüsselt nach Tierart und Erwerbsform der Betriebe;

- Angabe des durchschnittlichen Viehbesatzes je ha, aufgeschlüsselt nach Tierart und Erwerbsform der Betriebe;
- Angabe des durchschnittlichen Viehbesatzes aller Betriebe je ha im Untersuchungsraum sowie in den Zonen II und III (bzw. III A/III B);
- Beschreibung spezieller Formen der Tierhaltung (Outdoorhaltung (z. B. Geflügel- oder Schweinehaltung), ganzjährige Weidehaltung, Pferdehaltungsformen Fischteiche etc.);
- Beschreibung der Art der Lagerung von Wirtschaftsdünger und Gärfutter;
- Angaben zu den Lagerkapazitäten für Wirtschaftsdünger und Gärfutter der im Untersuchungsraum sowie in den Zonen II und III (bzw. III A/III B) wirtschaftenden Betriebe, betriebsbezogener Vergleich des Wirtschaftsdüngeranfalls mit den vorhandenen Lagerkapazitäten.

#### 6. Betroffenheiten der landwirtschaftlichen und ggf. gartenbaulichen Betriebe

- Zusammenfassende Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen der geplanten Schutzgebietsausweisung auf die Betriebe in den Zonen II und III (bzw. III A/III B).

#### 7. Zusammenfassung

- Der AFB ist mit einer Zusammenfassung abzuschließen.

Als Anlagen zum AFB sind zwei GIS-basierte, thematische Karten im amtlichen geodätischen Bezugssystem ETRS89/UTM32 (EPSG-Code 25832) anzufertigen. Diese Karten sollen den gesamten Untersuchungsraum mit dem geplanten Wasserschutzgebiet zeigen und sind im definierten Maßstab gemäß Anlage 1 zu erstellen:

- Gesamtgebietliche Nutzung innerhalb des Untersuchungsraums: Darstellung der gesamtgebietlichen Nutzung im Untersuchungsraum mit Differenzierung der unter Punkt „4. Flächennutzung“, 1. Anstrich, der vorstehenden Mustergliederung genannten Nutzungskategorien, in dieser Karte sind auch die Standorte der Förderbrunnen sowie die geplanten Zonen II und III (bzw. III A/III B) des Wasserschutzgebietes darzustellen;
- landwirtschaftliche Nutzung innerhalb des Untersuchungsraums: Darstellung der landwirtschaftlichen Nutzung im Untersuchungsraum mit Differenzierung der unter Punkt „4. Flächennutzung“, 2. Anstrich, der vorstehenden Mustergliederung genannten Kulturarten und der unter Punkt „4. Flächennutzung“, 3. Anstrich, aufgeführten Flächen, in dieser Karte sind auch die Standorte der Förderbrunnen sowie die geplanten Zonen II und III (bzw. III A/III B) darzustellen.



Vorgabe für die Karten ist die Verwendung eines entsprechenden topografischen Hintergrunds, einer Maßstabsleiste und eines Kartenrahmens mit den zugehörigen Koordinatenangaben. In Abhängigkeit des Maßstabs sind als Kartengrundlagen ATKIS®-DTK 5, ATKIS®-DTK 25 oder ATKIS®-DTK 50 zu verwenden.

### **2.2.2 Berichtsdocumentation und Übergabe der Fachdaten**

Die Berichtsdocumentation des AFB ist dem AG und dem GD vorab im Entwurf per E-Mail (als WORD- und PDF-Datei) zur Prüfung vorzulegen. Erforderliche Änderungen sind vom AN einzuarbeiten. Die Abgabe der endgültigen Version des Fachbeitrags erfolgt in insgesamt vierfacher analoger Form (eine Ausfertigung für den AG, drei Ausfertigungen für den GD bzw. für die Verwendung im späteren förmlichen Verfahren) in separaten Heftern oder Aktenordnern (nicht gebunden). Die Daten des Textteils und der Anlagen sind unter Einbindung aller Abbildungen und Tabellen zusätzlich digital im PDF-, WORD-, EXCEL- (oder alternative Open Source-Dateiformate) und im ESRI Shapefile-Format abzugeben.

### **3. Bereitstellung von Geofachdaten**

Zu Auftragsbeginn werden dem AN vom GD die Standorte der Förderbrunnen, die parzellenscharfe Abgrenzung (ggf. Zonen II und III (bzw. III A/III B)) sowie die Abgrenzung des Untersuchungsraums zur Verfügung gestellt. Die Daten werden im ESRI Shapefile-Format übergeben.

Die zur Verfügung gestellten Geofachdaten dürfen nur in Zusammenhang mit der ausgeschriebenen Leistung verwendet werden. Eine weitere Nutzung oder die Weitergabe durch den AN ist nicht zulässig.

### **4. Ausführungsfristen**

Mit der Ausführung der Leistung ist gemäß der Angabe in Anlage 1 zu beginnen. Einzelheiten sind mit dem AG und dem GD vor Ausführung der Leistungen abzustimmen.

Durch den AN ist ein verbindlicher Zeitplan mit Angabe der maßgeblichen Bearbeiter/innen zu übergeben. Der AN ist verpflichtet, dem AG regelmäßig über den Bearbeitungsstand per E-Mail zu unterrichten. Soweit kein Fremdverschulden vorliegt, ist der AN bei Nichteinhaltung des Zeitplans verpflichtet, geeignete Maßnahmen zur Kompensation der Verzögerung zu treffen (z. B. durch Einsatz von zusätzlichem Personal).

**Der AN ist verpflichtet, bis zu dem in Anlage 1 angegebenen Datum die endgültigen und kompletten Arbeitsergebnisse zu übergeben und die Schlussrechnung vorzulegen.**



## Anlage 1

Stand: 02. Januar 2023

### Kenndaten und Leistungsmerkmale der Ausschreibung

Im vorliegenden Formblatt sind die gebietsspezifischen Kenndaten und Leistungsmerkmale der Leistungsbeschreibung (LB) zur Erstellung eines Agrarstrukturellen Fachbeitrages im Rahmen der Vorarbeiten zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes (WSG) zusammengestellt.

Nachfolgende Angaben werden vom Wasserversorgungsunternehmen (WVU) als Auftraggeber (AG) in Abstimmung mit dem Geologischen Dienst (GD) festgelegt. Die Gliederung der aufgeführten Kenndaten und Leistungsmerkmale folgt den Abschnitten der LB.

Kenndaten und Leistungsmerkmale	Angaben
<b>1.1 Hinweise</b>	
WVU	[Name]  [Straße] [Postleitzahl, Ort]
<b>1.2 Gegenstand der Ausschreibung</b>	
Wasserschutzgebiet (WSG)	[Name]
<b>1.3 Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner</b>	
Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner seitens des AG	[Name] [Tel.-Nr.] [Fax.-Nr.] [E-Mail]
Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner seitens des GD	[Name] [Tel.-Nr.] [Fax.-Nr.] [E-Mail]
<b>2.1 Geplantes Wasserschutzgebiet und Untersuchungsraum</b>	
Flächengröße des geplanten WSG	[Fläche] km <sup>2</sup>
Flächengröße des Untersuchungsraums	[Fläche] km <sup>2</sup>

Kenndaten und Leistungsmerkmale	Angaben
Größe und Anteil der landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzten Gesamtfläche Flächengröße nach den im ATKIS® vorliegenden Flächennutzungsdaten im geplanten WSG	[Fläche] km <sup>2</sup> , [Anteil] Flächen-%
Größe und Anteil der landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzten Gesamtfläche Flächengröße nach den im ATKIS® vorliegenden Flächennutzungsdaten im Untersuchungsraum	[Fläche] km <sup>2</sup> , [Anteil] Flächen-%
Anzahl der im geplanten WSG wirtschaftenden Betriebe nach Auswertung des Landwirtschaftlichen Flächenkatasters (LFK)	[Anzahl]
geplante Ausweisung einer Engeren Schutzzone (Zone II)	[ja/nein]
geplante Unterteilung der Weiteren Schutzzone (Zone III) in die Zonen III A und III B	[ja/nein]
ggf. Flächengröße der geplanten Zone II	[Fläche] km <sup>2</sup>
Flächengröße der geplanten Zone III	[Fläche] km <sup>2</sup>
ggf. Flächengröße der geplanten Zone III A	[Fläche] km <sup>2</sup>
ggf. Flächengröße der geplanten Zone III B	[Fläche] km <sup>2</sup>
<b>2.2.1 Gliederung, Umfang und inhaltliche Anforderungen</b>	
Maßstab der GIS-basierten, thematischen Karten in den Anlagen	[Maßstab]
<b>4. Ausführungsfristen</b>	
Beginn der Ausführungsfrist	[umgehend nach der Auftragserteilung oder Datum]
Ende der Ausführungsfrist (Übergabe der endgültigen und kompletten Arbeitsergebnisse, Vorlage der Schlussrechnung)	bis zum [Datum]

## **Anlage 2**

Stand: 02. Januar 2023

### **Übersichtskarte des Untersuchungsraums**

Hier ist in Abstimmung mit dem Geologischen Dienst (GD) eine Übersichtskarte des zu bearbeitenden Untersuchungsraums im Format DIN A3 einzufügen. Die Übersichtskarte wird vom GD angefertigt und zur Verfügung gestellt.



### **Anlage 3**

Stand: 02. Januar 2023

#### **Übersichtskarte des Untersuchungsraums mit der Flächennutzung**

Hier ist in Abstimmung mit dem Geologischen Dienst (GD) eine Übersichtskarte des zu bearbeitenden Untersuchungsraums mit der Flächennutzung im Format DIN A3 einzufügen. Die Übersichtskarte wird vom GD angefertigt und zur Verfügung gestellt.





**Anlage 4**

Stand: 02. Januar 2023

**Leistungsverzeichnis (LV)**

Bei der Bearbeitung und beim Angebot sind die Angaben in Anlage 1 zu beachten. Die vorliegende Anlage ist auch als EXCEL-Datei *Leitfaden\_Teil2\_AnhD\_Anl4.xlsx* verfügbar.

<b>Position</b>	<b>Kurzbeschreibung</b>	<b>Menge</b>	<b>Einheit</b>	<b>EP (€)</b>	<b>GP (€)</b>
<b>1. Erstellung des Agrarstrukturellen Fachbeitrags (gemäß LB Abschnitt 2.2.1)</b>					
1.1	Ermittlung der Flächeneigentümer im Untersuchungsraum		Stck		
1.2	Befragung der Flächeneigentümer im Untersuchungsraum		Stck		
1.3	Schlagbezogene Kartierung der landwirtschaftlichen und ggf. gartenbaulichen Flächen im Untersuchungsraum durch Geländebegehung	1	psch		
1.4	Beschreibung des Untersuchungsraumes und des geplanten Wasserschutzgebietes (WSG)	1	psch		
1.5	Auswertung der Daten zu den landwirtschaftlichen und ggf. gartenbaulichen Betrieben und Flächenanteilen	1	psch		
1.6	Auswertung der Flächennutzung	1	psch		
1.7	Auswertung der Daten zur Viehwirtschaft	1	psch		
1.8	Bewertung der Betroffenheiten der landwirtschaftlichen und ggf. gartenbaulichen Betriebe	1	psch		
1.9	GIS-basierte Erstellung der thematischen Karten	2	Stck		
<b>2. Berichtsdocumentation und Datenabgabe (gemäß LB Abschnitt 2.2.2)</b>					
2.1	Erstellung des Berichts (Textteil und Anlagen)	1	psch		
2.2	Anfertigung der Berichtsexemplare (Textteil und Anlagen)	4	Stck		
2.3	Bereitstellung der Daten auf einer DVD, USB-Stick oder Festplatte	1	Stck		

<b>Position</b>	<b>Kurzbeschreibung</b>	<b>Menge</b>	<b>Einheit</b>	<b>EP (€)</b>	<b>GP (€)</b>
<b>B Bedarfsposition</b>					
B.1	Anfertigung eines Berichtsexemplars (Textteil und Anlagen) nach Nr. 2.2	1	Stck		
<b>Angebotssummen</b>					
	Summe netto				
	MwSt.		%		
	Summe brutto				

-----  
Ort, Datum, Unterschrift