Leitfaden
für die Ausweisung von Trinkwasserschutzzonen um Grundwasserfassungen



Administration
de la gestion de l'eau
Grand-Duché de Luxembourg

HERAUSGEBER

Administration de la gestion de l'eau

1, avenue du Rock'n'Roll
L–4361 Esch-sur-Alzette
Tel. : (+352) 247 - 50500
potable@eau.etat.lu

www.waasser.lu

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zielsetzung 5

2. Gliederung des Trinkwasserschutzgebietes 7
2.1 Vorbemerkung 7
2.2 Zone I (Unmittelbare Schutzzone) 8
2.3 Zone II (Engere Schutzzone) 8
2.4 Zone III (Weitere Schutzzone) 9

3. Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung des Schutzzonengutachtens 10

4. Aufbau und Inhalt des Schutzzonengutachtens 16
4.1 Teil A: Wasserwirtschaftlicher und hydrogeologischer Schutzzonenbericht 16
4.2 Teil B: Schutzzonenplan 20

5. Anhang 1: Gliederung des Schutzzonen-gutachtens 21

6. Anhang 2: Graphische Bewertung und Trenddarstellung 28

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Ablauf des Schutzzonenverfahrens 6
Abb. 2 Schematische Darstellung der Gliederung von Trinkwasserschutzgebieten 7
Abb. 3 Vorgehensweise zur Erstellung des Schutzzonengutachtens 11
Abb. 4 Matrix zur Klassifizierung der Vulnerabilität 14
Abb. 5 Einteilung der Wasserschutzzone 15
Abb. 6 Risikoermittlung durch Überlagerung von Vulnerabilität und Gefährdungspotenzial 19
Abb. 7 Matrix zur Risikobewertung (4 × 4-Matrix) 19
Abb. 8 Beispielhafte Darstellung eines fiktiven Datensatzes mit Konzentrationswerten und Niederschlägen 28
Abb. 9 Beispiel für die grafische Darstellung einer Zeitreihe 29

„DAS MODIFIZIERTE WASSERGESETZ VOM 19. DEZEMBER 2008 VERPFLICHTET IN ARTIKEL 44 ZUR AUSWEISUNG VON SCHUTZGEBIETEN UM GRUNDWASSERFASSUNGEN, DIE DER ÖFFENTLICHEN TRINKWASSERVERSORGUNG DIENEN.“

1. Einleitung und Zielsetzung

Das modifizierte Wassergesetz vom 19. Dezember 2008 verpflichtet in Artikel 44 zur Ausweisung von Schutzgebieten um Grundwasserfassungen, die der öffentlichen Trinkwasserversorgung dienen. Ziel dieses Leitfadens ist es, eine einheitliche, transparente und nachvollziehbare Vorgehensweise bei der Festlegung solcher Trinkwasserschutzgebiete sicherzustellen. Er richtet sich in erster Linie an Studienbüros sowie an die Trinkwasserversorger.

Der Leitfaden orientiert sich am DVGW-Arbeitsblatt W 101 (A) *„Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete – Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser“* (März 2021), wurde jedoch an die spezifischen hydrogeologischen und rechtlichen Rahmenbedingungen Luxemburgs angepasst.

Das in Luxemburg für die öffentliche Trinkwasserversorgung genutzte Grundwasser stammt überwiegend aus Poren-, Kluft- und Karstgrundwasserleitern. Diese Systeme sind durch eine ausgeprägte geologische und hydrogeologische Heterogenität gekennzeichnet, die je nach Standort stark variieren kann.

Infolge dieser Vielfalt unterscheiden sich die Schutz- und Fließbedingungen erheblich zwischen den einzelnen Einzugsgebieten. Einzelne Teilbereiche können daher ein erhöhtes Risiko für Verunreinigungen aufweisen. Eine pauschale Bemessung der Schutzzonen nach einem einheitlichen Standardverfahren ist daher nicht zielführend. Stattdessen ist eine standortspezifische Vorgehensweise erforderlich, die die jeweiligen hydrogeologischen Besonderheiten berücksichtigt.

Vor diesem Hintergrund ist eine systematische und methodisch fundierte Vorgehensweise notwendig, um die Vulnerabilität einer Grundwasserfassung zu bestimmen und darauf aufbauend das Schutzzonengutachten zu erstellen. Dieser Leitfaden bietet hierfür die fachliche Grundlage und ist bei der Ausarbeitung von Schutzzonengutachten in Luxemburg verbindlich zu berücksichtigen.

Der Ablauf des Verfahrens, von der Antragstellung bis zur rechtsverbindlichen Ausweisung des Wasserschutzgebietes mittels großherzoglicher Verordnung, ist in Abbildung 1 dargestellt. Der vorliegende Leitfaden enthält hierzu insbesondere Hinweise zum Aufbau, zu den Inhalten und zu den methodischen Schritten bei der Erstellung des Schutzzonengutachtens.

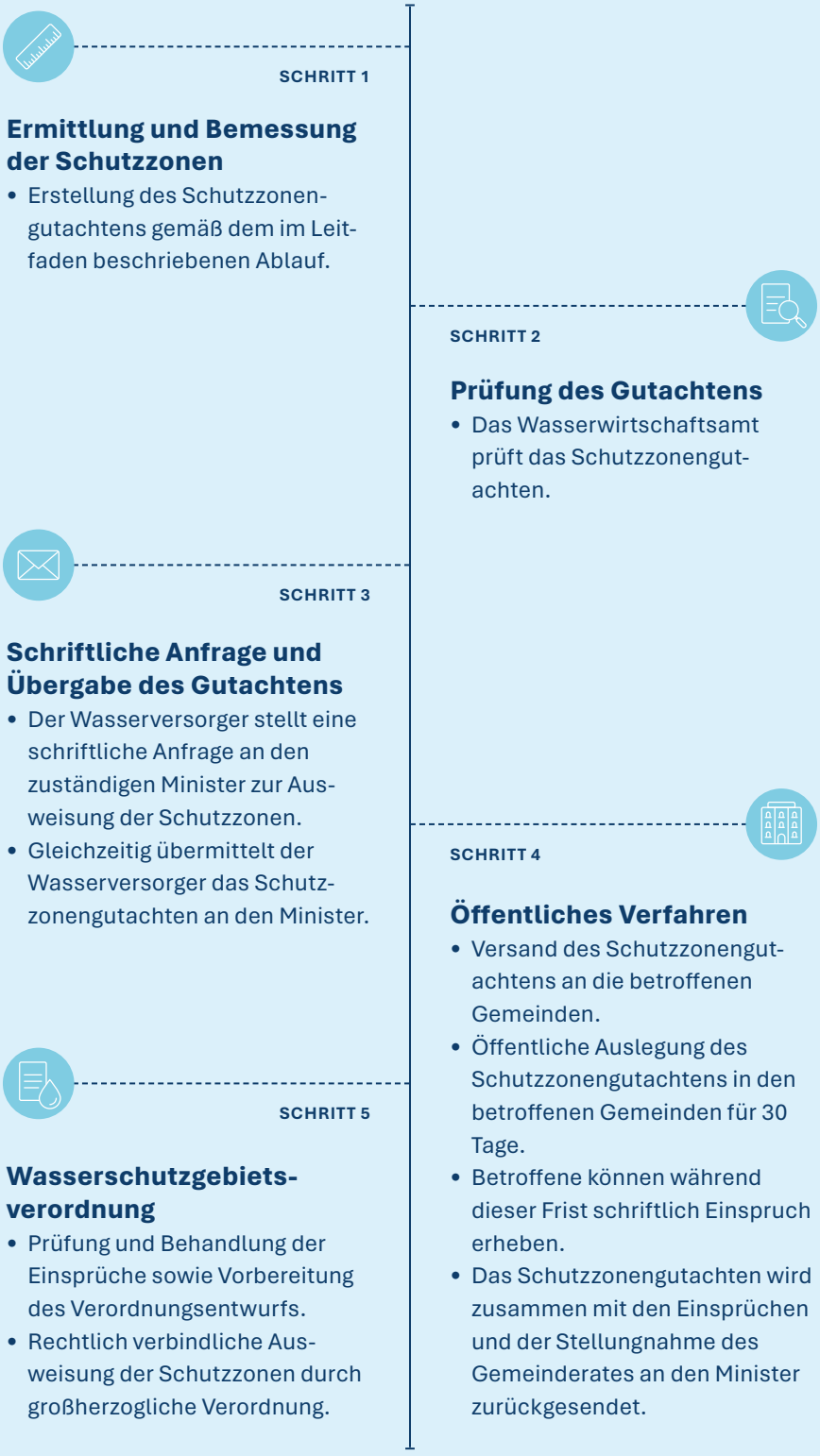


Abb. 1: Ablauf des Schutzzonenverfahrens

2. Gliederung des Trinkwasserschutzgebietes

2.1 Vorbemerkung

Die Trinkwasserschutzgebiete in Luxemburg werden in der Regel in Anlehnung an das technische Regelwerk des DVGW-Arbeitsblatt W 101 (März 2021), in mehrere Schutzzonen unterteilt:

- **Zone I:** Fassungsbereich
- **Zone II:** Engere Schutzzone
- **Zone II-V1:** Engere Schutzzone mit erhöhter Vulnerabilität
- **Zone III:** Weitere Schutzzone

Die Aufteilung eines Trinkwasserschutzgebietes in die genannten Schutzzonen ist beispielhaft in Abbildung 2 dargestellt.

Bei der Abgrenzung von Trinkwasserschutzgebieten in denen die Herkunft des Grundwassers durch die geologischen Gegebenheiten, hydraulische Anschlüsse an ein oder mehrere Oberflächengewässer, nicht dauerhaft genutzte Grundwasserfassungen oder weitere Spezialfälle nach DVGW W 101 A (2021: Abschn. 5.6) schwierig zu bestimmen ist, ist eine besonders enge Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt notwendig.

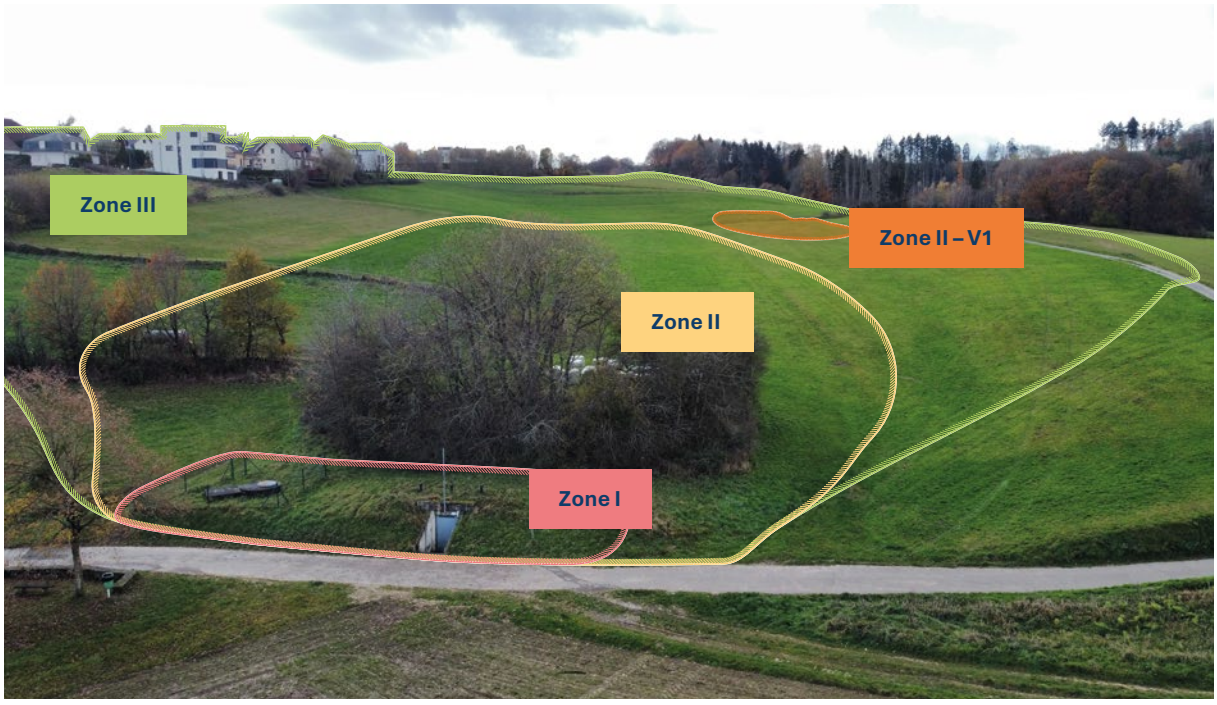


Abb. 2: **Schematische Darstellung der Gliederung von Trinkwasserschutzgebieten**

2.2 Zone I (Fassungsbereich)

Die Zone I dient dem Schutz der Grundwasserfassung vor jeglicher Verschmutzung und Beschädigung. Hier sind nur Aktivitäten vorzusehen, die dem Unterhalt und der Instandhaltung der Wassergewinnungsanlage dienen. Dieses Gebiet ist in der Regel einzuzäunen und als Grünfläche zu erhalten.

Bemessung der Zone I

Bei Brunnen oder Bohrungen umfasst diese Zone einen Radius von mindestens 10 Meter um die Entnahmestelle. Im Fall von Quellfassungen schließt Zone I sämtliche Wasserzuflüsse ein, die für die Trinkwasserproduktion genutzt werden, sowie einen Bereich von 10 bis 20 Metern stromaufwärts der erfassten Zuflüsse. Die Ausweisung sollte möglichst rechteckig erfolgen, um eine einfache Umzäunung zu ermöglichen.

„ZONE I DIENT DEM SCHUTZ DER GRUNDWASSER-FASSUNG VOR JEGLICHER VER-SCHMUTZUNG UND BESCHÄDIGUNG.“

2.3 Zone II (Engere Schutzzone)

Die Schutzzone II dient dem Schutz der Entnahmestellen vor mikrobiologischen Verunreinigungen (z. B. durch Bakterien oder Viren) sowie vor sonstigen Beeinträchtigungen, die durch Erdarbeiten, Eingriffe in den Untergrund oder Veränderungen des Grundwasserflusses verursacht werden können.

Bemessung der Zone II

Zur Gewährleistung eines wirksamen Schutzes vor mikrobiologischen Verunreinigungen reicht die Zone II bis zu jener Grenze, an der das Grundwasser mindestens 50 Tage benötigt, um von dort zur Entnahmestelle zu gelangen. Viren, Bakterien und andere mikrobiologische Verunreinigungen verlieren im Untergrund nach einer Aufenthaltsdauer von 50 Tagen ihre schädliche Wirkung. Die Grenze der engeren Schutzzone liegt in der Regel in einem Abstand von 300 bis 600 Metern zur Entnahmestelle. Die Bestimmung der 50-Tage-Linie erfolgt auf Grundlage der Grundwasserfließgeschwindigkeit, die mittels hydrogeologischer Untersuchungen und Auswertungen durch Fachbüros ermittelt wird.

In bestimmten Fällen, etwa bei tiefen Bohrungen, bei denen das Grundwasser durch undurchlässige Schichten geschützt ist, kann auf die Abgrenzung der Schutzzone II verzichtet werden, sofern keine mikrobiologische Verunreinigung zu erwarten ist.

„ZONE II DIENT DEM SCHUTZ DER ENT-NAHMESTELLEN VOR MIKROBIO-LOGISCHEN VER-UNREINIGUNGEN, VOR SONSTIGEN BEEINTRÄCHTIGUN-GEN, DIE DURCH ERDARBEITEN, EIN-GRIFFE IN DEN UN-TERGRUND ODER VERÄNDERUNGEN DES GRUNDWAS-SERFLUSSES VER-URSACHT WERDEN KÖNNEN.“

Andererseits gibt es Bereiche, in denen der natürliche Schutz des Grundwasserleiters aufgrund fehlender Deckschichten unzureichend ist oder wo eine bevorzugte hydraulische Verbindung zwischen Grundwasserneubildung und Grundwasserfassung besteht (z. B. Dolinen oder Kluftsysteme die mit der Fassung in Kontakt stehen), wodurch schnelle Oberflächenwasserflüsse in Richtung der Entnahmestelle auftreten können. In solchen Fällen ist das Verschmutzungsrisiko besonders hoch, weshalb eine zusätzliche Schutzzone, die Zone II-V1 (engere Schutzzone mit hoher Vulnerabilität), ausgewiesen werden kann. Diese Zone kann innerhalb der Schutzzonen II und III liegen.

2.4 Zone III (Weitere Schutzzone)

Die Zone III dient dem Schutz sowie dem Erhalt des chemischen und quantitativen Zustands der Grundwasserressourcen. Ziel ist es, die Fördermenge an der Entnahmestelle zu gewährleisten und das Risiko einer Grundwasserverschmutzung auf ein Minimum zu reduzieren.

Bemessung der Zone III

In der Regel erstreckt sich die Zone III auf das gesamte verbleibende Einzugsgebiet der Grundwasserfassung und deckt damit alle Bereiche ab, die nicht den Zonen I oder II zugeordnet sind. Zur Ermittlung und Dimensionierung des Einzugsgebietes sowie zur Plausibilitätskontrolle soll eine Wasserbilanz erstellt werden, die sowohl das Einzugsgebiet als auch die Wassergewinnung berücksichtigt. Dabei ist bei Quellfassungen der Mittelwert der Quellschüttung heranzuziehen, während bei Brunnen bzw. Bohrungen die im Pumpversuch ermittelte maximale Entnahmemenge maßgeblich ist.

Bei Tiefbohrungen, deren Grundwasserneubildungsgebiet mehrere Kilometer entfernt liegt, soll die Ausdehnung der weiteren Schutzzone unter Berücksichtigung der standortspezifischen hydrogeologischen Kriterien festgelegt werden, um einen ausreichenden Grundwasserschutz zu gewährleisten. Die Methodik ist hierbei mit dem Wasserwirtschaftsamt abzustimmen.

„ZONE III DIENT DEM SCHUTZ SOWIE DEM ERHALT DES CHEMISCHEN UND QUANTITATIVEN ZUSTANDS DER GRUNDWASSERRESSOURCEN.“

3. Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung des Schutzzonengutachtens

Wie in der Einleitung dargestellt, basiert die Ausweisung von Wasserschutzgebieten auf einem wasserwirtschaftlich-hydrogeologischen Fachgutachten, das von einem in Luxemburg anerkannten, geologischen Büro („organisme agréé“) erstellt wird.

Grundlage für die Bemessung der einzelnen Schutzzonen ist eine konzeptionelle Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse, die es ermöglicht, das einzugsgebietsspezifische Verschmutzungsrisiko zu identifizieren, bestehend aus der Vulnerabilität der Grundwasserressource und den Gefährdungspotenzialen im Einzugsgebiet.

Das Schutzzonengutachten ist in Anlehnung an das DVGW-Arbeitsblatt W 101 (März 2021) zu erstellen und hat insbesondere folgende Unterlagen und Untersuchungsergebnisse zu enthalten:

- Unterlagen zur Wassergewinnungsanlage sowie zum Messstellennetz;
- Angaben zur chemisch-physikalischen Beschaffenheit und Qualität des genutzten Grund- und Rohwassers (u. a. Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH, Trübung, chemische Parameter, mikrobiologische Parameter) einschließlich ihrer zeitlichen Entwicklung;
- Angaben zur Ergiebigkeit und Entnahme der Grundwasser- bzw. Quellfassung;
- Geologische und hydrogeologische Untersuchungen zur Ermittlung des maßgeblichen Einzugsgebiets sowie zur Identifizierung potenzieller Gefahrenzonen für die Rohwasserqualität:
  - Bestimmung der Vulnerabilität der Grundwasserressource
  - Ermittlung der Gefährdungspotenziale im Einzugsgebiet
- Ausweisung der Schutzzonen gemäß der in Kapitel 2 beschriebenen Unterteilung;

Eine schematische Darstellung des Verfahrensablaufs zur Erstellung und Abstimmung des Schutzzonengutachtens ist in Abbildung 3 wiedergegeben. Es handelt sich um ein gestuftes Vorgehen, dessen einzelne Arbeitsschritte nachfolgend beschrieben werden.

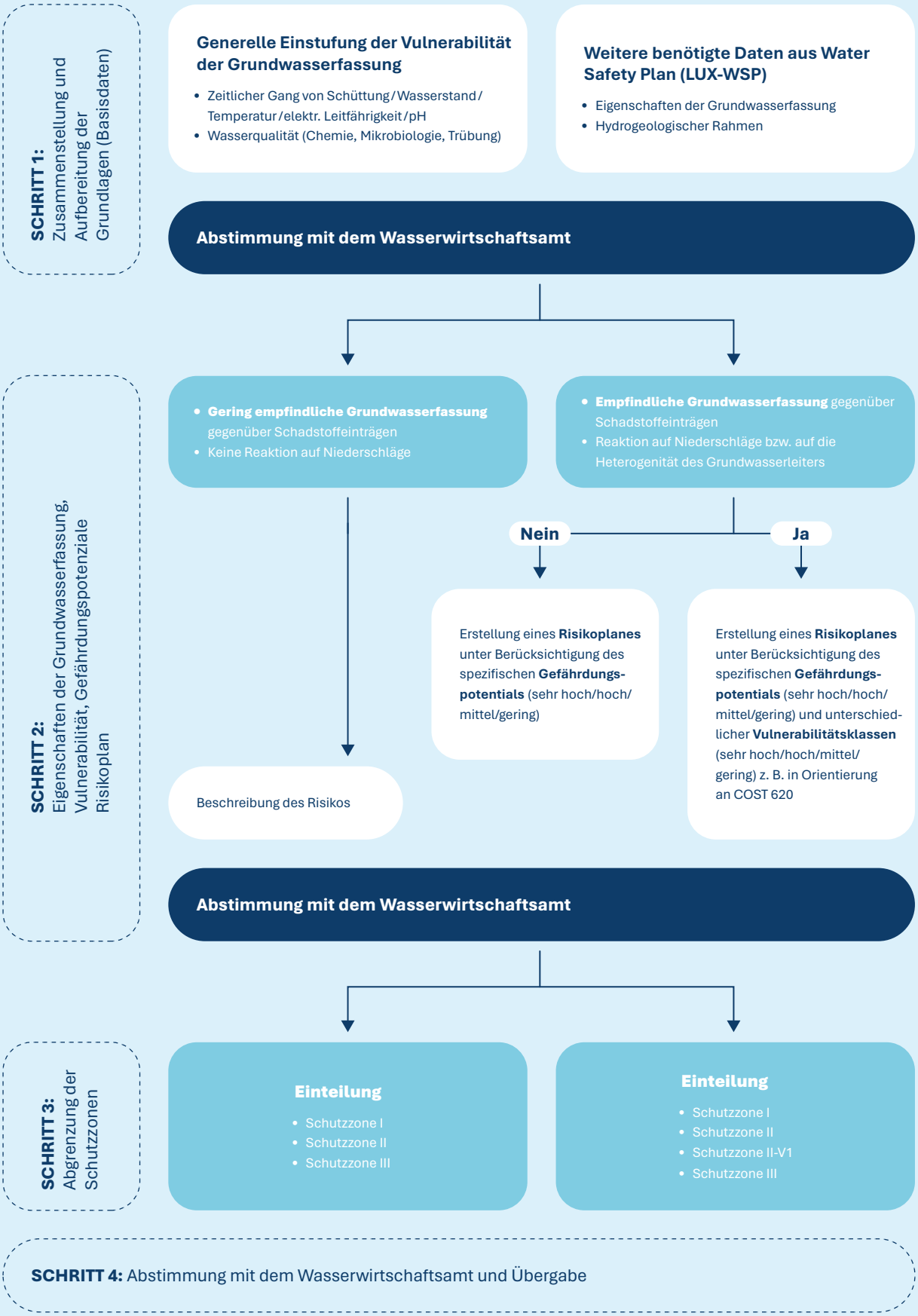


Abb. 3: Vorgehensweise zur Erstellung des Schutzzonengutachtens

SCHRITT 1: Zusammenstellung und Aufbereitung der Grundlagen (Basisdaten)

Zu Beginn der Erstellung des Schutzzonengutachtens findet ein Projektstartgespräch zwischen Wasserwirtschaftsamt, Wasserversorger und Studienbüro statt. Ziel dieser Abstimmung ist es, die vorhandenen Grundlagen zu prüfen, Datenlücken zu identifizieren und den notwendigen Umfang der Datenerhebung für die Bemessung der Wasserschutzzonen festzulegen.

Zur Vorbereitung dieses Gesprächs überprüft der Wasserversorger bzw. das Studienbüro die vorhandene Datengrundlage. Die mindestens erforderlichen Daten sind in Kapitel 4 sowie in der kommentierten Gliederung des Schutzzonengutachtens (Anhang A1) beschrieben. Reichen die vorliegenden Daten nicht aus, müssen diese in einer ersten Phase noch vor der eigentlichen Gutachtenerstellung ergänzt werden. Da dies mitunter zeitintensiv ist, sollte die Datenlage frühzeitig bekannt sein und gemeinsam mit dem Wasserwirtschaftsamt bewertet werden.

Als Grundlage kann den Water Safety Plan für Luxemburg (LUX-WSP) herangezogen werden. Dieser dient als Ergänzung, liefert eine sehr gute Ausgangsbasis und sollte, falls vorhanden, unbedingt in das Schutzzonengutachten einfließen.

Im Rahmen des Projektstartgesprächs werden zudem die möglichen Auswirkungen der Ausweisung eines Wasserschutzgebietes erörtert. Es wird empfohlen, dass der Wasserversorger bereits im Vorfeld eine orientierende Kostenschätzung für gegebenenfalls erforderliche Maßnahmen (Einzäunung, Aufstellung des Maßnamenprogramm, Qualitätskontrollen) im künftigen Wasserschutzgebiet erstellt.

Die konkrete Planung des Untersuchungsumfangs liegt in der Verantwortung des Studienbüros. Das Wasserwirtschaftsamt prüft und bestätigt diesen Plan im Rahmen der Abstimmung. Liegt zum Zeitpunkt des Projektstartgesprächs bereits eine vollständige Datengrundlage vor, kann der Untersuchungsumfang unmittelbar im Rahmen von Schritt 2 festgelegt werden. Andernfalls erfolgt die endgültige Definition in einer späteren Abstimmung zwischen Wasserversorger, Wasserwirtschaftsamt und Studienbüro.

Auf Grundlage der Ergebnisse aus Schritt 1 wird ein klares Anforderungsprofil für das Schutzzonengutachten erstellt, das die Basis für die weiteren Arbeitsschritte (Schritt 2 und 3, vgl. Abb. 3) bildet.

SCHRITT 2: Eigenschaften der Grundwasserfassung und ihres Einzugsgebietes, Bewertung der Vulnerabilität und der Gefährdungspotenziale (Risikoplan)

Auf Grundlage der in Schritt 1 erhobenen Daten erfolgt die Beschreibung und Bewertung der Grundwasserfassung und ihres Einzugsgebiets. Dazu gehören sowohl die Bestimmung der Vulnerabilität der genutzten Grundwasserressource als auch die Ermittlung der nutzungsspezifischen Gefährdungspotenziale im Einzugsgebiet. Beide Elemente werden im Risikoplan zusammengeführt.

Die Erstellung des Risikoplans erfolgt unter Berücksichtigung der lokalen hydrogeologischen Gegebenheiten (z. B. Kluft- oder Karstgrundwasserleiter) und in Anlehnung an anerkannte Verfahren (z.B. COST-Action 620). Die angewandte Methodik, insbesondere die Vorgehensweise zur Ermittlung der Vulnerabilität, ist im Vorfeld mit der Wasserwirtschaftsamt abzustimmen.

Im Folgenden wird die empfohlene Vorgehensweise zur Bestimmung der Vulnerabilität dargestellt.

Ermittlung und Bewertung der Vulnerabilität

Die Vorgehensweise zur Ermittlung und Bewertung der Vulnerabilität in luxemburgischen Schutzzonengutachten orientiert sich aufgrund hydrogeologischer Analogien eng an den vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) für Kluft- und Karstgrundwasserleiter empfohlenen Leitlinien sowie an den Empfehlungen der COST-Action 620, die ein gemeinsames Konzept zur Bewertung und Kartierung der Grundwassergefährdung im Karst bereitstellt. Ergänzend werden je nach Standort anerkannte Methoden wie PI, COP und EPIK entsprechend dem aktuellen Stand der Technik herangezogen.

Die Vulnerabilität einer Grundwassergewinnung im Kluftgrundwasserleiter wird im Wesentlichen dadurch bestimmt, wie rasch und ohne Filterwirkung versickerndes Niederschlags- oder Oberflächenwasser die Grundwasserfassung erreicht. Entscheidend sind dabei die Verweilzeit des infiltrierten Wassers sowie die Auswirkungen von Extremereignissen.

Je höher die Vulnerabilität des Grundwasservorkommens bzw. der Entnahmestelle, desto schneller und deutlicher reagiert die Grundwasserfassung auf einzelne, intensive Niederschlagsereignisse. Dies äußert sich in Schwankungen der Schüttung, Veränderungen der physikalisch-chemischen Parameter sowie insbesondere in der Beeinträchtigung der mikrobiologischen Rohwasserqualität.

Die Bewertung der Vulnerabilität in Luxemburg erfolgt auf Basis mehrerer Parametergruppen:

Hydraulische Parameter

- Quellschüttung bzw. Brunnenergiebigkeit (Pumpversuch)
- Elektrische Leitfähigkeit des Wassers
- Wassertemperatur

Wasserqualität

- **Chemische Parameter:** Alle Parameter, die in Anhang I, Teil B, des Gesetzes vom 23. Dezember 2022 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch aufgelistet sind (Annexe I, partie B de loi du 23 décembre 2022 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine).
- **Mikrobiologische Parameter:** Escherichia coli (E. coli), Enterokokken, coliforme Bakterien; zusätzlich Koloniezahlen (bei 22 °C und 36 °C) zur Einschätzung der allgemeinen mikrobiellen Belastung.
- Trübung

Anlagenspezifische und hydrogeologische Daten

- Art und Zustand der Gewinnungsanlagen
- Geologische und hydrogeologische Verhältnisse im Einzugsgebiet

Zeitliche Auflösung spezifischer Daten

Für eine verlässliche Bewertung sind hochaufgelöste, mindestens 1-jährige Messreihen erforderlich:

- an allen genutzten Quellen bzw. Brunnen/Bohrungen: elektrische Leitfähigkeit, Temperatur, pH-Wert und Trübung
- an allen genutzen Quellen bzw. Brunnen/Bohrungen zu den Parametern Quellschüttung/ Ergiebigkeit

Heterogenität des Grundwasserleiters

Besonders bei vulnerablen Grundwasservorkommen ist eine detaillierte Untersuchung erforderlich:

- In **homogenen Kluftgrundwasserleitern** steigt die Verweilzeit des Grundwassers mit zunehmender Entfernung zur Entnahmestelle an (vergleichbar mit Porengrundwasserleitern).

- In **stark heterogenen Kluftgrundwasserleitern** sind hingegen von nahezu jedem Punkt des Einzugsgebiets sehr schnelle Fließwege zur Grundwasserfassung möglich.

Die räumliche Konkretisierung der Heterogenität erfolgt durch:

- Detailanalyse von Schüttung, Leitfähigkeit, pH-Wert und Trübung, insbesondere bei Hochwasser- und Starkregenereignissen,

- Erfassung der Eigenschaften des Trennflächengefüges (Richtung, Öffnungsweite) anhand von Luftbildern, geologischen Karten und Vor-Ort-Kartierungen, etc.;

- Untersuchung bevorzugter Versickerungs- und Infiltrationsstellen mittels Luftbilder, geomorphologischer Analysen und Geländebegehungen, etc.;

- Durchführung von Markierversuchen

Es wird empfohlen, zunächst die Vulnerabilität der Grundwassergewinnung zu bestimmen oder zumindest abzuschätzen, bevor mit der Datenerhebung und -auswertung zur Bestimmung der Heterogenität des Grundwasserleiters begonnen wird. Hinweise zu geeigneten Bearbeitungs- und Auswertungsschritten finden sich in Abschnitt 4.1 (Teil A2).

In jedem Fall sollten die für Luxemburg flächendeckend vorliegenden Luftbilder in die Bewertung einbezogen werden. Darüber hinaus kann bei dem Wasserwirtschaftsamt erfragt werden, ob in den betreffenden Gebieten bereits Markierungs- oder Tracerversuche durchgeführt wurden.

Die Klassifizierung und kartographische Darstellung der Vulnerabilität erfolgt in vier Klassen: sehr hoch, hoch, mittel und niedrig (vgl. Abb. 5).

Falls die für Schritt 2 erforderlichen Daten noch nicht vorliegen oder erst erhoben werden müssen, informiert das Studienbüro den Wasserversorger und das Wasserwirtschaftsamt vorab über den notwendigen Untersuchungsumfang sowie die voraussichtliche Dauer der Untersuchungen. Das weitere Vorgehen ist anschließend mit dem Wasserwirtschaftsamt abzustimmen (vgl. Abb. 4).

Schutzfunktion Deckschichten	**Fließzeiten im Grundwasserleiter**	
	< 50 Tage	**> 50 Tage**
hoch	hoch	gering
mittel	hoch	mittel
gering	sehr hoch	mittel

Abb. 4: **Matrix zur Klassifizierung der Vulnerabilität**

SCHRITT 3:
Abgrenzung der Schutzzonen

Auf Grundlage der Ergebnisse aus Schritt 2 erarbeitet das Studienbüro bzw. der Wasserversorger einen Vorschlag für die Gliederung des Trinkwasserschutzgebietes gemäß den Vorgaben dieses Leitfadens. Die Bemessung der Schutzzonen ist dabei zwingend an die örtlichen Verhältnisse anzupassen.

Die Ableitung der Zonengrenzen, insbesondere der Schutzzonen II und III, ist klar, transparent und nachvollziehbar darzustellen, sodass sie auch im Rahmen der späteren öffentlichen Beteiligung eindeutig verständlich bleibt.

In heterogenen Grundwasserleitern soll die flächendifferenzierte Bemessung der Schutzzonen unter Berücksichtigung der Parameter Trennflächen, schützende Deckschicht und Oberflächenabfluss erfolgen. Hierbei ist die Anwendung einer Multikriterien-Methode vorgesehen, die sich an den im Rahmen des COST-Action 620 entwickelten Ansätzen orientiert und an die lokalen Gegebenheiten anzupassen ist.

Die für die Bemessung nach der Multikriterien-Methode erforderlichen Daten sind in enger Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt zu erheben, und zwar im Anschluss an die Bewertung der Vulnerabilität sowie die Bestimmung der Heterogenität.

In Abhängigkeit von der ermittelten Vulnerabilität (vgl. Schritt 2, Abb. 5) ergibt sich folgende Einteilung der Wasserschutzzonen:

SCHRITT 4:
Fachliche Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt und Übergabe des finalen Gutachtens

Nach Fertigstellung des Schutzzonengutachtens werden die Ergebnisse fachlich und inhaltlich mit dem Wasserwirtschaftsamt abgestimmt. Anschließend wird das Gutachten in seiner Endfassung mit der Anfrage zur Ausweisung der Schutzzonen an den zuständigen Minister übergeben.

Nach Abschluss der Abstimmung erfolgt die Einbindung der Betroffenen im Rahmen einer freiwilligen Informationsveranstaltungen und Diskussionsrunde (vgl. Abb. 1). Anschließend wird das obligatorische öffentliche Verfahren eingeleitet.

	Vulnerabilität des Grundwassers			
	Gering	**Mittel**	**Hoch**	**Sehr hoch**
Wasserschutzzone	Zone III	Zone III	Zone II	Zone II - V1

Abb. 5: Einteilung der Wasserschutzzone

4. Aufbau und Inhalt des Schutzzonengutachtens

Eine detaillierte Übersicht zum erforderlichen Inhalt des Gutachtens befindet sich in Anhang 1.

Für die Beschreibung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse sowie für die Ableitung, Bemessung und Ausweisung der Schutzzonen sind folgende, inhaltlich zusammenhängende Dokumente auszuarbeiten:

4.1 Teil A: Wasserwirtschaftlicher und hydrogeologischer Schutzzonenbericht

Der Umfang der hydrogeologischen Untersuchungen richtet sich nach dem Gefährdungspotenzial der Grundwasserfassung. Bei hoher Vulnerabilität sind potenzielle Beeinflussungen entsprechend detaillierter zu erfassen (vgl. Abb. 4 und Kap. 3). **Der Bericht hat insbesondere die folgenden Punkte zu enthalten.**

4.1.1 Eigenschaften der Grundwasserfassung (wasserwirtschaftliche Verhältnisse)

Allgemeine Angaben
- Name der Grundwasserfassung
- Nationale Kennziffer
- Landeskoordinaten (Hochwert, Rechtswert)
- Geländehöhe (m NN)
- Standortgemeinde(n) der Fassung und der Schutzzone
- Besitzverhältnisse (Parzelle, Eigentümer, Betreiber)

Bau- und Fassungsdaten
- Baujahr und wesentliche Erneuerungen (z. B. Gebäude, Fassung)
- Fassungstyp: Quelle, Schachtbrunnen, Tief- oder Bohrbrunnen, sonstige
- Lageplan mit Fassungs- und Filterstrecken

Historie und Bedeutung
- Historische Entwicklung der Grundwasserfassung und Umgebung
- Stellenwert für die Trinkwasserversorgung (kontinuierlich/sporadisch, Anteil an Gesamtversorgung, qualitative Sicherheit)
- Weitere Wasserbezugsquellen zur Bedarfsdeckung

Betrieb und Aufbereitung
- Wasseraufbereitung inkl. Verfahrensschema (falls vorhanden)
- Datum, Nummer und Gültigkeit der Wasserentnahmegenehmigung
- Betriebsweise und Förderzeiten (Durchschnitt und Spitzenbedarf)

Wasserqualität
- Tabellarische und grafische Darstellung relevanter/auffälliger chemischer und bakteriologischer Analysen (idealerweise 10 Jahre), in Abhängigkeit von Schüttung/Ganglinie, Jahreszeit und meteorologischen Bedingungen
- Grafische Darstellung für Nitrat und weitere relevante Parameter (z. B. Chlorid, Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel), mit Darstellung jahreszeitlicher und langfristiger Trends

Für Quellen:

- **Beschreibung der Quelle:** Quellentyp, Art (Kluft/diffus), Anzahl der Austritte usw.

- **Schüttungsmessungen:** mindestens ein Jahresverlauf; Messfrequenz abhängig von der Variabilität der Schüttung (mit dem Wasserwirtschaftsamt im Vorfeld abzustimmen); mittlere Schüttungsmenge, Minimum und Maximum (m^3/Tag) in Tabellenform und grafischer Darstellung; falls vorhanden mit jahreszeitlichen und langfristigen Trends.

- **Kontinuierliche Messungen:** Temperatur, pH-Wert, Trübung und Leitfähigkeit mittels Sonde über mindestens 1 Jahr; Darstellung jahreszeitlicher Trends und Reaktionen auf meteorologische Ereignisse.

- **Mittlere Entnahmemenge** (m^3/Tag)

- **Genehmigte Entnahmemenge** gemäß Wasserentnahmegenehmigung (m^3/Tag)

- **Einbindung in Quellengruppe:** Ist die Quelle Teil einer zusammenhängenden Quellengruppe und erfolgt die Schutzzonenausweisung für die einzelne Quelle oder für die gesamte Gruppe?

Für Brunnen/Bohrungen:

- **Lageplan der Grundwassermessstellen** (Piezometer)

- **Lithologisches Profil und Ausbau** (inkl. Filterstrecken)

- **Geophysikalische Messungen:** Temperatur- und Leitfähigkeitsprofile, Flowmeter etc. (insbesondere bei komplexen Verhältnissen wie mehreren Grundwasserstockwerken)

- **Ruhewasserspiegel** (in NN+m) mit Datum der Messung

- **Wasserstandsmessungen:** mindestens ein vollständiger Jahresverlauf; Messfrequenz abhängig von Entnahmemenge und Betriebsweise (dauerhaft/intermittierend); Darstellung jahreszeitlicher und langfristiger Trends

- **Entnahmemenge:** kontinuierlich erfasst und grafisch dargestellt, kombiniert mit Wasserstand

- **Mittlere Entnahmemenge** (m^3/Tag)

- **Genehmigte Entnahmemenge** gemäß Wasserentnahmegenehmigung (m^3/Tag, m^3/Monat, m^3/Jahr)

- **Einbindung in Brunnengruppe:** Wird die Schutzzonenausweisung für die einzelne Entnahmestelle oder für die gesamte Brunnengruppe vorgenommen?

- **Beeinflussung anderer Wassernutzungen:** Prüfung, ob die Entnahme Auswirkungen auf weitere Nutzungen hat

4.1.2 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse (ink. Vulnerabilität)

Die hydrogeologischen Verhältnisse sind nach einheitlichen Kriterien zu beschreiben, um die Vulnerabilität des Grundwassers sowie die Gefährdungspotenziale für die jeweilige Grundwasser- oder Quellfassung darzustellen.

In Anlehnung an das europäische COST-Action 620, das ein gemeinsames Konzept zur Bewertung und Kartierung der Grundwassergefährdung im Karst entwickelt hat, sind dabei insbesondere folgende Faktoren zu berücksichtigen:

a) **Schutzfunktion** der überlagernden Boden- und Gesteinsschichten,
b) **Infiltrationsbedingungen**,
c) **Verkarstung** (horizontale Fließbedingungen im gesättigten Bereich).

Die Bestimmung der Vulnerabilität erfolgt nach einer vom Wasserwirtschaftsamt anerkannten Vorgehensweise, die sich an den im Rahmen von COST-Action 620 entwickelten Methoden orientiert. Durch die Kombination der genannten Faktoren werden die Vulnerabilität sowie falls erforderlich unterschiedliche Vulnerabilitätsklassen (vgl. Abb. 5) abgeleitet.

Ob eine Differenzierung innerhalb eines Einzugsgebiets erforderlich ist, hängt vom Heterogenitätsgrad des hydrogeologischen Systems (einschließlich der Grundwasserüberdeckung) ab. Dieser ist anhand der vorhandenen bzw. neu zu erhebenden Daten an der Grundwasserfassung zu bestimmen und überschlägig zu bewerten. Die gewonnenen Erkenntnisse dienen dazu, den erforderlichen Detaillierungsgrad bei der Ermittlung der Vulnerabilität festzulegen.

Die Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse soll folgende Punkte berücksichtigen:

- **Grundwasserbeschaffenheit:** chemische Analysen der Grundwasseraufschlüsse einschließlich Grundwassermessstellen (Piezometer)
- **Wasserbilanz** und Abschätzung der Ausdehnung des Einzugsgebiets
- **Auswirkungsbereich der Grundwasserentnahme** (Absenkungstrichter)
- **Bestandsaufnahme von Grundwasseraufschlüssen** (einschließlich privater und ungefasster) im Umfeld der Quellen, Brunnen und im gesamten Einzugsgebiet
- **Bodenbeschaffenheit**
- **Verbreitung und Mächtigkeit des Grundwasserleiters** sowie Angaben zur Grundwasserüberdeckung
- **Oberflächenabflüsse** im Einzugsgebiet
- **Hydraulische Verbindungen zu oberirdischen Gewässern** (Exfiltration, Infiltration)
- **Kartierung präferentieller Versickerungszonen** (Flächen mit hoher Vulnerabilität)
- **Klufteigenschaften**: Messung und Darstellung der Kluftrichtungen, Öffnungsbreite, Verfüllung
- **Hydraulische Kennwerte** (z. B. aus Pumpversuchen) einschließlich der Ausdehnung des Absenkungstrichters bei Brunnen
- **Grundwasserströmungsverhältnisse** und ggf. relevante geologische Strukturen
- **Ergebnisse bestehender Untersuchungen** (z. B. Markierungs- und Pumpversuche, Bodenuntersuchungen, Modell- oder Simulationsrechnungen)
- **Konzeptuelle Darstellung der Fließrichtungen** im Einzugsgebiet der Grundwasserfassung
- **Einteilung des Einzugsgebiets** nach Vulnerabilitätsklassen (Bezug auf mikrobiologische Verschmutzung, vgl. Abb. 5):
  - *Sehr hoch / hoch:* Fließweg < 50 Tage, Dolinen, Grabenstrukturen, potenzielle präferentielle Fließwege zur Wasserentnahme → Zuordnung zu **Zone II** oder **Zone II – V1**
  - *Mittel / gering:* Einzugsgebiet der Wasserentnahme mit Fließwegen > 50 Tage → Zuordnung zu **Zone III**

4.1.3 Risikoplan

Im Rahmen des Risikoplans erfolgt die Bewertung der Flächennutzung sowie besonderer Gefahrenquellen (z. B. Verkehrswege, Altlasten, Siedlungen, Industrie, Gewerbe, Steinbrüche, landwirtschaftliche Betriebe) im Einzugsgebiet. Dabei sind die natürliche Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung und die Vulnerabilität zu berücksichtigen.

Folgende Begriffe sind zu unterscheiden:

- **Nutzungsspezifisches Gefährdungspotenzial:** ergibt sich aus der Schadstoffmenge, die unter spezifischen Nutzungsbedingungen in den Stoffkreislauf eingebracht werden kann, sowie aus der Häufigkeit möglicher Emissionen. Hinweise zur Bewertung sind dem DVGW-Arbeitsblatt W 101 (März 2021) zu entnehmen.
  - In Einzugsgebieten mit erwarteten Veränderungen (z. B. Siedlungsentwicklung) sollte im Risikoplan sowohl der Ist-Zustand als auch ein Prognose-Zustand betrachtet werden.

- **Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung / Vulnerabilität:** kennzeichnet den natürlichen Schutz der Wasserressource durch die Bodenschichten und die ungesättigte Zone oberhalb des Grundwasserspiegels.
  - Geringe Schutzfunktion → hohe Vulnerabilität
  - Hohe Schutzfunktion → geringe Vulnerabilität

- **Grundwasserverschmutzungsrisiko:** beschreibt die Wahrscheinlichkeit, mit der Schadstoffe in das Grund- bzw. Rohwasser gelangen können, sowie das Ausmaß der daraus resultierenden Belastung.

Die Ermittlung des Verschmutzungsrisikos erfolgt durch Überlagerung und GIS-gestützte Verschneidung der Vulnerabilitätsklassen (bzw. Schutzfunktion) mit dem nutzungsspezifischen Gefährdungspotenzial. Das Ergebnis ist eine flächendeckende, halbquantitative Bewertung des Grundwasserrisikos (vgl. Abb. 6).

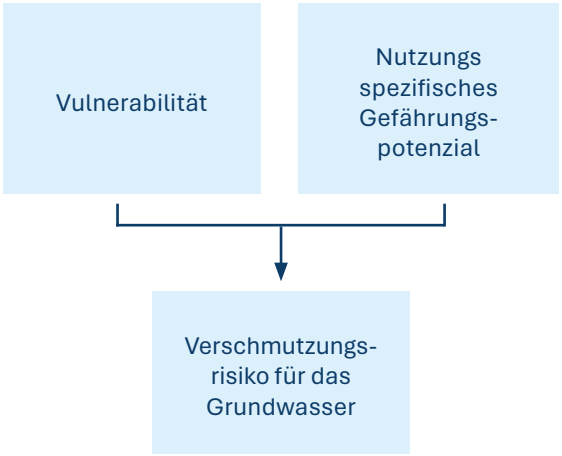


Abb. 6: **Risikoermittlung durch Überlagerung von Vulnerabilität und Gefährdungspotenzial**

Gefährdungs-potenzial	Vulnerabilität des Grundwassers			
	gering	**mittel**	**hoch**	**sehr hoch**
gering	gering	gering	mittel	hoch
mittel	gering	mittel	hoch	hoch
hoch	mittel	hoch	hoch	sehr hoch
sehr hoch	hoch	hoch	sehr hoch	sehr hoch

Abb. 7: **Matrix zur Risikobewertung (4 × 4-Matrix)**

4.2 Teil B: Schutzzonenplan

Die Erstellung des Schutzzonenplans erfolgt in Anlehnung an die in Kapitel 2 dargestellte Gliederung der Trinkwasserschutzgebiete.

Die Schutzzonen sollen, soweit wie möglich aus ganzen Katasterparzellen (Flurstücken) bestehen. Die metergenaue Abgrenzung erfolgt auf Grundlage hydrogeologischer Kriterien und wird an Parzellengrenzen orientiert. Eine Zerschneidung von Parzellen ist nur in Ausnahmefällen vorzunehmen (z. B. bei sehr großen Parzellen). Wo möglich, sollen im Gelände erkennbare Strukturen (Straßen, Wege, Waldränder usw.) als Grenze genutzt werden, um das Schutzgebiet vor Ort sichtbar zu machen.

Die digitale Darstellung und Datenübergabe erfolgt auf Basis von GIS-Daten (ArcGIS oder ArcGIS-kompatibles Format). Ein Modell-Shapefile wird von der AGE bereitgestellt.

Die Darstellung der Grundwasserfassung(en) und Schutzzonen erfolgt in der topographischen Karte 1:20.000 mit folgender Farbunterteilung:

- Zone I: rot
- Zone II-V1: orange, schraffiert
- Zone II : orange
- Zone III: hellgrün

Folgende Themenkarten sind zu erstellen (soweit im wasserwirtschaftlich-hydrogeologischen Schutzzonenbericht bereits vorhanden, kann darauf zurückgegriffen werden):

- Abgrenzung der Trinkwasserschutzzonen
  - Übersichtsplan (DIN A4 faltbar), (1:20.000)
  - Katasterlageplan, (1:5.000) (bei Bedarf mehrere Blätter)
- Geologie, Kluftrichtung, Grundwasseraufschlüsse, Fließrichtung des Grundwassers und präferentielle Versickerungszonen (1:20.000)
- Vulnerabilitätskarte, (1:20.000) (auf Grundlage von Bodenüberdeckung, bevorzugten Versickerungszonen, Kluftbeschaffenheit usw.)
- Flächennutzungsplan (FNP) der Gemeinde als Grundlage für die nutzungsspezifische Bewertung der Gefährdungspotenziale (flächendeckend im Einzugsgebiet)
- Landnutzungskarte mit folgender Untergliederung(1: 20.000):
  - Siedlung
  - Ackerbau
  - Grünland
  - Wald
  - andere Nutzungen mit Gefährdungspotenzial
  - andere Nutzungen ohne Verschmutzungspotenzial
- Auszug aus dem Altlastenkataster (Daten der Umweltverwaltung)

Das Gutachten soll für die Schutzzonen I, II – V1, II und III eine detaillierte Parzellenliste mit folgenden Angaben enthalten:

- Parzellennummer
- Eigentümer
- Bewirtschafter

5. Anhang 1: Gliederung des Schutzzonen-gutachtens

Die nachfolgende kommentierte Gliederung konkretisiert die Anforderungen und Inhalte des Schutzzonengutachtens gemäß dem Leitfaden für die Ausweisung von Grundwasserschutzzonen in Luxemburg. Sie bildet den vollständigen Anforderungskatalog des Leitfadens ab.

Der Anforderungskatalog ist für jedes Schutzgebiet standortbezogen anzupassen und mit dem Wasserwirtschaftsamt abzustimmen.

Im Rahmen der kartographischen, graphischen und tabellarischen Darstellungen können die in der Anforderungstabelle aufgeführten Informationen zusammengefasst dargestellt werden. So können beispielsweise in einem Lageplan mehrere Sachverhalte kombiniert wiedergegeben werden.

Maßstabsangaben sind als Empfehlungen bzw. Mindestanforderungen zu verstehen. Abhängig von der Größe des darzustellenden Gebietes oder der dargestellten Inhalte kann ein größerer Maßstab gewählt werden.

Hinweise zur Datenübergabe

Die Gutachten sind prinzipiell sowohl analog als auch digital (pdf) zu übergeben.

Die Schutzzonengrenzen (Zone I, II, II-V1 und III) und das Einzugsgebiet sind als Shapefile-Datei an das Wasserwirtschaftsamt zu übergeben (eine entsprechende Layer-Datei kann von der AGE zur Verfügung gestellt).

Kapitel	Kapitelbezeichnung mit Erklärung	Karten, Diagramme, Tabellen, zeichnerische Darstellung	Hinweise zur Datenbeschaffung
TEIL A:	**WASSERWIRTSCHAFTLICHER – HYDROGEOLOGISCHER SCHUTZZONENBERICHT**		
A1	**Anlass und Aufgabenstellung**	**Tabelle der im Rahmen der Schutzzonenausweisung durchgeführten Arbeiten (Tracer-Versuch, Grundwassermessstellen, Pumpversuch u. a.), ohne Auswertung.**	
A2	**Wasserrechtliche und wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen**		
A 2.1	**Wasserwirtschaftliche Verhältnisse** (Beschreibung der Lage der Gewinnung)	Übersichtsplan auf der Grundlage einer topographischen Karte (1:5.000 bis 1:25.000) mit Kennzeichnung des Ortes der Gewinnung und Darstellung benachbarter Grundwasserschutzgebiete	• Géoportail.lu
A 2.2	**Entnahmen Dritter** (Beschreibung der Lage von Grundwasserentnahmen Dritter)	Lageplan Entnahmen Dritter (1:25.000) mit Kennzeichnung der Orte der Gewinnung und zugehöriger Einzugsgebiete bzw. Grundwasserschutzgebiete	• Géoportail.lu
A 2.3	**Wasserrechtliche Verhältnisse** (Beschreibung der wasserrechtlichen Verhältnisse, Benennung von Gemarkung, Flur, Flurstück sowie Rechts- und Hochwerten der Orte der Gewinnung, Beschreibung der Herkunft des Wassers (Quellwasser / Grundwasser / Quellgruppe etc.))	Katasterlageplan der Gewinnung (1:500 bis 1:2.000) mit Kennzeichnung der Orte der Gewinnung. Tabelle: Name der Grundwasserfassung, Code national, Wasserrechtliche Genehmigung, Rechtswert/ Hochwert, Höhe Wasseraustritt, Eigentümer der Grundwasserfassung, Ortslage (Sektion), Nr. Parzelle, Eigentümer Parzelle, Baujahr, Genutzter Grundwasserleiter, Mittlere Schüttung, Wasserstand	• Wasserversorger • AGE • Géoportail.lu
A 2.4	**Sonstige Wassernutzungen** (Benennung und Beschreibungen sonstiger Grundwassernutzungen wie z.B. Erdwärmesonden, etc.)	Lageplan sonstiger Wassernutzungen (1:25.000) (ggf. gemeinsame Darstellung mit Entnahmen Dritter)	• AGE

Kapitel	Kapitelbezeichnung mit Erklärung	Karten, Diagramme, Tabellen, zeichnerische Darstellung	Hinweise zur Datenbeschaffung
A 3	**Beschreibung der Wassergewinnung**		
A 3.1	**Förderung** (Beschreibung der tatsächlichen Entnahme, mind. 10 Jahre)	Entwicklung der Förderung bzw. der Entnahme für die Trinkwasserversorgung als Säulendiagramm Abflussdauerlinie / graphische Darstellung der Quellschüttung	• Wasserversorger
A 3.2	**Lage und Beschreibung der Gewinnungsanlagen** (Art der Quellfassung, Brunnenausbau etc.)	Zeichnung/Schema der Gewinnungsanlage	• Wasserversorger
A 3.3	**Beschreibung der Wasseraufbereitung**	Schematische Darstellung in Form eines Diagramms, oder Aufbereitungsschemas	• Wasserversorger
A 4	**Beschreibung des Untersuchungsgebietes**		
A 4.1	**Lage, Begrenzung und Morphologie** (Beschreibung inkl. Geländehöhen, naturräumliche Beschreibung etc.)	Übersichtsplan vorhandener Grundwassermessstellen (1:25.000) (ggf. in Übersichtsplan unter 2.1)	• Wasserversorger • AGE • Géoportail.lu
A 4.2	**Vorflutverhältnisse** (Beschreibung der wichtigsten Vorfluter und ihrer Einzugsgebiete)		
A 4.3	**Klima** (Niederschlagsverhältnisse, mittlere Jahrestemperaturen etc.)	Graphische Darstellung des Jahresniederschlages über mehrere Jahre	• ASTA • Meteolux.lu
A 4.4	**Flächennutzung** (Beschreibung, Besonderheiten, Beschreibung der landwirtschaftlichen Nutzungen insbesondere unter Berücksichtigung bestehender Kooperationen etc.)	Übersichtsplan der Flächennutzung (1:25.000) Tabellarische Darstellung der Flächengrößen und Flächenanteile	• Occupation Biophysique du Sol Luxembourg (OBS 99) • Luftbilder

Kapitel	Kapitelbezeichnung mit Erklärung	Karten, Diagramme, Tabellen, zeichnerische Darstellung	Hinweise zur Datenbeschaffung
A 5	**Geologische und hydrogeologische Verhältnisse**		
A 5.1	**Geologischer Überblick** (lithologische Beschreibung der wichtigsten stratigraphischen Einheiten, Mächtigkeiten etc.)	Geologie, Kluftrichtung, Fließrichtung, präferentielle Versickerungszonen (1:25.000) Geologische Profile zur Darstellung der relevanten Strukturen	• Service géologique du Luxembourg
A 5. 2	**Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse**		
A 5.2.1	**Hydrogeologischer Überblick** (Beschreibung, Grundwasserstockwerke, hydraulische Verbindungen, Mächtigkeiten, Aquiferparameter etc.)	Hydrogeologisches Profil bzw. (halb)schematische Darstellung der hydraulischen Verhältnisse	• Wasserversorger • AGE
A 5.2.2	**Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet**	Tabelle: Rechtswert, Hochwert, Höhe NN+m, Tiefe der Bohrung, Ausbautiefe, Lithologie, Grundwasserspiegel, Funktionsfähigkeit, Ausbau	
A 5.2.3	**Grundwasserverhältnisse** (Fließverhältnisse, hydraulische Kennwerte, Quellaustritte, Quellschüttungen, Tracerversuche etc.)	Darstellung von langjährigen Grundwasserganglinien, Quellschüttungen etc. Darstellung der Grundwasserfließrichtung	• Wasserversorger • AGE
A 5.2.4	**Flurabstände** (Beschreibung, Bezug zu Bodenverhältnissen)	Flurabstandskarten in Klassen (1:25.000) Darstellung der Flurabstände in Klassen (0-5m, 5-10m, 10-20m, >20m)	
A 5.2.5	**Wirkungszusammenhänge Grundwasser / Oberflächengewässer** (Beschreibung, Abgrenzung effluenter/ influenter Abschnitte)		
A 5.3	**Auswirkungen der Grundwasserentnahme** (Beschreibung der relevanten Förderszenarien / -zustände, Absenkungsbereich, Auswertung der Pumpversuche)	Darstellung des Absenkungsbereiches (1:25.000)	

Kapitel	Kapitelbezeichnung mit Erklärung	Karten, Diagramme, Tabellen, zeichnerische Darstellung	Hinweise zur Datenbeschaffung
A 5.4	**Grund- und Rohwasserqualität** (Beschreibung und Bewertung der aktuellen Grundwasserqualität sowie der Entwicklungstendenzen. Beurteilung Qualität gemäß *Loi du 23 décembre 2022 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine)*	Bewertung der aktuellen Grundwasserqualität und ihrer Entwicklungstendenzen. Die zeitliche Entwicklung relevanter/auffälliger Parameter wird gemäß der im **Anhang A2** beschriebenen Methodik („Graphische Bewertung und Trenddarstellung“) analysiert und dargestellt.	• Wasserversorger • AGE
A 5.5	**Bodenverhältnisse** (Beschreibung der Bodenverhältnisse mit Angabe des Flächenanteils im Untersuchungsgebiet)	Bodenkarte (1:25.000) Ggf. separate Darstellung anthropogen überprägter Böden	• Asta (www.asta.etat.lu)
A 5.6	**Vulnerabilität** (Beschreibung der Methodik (auch Tracertests, Pumpversuche etc.), Beschreibung und Bewertung der Vulnerabilität)	Kartendarstellung der Vulnerabilität (1:5.000 bis 1:25.000) (Klassifizierung gemäß Leitfaden)	• Wasserversorger
A 6	**Einzugsgebiet der Wassergewinnung**		
A 6.1	**Wasserrechtliche Fördersituation** (Beschreibung der für die Einzugsgebietsabgrenzung maßgeblichen Fördersituation)		
A 6.2	**Lage und Größe des Einzugsgebietes** (Methodisches Vorgehen und Datengrundlage)		
A 6.2.1	**Abgrenzung des maßgeblichen Einzugsgebietes** (Ableitung und Darstellung des maßgeblichen maximalen Einzugsgebietes z.B. Umhüllende unterschiedlicher hydraulischer Szenarien, zukünftige Förderkonzepte etc.)	Darstellung des maßgeblichen Einzugsgebietes (1:25.000) Darstellung des Anstrombereichs, Entnahmebereich mit 10- und 50-Tage Isochronen. Kartendarstellung des Entnahmebereichs	
A 6.2.2	**Sonstige Zustrombereiche** (z.B. Zustrom aus Oberflächengewässern, Festgesteinsbereichen – Tributäres Einzugsgebiet etc.)		

Kapitel	Kapitelbezeichnung mit Erklärung	Karten, Diagramme, Tabellen, zeichnerische Darstellung	Hinweise zur Datenbeschaffung
A 6.3	**Ermittlung des Grundwasserdargebots**		
A 6.3.1	**Methodische Vorgehensweise** (Beschreibung der methodischen Vorgehensweise zur Bestimmung des Grundwasserdargebots)		
A 6.3.2	**Flächenhafte Grundwasserneubildung** (Bestimmung der Neubildungsmenge im langjährigen Mittel)		
A 6.3.3	**Grundwasserneubildung durch sonstige Zuströme** (Benennung/Quantifizierung der Grundwasserneubildung z.B. aus Infiltration von Oberflächengewässern, Festgesteinszustrom etc.)		
A 6.3.4	**Grundwasserbilanz** (Gegenüberstellung von Grundwasserdargebot und Grundwasserentnahme)		
A 7	**Risikoplan**		
A 7.1	**Methodische Vorgehensweise**		
A 7.3	**Nutzungsspezifisches Gefährdungspotenzial**		
A 7.3.1	**Landwirtschaft**	Flächennutzungsplan (1:25.000)	• ASTA
A 7.3.2	**Altlasten und Altlastenverdachtsflächen**	Lage der Altlasten und Altlastenverdachtsflächen im maßgeblichen Einzugsgebiet (1:25.000)	• Altlastenkataster der Gemeindeverwaltungen
A 7.3.3	**Betriebe im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen**		

Kapitel	Kapitelbezeichnung mit Erklärung	Karten, Diagramme, Tabellen, zeichnerische Darstellung	Hinweise zur Datenbeschaffung
A 7.3.4	**Nutzungsbezogene Gefährdungspotenziale für die Grundwasserqualität** (Gefährdungspotenziale der Nutzungen, Bewertung in Anlehnung an DVGW W101 A (2021) für Nutzungstypen)	Übersichtsplan der Gefährdungspotenziale (1:25.000) (ggf. stoffspezifisch)	
A 7.4	**Verschmutzungsrisiko** (Verschneidung von A 7.3 und A 5.6)	Darstellung des Verschmutzungsrisikos (1:25.000) (ggf. stoffspezifisch)	
TEIL B:	**SCHUTZZONENPLAN**		
B 1	**Schutzgebietsvorschlag für die Wassergewinnung**		
B 1.1	**Allgemeine Grundlagen** (Beschreibung / Benennung der methodischen Grundlagen (z.B. Leitfaden, DVGW-Arbeitsblatt W 101 etc.)		
B 1.2	**Ausweisung der Grundwasserschutzzonen** (Hinweis auf Besonderheiten bei der Schutzzonenabgrenzung z.B. durch Verkarstungen etc.)		
B 1.2.1	**Fassungsbereich: Schutzzone I** (Beschreibung)	Detailkarte der Schutzzonen I und II (1:5.000) (Flächen im Eigentum des Wasserversorgers farblich hervorheben)	
B 1.2.2	**Engere Schutzzone: Schutzzone II** (Beschreibung der 50-Tage-Linie, Abgrenzungsvorschlag Schutzzone II-V1)	Darstellung der 50-Tage-Linie (1:10.000 bis 1:25.000) ggf. Detailkarte der Schutzzonen I und II (1:5.000) (Flächen im Eigentum des Wasserversorgers farblich hervorheben)	
B 1.2.3	**Weitere Schutzzone: Schutzzone III**	Übersichtsplan der Wasserschutzzonen I bis III (1:25.000) (parzellenscharf mit Blattschnitten) Schutzgebietskarte (1:5.000) (parzellenscharf)	
B 2	**Eigentumsverhältnisse der Zonen I und II-V1 (Liste bzw. Datenbankauszug mit den Parzellen)**		

6. Anhang 2: Graphische Bewertung und Trenddarstellung

Analyse chemischer Parameter

Die hydraulische und chemische Situation ist darzustellen, und die Entwicklung im Verlauf des Bezugszeitraums ist zu analysieren.

Für die kritischen Parameter ist, sofern eine ausreichende Datenbasis vorliegt (mindestens zehn Jahre), eine grafische Darstellung durchzuführen.

Für Parameter, die zwar für die Trinkwasserversorgung relevant, jedoch nicht in hohen Konzentrationen vorhanden sind und aus dem geochemischen Hintergrund des betreffenden Aquifers stammen, ist keine grafische Darstellung erforderlich.

Wenn bei einem Parameter häufig, aber nicht regelmäßig erhöhte Konzentrationen oder Überschreitungen beobachtet werden (z. B. mikrobiologische Parameter), sollen grafische Vergleiche mit den Niederschlagsdaten der nächstgelegenen Messstation vorgenommen werden.

Ein entsprechendes Beispiel einer solchen Grafik ist nachfolgend dargestellt.

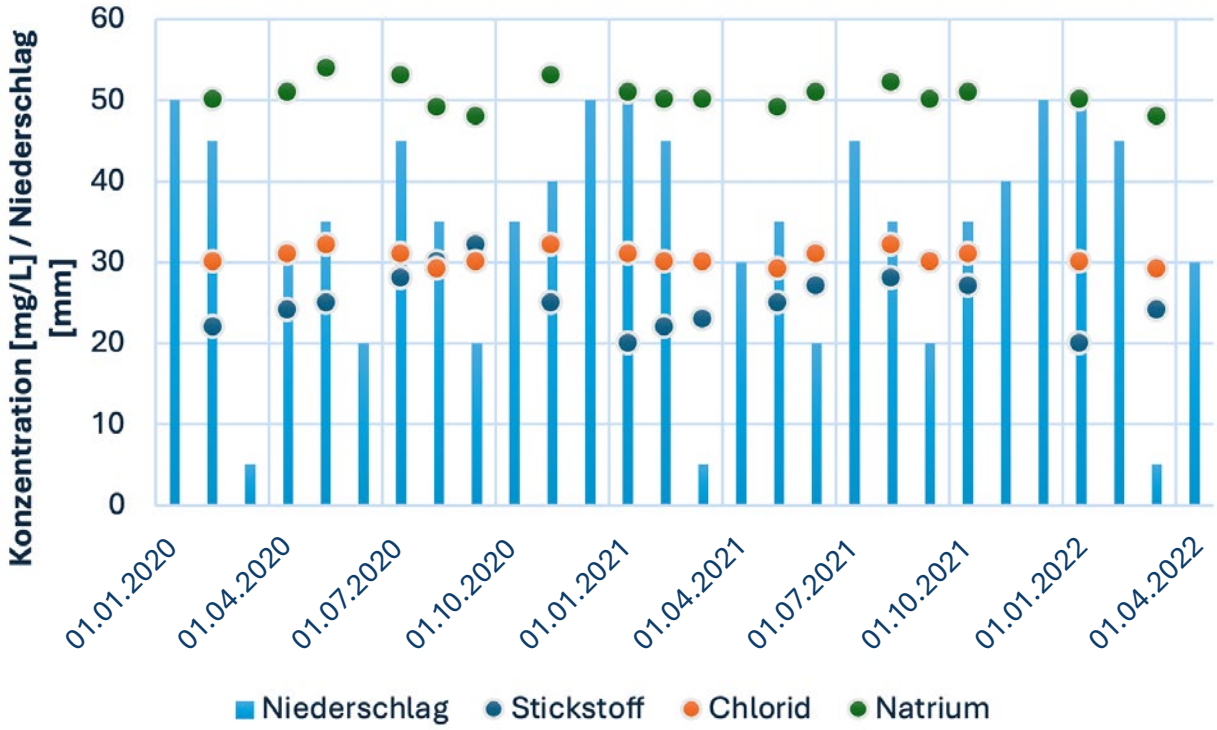


Abb. 8: **Beispielhafte Darstellung eines fiktiven Datensatzes mit Konzentrationswerten und Niederschlägen**

Trendbewertung

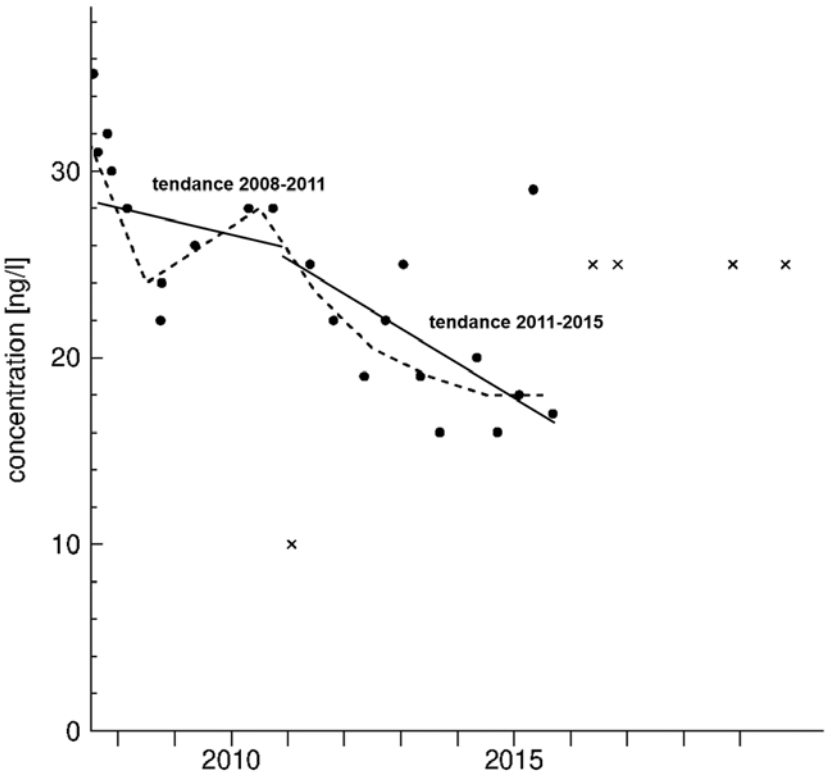
Für die auffälligen und kritischen Parameter, also solche mit Grenzwertüberschreitungen, dauerhaft erhöhten Konzentrationen (über ca. 50–75 % des Grenzwerts) oder erkennbaren steigenden Trends, wird die zeitliche Entwicklung grafisch dargestellt und, sofern eine ausreichende Datenbasis vorliegt, eine Trendbewertung durchgeführt.

Die Darstellung umfasst mindestens die Parameter Nitrat und PSM.

- Einzelmessungen,
- Glättung durch jährliche Mittelwerte (gestrichelte Linie, die die jeweiligen Jahresmittelwerte miteinander verbindet),
- Regressionsgerade für jeweils fünfjährige Zeitabschnitte (durchgezogene Linie). Geben Sie die durchschnittliche Zunahme- oder Abnahmerate für jede Periode an,
- Achsenbeschriftung: Nur das Jahr, jeweils am 1. Januar eines Jahres positioniert.
- Ergänzend: Darstellung einer Korrelationsgrafik zwischen Konzentration und Fördermenge (nur bei eindeutiger Korrelation mit einem Bestimmtheitsmaß $R^2 > 0{,}5$).

Bei deutlich ausgeprägten saisonalen Schwankungen ist die mittlere Amplitude der jährlichen Variationen über den Beobachtungszeitraum zu berechnen.

Etwaige Konzentrationsspitzen sind ebenfalls zu dokumentieren. Weist eine Verbindung eine regelmäßige saisonale Schwankung auf, ist der Zeitraum des Konzentrationsmaximums anzugeben (z. B. „Nitratmaximum im Februar–März“).



Kreuze: Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Gestrichelte Linie: gleitender Mittelwert (Jahreswerte).

Durchgezogene Linie: Trend über fünf Jahre (zu berechnen mit der Theil-Sen-Methode).

Abb. 9: **Beispiel für die grafische Darstellung einer Zeitreihe**

Danke

für Ihr Engagement zum Schutz unseres Trinkwassers