



WASSERVERBAND  
NORDERDITHMARSCHEN

## **Risikomanagement für Wasserversorgungsanlagen**

Vulnerabilität und Resilienz  
der öffentlichen Trinkwasserversorgung  
des Wasserverbandes Norderdithmarschen (WVND)

gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV)



Stand April 2024

© WVND

## Inhaltsverzeichnis

I.	Einleitung .....	1
1.	Grundlage.....	2
2.	Epidemien .....	3
3.	Infektionsschutz.....	4
II.	Beschreibung des Trinkwasserversorgungssystems .....	5
III.	Feststellung möglicher Gefährdungen .....	6
1.	Wassereinzugsgebiet .....	6
2.	Grundwasserförderung .....	6
3.	Wasseraufbereitung (Wasserwerk).....	6
4.	Wasserspeicherung (Reinwasserbehälter) .....	6
5.	Wasserverteilung (Rohrnetz) .....	6
6.	Trinkwasserinstallation (Kundenanlage) .....	6
7.	Pandemien .....	6
IV.	Analyse und Beseitigungsmöglichkeiten festgestellter Gefährdungen .....	7
1.	Wassereinzugsgebiet .....	7
1.1.	Nährstoff- oder Schadstoffeinträge aus der Umwelt oder Landwirtschaft.....	8
1.2.	Kiesabbau .....	12
1.3.	Versalzung des Grundwasserleiters .....	18
1.4.	unzureichende Grundwasserneubildung.....	19
1.5.	Versiegen von Grundwasserquellen .....	21
2.	Grundwasserförderung .....	21
2.1.	undichte Ringräume der Förderbrunnen .....	21
2.2.	Technische Defekte bei Förderanlagen (defekte Brunnen) .....	23
2.3.	Verockerung der Filter .....	23
2.4.	Stromausfall .....	24
2.5.	Schäden an der Rohwasserleitung .....	24
3.	Wasseraufbereitung (Wasserwerk).....	25
3.1.	Technische Defekte von Anlagenbauteilen .....	27
3.2.	Defekte in elektrischer Anlage .....	28
3.3.	Stromausfälle.....	29
3.4.	Ausfall der Sauerstoffversorgung.....	29
3.5.	Eindringen von Insekten in die Aufbereitungsanlage .....	30
3.6.	Kapazitätsengpässe bei der Aufbereitung.....	30
3.7.	Personalengpass bei Krankheit .....	31

3.8.	Eingriffe von außen (Terror, Naturkatastrophen).....	31
3.9.	Qualitätskontrolle .....	32
	a) Standardparameter .....	32
	b) Arzneimittel .....	35
	c) PFAS .....	36
	d) EU Beobachtungsliste.....	36
	e) Untersuchungsstelle.....	36
	f) Bewertung der risikobasierten Probenahmeplanung gem. § 37 TrinkwV .....	37
4.	Wasserspeicherung (Reinwasserbehälter) .....	38
	4.1. Eindringen von Oberflächenwasser .....	38
	4.2. Eindringen von Insekten .....	39
	4.3. Mängel und Defekte am Anlagenbau.....	40
5.	Wasserverteilung (Rohrnetz) .....	41
	5.1. Reparaturanfälligkeit des Rohrnetzes .....	41
	5.2. Leitungspläne und Informationssystem für vorhandenes Rohrnetz.....	42
	5.3. Wasserverluste.....	42
	5.4. Leitungszerstörung durch Dritte.....	44
	5.5. Ausfall Druckerhöhungsstationen .....	45
6.	Trinkwasserinstallation (Kundenanlage) .....	45
	6.1. Allgemein anerkannte Regeln der Technik .....	46
	6.2. Materialwahl .....	46
	6.3. Verkeimung durch Legionellen .....	47
7.	Pandemien .....	47
V.	Zusammenfassung .....	48
VI.	Anlagen .....	49
	Zusammenfassung der Risikomatrix.....	49
	Rohrleitungs- und Instrumentierungsschema (R+I-Schema) Wasserwerk .....	50
	Wassertechnik Wasserwerk .....	51
	Wasserschutzgebiet Linden.....	52
	Vorfeldmessstellen WSG Linden .....	53
	Heider Troog .....	54
	Abbildungs-, Bild-, Grafik-, Schema- und Tabellenverzeichnis.....	55
	Quellenverzeichnis .....	56

## I. Einleitung

Im Zuge der Novellierung der Trinkwasserverordnung<sup>1</sup> hat der Betreiber einer Wasserversorgungsanlage gemäß § 34 die Sicherstellung der Anforderungen an die Beschaffenheit des Trinkwassers einem kontinuierlichen Risikomanagement zu unterziehen.

Folgende Anforderungen werden nach § 35 Trinkwasserverordnung an das Risikomanagement gestellt (dabei sind die in **blauen Klammern** gesetzten Kommentare Hinweise auf dieses Dokument):

- (1) hinreichende Fachkenntnisse der durchführenden Person  
(Durchführung durch hydrogeologische Ingenieurbüros sowie beim WVND angestellte Ingenieure und Wassermeister)
- (2) Durchführung entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik, insbesondere der DIN EN 15975-2,
  1. für Wasserversorgungsanlagen, auf die die auf Grund von § 50 Absatz 4a des Wasserhaushaltsgesetzes zu erlassende Rechtsverordnung anzuwenden ist, die Ergebnisse der Bewertung des Einzugsgebiets der Entnahmestellen für die Trinkwassergewinnung und des Risikomanagements für dieses Einzugsgebiet berücksichtigen,  
(IV.1)
  2. Gefährdungen und Gefährdungsereignisse für Wasserversorgungsanlagen identifizieren und eine Abschätzung der daraus resultierenden Risiken für die den Anforderungen nach Abschnitt 2 entsprechende Beschaffenheit des Trinkwassers (Risikoabschätzung) umfassen,  
(IV.2.-4.)
  3. Risiken berücksichtigen, die sich bezüglich der Beschaffenheit des Trinkwassers aus Klimawandel, Wasserverlusten und undichten Trinkwasserleitungen ergeben,  
(IV.5.1 ff.)
  4. Ergebnisse von Besichtigungen der Wasserversorgungsanlage sowie, sofern zutreffend, der Schutzzonen und der Umgebung der Wasserfassungsanlage berücksichtigen,  
(IV.1.1)
  5. die Festlegung und Durchführung von Maßnahmen zur Risikobeherrschung umfassen, um die erkannten Risiken, die die den Anforderungen nach Abschnitt 2 entsprechende Beschaffenheit des Trinkwassers gefährden könnten, zu verhindern oder zu mindern,  
(Maßnahmen werden in Kapitel IV. aufgezeigt)
  6. das gegenwärtig durchgeführte Programm für betriebliche Untersuchungen nach § 30 umfassen,  
(IV.3.9)
  7. die in der jeweils geltenden Fassung der Beobachtungsliste nach Artikel 13 Absatz 8 der Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (ABl. L 435 vom 23.12.2020, S. 1) enthaltenen Stoffe und Verbindungen berücksichtigen,  
(aktuell 17-β-Estradiol und Nonylphenol)
  8. Folgendes berücksichtigen:
    - a) die Ergebnisse der Untersuchungen nach § 36 und
    - b) die Ergebnisse weiterer Untersuchungen des Rohwassers auf den Indikatorparameter somatische Coliphagen, soweit solche Untersuchungen durchgeführt worden sind,  
(Untersuchung auf Coliphagen nicht notwendig, da 100% Grundwasser)
  9. basierend auf den in Nummer 8 Buchstabe a und b genannten Ergebnissen die Notwendigkeit zukünftiger weiterer Untersuchungen des Rohwassers auf den Indikatorparameter somatische Coliphagen bewerten und gegebenenfalls die Häufigkeit dieser Untersuchungen festlegen.  
(siehe oben)

---

<sup>1</sup> Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV); Zweite Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2023 Teil I Nr. 159, ausgegeben zu Bonn am 23. Juni 2023

- (3) schriftliche oder digitale Dokumentation mit folgendem Umfang:
1. eine Beschreibung aller Prozessschritte in der betreffenden Wasserversorgungsanlage zur Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung des Wassers bis zur Übergabestelle in die Trinkwasserinstallation, einschließlich Informationen zu den angewendeten Desinfektionsverfahren sowie zu den eingesetzten Aufbereitungsstoffen, Materialien und Werkstoffen im Kontakt mit Trinkwasser,  
(IV.)
  2. eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Risikoabschätzung und der anderen Elemente des Risikomanagements, einschließlich des gegenwärtig durchgeführten Programms für betriebliche Untersuchungen nach § 30,  
(V.)
  3. bei einer zentralen Wasserversorgungsanlage einen begründeten Vorschlag zur Anpassung oder Beibehaltung des Untersuchungsplans, insbesondere,
    - a) ob ein erweiterter Umfang oder eine höhere Häufigkeit von Untersuchungen für bestimmte Parameter nach § 37 Absatz 4 erforderlich ist und
    - b) ob ein Parameter vom Untersuchungsumfang ausgenommen oder die Untersuchungshäufigkeit nach § 37 Absatz 2 verringert werden soll,  
(IV.3.9 f)
  4. (mobile Wasserversorgung hier nicht relevant),
  5. eine Erklärung des Betreibers, dass kein Umstand abzusehen ist, der bei einer dem Vorschlag entsprechenden Anpassung des Untersuchungsplans oder bei einer dem Vorschlag entsprechenden Bestimmung von Untersuchungspflichten eine Verschlechterung der Beschaffenheit des Trinkwassers verursachen würde,  
(IV.3.9 f)
  6. eine Erklärung des Betreibers, dass die Anforderungen des Absatzes 1 erfüllt sind (siehe Hinweis zu Absatz 1), und
  7. einen Anhang, mit dem die Verbraucher nach § 46 Absatz 1 Nummer 6 informiert werden sollen.  
(Informationen unter [www.wvnd.de](http://www.wvnd.de))

Bei einer Überprüfung des Risikomanagements nach § 34 Absatz 2 Satz 2 kann die dem Gesundheitsamt nach § 38 Absatz 1 Nummer 2 oder Nummer 3 zu übermittelnde Dokumentation auf unveränderte Inhalte dem Gesundheitsamt bereits nach § 38 Absatz 1 in der Vergangenheit übermittelter Dokumentationen Bezug nehmen. Aktualisierungen des Risikomanagements sind zusammengefasst darzustellen.

## 1. Grundlage

Die Begriffe Risiko, Gefährdung, Vulnerabilität und Resilienz gehören heute zum modernen Sprachgebrauch für die Beschreibung der äußeren und inneren Einflüsse und Auswirkungen auf technische Systeme. Dabei bedeutet<sup>2</sup>

**Risiko** Risiko wird im Allgemeinen als Kombination aus Eintrittswahrscheinlichkeit eines unerwünschten Ereignisses und Schadensschwere bei einem etwaigen Eintritt des Ereignisses angesehen. Eine übliche Vereinfachung ist es, das Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensschwere als Risiko zu bezeichnen.

**Gefährdung** Eine Gefährdung als technischer Begriff bedeutet die Möglichkeit, dass ein Schutzgut (Person, Tier, Sache oder natürliche Lebensgrundlage) räumlich und/oder zeitlich mit einer Gefahrenquelle zusammentreffen kann. Das Wirksamwerden der Gefahr führt zu einem Schaden, etwa zu einer Verletzung, ..., Funktionseinbußen oder Funktionsverlust.

---

<sup>2</sup> vgl.: Wikipedia unter <https://de.wikipedia.org/wiki/>

- Vulnerabilität** von lateinisch vulnus „Wunde“ bzw. vulnerare „verwunden“ bedeutet „Verwundbarkeit“ oder „Verletzbarkeit“
- Resilienz** von lateinisch resilire „zurückspringen, abprallen“ steht für die Fähigkeit technischer Systeme, bei einem Teilausfall nicht vollständig zu versagen oder auch Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Einflüssen

Im Folgenden geht es darum, für die Trinkwasserversorgung des Wasserverbandes Norderdithmarschen die möglichen Gefährdungen, die zu einer Verletzung eines Systems führen und damit das Risiko ein Systemversagen auslösen zu können, zu bewerten und aufzuzeigen, wie Widerstandsfähig die zentrale Trinkwasserversorgung aktuell aufgestellt ist und wo ggf. noch Handlungsbedarf besteht, noch sicherer zu werden.

Um die Vulnerabilität (Verletzbarkeit) und Resilienz (Widerstandsfähigkeit) der Trinkwasserversorgung von der Quelle bis zum Verbraucher zu untersuchen, werden im Folgenden die Bereiche Wassereinzugsgebiet, Grundwasserförderung, Wasseraufbereitung (Wasserwerk), Wasserspeicherung (Reinwasserbehälter), Wasserverteilung (Rohrnetz), Trinkwasserinstallation (Kundenanlage) sowie das Thema Pandemien beleuchtet.

Im Anschluss an jedes Kriterium erfolgt über eine Matrix die Bewertung der Verletzbarkeit mittels der Eintrittswahrscheinlichkeit und des zu erwartenden Schadens. Die Resilienz ist damit umgekehrt proportional zu dem zu erwarteten Schaden.

Vulnerabilität		Schaden		
		gering 1	mittel 2	groß 3
unwahrscheinlich	1	1	2	3
möglich	2	2	4	6
wahrscheinlich	3	3	6	9

Das Kriterium „Schaden“ ist dabei wie folgt eingestuft:

- gering - keine Auswirkungen auf die leitungsgebundene Trinkwasserversorgung
- mittel - die Trinkwasserqualität kann beeinträchtigt sein, die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung können jedoch mit weiteren Aufbereitungstechniken (z.B. Filtern, Desinfektion) eingehalten werden
- groß - Ausfall der Wasserversorgung

## 2. Epidemien

Noch bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts kannte man in Europa Epidemien, die durch verunreinigtes Trinkwasser verursacht wurden. Auslöser war in der Regel durch Fäkalien kontaminiertes Wasser, welches in den Städten teilweise noch ungefiltert verteilt wurde.

„Bereits 1892 entdeckte Robert Koch nach der verheerenden Choleraepidemie in Hamburg, dass die Krankheitserreger (hier: Cholera vibrionen) über fäkal kontaminierte Abwässer ins Elbwasser gelangt waren, welches auch unmittelbar zur Trinkwassergewinnung genutzt wurde. Er beobachtete aber auch, dass von einem Wasser, das langsam über Sand gefiltert wurde, keine Gesundheitsgefahr mehr ausging. Die Krankheitserreger wurden durch die Filtration entfernt und die Anzahl der verbleibenden, meist harmlosen Mikroorganismen betrug weniger als 100 pro Milliliter Wasserprobe. Koch lieferte damit erstmals eine wissenschaftliche Grundlage zur Aufbereitung oder Reinigung verschmutzter Wässer und zur mikrobiologischen Überwachung der Trinkwasserqualität.“<sup>3</sup>

<sup>3</sup> siehe: Umwelt Bundesamt, Rund um das Trinkwasser, November 2010, 4. aktualisierte Auflage 2016, [www.umweltbundesamt.de/publikationen/rund-um-trinkwasser](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rund-um-trinkwasser)

Die Erkenntnis von Robert Koch war ein Meilenstein auf dem Weg zu unserer heutigen hygienisch sicheren Trinkwasserversorgung. Allerdings können auch heute noch verschiedene Mikroorganismen (Bakterien, Viren und Protozoen) das Trinkwassers verunreinigen und damit die menschliche Gesundheit gefährden<sup>4</sup>:

**Bakterien**

Cholera vibrionen  
Salmonellen  
Shigellen  
Yersinien  
Campylobacter  
EHEC  
Pseudomonas aeruginosa  
Legionellen  
atypische Mykobakterien  
Aeromonas hydrophila

**Viren**

Polyomyelitis  
Hepatitis A und E  
Rotaviren  
Adenoviren  
Noroviren

**Protozoen (Einzeller)**

Entamoeba histolytica  
Giardien  
Cryptosporidien

### 3. Infektionsschutz

Eine sichere öffentliche Trinkwasserversorgung ist neben der fachgerechten Abwasserbeseitigung der Grundpfeiler für einen gelebten Infektionsschutz in unserer heutigen Gesellschaft. Aus diesem Grund sind die Anforderungen an die Trinkwasserqualität auch im Infektionsschutzgesetz [Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG)]<sup>5</sup> geregelt. Hierin ist in § 37 Absatz 1 festgehalten, dass Wasser für den menschlichen Gebrauch so beschaffen sein muss, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist. Das IfSG ermächtigt weiterhin in § 38 den Gesetzgeber, weitere Regelungen zur Trinkwasserqualität in einer Verordnung zu bestimmen. Mit dem Erlass der Trinkwasserverordnung macht der Gesetzgeber hiervon Gebrauch und regelt somit eine wichtige Voraussetzung für unser heutiges Leben in Abwesenheit von trinkwasserbedingten Seuchen und Epidemien.

---

<sup>4</sup> vgl.: WHO Guidelines for Drinking-water Quality, fourth edition incorporating the first addendum, 2017, S 119 f.

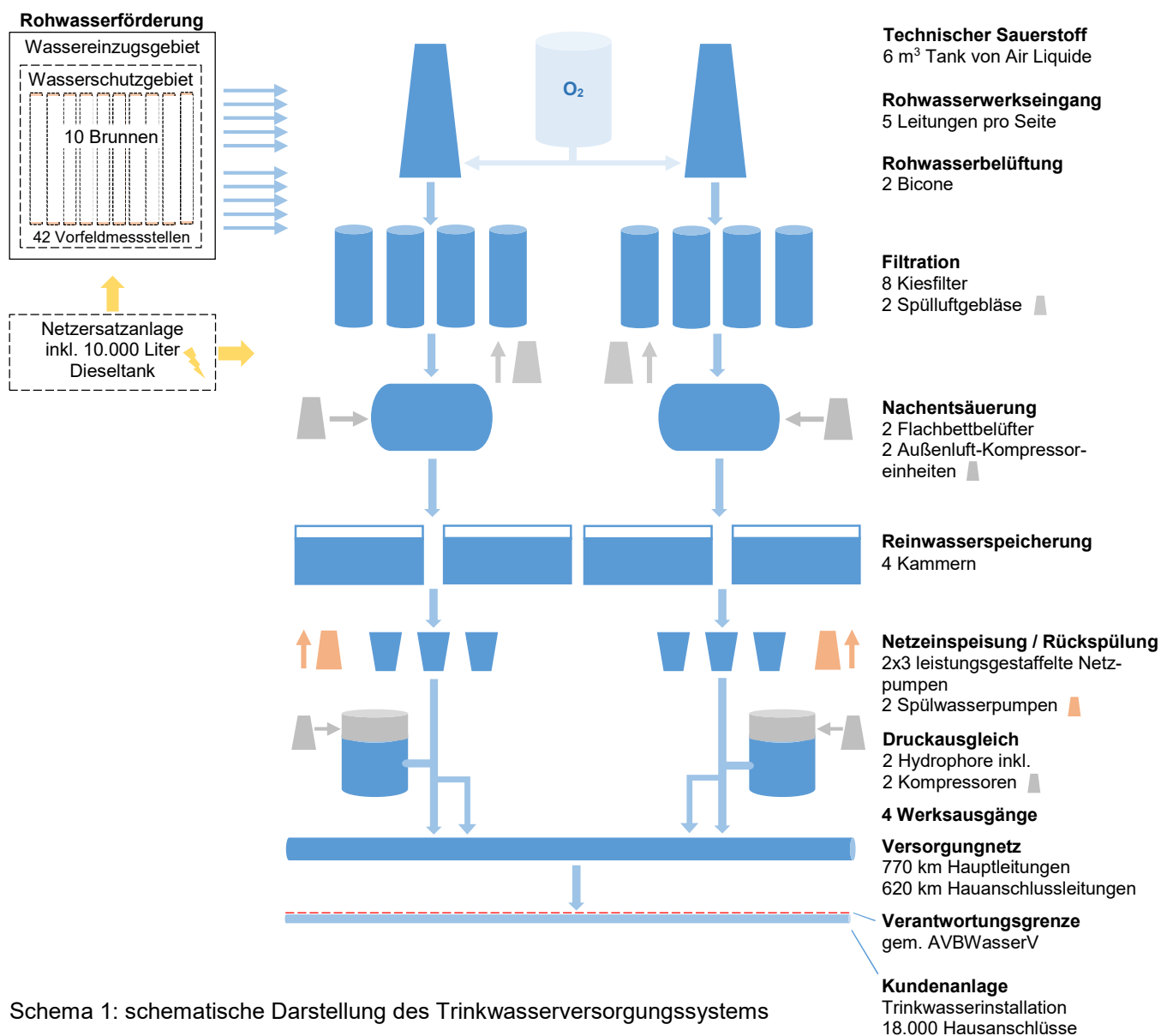
<sup>5</sup> Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG), Ausfertigungsdatum: 20.07.2000, (BGBl. I S. 1045), Zuletzt geändert durch Art. 8b G v. 20.12.2022 I 2793

## II. Beschreibung des Trinkwasserversorgungssystems

Gemäß DIN EN 15975-2<sup>6</sup>, Kap. 4.3 ist das Trinkwasserversorgungssystem vom Einzugsgebiet bis zur Übergabestelle an die Nutzer schematisch zu beschreiben.

Die Trinkwasserversorgung des WVND ist wie folgt aufgebaut:

1. Das Rohwasser wird über 8 Brunnen zu Tage gefördert.
2. Am Wasserwerk wird das Rohwasser als erster Aufbereitungsschritt mittels technischem Sauerstoff belüftet.
3. Nach der Belüftung erfolgt die Filtration in 8 Kiesfiltern.
4. Als letzter Aufbereitungsschritt wird aus dem Wasser in Flachbettbelüftern CO<sub>2</sub> ausgetrieben und der pH-Wert angehoben (Nachentsäuerung).
5. Im Anschluss strömt das Wasser in 4 Reinwasserkammern.
6. Von den Reinwasserkammern strömt das Wasser zu den 6 Reinwasserpumpen, die es in das Versorgungsnetz drücken.
7. Das Versorgungsnetz verteilt das Wasser bis zu den Übergabestellen der Haushalte.



Schema 1: schematische Darstellung des Trinkwasserversorgungssystems

<sup>6</sup> Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement – Teil 2: Risikomanagement, Deutsche Fassung EN 15975-2: 2013



### III. Feststellung möglicher Gefährdungen

Die Basis für eine sichere und hygienisch einwandfreie öffentliche Trinkwasserversorgung ist das Multi-Barrieren-Systems, welches sich aus dem konsequenten Schutz der Trinkwasserressourcen sowie der Anwendung der allgemein anerkannten Regeln der Technik bei der Gewinnung, Aufbereitung, Speicherung, Transport, Verteilung sowie dem Bau und dem Betrieb der Trinkwasserinstallation zusammensetzt. Diese Kette vom Einzugsgebiet der Wasserförderung bis hin zum Zapfhahn des Verbrauchers kann an verschiedenen Stellen verletzt werden und unterliegt somit diverser Risikofaktoren, die im Folgenden aufgelistet werden:

#### 1. Wassereinzugsgebiet

1. Nährstoff- oder Schadstoffeinträge aus der Umwelt, Landwirtschaft oder durch Unfälle mit giftigen und/oder wassergefährdenden Stoffen (z.B. Öle, Farben, Lacke etc.)
2. Versalzung des Grundwasserleiters
3. unzureichende Grundwasserneubildung
4. Versiegen von Grundwasserquellen

#### 2. Grundwasserförderung

1. undichte Ringräume der Förderbrunnen
2. technische Defekte der einzelnen Förderanlagen (Brunnen)
3. Verockerung der Filter
4. Stromausfall
5. Schäden an der Rohwasserleitung

#### 3. Wasseraufbereitung (Wasserwerk)

1. Technische Defekte von Anlagenbauteilen
2. Defekte in elektrischer Anlage
3. Stromausfall
4. Ausfall der Sauerstoffversorgung
5. Eindringen von Insekten in die Aufbereitungsanlage
6. Kapazitätsengpässe bei der Aufbereitung
7. Personalengpass bei Krankheit
8. Eingriffe von außen (z.B. Terror, Naturkatastrophen)
9. Qualitätskontrolle

#### 4. Wasserspeicherung (Reinwasserbehälter)

1. Eindringen von Oberflächenwasser
2. Eindringen von Insekten
3. Mängel am Anlagenbau

#### 5. Wasserverteilung (Rohrnetz)

1. Reparaturanfälligkeit des Rohrnetzes
2. Leitungspläne und Informationssystem für vorhandenes Rohrnetz
3. Wasserverluste
4. Leitungszerstörung durch Dritte
5. Ausfall Druckerhöhungsstationen

#### 6. Trinkwasserinstallation (Kundenanlage)

1. Allgemein anerkannten Regeln der Technik
2. Materialwahl
3. Verkeimung durch Legionellen

#### 7. Pandemien

- Ausfall von Personal wegen Krankheit

## IV. Analyse und Beseitigungsmöglichkeiten festgestellter Gefährdungen

### 1. Wassereinzugsgebiet

Das oberirdische Wassereinzugsgebiet des Wasserwerks in Linden bewegt sich je nach der jährlich zu entnehmenden Grundwassermenge zwischen 23,8 und 31,2 km<sup>2</sup>.

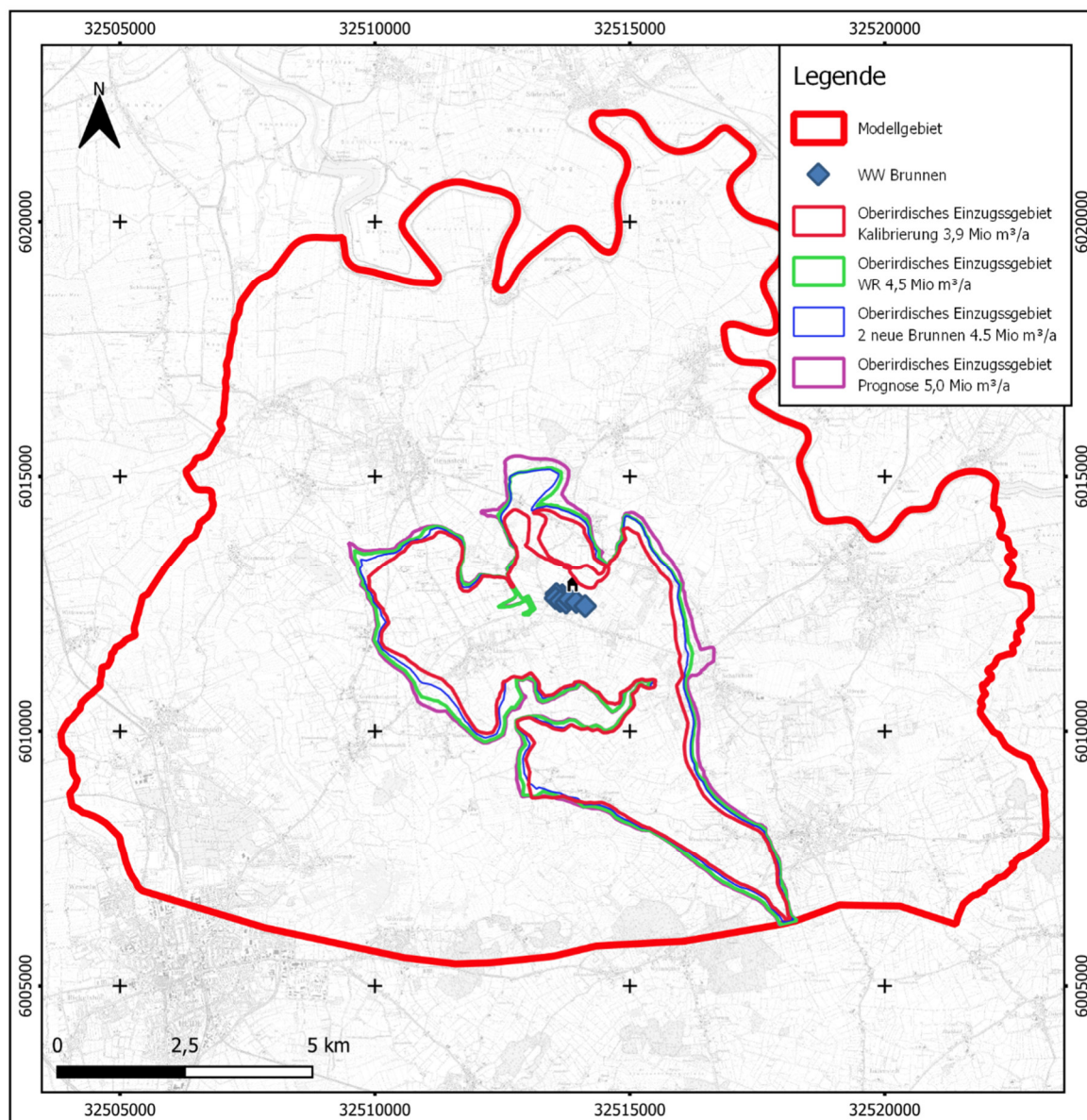


Abbildung 1: Auszug aus dem 3-dimensionalen Grundwassermodell der CAH 2023

Variante	Fläche EZG km <sup>2</sup>	% Veränderung
Kalibrierung 3,9 Mio m <sup>3</sup> /a	23,8	-20%
WR 4,5 Mio. m <sup>3</sup> /a	29,5	100 %
WR mit 2 neuen Brunnen 4,5 Mio. m <sup>3</sup> /a	27,7	-6%
Prognose 5,0 Mio. m <sup>3</sup> /a	31,2	6%

Tabelle 1: Oberirdisches Wassereinzugsgebiet des Wasserwerks Linden

Eine einwandfreie Trinkwasserversorgung mit qualitativ einwandfreiem und gesundem Trinkwasser kann nur erfolgen, solange die vorhandenen Grundwasserleiter nicht mit Nähr- oder Schadstoffen belastet sind und es eine ausreichende Grundwasserneubildung gibt.

Eine Verletzung dieser Voraussetzungen ist durch folgende Faktoren denkbar:

1. Nährstoff- oder Schadstoffeinträge aus der Umwelt, Landwirtschaft oder durch Unfälle mit giftigen und/oder wassergefährdenden Stoffen (z.B. Öle, Farben, Lacke etc.)
2. Versalzung des Grundwasserleiters
3. unzureichende Grundwasserneubildung
4. Versiegen von Grundwasserquellen

### 1.1. Nährstoff- oder Schadstoffeinträge aus der Umwelt oder Landwirtschaft

Grundsätzlich erfolgt die Trinkwasserversorgung des Wasserverbandes Norderdithmarschen aus Grundwasser welches aus Tiefen zwischen 47 und 92 m entnommen wird. Als Grundwasserführende Schichten eignen sich sehr gut Kiese und Sande, die aus eiszeitlichen Ablagerungen in ausreichender Menge und Qualität am Standort Linden mit den Kaolinsanden vorhanden sind. Damit das Grundwasser von oberirdischen Einflüssen geschützt ist, liegen idealerweise oberhalb der wasserführenden Kiesschichten Ton- oder Mergelschichten, die ein direktes einsickern von oberirdischen Stoffen verhindern oder zumindest zeitlich extrem verzögern. Überall da, wo diese natürlichen Schutzschichten nicht in ausreichendem Maße vorliegen, bietet es sich an, ein Wasserschutzgebiet auszuweisen. Zielsetzung eines Wasserschutzgebietes ist es, die Nutzung der darin befindlichen Flächen so einzuschränken, dass das darunter befindliche Grundwasser ausreichend geschützt wird.

Am 2. Oktober 2009 hat die Landesregierung Schleswig-Holstein mit der Wasserschutzgebietsverordnung<sup>7</sup> für das Wassereinzugsgebiet Linden ein 3.336 ha großes Wasserschutzgebiet festgesetzt, wovon allein 2.615 ha unter landwirtschaftlicher Nutzung stehen.

In der Verordnung sind verschiedene Nutzungs- und Düngeeinschränkungen für die Landwirtschaft mit entsprechenden Ausgleichszahlungen vorgeschrieben.

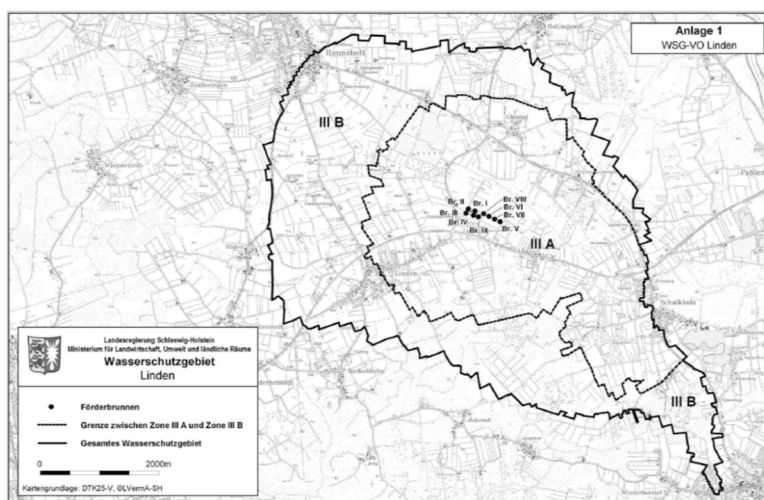


Abbildung 2: Wasserschutzgebiet Linden (siehe Anhang)

Folgende Verbote sind in der Zone III B festgesetzt:

- feste oder flüssige Dünge-, Futter- oder Pflanzenschutzmittel sowie Sekundärrohstoffdünger, insbesondere Klärschlamm oder Kompost außerhalb von Gebäuden, flüssigkeitsdichten Anlagen oder Silagewickelballen zu lagern.
- in der Zeit vom 15. September bis zum 31. Januar des folgenden Jahres stickstoffhaltige Düngemittel auszubringen, einzuarbeiten oder abzulagern. Bei Wintereraps und Wintergerste sowie bei Fröhsaaten (Sätermin bis 20. September) von Winterweizen, Wintertriticale und Winterroggen ist die Ausbringung von stickstoffhaltigem Mineraldünger noch

<sup>7</sup> Landesverordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlagen des Wasserverbandes Norderdithmarschen in Heide/Dithmarschen (Wasserschutzgebietsverordnung Linden) Vom 2. Oktober 2009

- bis zum 15. Oktober zulässig. Feste stickstoffhaltige organische Nährstoffträger, ausgenommen Geflügelmist, dürfen bereits ab dem 1. Dezember wieder ausgebracht werden
- Lediglich in der Schutzzone I (10 Meter um die Förderbrunnen herum) ist es verboten, Dünge und Pflanzenschutzmittel anzuwenden.

Im Zuge der Ausweisung des Wasserschutzgebietes Linden wurde ein Netz von 42 Vorfeldmessstellen gebaut (siehe Abbildung 3) in denen in einem 1- bzw. 3-jährigen Rhythmus die Grundwasserqualität im Einzugsbereich um das Wasserwerk untersucht wird. Hierdurch sollen mögliche vor allem chemische Verunreinigungen, z.B. auch durch Unfälle mit giftigen und/oder wassergefährdenden Stoffen, frühzeitig erkannt werden, damit Gegenmaßnahmen entsprechend rechtzeitig eingeleitet werden können.

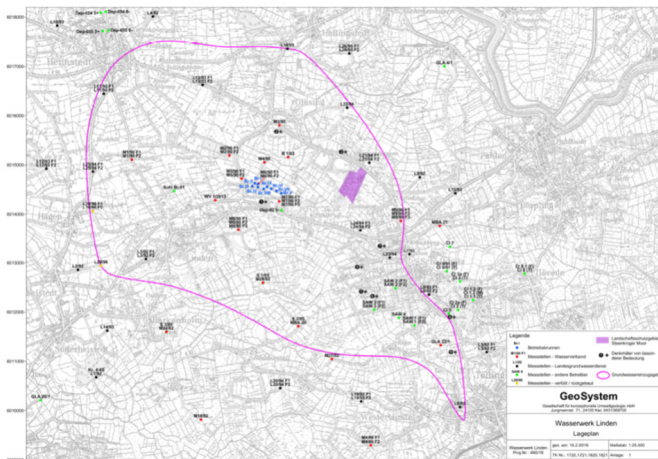


Abbildung 3: Vorfeldmessstellen im WSG Linden (siehe Anhang)

Die Ergebnisse der routinemäßigen Beprobungen der Vorfeldmessstellen zeigt eindeutig den oberflächennahen Eintrag von Nährstoffen, wie Nitrat aber auch die Belastung mit Abbauprodukten von Pflanzenschutzmittel.

Der Pflanzennährstoff Nitrat kann in 20 von 42 Grundwassermessstellen (GWM) im ersten Grundwasserleiter bis weit über 100 mg/l nachgewiesen werden:

GWM	Tiefe [m]	2011	2014	2017	2020	2023
[mg/l]						
11	11,67	97	88	55	84	63
17	38,00	14	8	7	57	110
19	12,10	1	13	29	37	16
21	71,00	12	24	26	19	14
22	52,00	62	72	68	69	51
23	26,00	49	16	20	19	16
25	12,00	4	13	9	5	6
28	46,60	155	122	85	100	79
29	54,60	49	45	43	46	58
30	43,80	71	63	69	91	80
31	10,80	111	24	100	83	120
32	49,80	58	68	72	50	47
33	8,50	115	107	130	83	79
34	14,80	12	20	84	45	28
37	100,00	22	21	23	18	31
38	15,90	49	68	78	42	40
39	16,80	80	49	35	60	55
40	35,60	75	61	71	86	48
41	9,55	8	11	12	13	12
42	64,60	62	51	53	n.b.	42

Legende  
■ > 1 ■ > 5 ■ > 50

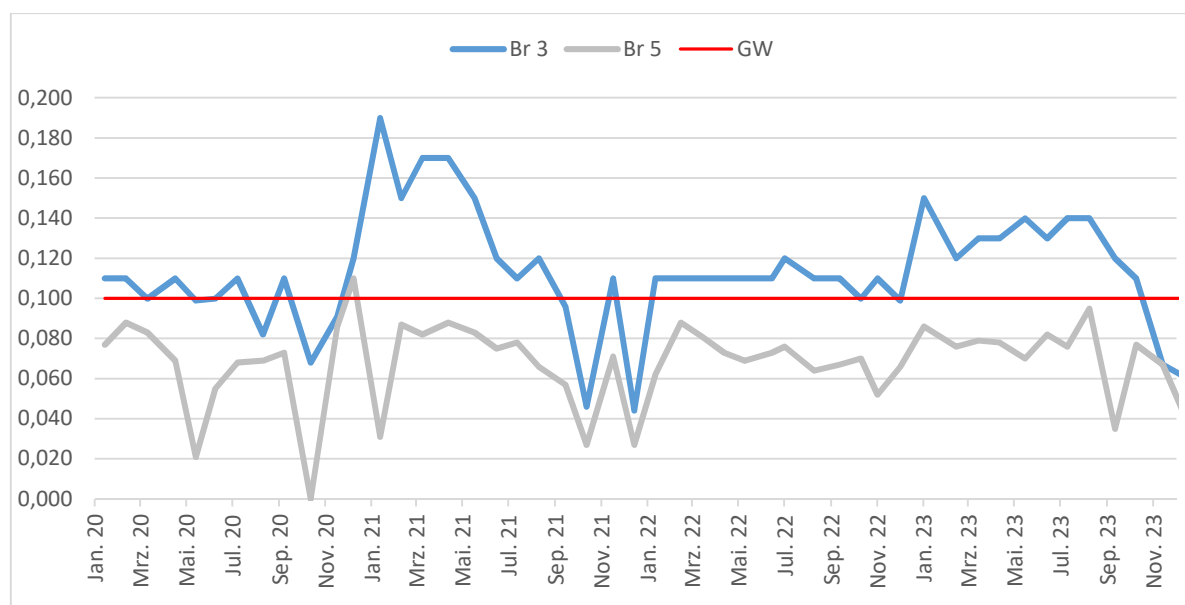
Tabelle 2: ausgewählte Grundwassermessstellen mit Nitrat-Belastungen

An 16 von insgesamt 42 Messstellen ist das Pflanzenschutzmittelabbauprodukt Desphenyl-Chloridazon (DPC) in Konzentrationen bis zu 3,29 µg/l zu finden. Bei DPC handelt es sich um ein Abbauprodukt eines Pflanzenschutzmittels (PBSM).

GWM	Tiefe [m]	2014	2017	2020	2023	Legende
		[µg/l]				
5	37,80	1,440	0,061	0,039	0,036	<span style="color: orange;">■</span> > Nachweisgrenze <span style="color: red;">■</span> > GW = 0,1 µg/l
7	13,80	<0,100	0,040	0,045	0,046	
10	17,50	0,470	<0,280	0,250	0,290	
12	33,63	<0,100	0,180	0,170	0,280	
13	k.A.	<0,100	0,130	0,072	0,036	
22	52,00	<0,100	0,087	0,074	0,057	
23	26,00	<0,100	0,036	0,043	0,037	
26	45,50	3,290	1,800	2,000	2,000	
28	46,60	<0,100	0,800	0,490	0,360	
29	54,60	<0,100	0,054	0,130	0,340	
31	10,80	0,150	0,160	0,140	0,460	
33	8,50	0,130	0,440	0,510	0,360	
34	14,80	0,120	0,110	0,140	0,110	
37	100,00	<0,100	0,042	0,028	0,038	
40	35,60	0,180	0,210	0,074	0,039	
42	64,60	<0,100	0,160	-	0,160	

Tabelle 3: Grundwassermessstellen mit Desphenyl-Chloridazonfunden

Neben den Vorfeldmessstellen kann DPC auch in 2 Förderbrunnen in geringsten Mengen nachgewiesen werden. Dabei ist die Substanz im Brunnen 5 unterhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/l nachzuweisen, der Brunnen 3 schwankt leicht über dem Grenzwert. Um die DPC-Konzentrationen in den Brunnen 3 und 5 im Blick zu haben, wird die Konzentration seit Januar 2020 monatlich in allen 8 Förderbrunnen kontrolliert. Am Werksausgang wird der Grenzwert der Trinkwasserverordnung durch das Mischen mit dem Rohwasser der anderen Brunnen jederzeit sicher eingehalten. Andere PBSM oder entsprechende Abbauprodukte werden in den Förderbrunnen nicht nachgewiesen.



Grafik 1: Verlauf der Desphenyl-Chloridazon-Konzentration in den Förderbrunnen 3 u. 5 in µg/l

Eine Auswertung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln für die Jahre 2016 bis 2021 durch die Fa. Ingus ergab eine Abnahme der absoluten Einsatzmengen von über 4 Tonnen im Jahr 2016 auf immer noch 276 kg im Jahr 2021. Auch die spezifische Einsatzmenge pro Hektar Fläche ist von 13,5 kg auf 0,6 kg gesunken. Allerdings werden nach wie vor mehr als 30 einzelne Wirkstoffe angewandt und damit auf den Flächen verteilt.

<b>Jahr</b>		<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Fläche	[ha]	299	308	368	286	450	427
Anzahl Wirkstoffe	[-]	44	40	51	51	33	33
Einsatzmenge	[kg]	4.053	1.096	1.033	596	497	276
	[kg/ha]	13,5	3,6	2,8	2,1	1,1	0,6

Tabelle 4: Einsatz von PBSM im WSG Linden 2016-2020

Darüber hinaus zeigt sich auch die Substitution einiger Wirkstoffe durch andere. Der Einsatz von Thifensulfuron ist beispielsweise deutlich zurückgegangen und wurde ab 2020 gar nicht mehr angewandt. Dafür haben Stoffe wie Terbutylazin und Flufenacet an Bedeutung und Einsatzmenge gewonnen. S-Metolachlor als Herbizid im Maisanbau ist ab dem 24.07.2024 verboten<sup>8</sup>.

<b>Jahr</b>		<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Thifensulfuron	[kg/a]	2.506	-	367	189	-	-
Metsulfuron	[kg/a]	250	44	37	46	-	0,02
S-Metolachlor	[kg/a]	103	76	22	13	-	-
Terbutylazin	[kg/a]	75	81	85	60	154	82
Glyphosat	[kg/a]	61	42	49	6	23	39
Flufenacet	[kg/a]	20	-	47	36	78	40

Tabelle 5: Einsatz von PPSM Wirkstoffen im WSG Linden 2016-2020

Mit der seit 2010 eingeführten landwirtschaftlichen Grundwasserschutzberatung durch das Büro INGUS im Wasserschutzgebiet wird gemeinsam mit der Landwirtschaft eine grundwasserschonende Flächenbewirtschaftung angestrebt. Wir werden durch regelmäßige Informationsschreiben und persönliche Gespräche auf dem aktuellen Stand gehalten.

Darüber hinaus versucht der WVND Landwirte in Ihren Maßnahmen zum Verzicht/Reduktion von Pflanzenschutzmitteln zu unterstützen. Zum Beispiel wurde das Projekt Donau-Silphie durch den WVND gefördert. Hierbei handelt es sich um eine Energiepflanze als Ersatz zum Mais, die über ihre gesamte Lebensdauer keinen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln benötigt. Darüber hinaus ist diese Pflanze mehrjährig, sodass sie auch über die Wintermonate eine gewisse Nitratbindung ermöglicht.

Für den Punkt *Nährstoff- oder Schadstoffeinträge aus der Umwelt oder Landwirtschaft* ergibt sich folgende Bewertung:

<b>Vulnerabilität</b>	<b>Schaden</b>		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

<sup>8</sup> vgl.: Durchführungsverordnung (EU) 2024/20 Der Kommission vom 12. Dezember 2023 zur Nichterneuerung der Genehmigung für den Wirkstoff S-Metolachlor gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission, Artikel 4

### Fazit:

Auch wenn das Grundwasser bereits anthropogene Einflüsse aufweist, so besteht derzeit keine Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität und die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung werden zu jedem Zeitpunkt vollumfänglich eingehalten.

Eine kontinuierliche Kontrolle der Einflussfaktoren erfolgt durch eine regelmäßige Beprobung sowohl der Vorfeldmessstellen als auch der Förderbrunnen. In diesem Zusammenhang erfolgt auch eine Sichtkontrolle der Schutzzonen sowie der Umgebung der Wasserfassungsanlagen.

## 1.2. Kiesabbau

Es gibt 2 Kiesabbauvorhaben, die sich in das Wasserschutzgebiet erstrecken. Zum einen ist es der geplante Trockenabbau im Kieswerk Schalkholz-West der Holcim Kies und Splitt GmbH zum anderen ist es der Trockenabbau der Oliver Strunk GmbH & Co. KG.

### 1.2.1. Kiesabbau Schalkholz West

Dieses Vorhaben erstreckt sich auf eine Fläche von rund 70 ha in den WSG Zonen IIIA und B des WSG Linden. Dabei soll die Abbausohle immer mindestens 1 Meter über dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstands angelegt werden.

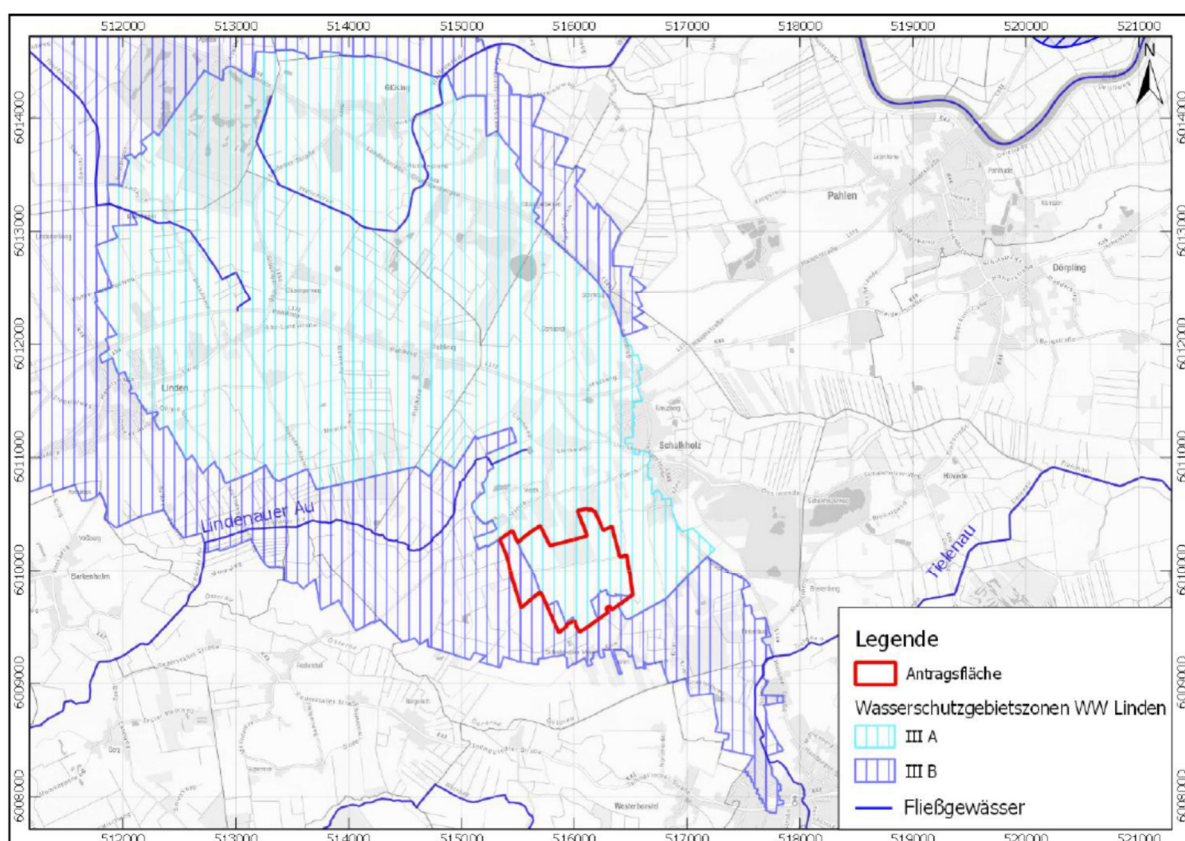


Abbildung 4: geplantes Kiesabbaugebiet Schalkholz West im WSG Linden

Im Rahmen der Beteiligung am Genehmigungsverfahren hat der WVND die Consulaqua Hamburg (CAH) beauftragt, eine Stellungnahme aus hydrogeologischer Sicht zu erstellen. Aus dem Abschlussbericht der CAH vom 25.05.2023 ist zu erkennen, dass die errechneten Grundwasserfließzeiten von der Abbaufäche bis zu den Brunnen des Wasserwerks ca. 150 Jahre betragen.

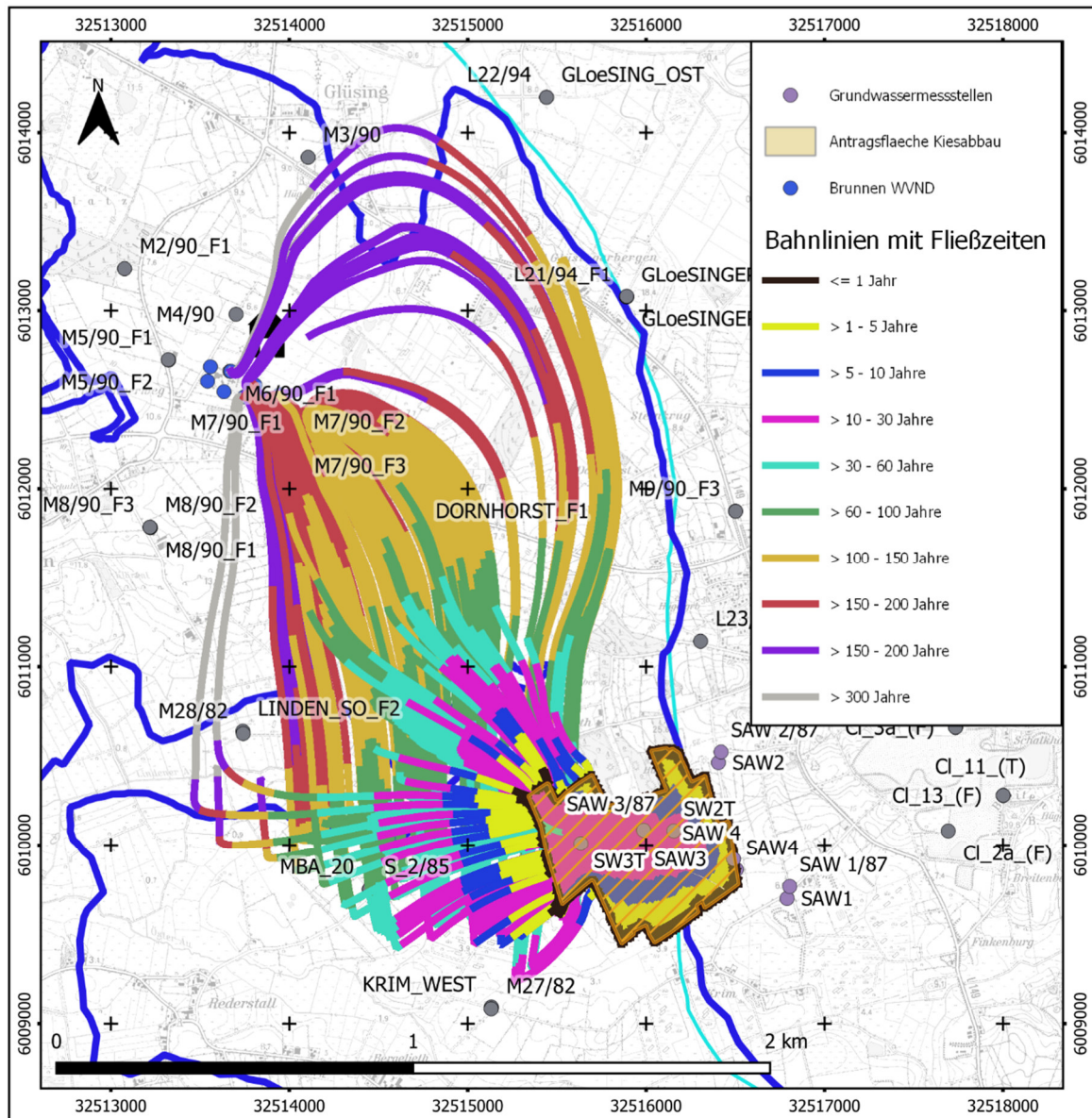


Abbildung 5: Darstellung der Grundwasserbahnliesen mit Fließzeiten

Direkte Gefährdungen für die Grundwasserqualität im WSG Linden werden in dem Bericht nicht genannt. Um dennoch mögliche Veränderungen in der Wasserchemie sowie im Wasserstand zu dokumentieren und frühzeitig zu erkennen, wird empfohlen mindestens 4 Überwachungsmessstellen an 2 Standorten zu errichten. Diese sollten jeweils im dem oberen und unteren Grundwasserleiter verfiltert sein. Potentielle Standorte können Abbildung 6 entnommen werden.



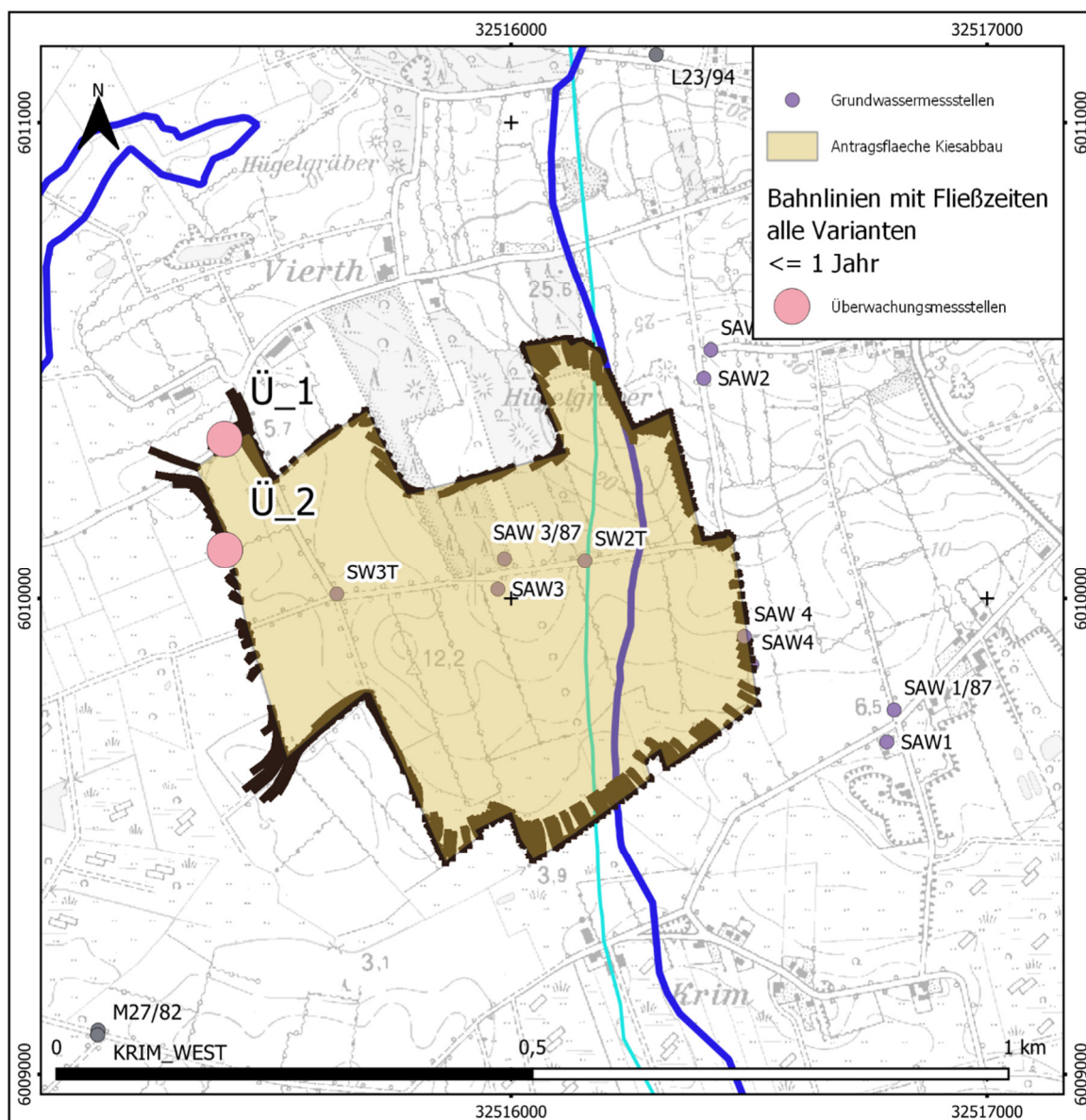


Abbildung 6: Standorte für 2 mögliche Überwachungsbrunnen

Im Rahmen der Beteiligung hat der WVND sowohl der Firma Holcim als auch dem Kreis Dithmarschen eine Liste möglicher zu überwachender Grundwasserparameter übergeben.

Nr.	Gruppe	Name
1	PFAS	PFBA - Perfluorbutansäure
2		PFBS - Perfluorbutansulfonsäure
3		PFDA - Perfluordecansäure
4		PFDoDA - Perfluordodecansäure
5		PFDoDS - Perfluordodecansulfonsäure
6		PFDS - Perfluordecansulfonsäure
7		PFHpA - Perfluorheptansäure
8		PFHpS - Perfluorheptansulfonsäure
9		PFHxA - Perfluorhexansäure
10		PFHxS - Perfluorhexansulfonsäure
11		PFNA - Perfluornonansäure

12	PFNS - Perfluoronansulfonsäure
13	PFOA - Perfluorooctansäure
14	PFOS - Perfluorooctansulfonsäure
15	PFPeA - Perfluorpentansäure
16	PFPeS - Perfluorpentansulfonsäure
17	PFTrDA - Perfluortridecansäure
18	PFTrDS - Perfluortridecansulfonsäure
19	PFUnDA - Perfluorundecansäure
20	PFUnDS - Perfluorundecansulfonsäure
21	PFAS-Summe
ggf. zusätzlich	H4PFOS - H4-Polyfluorooctansulfonsäure
	PFOSA - Perfluorooctansulfonamid
22	<b>Arzneimittel</b>
23	Ibuprofen
24	Carbamazepin
25	Diclofenac
26	Gabapentin
27	Phenazon
28	Primidon
29	Valsartansäure
30	Propyphenazon
31	Sulfadiazin
32	Sulfamethazin
33	Sulfamethoxazol
34	<b>Röntgenkontrastmittel</b>
35	Clofibrinsäure
36	<b>PBSM <sup>1</sup></b>
37	Iopamidol
38	Amidotrizoesäure
39	Atrazin
40	Desethylatrazin
41	Desisopropylatrazin
42	Bentazon
43	Bromacil
44	Chloridazon
45	Chlortoluron
46	Clothianidin
47	Difenoconazol
48	Diuron
49	Desmethyldiuron
50	Imidacloprid
51	Isoproturon
52	Mecoprop
53	Metalaxyl-M
54	Metazachlor-Metabolit BH 479-9
55	Metazachlor-Metabolit BH 479-11
56	S-Metolachlor
57	Nicosulfuron
	Oxadixyl
	Simazin
	Terbutyliazin

58		Glyphosat
59		Summe Pflanzenschutzmittel
60	<b>PBSM-Abbauprodukte <sup>1</sup></b>	Alachlor ESA
61		AMPA
62		2,6-Dichlorbenzamid
63		Desphenyl-Chloridazon B
64		Methyl-Desphenyl-Chloridazon B1
65		Dimethachlorsäure CGA50266
66		DimethachlorsulfonsäureCGA354742
67		Dimethachlor-Metabolit CGA369873
68		Dimethylsulfamid
69		Metazachlorsäure BH 479-4
70		Metazachlorsulfonsäure BH 479-8
71		Metolachlorsäure CGA51202 / CGA351916
72		MetolachlorsulfonsäureCGA380168/CGA354743
73		T erbutylazin-desethyl
74		Terbutylazin-2-hydroxy MT13
75		T erbutylazin-desethyl-2-hydroxy MT14
76		Trifluoressigsäure
77	<b>organische Substanzen</b>	Dichlorethan, 1,2-
78		Trichlorethen
79		Tetrachlorethen
80		Summe Trichlorethen, Tetrachlorethen
81		Benzol
82		Benzo-(b)-Fluoranthen
83		Benzo-(k)-Fluoranthen
84		Benzo-(g,h,i)-Perylen
85		Indeno-(1,2,3-cd)-Pyren
86		Summe PAK TrinkwV
87		Benzo-(a)-Pyren
88	<b>Trihalogenmethane</b>	Chloroform (Trichlormethan)
89		Bromdichlormethan
90		Dibromchlormethan
91		Bromoform (Tribrommethan)
92		Summe Trihalogenmethane
93	<b>Schwermetalle</b>	Blei
94		Cadmium
95		Nickel
96		Quecksilber
97		Chrom
98		Uran

<sup>1</sup> gemäß aktueller Parameterliste für die Untersuchung von Pflanzenschutzmittel, Biozidprodukten (PSMBP) und ihren Metaboliten im Trinkwasser in Schleswig-Holstein:  
[https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/G/gesundheitschutz\\_umweltbezogen/Trinkwasser/Downloads/liste\\_PSMBP\\_2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/G/gesundheitschutz_umweltbezogen/Trinkwasser/Downloads/liste_PSMBP_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

Tabelle 6: Parameterliste Überwachung Kiesabbau

## 1.2.2. Kiesabbau Glüsing

Hierbei handelt es sich um eine Fläche von knapp 1 ha in einer Entfernung von 900 m zu den Förderbrunnen des Wasserwerks in Linden, die von der Oliver Strunk GmbH & Co. KG geplant wurde. Die Gesamtmenge von rund 27.500 m<sup>3</sup> Kies sollte allerdings bereits Ende 2023 entnommen worden sein. Auch hierzu hat der WVND ein hydrogeologisches Gutachten zur Bewertung möglicher Gefahren auf die Grundwasserqualität durch die CAH erstellen lassen. In dem Abschlussbericht der CAH vom 29.06.2023 heißt es, dass eine direkte Gefährdung ausgehend von der Kiesabbaufäche größtenteils ausgeschlossen werden könne. Eine Berechnung der Grundwasserfließzeiten zeigt, dass im Falle eines Schadstoffeintrages, das Grundwasser ca. 30 – 60 Jahre benötigt um in einem Brunnen im Wasserwerk anzukommen.

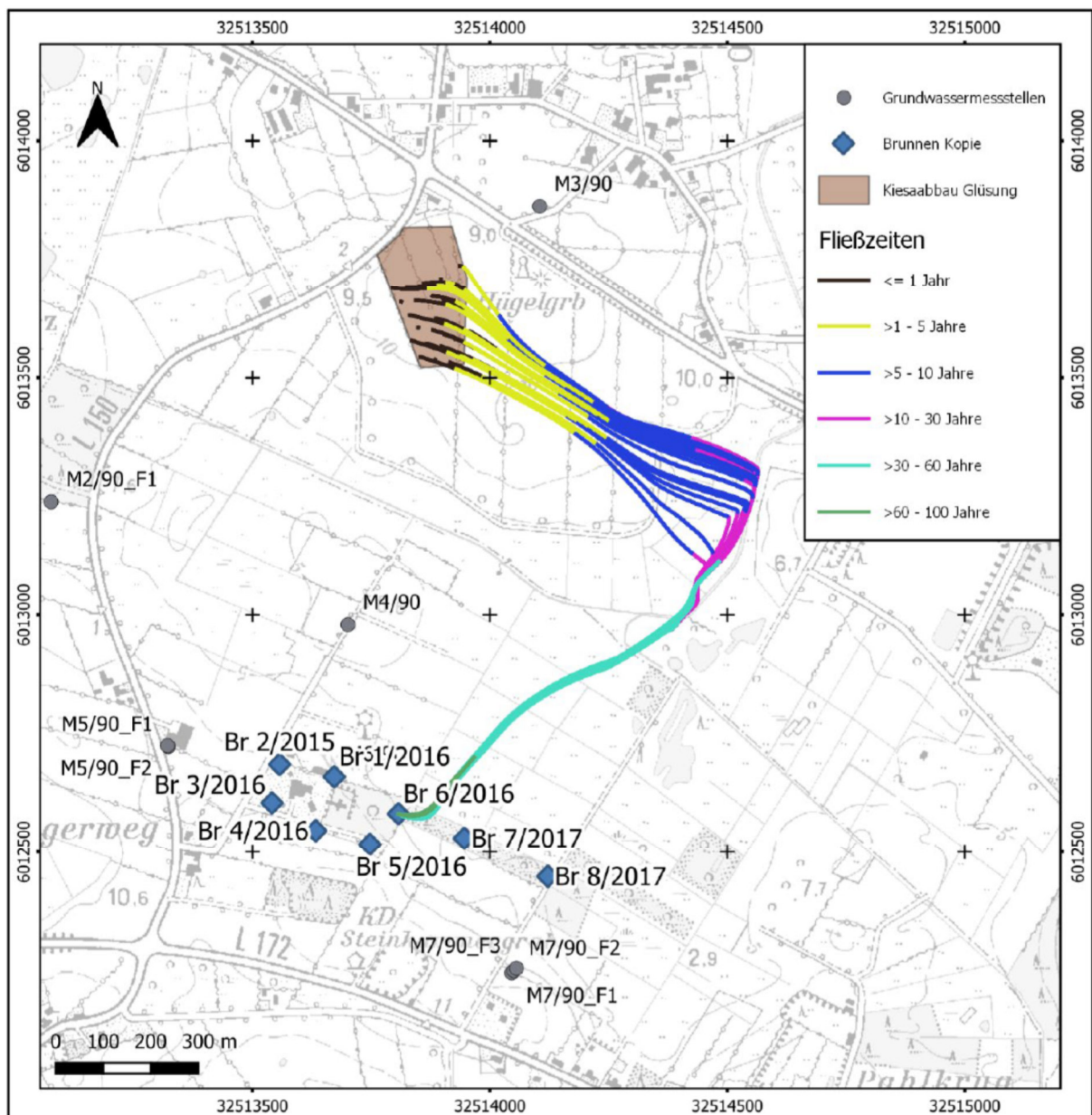


Abbildung 7: Grundwasserfließzeiten gemäß hydrogeologischem Gutachten der CAH vom 29.06.2023

Es wurde empfohlen, die Beobachtungspegel in regelmäßigen Abständen zu beproben um etwaigen Gefahren frühzeitig vorbeugen zu können. Diesbezüglich wurde im Rahmen der Beteiligung der Träger öffentlicher Belange seitens des WVND an den Kreis Dithmarschen

die Forderung zur jährlichen Beprobung der Beobachtungspegel gemäß Tabelle 3 formuliert (ohne Arznei- und Röntgenkontrastmittel).

Für den Punkt *Kiesabbau im Wasserschutzgebiet* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

#### Fazit:

Eine Gefährdung der Grundwasserqualität sollte nach Auffassung der hydrogeologischen Gutachten durch beide Kiesabbauvorhaben nicht erfolgen. Kommt es dennoch lokal zu einer Verunreinigung, so sollte diese durch die Beobachtungsbrunnen rechtzeitig erkannt werden. Da das Grundwasser dann noch einen Jahre- bzw. Jahrzehnte langen Weg bis zu den Förderbrunnen hat, sollten Abwehrmaßnahmen noch rechtzeitig ergriffen werden können.

### 1.3. Versalzung des Grundwasserleiters

Der durch den WVND im Wasserwerk Linden genutzte Grundwasserleiter befindet sich im sogenannten Heider Trog. Aus dieser unterirdischen Formation beziehen auch die Wasserverbände in Süderdithmarschen und Erfde, sowie die Stadtwerke Heide ihr Grundwasser. Charakteristisch für den Heider Trog sind die umgebenden Salzformationen, die eine Wasserförderung sowohl in größeren Tiefen als auch in westlicher und östlicher Ausdehnung verhindern.

Als Auflage im Rahmen der Ausweisung des Wasserschutzgebietes Linden ist durch den WVND jährlich ein hydrogeologischer Bericht zu der Grundwasserqualität und möglicher Veränderungen zu erstellen. Diese Aufgabe ist in den vergangenen Jahren an das Ingenieurbüro Liebau aus Kiel vergeben worden. Hiernach bestehen derzeit weder Probleme der Versalzung noch der Abnahme der Grundwasserneubildung.

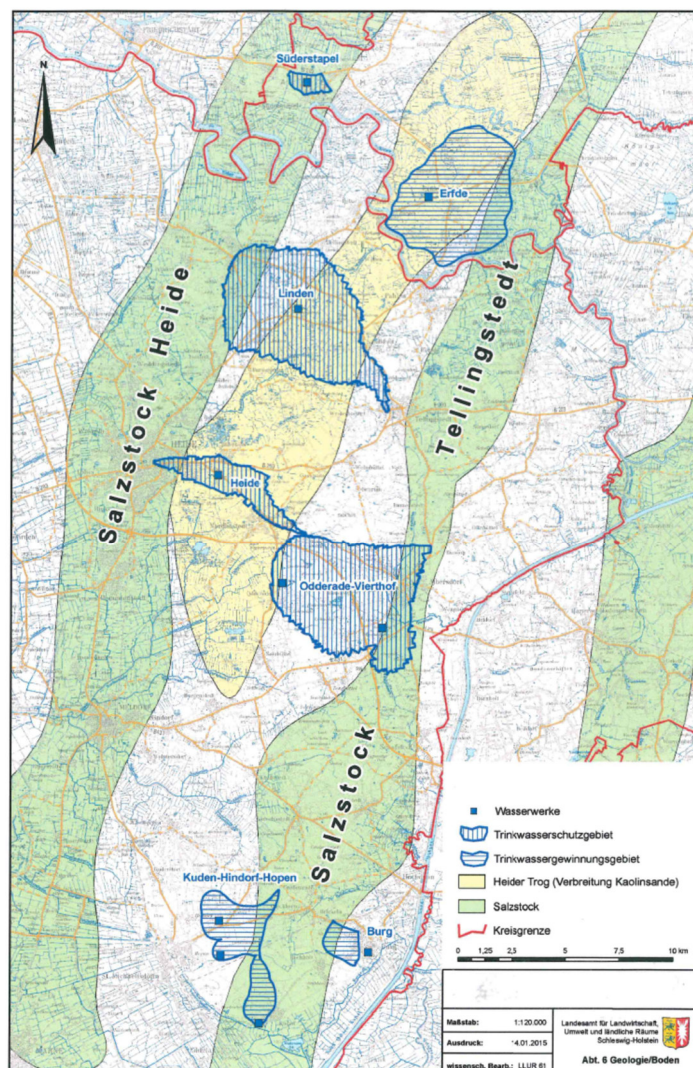


Abbildung 8: Heider Trog (Siehe Anhang)

Auszug aus dem Fazit des Jahresberichts 2021:

- Die langjährige Grundwasserentnahme im Wasserwerk Linden hat zur Ausbildung eines großräumigen hydraulischen Gleichgewichtszustandes mit annähernd stationären Strömungsverhältnissen geführt. Eine fortschreitende Grundwasserabsenkung infolge der Grundwasserentnahme ist in den Grundwasserganglinien derzeit nicht erkennbar. Das Grundwasserdargebot steht demnach im Einklang mit der Grundwasserentnahme.
- Nachteilige Auswirkungen der Grundwasserentnahme auf oberflächennahe Ökosysteme sind nach derzeitigem Kenntnisstand nicht entstanden und zu erwarten.
- Im Jahr 2021 wurden die jährlich zu beprobenden Beweissicherungsmessstellen chemisch untersucht, sodass der Beprobungsumfang bei insgesamt 16 Messstellen lag. Die flächenhaften Untersuchungen der Grundwasserbeschaffenheit zeigen im oberen Grundwasserstockwerk lokal anthropogene Stoffeinträge, insbesondere von Nitrat. Die Chlorid- und Sulfatgehalte liegen lokal über den vom LANU (heute LLUR) definierten Schwellenwerten. Diese sind beim Chlorid teilweise anthropogen (Streusalz im Winter) verursacht, aber auch geogenen Ursprungs. Auffällige zeitliche Trends sind derzeit nicht erkennbar.
- Trotz der punktuellen Nitratbelastungen ist das Brunnenrohwater weiterhin von sehr guter Qualität.

Für den Punkt *Versalzung des Grundwasserleiters* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

#### Fazit:

Eine Versalzung des Grundwasserleiters wäre grundsätzlich denkbar, wenn der Grundwasserleiter zu stark beansprucht würde, d.h. wenn deutlich mehr Wasser dem Grundwasserleiter entnommen würde, als durch die natürliche Neubildung nachfließen könnte. In diesem Fall bestünde die Gefahr, dass die umgebende Salzfront bis in das Grundwassereinzugsgebiet wandert. Die dann im Grundwasser vorhandenen Chloride müssten im Rahmen der Aufbereitung zu Trinkwasser technisch entfernt werden.

#### 1.4. unzureichende Grundwasserneubildung

Eine unzureichende Grundwasserneubildung auf Grund von nachlassenden oder ausbleibenden Niederschlägen kann momentan ausgeschlossen werden. Nach dem aktuellen 3-dimensionalen hydrogeologischen Grundwassermodell aus dem Jahr 2023 (Abschlussbericht vom 25. Mai 2023) findet eine jährliche Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet von 165 mm/a statt, was bei einem Einzugsgebiet von 23,82 km<sup>2</sup> zu einer Neubildung von 3,9 m<sup>3</sup>/a führt. Selbst bei einer Erweiterung des Entnahmerechts auf 5,0 Mio m<sup>3</sup> würde sich lediglich das Einzugsgebiet auf 31,2 km<sup>2</sup> vergrößern. Folglich ist die Grundwasserneubildung nach derzeitigem Kenntnisstand gesichert und die vorhandenen Förderbrunnen liefern bis heute ausreichende Mengen Trinkwasser mit sehr guter Qualität.

Die Auswertung eigener Daten zur Grundwasserabsenkung in dem Zeitraum von 1990 bis 2022 zeigt keinen negativen Trend. Die Grundwasserabsenkung liegt über die Jahre in einem Bereich von 9 bis 15 Metern und erholt sich immer wieder. Diese Erkenntnis steht mit dem Hydrogeologischen Gutachten aus dem Jahr 2021 im Einklang, wonach das Grundwasserdargebot im Einklang mit der Grundwasserentnahme steht.

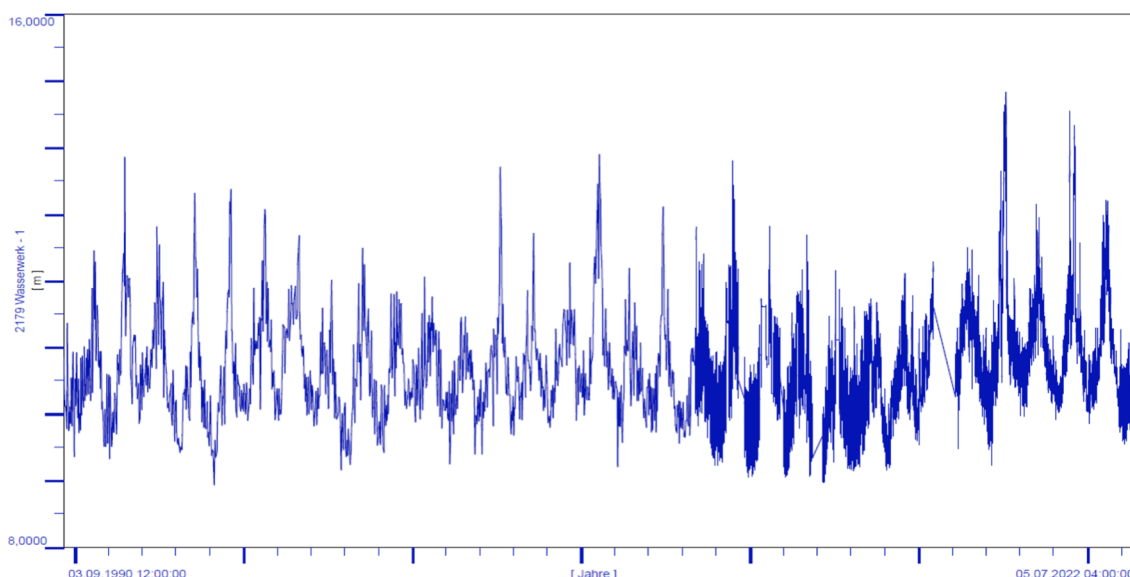


Abbildung 9: Zeitschiene der Grundwasserabsenkung WW Linden

Auch die Auswertungen des Jahres 2023 im Rahmen eines neu zu erstellenden 3-dimensionalen hydrogeologischen Strukturmodells durch die Consulaqua Hamburg (CAH) ergibt eine errechnete Grundwasserneubildung im Modellgebiet um das Wasserwerk Linden von 28,9 Mio m<sup>3</sup>, was die o.g. These des Einklangs zwischen Grundwasserneubildung und Entnahme bestätigt.

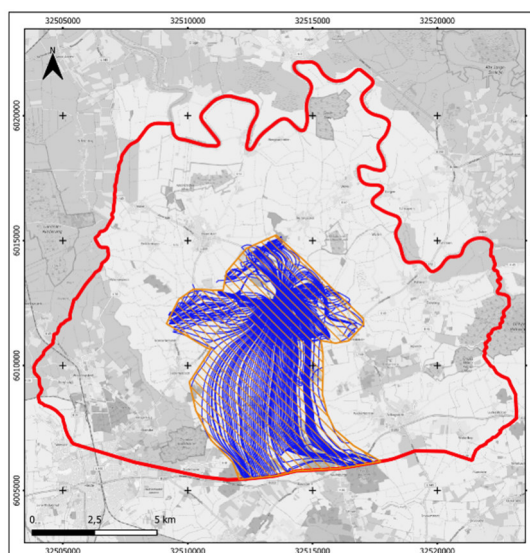


Abbildung 10: Einzugsgebiet WW Linden aus dem hydrogeologischen Strömungsmodell 2023

Folglich liefern die vorhandenen Förderbrunnen bis heute ausreichende Mengen Trinkwasser mit sehr guter Qualität.

Für den Punkt *unzureichende Grundwasserneubildung* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

#### Fazit:

Eine Versalzung des Grundwasserleiters wäre grundsätzlich denkbar, wenn der Grundwasserleiter zu stark beansprucht würde, d.h. wenn deutlich mehr Wasser dem Grundwasserleiter entnommen würde, als durch die natürliche Neubildung nachfließen könnte. In diesem Fall bestünde die Gefahr, dass die umgebende Salzfront bis in das Grundwassereinzugsgebiet wandert. Die dann im Grundwasser vorhandenen Chloride müssten im Rahmen der Aufbereitung zu Trinkwasser technisch entfernt werden.

## 1.5. Versiegen von Grundwasserquellen

Einen anderen Grundwasserleiter als den Heider Trog gibt es in Dithmarschen nicht. Daher ist auch die „Flucht“ in größere Tiefen keine Lösung, da hier kein Grundwasser zu erwarten sein wird.

Durch stetiges Messen der Grundwasserstände ist erwiesen, dass ein plötzliches Versiegen des Grundwasservorkommens aktuell nicht stattfindet. Die bewilligte Fördermenge von 4.500.000 m<sup>3</sup>/a wurde bisher nicht in Anspruch genommen. Aktuell werden etwa 3.800.000 m<sup>3</sup>/a Grundwasser gefördert. Auch eine über Wochen bzw. Monate anhaltende Trockenperiode (wie im Sommer 2018 und 2022) führt nicht zum Versiegen der Grundwasserquellen.

Für den Punkt *Versiegen von Grundwasserquellen* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

### Fazit:

Eine rückläufige Grundwasserneubildung hätte zur Folge, dass die Trinkwasserversorgung priorisiert werden müsste. Dabei stünde die Versorgung der Menschen sicherlich im Vordergrund. An zweiter Stelle wäre wahrscheinlich die Landwirtschaft und an dritter Stelle erst die Industrie zu berücksichtigen.

## 2. Grundwasserförderung

Nachdem das Grundwasser in ausreichender Menge und guter Qualität den 8 Förderbrunnen des Wasserwerks zuströmt, wird das Sauerstoff reduzierte Rohwasser mittels Unterwasserpumpen zu Tage gefördert. Hierbei stellen folgende Einflussfaktoren eine potentielle Gefährdung dar:

1. undichte Ringräume der Förderbrunnen
2. technische Defekte der einzelnen Förderanlagen (Brunnen)
3. Verockerung der Filter
4. Stromausfall
5. Schäden an der Rohwasserleitung

### 2.1. undichte Ringräume der Förderbrunnen

Die 8 Förderbrunnen des Wasserwerks in Linden sind alle in den Jahren 2015 bis 2017 mit einem oberirdischen Endausbau neu gebaut worden. Eine geophysikalische Vermessung hat am Ende stattgefunden, sodass davon auszugehen ist, dass die Ringräume nach aktuellem Kenntnisstand fachgerecht abgedichtet sind. Eine mögliche Beeinflussung des 2. Grundwasserstockwerks durch den ersten oberflächennahen Grundwasserleiter kann somit ausgeschlossen werden.

Die Brunnenhäuser sind alle verschlossen und eingezäunt, sodass ein Zutritt unbefugter nur erschwert möglich ist.



Sämtliche Förderbrunnen liegen im Wasserschutzgebiet des Wasserwerks Linden in der Gemeinde Linden, Gemarkung Linden. Die Grundwasserförderung findet in Tiefen zwischen 47 und 92 m statt.

Auf Grund der Tatsache, dass die Förderbrunnen alle zwischen 2015 und 2017 neu gebaut wurden und dem möglichen Risiko einer Verkeimung bei Außerbetriebnahme und Öffnung eines Brunnens zur geophysikalischen Vermessung, sollte eine Überprüfung der Ringraumdichtigkeit in einem regelmäßigen Abstand von mindestens 10 Jahren wiederholt werden.



Bild 1: Blick in das oberirdische Brunnenhaus

Nr.	Bezeichnung	Tiefe(n) [m]	Baujahr	Förderleistung [m³/a]	Flur	Flurstück	Inbetriebnahme
1	1/2016	47-76	2016	430.000	4	106	02.12.2016
2	2/2015	53-76	2015	360.000	4	18	16.02.2016
3	3/2016	59-82	2016	400.000	4	18	30.03.2016
4	4/2017	55-73	2017	490.000	4	17	22.03.2017
		75-82					
5	5/2016	57-75	2016	450.000	4	17	24.01.2017
		81-92					
6	6/2016	55-73	2015	490.000	4	18	27.06.2016
		78-85					
7	7/2017	52-56,5	2016	480.000	4	35	10.07.2017
		58,5-74					
		78-87					
8	8/2017	56-89	2017	480.000	4	36	07.06.2017

Tabelle 7: Förderbrunnen Wasserwerk Linden

Für den Punkt *undichte Ringräume der Förderbrunnen* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

#### Fazit:

Bei Bekanntwerden einer undichten Ringraumdichtung ist diese technisch wiederherzustellen. Ist dieses bei einem in Betrieb befindlichen Brunnen nicht möglich, so wäre der betroffenen Brunnen außer Betrieb zu nehmen und fachgerecht zurück zu bauen. In diesem Fall wäre ein Ersatzbauwerk zu errichten.

## 2.2. Technische Defekte bei Förderanlagen (defekte Brunnen)

Brunnenpumpen und Brunnenfilter unterliegen dem natürlichen Verschleiß und werden regelmäßig gewartet. Bei Unregelmäßigkeiten werden Brunnenpumpen gezogen und repariert bzw. erneuert. Da in 95% der Versorgungssituationen nicht alle 8 Brunnen gleichzeitig betrieben werden müssen, ist der Ausfall einer Brunnenpumpe in der Regel sehr einfach über den Betrieb eines anderen Brunnens kompensierbar.

Um die Situation weiter zu verbessern und noch sicherer zu machen, ist es nach der Inbetriebnahme des neuen Wasserwerks ab 2025 geplant zwei weitere Brunnen (Nr. 9 und 10) zu bauen und gleichzeitig die alten Unterwasserpumpen durch neue Pumpen auszutauschen. Dann steht auch an den Spitzenfördertagen immer ausreichende Förderreserve zur Verfügung, die bei Ausfall einer Brunnenpumpe den Betrieb dieses Brunnens sofort übernehmen kann.

Für den Punkt *technische Defekte bei Förderanlagen* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

### Fazit:

Da eine Reparatur oder eine Sanierung eines defekten Brunnens in der Regel möglich ist, wäre das Schadensausmaß auch als gering einzustufen. Selbst ein Brunnenneubau wäre innerhalb eines Jahres realisierbar.

## 2.3. Verockerung der Filter

Im Laufe eines Brunnenlebens von 40 Jahren strömen einem einzelnen Brunnen ca. 16. Mio m<sup>3</sup> reduziertes Grundwasser zu. Dieses muss durch die einzelnen Schlitze der Filterrohre fließen, um von der Brunnenpumpe angesaugt werden zu können. Durch die Abwesenheit von Sauerstoff im 2. Grundwasserleiter kommt es zu keinen Eisen- und Manganausfällungen im Filterbereich der Brunnen. Allerdings können sich die Filterschlitze im Laufe der Jahre dennoch zusetzen. Das erhöht den Filterwiderstand, was an einer erhöhten Stromaufnahme der Pumpen und ggf. auch an einem Leistungsabfall in der Fördermenge eines Brunnens abgelesen werden kann. In diesem Fall kann das Ausmaß des Schadens mit Hilfe einer Kamerabefahrung erfasst werden. Eine technische Filterregeneration durch Reinigen mit Säuren und Druckluft ist im Anschluss möglich.

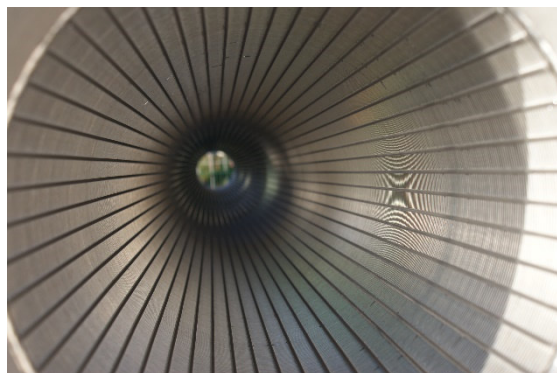


Bild 2: Blick in einen Edelstahlwickeldrahtfilter

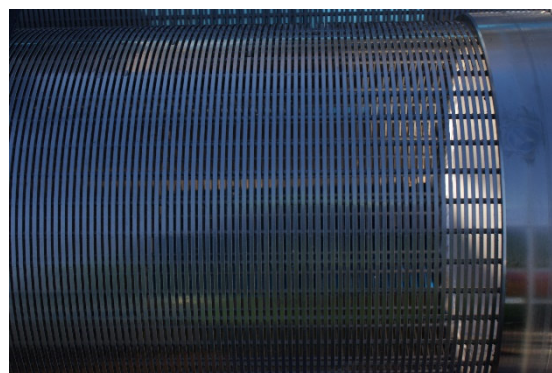


Bild 3: Blick von außen auf ein Filterrohr

Für den Punkt *Verockerung der Filter* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Da eine Filterverockerung sanierbar ist, wäre das Schadensausmaß auch als gering einzustufen. Selbst ein Brunnenneubau wäre innerhalb eines Jahres realisierbar.

## 2.4. Stromausfall

Bei einem Ausfall der Stromversorgung durch den Netzbetreiber steht auf dem Wasserwerk in Linden ein Notstromaggregat mit einer Leistung von 1.000 kW zur Verfügung. Mit einem vorhandenen 10.000 Liter Tank Heizöl kann das Notstromaggregat die Versorgung des kompletten Wasserwerks für eine Zeit von 5-7 Tagen gewährleisten. Sofern ausreichend Treibstoff zur Verfügung steht und die Lieferkette zum Wasserwerk nach Linden nicht unterbrochen ist, kann das Aggregat unbegrenzt Strom produzieren.

Für den Punkt *Stromausfall* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Ein Ausfall der zentralen Stromversorgung ist jederzeit denkbar und passiert über kurze Zeit in der Regel auch einige Male im Jahr. Dafür ist ein Notstromaggregat installiert, welches in diesem Fall die Stromversorgung übernimmt. Es ist also kein großer Schaden zu erwarten.

## 2.5. Schäden an der Rohwasserleitung

Wurde das Grundwasser durch die Brunnenpumpen zu Tage gefördert wird es durch die Rohwasserleitungen zum Wasserwerk geführt. Derzeit münden sämtliche 8 Brunnenleitungen kurz vor dem Wasserwerk in einer Sammelleitung. Von dieser aus strömt das Wasser weiter zur Aufbereitung in das Wasserwerk.

Die Sammelleitung besteht aus Gusseisen, ist mittlerweile 70 Jahre alt und hat schon einige Schadstellen aufgewiesen. Wenn an dieser Leitung gearbeitet werden muss, ist die gesamte Rohwasserzufuhr zum Wasserwerk gestoppt. In diesem Fall kann die Wasserversorgung nur noch durch den Inhalt der Reinwasserkammern aufrechterhalten werden. Diese Achillesferse wird mit dem Neubau des Wasserwerks geheilt. Dann werden sämtliche 8 (später 10) Brunnen separat in das Wasserwerk eingeführt. Sollte es dann zu einer Störung einer einzelnen Rohwasserleitung kommen, können die anderen Brunnen weiter die Versorgung aufrechterhalten.

Für den Punkt *Schäden an der Rohwasserleitung* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Ein Schaden an der Rohwassersammelleitung könnte weitreichende Folgen, bis hin zum Ausfall der kompletten Versorgung haben. Aus diesem Grund werden derzeit im Zuge des Neubaus des Wasserwerks sämtliche 8 Brunnen separat in das Wasserwerk eingeführt, sodass ab diesem Zeitpunkt ein Schaden an einer Rohwasserleitung keine negative Auswirkung mehr auf die Versorgungssicherheit hätte.

### 3. Wasseraufbereitung (Wasserwerk)



Bild 4: altes und neues Wasserwerk, Foto WVND

Das Wasserwerk Linden wurde 1953 gebaut und 1974 erweitert. Seit 2020 befindet sich ein Ersatzbauwerk im Bau. Die Fertigstellung und Inbetriebnahme ist für 2024 geplant.

Im Wasserwerk angekommen muss dem Rohwasser Eisen und Mangan entzogen werden, damit es nicht im weiteren Verlauf unkontrolliert ausfällt, z.B. im Versorgungsnetz oder in der Trinkwasserinstallation der Kunden.

Zur Eisen- und Manganfällung wird dem Rohwasser Sauerstoff zugeführt. Der Sauerstoff wirkt als Oxidationsmittel für das Eisen und Mangan, welches Flocken bildet, die in den anschließenden Kiesfiltern (Siliziumdioxid  $\text{SiO}_2$  = Quarzkies) zurückgehalten werden. Im Anschluss wird das aufbereitete Wasser noch einmal belüftet, um überschüssiges Kohlendioxid aus dem Wasser abzuscheiden. Dadurch wird eine Anhebung des pH-Wertes auf ca. 7,8 erreicht. Danach fließt das „Reinwasser“ in die Reinwasserkammern, von wo aus es dann von den Reinwasserpumpen angesaugt und in das Versorgungsnetz gedrückt wird.

Weitere Aufbereitungsschritte und Verfahren inklusive einer Desinfektion des Roh- oder Reinwassers werden im Wasserwerk Linden nicht benötigt und auch nicht eingesetzt. Abbildung 6 beschreibt den Aufbereitungsprozess schematisch.

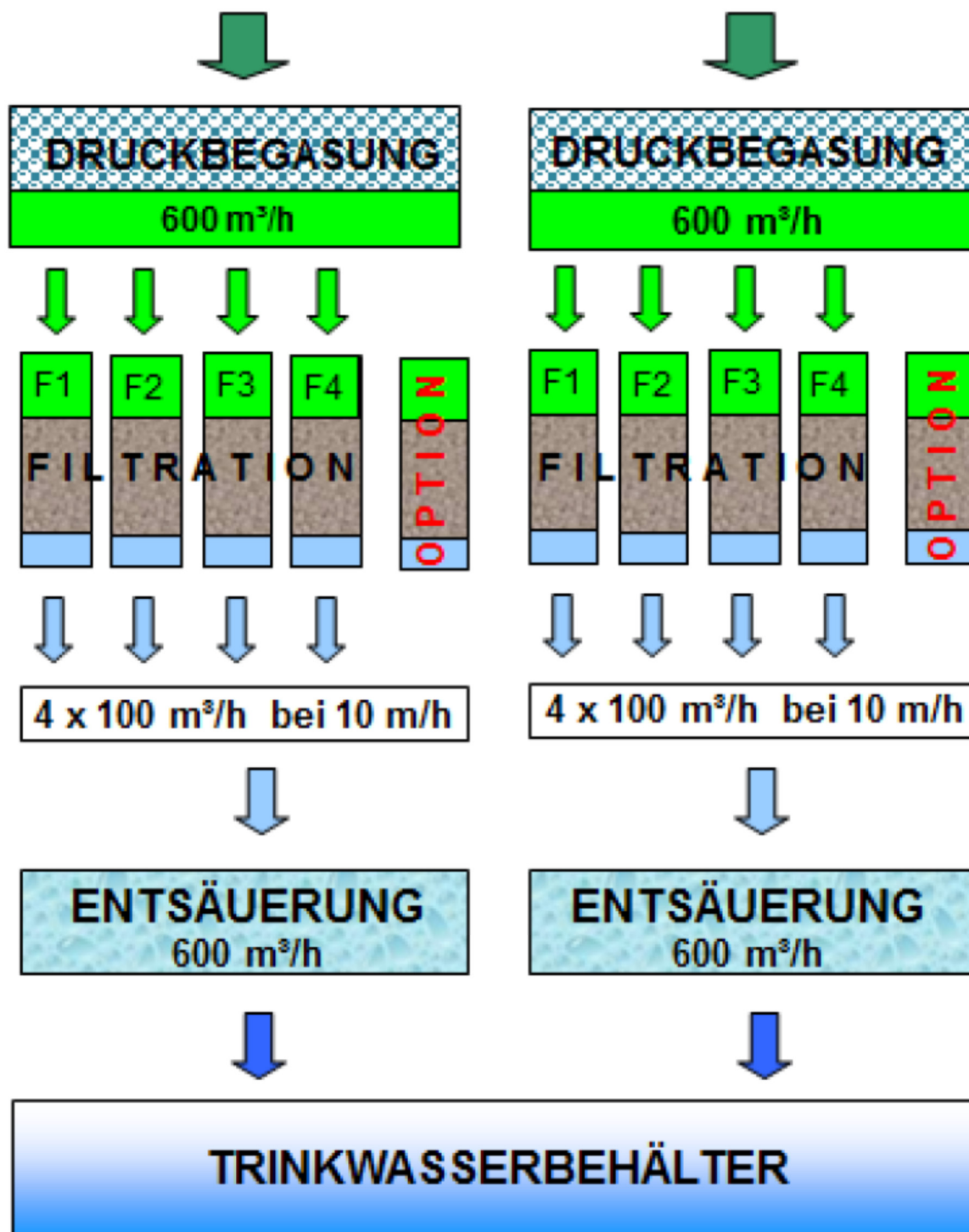


Abbildung 11: Hydraulisches und anlagentechnisches Gesamtkonzept

Für diesen Prozess muss das Rohwasser aus den Brunnen lediglich 1 Mal durch die Brunnenpumpen angehoben werden, danach strömt das Wasser durch die Schwerkraft durch die Anlage (siehe Abbildung 12).

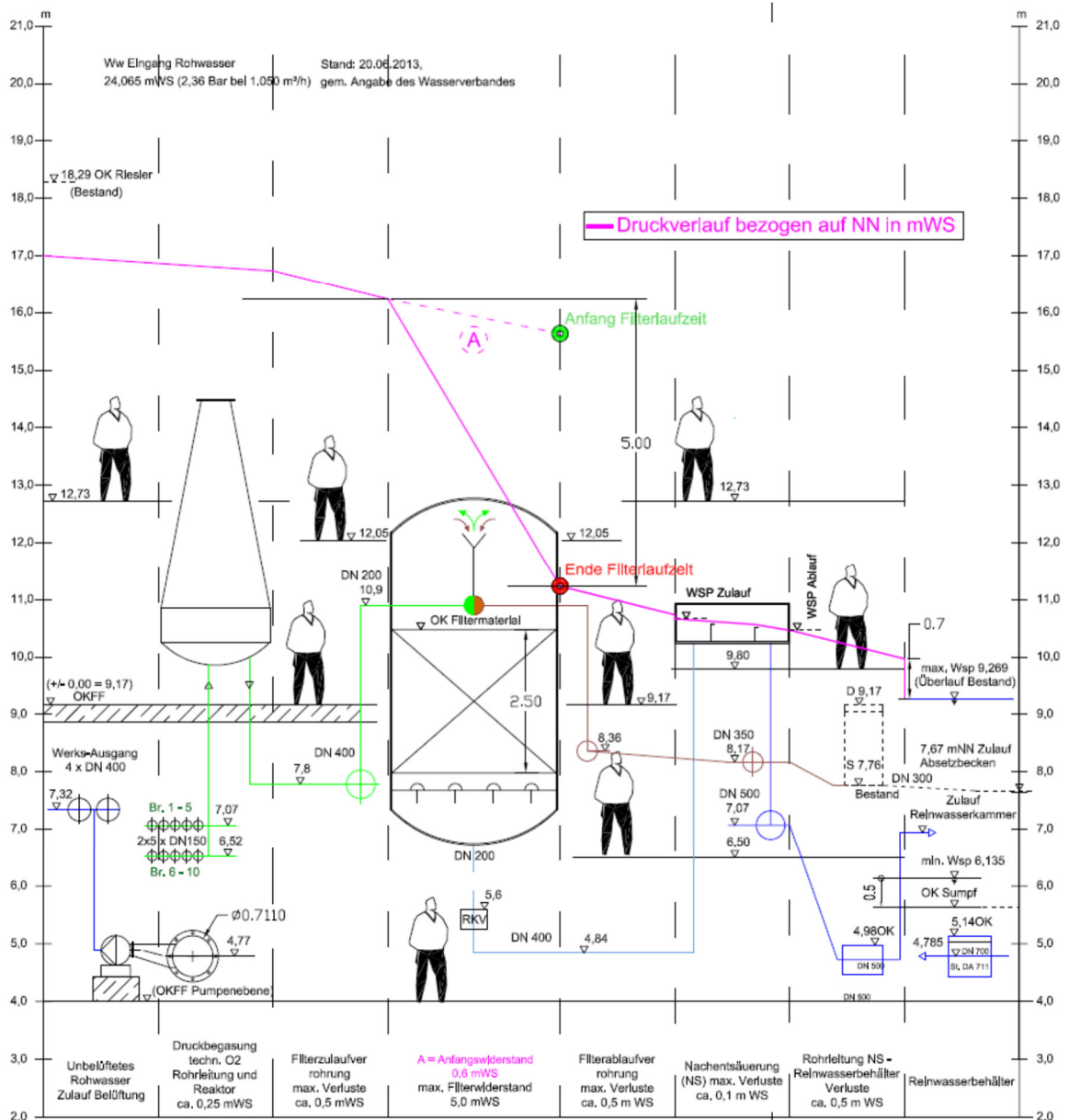


Abbildung 12: Druckhöhschema Wasserwerk Linden

Folgende Einflussfaktoren werden in diesem Zusammenhang beleuchtet:

1. Technische Defekte von Anlagenbauteilen
2. Defekte in elektrischer Anlage
3. Eindringen von Insekten in die Aufbereitungsanlage
4. Ausfall der Sauerstoffversorgung
5. Kapazitätsengpässe bei der Aufbereitung
6. Personalengpass bei Krankheit
7. Stromausfall
8. Eingriffe von außen (z.B. Terror, Naturkatastrophen)

### 3.1. Technische Defekte von Anlagenbauteilen

Alle Anlagenbauteile werden in regelmäßigen Abständen überprüft. Notwendige Wartungen bzw. Erneuerungen werden, soweit möglich, vom eigenen Personal durchgeführt. Die meisten Anlagen sind redundant vorhanden, so dass bei Defekten oder Reparatur der Betrieb

aufrecht erhalten bleibt. Erneuerungen bzw. Sanierungen der z.T. 70 Jahre alten Anlagen werden nach Bedarf geplant.

Im Jahr 2020 wurde bereits mit einem Ersatzbauwerk begonnen. Fertigstellung und Inbetriebnahme des neuen Wasserwerks ist für das Jahr 2024 geplant. Grundlage des Neubaukonzepts ist eine Zweistraßigkeit, wonach alle Komponenten parallel ausgelegt sind. Es beginnt mit 8 (später 10) einzelnen Rohwassereingängen, zu jeder Seite 4 (5). Es sind für jede der zwei Aufbereitungsstraßen jeweils eine Bicone (Sauerstoffinjektion in das Rohwasser), 4 Filterbehälter, eine Nachentsäuerung als Flachbetтанlage, eine Hydrophore, 3 Reinwasserpumpen, sowie 2 Werksausgangsleitungen vorgesehen, sodass in 80% aller Lastfälle das Netz auch von einer Hälfte des Wasserwerks bedient werden kann.

Derzeit ist diese komfortable Situation noch nicht vorhanden. Aktuell gibt es eine Werkseingangsleitung mit einem Durchmesser von 500 mm und eine Werksausgangsleitung mit einem Durchmesser von 700 mm, die das Reinwasser in das Versorgungsnetz verteilt. Reparaturmaterial für diese Leitungen ist vorhanden, jedoch wäre ein Schaden an den Leitungen insbesondere in Zeiten höchster Abgabemengen nicht zu kompensieren.

Für den Punkt *technische Defekte von Anlagenbauteilen* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Momentan ist das Schadensausmaß noch als groß (7) einzustufen. Nach dem Wasserwerksneubau sind alle Systeme redundant ausgelegt, sodass ein defektes Aggregat oder Bauteil nicht zum Ausfall der Wasserversorgung führen wird und der Schaden dann als gering (1) zu bewerten ist.

### 3.2. Defekte in elektrischer Anlage

Die komplette EMSR-Technik inklusiver der Mittelspannungsanlage (Stromeingang zum Wasserwerk) sowie dem Notstromaggregat sind im Jahr 2012 erneuert worden. Im Zuge des Wasserwerkneubaus wird lediglich das Notstromaggregat nebst 10.000 Liter-Tank weiter genutzt. Alle anderen elektrischen Komponenten werden neu gebaut. Grundsätzlich werden die elektrischen Anlagenteile durch das Betriebspersonal regelmäßig überprüft.

Für den Punkt *Defekte in elektrischer Anlage* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Da in der Regel die Systeme redundant ausgelegt sind, führt ein defektes Bauteil nicht zum Ausfall der Wasserversorgung.

### 3.3. Stromausfälle

Am Wasserwerk befinden sich ein 1 MW Notstromaggregat, das bei Stromausfällen die Energieversorgung für das Wasserwerk und 8 Brunnen übernimmt. Im Vorratstank kann bis zu 10.000 Liter Treibstoff gelagert werden. Bei vollem Tank kann der Betrieb ca. 7 Tage aufrechterhalten werden. Das Notstromaggregat ist 2012 erneuert worden, wird monatlich zur Probe betrieben und wird jährlich durch eine externe Firma gewartet.

Für den Punkt *Stromausfälle* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

#### Fazit:

Ein Ausfall der zentralen Stromversorgung ist jederzeit denkbar und passiert über kurze Zeit in der Regel auch einige Male im Jahr. Dafür ist ein Notstromaggregat installiert, welches in diesem Fall die Stromversorgung übernimmt. Es ist also kein großer Schaden zu erwarten (siehe auch 2.4).

### 3.4. Ausfall der Sauerstoffversorgung

Aktuell wird die Sauerstoffversorgung für die Enteisung und Entmanganung durch 3 Kompressoren sichergestellt, die ihre Luft aus einem Innenraum ansaugen und in einen Druckbehälter leiten. Von diesem aus gelangt die komprimierte Luft in 2 getrennte Oxidatoren, in denen die Luft in das Rohwasser gepresst wird. Bei Ausfall eines Kompressors können die anderen die Aufgabe übernehmen.

Im neuen Wasserwerk wird dem Rohwasser technischer Sauerstoff zu geführt. Hierfür ist ein Liefervertrag mit einem namhaften Hersteller technischer Gase abgeschlossen. Sollte dieser Lieferant ausfallen, so ist die Anlage so ausgerüstet, dass die Sauerstoffeinspeisung auch über Sauerstoffflaschen erfolgen kann.

Die Nachentsäuerung ist sowohl im alten als auch im neuen Wasserwerk so redundant ausgeführt, dass der Defekt einer Anlage immer durch die andere kompensiert werden kann. In diesem Fall ist unter Umständen damit zu rechnen, dass das überschüssige Kohlendioxid nicht zu 100% ausgetragen wird und der pH-Wert nicht mehr auf 7,8 erhöht wird. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung für die Wasserstoffionenkonzentration von  $> 6,5$  und  $< 9,5$  wird allerdings in jedem Fall sicher eingehalten.

Für den Punkt *Ausfall der Sauerstoffversorgung* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

#### Fazit:

Der Ausfall der Sauerstoffversorgung zur Trinkwasseraufbereitung ist zwar denkbar, führt aber nicht zur Einstellung der Versorgung. Es würde den Prozess der Eisen- und Manganfällung in die nachgelagerten Systeme verschieben (Reinwasserkammer, Versorgungsnetz, Kundenanlage). Bei Überschreitung der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung



könnte aber immer noch mit einer Ausnahmegenehmigung gemäß TrinkwV durch das Gesundheitsamt die Versorgung weiter aufrechterhalten werden.

### 3.5. Eindringen von Insekten in die Aufbereitungsanlage

Als Gefahrenquelle für die hygienisch einwandfreie Trinkwasseraufbereitung haben sich in der Vergangenheit immer wieder Insektenbefälle herausgestellt<sup>9</sup>. Um dieses zu vermeiden, ist es wichtig auch die Verfahrensschritte, in denen Luft dem Aufbereitungsprozess zugeführt wird (für die Enteisenung und Entmanganung und die Nachentsäuerung) entsprechend sicher zu gestalten. Das heißt Luft darf nur gefiltert oder aus geschlossenen und überwachten Räumen in den Prozess eingeführt werden. Beides geschieht sowohl im alten Wasserwerk als auch im neuen. Diesbezüglich wurde bereits 2012 die alte Filteranlage aus dem Jahr 1953 abgeschaltet, da hier eine direkte Verbindung zwischen dem Rohwasser und der Außenluft ohne weitere Schutzfilter bestand.

Für den Punkt *Eindringen von Insekten in die Aufbereitungsanlage* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

#### Fazit:

Durch die Stilllegung der alten Aufbereitungsanlage aus 1953 und Sanierung der Reinwasserbehälter ist das Eindringen von Insekten in die Aufbereitungsanlage als unwahrscheinlich anzusehen. Sollte es doch vorkommen ist mit einer Verkeimung von coliformen Keimen zu rechnen. In diesem Fall könnte zum Schutz der Gesundheit der Verbraucher eine Trinkwasserdesinfektion nötig sein.

### 3.6. Kapazitätsengpässe bei der Aufbereitung

Die Aufbereitungsanlagen des alten Wasserwerks sind theoretisch für Wassermengen von bis zu 1.050 m<sup>3</sup>/h ausgelegt. Das neue Wasserwerk wird 1.200 m<sup>3</sup>/h und mit höheren Strömungsgeschwindigkeiten in den Filtern auch noch darüber hinaus aufbereiten können. Die bisher höchste Tagesmenge betrug am 11. August 2020 1.381 m<sup>3</sup>/h. Bei langanhaltender Trockenheit steigen die Tagesmengen inzwischen auf über 23.000 m<sup>3</sup> (Juni 2020). Engpässe im normalen Betrieb sind mit der neuen Anlage nicht zu erwarten.

Für den Punkt *Kapazitätsengpässe bei der Aufbereitung* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

<sup>9</sup> vgl.: Prof. Dr. med. Dirk Schoenen, Acta hydrochim. Hydrobiolo. 28 (2000), Kontamination mit coliformen Keimen durch Insektenlarven bei der Aufbereitung von Trinkwasser, S. 47 ff.

**Fazit:**

Eine Überlastung der Aufbereitungsanlage kann nur stattfinden, indem die Geschwindigkeit des Wassers in den Filtern so groß wird, dass die Aufbereitungsziele für Eisen und Mangan nicht mehr eingehalten werden. Auch hier würden lediglich größere Eisen- und Mangankonzentrationen im nachfolgenden Versorgungssystem ausfallen (siehe 3.4).

### 3.7. Personalengpass bei Krankheit

Für den Betrieb und die Instandhaltung des Wasserwerkes sind 3 Mitarbeiter ausgebildet. Darüber hinaus kann unerwarteter Personalausfall nicht kompensiert werden.

Für den Punkt *Personalengpass bei Krankheit* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Um dieses Szenario nicht eintreten zu lassen, sind 3 Mitarbeiter nur auf dem Wasserwerk beschäftigt, die sich gegenseitig in vollem Umfang vertreten können. Sollte dies nicht ausreichen, so müsste durch anderes technisches Betriebspersonal des WVND (z.B. Elektriker der Kläranlagen) oder benachbarter Wasserversorger ein Notbetrieb sichergestellt werden.

### 3.8. Eingriffe von außen (Terror, Naturkatastrophen)

Das Wasserwerksgelände und die Brunnen sind eingezäunt und werden regelmäßig überprüft. Allerdings kann ein hundertprozentiger Schutz gegen Einbruch, Vandalismus und Terror nicht gegeben werden.

Hinsichtlich vorstellbarer Naturkatastrophen ist sowohl das alte als auch das neue Wasserwerk gegen Blitzschlag gesichert. Starkregenereignisse können bei Eindringen in die Gebäude keine elektrischen Bauteile überschwemmen, da diese sämtlich oberhalb der Rückstauenebene liegen. Im neuen Wasserwerk könnte Wasser in den Kellerbereich mit den Reinwasserpumpen eindringen. Hierfür ist ein Pumpensumpf mit einer 3-fach Pumpenanlage installiert, die anstehendes Wasser aus dem Keller befördern soll.

Bei einer Schneekatastrophe müssen die Flachdächer sowohl des alten als auch des neuen Wasserwerks von den Mitarbeitern des WVND ggf. von Schnee befreit werden.

Für den Punkt *Eingriffe von außen (Terror, Naturkatastrophen)* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Ein Terroranschlag auf die Wasserversorgung ist jederzeit denkbar und auch möglich. Bis hin zu mikrobiologischer oder chemisch giftiger Verunreinigung sind viele Szenarien denkbar. Einen Schutz außerhalb des Objektschutzes der eigenen Anlagen ist allerdings nicht möglich.

### 3.9. Qualitätskontrolle

#### a) Standardparameter

Die Kontrolle der Trinkwasserqualität erfolgt in den 4 Bereichen Vorfeldmessstellen, Förderbrunnen, Werksausgang und Versorgungsnetz.

Es werden nach gesetzlicher Anforderung die Proben von geschulten und im Zertifizierungssystem der nach Trinkwasserverordnung akkreditierten Labore eingetragenen Mitarbeitern des WVND genommen und auf die entsprechenden Parameter untersucht.

Im Bereich Rohwasser wird dabei nur die Wasserchemie untersucht, im Reinwasser am Wasserwerksausgang und im Versorgungsnetz wird auch die Mikrobiologie betrachtet. Insgesamt werden 102 Parameter untersucht. 62 Parameter zu Mikrobiologie, Physik, Sensorik, Anionen, Kationen, Anorganik, leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW), Trihalogenmethane (THM), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), BTEX-Aromaten sowie Sauerstoff, Base- und Säurekapazität und TOC, 40 Parameter zu Pflanzenschutzmitteln und deren Metaboliten.

Kategorie	Parameter	Einheit	Grenz-/Richtwert	Analysewertebereich	Bewertung
<b>Mikrobiologie</b>	Koloniezahl bei 20°C	KBE/100 ml	100	0	
	Koloniezahl bei 36°C	KBE/100 ml	100	0	
	coliforme Keime	KBE/ml	0	0	
	E. coli	KBE/ml	0	0	
	Enterokokken	KBE/ml	0	0	
	Pseudomonas aeruginosa	KBE/ml	0		- keine Untersuchung notwendig, da weder Flaschenabfüllung noch Oberflächenbeeinflussung
	Somatische Coliphagen	PFU/100 ml	50		- keine Untersuchung notwendig, da keine Oberflächenwasserbeeinflusste Wasserförderung
<b>physikalisch-chemisch</b>	Temperatur	°C	-	8-12	
	pH-Wert	-	6,5-9,5	7,8	
	Leitfähigkeit	mS/cm	2.790	450-470	
	Trübung	NTU	1,0	0,4-0,9	fortlaufende Messung nach Neubau Wasserwerk
	Adsorptionskoeffizient	1/m	0,5	0,2	
	Sauerstoff	mg/l	-	10-12	
	TOC	mg/l	-	1,5-2,5	
<b>Calcit-sättigung</b>	Sättigungsindex	-	-	0,35	das Wasser ist calcit(kalk)-abscheidend
	Calcitlösekapazität	mg CaCO <sub>3</sub> /l	5	-11	
<b>Sensorik</b>	Geruch	-	ohne	ohne	
	Geschmack	-	ohne	ohne	
<b>Anionen</b>	Chlorid	mg/l	250	25-30	
	Hydrogencarbonat	mg/l	-	220	
	Nitrit	mg/l	0,5	< 0,01	
	Nitrat	mg/l	50	< 1,0	
	Orthophosphat	mg/l	-	< 0,05-0,1	
	Sulfat	mg/l	250	20-25	
	Bromat	mg/l	0,01	< 0,002	

Kategorie	Parameter	Einheit	Grenz-/Richtwert	Analysewertebereich	Bewertung
<b>Anionen</b>	Cyanid	mg/l	0,05	< 0,005	
	Fluorid	mg/l	1,5	0,15	
	Chlorit	mg/l	0,2		- keine Untersuchung, da
	Chlorat	mg/l	0,07		- keine Desinfektion stattfindet
<b>Kationen</b>	Calcium	mg/l	-	70-75	
	Magnesium	mg/l	-	3,5	
	Natrium	mg/l	200	14	
	Kalium	mg/l	-	1,3-1,5	
	Ammonium	mg/l	0,5	< 0,05	
<b>weitere Parameter</b>	Basekapazität	mmol/l	-	0,25-0,45	
	Säurekapazität	mmol/l	-	3,3-3,7	
	Halogenessigsäure	mg/l	0,06		- keine Untersuchung notwendig, da keine Desinfektion stattfindet
	Acrylamid	µg/l	0,1		- keine Untersuchung notwendig, da keine entsprechenden Stoffe eingesetzt werden
<b>anorganische Bestandteile</b>	Aluminium	mg/l	0,2	< 0,01-0,06	
	Eisen	mg/l	0,2	0,03-0,04	
	Mangan	mg/l	0,05	< 0,01	
	Arsen	mg/l	0,01	< 0,001	GW ab 2033 0,004 mg/l
	Antimon	mg/l	0,005	< 0,001	
	Blei	mg/l	0,01	< 0,001	GW ab 2028 0,005 mg/l
	Bor	mg/l	1,0	< 0,01-0,06	
	Cadmium	mg/l	0,003	< 0,0003	
	Chrom	mg/l	0,025	< 0,0005	GW ab 2028 0,005 mg/l
	Kupfer	mg/l	2	< 0,01	
	Nickel	mg/l	0,02	< 0,002	
	Quecksilber	mg/l	0,001	< 0,0001	
	Selen	mg/l	0,01	< 0,001	
Uran	mg/l	0,01	< 0,001		
<b>LHKW'S (THM)</b>	Trichlormethan (Chloroform)	µg/l	-	< 0,1	
	Bromdichlormethan	µg/l	-	< 0,1	
	Dibromchlormethan	µg/l	-	< 0,1	
	Tribrommethan (Bromoform)	µg/l	-	< 0,1	
	Summe THM	µg/l	50	< 0,1	
	Trichlorethen	µg/l	-	< 0,1	
	Tetrachlorethen	µg/l	-	< 0,1	
	1,2-Dichlorethan	µg/l	3,0	< 0,1	
	Summe Tri-, Tetrachlorethen	µg/l	10,0	< 0,1	
	Vinylchlorid	µg/l	0,5		- keine Untersuchung, da kein PVC in der Wasserförderung und -aufbereitung eingesetzt wird
	Bisphenol A	µg/l	2,5		- ab Januar 2024

Kategorie	Parameter	Einheit	Grenz-/ Richtwert	Analyse- wertebe- reich	Bewertung
<b>LHKW'S</b>	Epichlorhydrin	µg/l	0,1	-	keine Untersuchung, da keine entsprechenden Beschichtungen oder Polymere in der Aufbereitung eingesetzt werden
<b>PAK</b>	Benzo(b)fluoranthen	µg/l	-	< 0,001	
	Benzo(k)fluoranthen	µg/l	-	< 0,001	
	Benzo(ghi)perylen	µg/l	-	< 0,001	
	Indeno(123-cd)pyren	µg/l	-	< 0,001	
	PAK Summe	µg/l	0,1	< 0,001	
	Benzo(a)pyren	µg/l	0,01	< 0,001	
<b>BTEX-Aromaten</b>	Benzol	µg/l	1,0	< 0,1	
<b>Toxine</b>	Microcystin-LR	µg/l	1,0	-	keine Untersuchung, da Wassergewinnung nicht Oberflächenwasser beeinflusst
<b>PFAS</b>	Summe PFAS-4	µg/l	0,02	< 0,001	einmalige Untersuchung der Brunnen in 2021 und 2022, Pflicht ab Januar 2028
	Summe PFAS-20	µg/l	0,1	< 0,001	einmalige Untersuchung der Brunnen in 2021 und 2022, Pflicht ab Januar 2026
<b>PBSM</b> Wirkstoffe und relevante Metabolite	Atrazin	µg/l	0,1	< 0,01	
	Desethylatrazin	µg/l	0,1	< 0,01	
	Desisopropylatrazin	µg/l	0,1	< 0,01	
	Bentazon	µg/l	0,1	< 0,01	
	Bromacil	µg/l	0,1	< 0,01	
	Chloridazon	µg/l	0,1	< 0,01	
	Chlortoluron	µg/l	0,1	< 0,01	
	Clothianidin	µg/l	0,1	< 0,01	
	Difenoconazol	µg/l	0,1	< 0,01	
	Diuron	µg/l	0,1	< 0,01	
	Diuron-desmethyl	µg/l	0,1	< 0,01	
	Imidacloprid	µg/l	0,1	< 0,01	
	Isoproturon	µg/l	0,1	< 0,01	
	Mecoprop	µg/l	0,1	< 0,01	
	Metalaxyl-M	µg/l	0,1	< 0,01	
	Metazachlor-Metabolit BH 479-9	µg/l	0,1	< 0,01	
	Metazachlor-Metabolit BH 479-11	µg/l	0,1	< 0,01	
	S-Metolachlor	µg/l	0,1	< 0,01	
	Nicosulfuron	µg/l	0,1	< 0,01	
	Oxadixyl	µg/l	0,1	< 0,01	
	Simazin	µg/l	0,1	< 0,01	
	Terbuthylazin	µg/l	0,1	< 0,01	
	Glyphosat	µg/l	0,1	< 0,025	
Summe PBSM	µg/l	0,05	< 0,025		

Kategorie	Parameter	Einheit	Grenz-/Richtwert	Analysewertebereich	Bewertung
PBSM	Alachlor Metabolit	µg/l	0,1	< 0,025	
nicht relevante	AMPA	µg/l	0,1	< 0,025	
Metabolite	2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	0,1	< 0,025	
	Desphenyl-Chloridazon B	µg/l	0,1	< 0,025	
	Methyl-Desphenyl-Chloridazon B1	µg/l	0,1	< 0,025	
	Dimethachlorsäure	µg/l	0,1	< 0,025	
	Dimethachlorsulfonsäure	µg/l	0,1	< 0,025	
	Dimethachlor-Metabolit	µg/l	0,1	< 0,025	
	Dimethylsulfamid	µg/l	0,1	< 0,025	
	Metazachlorsäure	µg/l	0,1	< 0,025	
	Metazachlorsulfonsäure	µg/l	0,1	< 0,025	
	Metolachlorsäure	µg/l	0,1	< 0,025	
	Metolachlorsulfonsäure	µg/l	0,1	< 0,025	
	Terbutylazin-desethyl	µg/l	0,1	< 0,025	
	Terbutylazin-2-hydroxy	µg/l	0,1	< 0,025	
	Terbutylazin-desethyl-2-hydroxy	µg/l	0,1	< 0,025	

Tabelle 8 Trinkwasseruntersuchungsparameter gem. TrinkwV

### b) Arzneimittel

Darüber hinaus wurden im Jahr 2020 und 2021 Untersuchungen auf verschiedene Arzneimittel sowohl am Werksausgang als auch in den 8 Förderbrunnen vorgenommen. Das Ergebnis zeigt keinerlei Hinweis auf etwaige Einträge in das Grundwasser:

Gruppe	Wirkstoff	Anwendung		WA <sup>1</sup>	Brunnen <sup>2</sup>
<b>Süßstoff</b>	Acesulfam-K	Süßstoff	[µg/l]	< 0,1	< 0,0
<b>Arzneimittel</b>	Ibuprofen	Schmerzmittel	[µg/l]	< 0,0	< 0,0
	Carbamazepin	Antiepileptikum	[µg/l]	< 0,0	< 0,0
	Diclofenac	Schmerzmittel	[µg/l]	< 0,0	< 0,0
	Gabapentin	Antiepileptikum, Schmerzmittel	[µg/l]	< 0,0	< 0,0
	Phenazon	Schmerzmittel	[µg/l]	< 0,0	< 0,0
	Primidon	Antiepileptikum	[µg/l]	< 0,0	< 0,0
	Valsartansäure	Blutdrucksenker	[µg/l]	< 0,0	< 0,0
	Propyphenazon	Schmerzmittel	[µg/l]	< 0,0	< 0,0
	Sulfadiazin	Antibiotikum	[µg/l]	< 0,0	< 0,0
	Sulfamethazin	Antibiotikum	[µg/l]	< 0,0	< 0,0
	Sulfamethoxazol	Antibiotikum	[µg/l]	< 0,0	< 0,0
	Clofibrinsäure	Cholesterinsenker	[µg/l]	< 0,0	< 0,0
	<b>Röntgen</b>	Iopamidol	Röntgenkontrastmittel	[µg/l]	< 0,0
Amidotrizoesäure		Röntgenkontrastmittel	[µg/l]	< 0,0	< 0,0

<sup>1</sup> Untersuchung Werksausgang 2020; <sup>2</sup> Untersuchung 8 Förderbrunnen 2021

Tabelle 9: Untersuchung Arzneimittelrückstände

### c) PFAS

Neben den Arzneimitteln wurden bereits im Jahr 2021 über das Rheinisch-Westfälische Institut für Wasser (IWW) aus Mülheim an der Ruhr 20 per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) sowie die Summe aus diesen Stoffen untersucht. Ein positives Ergebnis für den Brunnen 7 konnte bei einer Nachkontrolle vom 11.10.2022 durch das Institut für Krankenhaus- und Umwelthygiene am Universitätsklinikum Schleswig-Holstein nicht bestätigt werden. Insofern besteht auch hinsichtlich des Parameters PFAS keine Handlungsnotwendigkeit.

Brunnen	05-2021		10-2022	
		[µg/l]		[µg/l]
1	<	0,001		
2	<	0,001		
3	<	0,001		
4	<	0,001		
5	<	0,001		
6	<	0,001		
7		0,012	<	0,001
8	<	0,001		

Tabelle 10: Untersuchung auf PFAS

### d) EU Beobachtungsliste

Aus der Beobachtungsliste der EU Kommission gemäß der Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Januar 2022 ergäbe sich eine Untersuchung auf Estradiol und Nonylphenol. Beide Parameter werden derzeit nicht untersucht.

#### ANHANG

#### BEOBSACHTUNGSLISTE DER FÜR WASSER FÜR DEN MENSCHLICHEN GEBRAUCH BEDENKLICHEN STOFFE UND VERBINDUNGEN

Bezeichnung des Stoffes/der Stoffgruppe oder der Verbindung/der Gruppe von Verbindungen	CAS-Nummer	EU-Nummer	Leitwerte (ng/l)	Bestimmungsgrenze <sup>(1)</sup> (ng/l)	Mögliche Analyse-methode
17-β-Estradiol	50-28-2	200-023-8	1	≤ 1	-
Nonylphenol <sup>(2)</sup>	84852-15-3	284-325-5	300	≤ 300	EN ISO 18857-2

<sup>(1)</sup> Bestimmungsgrenze gemäß Artikel 2 Nummer 2 der Richtlinie 2009/90/EG.

<sup>(2)</sup> Diese Stoffe hatten vorher die CAS-Nummern 25154-52-3 und 104-40-5.

Auszug aus dem Durchführungsbeschluss (EU) 2022/679 der Kommission vom 19. Januar 2022 zur Erstellung einer Beobachtungsliste der für Wasser für den menschlichen Gebrauch bedenklichen Stoffe und Verbindungen gemäß der Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates

### e) Untersuchungsstelle

Als zertifiziertes und gemäß Trinkwasserverordnung akkreditiertes Untersuchungslabor hat sich der WVND für das Medizinaluntersuchungsamt und Hygiene Campus Kiel (MUA) an dem Universitätsklinikum Schleswig-Holstein in Kiel entschieden. Das MUA hat den entscheidenden Vorteil, dass es auf eine weitergehende Analyse bei bakteriologischen Verunreinigungen eingerichtet ist und somit deutlich schneller als andere Labore eine Keimdifferenzierung durchführen kann, welche für eine Bewertung der möglichen gesundheitlichen Gefährdung einer Verkeimung unerlässlich ist.

## f) Bewertung der risikobasierten Probenahmeplanung gem. § 37 TrinkwV

Auf Grund der Tatsache, dass die Wasserversorgung des WVND zu 100% auf der Grundwasserförderung beruht sind Parameter, wie somatische Coliphagen und Microcystin-LR, die einen Hinweis einer Verunreinigung im Oberflächenwasser oder mit Oberflächenwassereinfluss geben können, nicht notwendig. Ebenso verhält es sich mit *Pseudomonas aeruginosa*, der nur auf Verdacht und nicht routinemäßig bestimmt wird.

Die Parameter Acrylamid und Vinylchlorid werden nicht untersucht, da keine entsprechenden Aufbereitungsstoffe (Polyacrylamide) bzw. Materialien aus PVC eingesetzt werden.

Die Parameter Chlorit, Chlorat und Halogenessigsäure werden nicht untersucht, da keine Desinfektion stattfindet.

Epichlorhydrin wird nicht untersucht, da keine entsprechenden Polymere in der Trinkwasseraufbereitung eingesetzt werden und auch kein großflächiger Einsatz von Epoxidharzbeschichtungen stattfindet.

Bisphenol A wird ab 2024 standardmäßig untersucht.

Von den derzeit 102 Parametern, die insgesamt untersucht werden (62 Standardparameter + 40 PBSM und Abbauprodukte) ist lediglich der Pflanzenschutzmittel-Metabolit Desphenylchloridazon (DPC) sowohl in 17 von 42 Vorfeldmessstellen als auch in den Förderbrunnen 3 und 5 auffällig (siehe III.1.1). Alle anderen Parameter bewegen sich innerhalb der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung oder sind nicht nachweisbar.

Insofern ist kein Umstand abzusehen, der bei dem o.g. Parameterumfang eine Verschlechterung der Beschaffenheit des Trinkwassers erwarten lässt.

Für den Punkt *Qualitätskontrolle* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

### Fazit:

Es ergibt sich keine direkte und sofortige Gefährdung der Trinkwasserversorgung oder der Trinkwasserqualität, wenn eine Untersuchung des Roh- oder Reinwassers nicht erfolgt. Allerdings können nur mit Hilfe der regelmäßigen Qualitätsuntersuchungen rechtzeitig Veränderungen erkannt und diesen gegengewirkt werden. Insofern kann der Schaden bezogen auf die Trinkwasserqualität groß werden, wenn die Qualität nicht ausreichend geprüft wird.

Diesbezüglich ist der Analysenumfang mit 63+40 Parametern angemessen und von den Laboren erprobt. Die Reduzierung einzelner Parameter ist wenig sinnvoll, da die Analyse einiger Parameter im Block erfolgt, sodass kaum Kosten gespart werden können, wenn einzelne Parameter wegfielen. Zum anderen kann heute nicht vorausgesagt werden, welcher Parameter ggf. morgen eine steigende Tendenz aufweist.

Insofern wird das Reinwasser am Werksausgang 4-mal im Jahr chemisch und mikrobiologisch untersucht, im Versorgungsnetz erfolgen monatliche Kontrollen der mikrobiologischen Trinkwasserqualität. Darüber hinaus werden 14 von 42 Vorfeldmessstellen in einem jährlichen Rhythmus untersucht, 28 in einem 3-jährigen.



#### 4. Wasserspeicherung (Reinwasserbehälter)

Bei der Speicherung des aufbereiteten Trinkwassers in unterirdischen Reinwasserbehältern ist das Augenmerk auf Undichtigkeiten bzw. Verbindungen der Wasserkammern zur Außenwelt zu legen. Verunreinigungen des Trinkwassers können hier leicht entstehen, wenn Regen- oder Sickerwasser durch eine defekte Bausubstanz (Risse in Behältersohle, Wänden oder Decken) oder Insekten oder anderes Kleingetier durch Belüftungsöffnungen, Türen oder Mauerritzen eindringen kann. Folgende Gefahrenquellen sind auszuschließen:

1. Eindringen von Oberflächenwasser
2. Eindringen von Insekten
3. Mängel und Defekte am Anlagenbau

##### 4.1. Eindringen von Oberflächenwasser

Bei den 4 Reinwasserkammern des Wasserwerks Linden handelt es sich um unterirdische Betonbauwerke. Im Rahmen der Anlagentechnischen Sanierung der Reinwasserkammern in den Jahren 2015-2017 wurde mittels Kernbohrungen die Bausubstanz der 4 Kammern untersucht und für sehr gut befunden. Defekte am Bauwerk, z.B. durch Wurzelwuchs, konnten in diesem Rahmen ausgeschlossen werden. Um auch zukünftig keine Schäden durch Wurzelwuchs zu provozieren wurde in den vergangenen Jahren sämtlicher Baumbestand auf und an den Reinwasserbehältern entfernt.

Des Weiteren befinden sich keine Zugänge zu den einzelnen Kammern von außen oberhalb des Wasserspiegels. Jede Kammer hat einen eigenen Zugang von innen über ein entsprechendes Zugangsbauwerk.



rechts Bild 5: Zugangsbereich zu den Reinwasserkammern

Für den Punkt *Eindringen von Oberflächenwasser* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

##### Fazit:

Ein Eindringen von Oberflächenwasser ist zwar nicht wahrscheinlich, jedoch in eine Bausubstanz, die zu 100% unterirdisch ist auch nicht für immer auszuschließen. In diesem Fall würde das Reinwasser in den Betonkammern höchstwahrscheinlich mit coliformen Keimen verunreinigt. Grundsätzlich wird die Wasserqualität der 4 Reinwasserkammern jeden 2. Monat mikrobiologisch überprüft. Im Rahmen der ansonsten monatlichen Trinkwasseruntersuchungen würde man der Ursache ebenfalls auf die Spur kommen und über eine abschnittsweise Beprobung auch auf den defekten Behälter schließen können. Je nach Höhe der Verkeimung stünden zum Schutz der Verbraucher die Maßnahmen des Abkochens des Wassers vor der Verwendung oder die zentrale Desinfektion am Wasserwerksausgang in Betracht. Diese Entscheidung würde allerdings durch das Gesundheitsamt des Kreises Dithmarschen erfolgen müssen.

## 4.2. Eindringen von Insekten

Prinzipiell können Insekten und andere Kleintiere durch Risse, Öffnungen und undichte Verbindungen zur Außenwelt in die Kammern eindringen (Bild 6). Auch über die Be- und Entlüftung ist ein Eindringen von Insekten möglich. Daher gilt es hier besonderes Augenmerk darauf zu legen.

Im Rahmen der Reinwasserkammersanierung 2015-2017 wurden diese Schwachstellen alle behoben. Es wurden sämtliche Mauerundichtigkeiten verschlossen (Bild 7) und die Be- und Entlüftung über eine moderne Luftfilteranlage realisiert (Bilder 8 und 9), die regelmäßig durch das Betriebspersonal kontrolliert wird.



Bild 6: Schneckenbefall in Reinwasserkammer



Bild 7: Verschluss sämtlicher Mauerfugen und Risse



Bild 8: Zu- und Abluftanlage Reinwasserbehälter



Bild 9: Filtereinheit, 2-fach

Für den Punkt *Eindringen von Insekten* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Da die Schutzmaßnahmen gegen das Eindringen von Insekten in den Wasseraufbereitungsprozess inklusive der Wasserspeicherung bereits umgesetzt wurden, ist das Eintreten dieses Risikos unwahrscheinlich.

**4.3. Mängel und Defekte am Anlagenbau**

Im Rahmen der anlagentechnischen Sanierung 2015-2017 wurden sämtliche Rohrleitungen und Armaturen erneuert. Eine Kontrolle erfolgt routinemäßig durch das Betriebspersonal.



Bild 10: Reinwasserkammern Anlagenbau neu

Für den Punkt *Mängel und defekte Anlagenbauteile* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Das System der Reinwasserkammern ist vollständig redundant ausgelegt. Kommt es zu dem Ausfall der Anlagentechnik einer Reinwasserkammer, können die anderen Kammern die Funktion übernehmen.

## 5. Wasserverteilung (Rohrnetz)

Das Trinkwasserrohrnetz des WVD erstreckt sich von Büsum im Westen über Friedrichstadt im Norden bis nach Pahlen, Dellstedt und Lexfähre im Osten und besteht aus den ca. 770 km langen Hauptversorgungsleitungen und den ca. 620 km langen Hausanschlussleitungen. Diese leiten das Trinkwasser zu den ca. 18.000 Hausanschlüssen. Darüber hinaus sind im gesamten Versorgungsnetz 3.100 Hydranten und 5.000 Absperrschieber (inkl. Hausanschlussschieber) verbaut. Als Leitungsmaterial ist verbaut: Grauguss, Asbestzement, Polyethylen (PE) und in wenigen 100 Metern PVC und Glasfaserkunststoff.

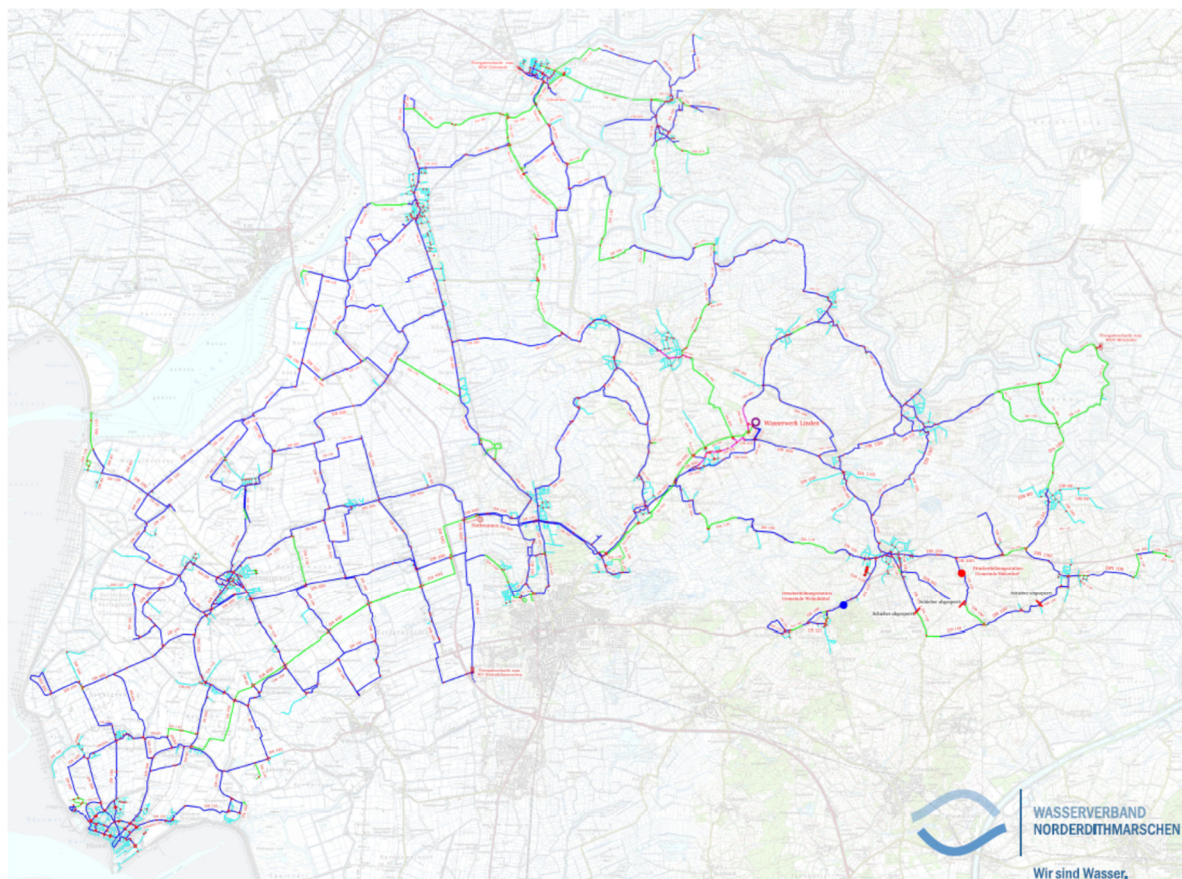


Abbildung 13: Trinkwasserversorgungsnetz

Ansätze für die Verletzlichkeit des Rohrnetzes sind folgende:

1. Reparaturanfälligkeit des Rohrnetzes
2. Leitungspläne und Informationssystem für vorhandenes Rohrnetz
3. Wasserverluste
4. Leitungszerstörung durch Dritte
5. Ausfall Druckerhöhungsstationen

### 5.1. Reparaturanfälligkeit des Rohrnetzes

Ein Großteil des Hauptrohrnetzes ist inzwischen bis zu 70 Jahre alt. Obwohl man mit einer Lebensdauer von mindestens 50 - 80 Jahren rechnet, ist mit ca. 530 km noch eine große Menge an Faserzementrohren verbaut. Gussleitungen sind nur noch vereinzelt im Netz vorhanden. Besonders anfällig sind Rohrleitungen aus Faserzement der Nennweiten DN 100 bis DN 300. In sandigen Böden mit niedrigen pH-Werten oder bei wechselnden Grundwas-

serständen werden diese Leitungen außen weich und platzen bei Druckstößen bzw. Bodenbewegungen. Zusätzlich werden die Rohrleitungen durch die ständig wachsenden Verkehrslasten auch im Bereich der Landwirtschaft beeinträchtigt.

Seit 2012 hat der WVND die Rohrnetzerneuerung verstärkt in den Focus genommen und wechselt derzeit jährlich ca. 12 km alte Rohrleitungen durch neue PE-Leitungen aus. Das entspricht einer Erneuerungsrate von ca. 2% bezogen auf den Restbestand an Faserzementrohren im Versorgungsnetz.

Für den Punkt *Reparaturanfälligkeit des Rohrnetzes* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Tatsache ist, dass große Teile des Versorgungsnetzes 50 Jahre und älter sind, sodass jederzeit mit Rohrbrüchen zu rechnen ist. Allerdings führen diese immer nur lokal zu Versorgungsunterbrechungen. Daher ist der Schaden relativ zum Gesamtnetz als gering zu betrachten.

## 5.2. Leitungspläne und Informationssystem für vorhandenes Rohrnetz

Rohrleitungspläne sind in sehr guter digitaler Form fürs gesamte Versorgungsgebiet vorhanden. Der Bereitschaftsdienst hat für Störungsfälle alle Leitungspläne auf einem Tablet vor Ort. Der Aufbau eines Netzinformationssystems ist abgeschlossen.

Für den Punkt *Leitungspläne und Informationssystem für vorhandenes Rohrnetz* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

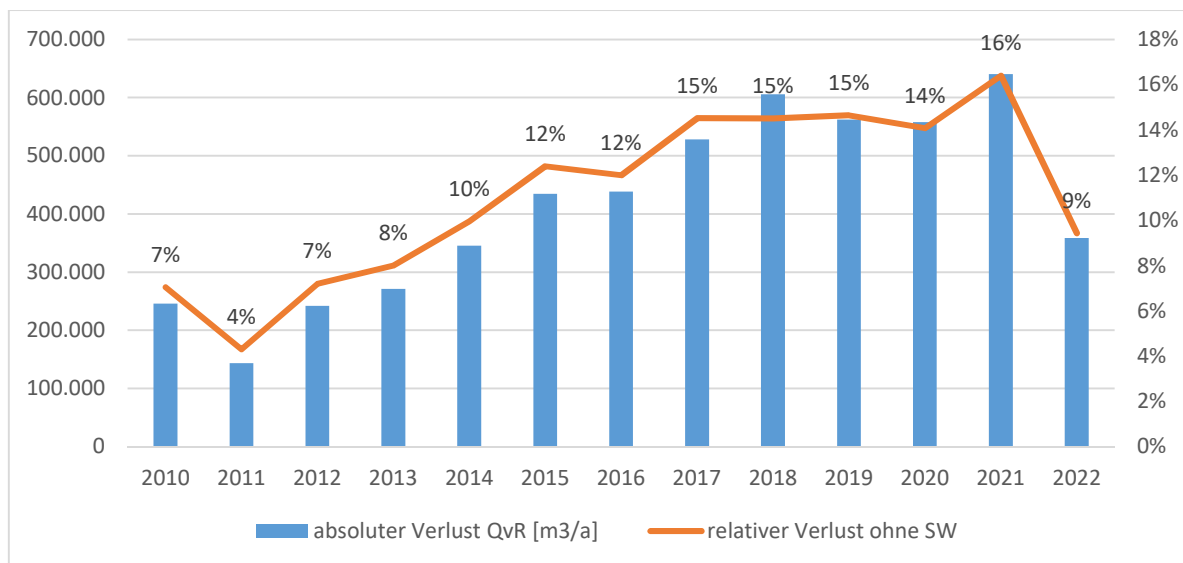
Auch wenn das Leitungsnetz digital vorliegt, so wäre bei einem Datenverlust keine vollständige Leitungsdokumentation in Papierform vorhanden. Lediglich die Hausanschlusskizzen und das Verteilnetz ist ausgedruckt abgelegt. Die Ortsnetze jedoch nicht. Allerdings sind die Ortsnetze in der Regel über die Schieber- und Hydrantenkappen zu erkennen.

## 5.3. Wasserverluste

Durch alternde Rohrleitungen und ständig steigende Verkehrslasten entstehen Rohrbrüche und somit auch Wasserverluste. Bei erhöhter Wasserabgabe über einen längeren Zeitraum wird von einem verdeckten Rohrbruch ausgegangen. Für das Auffinden solcher schadhafte Stellen wird aktuell ein Suchkonzept entwickelt mit Messsonden für Druck und Durchfluss an verschiedenen Stellen im Versorgungsnetz.

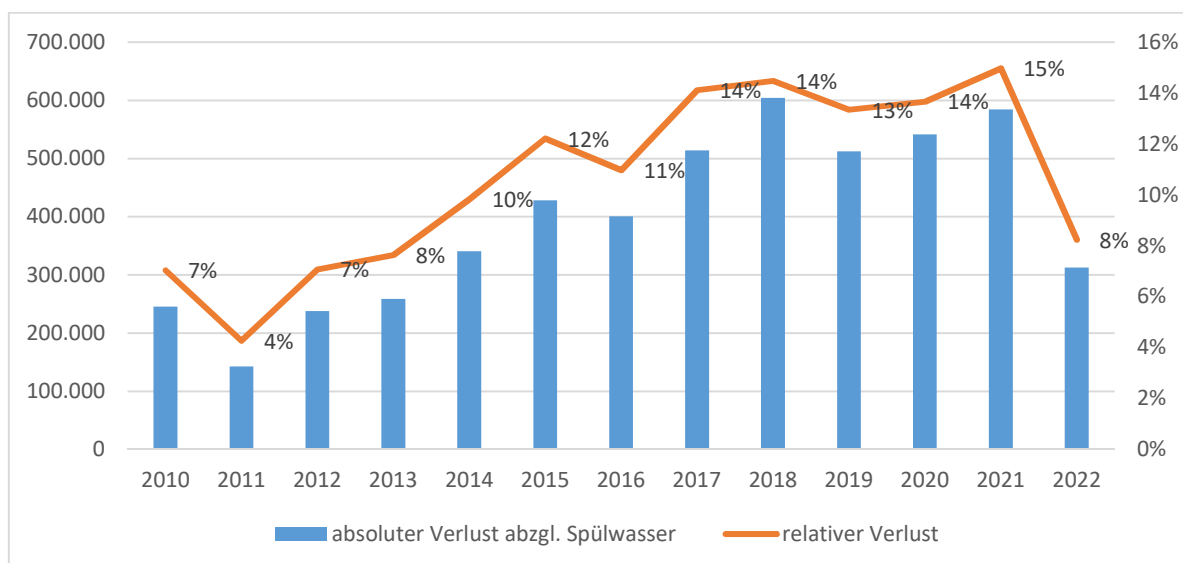
Die Differenz zwischen der Menge Wasser, die vom Wasserwerk in das Versorgungsnetz eingespeist wird und der Menge Wasser, die mit den Kunden abgerechnet wird, kann in erster Näherung als Wasserverlust angesehen werden. Folgende Grafik zeigt die absoluten und

relativen Wasserverluste seit 2012 ohne Berücksichtigung der Spülwassermengen im Rohrnetz durch Leitungsspülungen im Rahmen von Reinigungs- und Neubaumaßnahmen.



Grafik 2: Wasserverluste ohne Berücksichtigung Spülwasser (SW)

Berücksichtigt man die Spülwassermengen, die in Folge von Leitungsneubaumaßnahmen entstehen, so ergibt sich folgendes Bild:



Grafik 3: Wasserverluste mit Berücksichtigung Spülwasser

Beide Grafiken zeigen einen bis 2021 ansteigenden Trend an Wasserverlusten bis zu 16 (15) % und einen Abfall auf 9 bzw. 8% ab dem Jahr 2022. Das liegt darin begründet, dass im Jahr 2021 zwei größere Rohrbrüche entdeckt wurden, bei denen das Wasser in einen angrenzenden Graben geflossen ist und dadurch lange Zeit nicht erkannt wurden.

Die Anrechnung von Spülwassermengen bei Rohrleitungsneubau erfolgt nur näherungsweise nach dem vereinfachten Ansatz von 100 m<sup>3</sup> Spülwasser pro m<sup>3</sup> neu verlegtes Leitungsvolumen.

Nach dem technischen Regelwerk DVGW W 392 (A) in Verbindung mit dem DVGW Arbeitsblatt W 400-3-B1 kann der Infrastruktur-Leckage-Index (ILI) zur Bewertung der Rohrleitungsverluste herangezogen werden. Bei dem ILI wird der reale Wasserverlust mit dem „unvermeidbaren jährlichen realen Verlust“ als Referenzwert in Verhältnis gesetzt. Gemäß W 400-

3-B1 Tabelle 2a geht man von einer niedrigen Schadensrate bei einem ILI von  $\leq 2$  aus. Nachfolgende Tabelle zeigt den ILI des WVND für die Jahre 2016 bis 2022 ohne Berücksichtigung von Spülwassermengen im Versorgungsnetz:

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>ILI - infrastructure leakage index</b>	0,65	0,78	0,90	0,83	0,81	0,93	0,52

Tabelle 11: Leckageindex der Jahre 2016-2022

Demnach kann man immer noch von einer geringen Schadensrate ausgehen, wobei die realen Wasserverluste bis zu 16% der Wasserabgabe sehr hoch sind. Diesbezüglich ist das Auffinden der Rohrbrüche eine zentrale Aufgabe der Rohrnetzüberwachung der nächsten Jahre.

Bei einer Rohrbruchsanieuerung ist zwar nicht das ganze Netz betroffen, jedoch immer ein begrenzter Teil Versorgungsnetzes.

Für den Punkt *Wasserverluste* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

#### Fazit:

Prinzipiell sind Wasserverluste auf dem Weg der Verteilung nicht zu verhindern. Insbesondere beim Leitungsneubau oder Reparatur müssen die Leitungen vor Inbetriebnahme immer gespült werden. Diese Wassermengen fließen auch mit in die Wasserverluste ein. Auch sind bei einem 770 km langen Hauptversorgungsnetz mit 620 km Hausanschlussleitungen und mehr als 8.000 Armaturen nie alle Verbindungen zu 100% dicht. Insofern wird es immer Wasserverluste geben. Da es sich hierbei um ein Überdrucksystem handelt ( $\varnothing$  Leitungsdruck ca. 4,5 bar), ist selbst bei einem Leitungsdefekt nicht damit zu rechnen, dass Verunreinigungen von außen in das Leitungssystem eindringen. Da die Versorgungssicherheit auch bei Leitungsverlusten von 15% nicht gefährdet ist, ist das Schadensausmaß in diesem Kontext als gering zu betrachten.

#### 5.4. Leitungszerstörung durch Dritte

Zur Sorgfaltspflicht von Tiefbauunternehmen gehört die Planeinholung bei den Versorgungsträgern vor Beginn von Erdarbeiten. Leider verzichten einige Unternehmen, aber auch private Grundstückseigentümer auf vorherige Planeinsicht und zerstören dann Wasserleitungen. Sobald der Schaden erkannt ist, wird unverzüglich die Reparatur eingeleitet. Eine Gefährdung der Trinkwasserqualität bis hin zum Totalausfall der Trinkwasserversorgung ist bei diesem Thema allerdings nicht zu erwarten.

Für den Punkt *Leitungszerstörung durch Dritte* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Der Schadenseintritt ist zwar möglich, kann aber in der Regelschnell behoben werden und hat daher nur sehr geringe und lokal stark begrenzte Auswirkungen auf den betroffenen Leitungsabschnitt und die angeschlossenen Kunden.

**5.5. Ausfall Druckerhöhungsstationen**

Im Versorgungsnetz des WVND befinden sich 2 Druckerhöhungsstationen, die DEA Welmbüttel und die DEA Süderdorf. Die dahinter befindlichen Versorgungsnetze sind jeweils eigene abgeschiebte Druckgebiete. Beide Stationen sind mit Fernüberwachungen ausgerüstet. Die Störmeldungen laufen auf dem Leitsystem des Wasserwerks auf. Die DEA Welmbüttel wird aus Kapazitätsgründen in Jahr 2023 als fertige Kompaktstation von der Firma Xylem komplett neu geliefert und auch über eine neue Zuleitung aus Tellingstedt angebunden. Die DEA Süderdorf läuft in der Regel störungsfrei.

Die DEA's sind mit redundanten Pumpen ausgerüstet, sodass ein Komplettausfall relativ unwahrscheinlich ist. Darüber hinaus wird die neue DEA Welmbüttel zusätzlich mit einem Notstromaggregat ausgerüstet. Sollten die DEA's trotz dessen komplett ausfallen, so können die Zonenschieber zum vorgelagerten Versorgungsnetz geöffnet werden, sodass wenigstens eine stark druckreduzierte Versorgung dennoch immer noch möglich ist.

Für den Punkt *Ausfall Druckerhöhungsstationen* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Da die Druckerhöhungsstationen über redundant aufgestellte Pumpen verfügen, ist ein Totalausfall nur bei Ausfall der Stromversorgung denkbar. In diesem Fall findet immer noch eine Minimalversorgung mit stark reduziertem Druck statt. Insofern ist das Schadensausmaß im Hinblick auf die Versorgungssicherheit als gering zu bewerten.

**6. Trinkwasserinstallation (Kundenanlage)**

Die Trennung der Verantwortungsbereiche zwischen dem öffentlichen Versorgungsnetz und der Trinkwasserinstallation (Kundenanlage) ist klar in der AVBWasserV<sup>10</sup> geregelt. Gemäß § 10 Absatz 1 AVBWasserV beginnt der Hausanschluss an der Abzweigstelle des Verteilungsnetzes und endet mit der Hauptabsperrvorrichtung. In Abs. 3 ist festgelegt, dass die Hausanschlüsse zu den Betriebsanlagen des Wasserversorgungsunternehmens gehören und in dessen Eigentum stehen. Die Meßeinrichtung (Wasserzähler) steht nach § 12 Abs. 1 im Eigentum des Wasserversorgungsunternehmens. Analog zu dieser Regelung beginnt die Kundenanlage, sofern nichts anderes geregelt ist, direkt nach der Meßeinrichtung mit der Absperrvorrichtung hinter dem Wasserzähler. In diesem Versorgungsabschnitt beschreiben die technischen Regeln für Trinkwasserinstallationen (TRWI) die Mindestanforderungen an Bau, Betrieb und Instandhaltung der Anlagen.

<sup>10</sup> Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser vom 20. Juni 1980 (BGBl. I S. 750, 1067), zuletzt geändert durch Art. 8 V v. 11.12.2014 I 2010



Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität bis hin zu einem Ausfall der Gebäudeversorgung durch ein Zusetzen der Leitungen in Folge von Korrosionserscheinungen zeigt die Verletzlichkeit des letzten Teils der leitungsgebundenen Trinkwasserversorgung. Insbesondere werden folgende Punkte beleuchtet:

1. Allgemein anerkannten Regeln der Technik
2. Materialwahl
3. Verkeimung durch Legionellen

## 6.1. Allgemein anerkannte Regeln der Technik

In der Trinkwasserinstallation sollte gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) nach dem Wasserzähler eine Absperrereinrichtung und ein Rückflussverhinderer eingebaut sein. Dahinter folgt ein Feinfilter und bei Bedarf ein Druckminderer. Erst danach folgen weitere Armaturen und Einbauteile nach Bedarf. Hinsichtlich sämtlicher Einbauteile sollten gewisse Wartungsintervalle eingehalten werden. Bei der Installation und dem Betrieb von metallischen Rohrleitungen sind ebenfalls die korrosionschemischen Randbedingungen zu beachten. Zudem ist auch die Trinkwasserinstallation bestimmungsgemäß zu betreiben. Hierzu zählen Temperaturniveaus für kaltes und warmes Wasser sowie eine maximale Stagnationszeit von 72 h.

Für den Punkt *allgemein anerkannten Regeln der Technik* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

### Fazit:

Die Nichteinhaltung der a.a.R.d.T. kann sowohl zu Verkeimungen des Trinkwassers in der Hausinstallation als auch zum Totalausfall der Versorgung durch zugesetzte Leitungen oder Filter führen. Daher wird der mögliche Schaden auch als groß bewertet.

## 6.2. Materialwahl

Einen entscheidenden Einfluss auf die hygienische Trinkwasserqualität und die Korrosionsbeständigkeit der Einbauteile und Leitungen hat die richtige Materialwahl. Zum einen gilt es ein mikrobiologisches Wachstum auf den wasserberührten Oberflächen so gering wie möglich zu halten und zum anderen, keine Stoffe an das Wasser abzugeben, die die menschliche Gesundheit beeinträchtigen oder das Wachstum von Biofilmen fördern können. Generell müssen auch in der Trinkwasserinstallation alle eingesetzten Materialien den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Verantwortlich für die Umsetzung der technischen Regeln der Trinkwasserinstallation (TRWI) sind die Planer und Installateure.

Für den Punkt *Materialwahl* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

### Fazit:

Bei ungeeigneter Materialwahl kann es zu übermäßig wachsendem Biofilm und damit zu einer unzulässig hohen mikrobiologischen Verunreinigung des Trinkwassers führen. Bei Außerachtlassung des korrosionschemischen Potentials von metallischen Leitungsabschnitten kann es zu massiven Korrosionserscheinungen bis hin zur vollständigen Zerstörung des Materials kommen. Darüber hinaus können chemische Substanzen (Kupfer, Nickel, Blei, Weichmacher, etc.) in unzulässiger Höhe an das Trinkwasser abgegeben werden.

### 6.3. Verkeimung durch Legionellen

Einen entscheidenden Einfluss auf die mikrobiologische Trinkwasserqualität hat neben der Auswahl der richtigen Werkstoffe und Materialien die Trinkwassertemperatur.

Nach dem DVGW Arbeitsblatt W 551 können sich Legionellen in erwärmtem Wasser bei Temperaturen zwischen 30 °C und 45 °C stark vermehren und dadurch ein Gesundheitsrisiko verursachen, wenn sie in kleinen lungengängigen Tröpfchen (Aerosol) mit der Luft eingeatmet werden. Im Zusammenhang mit dem Trinkwasser kann ein Gesundheitsrisiko entstehen, wenn sich die Legionellen im Warmwassersystem der Trinkwasserinstallation vermehren und z. B. beim Duschen als Aerosol eingeatmet werden<sup>11</sup>.

Für den Punkt *Verkeimung durch Legionellen* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

### Fazit:

Bei Nichteinhaltung der a.a.R.d.T. insbesondere bei Vorliegen ungeeigneter Temperaturbereiche in der Trinkwasserinstallation kann es zu einem massiven Befall des Trinkwassers mit Legionellen kommen. Dies kann im schlimmsten Fall zu einer schweren Lungenerkrankung bis hin zum Tod führen. Insofern ist das Schadensausmaß als groß zu betrachten.

## 7. Pandemien

Am Beispiel der Covid-Pandemie 2020-2022 ist erkennbar, wie schnell eine nicht unerhebliche Zahl der Bevölkerung z.T. schwer erkranken kann. Dieses kann auch zum vorsorglichen (Quarantäne) bzw. zum krankheitsbedingten Ausfall von Mitarbeitern bis hin zur kompletten Betriebsschließung führen. Bei sog. kritischen Infrastrukturen wie der Wasserver- und Abwasserentsorgung muss ein Komplettausfall verhindert werden. Während der Corona-Pandemie wurden die jeweils notwendigen Maßnahmen stetig den Gegebenheiten angepasst. Eine Absprache mit dem Gesundheitsamt ist in dieser Situation sinnvoll, um Notmaßnahmen abzustimmen, wie beispielsweise erkrankte Mitarbeiter ohne Symptome zu den versorgungskritischen Anlagen (Wasserwerk) fahren zu lassen.

<sup>11</sup> vgl.: DVGW Technische Regel Arbeitsblatt W 551 April 2004, Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasserinstallationen, 2004-04

Für den Punkt *Pandemien* ergibt sich folgende Bewertung:

Vulnerabilität	Schaden		
	gering	mittel	groß
unwahrscheinlich	1	2	3
möglich	2	4	6
wahrscheinlich	3	6	9

**Fazit:**

Die Corona-Pandemie hat gezeigt, dass die Mitarbeiterstruktur des WVND zu jeder Zeit ausgereicht hat, um den Betrieb sowohl der Wasserversorgung als auch der Abwasserbeseitigung aufrecht zu erhalten. Insofern wird das Schadensausmaß hier als mittel bewertet. Mit einem Totalausfall der Ver- und Entsorgung ist nicht zu rechnen.

## V. Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzustellen, dass mit insgesamt 97 von 279 möglichen Punkten in 31 unterschiedlichen Kategorien die Gefährdung der Wasserversorgung im Versorgungsbereich des WVND inklusive der Trinkwasserinstallation bei 35% des maximal möglichen Gefährdungspotentials liegt. Lässt man den Bereich der Trinkwasserinstallation, auf den der WVND keinen Einfluss hat, außen vor, dann liegt das Gefährdungspotential mit 81 von maximal 252 Punkten bei 32% im unteren Drittel. Eine weitere Verbesserung wird es nach dem Neubau des Wasserwerks mit entsprechender einzelner Rohwassereinspeisungen geben, wodurch der Punkt 2.5 von derzeit 6 auf dann 2 zurückgestuft werden kann. Ebenso kann der Punkt 3.1 Technische Defekte von Anlagenbauteilen in der Wasseraufbereitung von heute 6 auf dann 2 zurückgestuft werden. Dann liegt das Risikopotential ohne Trinkwasserinstallation mit 73 Punkten nur noch bei 29%.

Im Gesamtkontext mit der Beobachtung und der jährlichen Auswertung möglicher Veränderungen im Wassereinzugsgebiet, der landwirtschaftlichen Grundwasserschutzberatung, den bereits durchgeführten Sanierungs- und Ersatzinvestitionen im Bereich der Rohwasserförderung (neue Brunnen), der Reinwasserspeicherung und dem kompletten Neubau der Wasseraufbereitungsanlage, sowie den dauerhaften Investitionen in die Sanierung des Trinkwasserverteilungsnetzes und der Hausanschlussleitungen, sind bereits wesentliche Schritte unternommen worden, bzw. werden weiter geführt, um das Risiko eines Ausfalls der Trinkwasserversorgung oder einer Verunreinigung der Trinkwasserqualität so gering wie möglich zu halten.

Eine kontinuierliche Überprüfung der Einflussfaktoren erfolgt zum einen durch die regelmäßigen Begehungen der Vorfeldmessstellen und Förderbrunnen im Rahmen der routinemäßigen Beprobungen sowie durch die monatliche Beprobung der Trinkwasserqualität am Wasserwerksausgang und im Versorgungsnetz. Das Rohrnetz wird betriebstäglich überwacht.

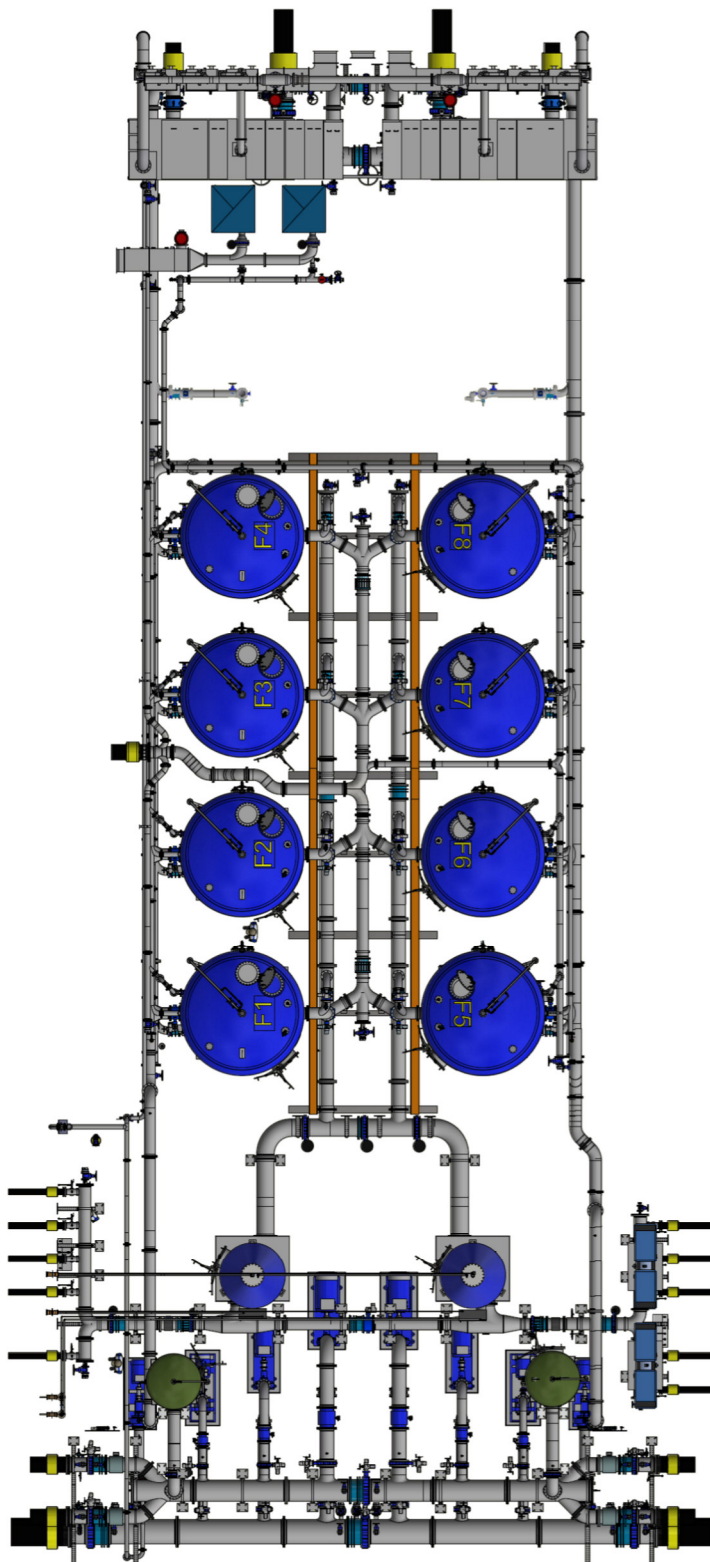
## VI. Anlagen

### Zusammenfassung der Risikomatrix

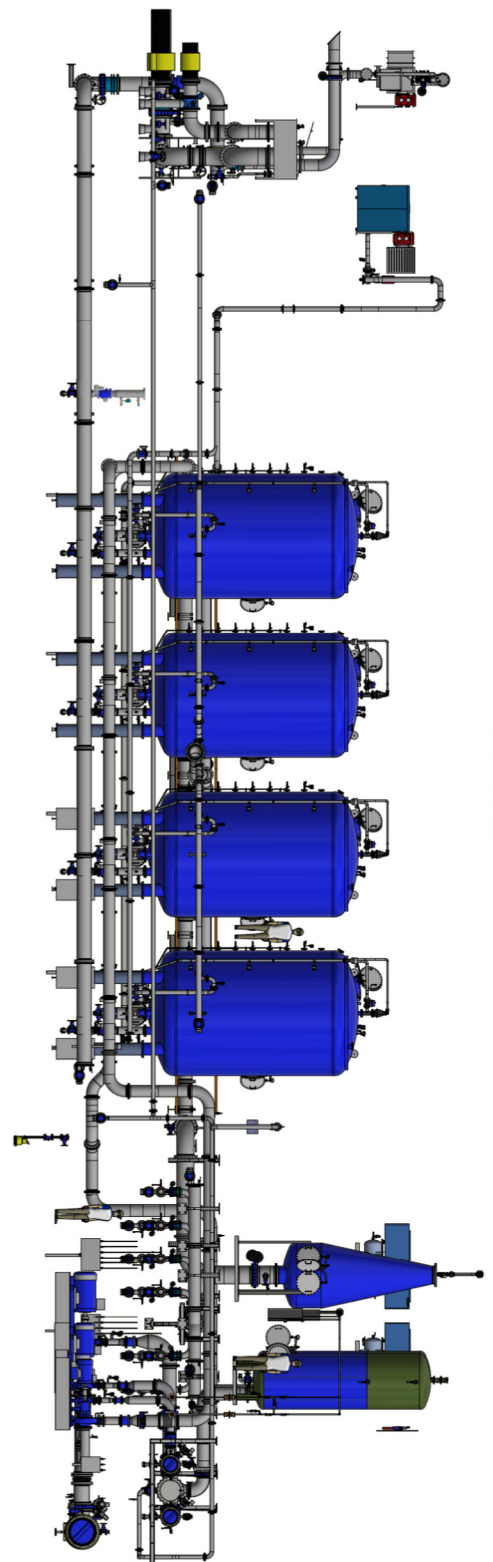
Wassereinzugsgebiet		Vulnerabilität	Schaden
1.1	Schadstoffeinträge	wahrscheinlich	3
1.2	Kiesabbau im WSG	möglich	4
1.3	Versalzung	unwahrscheinlich	3
1.4	Grundwasserneubildung	unwahrscheinlich	3
1.5	Versiegen	unwahrscheinlich	3
<b>Grundwasserförderung</b>			
2.1	undichte Ringräume	möglich	2
2.2	Technische Defekte	möglich	2
2.3	Verockerung	möglich	2
2.4	Stromausfall	möglich	3
2.5	Leitungsschäden	möglich	6 (2)
<b>Wasseraufbereitung</b>			
3.1	Technische Defekte	möglich	6 (2)
3.2	Elektrische Anlage	möglich	2
3.3	Stromausfall	unwahrscheinlich	2
3.4	Sauerstoffversorgung	möglich	2
3.5	Insekten	unwahrscheinlich	1
3.6	Kapazitätsengpässe	unwahrscheinlich	3
3.7	Personal	möglich	2
3.8	Terror	möglich	6
3.9	Qualitätskontrolle	unwahrscheinlich	3
<b>Wasserspeicherung</b>			
4.1	Oberflächenwasser	möglich	4
4.2	Insekten	unwahrscheinlich	2
4.3	Anlagenbau	unwahrscheinlich	1
<b>Wasserverteilung</b>			
5.1	Reparaturanfälligkeit	wahrscheinlich	3
5.2	Leitungspläne	möglich	2
5.3	Wasserverluste	wahrscheinlich	3
5.4	Zerstörung durch Dritte	möglich	2
5.5	Ausfall DEA	möglich	2
<b>Trinkwasserinstallation</b>			
6.1	Technisches Regelwerk	möglich	6
6.2	Materialwahl	möglich	4
6.3	Verkeimung durch Legionellen	möglich	6
<b>Pandemien</b>			
7.	Personal	möglich	4
<b>Summe</b>			<b>97</b>
von max.			279
≙			35%
<b>ohne Trinkwasserinstallation</b>			<b>81</b>
von max.			252
≙			32%
<b>nach Sanierung 2.5 und 3.1</b>			<b>73</b>
von max.			252
≙			29%



# Wassertechnik Wasserwerk

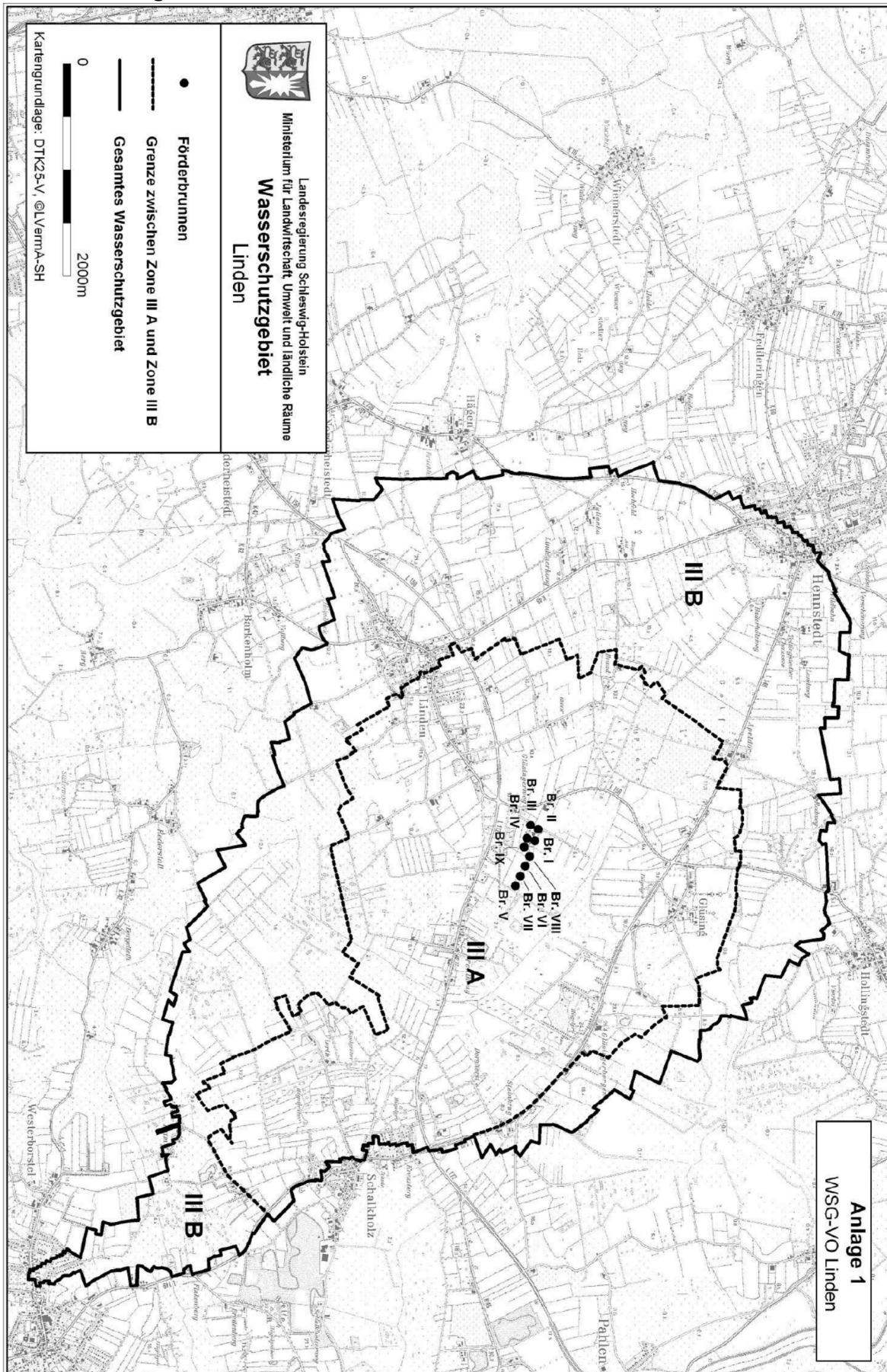


DRAUFSICHT ( 1 : 50 )

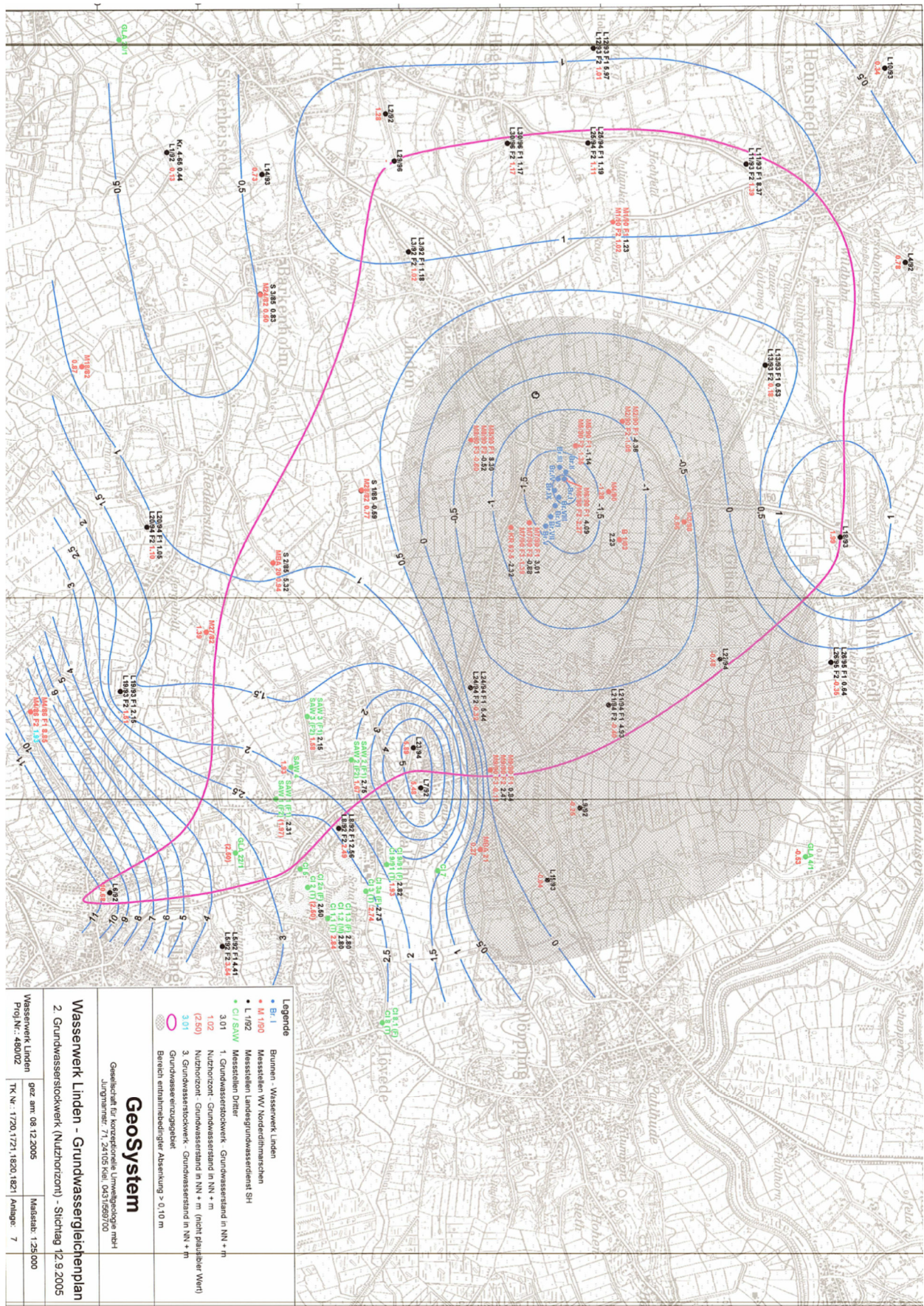


ANSICHT ( 1 : 50 )

## Wasserschutzgebiet Linden

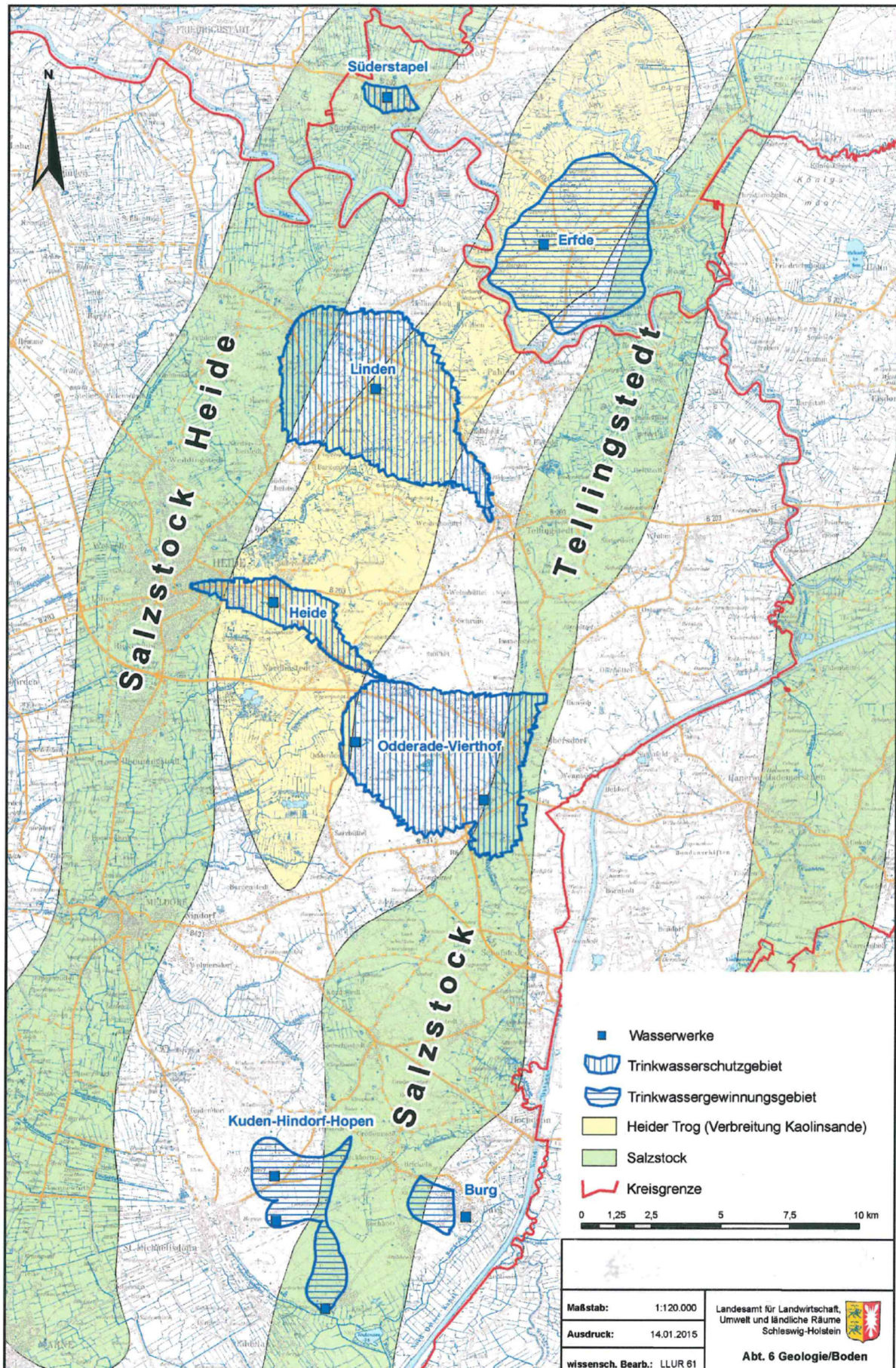


## Vorfeldmessstellen WSG Linden





# Heider Trog



## Abbildungs-, Bild-, Grafik-, Schema- und Tabellenverzeichnis

<b>Abbildungen</b>		<b>Seite</b>
1	Auszug aus dem 3-dimensionalen Grundwassermodell der CAH 2023	7
2	Wasserschutzgebiet Linden	8
3	Vorfeldmessstellen im WSG Linden	9
4	geplantes Kiesabbaugebiet Schalkholz West im WSG Linden	12
5	Darstellung der Grundwasserbahnlinien mit Fließzeiten	13
6	Standorte für 2 mögliche Überwachungsbrunnen	14
7	Grundwasserfließzeiten gemäß hydrogeologischem Gutachten der CAH	17
8	Heider Trog	18
9	Zeitschiene der Grundwasserabsenkung WW Linden	20
10	Einzugsgebiet WW Linden aus dem hydrogeologischen Strömungsmodell 2023	20
11	Hydraulisches und anlagentechnisches Gesamtkonzept	26
12	Druckhöhenschema Wasserwerk Linden	27
13	Trinkwasserversorgungsnetz	41
<b>Bilder</b>		
1	Blick in das oberirdische Brunnenhaus	22
2	Blick in einen Edelstahlwickeldrahtfilter	23
3	Blick von außen auf ein Filterrohr	23
4	altes und neues Wasserwerk	25
5	Zugangsbereich zu den Reinwasserkammern	38
6	Schneckenbefall in Reinwasserkammer	39
7	Verschluss sämtlicher Mauerfugen und Risse	39
8	Zu- und Abluftanlage Reinwasserbehälter	39
9	Filtereinheit, 2-fach	39
10	Reinwasserkammern Anlagenbau neu	40
<b>Grafiken</b>		
1	Verlauf der Desphenyl-Chloridazon-Konzentration in den Förderbrunnen 3 u. 5	10
2	Wasserverluste ohne Berücksichtigung Spülwasser (SW)	43
3	Wasserverluste mit Berücksichtigung Spülwasser	43
<b>Schema</b>		
1	schematische Darstellung des Trinkwasserversorgungssystems	5
<b>Tabellen</b>		
1	Oberirdisches Wassereinzugsgebiet des Wasserwerks Linden	7
2	ausgewählte Grundwassermessstellen mit Nitrat-Belastungen	9
3	Grundwassermessstellen mit Desphenyl-Chloridazonfunden	10
4	Einsatz von PBSM im WSG Linden 2016-2020	11
5	Einsatz von PBSM-Wirkstoffen im WSG Linden 2016-2020	11
6	Parameterliste Überwachung Kiesabbau	14
7	Förderbrunnen Wasserwerk Linden	22
8	Trinkwasseruntersuchungsparameter	32
9	Untersuchung Arzneimittelrückstände	35
10	Untersuchung auf PFAS	36
11	Leckageindex	44

## Quellenverzeichnis

- 1 Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV); Zweite Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2023 Teil I Nr. 159, ausgegeben zu Bonn am 23. Juni 2023
- 2 Wikipedia unter <https://de.wikipedia.org/wiki/>
- 3 Umwelt Bundesamt, Rund um das Trinkwasser, November 2010, 4. aktualisierte Auflage 2016, [www.umweltbundesamt.de/publikationen/rund-um-trinkwasser](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rund-um-trinkwasser)
- 4 WHO Guidelines for Drinking-water Quality, fourth edition incorporating the first addendum, 2017
- 5 Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG), Ausfertigungsdatum: 20.07.2000, (BGBl. I S. 1045), Zuletzt geändert durch Art. 8b G v. 20.12.2022 I 2793
- 6 Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement – Teil 2: Risikomanagement, Deutsche Fassung EN 15975-2: 2013
- 7 Landesverordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlagen des Wasserverbandes Norderdithmarschen in Heide/Dithmarschen (Wasserschutzgebietsverordnung Linden) Vom 2. Oktober 2009
- 8 Durchführungsverordnung (EU) 2024/20 Der Kommission vom 12. Dezember 2023 zur Nichterneuerung der Genehmigung für den Wirkstoff S-Metolachlor gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission, Artikel 4
- 9 Prof. Dr. med. Dirk Schoenen, Acta hydrochim. Hydrobiolo. 28 (2000), Kontamination mit coliformen Keimen durch Insektenlarven bei der Aufbereitung von Trinkwasser
- 10 Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser vom 20. Juni 1980 (BGBl. I S. 750, 1067), zuletzt geändert durch Art. 8 V v. 11.12.2014 I 2010
- 11 DVGW Technische Regel Arbeitsblatt W 551 April 2004, Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasserinstallationen, 2004-04