

# Risikoanalyse und Notfallplan für eine Trinkwassergewinnungsanlage

## Vorbereitung und Training

**Prof. Dr. habil. Christoph Treskatis**  
**apl. Prof. am Institut Wasser Abwasser Raumplanung**  
**der TU Darmstadt**

**BIESKE UND PARTNER**



Beratende Ingenieure GmbH  
Wasserversorgung und Umwelttechnik

# Trinkwasserversorgung in Zentraleuropa

- In Zentraleuropa ist die Verfügbarkeit von Trinkwasser für die Menschen **meist zur Selbstverständlichkeit** geworden. Gerade Österreich, Schweiz und Deutschland haben als wasserreiche Länder bei der Versorgung mit Trinkwasser einen Notstand **kaum zu befürchten**.
- Zu jeder Zeit und an fast jedem Ort ist die geregelte Versorgung im Normalfall möglich. So die allgemeine Auffassung.
- **Allerdings sollte folgende Tatsache stets im Auge behalten werden:** Je weniger störanfällig ein Land in seinen Versorgungsleistungen ist, umso stärker wirkt sich jede Störung aus (nach Rosenthal aus dem Jahre 1992).
- Der Umstand, dass sich mit zunehmender Robustheit und geringerer Störanfälligkeit ein durchaus **trügerisches Gefühl** von Sicherheit entwickelt und die **Auswirkungen eines „Dennoch-Störfalls“ überproportional hoch sind, wird als „Verletzlichkeitsparadoxon“** bezeichnet.



# Welche „Notfälle“ sind für die Trinkwasserversorgung besonders relevant?



- Stromausfall
- Cyberangriff
- Hochwasser
- Qualitätsstörung durch Arbeiten an den Anlagen
- Personalausfall durch Epidemien
- Terroranschlag
- Klimawandel...längere Trockenzeiten...längere Spitzenbedarfsbereitstellungen

Eine Versorgung mit Trinkwasser durch die WVU darf durch **kurzfristige Betriebsstörungen grundsätzlich nicht** unterbrochen werden.

Auch wenn Ausfälle der leitungsgebundenen Versorgung in Deutschland relativ selten vorkommen, sind sie doch möglich.

**Daher sind die WVU gemäß Trinkwasserverordnung verpflichtet, präventive Maßnahmenpläne zu erstellen.**

Diese müssen darstellen, wie in Fällen, in denen die Wasserversorgung sofort zu unterbrechen ist, die **Umstellung auf eine andere Wasserversorgung erfolgen soll und welche Stellen zu informieren sind.**

# Schlussfolgerung:

Können die WVU dann keine leitungsgebundene Versorgung mehr gewährleisten, sind im Rahmen der kommunalen Daseinsvorsorge und unter Umständen des Katastrophenschutzes (KatS) alternative Lösungen in Betracht zu ziehen, wie z. B. die Nutzung von Wassertransportkapazitäten, mobile Aufbereitungsanlagen und nicht zuletzt die Versorgung der Bevölkerung durch Trinkwasser-Notbrunnen

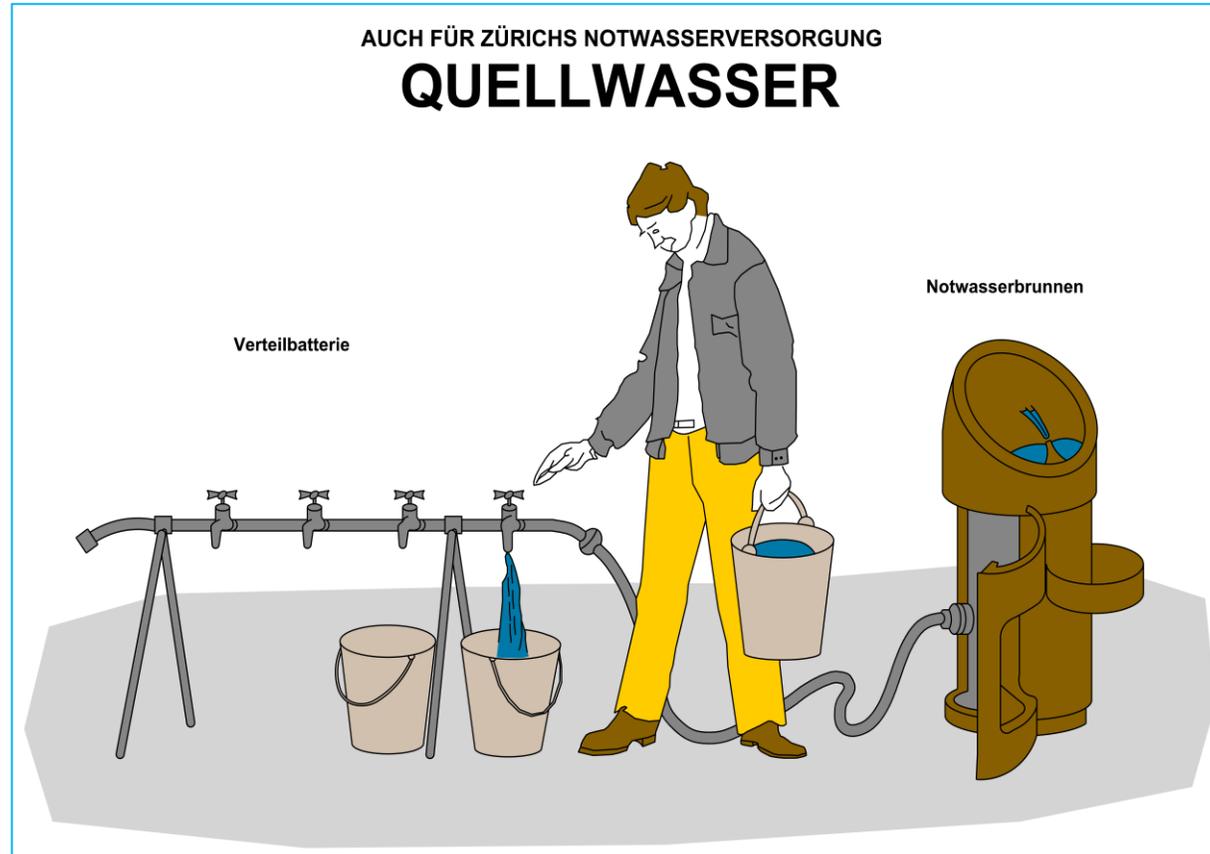
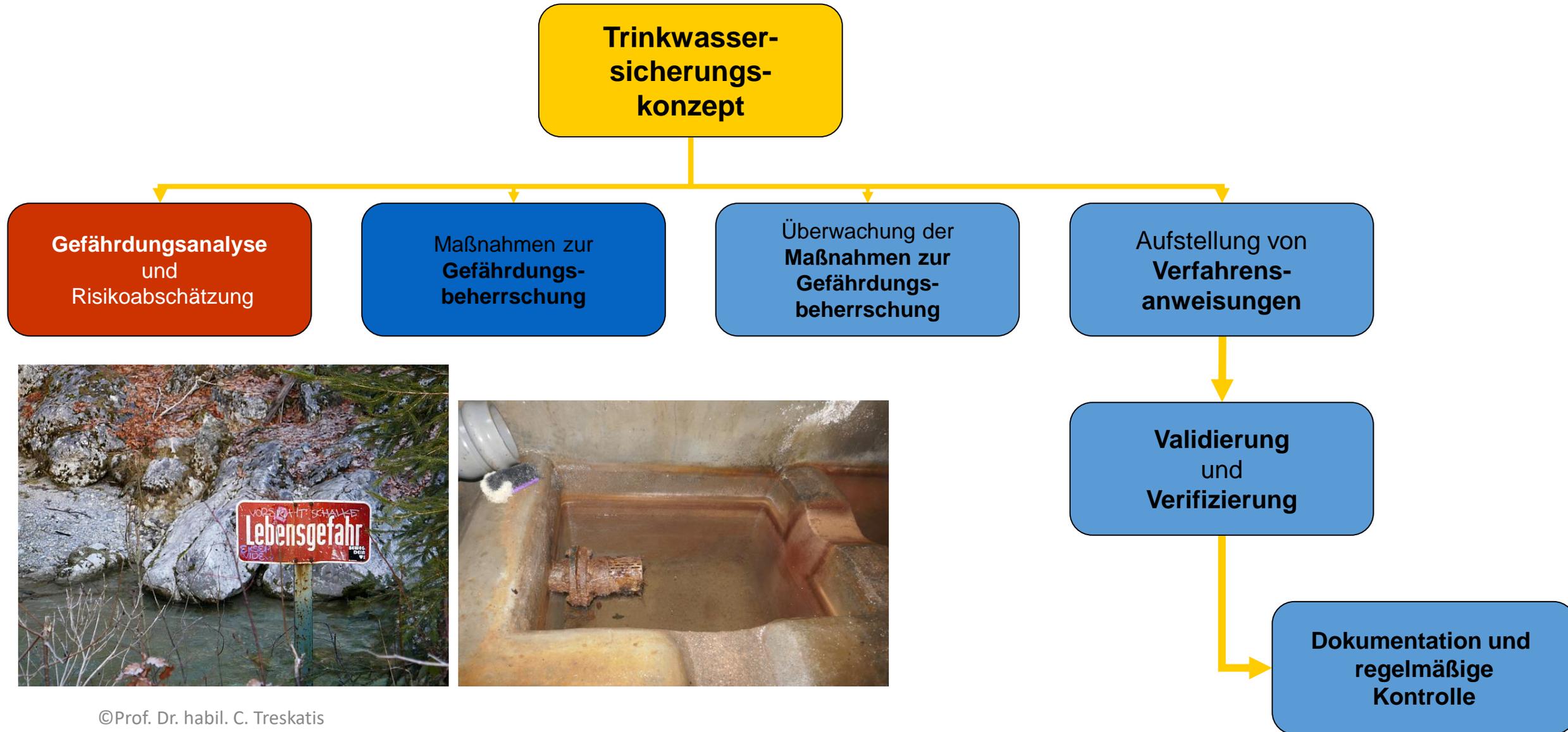


Bild aus Treskatis & Tauchmann (2013) mit freundlicher Genehmigung der WV Zürich

# Methodik zur Aufstellung eines Trinkwassersicherheitskonzeptes



# Fallbeispiel WGA Mannsgrab (Bad Saulgau, Oberschwaben): Test eines Abwehrkonzeptes

## Ergebnisse der Risikoanalyse nach DIN-EN 15975:

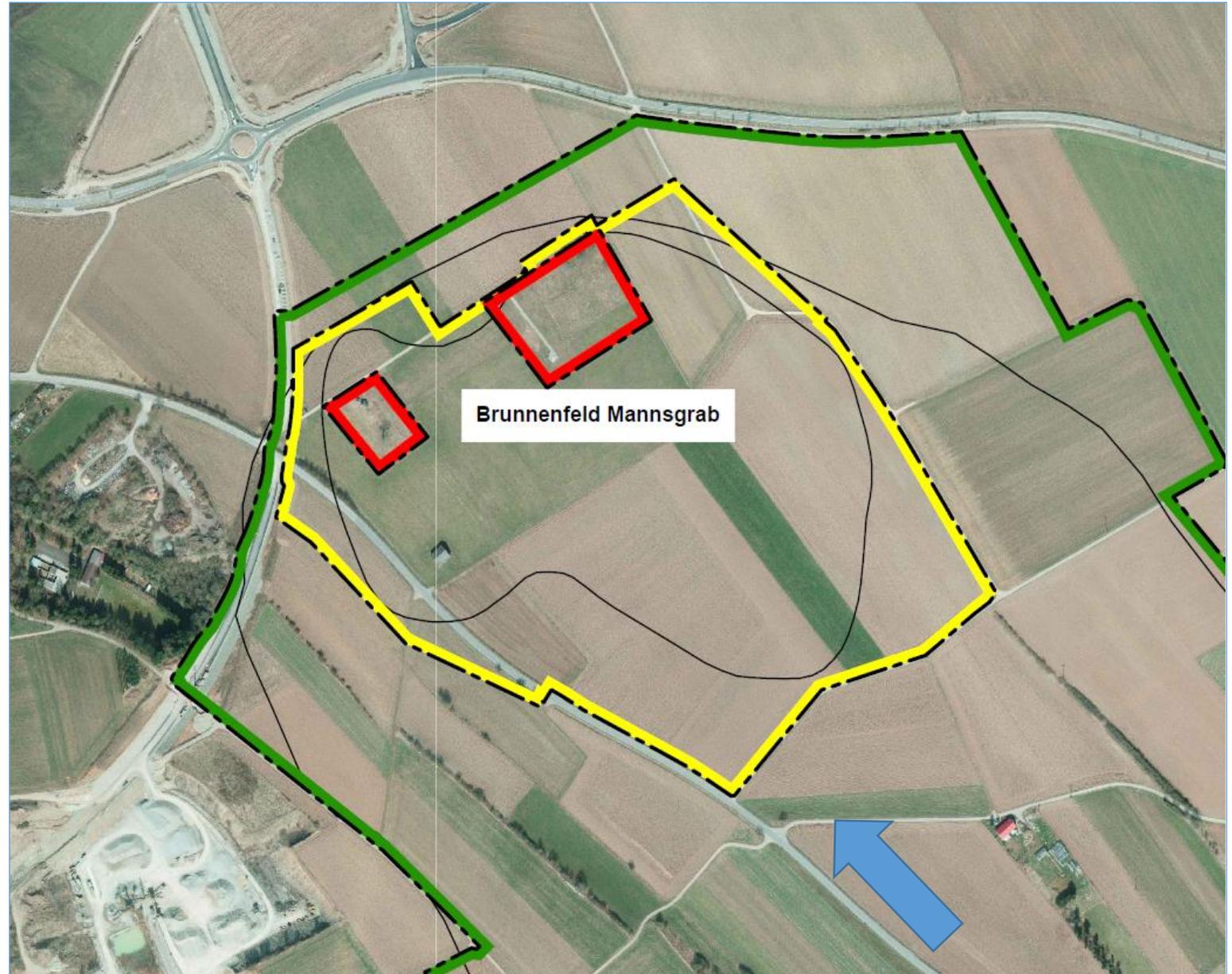
- Störungen durch chemische und mikrobiologische Belastungen führen zum Abschalten der Anlage (keine WAA vorhanden!)
- Auswirkungen von Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen unklar
- Externe Einflüsse auf die Versorgungssicherheit der Stadtwerke (Verbünde und Ersatzanlagen nicht ausreichend vorhanden und verfügbar)

## Aufgabenstellung für die Stadtwerke in diesem Fall:

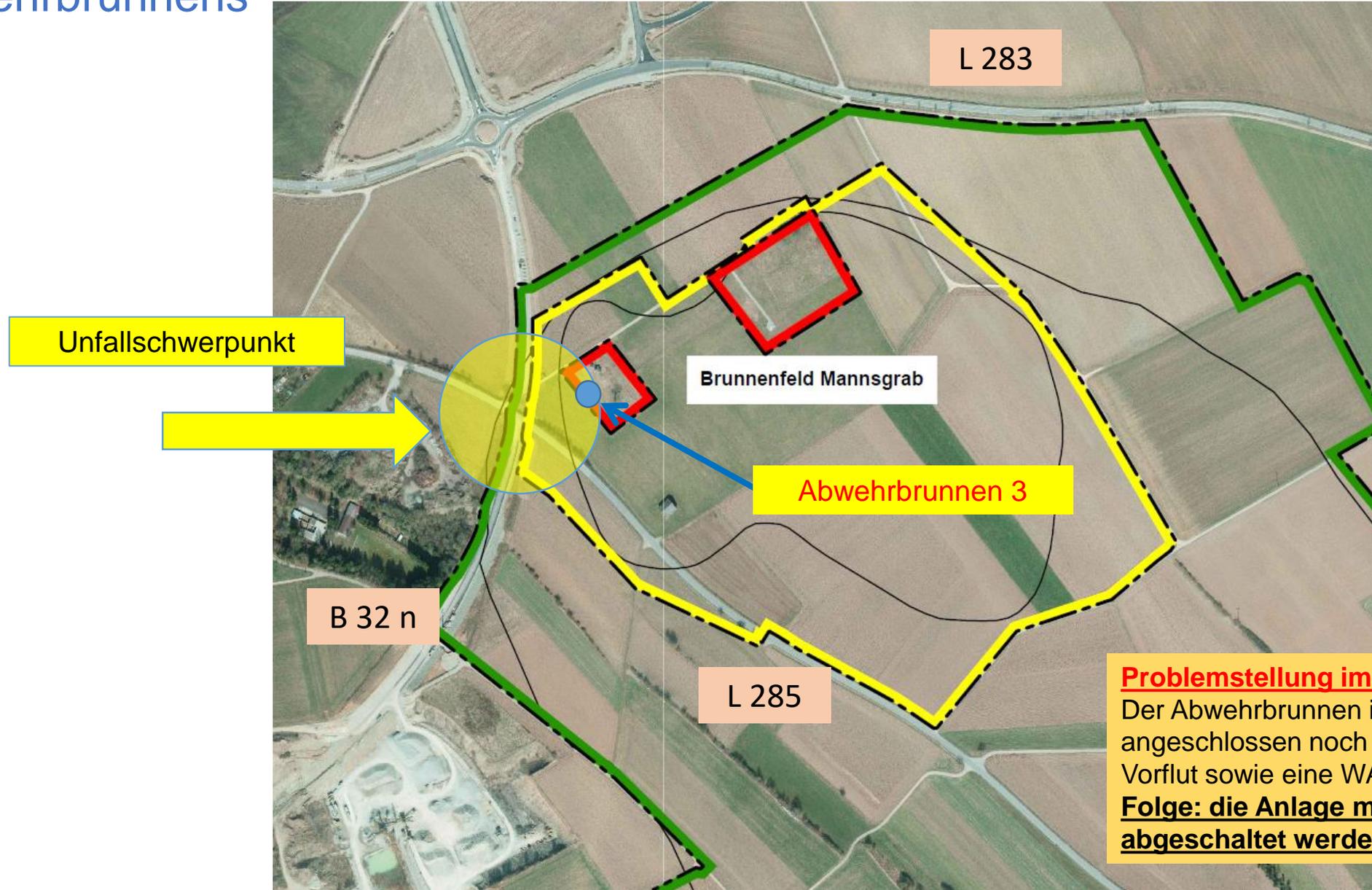
- *Wann, wo, wie viele Stoffe werden mit unterschiedlichem wassergefährdendem Charakter bei welchen Szenarien freigesetzt?*
- *Welche Leitparameter sind für eine Aufbereitung eines fiktiven „abzuwehrenden Stoffes/Wassers“ zu ermitteln?*
- **Wie kann der längerfristige Ausfall der zentralen Anlage bei WSZ II vermieden werden?**

# Das Fallbeispiel: Abgrenzung des WSG Mannsgrab in Bad Saulgau

- Das Wasserwerk besteht aus 3 Vertikalbrunnen für die Trinkwassergewinnung und einem Abwehrbrunnen **ohne Netzanschluss**
- Förderung durch das Netz in einen Hochbehälter ohne Aufbereitung
- Jahreswasserrechtsmenge 1,3 Mio. m<sup>3</sup>/a oder 41 L/s



# Situation: Abgrenzung des WSG im Bereich der Straßen und Lage des Abwehrbrunnens



# Unfallschwerpunkt am Rand der Wasserschutzzone II



# Zielstellung für das Abwehrkonzept bei Unfällen

- Schwerpunkt war eine integrierte **Maßnahmendefinition für Verkehrsunfälle** oder andere **Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen** im näheren Umfeld der Brunnenanlage.
- Landwirtschaftliche Einträge aus der Flächenbewirtschaftung sind hier ausgenommen.
- Bei Unfällen mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen mit oder ohne Zuladung wassergefährdender Stoffe gelten jedoch die gleichen Schlussfolgerung wie für Unfälle mit anderen Verkehrsteilnehmern und fluiden Stoffen.

# Vorgehensweise Aufstellung Notfallplan

## **1. Bestandsaufnahme (siehe DIN EN 15975-1 und -2, ehemals DVGW W 1001\*: Risikoanalyse):**

Beschreibung und Darstellung der Wassergewinnungssituation.

## **2. Gefährdungsanalyse:**

Im Rahmen der Gefährdungsanalyse werden die Gefährdungen in Verbindung mit den die Gefährdung auslösenden Ereignissen für das WSG erfasst, die die Trinkwasserqualität oder die Versorgungssicherheit beeinträchtigen können.

## **3. Risikoabschätzung:**

In diesem Schritt werden das Schadensausmaß und die Eintrittswahrscheinlichkeit für die identifizierten Gefährdungen abgeschätzt. Zur vergleichenden Bewertung der Risiken werden die Ergebnisse aktueller hydrogeologischer Untersuchungen herangezogen.

## **4. Maßnahmen zur Risikobeherrschung:**

Hierbei erfolgt eine Diskussion der bestehenden und denkbaren technischen oder organisatorischen Maßnahmen zur Risikobeherrschung.

## **5. Verifizierung und Revision:**

Der Nachweis, dass mit den gewählten Maßnahmen die gesetzten Ziele und die erforderliche Versorgungssicherheit erreicht werden (Verifizierung kann z.B. durch Übungen und geeignete Kontrollen in Messstellen sowie organisatorischen Schritte erbracht werden, die festzulegen sind).

# Bestandsaufnahme: Analyse Straßenentwässerung - L 285 Schächte Zone II -



# Bankette B 32 n (Zone IIIA und zur Zone II)

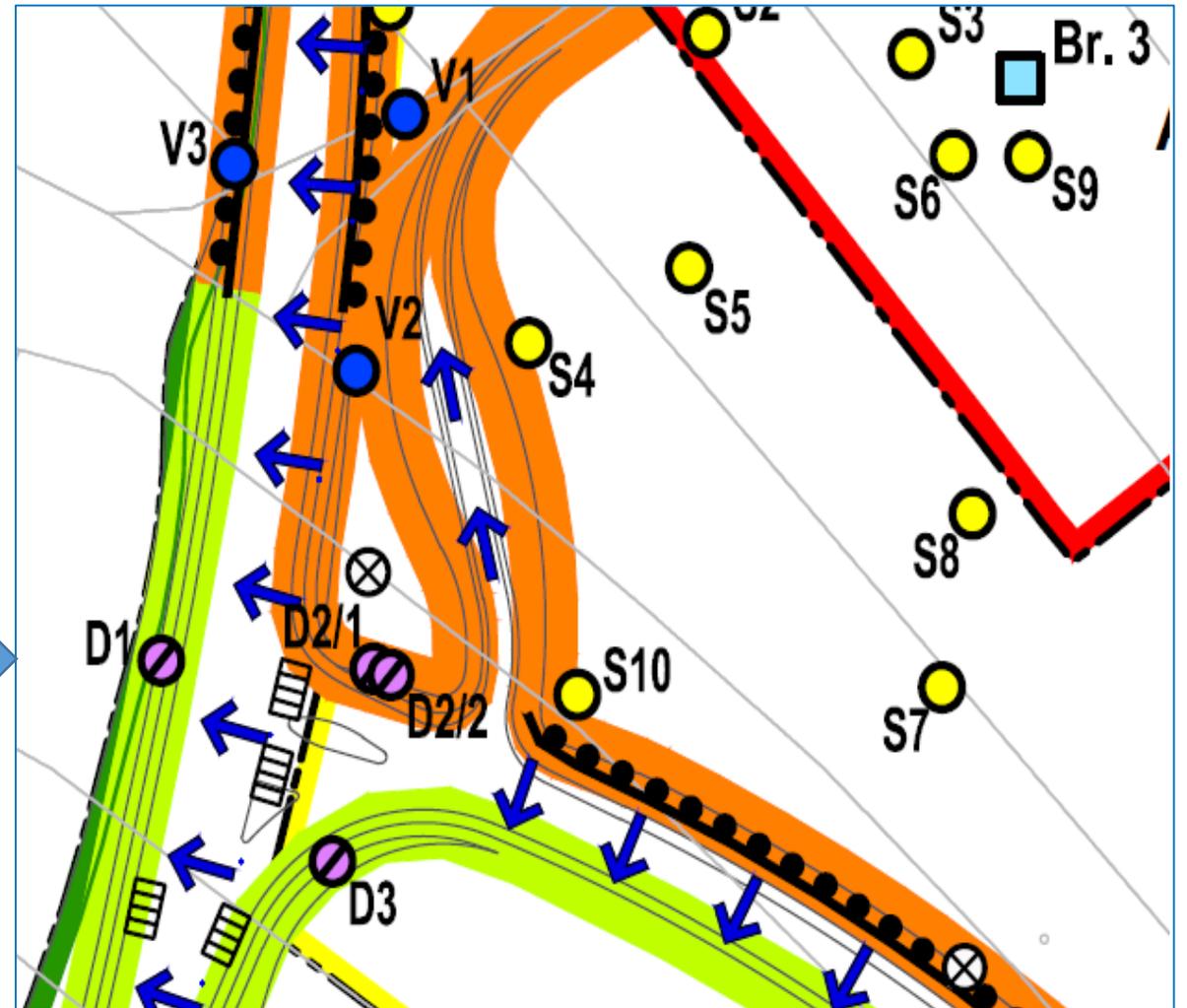
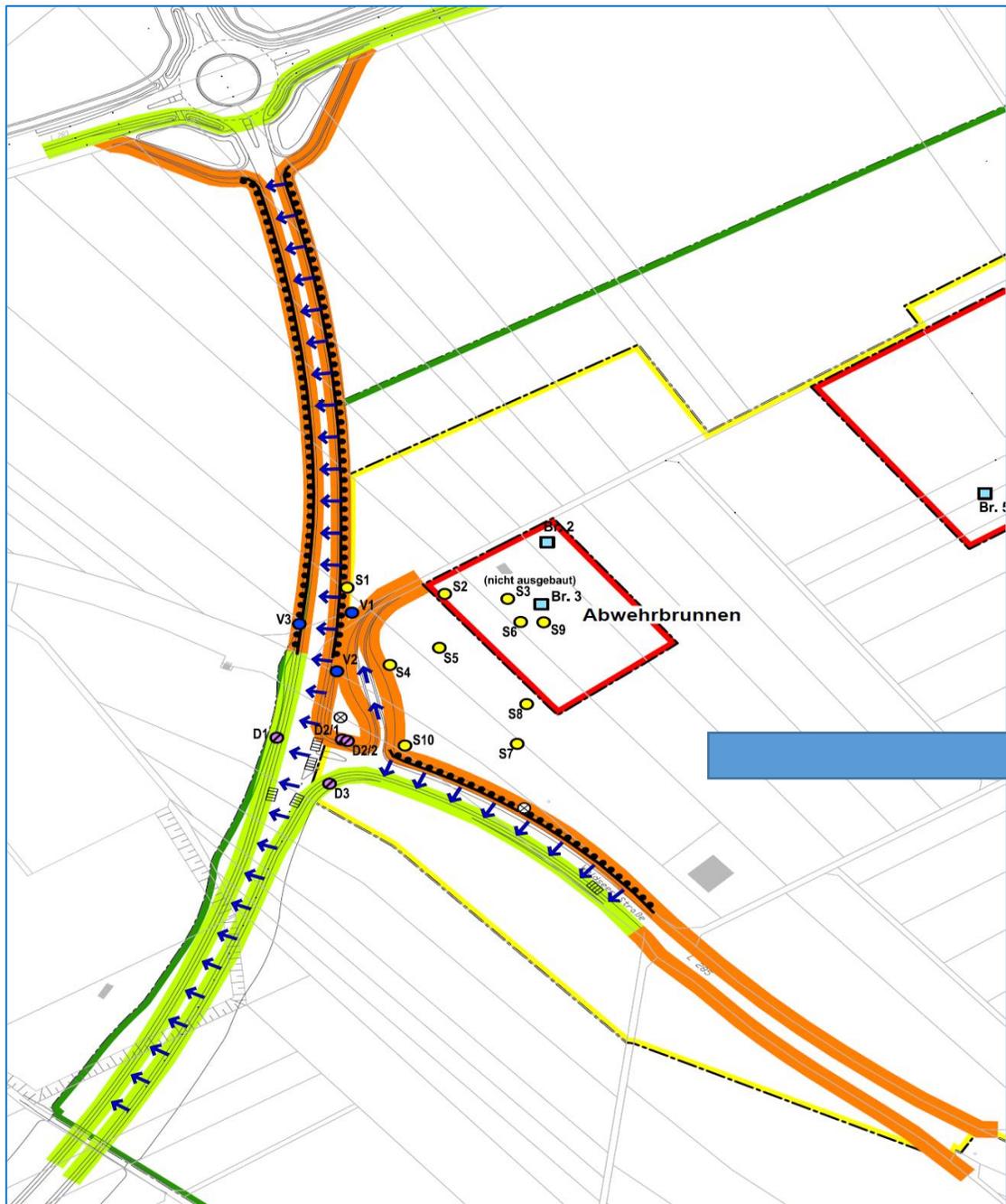


# Kreuzung B 32 n zur L 285 und Zufahrt PW (Zone II und IIIA)



# Kreuzungsbereich B 32 n und L 285





# Versuchsprogramm

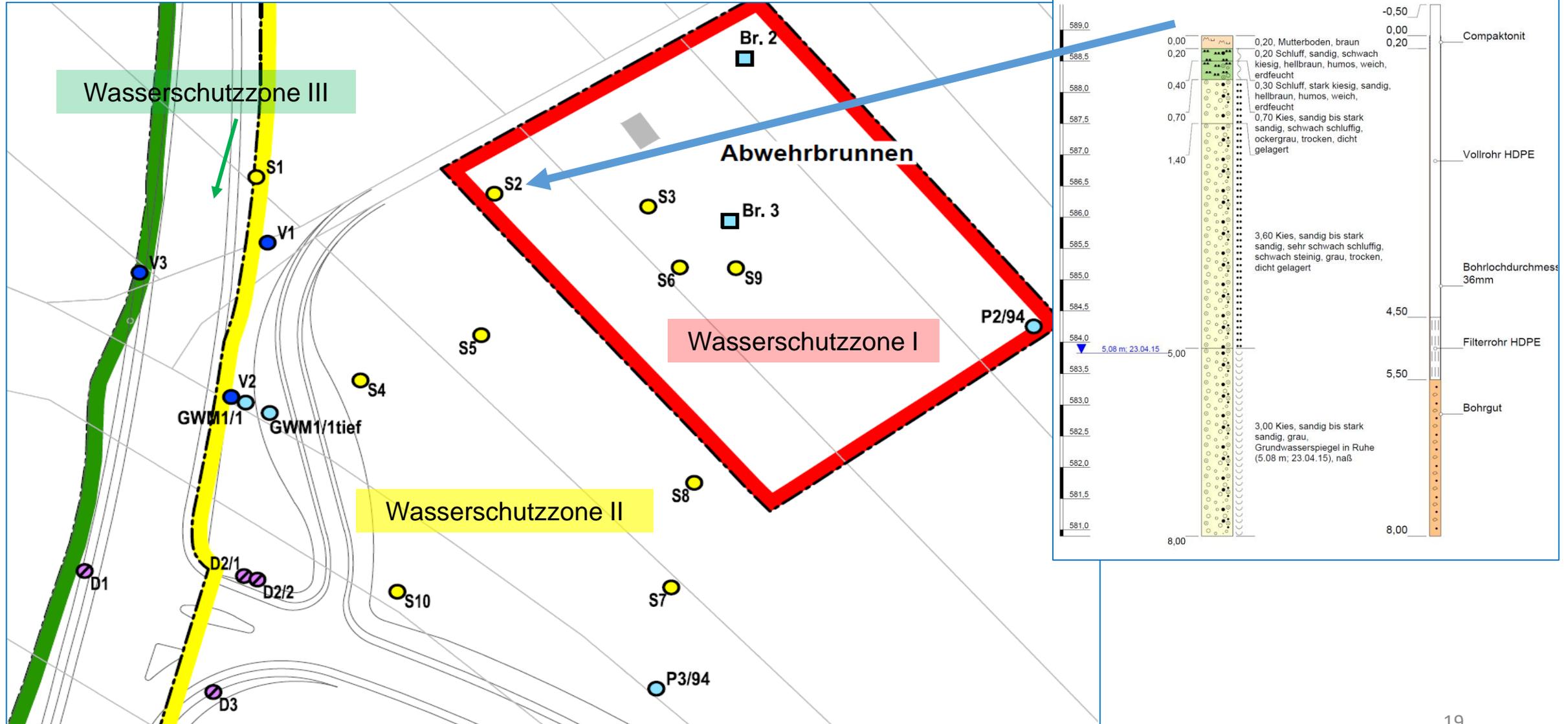
Im Bereich der Regenwasserversickerungen an der B 32n und L 285 im Wasserschutzgebiet des PW Mannsgrab wurden zur Vorbereitung des Abwehrkonzeptes folgende Versuche durchgeführt:

- **Sondierbohrungen** mit Rammkernsonden 30 mm Durchmesser zur Erkundung der geologischen Deckschichten im Bereich der Gräben und Böschungen sowie zur Erstellung von Piezometern zur Grundwasserstandsmessung während der Pumpversuche
- **Versickerungsversuche** mit dem Doppelringinfiltrimeter zur Ermittlung der Sickerraten in den Graben- und Böschungszone
- **Pumpversuch** im Brunnen 3 (alleiniger Betrieb ohne Brunnen 2)

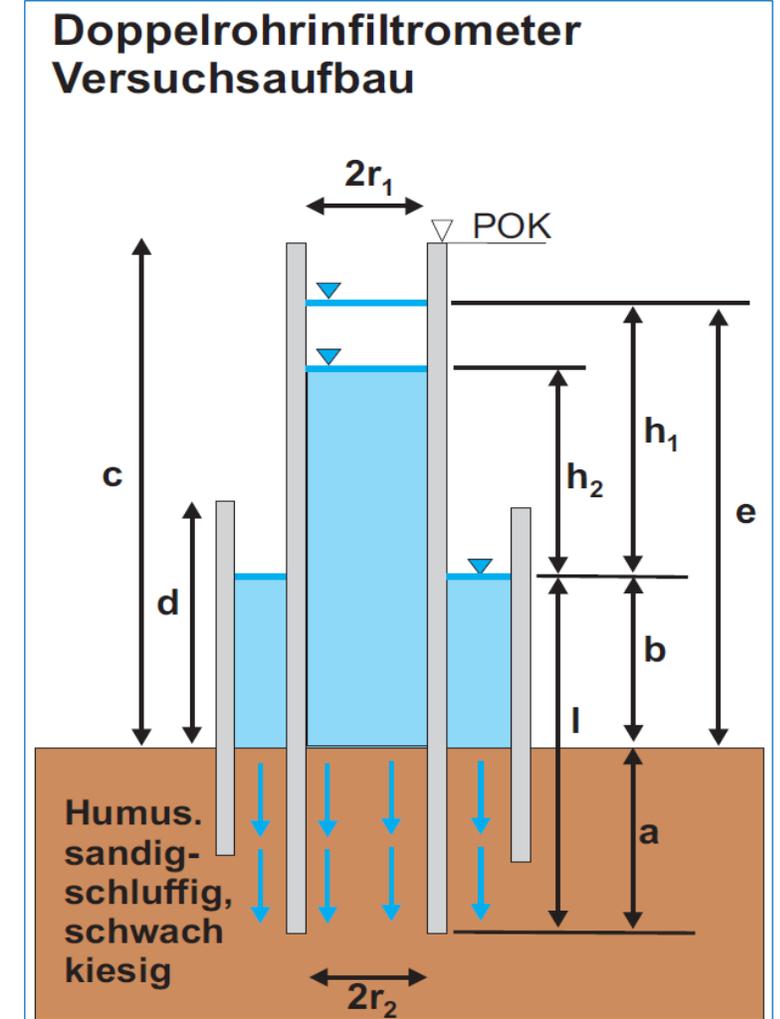
# Sondierungen



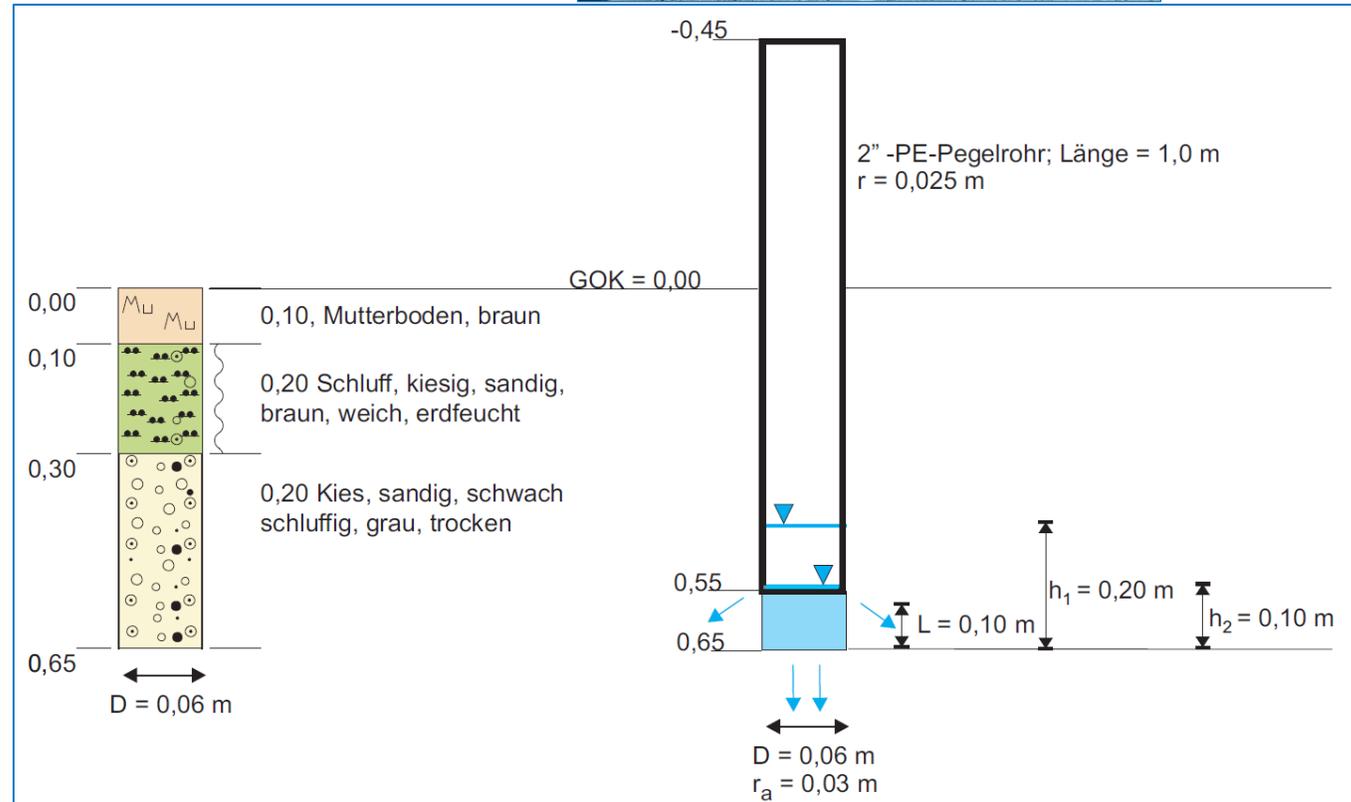
# Lage der Sondierungspunkte



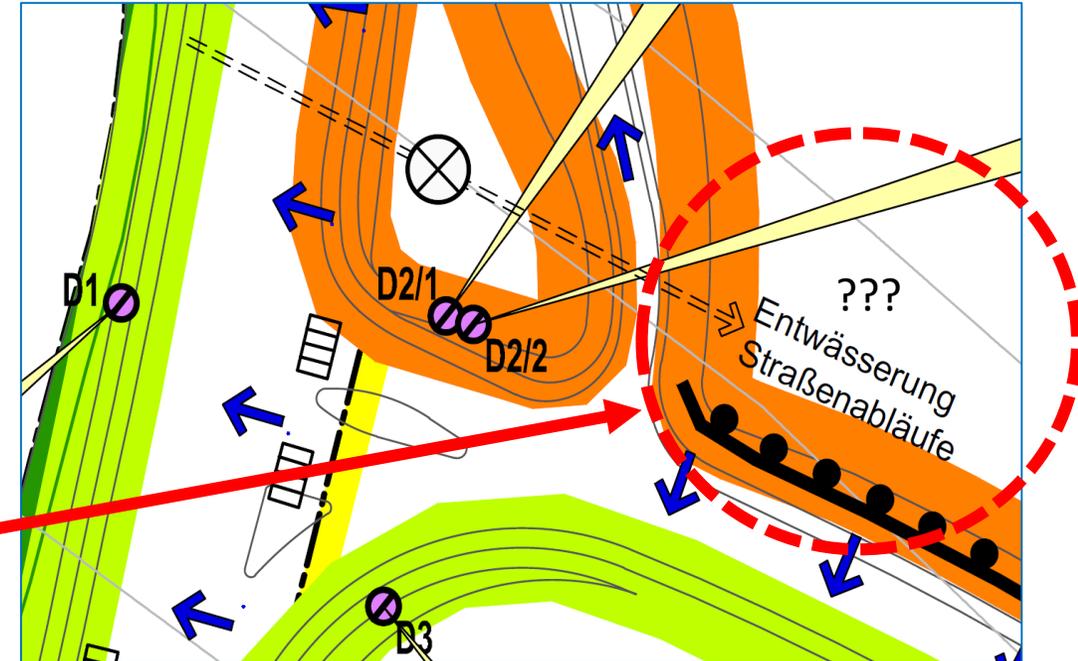
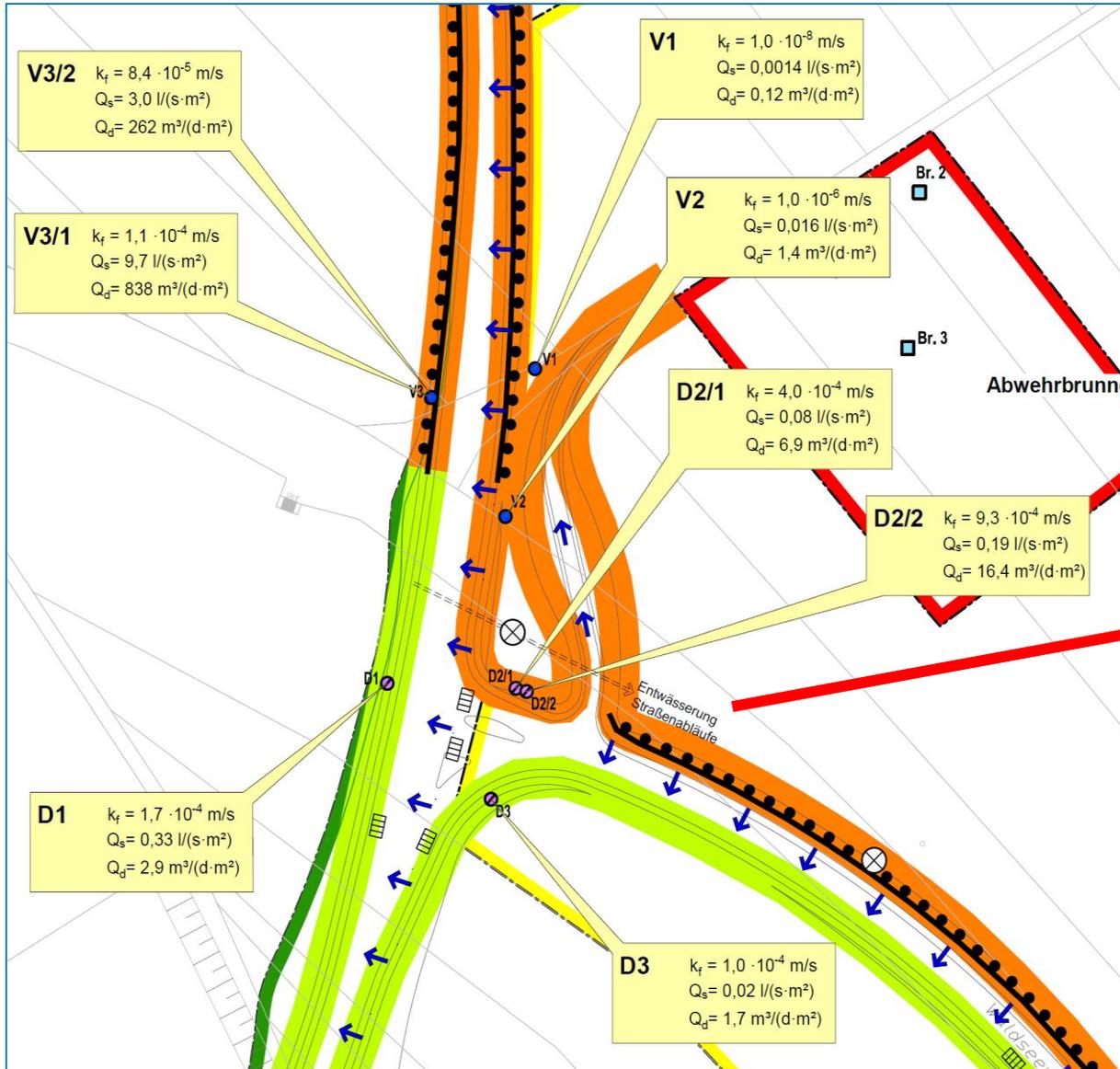
# Doppelringinfiltrrometer



# Versickerungspegel



# Ergebnisse Versickerungsversuche



# Gefährdungsanalyse

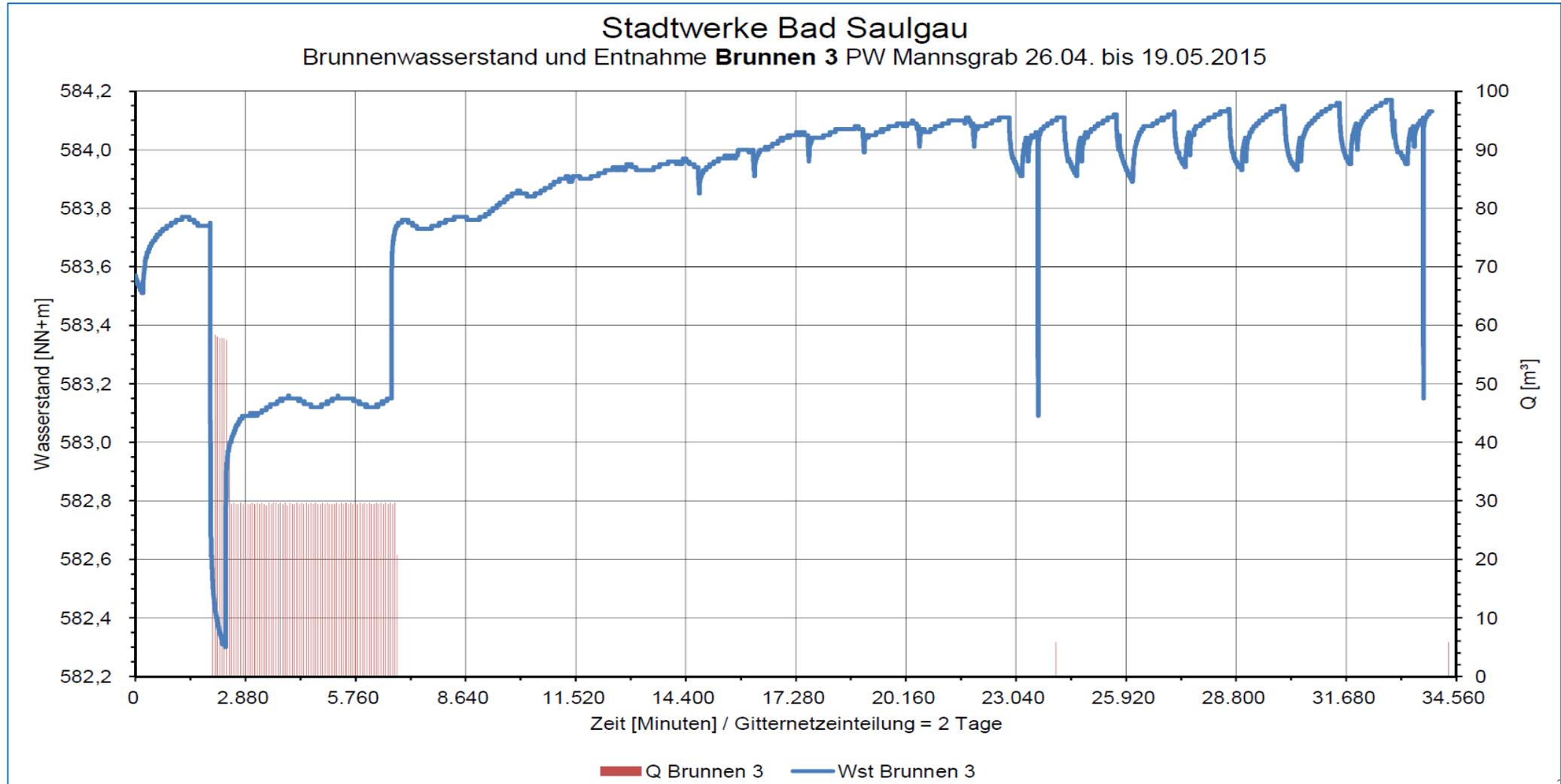
Eine **Gefährdung des Grundwassers** wird im Fall der Regenwasserversickerungen von den Straßen im Untersuchungsgebiet durch folgende Faktoren bedingt:

**Faktor 1: geringmächtige bindige Deckschichten (< 4 m) oder Deckschichten mit erhöhten vertikalen Durchlässigkeiten >  $10^{-6}$  m/s;** beschleunigte Versickerung von potenziell belastetem Wasser (Oberflächenwasser) über eine belebte oder künstlich geschaffene Bodenzone bis zum Grundwasser

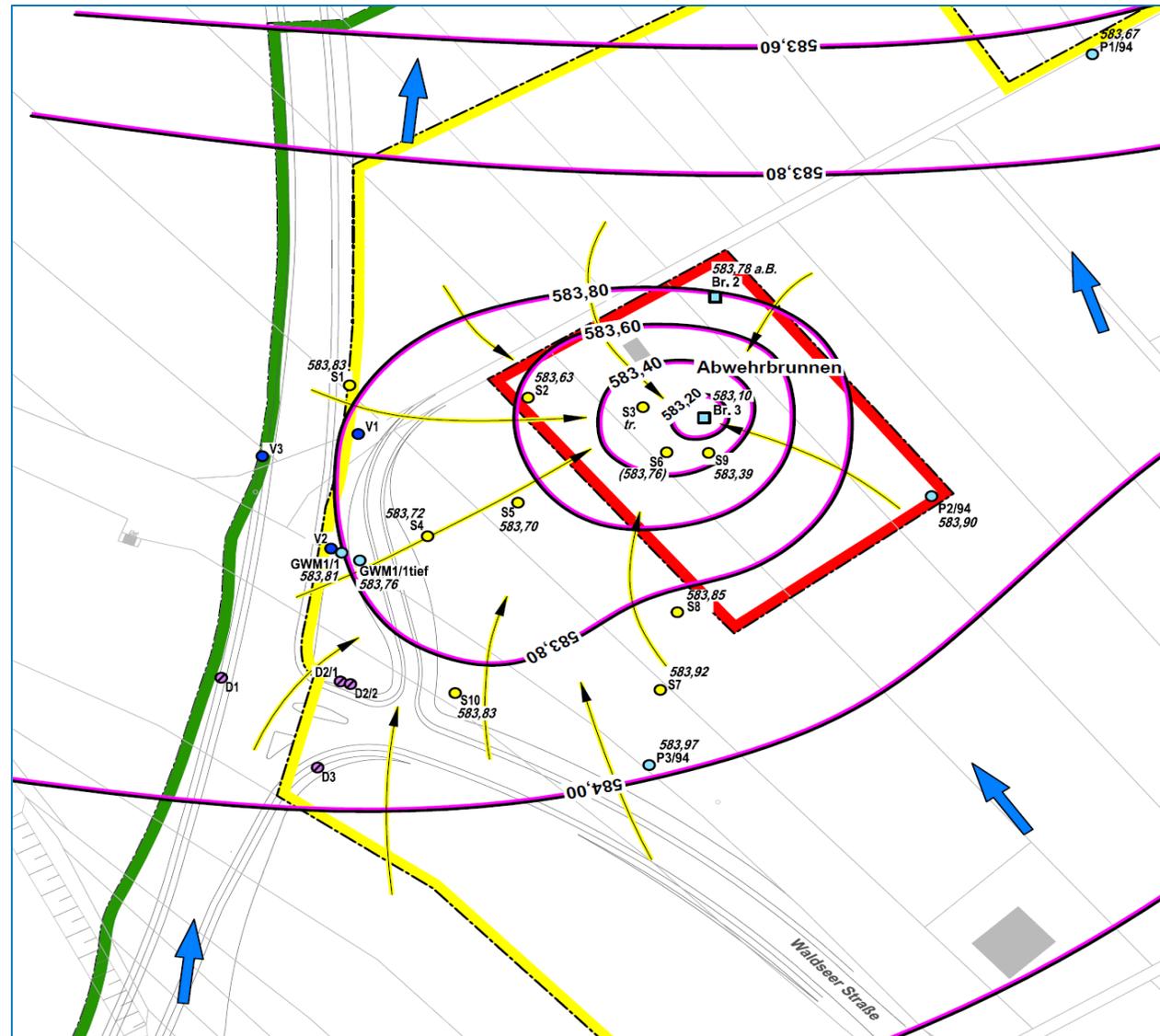
**Faktor 2: erhöhte vertikale Sickergeschwindigkeiten** (Durchlässigkeiten von z.B. ca.  $10^{-4}$  m/s und größer erzeugen Sickergeschwindigkeiten von ca. 80 bis 90 m/d oder 3,3 m bis 3,75 m pro Stunde bei  $l = 1$  und  $n = 0,1$  oder eine Verweilzeit von rechnerisch **etwas mehr als 2 Stunden bis zum Grundwasserspiegel bei ca. 6 m Flurabstand**); gut bis sehr gut wasserdurchlässige Deckschichten und mit Tierbauten (Mäusegängen, Kaninchenbauten) durchörterten Schichten im Bereich der Versickerungsstellen oder Grabensohle, reduzieren die Sickerstrecke und erhöhen die Fließgeschwindigkeiten

**Faktor 3: erhöhte Sickerraten von mehr als  $1 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}^2$**  (im Vergleich zur natürlichen Neubildungsrate von ca. 380 mm/a oder  $0,001 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}^2$  um den Faktor ca. 1.000 höher!) sorgen bei einer konzentrierten Aufbringung mit Einstau des Fluides im Graben oder in einer Mulde für einen raschen Durchbruch bis zum Grundwasserraum

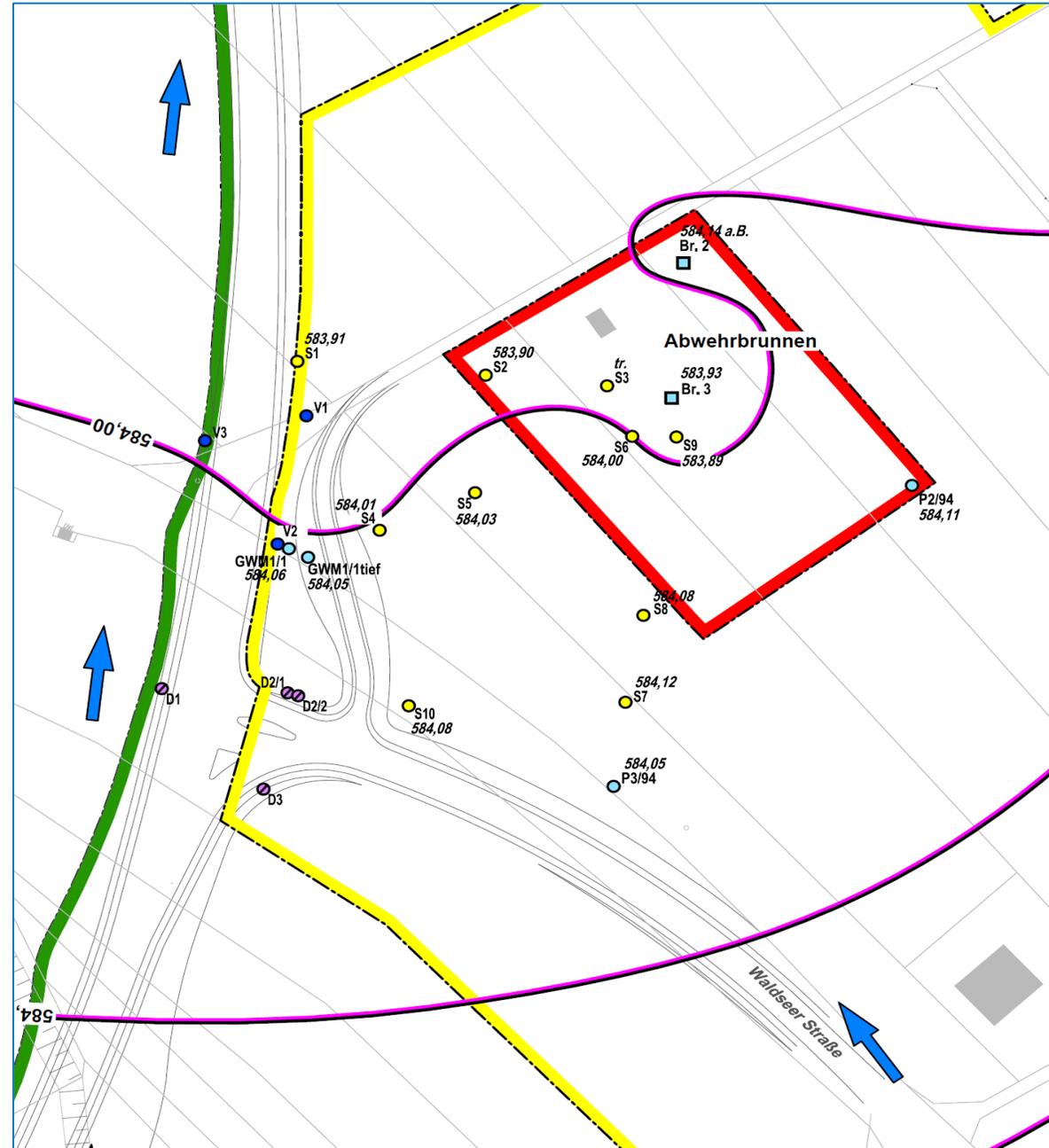
# Pumpversuch im Brunnen 3: Fördermenge und Wasserstand im Brunnen



# Grundwassergleichplan: Brunnen 3 in Betrieb



# Grundwasserströmung nach Abschalten Brunnen 3



# Einschätzung der Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung nach RiStWag

| Bereich  | Mächtigkeit<br>[m u. Gel.] | Schutzwirkung nach RiStWag                                       |
|--|----------------------------|--|
| Graben auf der Westseite der B 32n<br>(V3, D1) | < 1,0 m                    | gering   |
| Verkehrinsel Zufahrt Mannsgrab<br>(V2, D2)     | < 1,0 m                    | gering bis mittel (je nach lokaler<br>Störung der Bodenstruktur) |
| Böschungfuß Ackerfläche (V1)                   | < 1,0 m                    | gering (aufgrund der geringmächtigen<br>Deckschicht)             |
| Abbiegung B 32n zur L 285 (D3)                 | < 1,0 m                    | gering   |

# Hauptgefährdungspotenzial



Folgende Szenarien sind im Bereich der L 285 und der B 32n am Rande und in der Schutzzone II des PW Mannsgrab denkbar:

- Unfälle von Fahrzeugen mit über die Fahrbahn auslaufenden und dem Gefälle folgend in den Gräben und an den Böschungen versickernden Kraftstoffen;
- Unfälle mit Gefahrstoffen und wassergefährdenden Stoffen in größeren Mengen (Tanklastzüge, Gülletransporte etc.).

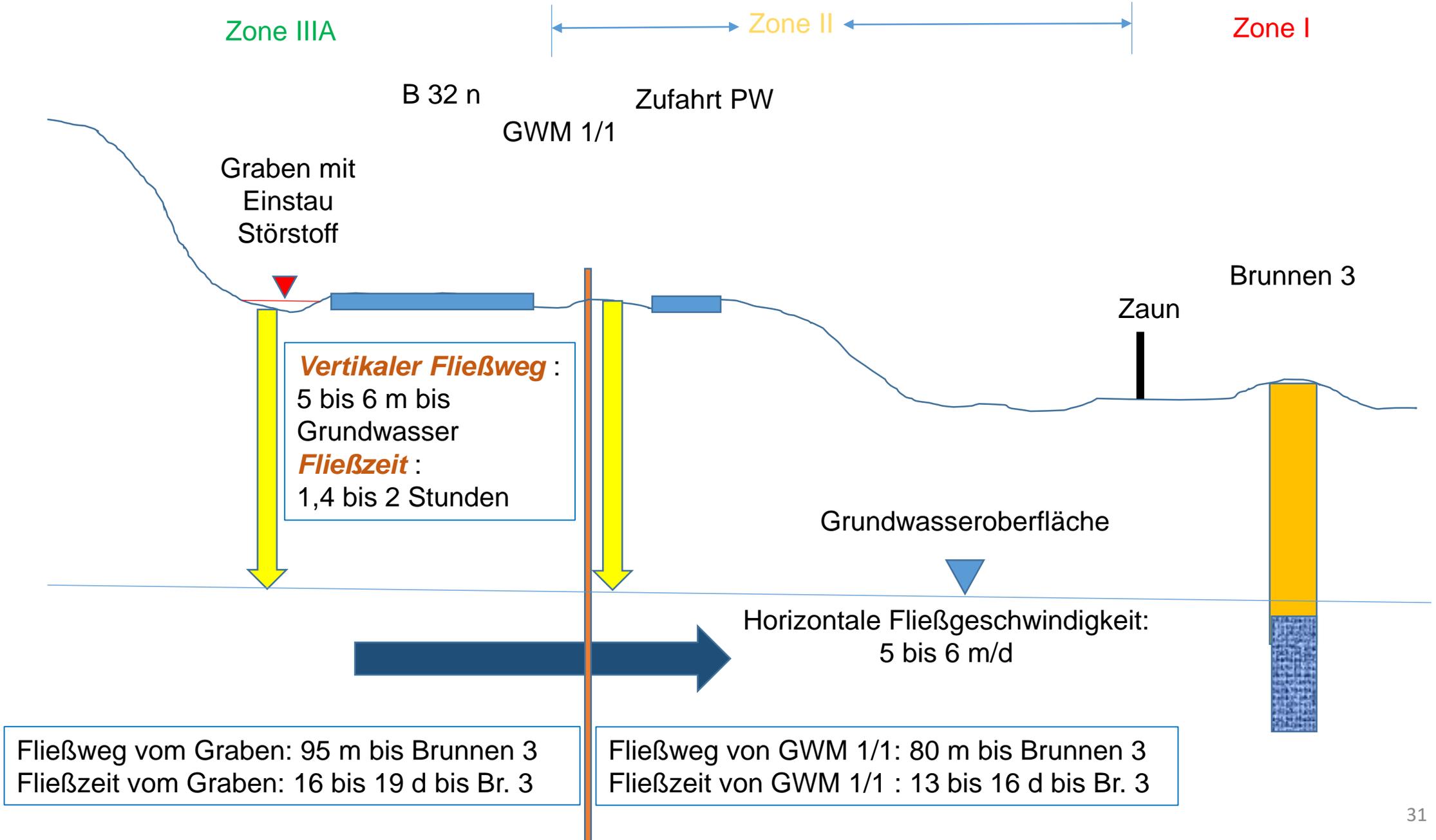
# Einschätzung des standörtlichen Gefährdungspotenzials durch Unfälle am PW Mannsgrab

- geringe Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung
- hohe Eintrittswahrscheinlichkeit von Unfällen an der Kreuzung der B 32n zur L 285 (gefährliche Einmündung)
- rasche Versickerung in den Untergrund
- kurze Verweilzeit bis zur Grundwasseroberfläche aufgrund des relativ geringen Flurabstandes von 5 bis 7 m (ca. 2 Stunden)
- kurzer horizontaler Fließweg zum Brunnen 3 (ca. 80 m von der B 32n und ca. 100 m von der Einmündung L 285/Zufahrt PW)

# Berechnete und abgeschätzte Fließ- und Reaktionszeiten für die Notfallplanung

| Parameter   | ...von B 32n zum Brunnen 3      | ...von L 285/Kreuzung Zufahrt PW zum Brunnen 3 |
|---|---------------------------------|--|
| Versickerung bis zur Grundwasseroberfläche (Flurabstand 5 m)    | ca. 1,4 bis ca. 2,0 Stunden     | ca. 1,4 bis ca. 2,0 Stunden                    |
| horizontaler Fließweg zum Brunnen 3 (Mindestweg)                | 80 m                            | 100 m  |
| Fließzeit im Grundwasserraum                                    | ca. 13 bis 16 Tage              | ca. 17 bis 20 Tage                             |
| Gesamtfließzeit potenzieller Schadstoff von GOK bis zum Brunnen | durchschnittlich ca. 2,0 Wochen | durchschnittlich ca. 2,5 Wochen                |

# Schema vertikale und horizontale Fließwege und Fließzeiten



# Reaktionszeiten für die Rettungskräfte

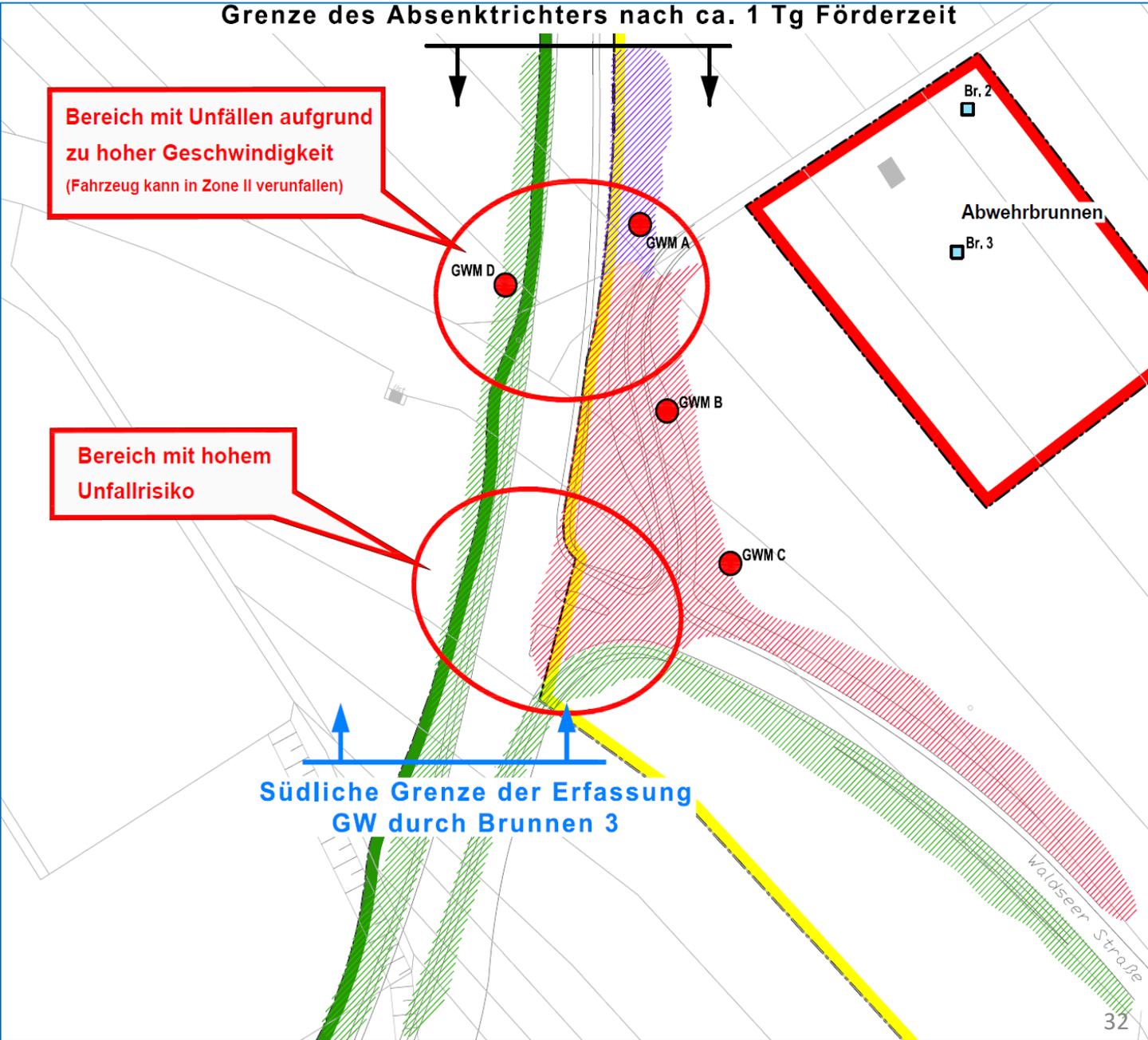
Grenze des Absenktrichters nach ca. 1 Tg Förderzeit

Bereich mit Unfällen aufgrund zu hoher Geschwindigkeit  
(Fahrzeug kann in Zone II verunfallen)

Bereich mit hohem Unfallrisiko

Südliche Grenze der Erfassung GW durch Brunnen 3

| Reaktionszeit (Stoffaufnahme durch Feuerwehr)                                       |                             |
|---|-----------------------------|
|  | $t \leq 1 \text{ Std.}$     |
|  | $t > 1 \leq 2 \text{ Std.}$ |
|  | $t > 2 \leq 3 \text{ Std.}$ |



# Ereignisse auf den Straßen am PW Mannsgrab und deren Schadensausmaß und Risikohöhe für das Grundwasser

| Art des Ereignisses   | Schadensausmaß für das Grundwasser  | Ableitbare Risikohöhe   |
|---|---|---|
| Unfall mit Pkw und auslaufendem Benzin; Fahrzeug verbleibt auf der Fahrbahn | geringe Mengen (< 100 L) an versickerungsfähigen Stoffen und dadurch nur eine geringe Versickerungstiefe in den ungesättigten Boden; Eindämmung auf der Fahrbahn durch Bindemittel oder andere Techniken auch im Graben möglich | <b>GERING –</b><br>Grundwasserkontamination nur unter sehr ungünstigen Randbedingungen (Unfall im Bereich der Regenwassereinläufe, Regen, Boden gesättigt) wahrscheinlich |

| Art des Ereignisses  | Schadensausmaß für das Grundwasser   | Ableitbare Risikohöhe  |
|--|--|--|
| Unfall mit Lkw oder landwirtschaftlichem Fahrzeug und auslaufendem Diesel; Fahrzeug verbleibt auf der Fahrbahn | begrenzte Mengen (meist < 500 L) an versickerungsfähigen Stoffen und mittlere Versickerungstiefe in den ungesättigten Boden; Grundwasseroberfläche kann in hoch durchlässigen Grabenbereichen in ca. 2,0 bis 2,5 Stunden erreicht werden; Eindämmung im Graben möglich | <b>MITTEL –</b><br><b>Grundwasserkontamination nur unter ungünstigen Randbedingungen (Regen, Boden gesättigt) oder zu später Eindämmung und Entfernung aus den Einläufen/Gräben wahrscheinlich</b> |

| Art des Ereignisses  | Schadensausmaß für das Grundwasser  | Ableitbare Risikohöhe   |
|--|---|---|
| <p>Unfall mit Fahrzeug und Ladung flüssiger wassergefährdender Stoffe; Fahrzeug verbleibt auf der Fahrbahn; Ladung läuft dem Gefälle folgend in den Graben und zu den Regenwassereinläufen</p> | <p>große Mengen an versickerungsfähigen Stoffen (&gt; 1.000 L); konzentrierte Versickerung mit erhöhtem hydraulischen Potenzial durch Einstau im Graben bis zum Grundwasser in ca. 2,0 bis 2,5 Stunden möglich; Eindämmung im Graben nur bedingt möglich (mengenabhängig)</p> | <p><b>HOCH –</b><br/> <b>Grundwasserkontamination hoch wahrscheinlich, da ein Einstau der Störstoffe die vertikale Versickerung fördert</b></p> |
| <p>Unfall mit Fahrzeug und Ladung flüssiger wassergefährdender Stoffe; Fahrzeug verbleibt nicht auf der Fahrbahn; Ladung läuft direkt in den Graben und in die Regenwassereinläufe</p>         | <p>große Mengen an versickerungsfähigen Stoffen (&gt; 1.000 L); konzentrierte Versickerung über eine größere Fläche bis zum Grundwasser in ca. 2,0 bis 2,5 Stunden möglich; Eindämmung nicht möglich</p>  | <p><b>SEHR HOCH –</b><br/> <b>Grundwasserkontamination sehr hoch wahrscheinlich (keine Eindämmung oder Abpumpen in der Fläche möglich)</b></p>  |

# Das Abwehrkonzept wurde für folgende Fälle definiert:

**Fall 1: Unfall mit Pkw und auslaufendem Benzin; Fahrzeug verbleibt auf der Fahrbahn**

**Fall 2: Unfall mit Lkw oder landwirtschaftlichem Fahrzeug und auslaufendem Diesel; Fahrzeug verbleibt auf der Fahrbahn**

**Fall 3: Unfall mit Fahrzeug und Ladung flüssiger wassergefährdender Stoffe; Fahrzeug verbleibt auf der Fahrbahn; Ladung und Kraftstoffe laufen dem Gefälle folgend in den Graben und zu den Regenwassereinläufen; konzentrierte Versickerung mit Aufstau möglich**

**Fall 4: Unfall mit Fahrzeug und Ladung flüssiger wassergefährdender Stoffe; Fahrzeug verbleibt nicht auf der Fahrbahn; Ladung läuft direkt in den Graben und in die Regenwassereinläufe; flächige Versickerung mit Aufstau möglich**

# Test: Notfallplanübung mit den Rettungskräften



# Ausgangslage am Wasserwerk



# Monitoring



# Der Einsatz beginnt...



# Bergung der „Schadstoffe“



# Entfernung des „kontaminierten“ Erdreichs...



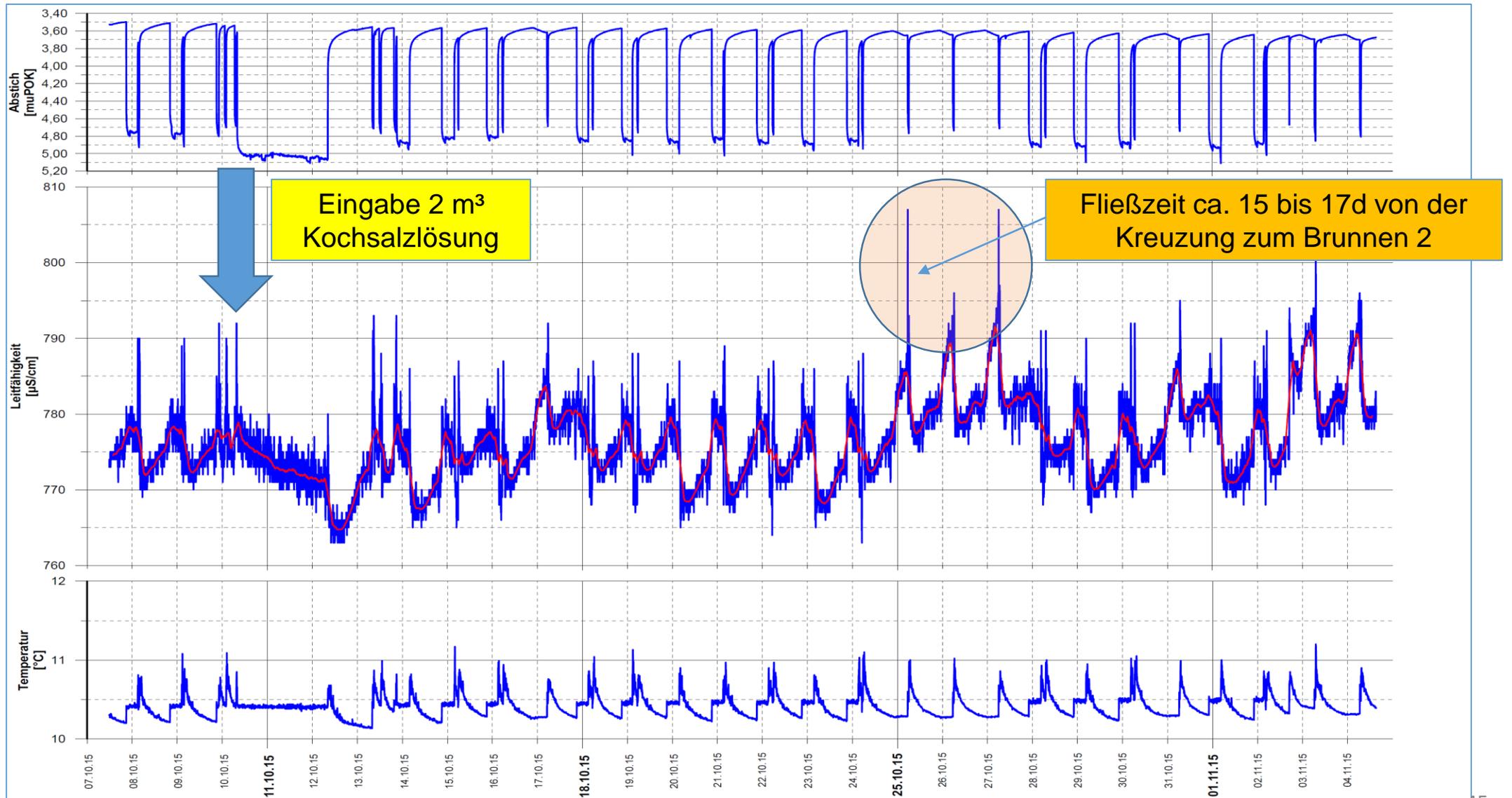
# Prüfung der erforderlichen Aushubtiefe



# Nach Bergung erfolgt das Abstreuen der Fahrbahnen



# Monitoringergebnis



# Schlussfolgerungen aus dem Test:

## Grundlegende Aufgaben des Betreibers im Normalbetrieb

- aktualisierte und vollständige Telefonlisten
- Erstellen einer Liste der erforderlichen Personen, Fahrzeuge und Materialien
- Festlegung der Alarmstufe (niedrigste Alarmstufe gelb: Fall 1; mittlere Alarmstufe orange: Fälle 2 und 3; höchste Alarmstufe rot bei Fall 4 und allen Fällen mit der Gefahr von nicht mehr verhinderbaren Grundwasserschäden, die eine Inbetriebnahme des Brunnens 3 und aller dazugehöriger Peripheriearbeiten erforderlich macht)
- Sicherung der Speicherung einer 24-stündigen Reserve in den Hochbehältern für den Fall eines Totalausfalls der Trinkwassergewinnung

# Umsetzung des Abwehrkonzeptes: Aufgaben des Betreibers während des Notfalls

- Überwachung der Wassermengen und -qualitäten, die während des Notfalls aus dem PW Mannsgrab gefördert werden (Laborbeteiligung mit Vor-Ort-Ermittlung ausgewählter hydrochemischer und physikalischer Summenparameter)
- Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in den Vorfeldmessstellen
- Bestimmung der Wasserstände und des Strömungsfeldes (Fließrichtungen) im Verlauf der Notfallsituation und mindestens im Zeitraum von 2 Wochen nach Ende der Unfallaufräumung (Ermittlung potenzieller, nachgelagerter Schäden im Grundwasser)
- Bewertung und Dokumentation der Gefährdungslage für die Anlage bzw. die noch betriebenen Brunnen 1 und 5
- Feststellung allfälliger Anlagenschäden im Außenbereich
- Feststellung allfälliger technischer Anlagenausfälle und Störung im Betrieb
- Feststellung allfälliger Grundwasser- und Bodenschäden durch geeignete Verfahren und Messungen
- Dokumentation der Unfallstelle und der Bereiche mit versickerten Störstoffen (geodätische Einmessung)
- Dokumentation der Maßnahmen der Feuerwehr
- Information der Wasserbehörde (LRA) und ggf. der Öffentlichkeit über das Schadensausmaß
- Überprüfung der Notwendigkeit zur Vorbereitung der Installation einer mobilen Wasseraufbereitung vor Inbetriebnahme des Abwehrbrunnens (**höchste Alarmstufe**)
- Im Fall der **höchsten Alarmstufe**: Verlegung einer provisorischen Abflussleitung zur Vorflut und einer Anschlussleitung für die mobile Wasseraufbereitung
- Im Fall der **höchsten Alarmstufe**: Überwachung und Dokumentation des Betriebes, der Funktion und des Ablaufs der mobilen Anlage

# Fazit: Abwehrkonzept und Risikoanalyse

Im Notfall (Unfall) sind folgende Maßnahmen auszuführen und zu überwachen:

- **Aufstellung eines Alarmplanes** mit Übergabe der Informationen zu den Risikozonen an den Straßen an der Wasserfassung und den erforderlichen Reaktionszeiträumen zur Vermeidung einer Inbetriebnahme des Abwehrbrunnens an die zuständige Feuerwehr und den Katastrophenschutz des Kreises.
- **schnellstmögliche Verhinderung der Einsickerung** von wassergefährdenden Stoffen vor Ort durch Eindämmung und Entfernen
- Abstimmung aller technischen Maßnahmen auf eine **schnellstmögliche Entfernung der Schadstoffe** aus den Deckschichten und den Regeneinläufen
- **Überwachung der Maßnahmen** durch die Beprobung und Analyse von noch einzurichtenden Vorfeldmessstellen entlang der Straßen
- **Abstimmung eines Vorhaltens und Rückgriffes auf eine mobile Wasseraufbereitung** mit dem Katastrophenschutz und der Feuerwehr im Störfall bei einer drohenden nachhaltigen Grundwasserkontamination mit einem trinkwasserrelevanten Störstoff
- **dazu sind am Abwehrbrunnen entsprechende Anschlussarmaturen** und Leitungen von Seiten des Betreibers vorzuhalten oder einzurichten
- **regelmäßige Übung der Schadstoffentfernung** und -eindämmung in den bekannten Hochrisikozonen unter Beteiligung der Stadtwerke Bad Saulgau, der Feuerwehr und dem Katastrophenschutz
- **Überprüfung der Verkehrssicherheit im Kreuzungsbereich** (Minderung des Unfallrisikos)
- **Überprüfung der Funktion und genauen Lage der Regenwassereinleitung** in die Zone II (eventuelle Anpassung an die RiStWag erforderlich)

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**Anschrift des Verfassers:**  
**Prof. Dr. habil. Christoph Treskatis**  
**apl. Professor am IWAR der TU Darmstadt**  
**c/o Bieske und Partner Beratende Ingenieure GmbH**  
**Im Pesch 79**  
**D-53797 Lohmar**  
**E-Mail: [c.treskatis@bieske.de](mailto:c.treskatis@bieske.de)**



Der Autor dankt den Stadtwerken  
und der freiwilligen Feuerwehr Bad  
Saulgau für die hervorragende und  
kollegiale Zusammenarbeit