

---

# Ist-Analyse, Ermittlung und Beseitigung von Defiziten und Einführung einer Qualitätskontrolle der WRRL-Grundwassermessnetze Nordrhein-Westfalens

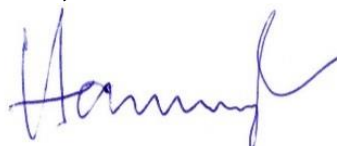
**Auftraggeber:** Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz  
Nordrhein-Westfalen  
Auf dem Draap 25  
40221 Düsseldorf

**Auftragnehmer:** HYDOR Consult GmbH  
Am Borsigturm 40  
13507 Berlin

**Bearbeitung:** Dipl. Geol. Dr. Stephan Hannappel  
M. Sc. Sophie Borrmann  
M. Sc. Claudia Köpp

**Mitarbeit:** Dipl. Geogr. Wolfgang Kappler (ahu AG, Aachen)

**Berlin, Mai 2018**



Dr. S. Hannappel  
Geschäftsführer HYDOR Consult GmbH

---

Ἀριστον μὲν ὕδωρ – Das Beste aber ist das Wasser

Impressum:

Dieser Bericht wurde im Zeitraum von 2016 bis 2018 im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) des Landes Nordrhein-Westfalen durch HYDOR Consult GmbH, Berlin und ahu AG, Aachen im Rahmen des Projektes „Ist-Analyse, Ermittlung und Beseitigung von Defiziten und Einführung einer Qualitätskontrolle der WRRL-Grundwassermessnetze Nordrhein-Westfalens“ erarbeitet.

Parallel dazu wurde der Bericht „Leitfaden zur Anwendung von Qualitätsanforderungen an Grundwasserstands- und -gütemessstellen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Nordrhein-Westfalen“ erarbeitet und ist als eigenständiges Dokument verfügbar.

Herausgeber: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Leibnizstr. 10, 45659 Recklinghausen

Landesamt für Natur,  
Umwelt und Verbraucherschutz  
Nordrhein-Westfalen



Fachliche Bearbeitung: Dr. Stephan Hannappel, M. Sc. Sophie Bormann, M. Sc. Claudia Köpp (alle HYDOR), Dipl. Geogr. Wolfgang Kappler (ahu AG)



Redaktionelle Bearbeitung: Dr. Sabine Bergmann (LANUV NRW)

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	3
Abbildungsverzeichnis .....	6
Tabellenverzeichnis .....	8
Begriffsbestimmungen .....	10
1. Veranlassung und Zielsetzung.....	19
2. Vorbemerkung zur Strukturierung und inhaltlichen Verflechtung des Berichtes .....	20
3. Arbeitspaket 1: Ist-Analyse des bestehenden WRRL-Grundwassergütemessnetzes .....	22
3.1 Das WRRL-Grundwasserstands- und Grundwassergütemessnetz .....	22
3.2 Stammdatenanalyse des WRRL-Grundwassergütemessnetzes .....	23
3.3 Ist-Analyse zum baulichen Zustand und zur Auswahl der Pilotmessstellen.....	30
3.3.1 Datenbasis .....	30
3.3.2 Messstellen des EUA-/ Nitratmessnetzes .....	33
3.3.3 Bauart Messstelle .....	33
3.3.4 Ausreichender Ausbaudurchmesser .....	33
3.3.5 Ausreichende Filterstrecke .....	34
3.3.6 Ausreichende Wassersäule für Probennahme .....	34
3.3.7 Gravierende Probleme bei der Probennahme im Jahr 2015 .....	34
3.3.8 Organoleptische Auffälligkeiten 2010 bis 2016 .....	35
3.3.9 Nicht erfolgreiche Auffülltests 2014 bis 2015 .....	35
3.3.10 Messstelle trocken im Zeitraum 2010 bis 2016 .....	36
3.3.11 Provisorische Messstellen (Rheinland) .....	37
3.3.12 Eignung behelfsweise aufgenommenener Messstellen (Münsterland) .....	37
3.3.13 Filterbelüftung bei Probennahme .....	37
3.3.14 Filterbelüftung bei Ruhewasserspiegel .....	38
3.4 Auswahl der Pilotmessstellen .....	39
3.5 Zusammenfassung Ist-Analyse.....	42
4. Arbeitspaket 2: Durchführung der Pilotierung 2016 und Ergebnisse .....	44
4.1 Geplante Arbeiten der Pilotierung 2016 .....	44
4.1.1 Befahrung.....	44
4.1.2 Funktionsprüfung.....	45
4.1.3 Gesamtübersicht zu den geplanten Arbeiten der Pilotierung.....	48
4.2 Vorbereitende Maßnahmen für die Pilotierung 2016 .....	48
4.2.1 Stammdatenrecherche und Ermittlung des hydraulischen Kriteriums zur Vorbereitung der Pumpversuche .....	48
4.2.2 Klassifizierung der 341 Messstellen in der Pilotauswahl .....	51
4.2.3 Erstellung von Messstellenpässen.....	53
4.3 Durchführung der Pilotierung .....	61

4.3.1	Befahrung – Durchführung .....	61
4.3.2	Funktionsprüfung – Durchführung und grafische Auswertung von Pumpversuchen an ausgewählten Pilotmessstellen.....	65
4.3.3	Funktionsprüfung – Durchführung der Kamerabefahrung .....	70
4.3.4	Funktionsprüfung – Durchführung weiterer Maßnahmen .....	71
4.4	Ergebnisse der Pilotierung.....	73
4.4.1	Ergebnisse der Befahrung .....	73
4.4.2	Ergebnisse der Funktionsprüfung .....	82
4.4.3	Fazit zu den Ergebnissen der Pilotierung.....	95
4.5	Zusammenfassung Pilotierung .....	97
5.	Arbeitspaket 3: Leitfaden zur Anwendung von Qualitätsanforderungen an WRRL- Grundwassermessstellen in NRW (inkl. QS-Handlungskonzept) .....	99
6.	Arbeitspaket 4: DV-Konzept.....	100
7.	Arbeitspaket 5: Bedarfsanalyse für das WRRL-Grundwassergütemessnetz .....	101
7.1	Ableitung des Handlungsbedarfs für die Pilotmessstellen .....	101
7.1.1	Ableitung von Handlungsempfehlungen anhand des QS Handlungskonzeptes .....	101
7.1.2	Aggregation der Handlungsempfehlungen zu Maßnahmenkategorien.....	103
7.1.3	Bedarfsabschätzung aggregiert nach Maßnahmenkategorien .....	105
7.1.4	Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Auswahlgrund für die Pilotierung 2016 und den Handlungsempfehlungen .....	120
7.2	Abschätzung des finanziellen und personellen Aufwandes für den qualitätsgesicherten Betrieb des WRRL-Grundwassergütemessnetzes .....	125
7.2.1	Aufwand für die Umsetzung des Intensivprogramms .....	125
7.2.2	Aufwand für die Umsetzung des Regelprogramms .....	130
7.3	Zusammenfassung und Fazit der Bedarfsanalyse .....	131
8.	Fazit .....	133
9.	Verzeichnis der Quellen.....	134
9.1	Veröffentlichte Literaturquellen .....	134
9.2	Veröffentlichte Dokumente von Verbänden und öffentlichen Institutionen.....	135
9.3	Unveröffentlichte Dokumente (LANUV, MULNV und weitere) .....	138

Verzeichnis des Anhangs:

- Anhang 1: Erläuterung der Ableitung von Handlungsempfehlungen mit einem Fallbeispiel
  
- Anhang 2: Musterleistungsbeschreibungen und -verzeichnisse für weitergehende Maßnahmen an Grundwassermessstellen des Messnetzes zur Überwachung des Zustandes der Grundwasserkörper in Nordrhein-Westfalen:
  - Anhang 2a: Musterleistungsbeschreibung zur Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Eignungsprüfung inkl. Erstellung von Messstellenpässen
  - Anhang 2b: Musterleistungsbeschreibung zur geophysikalischen Überprüfung
  - Anhang 2c: Musterleistungsbeschreibung zur Regenerierung und Sanierung sowie von Maßnahmen zur Feststellung der Erfolgskontrolle

Beilage:

CD mit allen digitalen Dokumenten des Projektes (Abschlussbericht inkl. aller Anhänge und des QS-Leitfadens)

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Struktur des Grundwassermessnetzes.....	22
Abbildung 3-2: Regionale Verteilung der Messstellen des WRRL-Güte- und Wasserstandsmessnetzes .....	23
Abbildung 3-3: Baujahr der Messstellen des Gütemessnetzes, soweit Angaben vorlagen (Stand: 2016).....	24
Abbildung 3-4: Messprogramme im Messnetz .....	24
Abbildung 3-5: Regionale Verteilung der 1560 Messstellen des WRRL-Grundwassergütemessnetzes .....	25
Abbildung 3-6: Zugehörigkeiten der Messstellen zu den vier Zuständigkeitsbereichen.....	26
Abbildung 3-7: Histogramm der Einbaulängen in m u. ROK für ca. 980 Messstellen .....	27
Abbildung 3-8: Einbaulängen von Brunnen und Grundwassermessstellen .....	27
Abbildung 3-9: Mittlere Filtertiefen in m u. GOK für 920 Messstellen.....	28
Abbildung 3-10: Filterlängen für ca. 865 Messstellen.....	28
Abbildung 3-11: Filterlänge pro Messstellenart und Gesteinsausprägung im Filterbereich.....	29
Abbildung 3-12: Verhältnis Ausbau- zu Bohrlochdurchmesser bei Brunnen und Messstellen .....	29
Abbildung 3-13: Anhand der Lithologie im Filterbereich abgeleiteter Durchlässigkeitsbeiwert.....	30
Abbildung 3-14: Regionale Verteilung der vom LANUV überwachten Messstellen .....	32
Abbildung 3-15: Histogramm der Ausbaudurchmesser in mm für 830 Messstellen.....	33
Abbildung 3-16: Histogramm zur verbleibenden Wassersäule bei der Probennahme in m. ....	34
Abbildung 3-17: Wasserstandsmessung an der Messstelle 219279810 „Jülich Zitadelle“ .....	36
Abbildung 3-18: Histogramm Anteil Filterbelüftung bei der Probennahme .....	38
Abbildung 3-19: Höhe des Grundwasserstandes relativ zur Filteroberkante im Ergebnis einer .....	38
Abbildung 3-20: Selektionsalgorithmus zur Auswahl von Messstellen für die Pilotierung. ....	39
Abbildung 3-21: Messstellen pro Selektionskriterium für die Auswahl der 341 Pilotmessstellen .....	40
Abbildung 3-22: Kartografische Übersicht zu den Pilotmessstellen und dem jeweiligen Auswahlgrund .....	41
Abbildung 4-1: Mögliche Maßnahmen einer planmäßigen oder anlassbezogenen Eignungsprüfung .....	45
Abbildung 4-2: Übersicht zu den geplanten Arbeiten der Befahrung und Funktionsprüfung .....	48
Abbildung 4-3: Vollständigkeit der Bestandsunterlagen hinsichtlich eines Schichtenverzeichnisses (SVZ) und Ausbauplans für die Messstellen und Brunnen der Pilotauswahl .....	49
Abbildung 4-4: Anteile von Durchlässigkeitsbeiwertklassen .....	49
Abbildung 4-5: Differenz in m zwischen den Einträgen der Filteroberkanten und den Ausbauplänen.....	50
Abbildung 4-6: Gegenüberstellung von mit einem Faktor berechneten und im Ausbauplan dokumentierten Ausbaudaten.....	51
Abbildung 4-7: Regionale Verteilung der Messstellen für die Befahrung und Funktionsprüfung.....	52
Abbildung 4-8: Befahrungsprotokoll für Messstellen und Brunnen.....	55
Abbildung 4-9: Befahrungsprotokoll für Quellen und Sickerstollen .....	56
Abbildung 4-10: Darstellung des Schichtenverzeichnisses und des Ausbauplans .....	58
Abbildung 4-11: Lageplan und der Zustromrichtung des Grundwassers.....	59
Abbildung 4-12: Protokoll zur Funktionskontrolle mit den hydraulischen Randbedingungen .....	60
Abbildung 4-13: Übersicht zu den angefahrenen Messstellen und Art der Pilotierung. ....	62
Abbildung 4-14: Fotodokumentation mit Nahaufnahme, Lage und Zustromrichtung am Beispiel einer überflur ausgebauten Grundwassermessstelle. ....	63
Abbildung 4-15: Änderung der Art des Ausbaus am Beispiel der Messstelle VIII/3 Westbevern .....	64
Abbildung 4-16: Pumpendummy zur Prüfung der Durchgängigkeit .....	64
Abbildung 4-17: Schüttungsmessung als Gefäßmessung bzw. als Abflussmessung über einen Überlauf (Wehr).....	64
Abbildung 4-18: Dokumentation einer erschwerten Auffindbarkeit und Anfahrbarkeit von Messstellen .....	65
Abbildung 4-19: Exemplarische Dokumentation von baulichen Mängel an den Messstellen .....	65
Abbildung 4-20: Fotografische Dokumentation der Durchführung eines Pumpversuchs. ....	66
Abbildung 4-21: Abnahme der Färbung und Trübung während des Demonstrativpumpversuchs .....	66

Abbildung 4-22: Färbung und Trübung während des Demonstrativpumpversuchs unverändert, Zunahme der Sedimentführung und der Auflandung.....	66
Abbildung 4-23: Grafische Auswertung des Demonstrativpumpversuchs mit Darstellung der Absenkung und des Wiederanstiegs.....	68
Abbildung 4-24: Grafische Auswertung des Demonstrativpumpversuches mit Darstellung der Absenkung und des Wiederanstiegs.....	69
Abbildung 4-25: Hydrochemisches Kriterium und organoleptische Eigenschaften.....	70
Abbildung 4-26: Dokumentation und provisorische Reparatur des beschädigten Schutzrohres .....	72
Abbildung 4-27: Bergen von Hindernissen aus Messstellen.....	72
Abbildung 4-28: Dokumentation der weiteren Maßnahmen am Beispiel der Messstelle AH/21 Vreden Gaxel .....	72
Abbildung 4-29: Abweichung der Ausgangsdaten zu den während der Befahrung ermittelten Koordinaten. ....	73
Abbildung 4-30: Abweichung der Ausgangsdaten zu den ermittelten Differenzen zwischen Rohr- und Geländeoberkante.....	74
Abbildung 4-31: Darstellung der Ergebnisse der visuellen Bewertung der Pilotmessstellen.....	75
Abbildung 4-32: Übereinstimmung der im Gelände überprüften Landnutzung zu den Ausgangsdaten. ....	76
Abbildung 4-33: Anzahl der Rohrmaterialien und -durchmesser der vor Ort erhobenen Daten .....	77
Abbildung 4-34: Befahrbarkeit der Grundwassermessstellen in Abhängigkeit des Rohrdurchmessers .....	78
Abbildung 4-35: Abweichungen zwischen der aus den Ausbaudaten ausgelesenen Soll-Tiefe und der im Gelände ermittelten Ist-Tiefe .....	79
Abbildung 4-36: Auflandung und Belüftung des Filters.....	80
Abbildung 4-37: Schüttungen an den 26 Quellen bzw. Sickerstollen .....	81
Abbildung 4-38: Quellschüttungen und Ruhewasserspiegel sowie Ermittlung der Belüftung der Filterstrecke .....	81
Abbildung 4-39: Bewertung des Demonstrativpumpversuches hinsichtlich organoleptischer Auffälligkeiten, Sedimentführung im Pumpstrom und Auflandung. ....	82
Abbildung 4-40: Bewertung der Demonstrativpumpversuche/ Regenerierungen an 195 Messstellen .....	84
Abbildung 4-41: Ruhewasserspiegel und Wasserspiegel vor Beginn des Routinepumpversuchs .....	84
Abbildung 4-42: Auswertung des Demonstrativpumpversuchs und des Routinepumpversuches mit Darstellung der Absenkung und des Wiederanstiegs .....	85
Abbildung 4-43: Verhältnis der maximalen Förderrate [l/min] zu der berechneten Förderdauer, die notwendig wäre, um das hydraulische Kriterium einzuhalten. ....	87
Abbildung 4-44: Leitfähigkeitsdifferenzen in fünf Minuten .....	88
Abbildung 4-45: Temperaturdifferenzen in fünf Minuten.....	88
Abbildung 4-46: pH-Wert-Differenzen in fünf Minuten .....	88
Abbildung 4-47: Konstanz der Leitkennwerte bei den Routinepumpversuchen.....	88
Abbildung 4-48: Verbesserung der organoleptischen Auffälligkeiten im Vergleich zu den bisherigen Probennahmedaten des LANUV .....	89
Abbildung 4-49: Darstellung der Ausprägung der Trübung am Ende des Routinepumpversuchs.....	90
Abbildung 4-50: Veranschaulichung der Filterbelüftung während der Probennahme .....	91
Abbildung 4-51: Messstellen, deren Filter beim RPV belüftet wurden .....	92
Abbildung 4-52: Fremdkörper in der Messstelle AH/7 Lasterfeld und Zusetzung der Filterschlitz in der Messstelle PH 7N Roehden.....	92
Abbildung 4-53: Eintrag von Sediment durch Risse im Vollrohr und Aufweitung der Filterschlitz .....	93
Abbildung 7-1: Zusammenfassung der Einzelmaßnahmen zu den acht Maßnahmenkategorien.....	103
Abbildung 7-2: Aggregierende Teilauswertung zum Handlungsbedarf in der Maßnahmenkategorie „Auswertung der Eignungsprüfung“ .....	107
Abbildung 7-3: Stallanlage im Nahbereich der Messstelle AH/2-FUECHTE- .....	108
Abbildung 7-4: Karte zur Maßnahmenkategorie „Geophysik“ (Kamerabefahrung) bzw. empfohlene Aussonderung. ....	110

Abbildung 7-5: Karte zur Maßnahmenkategorie „Geophysik“ (ohne Kamerabefahrung) bzw. empfohlene Aussonderung.....	111
Abbildung 7-6: Auswertung zum Bedarf an Sanierungsmaßnahmen in der Maßnahmenkategorie Regenerierung und Sanierung.....	112
Abbildung 7-7: Auswertung zum Bedarf an Regenerierungsmaßnahmen in der Kategorie „Regenerierung und Sanierung“.....	113
Abbildung 7-8: Potentielle Punktquelle zum Zeitpunkt der Pilotierung in der Nähe der Messstelle HS/87 EMKUMER MARK.....	115
Abbildung 7-9: Kartografische Darstellung zur Maßnahmenkategorie „Regenerierung und Sanierung“ bzw. empfohlene Aussonderung.....	116
Abbildung 7-10: Kartografische Darstellung zur Maßnahmenkategorie „Geodätische Vermessung“ bzw. empfohlene Aussonderung.....	118
Abbildung 7-11: Prozentualer Anteil an Messstellen in Abhängigkeit der Zuständigkeitsbereiche.....	126

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Übersicht zu der Anzahl von Messstellen mit mehreren Mängeln.....	40
Tabelle 4-1: Übersicht zu den Faktoren, mit deren Hilfe unbekannte Bohrlochdurchmesser bzw. Filterkieslänge bestimmt werden konnten.....	51
Tabelle 4-2: Übersicht zu der Anzahl der Messstellen in Abhängigkeit der durchgeführten Arbeiten.....	61
Tabelle 4-3: Auswahlgründe der zur Kamerabefahrung vorgesehenen Messstellen.....	71
Tabelle 4-4: Weitere Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit einer Messstelle.....	71
Tabelle 4-5: Ergebnisse der Kamerabefahrungen an den neun Grundwassermessstellen.....	93
Tabelle 4-6: Auswertung der Kamerabefahrung an den neun Grundwassermessstellen zu Ablagerungen, Auflandungen und technischer Mängel.....	94
Tabelle 4-7: Weitere Maßnahmen und Anzahl der Messstellen, an denen diese durchgeführt wurden.....	95
Tabelle 4-8: Während der Befahrung und Funktionsprüfung erfolgte Maßnahmen und deren Ergebnisse sowie daraus abgeleitete Handlungsempfehlungen.....	96
Tabelle 7-1: Darstellung der Ausprägung der organoleptischen Parameter für 83 Messstellen, für die vor allem aufgrund der Organoleptik eine mechanische Reinigung empfohlen wird.....	114
Tabelle 7-2: Anzahl der Pilotmessstellen pro Auswahlgrund.....	120
Tabelle 7-3: Anzeige der jeweiligen Anzahl an Pilotmessstellen mit Funktionsprüfung pro Auswahlgrund und empfohlener Maßnahme; in Klammer: auf den Auswahlgrund bezogener prozentualer Anteil.....	121
Tabelle 7-4: Beschreibende Übersicht zu den vier verschiedenen Zuständigkeitsbereichen.....	126
Tabelle 7-5: Anzahl der Messstellen pro Zuständigkeitsbereich und Messstellenart.....	127
Tabelle 7-6: Zuständigkeitsbereiche bei der Übernahme der Kosten pro Maßnahme.....	128
Tabelle 7-7: Maßnahmenbezogene Annahmen zu Kosten in Euro und Personalaufwand in Stunden.....	129
Tabelle 7-8: Im Regelbetrieb des WRRL-Grundwassergütemessnetzes jährlich anfallende qualitätssichernde und bestandserhaltende Maßnahmen.....	130
Tabelle 9: Anwendung des QS-Handlungskonzeptes am Beispiel einer Messstelle.....	140



## Abkürzungsverzeichnis

ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BezReg	Bezirksregierung
DABO	Datenbank Aufschlüsse und Bohrungen des Geologischen Dienstes NRW
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
(I)DN	Innendurchmesser der Rohre einer Messstelle in mm (z. B. DN 50 = 50 mm)
DV	Datenverarbeitung
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
ELWAS	Elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem
FOK / FUK	Filterober- bzw. -unterkante einer Grundwassermessstelle
GD NRW	Geologischer Dienst NRW – Landesbetrieb -
GIS	Geographisches Informationssystem
GOK	Geländeoberkante
GrwRL	(Europäische) Grundwasserrichtlinie
GrwV	Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S.1513), zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4.Mai 2017 (BGBl. I S.1044) geändert.
GWK	Grundwasserkörper
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
GWÜ	Grundwasserüberwachung
HÜK 200	Hydrogeologische Übersichtskarte von Deutschland 1 : 200 000
HygrisC	Hydrologisches Grundlagen-Informationssystem - Teil C: Grundwasserdatenbank
kf	geohydraulischer Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LGD	Landesgrundwasserdienst
LIMS	Laborinformationssystem
MPH	Messpunkthöhe (synonym: Rohroberkante) einer Grundwassermessstelle
MST	Grundwassermessstelle
MULNV	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
NRW	Nordrhein-Westfalen
PV	Pumpversuch (Routine-, Demonstrativ-, Leistungs-PV)
QS	Qualitätssicherung
ROK	Rohroberkante (synonym: Messpunkthöhe) einer Grundwassermessstelle
RWÜ	Rohwasserüberwachung
TEIS	Trinkwasserdatenerfassungs- und Informationssystem
UWB	Untere Wasserbehörde
WasEG	Wasserentnahmeentgeltgesetz
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik)
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
ZuStVU	Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz

## Begriffsbestimmungen

Die Erläuterungen zu den - nach ausgewählten und im Bericht und/oder dem QS-Leitfaden aufgeführten - Begriffen sind primär Regelwerken der Verbände und Institutionen sowie Schriften des LANUV NRW entnommen. Nur in Ausnahmefällen wurden Erläuterungen hinzugefügt, wenn es keine öffentlich zugänglichen Beschreibungen gab. Die Auswahl erfolgte sowohl nach technischen Kriterien des QS-Leitfadens als auch nach DV-gerechten Kriterien des Konzeptes zur Implementierung nach HygrisC. Nicht aufgenommen in das Glossar sind allgemeine oder umgangssprachliche Begriffe (z. B. „Brunnenstube“), die nicht eindeutig definiert sind.

Begriff	Erläuterung
<b>Abstich</b>	Lotrechter Höhenunterschied zwischen der Messpunkthöhe und dem Ruhewasserspiegel in einer Grundwassermessstelle. Abstiche werden in der Grundwasserdatenbank gespeichert; aus einem Abstich kann der Wasserstand und (bei ungespanntem Grundwasser) der Flurabstand berechnet werden.
<b>Airlift</b>	Entsandungsverfahren (s. dort)
<b>Anfahrbarkeit</b>	Möglichkeit, Messstellenarten zum Zwecke einer notwendigen Tätigkeit im Zusammenhang mit dem Grundwasser-Monitoring (z. B. Beprobung, geophysikalische Untersuchung) uneingeschränkt mit dem notwendigen Fahrzeug anfahren zu können.
<b>Arbeitsgebiete</b>	Bezeichnung der 12 Teilgebiete/Teileinzugsgebiete in NRW, für die den Bezirksregierungen vom MULNV die Federführung erteilt wurde
<b>Auffülltest</b>	Prüfung einer Grundwassermessstelle auf Betriebstauglichkeit durch das Einbringen von Wasser
<b>Auflandung</b>	Sedimentauflage am Boden einer Grundwassermessstelle, welche die Funktionsfähigkeit beeinträchtigen kann
<b>Ausbau-durchmesser</b>	Innendurchmesser (IDN) der Voll- und Filterrohre, bei Grundwassermessstellen mit einer Nennweite von maximal 125 mm (5 Zoll)
<b>Befahrung</b>	Messstellenbesuch, der im Rahmen einer Eignungsprüfung oder auch einer Probenahme stattfindet. Durch ihn werden funktionsrelevante Informationen gesammelt, die potenziell in HygrisC gespeichert werden können. Zu einer Befahrung gehören u. a.: Lagekontrolle, Tiefenlotung, Messung Ruhewasserspiegel/Schüttung, Aufnahme des Ist-Zustandes des Bauwerkes, Prüfung der Landnutzung im Zustromgebiet, Prüfung der Rohrdurchgängigkeit und Prüfung der Anfahrbarkeit/ Zugänglichkeit. Idealerweise erfolgt bei einer Befahrung ein Abgleich mit den Informationen, die in einer entsprechenden Handreichung mit Daten aus HygrisC (Report) enthalten sind.
<b>Beharrung</b>	Zeitlich konstanter Grundwasserspiegel bei definierter Entnahmerate eines Pumpversuchs
<b>Beprobung</b>	Grundwasserprobennahme zum Zwecke der Labor-Analytik
<b>Bestandsunterlagen</b>	Alle verfügbaren Unterlagen, die den Bau und Betrieb einer Messstelle dokumentieren, werden als Bestandsunterlagen bezeichnet.
<b>Betriebszustand</b>	Der Betriebszustand einer Messstelle beschreibt, ob eine Messstelle z. B. in Bau, in Betrieb oder außer Betrieb ist. In HygrisC ergibt er sich aus Eignung, Turnus und Monitoringzustand gemäß durchgeführter Untersuchungen. Bei Bedarf können diese Informationen als ausgewertete Information in Formulare und Reports eingebunden werden.
<b>Bohrloch</b>	Zylindrischer Hohlraum beliebigen Durchmessers und beliebiger Länge bzw. Tiefe, der im Untergrund durch Bohren zum Zwecke der Grundwasserüberwachung abgeteuft wird
<b>Bohrlochdurchmesser (<math>d_{BL}</math>)</b>	Durchmesser des Ringraumes einer Bohrung
<b>Brunnen</b>	Anlage zur Förderung von Grundwasser, üblicherweise mit Durchmessern der Innenrohre $\gg$ 125 mm
<b>Demonstrativ-pumpversuch (synonym: Leistungs-PV)</b>	Zum Nachweis des am Standort nach Menge und/oder Beschaffenheit gewinnbaren Grundwassers (Definition nach Adam et al. 2000)
<b>Digitale Probenahmeakte</b>	s. Messstellendokument für Probennehmer

Begriff	Erläuterung
<b>Eignungsprüfung einer Grundwassermessstelle (synonym: Funktionsprüfung)</b>	Prüfung der grundsätzlichen fachlichen Eignung und Zweckmäßigkeit einer Messstelle als WRRL-Messstelle (zur Wasserstandsmessung und/oder Probennahme) auf der Grundlage der im QS-Leitfaden beschriebenen Qualitätskriterien. Die Prüfung umfasst gemäß DVGW W 129 (A) Maßnahmen zur grundsätzlichen Feststellung der Eignung und/oder zur aktuellen Feststellung der Funktionstüchtigkeit (planmäßig) oder der Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit (aufgrund festgestellter Störungen). Sie kann (z. T.) auf der Grundlage von HygrisC durchgeführt werden. Eine Befahrung und/oder Pumptest wird erforderlich, sofern die in HygrisC hinterlegten Informationen den Bedarf dazu anzeigen. In einem ersten Schritt wird die Messstelle unter verschiedenen Aspekten visuell bewertet. Optisch erkennbare Defekte sollten ausgeschlossen werden. Auch muss die Messstelle eindeutig identifizierbar sein. Des Weiteren werden die messstellenspezifischen Stammdaten wie Lage (Kartenwerke, GPS), Teufe (Lot), Innendurchmesser und Ausbaumaterial etc. überprüft. Neben der Prüfung der baulichen Messstelleneigenschaften beinhaltet die Eignungsprüfung einer Grundwassermessstelle i.d.R. auch einen Pumptest. Auch geophysikalische Verfahren (inkl. Kamerabefahrung) können Teil der Eignungsprüfung sein.
<b>Einbaulänge</b>	Kennzeichnet die Länge der Grundwassermessstelle (Differenz zwischen Messpunkthöhe und Unterkante Sumpfrohr)
<b>Einzugsgebiet</b>	s. Zustromgebiet
<b>Entnahme</b>	Entnahmemengen werden in der RWÜ (sowohl im Rahmen der öffentlichen Wasserversorgung und bei Brauchwasserentnahmeanlagen) als auch im WasEG-Vollzug bei Anlagen und Entnahmestellen gespeichert. Hierbei handelt es sich um tatsächliche Entnahmen. Im Gegensatz dazu sind die sogenannten zugelassenen Entnahmen Teil des Wasserrechtes (s. digitales Wasserbuch).
<b>Entsandung</b>	Maßnahme der Regenerierung. Wird im Filterbereich eingesetzt, z. B. wechselseitiges Einpressen von Druckluft (Airlift) und/oder Wasser, Entlastung und Absaugung, Druckspülung mit Wasserdüsen und hoher Spülgeschwindigkeit (DVGW 1998)
<b>Erstcharakterisierung</b>	Festlegung der Probennahmebedingungen (Abpumpvolumen, Einhängetiefe der Pumpe etc.) aus Gütepumpversuchen für nachfolgende Probennahmen. Die Erstcharakterisierung erfolgt bei Brunnen und Grundwassermessstellen über einen Pumptest zur Klärung der hydraulischen Eigenschaften, der eine wesentliche Voraussetzung für die Festlegung einer geohydraulisch zulässigen Absenkung und damit der Wahl einer geeigneten Pumpe und einer angepassten Förderleistung ist. Eine Pumpprobe kann gleichzeitig eine erste Zustandsbeschreibung der Grundwasserbeschaffenheit liefern. Bei Quellen erfolgt eine Schüttungsmessung und eine Schöpfprobe.
<b>Filterbelüftung</b>	Lage des Filterrohres innerhalb der ungesättigten Zone über der Grundwasseroberfläche
<b>Filterboden</b>	Bodenkappe (s. auch Sumpfrohr)
<b>Filterkiesschüttung</b>	Kiesschüttung im Bereich des Filters zwischen Filterrohr und Bohrlochwand
<b>Filterrohr</b>	Besteht i. d. R. aus Kunststoff (z.B. PE, PVC) und weist einen Durchmesser von 1 bis 5 Zoll auf. Die Filterrohre weisen unterschiedliche Arten von Lochungen (z. B. Schlitze) auf, durch die das Grundwasser in das Filterrohr einströmen kann.
<b>Filterstreckelage</b>	Kennzeichnet die Länge des Filters zwischen der Filterunter- (FUK) und der Filteroberkante (FOK)
<b>Flussgebietseinheit (FGE)</b>	Artikel 3 (1) WRRL: Die Mitgliedstaaten bestimmen die einzelnen Einzugsgebiete innerhalb ihres jeweiligen Hoheitsgebietes und ordnen sie für die Zwecke dieser Richtlinie jeweils einer Flussgebietseinheit zu. Artikel 13 (1) WRRL: Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass für jede Flussgebietseinheit, die vollständig in ihrem Hoheitsgebiet liegt, ein Bewirtschaftungsplan für die Einzugsgebiete erstellt wird.
<b>Funktionsprüfung</b>	s. Eignungsprüfung
<b>Funktionstüchtigkeit</b>	Ist gegeben, wenn an einer Messstelle fachlich korrekt Proben genommen, Wasserstände gemessen bzw. Schüttungsmessungen durchgeführt werden können. Dazu muss sich die Messstelle in einem angemessenen Zustand befinden. Die Funktionstüch-

Begriff	Erläuterung
	tigkeit kann im Rahmen einer Eignungsprüfung planmäßig oder aufgrund von festgestellten Störungen geprüft werden. Ob eine Messstelle als funktionstüchtig eingestuft werden kann, wird in HygrisC zukünftig unter dem Begriff Monitoringstatus geführt.
<b>Gegenfilter</b>	Einbringen von feinkörnigem Füllsand in den Ringraum einer Bohrung oberhalb der Überschüttung von mindestens einem Meter, um nachträgliche Setzungen auszugleichen
<b>Geografische Informationssysteme (GIS)</b>	GIS werden benutzt, um Daten mit einem Raumbezug zu visualisieren und auszuwerten. HygrisC besitzt einen GIS-Client, der im Browser bedient werden kann.
<b>Grundwasser</b>	Unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich von der Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird (Definition nach DIN 4049).
<b>Grundwasseraufschluss</b>	natürlicher (z. B. Grundwasserblänke) oder künstlich hergestellter (z. B. Grundwassermessstellen bzw. Brunnen) Zugang zum Grundwasser, an dem direkte Beobachtungen und Messungen durchgeführt oder Proben entnommen werden können.
<b>Grundwassergleiche (synonym: Isohypse)</b>	Verbindungsline gleich hoher und gleichzeitig gemessener Grundwasserstände oder Druckspiegel in Messstellen. Mit ihnen können z. B. Grundwasserfließrichtungen ermittelt werden.
<b>Grundwassergeringleiter (synonym: -hemmer)</b>	Gesteinskörper, der eine geringe hydraulische Durchlässigkeit aufweist (Durchlässigkeitsbeiwerte $k_f$ von $1 \times 10^{-9}$ bis $1 \times 10^{-5}$ m/s nach ad-hoc-AG Hydrogeologie 1997).
<b>Grundwasserkörper</b>	Mit der Bearbeitung der EG-WRRL wurden die Grundwasserkörper in HygrisC eingeführt. Die Grundwasserkörper sind durch den „Geologischen Dienst NRW – Landesbetrieb“ - in Abstimmung mit der Wasserwirtschaft abgegrenzt worden und überdecken NRW. Die Kriterien zur Abgrenzung sind im NRW-Leitfaden zur Bestandsaufnahme beschrieben.
<b>Grundwasserleiter</b>	Gesteinskörper (mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $k_f > 1 \times 10^{-5}$ m/s nach ad-hoc-AG Hydrogeologie 1997), in dem sich das Grundwasser aufhält und fließt. Nach oben wird er von der Grundwasseroberfläche und nach unten durch einen Grundwassergeringleiter begrenzt.
<b>Grundwasserleitergerechte Verfüllung einer GWM</b>	Verfüllung einer Grundwassermessstelle entsprechend der am Standort herrschenden gesteins- und schichtbedingten hydraulischen Verhältnisse - unabhängig von feinschichtigen Heterogenitäten ( $\leq 0,5$ m).
<b>Grundwassermessstelle (GWM)</b>	Einrichtung zur Entnahme von Grundwasser und zur Erfassung hydrologischer und hydrochemischer Daten des Grundwassers mit einem oder mehreren wasserdurchlässigen Rohrabchnitten im Bereich des Grundwasserleiters, üblicherweise mit Durchmessern der Innenrohre $\leq 125$ mm.
<b>Grundwasseroberfläche (GWO)</b>	Ausgleichsfläche, in dem der absolute Druck des Grundwassers gleich dem Druck der Atmosphäre ist und bildet die obere messbare Grenze des Grundwassers in den Grundwassermessstellen. Bei bindigen Deckschichten über dem Grundwasserleiter ist die Grundwasseroberfläche identisch mit der unteren Grenzfläche der bindigen Bildungen und liegt zumeist tiefer als der Grundwasserstand. Ohne bindige Deckschichten ist die GWO gleich dem Grundwasserstand.
<b>Grundwasserprobennahme</b>	Gewinnung repräsentativer Grundwasserproben aus einer dafür geeigneten Grundwassermessstelle
<b>Grundwasserqualitätsnorm</b>	Bezeichnet die Umweltqualitätsnorm, ausgedrückt als Konzentration eines bestimmten Schadstoffes, einer bestimmten Schadstoffgruppe oder eines bestimmten Verschmutzungsindikators im Grundwasser, die aus Gründen des Gesundheits- und Umweltschutzes nicht überschritten werden darf.
<b>Grundwasserstand (synonym: Grundwasserspiegel)</b>	Der Grundwasserstand beschreibt die freie und entspannte Höhe des in einer Messstelle gemessenen Grundwassers, bezogen auf Normal Null. D.h. bei einem Wert von 15 Meter NN liegt der Grundwasserstand 15 Meter über dem Meeresspiegel. In HygrisC wird er aus dem Abstich und der Messpunkthöhe berechnet.

Begriff	Erläuterung
<b>Grundwasserüberwachung</b>	Gegenstand der Grundwasserüberwachung ist die chemische Zusammensetzung oder Beschaffenheit des Grundwassers in NRW. Dazu werden Messstellen und chemisch-physikalische Messwerte in der Grundwasserdatenbank gepflegt.
<b>Güte</b>	Verbreiteter Begriff zur Beschreibung der chemischen Beschaffenheit (des Grundwassers). Wird im QS-Leitfaden aus Gründen der Kompatibilität mit anderen Dokumenten synonym zu „Beschaffenheit“ geführt. Generell sollte jedoch dem Begriff „Beschaffenheit“ der Vorzug eingeräumt werden, um Missverständnisse mit „Güteanforderungen“ zu vermeiden
<b>Güteanforderung</b>	In der Grundwasserdatenbank sind einschlägige Richtlinien wie die Grundwasser- oder Trinkwasserverordnung dokumentiert, so dass die vorhandenen Messwerte gegen solche Güteanforderungen geprüft werden können. Die Güteanforderungen können in HygrisC über die "Kataloge" gesichtet werden.
<b>Höhensystem</b>	Höhenreferenzsystem, das die Berechnung und die Einheit von Höhenangaben festlegt. Aktuell wird das Höhensystem DHHN2016 verwendet (seit 1.12.2016), d.h. die amtliche Vermessung liefert Höhenangaben nur für dieses Referenzsystem. In HygrisC werden ebenfalls alle Höhenangaben auf DHHN2016 bezogen. Dabei wird als Einheit "m über NHN2016" angegeben. Die Einheit "m über NHN" gehört zu dem Höhensystem DHHN92 und die Einheit "m über NN" zu DHHN12.
<b>Hydraulisches (Abbruch-) Kriterium</b>	Wasservolumen, welches vor der Probennahme exakt abzupumpen ist, um von der Grundwassermessstelle ausgehende Einflüsse zu eliminieren; nähere Definition s. DVGW W 129 (A)
<b>Hydraulische Trennschicht</b>	s. Grundwassergeringleiter
<b>Hydrologisches Jahr</b>	Beginnt im November und endet im darauffolgenden Oktober. Die Verwendung des hydrologischen Jahres ermöglicht die Berücksichtigung der im November und Dezember als Schnee und Eis gespeicherten Niederschläge, die erst im folgenden Kalenderjahr abflusswirksam werden.
<b>HygrisC</b>	Hydrologisches Grundlageninformationssystem Teil C: Grundwasserdatenbank Nordrhein-Westfalen. Enthält allgemeine, übergreifende Stammdaten sowie spezielle Stamm- und Messdaten für jedes der drei Teilmodule „Landesgrundwasserdienst“ (=Grundwasserstände), „Grundwasserüberwachung“ (=Beschaffenheit) und „Rohwasserüberwachung“ (=Beschaffenheit).
<b>Hydrochemische Konstanz</b>	Zeitlich konstant gemessene hydrochemische Vor-Ort-Parameter während eines Pumpversuchs oder einer Probennahme
<b>Instandsetzung</b>	Oberbegriff für alle Maßnahmen, die der Behebung von Mängeln an Grundwassermessstellen dienen. Sanierung und Regenerierung (DVGW W 130 und W 135) sind Beispiele solcher Maßnahmen
<b>Ist-Tiefe</b>	Aktuell vorgefundene und durch Messungen (z. B. Tiefenlotung) bestätigte Tiefe einer Grundwassermessstelle
<b>Kamerabefahrung</b>	Optisches geophysikalisches Messverfahren zur Überprüfung des Ausbaustandes der Messstelle. Kann bei allen gängigen Ausbaudurchmessern (ab DN 50) eingesetzt werden. Die Befahrung kann Aufschluss über Fremdwasserzuflüsse, Auflandungen, schadhafte Schraubverbindungen, Beschädigungen der Verrohrung sowie über die Filterlage und Messstellentiefe geben.
<b>Layer</b>	Bestandteil einer thematischen Karte, auch "thematische Ebene" genannt; eine Sammlung verwandter Daten, z. B. die Grundwassermessstellen. Auch Grenzen, z. B. von Dienstbezirken oder Wasserschutzgebieten, können eine solche Ebene bilden. Zu einem Layer gibt es eine Darstellungsvorschrift, die in der Legende ausgewiesen wird. Ein Layer kann aktiv sein; in diesem Zustand können Informationen über die Objekte des Layers abfragt werden.
<b>Leistungspumpversuch</b>	s. Demonstrativpumpversuch
<b>LGD-Nummer</b>	Neunstellige Messstellennummer, die sich aus der Nummer der früheren StUA-Dienstbezirke (zwei Ziffern), Sechs Ziffern für den Schlüssel innerhalb eines Dienstbezirkes und einer Prüfziffer zusammensetzt. Über diese Messstellennummer kann eine Messstelle eindeutig identifiziert werden.

Begriff	Erläuterung
<b>Maßnahmenkatalog</b>	Der Maßnahmenkatalog im Anhang 3 des QS-Leitfadens listet unterschiedliche Maßnahmen zur Eignungsprüfungen an Messstellen auf. Er besteht aus Maßnahmenarten, die fachlich hierarchisch in drei Ebenen gegliedert werden können.
<b>Messprogramm</b>	Im Rahmen des WRRL-Monitorings werden verschiedene Überwachungsbereiche unterschieden: Grundwasserüberwachung (50), Rohwasserüberwachung (51, 52) und Anlagenüberwachung (53 und 54).
<b>Messstelle</b>	Übergeordneter Begriff für verschiedene Messstellenarten
<b>Messstellenart</b>	Schacht-/Horizontal-/Vertikalfilterbrunnen, Quelle, Sickerstollen bzw. -schacht, Grundwassermessstelle (GWM) mit folgenden Unterkategorien („Messstellentyp“ nach AK GWB 2003): - vollverfilterte GWM sind über den gesamten Grundwasserleiter ausgebaut; - mehrfach verfilterte GWM verfügen über mehrere durch Vollrohre voneinander getrennte Filterstrecken und bedürfen zur tiefenorientierten Beprobung eines Doppelpackersystems; - teilverfilterte GWM sind nur über einen begrenzten Bereich des Grundwasserleiters mit einem Filter ausgebaut und ermöglichen für diesen Bereich eine tiefenorientierte Probennahme; - Messstellenbündel bestehen aus mehreren innerhalb einer Bohrung in verschiedenen Tiefen installierten teilverfilterten Messstellen; bei den in NRW vorhandenen Multi-Level-Messstellen nach Leuchs & Obermann (1991) ist ein externer Kiesfilter in verschiedenen Tiefen an einem Vollrohr angebracht und mit Schlauch nach oben geführt. - Messstellengruppen bestehen aus einzelnen in separaten Bohrungen installierten teilverfilterten Grundwassermessstellen mit unterschiedlichen Ausbautiefen; - Sondermessstellen unterschiedlichen Aussehens. Das können z. B. im Bohrloch punktförmig angeordnete, verloren eingebaute Fördererlemente oder verfilterte Messstellen mit installiertem Probennahmesystem sein.
<b>Messstellendokument für Probenehmer</b>	Ist ein PDF-Report aus HygrisC (Digitale Probennahmeakte) und ersetzt die bisherige analoge Probennahmeakte, die die Probenehmer mit zur Probennahme nehmen. Es kann handschriftlich ergänzt oder korrigiert werden, um anschließend in HygrisC eingepflegt zu werden.
<b>Messstellenkette</b>	Messstellen können einen Nachfolger oder einen Vorgänger besitzen. Sie bilden dann eine Messstellenkette. Eine Messstellenkette kann im Prinzip aus beliebig vielen Messstellen bestehen. Die Zeitreihen dieser Messstellen können zu einer Gesamtzeitreihe zusammengestellt werden.
<b>Messstellenpass</b>	beinhaltet alle hydrogeologisch wesentlichen Dokumente und Daten zur Beurteilung des aktuellen Status der Grundwassermessstelle (im Pilotierungs-Projekt 2016) erstellt.
<b>Messstellenstammdaten</b>	nach LAWA 1 (1982) Daten, welche die Messstelle beschreiben und sich nur selten ändern (z. B. Messpunkthöhen)
<b>Messstellenstatus</b>	der Messstellenstatus wird im LANUV vierteljährlich gepoolt, um Maßnahmen zu planen (Tool Untersuchungsbedarf). Der Eintrag erfolgt im LIMS und wird regelmäßig an HygrisC übergeben. Alternativ kann der Messstellenstatus auch direkt in HygrisC eingetragen werden. Der gemeldete Messstellenstatus für die Probennahme wird künftig als Monitoringstatus abgebildet. Der Eintrag kann von dem Eintrag im Feld „WRRL Eignung“ abweichen, da der Status vorübergehend ist.
<b>Metadaten</b>	beschreiben die Struktur und die Bedeutung der Datenelemente, durch die Fachinformationen in der Grundwasserdatenbank dargestellt werden.
<b>Monitoringstatus</b>	gibt an, inwiefern bei einer Messstelle zu einem gegebenen Zeitpunkt die Grundwassergüte beprobt werden kann oder der Wasserstand bzw. die Schüttung gemessen werden können. Das DV-Konzept (HYDOR 2008) schlägt in diesem Zusammenhang vor, dass der „Monitoringstatus Güte“ künftig den Messstellenstatus, wie er derzeit genannt wird, ablöst. Zusätzlich soll ein „Monitoringstatus Wasserstand“ neu eingeführt werden.
<b>MPH</b>	Messpunkthöhe (in m NHN, früher oft NN). Festgelegter Bezugspunkt an einer GWM für die Messung von relativen Höhenunterschieden.
<b>Porenwasser</b>	Wasser, das die Poren oder Hohlräume innerhalb eines Boden- oder Gesteinskörpers füllt.
<b>Probennahme</b>	Bezeichnung zur Entnahme von Proben (s. Grundwasserprobennahme).
<b>Probennahmeakte</b>	s. Messstellendokument für Probenehmer

Begriff	Erläuterung
<b>Pumptest (synonym: Pumpversuch)</b>	Prüfung einer Grundwassermessstelle auf Betriebstauglichkeit durch Entnahme von Wasser.
<b>Punktquelle</b>	Während der Bestandsaufnahme zur EG-WRRL eingeführter Begriff. Eine Punktquelle beschreibt im Gegensatz zu einer diffusen Quelle einen örtlich abgegrenzten Einfluss auf das Grundwasser. U. a. werden unter diesem Oberbegriff folgende Datenobjekte zusammengefasst: Altstandorte und Verdachtsflächen (ISAL/FIS ALBO), Bergehalden, GW-Schadensfälle. Zusätzlich werden grundwasserrelevante Punktquellen von den Kreisen und Kreisfreien Städten für HygrisC bereitgestellt.
<b>Qualitätskriterien (synonym: QS-Kriterien)</b>	Bestimmen die Eignung als WRRL-Messstellen. Für „Gütemessstellen“ (synonymer und in NRW im Rahmen der landesweiten WRRL-Messnetze üblicher Begriff für „Beschaffenheitsmessstellen“ nach DVGW 2003 bzw. „qualitative Messstellen“ nach LAWA 1999b) gibt es im Vergleich zu Wasserstandsmessstellen zusätzliche Qualitätskriterien. Im Rahmen einer Eignungsprüfung wird festgestellt, ob eine Messstelle die Qualitätskriterien erfüllt. Ist der Kenntnisstand zur Prüfung eines Kriteriums unvollständig sind entsprechende Maßnahmen einzuleiten.
<b>Quelle und Stollen</b>	Das Grundwasser tritt an Mundlöchern gefasst oder natürlich belassen aus - ähnlich einem oberirdischen Gewässer.
<b>Pilotierung („Pilotmessstellen“)</b>	Auswahl von Grundwassermessstellen, Brunnen und Quellen bzw. Sickerstollen (Pilotmessstellen) zur Eignungsprüfung im Rahmen eines Pilotvorhabens im Jahr 2016.
<b>Pumpen-Befahrbarkeit</b>	Untersuchung mit einem einer marktüblichen Pumpe nachgebildetem und an den Rohrinne Durchmesser angepassten Prüfkörper (Dummy) mit der Angabe von Maßeinheiten zur Klärung der Frage, ob die Unversehrtheit der Rohre bis zur Ausbauendtiefe bzw. bis zu welcher Tiefe die Unversehrtheit der Rohre gegeben ist.
<b>Repräsentative Grundwasserproben</b>	Gütekriterium gewonnener Grundwasserproben ist ihre "Repräsentativität", d.h. die Widerspiegelungsgenauigkeit der natürlichen Bedingungen des Grundwasserleiters an einem definierten Ort und zu einer definierten Zeit. In repräsentativen Proben sollen sich die in-situ-Verhältnisse eines räumlichen Ausschnittes des Grundwasserleiters zum Zeitpunkt der Probennahme im Hinblick auf Konzentration, Stoffmuster der Inhaltsstoffe, Gehalt an Partikeln und Mikroorganismen sowie der physikalischen und biologischen Eigenschaften widerspiegeln.
<b>Regenerierung</b>	Entfernen leistungsmindernder Maßnahmen aus dem Brunnenringraum und dem angrenzenden Grundwasserleiter zur Wiederherstellung der hydraulischen Funktion (z. B. hydromechanische und/oder chemischen Verfahren) z. B. durch Demonstrativ- bzw. Leistungspumpversuche oder Airlift-Verfahren
<b>Reinigung</b>	Entfernen der Ablagerungen von der Rohrinne wand, aus den Filterschlitzten und aus dem Sumpfrohr.
<b>Ringraum</b>	Raum zwischen Bohrloch wand und Einbaurohren (z. B. Filterrohr)
<b>Rohwasser</b>	Ist unbehandeltes Grundwasser vor der Reinigung oder Aufbereitung (z. B. zur Trinkwassergewinnung)
<b>Rohwasserüberwachung</b>	Befasst sich mit der Wasserversorgung in NRW. Die wesentlichen Informationsobjekte sind Wasserversorgungsunternehmen (WVU), Wasserwerke, Gewinnungsanlagen und Wasserschutzgebiete. Die Rohwasser-Qualität wird wie bei der GWÜ mit Hilfe von Messstellen (hier in der Regel Brunnen und Vorfeldmessstellen) und Messwerten bearbeitet.
<b>Routinepumpversuch</b>	Wird im Rahmen der „Routinebeprobung“ nach DVGW (2010) eingesetzt: kurzzeitiger Pumpversuch zur Erlangung von Informationen zur Leistung oder Beschaffenheit des Grundwassers (synonym zu Kurzpumpversuch nach Adam et al. 2000).
<b>Ruhewasserspiegel</b>	Grundwasserstand vor dem Abpumpen (vgl. Abstich).
<b>Sanierung</b>	Vorbereitung und Durchführung baulicher Maßnahmen zur Verbesserung bzw. Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit von Grundwassermessstellen und Brunnen.
<b>Schichtenverzeichnis</b>	Dokumentation der geologischen Aufnahme der Bodenschichten, die bei einer Bohrung im Untergrund (z. B. für Grundwassermessstelle) angetroffen werden.
<b>Sickerwasser</b>	Unterirdisches Wasser in der ungesättigten Boden- bzw. der darunter folgenden Sickerwasserzone, das sich unter Einwirkung der Schwerkraft bei Überschreitung der Wasserhaltefähigkeit abwärts bewegt.

Begriff	Erläuterung
<b>Soll-Tiefe</b>	Tiefe einer Grundwassermessstelle gemäß der Dokumentation des unterirdischen Ausbaus in den Bestandsunterlagen.
<b>Standwasser</b>	Wasser, welches sich im Filterrohr und in der umgebenden Kiesschüttung befindet (vgl. hydraulisches Kriterium)
<b>Sumpfrohr</b>	Absetz- bzw. Vollrohr am unteren Ende einer GWM, nach unten durch eine Bodenkappe, einen Stopfen oder ein Rückschlagventil (erlaubt spätere Durchspülung) abgedichtet. Es dient zur Aufnahme von Feststoffen, die in die GWM gelangen und sich im Sumpfrohr ablagern können, so dass sich die Filterrohrschnitte nicht zusetzen.
<b>Teileinzugsgebiet</b>	Durch das Bundesland Nordrhein-Westfalen werden im Rahmen der EG-WRRL die nordrhein-westfälischen Anteile der Flussgebiete Rhein, Weser, Ems, Maas bearbeitet (Gewässer 1. Ordnung). Die Flussgebiets-Anteile, für die die Federführung bei einer Behörde in NRW liegt, werden auch bezeichnet als Rhein-NRW, Ems-NRW, Weser-NRW und Maas-NRW. Die Einzugsgebiete zweiter Ordnung werden im Rahmen der Bearbeitung nach EG-WRRL als „Teileinzugsgebiete“ bezeichnet. Letztere wiederum lassen sich in die einzelnen Wasserkörper unterteilen.
<b>Tiefenlotung</b>	Messung der Ist-Tiefe einer Messstelle z. B. mit einem Tiefenlot.
<b>Trend</b>	Als Trend wird die durch statistische Verfahren nachgewiesene Steigung der Regressionsgeraden bezeichnet. Das ist diejenige Gerade, die am "besten" (im Sinne der Methode der kleinsten Fehlerquadrate) zur Ganglinie passt. Ein Trend kann z. B. angeben, um wie viele cm/Jahr der Wasserstand (oder Flurabstand) gestiegen oder gesunken ist.
<b>Turnus</b>	Übliche Messfrequenz an einer Messstelle. Der Turnus wird getrennt für Wasserstandsmessungen und Gütebeprobungen festgehalten. Darüber hinaus wird im entsprechenden Datenbankfeld auch dokumentiert, ob keine Messung mehr durchgeführt werden soll.
<b>Überschüttung</b>	Einbringen von Filterkies in den Ringraum einer Bohrung über der Filteroberkante von mind. 2 Meter, um nachträgliche Setzungen auszugleichen.
<b>Verrohrung</b>	Rohrförmiges Stützbauwerk, das in ein durch Drehbohren hergestelltes Bohrloch oder einen ausgehobenen Brunnen eingebaut wird, um das Bohrloch offen zu halten.
<b>Wasserbuch</b>	Verzeichnis aller Wasserrechte; wird bei den Bezirksregierungen geführt. Als Datenbankanwendung wird das „Digitale Wasserbuch“ betrieben. Durch HygrisC wird der Zugriff auf das Wasserbuch ermöglicht.
<b>Wasserentnahmeentgelt-Gesetz (WasEG)</b>	Die Fachdaten, die beim Vollzug des WasEG erhoben werden, fließen regelmäßig in die Grundwasserdatenbank. Die wesentlichen Informationsobjekte sind Anlagen und Entnahmestellen. Ihnen können Entnahmemengen zugeordnet werden. Zur besseren Unterscheidung gegenüber den Gewinnungsanlagen im Sinne der RWÜ wird in der Dokumentation von WasEG-Anlagen und WasEG-Entnahmestellen gesprochen.
<b>Wasserschutzgebiet</b>	Zusammenfassung der Begriffe Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiet. Wasserschutzgebiete sind Gegenstand der Rohwasserüberwachung (RWÜ) und daher Informationsobjekte in der Grundwasserdatenbank.
<b>Wiederanstieg</b>	zeitlicher Anstieg der Grundwasserdruckfläche im Rohr nach einem Pumpversuch.
<b>WRRL-Messnetz</b>	Die Beobachtung des mengenmäßigen und hydrochemischen Zustandes der Grundwasserkörper erfolgt über zwei Messnetze. Die beiden Messnetze werden in vorliegendem Konzept bezeichnet mit Wasserstand/Güte. Alternative Bezeichnungen sind Quantität/ Qualität bzw. Menge/ Chemie.
<b>Zugänglichkeit</b>	Eingeschränkte oder nicht gegebene Möglichkeit der Anfahbarkeit, z. B. bei Quellen im Wald.
<b>Zustromgebiet (synonym Einzugsgebiet)</b>	Ausschnitt an der Geländeoberfläche, der sich aus der vertikalen Projektion des unterirdischen Zustrombereiches des Sicker- und Grundwassers von dort bis zum Filterbereich der Grundwassermessstelle (oder des Brunnens) ergibt.



## Hintergrund

Das WRRL-Grundwassermessnetz ist für die repräsentative Beurteilung des mengenmäßigen und chemischen Zustands der Grundwasserkörper (GWK) grundlegend, z. B. basieren die Beurteilung der Zielerreichung und die Ableitung von Maßnahmen für den Bewirtschaftungsplan auf den Daten der Messnetze. Daher müssen das überblicksweises und das operative Messnetz und die einzelnen Messungen den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie den Anforderungen der Grundwasserverordnung (GrwV 2010, zuletzt geändert 2017) und des Monitoringleitfadens zur Überwachung des Grundwassers in Nordrhein-Westfalen (MUNLV 2008, LANUV 2018) entsprechen. Diese Aufgabe ist gesetzlich geregelt und von allen EU-Mitgliedstaaten zu erfüllen. In Nordrhein-Westfalen ist das LANUV die für den Messnetzbetrieb an den landeseigenen Messstellen verantwortliche Behörde. Für die Auswahl der WRRL-Messstellen und deren Repräsentativität im Messnetz sind die Bezirksregierungen zuständig.

Das qualitative und quantitative WRRL-Messnetz umfasst derzeit etwa 2.650 Messstellen. Insgesamt 1370 Messstellen dienen der Überwachung des mengenmäßigen Grundwasserzustands, an 1.560 Messstellen wird der chemische Zustand kontrolliert und 280 Messstellen sind in beiden Messnetzen enthalten (Stand 2017). Die Messnetze zur Überwachung des mengenmäßigen und chemischen Zustands beruhen auf einer im Zeitraum 2005-2009 von den damaligen Staatlichen Umweltämtern (StUä) getroffenen Auswahl. Grundlage für diese Auswahl bildete ein weitaus größerer Bestand von Messstellen, die für unterschiedliche Fragestellungen errichtet und betrieben wurden:

- Messstellen, die in der Vergangenheit (vor Festlegung des WRRL-Monitoring) von den damals zuständigen staatlichen Umweltämtern vor dem Hintergrund verschiedener Fragestellungen errichtet oder von Dritten in den Landesgrundwasserdienst übernommen worden waren (heutige Messstellen des Landesgrundwasserdienstes, sog. LGD-Messstellen)
- Betreibermessstellen, die aufgrund wasserrechtlicher, abfallrechtlicher oder bergrechtlicher Auflagen eingerichtet worden waren und aufgrund ihrer Lage im GWK später für das WRRL-Messnetz ausgewählt wurden
- Betreibermessstellen, die im Eigeninteresse des Betreibers betrieben werden (z.B. Wasserverbände, Wasserversorger)
- Rohwasser- oder Betriebsbrunnen sowie – im Festgestein – auch Quellen, zur Ergänzung des WRRL-Messnetzes

Die so genannten „Betreibermessstellen“ lassen sich unterteilen in Messstellen, die aufgrund behördlicher Auflagen durch den Betreiber selbst überwacht werden (Datenübernahme durch das Land) und in Messstellen, zu denen es keine entsprechenden Verpflichtungen des Betreibers gibt, so dass das LANUV die Messungen durchführt.

Für die Konfiguration der heutigen (Stand 2017) WRRL-Grundwassermessstellennetze wurden jedenfalls keine neuen Messstellen eingerichtet, sondern es wurde ausschließlich auf den vorhandenen Bestand an verfügbaren Messstellen zurückgegriffen. Das Messnetz ist somit als „historisch

gewachsen“ und hinsichtlich Messstellenart, Messstellenausbau und Alter der Messstellen als sehr heterogen zu bezeichnen. Zum Zeitpunkt der Messnetzkonfiguration im Zeitraum 2005-2009 wurde vorrangig darauf geachtet, eine ausreichende Messstellendichte in jedem GWK zu erzielen.

Vor diesem Hintergrund wird auch deutlich, dass das Messnetz – aus heutiger Sicht (2017/2018) – in die Jahre gekommen ist und dass nicht alle aus heutiger Sicht wünschenswerten Dokumentationen zu diesen Messstellen (digital) vorhanden sein können.

Aufgrund eines unregelmäßigen Wegfalls von WRRL-Messstellen sind in den vergangenen Jahren darüber hinaus Lücken im Messnetz entstanden, die bisher nur teilweise kompensiert werden konnten. Aufgrund der Zielvereinbarung „2015 / 05 / 1b“ wurde das LANUV daher veranlasst, das WRRL-Messstellennetz zu ertüchtigen sowie Standards zur Qualitätskontrolle der WRRL-Messstellen zu entwickeln und einzuführen (nachfolgend „QS-Kriterien“). Die im nachfolgend näher beschriebenen, im Projekt entwickelten, in der Praxis erprobten und weiter ausgearbeiteten Anforderungen an Messstellen hinsichtlich Dokumentation und Messstellenausbau richten sich daher insbesondere auch an neu zu bauende Messstellen. Bei vorhandenen Messstellen hingegen, die entweder schon Bestandteil des WRRL-Messnetzes sind oder hierfür ausgewählt werden, müssen diese Kriterien nicht zwangsläufig vollumfänglich erfüllt sein. Abweichungen von den neuen QS-Kriterien (sog. „Mängel“) sind bei entsprechender Einzelfallprüfung jeweils immer dann hinnehmbar, wenn sie keine Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit haben und wenn die für das WRRL-Monitoring relevanten Zielgrößen dadurch nicht beeinflusst werden. Die regelmäßige Überprüfung der Funktionstüchtigkeit, Repräsentativität und Eignung für das jeweilige Monitoring im Grundwasserkörper und die regelmäßige Messdatenkontrolle (Plausibilität der Daten; Auswertung der Angaben aus den jährlichen Probennahmeprotokollen) stehen bei der laufenden Nachkontrolle von Bestandsmessstellen daher im Vordergrund.

## 1. Veranlassung und Zielsetzung

Ziel dieses Projektes war es einerseits, auf Basis von bereits vorhandenen Messstellendokumenten und Beschaffenheitsdaten, vorliegenden und nachrecherchierten Stammdaten sowie anhand einer Pilotierung, die eine Eignungsprüfung an ausgewählten Messstellen umfasste, den baulichen und funktionstechnischen Ist-Zustand des gesamten WRRL-Gütemessnetzes zu analysieren und in Form sog. „Messstellenpässe“ zu dokumentieren. Diese wurden dem LANUV als PDF-Dokumente übergeben und sind auf Anfrage beziehbar.

Andererseits war auch die Entwicklung eines Handlungskonzeptes zur Qualitätssicherung (QS-Handlungskonzept) des zukünftigen Messnetzbetriebes ein zentraler Projektbestandteil. Die Qualitätsanforderung an Grundwasserstands- und Grundwassergütemessstellen sollten in einem „QS-Leitfaden“ zur dauerhaften Organisation und Qualitätssicherung der WRRL-Messnetze inkl. des QS-Handlungskonzeptes dokumentiert werden. Dieses - im Folgenden als „QS-Leitfaden“ bezeichnete Dokument - wurde als separates Dokument seitens HYDOR Consult GmbH erstellt und dem LANUV übergeben. Er wird parallel zu dem hier vorliegenden Bericht veröffentlicht.

Darüber hinaus war gefordert, eine quantitative und qualitative Bedarfsabschätzung bezogen auf erforderliche qualitätssichernde Maßnahmen zu geben. Eine weitere Zielstellung war, ein DV-Konzept zu entwerfen, um den Messstellenzustand inklusive eventuell notwendiger und durchgeführter Maßnahmen optimal zu dokumentieren. Anhang 4 des QS-Leitfadens dokumentiert das im Nachauftrag von der ahu AG, Aachen erarbeitete Konzept.

Für zukünftig notwendige Arbeiten zur Einhaltung der Qualitätsstandards des QS-Leitfadens sind an den übrigen Messstellen des Messnetzes weitere technische Arbeiten notwendig. Hierzu wurden vier unterschiedliche Musterleistungsbeschreibungen und -verzeichnisse erarbeitet, die für entsprechende Ausschreibungen verwendet werden können. Anhang 2 enthält diese in dreifach differenzierter Form.

Teilleistungen wurden in enger fachlicher bzw. technischer Kooperation mit der GEO TECH Servicegesellschaft mbH Königs Wusterhausen (geotechnische Feldarbeiten zur Messstellenüberprüfung im Rahmen der Pilotierung) sowie der ahu AG - Wasser·Boden·Geomatik, Aachen (Datenmanagement und DV-Konzept) und unter der Leitung der HYDOR Consult GmbH durchgeführt. Diese Arbeiten werden in den entsprechenden Abschnitten näher erläutert.

Die hier dokumentierten Arbeiten basieren auf der Leistungsbeschreibung und Vertragsunterlage des LANUV NRW (Vergabe-Nr. 12965/52), dem Angebot der HYDOR Consult GmbH vom 26.01.2016, dem daraufhin erteilten Zuschlag der Vergabestelle des LANUV vom 15.02.2018 sowie allen im Projektverlauf erarbeiteten fachlichen Präzisierungen (insbesondere den Protokollen der acht durchgeführten Projektberatungen). Alle Ergebnisse wurden in enger Zusammenarbeit mit dem LANUV erprobt und erarbeitet.

## 2. Vorbemerkung zur Strukturierung und inhaltlichen Verflechtung des Berichtes

Die Struktur dieses Berichtes orientiert sich maßgeblich an den im Projektverlauf bearbeiteten „Arbeitspaketen“ (AP) und entspricht größtenteils auch der zeitlichen Abfolge der Bearbeitung. Es handelt sich dabei gemäß Leistungsbeschreibung um folgende AP:

- AP 1: Ist-Analyse des bestehenden WRRL-Grundwassergütemessnetzes,
- AP 2: Durchführung der Pilotierung 2016 und Ergebnisse,
- AP 3: QS-Leitfaden zur dauerhaften Organisation und Qualitätssicherung der WRRL-Messnetze (inkl. QS-Handlungskonzept),
- AP 4: Datenmanagement und DV-Konzept sowie
- AP 5: Bedarfsanalyse für das gesamte Messnetz als Ergebnis der Ist-Analyse und der Pilotierung.

Alle Arbeitspakete sind inhaltlich in vielfacher Hinsicht miteinander verknüpft. Die im Folgenden dargestellte Dokumentation bildet in der Regel den letzten Bearbeitungsstand des Arbeitspaketes ab. Stellenweise gab es aber nachträglich zu einem abgeschlossenen Arbeitspaket einen Kenntniszuwachs, der dann auch als solcher dokumentiert wurde. Im Fokus stand die Qualitätssicherung des WRRL-Grundwassergütemessnetzes – fachliche Anforderungen wurden auch für das WRRL-Wasserstandsmessnetz entwickelt. Letzteres bezieht sich auf AP 3 und AP 4.

Ausgangspunkt des Projektes bildet die Ist-Analyse zu allen Messstellen des bestehenden Grundwassergütemessnetzes im Jahr 2016 (AP 1). Es galt, für das AP 2 eine Pilotauswahl an Grundwassermessstellen unterschiedlicher Bauarten vorzunehmen, von denen einige einen Verdacht auf bauliche Mängel und/ oder technische Unzulänglichkeiten aufwiesen. Die Auswahl musste hinsichtlich der Anzahl der Messstellen so gestaltet werden und entsprechend umfangreich sein, dass sie als repräsentativ für die jeweilige Fragestellung und zugleich zur Beurteilung des gesamten Messnetzes bewertet werden konnte. In Kapitel 3 werden u. a. die Vorgehensweise bei dieser Auswahl dokumentiert und die Gründe der vorgenommenen Selektion erläutert. Schließlich wurden ungefähr 300 Messstellen des gesamten Grundwassergütemessnetzes für die Pilotierung identifiziert.

Im AP 2 (s. Kapitel 3.5) wurden diese sog. Pilotmessstellen dann vor Ort aufgesucht und einer einfachen Prüfung („Befahrung“) unterzogen. Ein umfangreicher Teilbestand dieser Messstellen (Anzahl ca. 200) wurde einer erweiterten Funktionskontrolle unterzogen, wenn der Kenntnisstand zu diesen Messstellen diese Notwendigkeit anzeigte und sie sich dafür baulich eigneten. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Arbeiten (Pilotierung 2016) sind in den sogenannten „Messstellenpässen“ als separate Dokumente mit allen im Gelände erhobenen und verifizierten Daten aufgeführt. Sie wurden so konzipiert, dass sie der Grundwasserdatenbank HygrisC beigefügt werden konnten. Kapitel 3.5 beinhaltet eine fachlich aggregierte Auswertung der Ergebnisse der Pilotierung.

Parallel zu diesen aktuell und konkret an den Messstellen des Gütemessnetzes erhobenen Kenntnissen wurde ein umfassender Kriterienkatalog zu allen Anforderungen erstellt, die sich aus dem qualitätsgesicherten Betrieb eines WRRL-Messnetzes ergeben. Im Fokus stehen bauliche, also technische Anforderungen an die Messstellen. Fachliche Kriterien, wie z. B. die hydrogeologische Repräsentativität der Messstelle für den Grundwasserkörper, wurden nicht herangezogen, da diese Aufgaben von den Fachbehörden bearbeitet werden. Der resultierende Kriterienkatalog bildet das Gerüst des „QS-Handlungskonzeptes“, das wiederum wesentlicher Bestandteil des „QS-Leitfadens“ ist. Da dieser den wesentlich neuen Kenntnisstand des Projektes beinhaltet und einer Veröffentlichung zugeführt werden soll, wurde er als eigenständiges, in sich geschlossenes Dokument erstellt. Kapitel 5 nimmt daher nur auf ihn Bezug und erläutert den inhaltlichen Zusammenhang zu den übrigen Arbeitspaketen.

Ebenfalls bedeutend ist der Rückfluss sämtlicher Daten und Informationen in die Datenbank, also nach HygrisC. Das wurde durch ein DV-Grobsollkonzept in AP 4 (s. Kapitel 6) gewährleistet, welches die Daten von AP 2 sowie das Konzept des AP 3 aufgreift. Für die zukünftige Umsetzung des neuen Kenntnisstandes auf das gesamte qualitative Messnetz wurde abschließend eine finanzielle und personelle Bedarfsabschätzung vorgenommen. Diese Bedarfsabschätzung ist umfassend als AP 5 in Kapitel 7 beschrieben.

Alle bei der Ist-Analyse und im Rahmen der Pilotierung erzielten Ergebnisse einschließlich der Handlungsempfehlungen pro Pilotmessstelle wurden dem LANUV nach Abschluss aller Arbeiten HygrisC-konform übergeben.

### 3. Arbeitspaket 1: Ist-Analyse des bestehenden WRRL-Grundwassergütemessnetzes

Die Ist-Analyse hinsichtlich des baulichen und funktionstechnischen Zustandes des bestehenden WRRL-Grundwassergütemessnetzes stellt die Grundlage für das Konzept für zukünftige Qualitätssicherungsmaßnahmen und für die quantitative und qualitative Bedarfsabschätzung zu erforderlichen qualitätssichernden Maßnahmen dar. Die Bedarfsabschätzung selbst ist wiederum eng verknüpft mit den im QS-Leitfaden postulierten Qualitätsanforderungen. Die Ist-Analyse zum gesamten WRRL-Grundwassergütemessnetz mündete in der Auswahl von Messstellen, die im Rahmen einer Pilotierung einer Eignungs- bzw. Funktionsprüfung unterzogen wurden. Bei der Auswahl der Pilotmessstellen spielten vorhandene Mängelfeststellungen eine große Rolle. Außerdem war eine „reibungarme“ Durchführbarkeit der jeweiligen Eignungsprüfung von Bedeutung.

An erster Stelle wird in diesem Kapitel zunächst eine allgemeine Übersicht zu den Stammdaten gegeben. Die folgenden Auswertungen basieren auf Datensätzen unterschiedlicher Aktualität und Qualität, da es im Laufe des Projektes einerseits einen erheblichen Kenntniszuwachs gab und z. B. die Archiv-Recherche zu Schichtenverzeichnissen und Ausbauplänen zeitlich gestaffelt erfolgte. Andererseits gab es bedingt durch den regulären Messstellenbetrieb auch Änderungen, so dass zum Projektanfang noch aktive Messstellen am Projektende bereits aus dem Messnetz ausgesondert worden waren. Die allgemeine Stammdatenanalyse selbst gibt in der Regel den Stand von Oktober 2017 wieder. Bei der Ist-Analyse wiederum wird der Stand von Februar 2016 abgebildet. Der damalige (Kenntnis-)Stand bildete die Basis für die Auswahl der Pilotmessstellen.

#### 3.1 Das WRRL-Grundwasserstands- und Grundwassergütemessnetz

Das WRRL-Grundwasserstands- und -gütemessnetz zählt aktuell 2647 Messstellen (s. Abbildung 3-1). Von den 2.650 Messstellen werden 1.087 Messstellen nur für die Messung und Auswertung

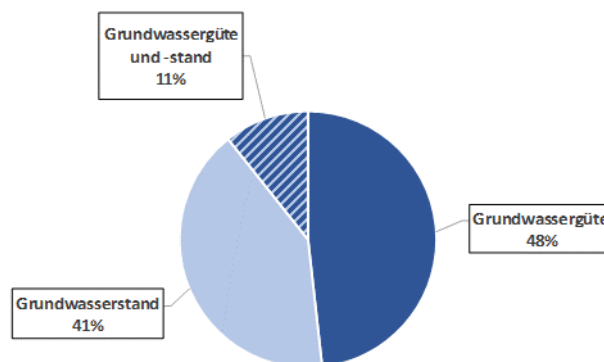


Abbildung 3-1: Struktur des Grundwassermessnetzes

des Grundwasserstands genutzt. Die Schnittmenge zwischen beiden Messnetzen besteht aus 283 Messstellen. Das Grundwassergütemessnetz, auf dem der Fokus der Ist-Analyse und Pilotierung liegt, umfasst aktuell (Stand Oktober 2017) insgesamt 1.560 planmäßig aktive Messstellen. Die Abbildung 3-2 gibt einen kartografischen Überblick über die Verteilung der Messstellen in den einzelnen hydrogeologischen Räumen Nordrhein-Westfalens. Auch dargestellt ist für jede Messstelle ihre

Messnetzzugehörigkeit. Es ist erkennbar, dass im Festgesteinsbereich die Messstellendichte im Vergleich zu dem Lockergesteinsbereich sehr viel geringer ist. Beim Grundwassergütemessnetz ist diese Dichte auch abhängig von der Gefährdung eines Grundwasserkörpers, die WRRL-Ziele nicht zu erreichen. Denn hieraus resultiert ein zusätzliches operatives Monitoring, das v. a. im Lockergesteinsbereich eine größere Dichte aufweist.

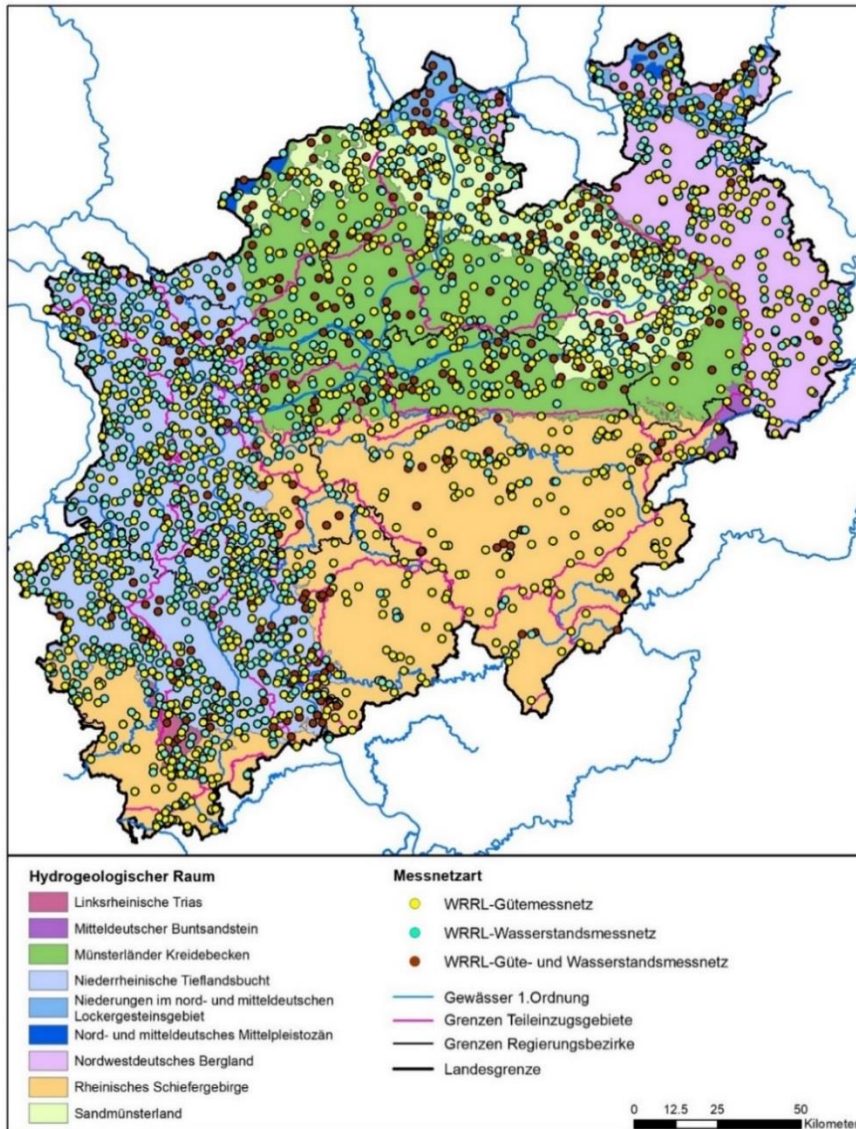


Abbildung 3-2: Regionale Verteilung der Messstellen des WRRL-Güte- und Wasserstandsmessnetzes

### 3.2 Stammdatenanalyse des WRRL-Grundwassergütemessnetzes

Das Grundwassergütemessnetz setzt sich aus 992 Grundwassermessstellen, 333 Vertikal-, Horizontal- bzw. Schachtbrunnen, 215 Quellen und Sickerstollen (zumeist Quellen) sowie und 20 „sonstigen“ Messstellen (z. B. Sammelschacht) zusammen. Es handelt sich zumeist um ältere Messstellen (s. Abbildung 3-3), das durchschnittliche Alter der Gütemessstellen - inkl. der Messstellen Dritter, die zumeist jünger sind - lag im Jahr 2016 bei 37 Jahren. Die regionale Verteilung der Grundwassergütemessstellen differenziert nach den verschiedenen Messstellenarten zeigt Abbildung 3-5. Vor

allein in den städtischen Ballungsgebieten Köln und Düsseldorf (Teileinzugsgebiete Rheingraben Nord) sowie entlang des Rheins ist landnutzungsunabhängig eine Tendenz zu einem Messstellenüberhang z. B. im Vergleich zum Rheinischen Schiefergebirge zu erkennen.

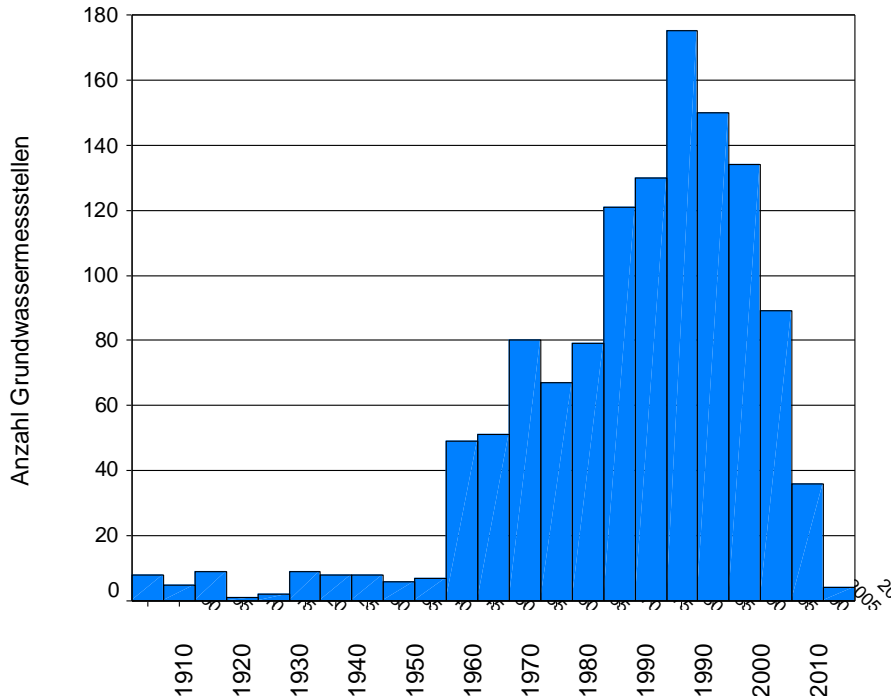


Abbildung 3-3: Baujahr der Messstellen des Gütemessnetzes, soweit Angaben vorlagen (Stand: 2016) (Stand: 2016, inkl. Messstellen Dritter)

Sowohl in den Hydrogeologischen Räumen Rheinisches Schiefergebirge als auch im Nordwestdeutschen Bergland und im südöstlichen Zipfel des Münsterländer Kreidebeckens dominieren Quellen und Brunnen, die zur Erhebung von qualitativen Grundwasserdaten dienen. Generell sind Brunnen jedoch über das gesamte Bundesland verteilt. Im Rahmen des WRRL-Monitorings werden verschiedene sogenannte Messprogramme unterschieden, z. B. die Programme Grundwasserüberwachung des Landes, Rohwasserüberwachung und sonstige Betreiber messstellen (s. Abbildung 3-4 ). Die Karte in Abbildung 3-5 zeigt die regionale Verteilung der Messstellen.

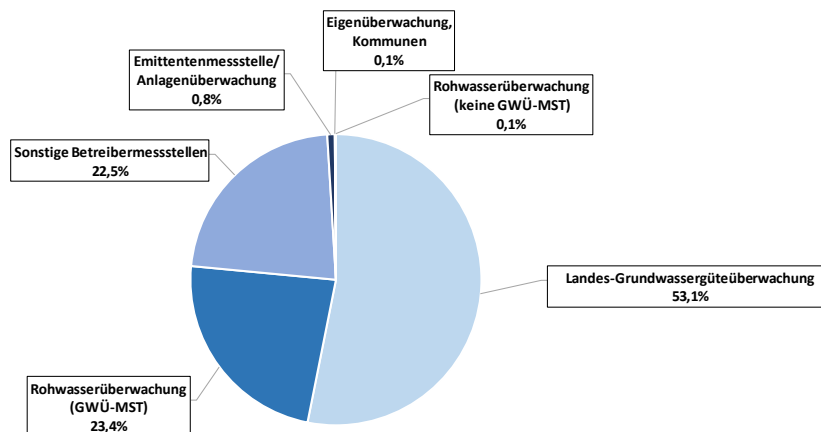


Abbildung 3-4: Messprogramme im Messnetz



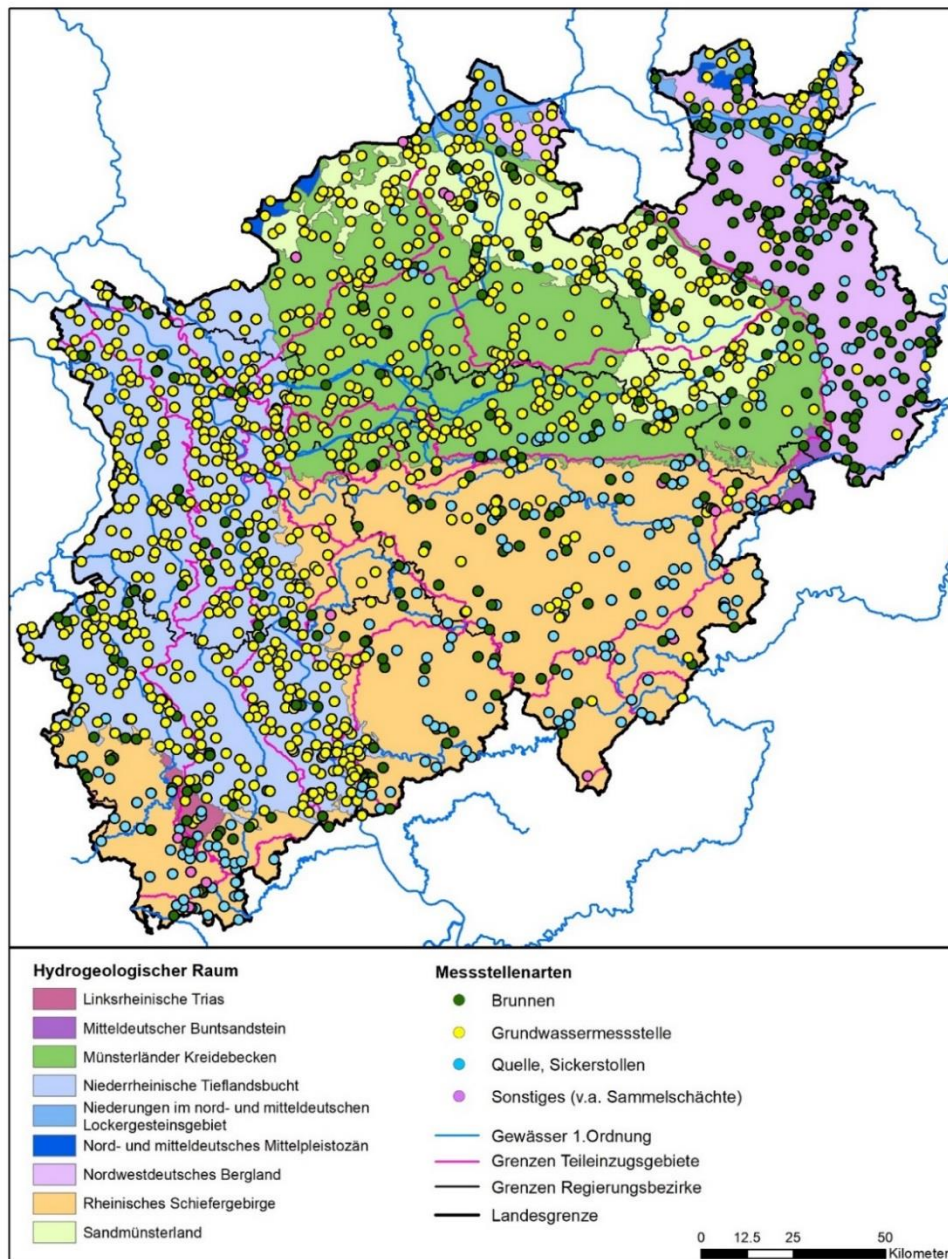


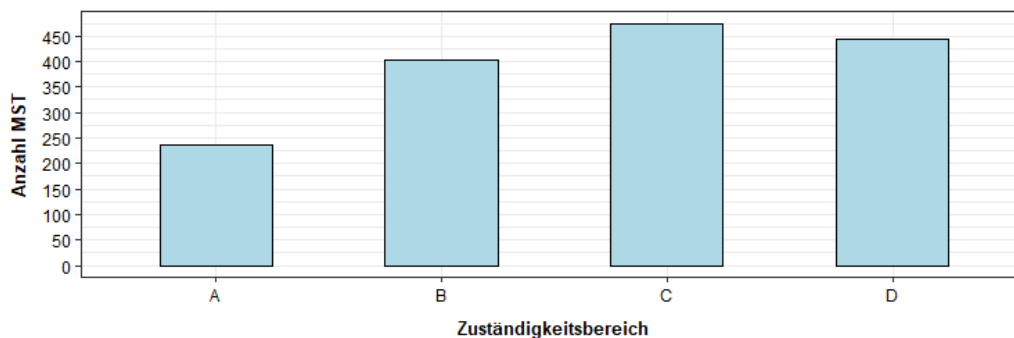
Abbildung 3-5: Regionale Verteilung der 1560 Messstellen des WRRL-Grundwassergütemessnetzes. Dargestellt sind die verschiedenen Messstellenarten. Der hydrogeologischen Einordnung der Lokalisation der Messstellen dienen sowohl die Hydrogeologischen Räume, als auch die Teileinzugsgebiete.

Etwa die Hälfte aller Messstellen (53%) gehört dem Programm Grundwassergüteüberwachung (landeseigen) an. Bei fast einem Viertel der Messstellen (23%) wird das Grundwasser über Rohwasserbrunnen gefördert. Ebenso viele Messstellen sind sonstige Betreiber messstellen und entsprechend ebenfalls nicht landeseigen. Der letzte Punkt deutet eine Untergliederung des Messnetzes in Bezug auf Aufgaben- und Verantwortungsbereiche an (u. a. Datenpflege, Messstellenbetrieb, Messnetzpflege). An dieser Stelle sei ein Überblick zu den Zuständigkeitsbereichen gegeben, da diese Unterteilung einerseits bei der Auswahl der Pilotmessstellen und der Vorbereitung der Pilotierung eine Rolle spielte. Andererseits wirkt sich die Zugehörigkeit von Messstellen zu einem bestimmten Zu-

ständigkeitsbereich entscheidend auf die Bedarfsabschätzung (vgl. Kapitel 7) aus. Zur weiteren Beschreibung der Aufgaben und Zuständigkeiten aller Beteiligten: LANUV, Bezirksregierungen und Untere Wasserbehörden (UWB) sei auf den QS-Leitfaden verwiesen.

Innerhalb dieses Projektes wurden **vier Zuständigkeitsbereiche** abgegrenzt, denen alphabetisch fortlaufend Buchstaben zugeordnet wurden. Landeseigene Messstellen, die auf öffentlichem Grund errichtet wurden und bei denen das LANUV für die Beprobung zuständig ist, werden dem **Bereich A** zugeordnet. Landeseigene Messstellen auf privatem Grund werden dem **Bereich B** zugeordnet. Bei diesen Messstellen ist z. B. ein Gestattungsvertrag erforderlich. Die Messstellenzahl beider Zuständigkeitsbereiche zusammen ergeben ungefähr 40% des gesamten Messnetzes.

Die **Zuständigkeitsbereiche C und D** umfassen Betreibermessstellen, wobei das LANUV nur für die Überwachung der Messstellen des Bereiches C zuständig ist. In der Regel werden die Messstellen des Bereiches C auch ausschließlich durch das LANUV betrieben, obwohl diese Messstellen Dritten gehören. Die Verantwortung für die Messstellen des Bereiches D liegt hingegen in der Regel bei den Bezirksregierungen. Auch die Stamm- und Beschaffensdaten kommen hier von Dritten. Beide Bereiche stellen jeweils 30% des Messnetzes dar. Konkrete Messstellenanzahlen der verschiedenen Zuständigkeitsbereiche sind in der Abbildung 3-6 dargestellt.



*Abbildung 3-6: Zugehörigkeiten der Messstellen zu den vier Zuständigkeitsbereichen (Zuständigkeitsbereich A und B sind im Eigentum des Landes. Die Messstellen des Zuständigkeitsbereiches A liegen auf öffentlichen, die des Zuständigkeitsbereiches B auf privatem Grund. Der Zuständigkeitsbereich C umfasst Messstellen Dritter, die jedoch durch das LANUV überwacht werden. Bei dem Zuständigkeitsbereich D handelt es sich ausschließlich um Betreibermessstellen, für die die Bezirksregierungen verantwortlich sind. Bei diesem kommen die Daten von Dritten.*

Im Weiteren wird eine Übersicht zu den Ausbaudaten einer Auswahl von Grundwassermessstellen und Brunnen gegeben. Die dargelegten Stammdaten beschränken sich auf eine Auswahl von Messstellen, deren Stammdaten im Rahmen eines parallel laufenden Projektes anhand von Originaldokumenten plausibilisiert und vervollständigt werden konnten (HYDOR 2017). Zudem wurden in diesem Projekt Daten neu erhoben, die bisher nicht in der Landesgrundwasserdatenbank HygrisC dokumentiert waren, aber bewertungsrelevant nach den im „Leitfaden Monitoring Grundwasser NRW“ (MUNLV 2008) beschriebenen Mindestanforderungen an Gütemessstellen sind. Auch lithologische und geohydraulische Angaben zum Grundwasserleiter im Filterbereich wurden aus den vorliegenden Schichtenverzeichnissen entnommen und entsprechend ausgewertet. Von den ungefähr 1.300

Grundwassermessstellen bzw. Brunnen des WRRL-Grundwassergütemessnetzes wurden im Ergebnis von 1.035 Messstellen die Stammdaten plausibilisiert und vervollständigt.

Bei 1.010 (98%) dieser Messstellenauswahl lagen Schichtenverzeichnisse vor. Aussagekräftige Ausbaupläne bzw. Angaben zu dem Rohrausbau, -material und zur Hinterfüllung (Filterkies, Tonsperrschicht, oberirdische Abdichtung) lagen bei 454 Messstellen (44%) vor. Bei 566 Messstellen (55%) waren diese Angaben nicht vollständig. Bei einer geringen Anzahl von 38 Messstellen (4%) lagen keine dieser Angaben vor. Die nachfolgenden Auswertungen basieren auf ungefähr 790 Grundwassermessstellen, 210 Brunnen (12 davon Schachtbrunnen) und drei Sammelschächten. Zusätzlich waren 35 mehrfach verfilterte Messstellen in die Auswertung einbezogen.

In Abbildung 3-7 sind die Einbaulängen von annähernd 980 Messstellen in einem Histogramm dargestellt. Der Mittelwert der Einbaulängen beträgt 27 m u. ROK und der Maximalwert liegt bei 419 m u. ROK. Der Median von 17 m u. ROK zeigt an, dass die Mehrheit der Messstellen relativ flach ausgebaut ist. Zirka 100 Messstellen zeigen eine Tiefe von mehr als 60 m u. ROK.

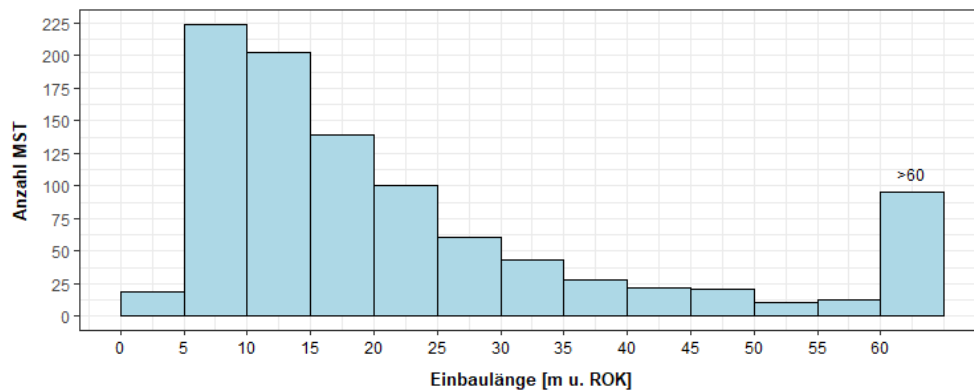


Abbildung 3-7: Histogramm der Einbaulängen in m u. ROK für ca. 980 Messstellen

Flach ausgebaute Messstellen befinden sich in der Regel im Lockergesteinsbereich. Insgesamt bei 73 % der Messstellen befindet sich der Filterausbau im Lockermaterial. Diese Zahl korrespondiert auch mit der oben beschriebenen Verteilung der Einbaulängen. Es sei darauf hingewiesen, dass im Braunkohlerevier z. T. größere Einbautiefen infolge der künstlichen Absenkungen des Grundwasserspiegels notwendig sind. Wie die Abbildung 3-8 zeigt, weisen die Brunnen die größten

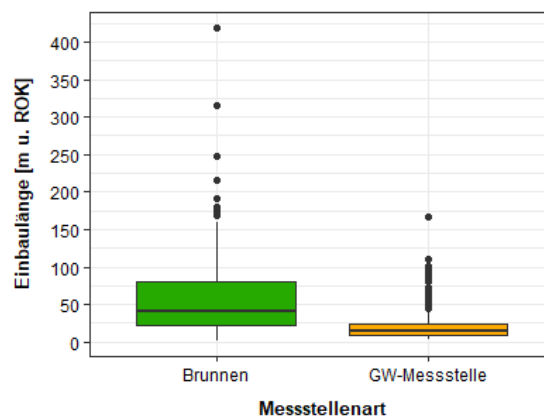


Abbildung 3-8: Einbaulängen von Brunnen und Grundwassermessstellen

Einbaulängen auf. Im Mittel haben die Brunnen eine Tiefe von fast 60 m. Im Gegensatz dazu liegt die mittlere Einbaulänge von Grundwassermessstellen bei nur 19 m u. ROK. Die Messstellenarten sind in Bezug auf die Einbaulängen signifikant voneinander verschieden.

Auch bei der Analyse der Filtermitten, die sich aus der Differenz der Filterunterkante und der Hälfte der Filterstreckenlänge ermitteln lassen, zeigt sich, dass sich diese im Mittel bei 20 m u. GOK (Median: 11.5 m u. GOK) bewegen. Die Verteilung der Filtermitten in Abbildung 3-9 ähnelt stark der Verteilung der Einbaulängen.

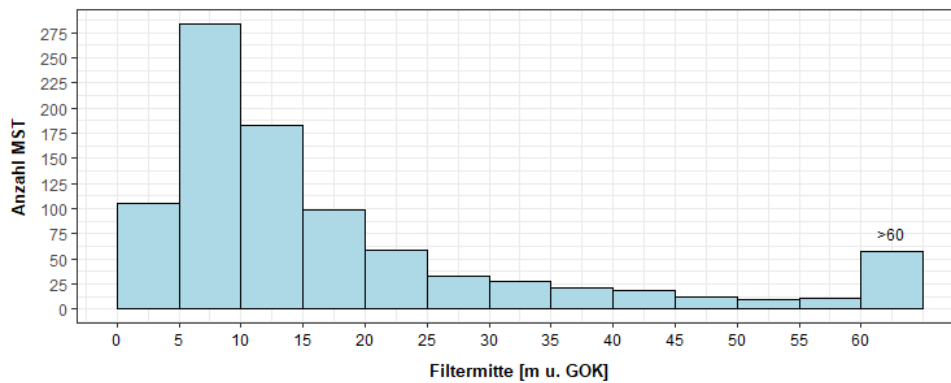


Abbildung 3-9: Mittlere Filtertiefen in m u. GOK für 920 Messstellen

Abbildung 3-10 zeigt eine hohe Spannweite der Filterstreckenlängen im Messnetz.

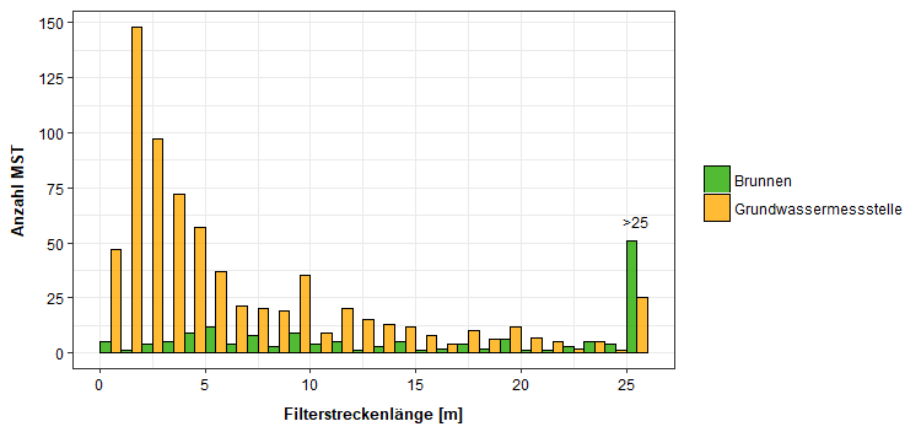


Abbildung 3-10: Filterlängen für ca. 865 Messstellen

Der Median der Filterstreckenlänge befindet sich bei 5 m - der Mittelwert hingegen schon bei 11 m. Eine statistische Auswertung hat – in Analogie zu den Einbaulängen – gleichfalls einen signifikanten Unterschied zwischen der Messstellenart Grundwassermessstelle und Brunnen ergeben (s. Abbildung 3-11). Dieses Ergebnis deckt sich auch mit der Darstellung im Histogramm: Filterstreckenlängen zwischen 100 und 500 cm werden mehrheitlich durch Grundwassermessstellen vertreten. Bei den Brunnen sind verhältnismäßig häufiger lange Filterstrecken zu finden. Aus der Abbildung 3-11 geht zudem hervor, dass es für Brunnen auch einen signifikanten Unterschied zwischen dem Fest- und Lockergesteinsbereich gibt. Im Festgestein sind i.d.R. lange Filter (> 25 m) eingebaut. Fast 290 Messstellen haben eine Filterstreckenlänge von mehr als 5 m. Davon entfallen ungefähr 30 % auf Festgesteinsgebiete.

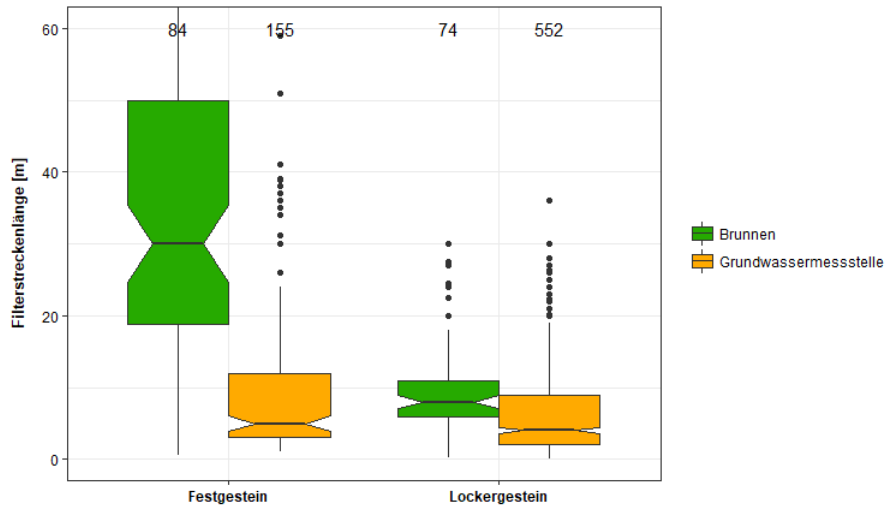


Abbildung 3-11: Filterlänge pro Messstellenart und Gesteinsausprägung im Filterbereich

Neben den beschriebenen Ausbaudaten ist die Analyse des Ausbaudurchmessers und Bohrl Lochdurchmessers von Interesse. Der Ausbaudurchmesser richtet sich nach der Messstellenaufgabe. Der erforderliche Bohrl Lochdurchmesser wird durch den geplanten Ausbaudurchmesser und die hydrogeologischen Verhältnisse bestimmt. Das Verhältnis zwischen Ausbau- und Bohrl Lochdurchmesser ist in Abbildung 3-12 in Abhängigkeit von der Messstellenart abgetragen.

Die Ausbaudurchmesser der Grundwassermessstellen liegen gehäuft bei 50, 100, 115 und 125 mm. Die Brunnen weisen mehrheitlich einen Ausbaudurchmesser von 200 und 400 mm auf. Entsprechend liegen die Bohrl Lochdurchmesser der Grundwassermessstellen bei maximal 600 mm und die der Brunnen bei maximal 1300 mm (von wenigen Ausnahmen abgesehen).

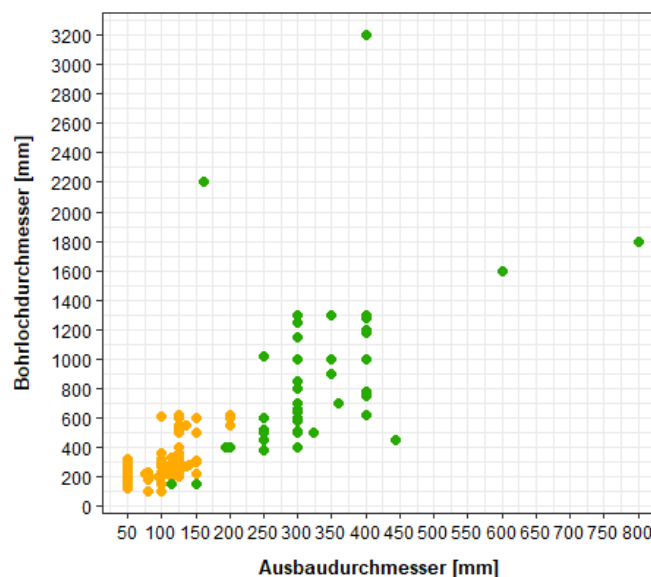


Abbildung 3-12: Verhältnis Ausbau- zu Bohrl Lochdurchmesser bei Brunnen (grün) und Messstellen (gelb)

Zuletzt soll an dieser Stelle nach der Analyse der Ausbaudaten ein kurzer Einblick in die petrographischen und geohydraulischen Verhältnisse im Filterbereich gegeben werden. Dafür sind in Abbil-

dung 3-13 die Durchlässigkeitsbeiwerte von ungefähr 940 Messstellen in einem Histogramm dargestellt. Die Durchlässigkeitsbeiwerte selbst wurden über die Angaben zur Petrographie im Filterbereich sowohl für einen Messstellenausbau im Lockergestein als auch im Festgestein nach den Tabellenwerten von Anhang 5 des QS-Leitfadens abgeleitet. Aus der Grafik geht hervor, dass ungefähr 40 % der Messstellen in einem Material ausgebaut sind, welches einen Durchlässigkeitsbeiwert von einem mittelsandigen Feinsand oder geringer aufweist. Von diesem Anteil sind wiederum 40 % (160 MST) in einem Material mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von weniger als  $5 \times 10^{-5}$  m/s ausgebaut. Das sind in der Regel Messstellen, deren Filter in einem Material ähnlich dem Schluff, Tonstein oder Mergelstein lokalisiert sind. Wie schon erwähnt, liegen die Filterbereiche bei fast drei Viertel aller Grundwassermessstellen und Brunnen überwiegend im Lockersediment.

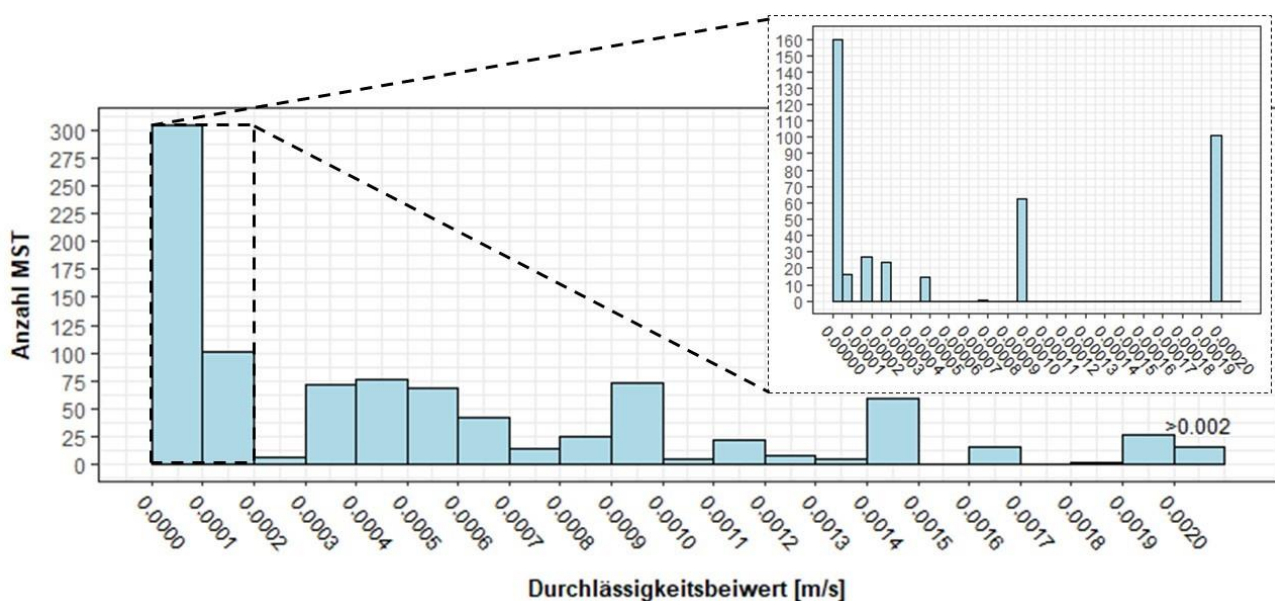


Abbildung 3-13: Anhand der Lithologie im Filterbereich abgeleiteter Durchlässigkeitsbeiwert

### 3.3 Ist-Analyse zum baulichen Zustand und zur Auswahl der Pilotmessstellen

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt die allgemeinen Stammdaten zu den Messstellen des Grundwassergütemessnetzes beschrieben worden sind, liegt der Fokus im Folgenden auf der Analyse des Ist-Zustandes zum Zeitpunkt des Projektbeginnes (März 2016). Auf Grundlage dieser Analyse wurden Kriterien herausgearbeitet, die in der Selektion von Messstellen für die Pilotierung mündeten. Die Erarbeitung der Grundlage für die geforderte Bedarfsanalyse war ein weiteres Ziel der Ist-Analyse. Die Selektionskriterien für die Pilotierung strukturieren diesen Abschnitt.

#### 3.3.1 Datenbasis

Basis für diese Auswertung bildete das im März 2016 1.581 planmäßig aktive Messstellen umfassende Grundwassergütemessnetz. Erste Stammdaten zu diesen Messstellen wurden als Excel-Tabelle übergeben. Die Gesamtzahl von 1.581 setzte sich aus 1.008 Grundwassermessstellen, 338 Brunnen (davon 38 Schachtbrunnen), 218 Quellen bzw. Sickerstollen (Anzahl davon: 16) und 17 Messstellen, die unter Sonstiges subsummiert wurden (i.d.R. Sammelschächte), zusammen. Aus

einer zusätzlich gelieferten Datenmaske (als Access-Datei vorliegend) von der HygrisC-Datenbank konnten zu allen Messstellen weitere Stammdaten abgerufen werden. Die Verknüpfung erfolgte über die neunstellige Messstellennummer (bzw. LGD-Nummer), über die jede Messstelle eindeutig identifiziert werden kann. Auswertungsrelevante Informationen zu den Messstellen wurden extrahiert und danach in einer separaten Excel-Tabelle zusammengestellt.

Zu den ausgewählten Grundwassermessstellen wurden im Laufe des Projektes zudem sogenannte Probennahmeakten (als pdf-Dokument) übergeben, die neben allgemeinen Stammdaten (zu Lage und Ausbau) auch die Vor-Ort-Ergebnisse der letzten Probennahme enthielten und in der Regel auch Ganglinien zum Wasserstand. Zusätzlicher Bestandteil dieser Akten ist ein Lageplan und soweit digital (in HygrisC) vorliegend ein Schichtenverzeichnis und/oder Ausbauplan. Des Weiteren waren in den Probennahmeakten auch Unterlagen zu durchgeführten Nivellierungen, Abnahmeprotokollen etc. beigelegt, soweit diese in Archiven recherchiert werden konnten. Darüber hinaus wurden auch die Probennahmedaten der vergangenen Jahre zur Verfügung gestellt.

Zudem lagen seitens des LANUV verschiedene Listen vor (Stand Februar 2016), die messstellenkonkret diverse Auffälligkeiten an betroffenen Messstellen beschrieben. Diese Listen, durch welche die Messstellen gleichzeitig in Fallgruppen eingestuft werden konnten und aus denen sich für die Pilotauswahl Selektionskriterien herauskristallisierten, werden nachfolgend mit aufgeführt. Außerdem wird gleichzeitig die Bearbeitung und Anwendung der Listen beschrieben.

Einleitend ist anzumerken, dass sich die nachfolgend beschriebenen Auswertungen bereits auf eine Vorauswahl an Messstellen beziehen, denn es wurde frühzeitig im Projektverlauf festgelegt, dass nur Messstellen aus dem WRRL-Gütemessnetz auf ihre Eignung und Funktion hin geprüft werden können, die durch das LANUV überwacht werden und entsprechend in die Zuständigkeitsbereiche A bis C fallen (s. Abbildung 3-6 ).

Da 476 Messstellen nicht in den Zuständigkeitsbereich des LANUV fielen, begrenzte sich die Auswahl auf 1.105 anhand von verschiedenen Kriterien zu analysierenden Messstellen. Die Lokalisation dieser Messstellen ist der Abbildung 3-14 zu entnehmen. Die annähernd 500 Betreibermessstellen, die nicht durch das LANUV überwacht werden, treten gehäuft im Nordosten sowie wie Südwesten des Bundeslandes auf (v.a. Teileinzugsgebiete: Weser NRW, Maas Nord NRW, Rheingraben Nord, Erft).

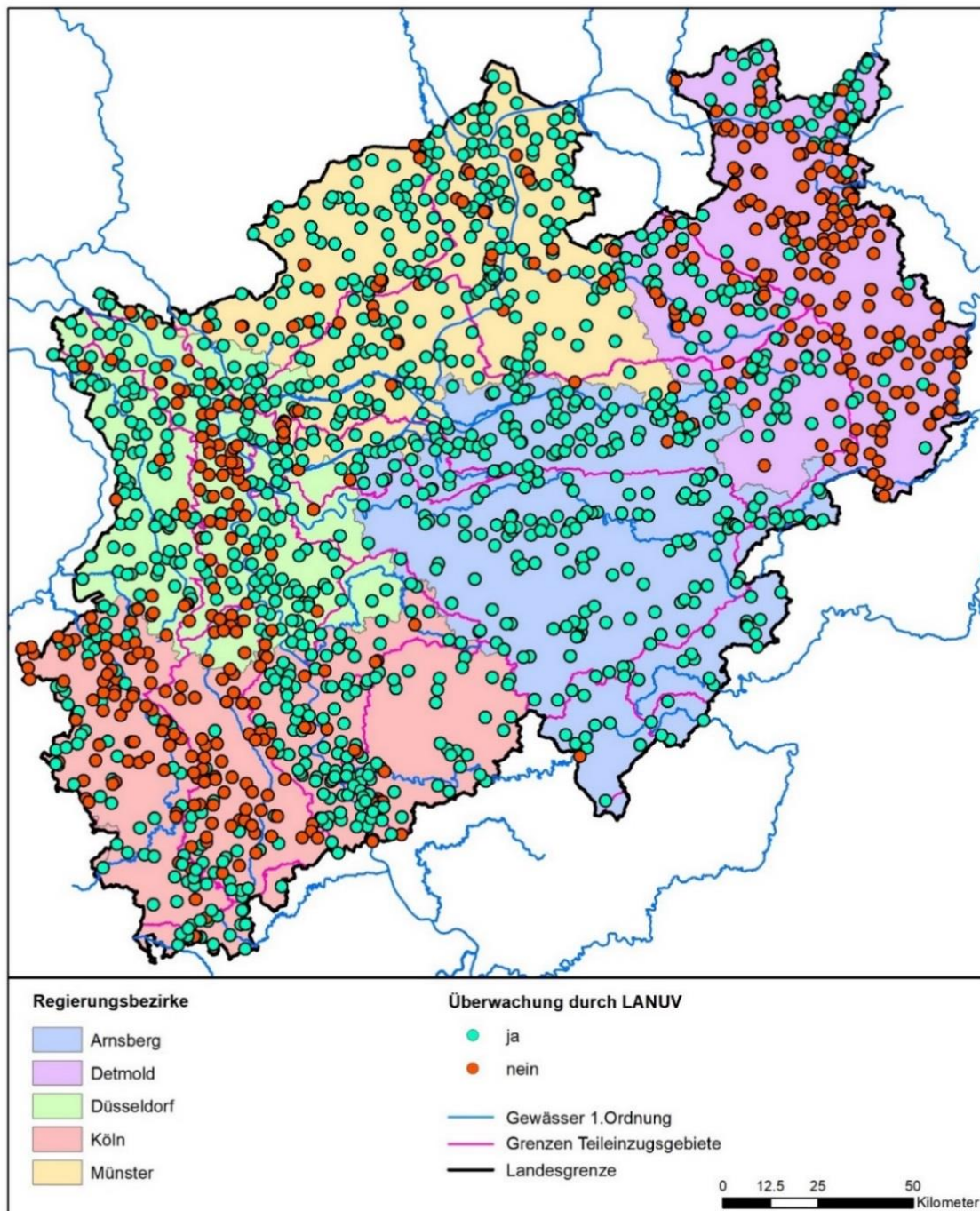


Abbildung 3-14: Regionale Verteilung der vom LANUV überwachten Messstellen

Mit dem Ziel, eine Auswahl an Pilotmessstellen festzulegen, wurde jede Messstelle über die verschiedenen Kriterien in eine der drei folgenden Kategorien eingestuft:

- 1) in der Auswahl für die Pilotierung;
- 2) nicht in der Auswahl (für die Pilotierung);
- 3) nicht für die Pilotierung geeignet.

Nicht für die Pilotierung geeignet waren Messstellen, an denen eine Eignungs- bzw. Funktionsprüfung aus technischen Gründen schwer möglich oder nicht wirtschaftlich gewesen wäre.



### 3.3.2 Messstellen des EUA-/ Nitratmessnetzes

Alle 111 Messstellen des EUA-/ Nitratmessnetzes wurden für die Pilotierung vorgeschlagen, da diese Messstellen langfristig erhalten bleiben sollten und daher auf ihre Funktionstüchtigkeit zu prüfen waren. Die Auswahl dieser Messstellen erfolgte unabhängig von vorhandenen bereits festgestellten Auffälligkeiten. Von dieser Anzahl wiesen 26 Messstellen eine oder mehrere der unter den Punkten 3.3.7, 3.3.8, 3.3.9 und 3.3.11 aufgeführten Merkmale auf. Überwiegend waren diese Messstellen von organoleptischen Auffälligkeiten oder Problemen bei der Probennahme betroffen. Die restlichen 85 Messstellen, bei denen bisher keine Auffälligkeiten festgestellt worden waren, sollten auch als Positivbeispiele in die Pilotierung aufgenommen werden.

### 3.3.3 Bauart Messstelle

Da das Hauptaugenmerk der Pilotierung auf den Grundwassermessstellen lag, wurden von der Pilotierung alle Quellen ausgeschlossen, die nicht Bestandteil des EUA-/Nitratmessnetzes waren (Anzahl: 146). Anhand der ausgewählten 26 Quellen sollten Qualitätssicherungskriterien für Quellen spezifiziert und in der Praxis erprobt werden.

### 3.3.4 Ausreichender Ausbaudurchmesser

Gemäß Monitoring-Leitfaden für das Grundwasser in Nordrhein-Westfalen (MUNLV, 2008) liegt der Mindestinnendurchmesser für eine Grundwassermessstelle bei 50 mm (2“). Dies deckt sich auch mit den Empfehlungen des AK GWB (2012): Von diesem wird ein Mindestdurchmesser von 100 mm für Messstellen zur Beschaffenheitsuntersuchung festgelegt. Eingeschränkt wird für flache Messstellen (Einbautiefen bis 10 m) auch ein Mindestdurchmesser von 50 mm aus Kostengründen als zulässig betrachtet. Diese Festsetzung steht im Zusammenhang mit der Pumpengängigkeit. Daher wurden 14 Messstellen, deren Innendurchmesser kleiner 50 mm ist, für die Pilotierung als ungeeignet eingestuft. Multi-Level-Messstellen bilden zwar in Bezug auf diese Regelungen eine Ausnahme. Dennoch waren diese Messstellen aufgrund des komplexen Beprobungsverfahrens für die Pilotierungsarbeiten nicht geeignet. Bei 99 Messstellen war der Ausbaudurchmesser nicht bekannt. 37 zählten einen Ausbaudurchmesser von 50 mm und 755 Messstellen wiesen einen Ausbaudurchmesser größer oder gleich 100 mm auf (s. Abbildung 3-15).

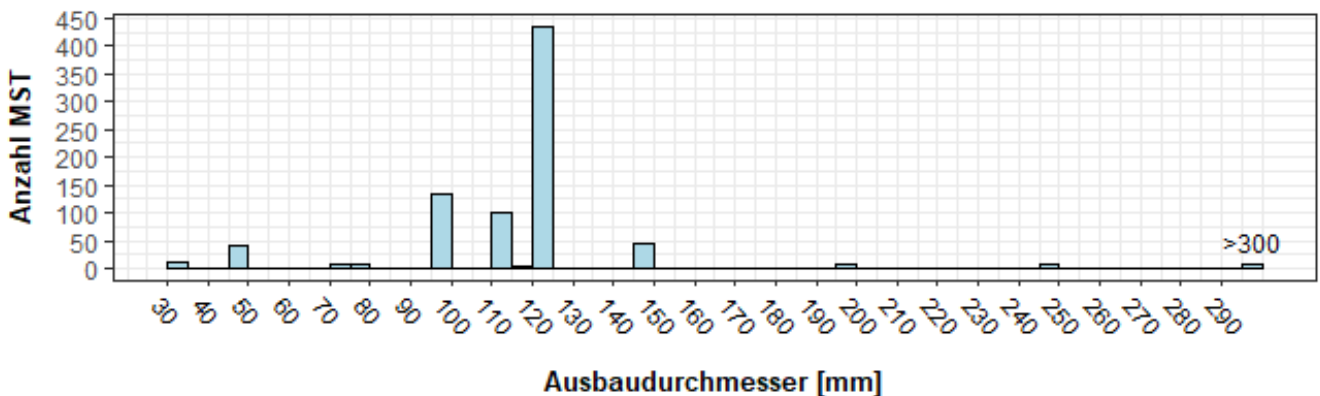


Abbildung 3-15: Histogramm der Ausbaudurchmesser in mm für 830 Messstellen.

### 3.3.5 Ausreichende Filterstrecke

Die Filterrohrlänge orientiert sich an der Zweckmäßigkeit der Grundwassermessstelle, der Teufenlage und der Mächtigkeit des zu beobachtenden Grundwasserleiters. In der Regel sollte die Filterstrecke 2 bis 5 m betragen (DVGW 2003b). Durch den AK GWB (2012) wurde für flachere Grundwasserleiter eine minimale Filterstreckenlänge von 1 m eingeräumt. Auch hier bilden Multi-Level-Messstellen Ausnahmen, da ihre Filterstrecken Längen von nur 20 cm aufweisen. Für die Pilotierung fanden sie keine Berücksichtigung (wegen des komplexen Beprobungsverfahrens). Daher wurden Messstelle mit einer Filterrohrlänge, die geringer als 1 Meter war, als für die Pilotierung nicht geeignet eingeordnet. Insgesamt für 16 Messstellen war eine Filterstreckenlänge von weniger als ein Meter verzeichnet und 107 Messstellen wiesen eine Filterstreckenlänge von weniger als 2 m auf.

### 3.3.6 Ausreichende Wassersäule für Probennahme

Für die Beprobung einer Grundwassermessstelle ist eine Mindestwassersäule erforderlich, um die Unterwasserpumpe beim Einsatz nicht zu beschädigen. Deshalb wurde eine Mindestwassersäule von 20 cm festgelegt. Die Wassersäule während der Probennahme wurde über die Differenz zwischen Einbaulänge und abgesenktem Wasserspiegel definiert. Dafür wurde der Mittelwert des abgesenkten Wasserspiegels während der Beprobungen im Zeitraum 2010 bis 2016 berechnet. Nur vier Messstellen erfüllten dieses Kriterium nicht (s. Abbildung 3-16).

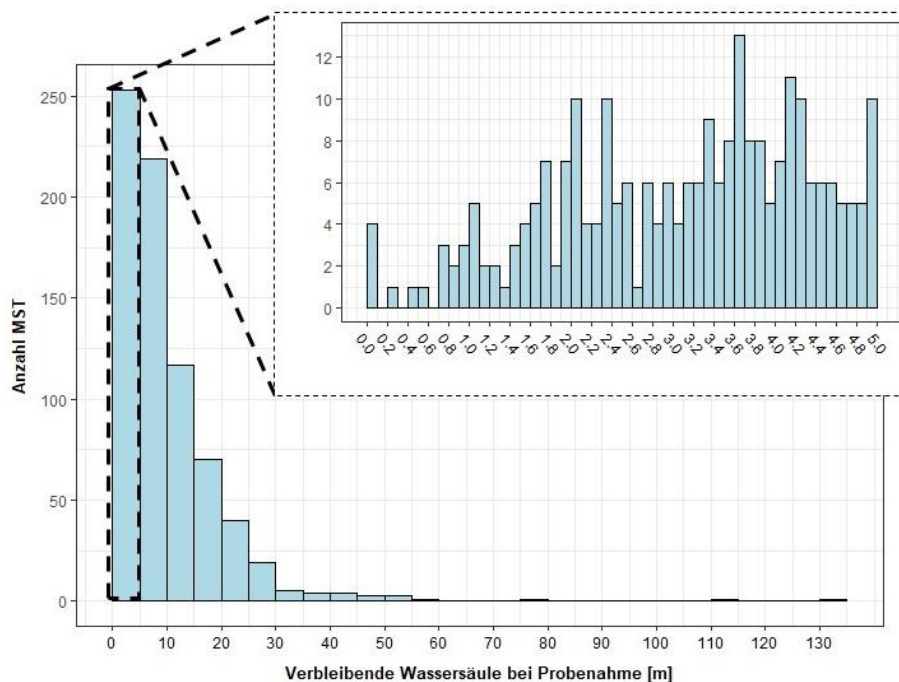


Abbildung 3-16: Histogramm zur verbleibenden Wassersäule bei der Probennahme in m. Die Wassersäule ist über die Differenz der Einbaulänge und dem mittleren abgesenkten Wasserspiegel berechnet worden.

### 3.3.7 Gravierende Probleme bei der Probennahme im Jahr 2015

Der jährliche Soll-Ist-Abgleich, der seitens des LANUV u. a. zur Bilanzierung von Probennahmeabbrüchen vorgenommen wird und bei dem im Falle eines Probennahmeabbruchs auch Gründe hierfür

aufgeführt werden, resultierte im Jahr 2015 in einer Anzahl von 94 Messstellen, zu denen ein Probennahmeabbruch mit Aufführung des Grundes dokumentiert war. In Bezug auf die 1581 aktiven Messstellen handelte es sich insgesamt um 83 Messstellen mit verschiedenen Angaben zum Abbruch. Teils waren bereits Lösungsvorschläge aufgeführt. Ein häufiger Abbruchgrund war ein geringer bis fehlender Nachlauf bei Grundwassermessstellen oder Brunnen und eine geringe bis fehlende Schüttung bei Quellen. Ein anderer Grund einer nicht durchgeführten Probennahme war z. B. der fehlende Zugang. Da der zuletzt angeführte Grund in der Regel ein temporäres leicht lösbares Problem darstellte, wurde jeder einzelne Grund nach dem Handlungsbedarf gewichtet. Nur Messstellen, deren Abbruchgrund eine Funktionsbeeinträchtigung der Messstelle selbst implizierte (z. B. geringer Nachlauf, Fremdkörper, Auflandung), wurden also mit *prioritär* gekennzeichnet. Das betraf 28 Grundwassermessstellen, 2 Brunnen, 17 Quellen und einen Sickerstollen.

### 3.3.8 Organoleptische Auffälligkeiten 2010 bis 2016

Die organoleptischen Parameter *Trübung*, *Farbe* und *Geruch* sowie *Bodensatz* in der Probe können Indikatoren für einen bautechnischen Mangel, eine standortbedingte Beeinflussung oder auch altersbedingte Änderungen im Messstellenkörper sein. Das LANUV hatte 2015 eine Liste mit 265 Messstellen zusammengestellt, bei denen in dem Probennahmezeitraum 2013 bis 2015 organoleptische Auffälligkeit (bzw. Bodensätze) registriert waren. Die Ausprägungen der einzelnen organoleptischen Parameter waren sehr unterschiedlich. Bei weiteren 133 Messstellen gab es u. a. Hinweise auf organoleptischen Auffälligkeiten (als Kommentare). Um ein differenziertes und aussagekräftiges Bild zu der Kategorie „Organoleptische Auffälligkeiten“ zu erhalten, wurden die Einzelproben des Zeitraumes 2010 bis 2016 für 325 Messstellen ausgewertet.

Von dieser weiteren Detail-Analyse ausgeschlossen wurden Messstellen, die bereits aufgrund der erwähnten Kriterien als nicht für die Pilotierung geeignet eingestuft worden waren. Die organoleptischen Ausprägungen wurden nach Dringlichkeit gewertet. Demnach wurden Messstellen, deren Proben eine mittlere bis starke Trübung, eine frequentierte auffällige Färbung oder einen ebensolchen Geruch aufzeigten, mit erhöhter Dringlichkeit für die Funktionsprüfung vorgeschlagen. Gleiches galt für Messstellen, die über mehrere Jahre verschiedene Auffälligkeiten aufwiesen. Messstellen, bei denen Auffälligkeiten einmalig oder vor Jahren vorlagen, und bei denen seitdem zumindest für die letzte Beprobung keine weiteren Auffälligkeiten registriert wurden, wurden nicht als problembehaftet für die Pilotierung ausgewählt. Dies betraf 140 der Messstellen, deren Probennahmedaten ausgewertet wurden. Als „besonders dringlich“ wurden 147, als „dringlich“ 37 Messstellen bewertet.

### 3.3.9 Nicht erfolgreiche Auffülltests 2014 bis 2015

Auffülltests können über die Betriebstauglichkeit einer Grundwassermessstelle Aufschluss geben, da man dadurch die hydraulische Anbindung der Messstelle an den Grundwasserleiter bewerten kann. Im Unterschied zum Pumpetest wird bei diesem Verfahren Wasser in die Messstelle eingefüllt. Danach wird für einen beschränkten Zeitraum beobachtet, wann und ob sich der Ausgangszustand (Ruhewasserspiegel) einstellt. In den Jahren 2014 und 2015 wurden bei 370 Messstellen der vom

LANUV überwachten WRRL-Gütemessstellen durch das LANUV Auffülltests durchgeführt und deren Ergebnisse dokumentiert (erfolgreich, nicht eindeutig, nicht erfolgreich). In den Fällen, für die zu den Auffülltests in den Messstellendokumenten Protokolle vorlagen, wurden die Durchführung und der Ergebnisvermerk des Auffülltests überprüft. Bei wenigen Tests wurde festgestellt, dass der Test nicht korrekt durchgeführt worden war, weil z. B. nicht abgewartet wurde, bis der Ruhewasserspiegel wieder erreicht wurde. Dann wurde das bisher positive Ergebnis angezweifelt und in die Ergebniskategorie „kritisch“ umgewandelt. Insgesamt waren 41 Auffülltest mit der Kategorie „nicht erfolgreich“ oder „nicht eindeutig“ bewertet.

### 3.3.10 Messstelle trocken im Zeitraum 2010 bis 2016

Weiterhin lag eine Liste mit Gütemessstellen vor, für die durch Wasserstandsmessungen im Zeitraum 2010 bis 2016 ein Trockenfallen der Messstelle registriert werden konnte. Es ist jeweils die Häufigkeit des Trockenfallens pro Jahr angegeben. Beispielhaft ist in der Abbildung 3-17 der Wasserstand für eine Messstelle abgebildet, die seit 2000 mehrmals trockengefallen ist.

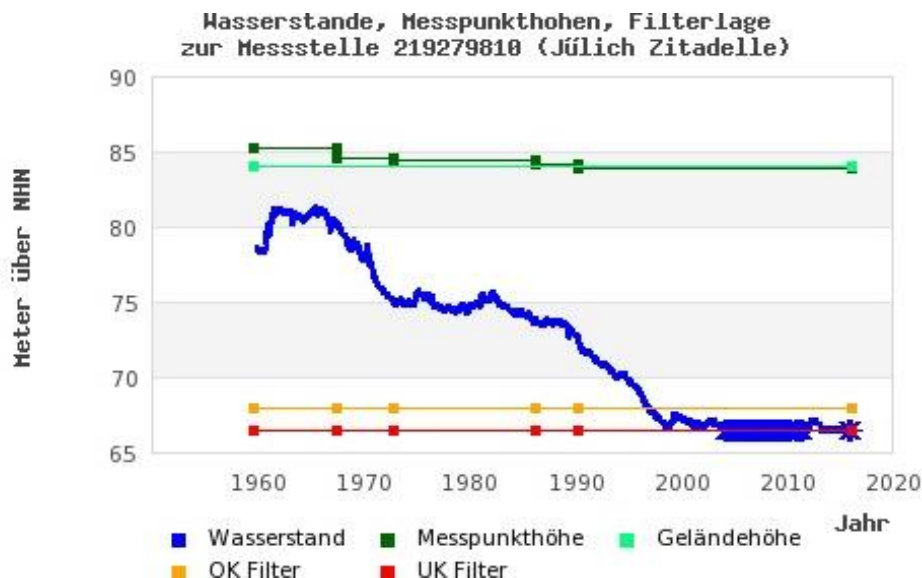


Abbildung 3-17: Wasserstandsmessung an der Messstelle 219279810 „Jülich Zitadelle“ (Abbildung ist ein Auszug aus dem Messstellendokument).

Dabei handelt es sich um eine Messstelle, die dem Sumpfungseinfluss in Zusammenhang mit dem Braunkohlentagebau unterliegt. Für den Zeitraum 2010 bis 2016 wurde ein Trockenfallen in 63 Fällen gemessen. Insgesamt waren 14 Messstellen (davon nur 4 Messstellen, die durch das LANUV überwacht werden) von einem einmaligen bis mehrmaligen Trockenfallen betroffen. Eine trockene Grundwassermessstelle kann ihren Zweck nicht erfüllen, da eine Probennahme bzw. die Messung des Grundwasserstandes nicht möglich sind. Auch wenn das Trockenfallen temporär ist, führt dieses Phänomen zur Beschleunigung von Alterungsprozessen (Verockerung). In NRW sind v. a. Messstellen im Sumpfungsbereich des Braunkohlereviere betroffen. Zunächst wurden für die Pilotierung nur Messstellen vorgeschlagen, die mehr als fünfmal im angegebenen Zeitraum trockenfielen (Anzahl: 2). Inhaltlich deckt sich diese Kategorie jedoch mit dem Selektionskriterium „Filterbelüftung bei Ruhewasserspiegel“ (vgl. Kap. 3.3.14). Durch letztgenanntes Kriterium wurden diese Messstellen

nachgeschaltet als nicht für die Pilotierung geeignet eingeordnet. Das Thema „Trockenfallen einer Messstelle“ wurde als ein eigenständiger Punkt angeführt, um gesondert auf diese Problematik hinzuweisen.

### **3.3.11 Provisorische Messstellen (Rheinland)**

In den Jahren 2014 und 2015 wurden laut Liste des LANUV 71 Messstellen neu in das Messnetz aufgenommen bzw. für das Grundwassergütemessnetz vorgeschlagen, deren Eignung zum damaligen Zeitpunkt noch nicht geprüft worden war. Ein weiteres Augenmerk bei der Analyse lag auf den Messstellen im Rheinland, welches die Regierungsbezirke Köln und Düsseldorf umfasst. Aufgrund des Personalmangels konnte in diesen Regierungsbezirken einige Zeit keine optimale Messnetzbetreuung durch das LANUV gewährleistet werden. Insgesamt waren in diesem Landesteil 20 Messstellen, die in den Zuständigkeitsbereich des LANUV gehören, ohne vorgeschaltete Eignungsprüfung in das Messnetz aufgenommen bzw. vorgeschlagen worden.

### **3.3.12 Eignung behelfsweise aufgenommenener Messstellen (Münsterland)**

Neben den Messstellen, an denen eine Eignungs- und Funktionsprüfung durchzuführen ist, gibt es auch einige Messstellen, die behelfsweise im Zeitraum 2005 bis 2007 in das WRRL-Gütemessnetz integriert wurden. In der Regel handelte es sich dabei um Betreibermessstellen, die zur Wasserstandsbeobachtung erbaut worden waren. Diese Messstellen waren schon damals unter Vorbehalt aufgenommen worden und mit dem Hinweis „als Gütemessstelle eigentlich ungeeignet“ versehen. Dieser Fallgruppe sind 47 Messstellen zugeordnet, die durch das LANUV überwacht werden. Für die Pilotierung wurden nur solche Messstellen ausgewählt, die noch andere Merkmale wie z. B. organoleptische Auffälligkeiten aufwiesen (Anzahl: 27).

### **3.3.13 Filterbelüftung bei Probennahme**

Generell ist eine Belüftung der Filterstrecke bei einer Grundwassermessstelle zu vermeiden, da hierdurch, wie bereits erwähnt, der Alterungsprozess beschleunigt wird. Eine Verockerung der Messstelle kann in Abhängigkeit des Schweregrades Auswirkungen auf die Vor-Ort-Parameter und organoleptischen Parameter haben. Daher wurde bei einer Auswahl von Messstellen geprüft (Anzahl: 642), inwiefern mehr als 25 % der Filterstrecke bei einem abgesenkten Wasserspiegel während der Probennahme belüftet ist. Diese Analyse beschränkte sich auf Messstellen der Bauart „Grundwassermessstelle“, bei denen plausible Einträge zur Filteroberkante vorlagen und ein mittlerer abgesenkter Wasserspiegel für den Zeitraum 2010 bis 2016 ermittelt werden konnte. Zudem wurden nur Messstellen analysiert, die durch das LANUV überwacht werden. Für die Berechnung wurde die Differenz zwischen Filteroberkante und abgesenktem Wasserspiegel ins Verhältnis zur Filterstreckenlänge gesetzt. Für 642 Grundwassermessstellen wurde auf diese Weise der prozentuale Anteil der Filterbelüftung ermittelt. Im Ergebnis kam es bei 37 % dieser Messstellen zu einer Filterbelüftung. Ein Histogramm zu diesen Messstellen zeigt Abbildung 3-18. Von einer Filterbelüftung größer oder gleich 25 % während der Probennahme sind 95 Messstellen (15 %) betroffen.

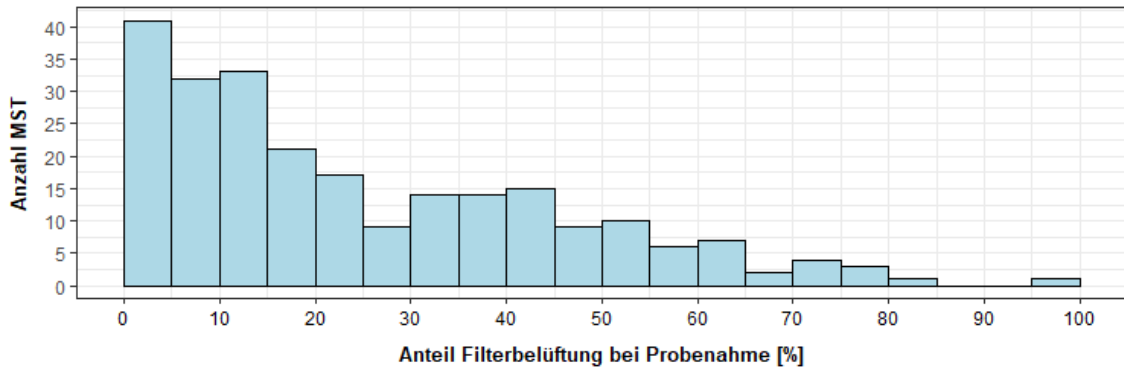


Abbildung 3-18: Histogramm Anteil Filterbelüftung bei der Probenahme (240 Messstellen mit Belüftung)

### 3.3.14 Filterbelüftung bei Ruhewasserspiegel

Wenn eine Belüftung des Filters bereits ohne Beeinflussung durch eine Probenahme festgestellt wird, kann dies zum einen auf einen bautechnischen Mangel zurückgeführt werden. Zum anderen kann dies ein Hinweis auf eine hydraulische Beeinflussung in der Umgebung oder klimatische Änderungen (mind. Zeitreihe von 30 Jahren) geben. Messstellen, deren Ruhewasserspiegel ständig unterhalb der Filteroberkante liegt, wurden als für die Pilotierung nicht geeignet eingestuft, da angenommen wurde, dass sie langfristig nicht für eine Beprobung dienlich sind. Bei allen 365 Messstellen, die durch die oben genannten Auswahlgründe („Fallgruppen“) zur Pilotierung vorgeschlagen waren, wurde daraufhin eine Analyse der Wasserstandsganglinie (s. Abbildung 3-17), wie sie in vielen Messstellendokumenten abgebildet ist, vorgenommen.

Das Ergebnis der Analyse ist Abbildung 3-19 zu entnehmen. In 47 Fällen (13 %) war keine Ganglinie im Messstellendokument integriert bzw. war die Filteroberkante unbekannt. Bei 30 % der Messstellen ist von einer (fast) dauerhaften Filterbelüftung auszugehen. Annähernd 50 % der Messstellen waren in Bezug auf eine Filterbelüftung während des Ruhewasserspiegels unauffällig.

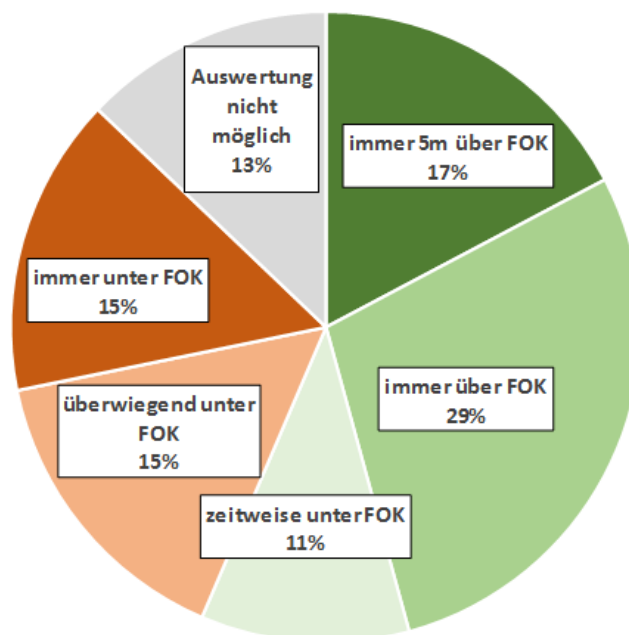


Abbildung 3-19: Höhe des Grundwasserstandes relativ zur Filteroberkante im Ergebnis einer Ganglinienanalyse von 318 Messstellen

### 3.4 Auswahl der Pilotmessstellen

Die Auswahl der Pilotmessstellen wurde aufgrund der unter Abschnitt 3.3 beschriebenen Ist-Analyse vorgenommen. Jede genannte Fallgruppe war ein Selektionskriterium. In der Abbildung 3-20 ist der Selektionsalgorithmus als Fließschema beschrieben.

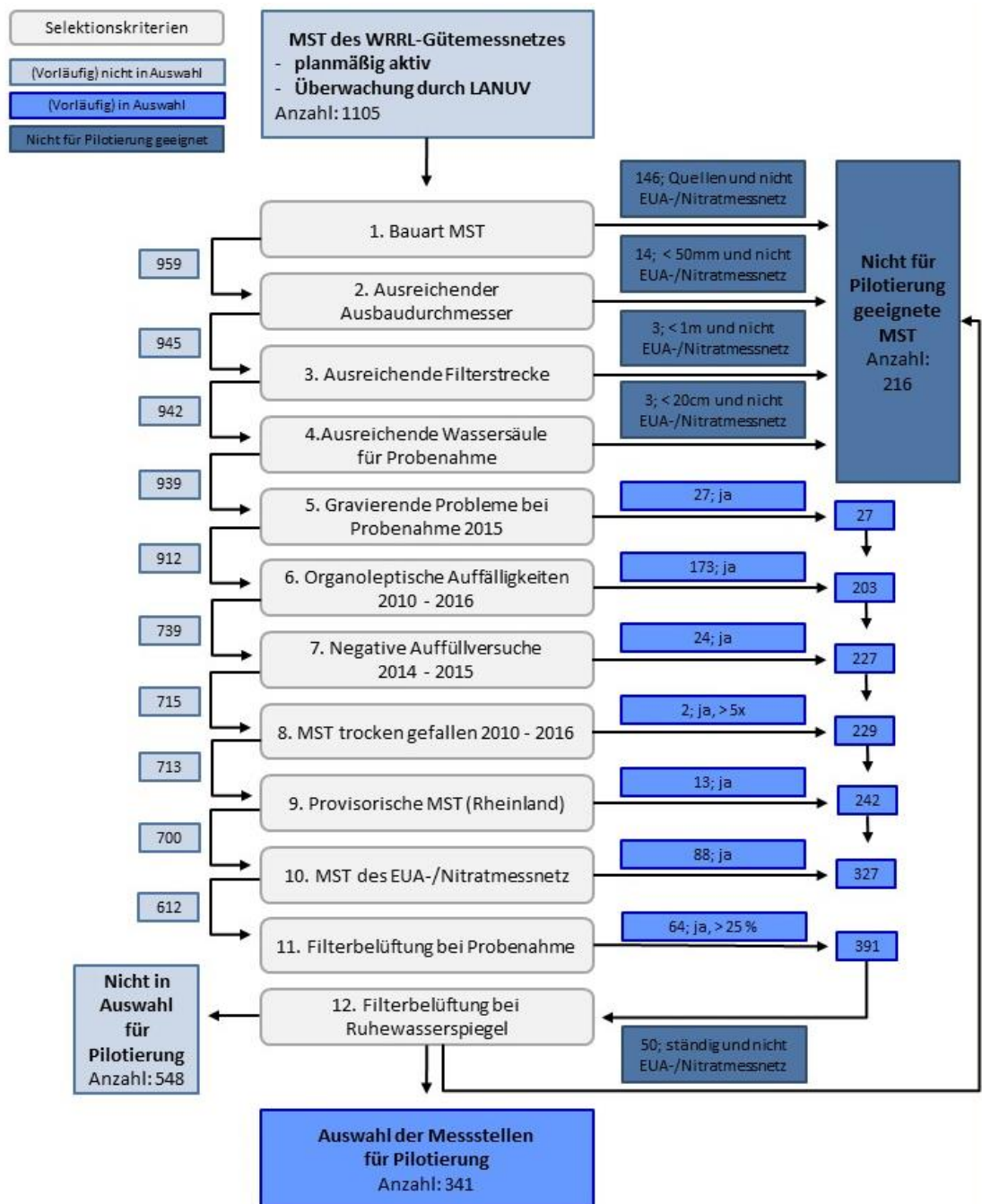


Abbildung 3-20: Selektionsalgorithmus zur Auswahl von Messstellen für die Pilotierung. Die verschiedenen Selektionskriterien sind in den obenstehenden Abschnitten beschrieben.

Mittig sind alle zwölf Selektionskriterien aufgeführt, mithilfe derer die Messstellen des Grundwassergütemessnetzes in drei verschiedene Kategorien aufgeteilt wurden: die Anzahl der Messstellen, die sich im Vollzug der sukzessiven Selektion als für die Pilotierung geeignet zeigten, sind blau hinterlegt und rechtsseitig zu finden.

Die Anzahl der Messstellen, die sich für die Pilotierung als nicht geeignet erwiesen, sind dunkelblau markiert und gleichfalls rechtseitig aufgeführt. Durch das Kriterium „Filterbelüftung bei Ruhewasserspiegel“ (Nr. 12, vgl. 3.3.14) wurden auch Messstellen aus dem Pilotmessstellenpool entfernt, die zuvor durch eines der Kriterien in die vorläufige Auswahl gewandert waren. Das betrifft z. B. die zwei Messstellen, die durch die Kategorie „Messstelle trocken im Zeitraum 2010 bis 2016“ (3.3.10) für die Pilotauswahl vorgeschlagen worden waren. Linksseitig ist hellblau eingefärbt jeweils die Anzahl der Messstellen zu finden, die sich gemäß den aufgeführten Selektionskriterien bisher als unauffällig erwiesen haben. Den bisherigen Grafiken ist nur die Anzahl der Pilotmessstellen des Selektionskriteriums zu entnehmen. Jedoch sind, wie schon erwähnt, einige Messstellen durch mehrere Mängel gekennzeichnet. Daher ist in Tabelle 3-1 eine Übersicht dazu gegeben. Ungefähr 60 % der Pilotmessstellen weisen nur einen Mangel auf.

Tabelle 3-1: Übersicht zu der Anzahl von Messstellen mit mehreren Mängeln

Anzahl Mängel	Anzahl Messstellen
1	213
2	40
3	2
4	2
keine	84

Die Ausgangsbasis für die Ist-Analyse wurde mit 1105 planmäßig aktiven Messstellen des Grundwassergütemessnetzes beziffert, die durch das LANUV überwacht werden. Die Ist-Analyse mündete schlussendlich in einer Auswahl von insgesamt 341 Messstellen.

Insgesamt 216 Messstellen wurden aufgrund von bautechnischen Kriterien als nicht für die Pilotierung geeignet eingestuft. Der größte Anteil dieser Messstellen wurde durch die Quellen gestellt – denn für diese Messstellenart war eine kleine Auswahl hinreichend, um Qualitätssicherungskriterien zu entwickeln. Ungefähr 550 Messstellen wurden nicht für die Pilotierung ausgewählt, da sie bisher nicht durch einen der Mängel aufgefallen waren und nicht zum EUA-/Nitratmessnetz zählen.

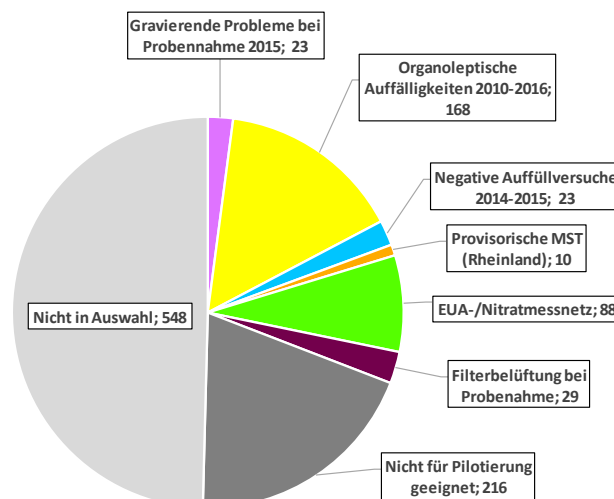


Abbildung 3-21: Messstellen pro Selektionskriterium für die Auswahl der 341 Pilotmessstellen

Die Abbildung 3-21 zeigt die prozentualen Anteile der Selektionskriterien an der Auswahl der Pilotmessstellen. Die Karte in Abbildung 3-22 zeigt die Pilotmessstellen mit dem Auswahlgrund. Die Auswahl bestand aus 294 Grundwassermessstellen, 11 Vertikalfilterbrunnen, 8 Schachtbrunnen, 26 Quellen und 2 Sickerstellen. Etwa 13 % der für die Pilotierung ausgewählten Messstellen haben



zwei oder mehr Mängel. Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei diesen so genannten „Mängeln“ zunächst um rein technische Aspekte handelt, die eventuelle Beeinträchtigungen indizieren können, auf die Eignung einer Messstelle jedoch keinen zwingenden Einfluss haben müssen. Weiterhin sei darauf hingewiesen, dass sich die Pilotauswahl laut Leistungsbeschreibung auf 200 bis 400 Messstellen beschränken sollte. Angepeilt wurde für die Pilotierung eine Anzahl von 300 Messstellen. Durch diese Zielvorgabe wurde auch der Selektionsalgorithmus beeinflusst.

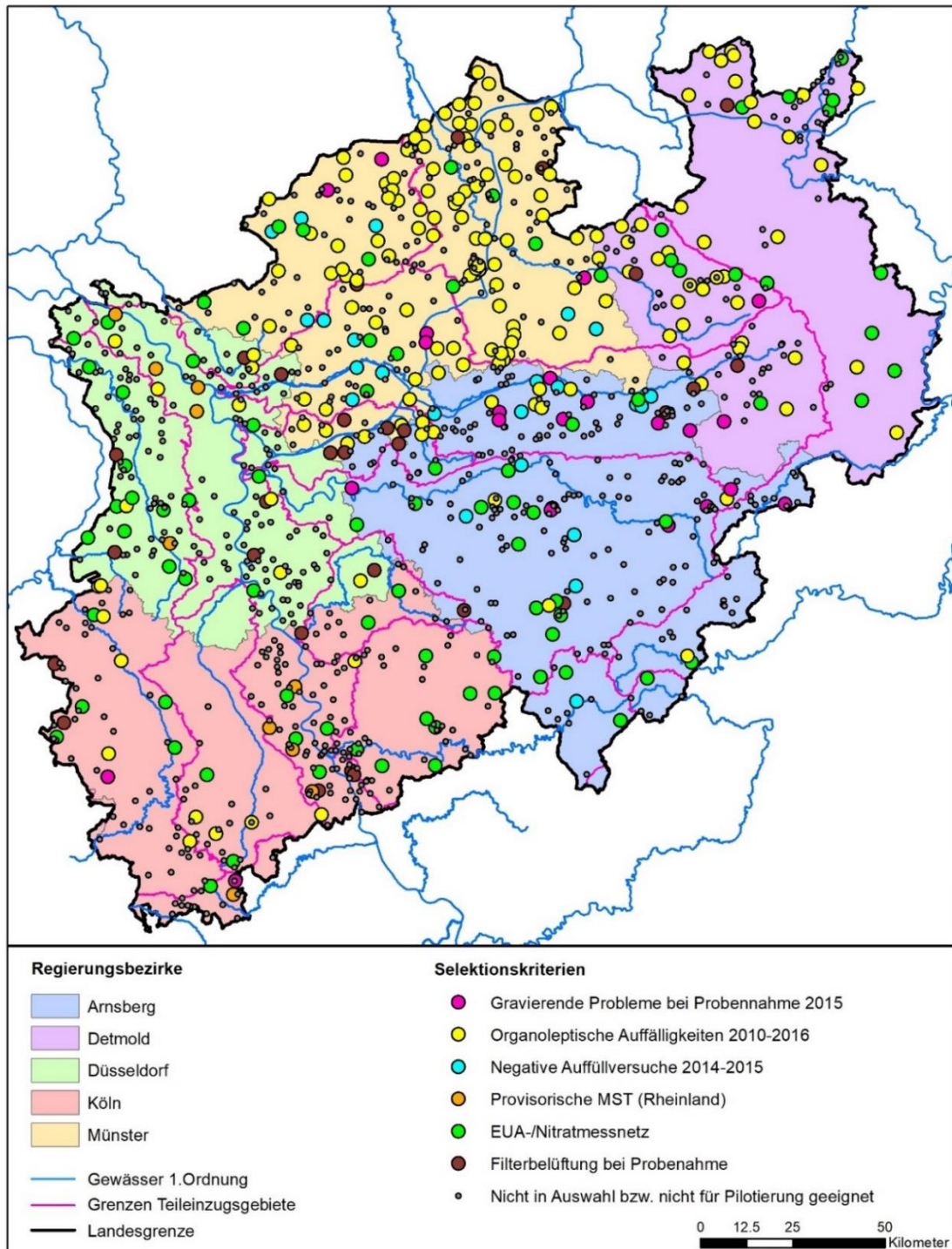


Abbildung 3-22: Kartografische Übersicht zu den Pilotmessstellen und dem jeweiligen Auswahlgrund

### 3.5 Zusammenfassung Ist-Analyse

Die im AP 1 durchgeführte Ist-Analyse hinsichtlich des baulichen und funktionstechnischen Zustandes des bestehenden WRRL-Grundwassergütemessnetzes stellt die Grundlage für das Konzept für zukünftige Qualitätssicherungsmaßnahmen dar. Sie mündet in der in AP 5 durchgeführten Bedarfsabschätzung, die selbst wiederum eng mit den im QS-Leitfaden postulierten verknüpft ist.

Die Ist-Analyse basiert auf zwei wesentlichen Säulen: der Analyse der allgemeinen Stammdaten zu den Messstellen des Grundwassergütemessnetzes und der Analyse der Funktionstüchtigkeit zum Zeitpunkt des Projektbeginnes im März 2016, letztere also vor allem bezogen auf Auffälligkeiten während der Probennahmen in den Jahren davor. Auf Grundlage dieser Analysen wurden Kriterien herausgearbeitet, die zur Erprobung des (vorläufigen) QS-Handlungskonzepts, d. h. zur Selektion von Messstellen für die Pilotierung, genutzt wurden.

Basis für diese Auswertung bildete das im März 2016 1.581 planmäßig aktive Messstellen umfassende Grundwassergütemessnetz (s. Kap. 3.1). Die Gesamtzahl von 1.581 setzte sich aus 1.008 Grundwassermessstellen, 338 Brunnen (davon 38 Schachtbrunnen), 218 Quellen bzw. Sickerstollen (16) und 17 sonstigen Messstellen (i.d.R. Sammelschächte), zusammen. Etwa die Hälfte aller Messstellen (53%) gehört dem Programm Grundwassergüteüberwachung (landeseigen) an. Bei fast einem Viertel der Messstellen (23%) wird das Grundwasser über Rohwasserbrunnen gefördert. Ebenso viele Messstellen sind sonstige Betreiber messstellen und entsprechend ebenfalls nicht landeseigen. Der letzte Punkt deutet eine Untergliederung des Messnetzes in Bezug auf Aufgaben- und Verantwortungsbereiche an, z. B. in Bezug auf Datenpflege, Messstellenbetrieb und Messnetzpflege, was sich auch in der Bedarfsanalyse und Kostenschätzung niederschlägt (s. Kapitel 7).

Das Messnetz wurde einer umfassenden Stammdatenanalyse hinsichtlich der qualitätsrelevanten und der in HygrisC vorhandenen Daten (u. a. zu Ausbau, Verfilterung und Abdichtung) unterzogen (s. Kap. 3.2). Das durchschnittliche Alter der Messstellen liegt bei 37 Jahren, eine Erneuerung konnte aus den verschiedenen Gründen in den letzten Jahren nicht stattfinden. Etwa 75 % der Messstellen sind im Lockergestein verfiltert: 40 % der Messstellen sind in einem Sediment ausgebaut, das einen  $k_f$ -Wert von  $2 \times 10^{-4}$  m/s (mittelsandiger Feinsand) oder geringer aufweist. Davon wiederum sind 40 % (160 Messstellen) in Sedimenten mit einem  $k_f$ -Wert  $< 5 \times 10^{-5}$  m/s ausgebaut, so dass häufige Auffälligkeiten bei der Probennahme auch auf die geringe Durchlässigkeit der zu untersuchenden Aquifere zurückzuführen sein können.

Bei 98 % der Messstellen lagen Schichtenverzeichnisse vor. Aussagekräftige Ausbaupläne bzw. Angaben zu dem Rohrausbau, -material und zur Hinterfüllung (Filterkies, Tonsperre, oberirdische Abdichtung) lagen bei 44 % der Messstellen vor. Bei 55 % waren diese Angaben nicht vollständig. Bei einer geringen Anzahl (4 %) lagen keine dieser Angaben vor. Der Mittelwert der Einbaulängen beträgt 27 m. Der Median von 17 m zeigt an, dass die Mehrheit der Messstellen relativ flach ausgebaut ist. Allerdings sind auch Messstellen (u. a. Brunnen) im WRRL-Gütemessnetz mit einer Tiefe von mehr als 60 m vertreten.

Als Grundlage für die Pilotmaßnahmen und zur Erprobung des QS-Handlungskonzepts im Rahmen der Ist-Analyse weiter aufgearbeitet wurden Listen mit verschiedenen Fallgruppen, die vorher vom LANUV gesammelt und zu Projektbeginn übergeben worden waren (Stand Februar 2016). Diese „Mängellisten“ beschrieben messstellenkonkrete Auffälligkeiten oder Besonderheiten und ermöglichen eine Einstufung nach Auswahlgründen (s. Kap. 3.3), anhand derer für die Pilotauswahl Selektionskriterien gebildet wurden.

Das waren

- (1) Bauart der Messstelle,
- (2) Ausbaudurchmesser,
- (3) Filterstrecke,
- (4) Wassersäule für Probennahmen,
- (5) Probleme bei der Probennahme im Jahr 2015,
- (6) organoleptische Auffälligkeiten von 2010 bis 2016,
- (7) nicht erfolgreiche Auffülltests 2014/2015,
- (8) trockengefallene Messstellen von 2010 bis 2016,
- (9 + 10) sog. „provisorische Messstellen“,
- (11) deutliche Absenkung des Grundwasserspiegels bei der Probennahme unter Filteroberkante („Filterbelüftung bei der Probennahme“) sowie
- (12) Filterbelüftung bereits bei Ruhewasserspiegel.

Der Befund „organoleptische Auffälligkeiten“ war mit Abstand der häufigste „Mangel“ (s. Abbildung 3-21).

Dementsprechend lag der Fokus der Pilotmaßnahmen (vgl. Verteilung der Auswahlgründe) (Kapitel 4) auf der näheren Analyse und ggf. Beseitigung von Auffälligkeiten, die bei der Probennahme zutage treten. Die Ergebnisse der erarbeiteten Handlungsschritte finden sich im QS-Leitfaden und können somit im Routinebetrieb künftig Anwendung finden.

## 4. Arbeitspaket 2: Durchführung der Pilotierung 2016 und Ergebnisse

Die Pilotierung umfasste im Wesentlichen die Durchführung einer Befahrung und Funktionsprüfung an ausgewählten Messstellen des WRRL-Grundwassergütemessnetzes vor Ort und war Bestandteil der Ist-Analyse. Der Befahrung und Funktionsprüfung vorangestellt war die Prüfung der Bestandsunterlagen auf Aktualität und Vollständigkeit. Übergeordnetes Ziel der Pilotierung war es, die aufgesuchten Messstellen hinsichtlich ihrer Eignung zur Überwachung des chemischen Grundwasserzustands zu prüfen und auf Grundlage der Arbeiten vor Ort weiteren Handlungsbedarf abzuleiten sowie eine Bedarfsabschätzung für das gesamte Gütemessnetz vorzunehmen. Dafür wurde bei ungefähr 300 Messstellen eine Befahrung und bei 200 von ihnen eine Funktionsprüfung durchgeführt. Die 300 Messstellen stammten aus dem Pool der Auswahl der Messstellen für die Pilotierung, die im Abschnitt 3.4 vorgestellt wurde.

Im Folgenden werden zunächst die für die Pilotierung 2016 geplanten Arbeiten spezifiziert. Danach werden die vorbereitenden Maßnahmen erläutert. Im Anschluss werden die Durchführung und die Ergebnisse der Pilotierung ausführlich beschrieben und ausgewertet.

### 4.1 Geplante Arbeiten der Pilotierung 2016

In DVGW (2012) sind notwendige bzw. mögliche Maßnahmen, die bei einer planmäßigen oder anlassbezogenen Eignungsprüfung durchzuführen sind, aufgeführt. In Abbildung 4-1 ist ein Auszug daraus gezeigt. Die Inhalte und Anforderungen an die Arbeiten des Pilotvorhabens richteten sich größtenteils an den ersten fünf Punkten aus. Maßnahmen, die im Rahmen der Pilotierung an allen Messstellen durchgeführt worden sind, sind in der Abbildung durchgehend umrandet. Maßnahmen, die nur an ausgewählten Messstellen durchgeführt wurden, sind gestrichelt umrandet. Ergänzend sollten bei der Pilotierung noch kleinere Sanierungsmaßnahmen vor Ort stattfinden.

Den Arbeiten und Maßnahmen vor Ort ging eine detaillierte Prüfung der Bestandsunterlagen der Pilotmessstellen voraus. Hierbei wurden u. a. vorliegende Stammdaten auf Plausibilität geprüft und ggf. durch Originaldokumente korrigiert oder vervollständigt. Für eine genauere Beschreibung dieser Arbeiten sei auf den Abschnitt 4.2 verwiesen. Die Arbeiten vor Ort (Geländearbeiten) wurden in zwei verschiedene Arbeitsabschnitte untergliedert, nämlich die Befahrung und die Funktionsprüfung. Eine Übersicht zu den jeweils dazugehörigen Arbeiten ist in Abbildung 4-2 gegeben.

#### 4.1.1 Befahrung

Bei ungefähr 300 ausgewählten Pilotmessstellen sollte eine Befahrung durchgeführt werden. Die Befahrung lässt sich durch die Maßnahmenkategorien „Visuelle Bewertung vor Ort“ und „Lagekontrolle“ (vgl. Abbildung 4-1) beschreiben. Durch die Befahrung sollten Auffälligkeiten am Bau und im Umfeld dokumentiert, erste Hinweise einer möglichen Funktionsbeeinträchtigung der Messstelle ermittelt und ein Datenabgleich zwischen Ist-Zustand und der Dokumentation in HygrisC vorgenommen werden. Im Ergebnis sollte u. a. die Dokumentation dieser Messstellen in HygrisC aktualisiert und verbessert werden. Alle Messstellen wurden mit einem Messstellenpass versehen.

Prüfverfahren	Anlass	Planmäßige Prüfung oder auf Grund besonderer Veranlassung
1. Prüfung der Bestandsunterlagen auf Aktualität und Vollständigkeit		notwendig
2. Visuelle Bewertung vor Ort		
Prüfung der baulichen Ausführung der Messstelle		optional
Prüfung auf Vollständigkeit, Zustand und Funktionsfähigkeit des Messstellenabschlusses (einschließlich Schutzeinrichtung)		optional
Prüfung bzgl. Ausbaumaterial und Ausbaudurchmesser		notwendig
Prüfung der korrekten Identifizierbarkeit anhand von Beschriftung oder Lagekoordinaten		notwendig
Messung des Wasserstandes		notwendig
Lotung der Messstellentiefe		notwendig
Prüfung der freien Durchgängigkeit der Messstelle für die Probenahme und gegebenenfalls Messtechnik, wie für die geophysikalischen Sonden bzw. Unterwasserkamera mittels Prüfkörper		notwendig
Prüfung von Zufahrtswegen und Flächennutzung		notwendig
3. Lagekontrolle		
Kontrolle Rechts- und Hochwert		optional
Kontrolle Messpunkthöhe		optional
Fotodokumentation		optional
4. Hydraulische Tests (siehe Anhang A.1)		
Pumptest		alternativ *
Slug- und Bail-Test		alternativ *
Auffülltest		alternativ *
5. Kamerabefahrung (siehe Anhang A.2)		optional
6. Geophysikalische Ausbaukontrolle		
Verfahren nach DVGW W 110 **		optional
7. Hydrochemisches Tiefenprofil (siehe Anhang A.3)		optional

Abbildung 4-1: Mögliche Maßnahmen einer planmäßigen oder anlassbezogenen Eignungsprüfung (DVGW 2012; Markiert sind alle Maßnahmen, die während der Pilotierung 2016 an den Messstellen durchgeführt worden sind. Gestrichelt umrandet sind Maßnahmen, die nur an ausgewählten Messstellen durchgeführt worden. \* In vorgegebenen Zyklus ist die hydraulische Anbindung der Grundwassermessstelle einer Eignungsprüfung zu unterziehen)

An erster Stelle waren die Prüfung der Koordinaten und eine genaue Beschreibung der Lage gefordert. Gleichzeitig wurde die eindeutige Identifizierbarkeit und Zugänglichkeit der Messstelle kontrolliert. Zudem sollte die freie Durchgängigkeit bis zur Messstellensohle mit Hilfe eines Pumpendummys geprüft werden. Darüber hinaus sollte der Ruhewasserspiegel und die Messstellentiefe erfasst werden. Zu prüfen bzw. zu bestimmen waren auch die aus HygrisC gewonnenen Angaben zur Messstellenart, zur Differenz zwischen Rohr- und Geländeoberkante, zum Ausbaudurchmesser und zum Rohrmaterial. Schäden am oberirdischen Bauwerk sollten gleichfalls dokumentiert werden. Auch die Landnutzung im Zustromgebiet sollte datentechnisch aufgenommen und neben der Messstelle selbst fotografisch dokumentiert werden. Bei Quellen sollten die Art der Quelle (gefasst, ungefasst), die aktuelle Schüttung und die Landnutzung erfasst werden und entsprechend fotografisch dokumentiert werden.

#### 4.1.2 Funktionsprüfung

Bei insgesamt 200 der Pilotmessstellen sollte neben der Befahrung auch eine Funktionsprüfung durchgeführt werden. Diese bestand in der Regel in einem Pumpversuch mit gestaffelter Förderrate (Demonstrativpumpversuch) und einem anschließenden Pumpversuch unter Einhaltung des hydraulischen und hydrochemischen Kriteriums (Routinepumpversuch). Hier wurden zusätzlich auch die organoleptischen Eigenschaften (Trübung, Färbung, Geruch) erhoben. Zusätzlich wurden weitere Arbeiten (Reparaturen etc.) durchgeführt.

## **Demonstrativpumpversuch bzw. Regenerierung**

Der Demonstrativpumpversuch wurde zum einen mit dem Ziel durchgeführt, die hydraulische Ergiebigkeit bzw. Leistungsfähigkeit einer Messstelle zu testen und das hydraulische Verhalten beschreiben zu können. Zum anderen sollte der Demonstrativpumpversuch gleichzeitig den Zweck einer hydromechanischen Regenerierung erfüllen. Nach DVGW (1997, 1998) kann ein als Entwicklungsmaßnahme ausgelegter Pumpversuch auch der Leistungsoptimierung und Verbesserung der Messstellendynamik dienen. Er kann dazu eingesetzt werden, um eine Sand- und Trübstofffreiheit zu erreichen (DVGW 1997). Der Entsandungseffekt wird dadurch ausgelöst, dass durch die dynamische hydraulische Belastung die aufgebauten Kornbrücken wieder zusammenfallen. Jedoch wird der Effekt als gering eingestuft (DVGW 1997). Von einer Entsandung mittels Lufthebeverfahren wurde abgesehen, da hierfür eine Wassersäule von mehr als 20 m gegeben sein muss. Dies wäre bei den überwiegend flach verfilterten Messstellen nicht der Fall gewesen.

Der Demonstrativpumpversuch sollte wie folgt durchgeführt werden: ausgehend von dem Ruhewasserspiegel sollte der Pumpversuch mit mehreren Pumpstufen gefahren werden, d. h. es sollte eine schrittweise Anpassung der Förderrate erfolgen bis die maximal mögliche Absenkung erreicht war. Ermittelt werden sollte die maximal mögliche Förderrate unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Bedingungen und des Messstellenzustands. Richtungsweisend dafür war das Doppelte der Förderrate  $Q_P$  (l/min), die sich mithilfe der Parameter der maximalen Wasserspiegelabsenkung  $s$  (cm), dem Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  (m/s), der Filterrohrlänge  $l_{FR}$  (cm) und dem Filterflächenfaktor  $F_F$  (-) wie folgt bestimmen lässt (LANUV 2017a):

$$Q_P = 20 \times s \times k_f \times l_{FR} \times F_F \quad 1$$

Dabei ergibt sich der Filterflächenfaktor durch das Filtermaterial und die Lochungsart (LUGV 2010). Die maximale Wasserspiegelabsenkung ist ein Drittel der Wassersäule im Rohr (LANUV 2017a).

Während des Pumpversuches sollten die organoleptischen Parameter (Färbung, Trübung, Geruch) und ggf. eine Sandführung beobachtet und dokumentiert werden. Zudem wurde vor und nach der Durchführung des Pumpversuches die Ist-Tiefe gelotet. Neben den Förderraten sollte der Wasserstand erfasst werden. Diesen Daten sollten u. a. zur grafischen Auswertung erhoben werden.

Im Vollzug der Geländearbeiten wurde festgestellt, dass in einigen Fällen die Dokumentation von Entnahmerate und Grundwasserspiegelabsenkung wegen starker Absenkung und einem drohenden Trockenfallen der Pumpe über die Zeit nicht möglich war. Teilweise musste der Pumpversuch wegen starker Sedimentführung zwischenzeitlich unterbrochen werden. Diese Pumpversuche waren für weitere Auswertungen nicht aussagekräftig (z. B. zur hydraulischen Charakterisierung, zur grafischen Darstellung). Zur Abgrenzung zu den Demonstrativpumpversuchen, die für weitere (auch grafische) Auswertungen genutzt werden konnten, werden diese Pumpversuche im Weiteren nur unter dem Stichwort „Regenerierung“ geführt und als weitere Maßnahme zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit bezeichnet (vgl. 4.3.4).

## **Routinepumpversuch**

Auf den Demonstrativpumpversuch sollte ein Routinepumpversuch folgen. Der Pumpversuch wurde mit dem Ziel durchgeführt, die Messstellen hydraulisch und hydrochemisch zu charakterisieren. Er sollte als Orientierungshilfe für zukünftige Routinebeprobungen dienen.

Ein Routinepumpversuch findet auch bei einer regulären Grundwasserprobennahme Anwendung: vor der Probennahme ist eine Messstelle abzupumpen, da die Beschaffenheit des Grundwassers in der Messstelle und im Ringraum durch Adsorption, Desorption, Sedimentation sowie durch chemische und biologische Reaktionen beeinflusst ist. Das optimale Abpumpvolumen ist bei Erfüllung des hydraulischen Kriteriums, einer Beharrung und der Konstanz der hydrochemischen Leitkennwerte (Leitfähigkeit, Temperatur, pH-Wert; LAWA 1995b) erreicht.

Die Einhaltung des hydraulischen Kriteriums stellt sicher, dass die zu entnehmende Probe kein Wasser enthält, das sich vor dem Abpumpen im Filterrohr oder dem Ringraum der Grundwassermessstelle befand (Standwasser). Die Fördermenge  $V$  (l) beträgt im Regelfall das 1,5-fache des Volumens eines Kreiszyinders, die sich gemäß folgender Formel aus dem Bohrlochdurchmesser  $d_{BL}$  (dm) und der wassererfüllten Filterkieslänge  $l_F$  (dm) ergibt (DVGW 2010):

$$V = 1,5 \times \frac{\pi}{4} \times d_{BL}^2 \times l_F \quad 2$$

Die oben genannte Formel beschränkt sich auf den Lockergesteinsbereich. Für den Festgesteinsbereich können keine allgemeingültigen Aussagen getroffen werden, da die Verhältnisse sehr heterogen sein können. Neben dem hydraulischen Kriterium sind für den Probenehmer weitere Vorgaben bzw. Erwartungswerte laut DVGW (2010) festzulegen. Dazu zählt u. a. auch die Förderrate, aus der sich gepaart mit der Fördermenge die Förderdauer berechnen lässt. Für die Berechnung der Förderrate sei auf die Formel 1 verwiesen. Die im Routinepumpversuch eingesetzte Förderrate sollte sich an den Ergebnissen des Demonstrativpumpversuches orientieren. Die Förderdauer  $t$  (min) errechnet sich über:

$$t = \frac{V}{Q_P} \quad 3$$

Eine Beharrung drückt sich durch einen gleichbleibenden Wasserspiegel aus. Die Messwertkonstanz gilt als gegeben, wenn sich innerhalb von fünf Minuten die elektrische Leitfähigkeit um nicht mehr als ungefähr 1 % vom Endwert, die Temperatur um nicht mehr als 0,1 K und der pH-Wert um nicht mehr als 0,1 Einheiten verändern (LAWA 1995b). Erst nach Erreichen der genannten Kriterien sollte eine Probennahme erfolgen. Im Anschluss an dem Routinepumpversuch sollten die organoleptischen Parameter erhoben werden. Aus wirtschaftlichen Gründen wurde je Pumpversuch eine Dauer von 20 Minuten angesetzt, die in Abhängigkeit des anstehenden Gesteines bzw. des Messstellenzustandes bis zu einem bestimmten Umfang überschritten werden konnte. Des Weiteren waren bei Notwendigkeit das Freischneiden der Messstelle, die Beseitigung von Rohrhindernissen und kleine Reparaturarbeiten am Abschlussbauwerk (v. a. den Messstellenabschluss betreffend)

zusätzlich zu den Pumpversuchen vorgesehen. Wie bereits erwähnt, wurden Regenerierungsarbeiten auch bei starker Sedimentführung durchgeführt. Eine Kamerabefahrung war primär bei Verdacht auf Beschädigungen im Rohr geplant, wurde aber auch bei Messstellen mit einem fehlenden Ausbauplan als Kenntnisgewinn zur Lage der Rohrstrecke eingesetzt.

### 4.1.3 Gesamtübersicht zu den geplanten Arbeiten der Pilotierung

Abbildung 4-2 zeigt die Gesamtübersicht zu den an den Pilotmessstellen geplanten Maßnahmen:

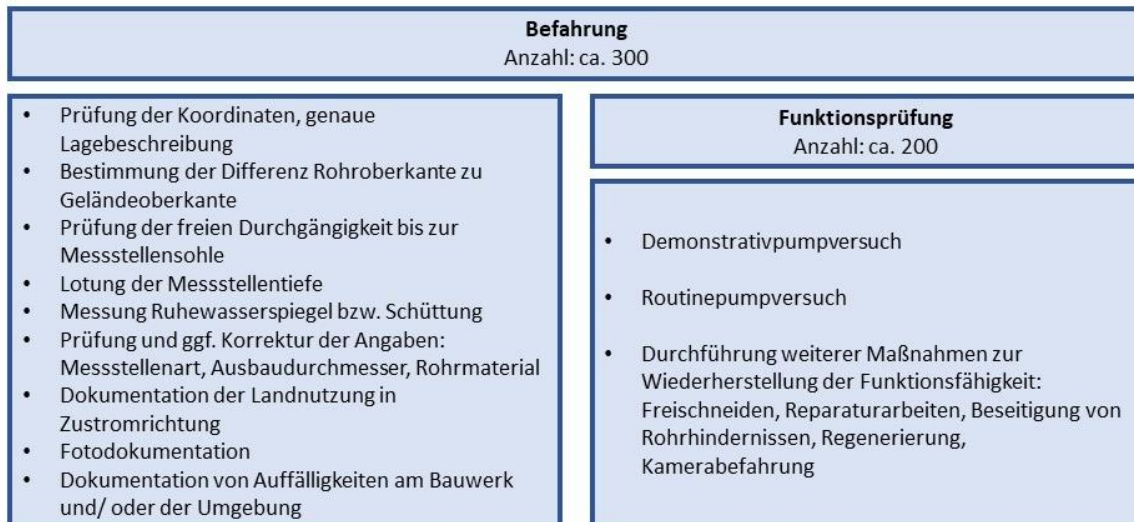


Abbildung 4-2: Übersicht zu den geplanten Arbeiten der Befahrung und Funktionsprüfung.

## 4.2 Vorbereitende Maßnahmen für die Pilotierung 2016

### 4.2.1 Stammdatenrecherche und Ermittlung des hydraulischen Kriteriums zur Vorbereitung der Pumpversuche

Aufgrund der im Abschnitt 3.3 erläuterten Kriterien ergab sich eine Auswahl von 341 Messstellen, die prinzipiell für die Pilotierung geeignet waren. Für die Pilotierung selbst waren 300 Messstellen für die Befahrung und 200 Messstellen für eine Funktionsprüfung vorgesehen. Daher wurde für die 341 Messstellen geprüft, welche 200 Messstellen mit Priorität für eine Befahrung und Funktionsprüfung und welche weiteren 100 Messstellen mit Priorität für eine Befahrung vorgeschlagen werden sollten. Die verbleibenden 41 Messstellen bildeten einen Reservepool, um bei sich möglicherweise ergebenden Problemen auf diese ausweichen zu können.

Entscheidend für die Klassifizierung (nach Befahrung, Funktionsprüfung, Reservepool Befahrung und Reservepool Funktionsprüfung) waren sowohl die Dringlichkeit zur Funktionsprüfung, die sich aus den beschriebenen Mängeln ergaben, als auch die Praktikabilität der Durchführbarkeit der Pumpversuche. In erster Linie ausschlaggebend war jedoch die Vollständigkeit der Dokumentation der Daten, die zur Ableitung des hydraulischen Kriteriums notwendig sind. Daher wurden an erster Stelle die in HygrisC eingetragenen Stammdaten mithilfe von Ausbauplänen oder mit in einem anderweitig historischen Dokument festgehaltenen Ausbaudaten abgeglichen und bei Notwendigkeit korrigiert oder vervollständigt. Eine Übersicht zu den prozentualen Anteilen der Vollständigkeit der



Bestandsunterlagen in Bezug auf das Vorhandensein eines Schichtenverzeichnisses und Ausbauplans ist für alle 313 Grundwassermessstellen und Brunnen der Pilotauswahl in der Abbildung 4-3 dargestellt. Für annähernd 80 % dieser Pilotmessstellen waren ein Schichtenverzeichnis und Ausbauplan vor oder kurz nach Abschluss der Geländearbeiten vorliegend.

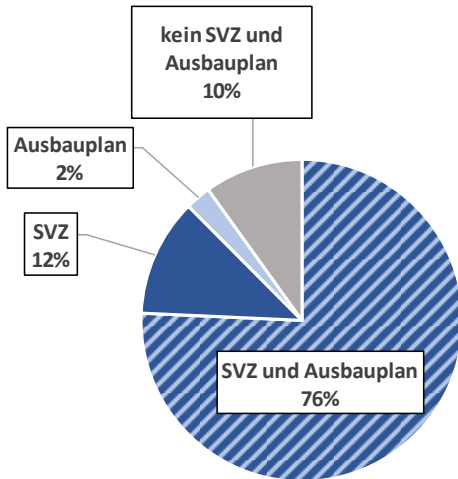


Abbildung 4-3: Vollständigkeit der Bestandsunterlagen hinsichtlich eines Schichtenverzeichnisses (SVZ) und Ausbauplans für die Messstellen und Brunnen der Pilotauswahl

Neben den Ausbaudaten wurde aus den vorliegenden Schichtenverzeichnissen die Petrographie im Filterbereich erhoben. Auf Grundlage der Schichtansprache konnte für die Lockergesteine jeweils ein Durchlässigkeitsbeiwert abgeleitet werden, der für die Berechnung der Förderrate notwendig ist (s. Formel 1). Eingesetzt dafür wurde zu dem Zeitpunkt der vorbereitenden Maßnahmen für die Pilotierung eine Zuordnungstabelle des LUGV (2011). Die Durchlässigkeitsbeiwerte wurden nach der Pilotierung auf Basis einer durch Literaturwerte erweiterten Zuordnungstabelle teilweise nachjustiert (HYDOR 2017). Die überarbeitete Version dieser Zuordnungstabelle ist dem Anhang 5 des QS-Leitfadens zu entnehmen. Die bei der Pilotierung zugrunde gelegten Durchlässigkeitsklassen und ihre Verteilung auf die 313 Grundwassermessstellen und Brunnen zeigt Abbildung 4-4:

wurden nach der Pilotierung auf Basis einer durch Literaturwerte erweiterten Zuordnungstabelle teilweise nachjustiert (HYDOR 2017). Die überarbeitete Version dieser Zuordnungstabelle ist dem Anhang 5 des QS-Leitfadens zu entnehmen. Die bei der Pilotierung zugrunde gelegten Durchlässigkeitsklassen und ihre Verteilung auf die 313 Grundwassermessstellen und Brunnen zeigt Abbildung 4-4:

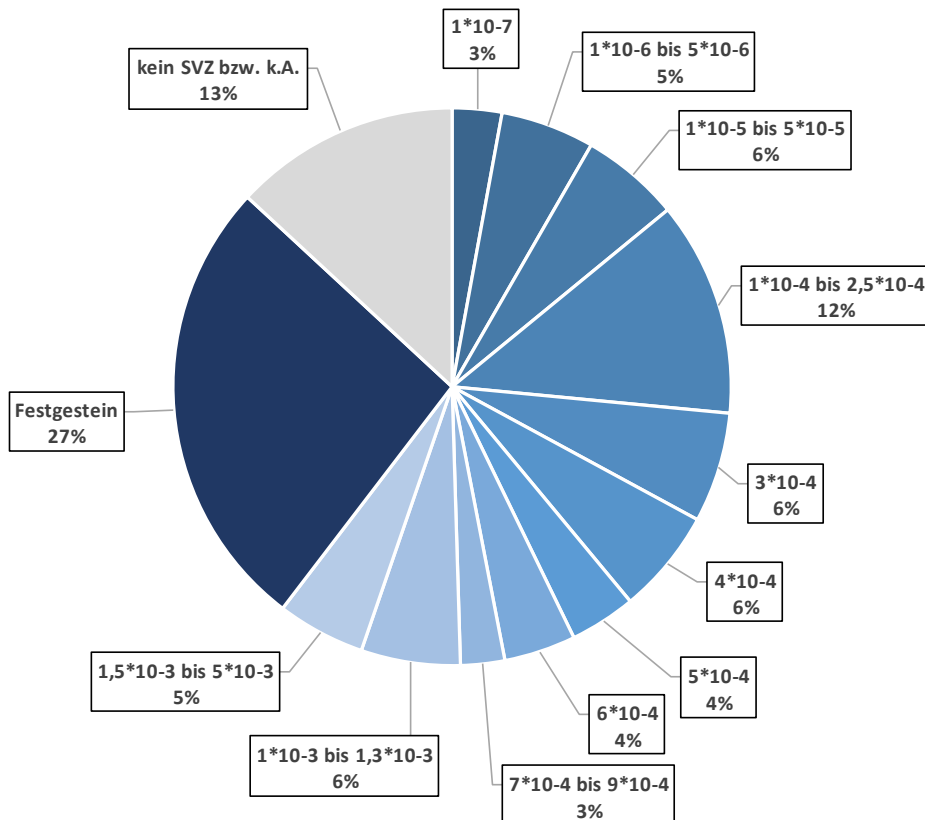


Abbildung 4-4: Anteile von Durchlässigkeitsbeiwertklassen (im Festgestein wurden keine Beiwerte ermittelt. Die Darstellung ist auf die 313 Grundwassermessstellen und Brunnen der Pilotauswahl beschränkt)

Etwa 30 % der Messstellen sind im Festgestein ausgebaut. Annähernd 15 % der Messstellen in der Pilotauswahl sind im tonigen bis schwach schluffigem Material ( $1 \cdot 10^{-7}$  bis  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s) ausgebaut. Bei fast 35 % der Messstellen ist der Filter im Fein- und Mittelsand positioniert. Exemplarisch für das Ergebnis der Stammdatenrecherche sind in Abbildung 4-5 für etwa 240 Pilotmessstellen die Abweichungen zwischen den Einträgen der Filteroberkanten in HygrisC und den Ausplänen abgetragen. Bei fast 40 Messstellen waren die Abweichungen größer als 50 cm.

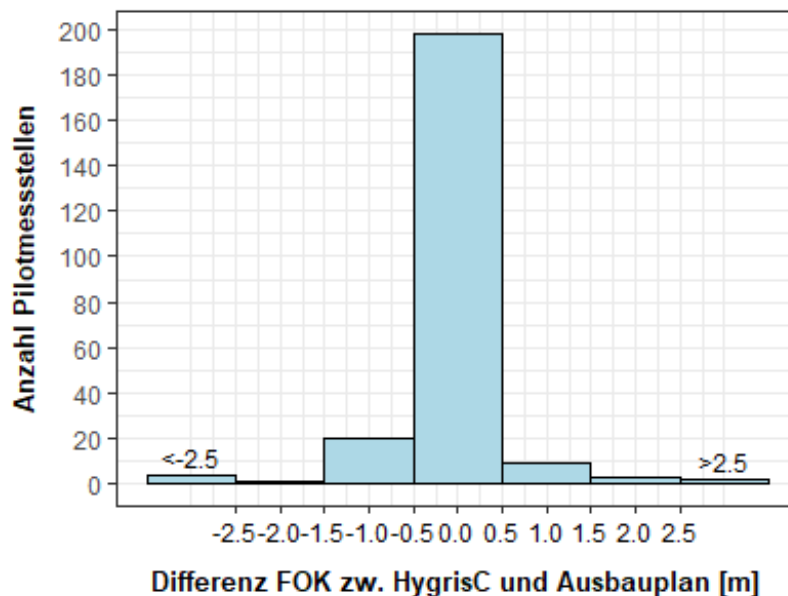


Abbildung 4-5: Differenz in m zwischen den Einträgen der Filteroberkanten (FOK) in HygrisC und den Ausbauplänen (ausgewertet dafür wurden die Daten von ca. 240 Pilotmessstellen)

Nach abgeschlossener Stammdatenrecherche wurden das hydraulische Kriterium, die Förderrate und -dauer nach oben abgebildeten Formeln berechnet (vgl. Formeln 1, 2 und 3). Da das hydraulische Kriterium ein wichtiger Anhaltspunkt für Probennehmer ist und diese Information auch möglichst für die Geländearbeiten zur Verfügung stehen sollte, wurden bei fehlenden Angaben zum Bohrlochdurchmesser bzw. der Filterkieslänge Annahmen zur annähernden Bestimmung getroffen. Zunächst wurde jeweils ein Faktor über das Verhältnis Bohrlochdurchmesser zu Ausbaudurchmesser sowie Filterkieslänge zu Filterlänge auf Grundlage von vorhandenen Stammdaten der für die Pilotierung vorgesehenen Messstellen ermittelt. Dafür standen zur Berechnung des Faktors zur Ableitung des Bohrlochdurchmessers insgesamt 217 Datenpaare und zur Berechnung des Faktors zur Ableitung der Filterkieslänge insgesamt 201 Datenpaare zur Verfügung. Für die Bestimmung des jeweiligen Faktors wurden die Quotienten (Bohrloch- zu Ausbaudurchmesser bzw. Filterkieslänge/Filterlänge) aller Datenpaare gemittelt.

Durch eine Gegenüberstellung von tatsächlichen Angaben und mithilfe des Faktors ermittelten Angaben wurde eine Überschätzung durch die auf diese Weise ermittelten Faktoren festgestellt. Daher wurden diese Faktoren nachträglich korrigiert. Der Korrekturfaktor für die Ableitung des Bohrlochdurchmessers wurde über den Quotienten eines bekannten Bohrlochdurchmessers zu dem - über einen mit Faktor berechneten - Bohrlochdurchmesser berechnet und über alle Datenpaare gemittelt.

Analog wurde auch ein Korrekturfaktor für die Filterkieslänge festgelegt. Auch hier wurde ein gemittelter Wert über die Datenpaare bestimmt. Das Produkt des an erster Stelle ermittelten Faktors mit dem Korrekturfaktor ergab schließlich einen neuen Faktor, der für die Ableitung der Bohrlochdurchmesser bzw. Filterkieslängen eingesetzt wurde. In der Tabelle 4-1 sind die schließlich

Tabelle 4-1: Übersicht zu den Faktoren, mit deren Hilfe unbekannte Bohrlochdurchmesser bzw. Filterkieslänge bestimmt werden konnten.

Ableitung für	Angewandter Faktor
Bohrlochdurchmesser	2,21
Filterkieslänge	1,53

angewandten Faktoren für die Schätzung unbekannter Bohrlochdurchmesser bzw. Filterkieslängen abgetragen. Dass z. B. ein Bohrlochdurchmesser mehr als das Zweifache des Ausbaudurchmessers beträgt, schien für die gegebene Datenbasis plausibel.

Eine auf Grundlage von gekerbten Kastengrafiken vorgenommene Gegenüberstellung von angenommenen – mithilfe des Faktors berechneten – und in den Ausbauplänen dokumentierten Ausbaudaten impliziert, dass kein signifikanter Unterschied zwischen diesen Gruppen vorliegt (s. Abbildung 4-6). Auf Basis der im Ausbauplan dokumentierten bzw. berechneten Bohrlochdurchmesser und Filterkieslängen konnte das hydraulische Kriterium für fast 200 Messstellen bestimmt werden.

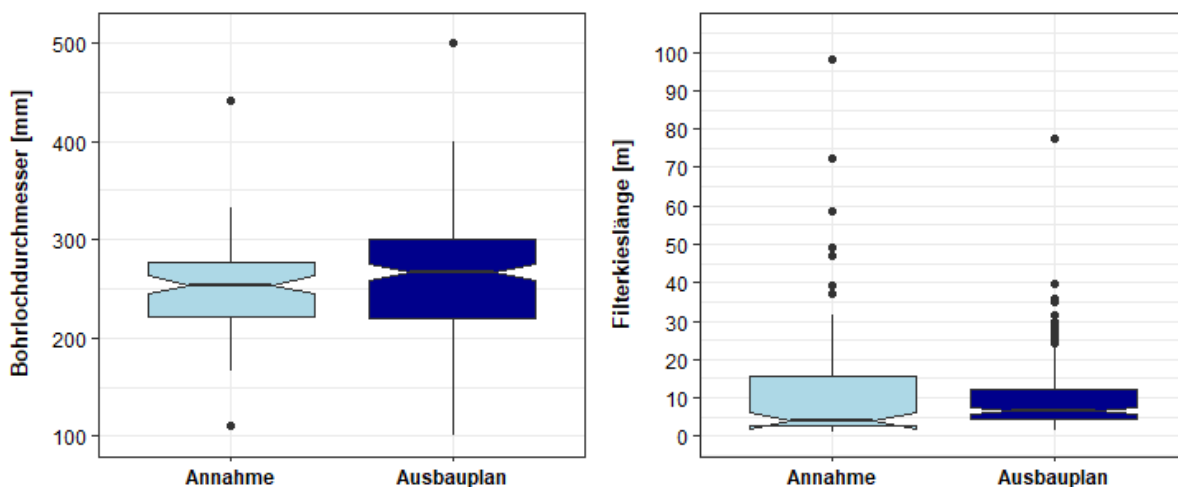


Abbildung 4-6: Gegenüberstellung von mit einem Faktor berechneten und im Ausbauplan dokumentierten Ausbaudaten (dargestellt sind die Bohrlochdurchmesser und Filterkieslängen der für die Pilotierung vorgeschlagenen Messstellen)

#### 4.2.2 Klassifizierung der 341 Messstellen in der Pilotauswahl

Bei der Einteilung der Pilotmessstellen für die Befahrung und Funktionsprüfung wurden Quellen und Sickerstollen grundsätzlich nur für eine Befahrung vorgesehen. Gleiches galt für EUA-/Nitratmessstellen, welche keine Auffälligkeiten aufwiesen. Wie eingangs erwähnt, war die Möglichkeit, das hydraulische Kriterium berechnen zu können, ein Charakteristikum, welches eine Messstelle für eine Funktionsprüfung qualifizieren konnte. Im Umkehrschluss wurden Messstellen, bei denen dies nicht möglich war, bis auf wenige Ausnahmen, nur „befahren“. Auch Messstellen, für die eine Förderdauer von mehr als 2 Stunden (h) bei einer festgelegten Förderrate von 4,5 m<sup>3</sup>/h berechnet worden war

oder deren Förderdauer auf Basis der berechneten Förderrate ein für die Geländearbeiten vertretbares Maß überschritt, wurden in die Kategorie „Befahrung“ eingeordnet. Abbildung 4-7 zeigt eine Übersicht zu den 341 Pilotmessstellen unterschieden nach Befahrung und Funktionsprüfung.

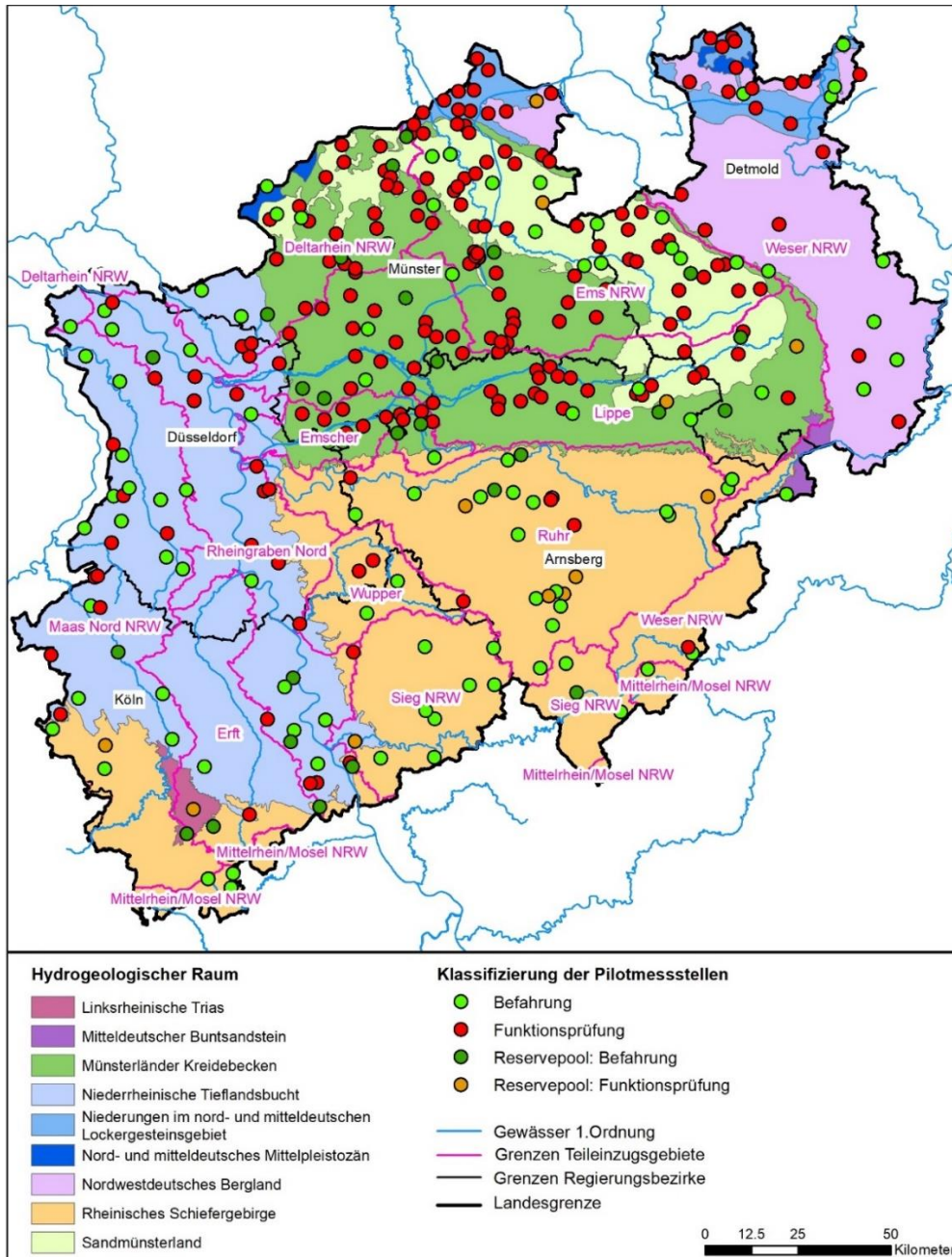


Abbildung 4-7: Regionale Verteilung der Messstellen für die Befahrung und Funktionsprüfung.

Für die Funktionsprüfung wurden Messstellen vorgeschlagen, bei denen die Förderdauer 1,5 h bei einer Förderrate von 4,5 m<sup>3</sup>/h unterschritt. Für die Funktionsprüfung wurden zudem Messstellen bevorzugt, die gravierende Auffälligkeiten (z. B. nicht erfolgreicher Auffüllversuch) oder mehrere Auffälligkeiten aufwiesen. In den Reservepool der Funktionsprüfung wurden Messstellen eingeteilt, deren Förderdauer zwischen 1,5 h und 2 h bei einer Förderrate von 4,5 m<sup>3</sup>/h lagen oder deren Wasserspiegel unter 30 m u. GOK lagen, da hierdurch logistische Begrenzungen bei den Pumpversu-

chen hervorgerufen werden konnten. Dem Reservepool der Befahrung wurden Messstellen zugeteilt, die nur einen bzw. nicht sehr dringlichen Mangel aufwiesen und bei denen eine Funktionsprüfung auch schwer durchführbar wäre (z. B. aufgrund der berechneten Förderdauer). Im Ergebnis wurden 200 Messstellen für eine Funktionsprüfung (einschließlich Befahrung) vorgeschlagen. Weitere 13 Messstellen wurden dem Reservepool der Funktionsprüfung zugeschlagen. Bei 100 Messstellen war nur eine Befahrung geplant. Der Reservepool für die Befahrung umfasste 28 Messstellen.

#### 4.2.3 Erstellung von Messstellenpässen

In Vorbereitung der Geländearbeiten wurden bei auf Privatgelände befindlichen landeseigenen Messstellen Terminabsprachen mit den Grundstückseignern getroffen. Für die Befahrung von Betreibermessstellen wurden Einverständniserklärungen eingeholt. Die Daten der Ansprechpartner wurden teilweise um neue Informationen ergänzt.

Für jede Messstelle ist eine vollständige Bestandsdokumentation unerlässlich. Bei der Ist-Analyse wurden diesbezüglich Lücken festgestellt. Vor allem für Probenehmer liefern Dokumentationen zum Erstpumpversuch oder der Erstbeprobung wertvolle Hinweise für eine geplante Routineprobenahme. Daher wurde im Rahmen der Pilotierung für jede Messstelle ein Messstellenpass erstellt und im Zuge der Geländearbeiten fortgeschrieben. Die Pässe beinhalten für alle Messstellen:

- Befahrungsprotokoll (Seite 1),
- Fotodokumentation (Seite 2),
- Schichtenverzeichnis und Ausbauplan (nur für Grundwassermessstellen und Brunnen) (Seite 3),
- Lageplan (Seite 4).

Die für eine Funktionsprüfung vorgesehenen Messstellen beinhalten zusätzlich das Protokoll zur Funktionskontrolle:

- Hydraulische Randbedingungen der Pumpversuche (Seite 5),
- Dokumentation des hydrochemischen Kriteriums und der organoleptischen Eigenschaften beim Routinepumpversuch (Seite 6),
- Grafische Darstellung des Demonstrativ- und des Routinepumpversuchs (Seite 7).

Orientierung für die Struktur des Messstellenpasses boten die in DVGW (2003b) dokumentierten Inhalte der Messstellenakte und die in LAWA (1982) beschriebenen Maßnahmen zur Unterhaltung einer Messstelle. **Seite 1** (Abbildung 4-8) des Messstellenpasses beinhaltet das Befahrungsprotokoll mit dem Namen und der Nummer der Messstelle, dem Datum der Befahrung sowie den Koordinaten und einer Lagebeschreibung. Weiter folgen die Basisdaten zu der Messstelle, Angaben zum Messprogramm, zum Grund der Befahrung, zur Hydrogeologie, Landnutzung im Zustrombereich und der Zuständigkeit. Die grün markierten Daten wurden im Rahmen der Stammdatenrecherche geprüft (s.

Kapitel 4.2.1) und ggf. während der Vor-Ort-Arbeiten korrigiert bzw. neu erhoben. Zu den im Gelände erhobenen Daten gehörten in jedem Fall die Prüfung der Befahrbarkeit der Messstelle mit einem Pumpendummy, der an den gemessenen Ausbauinnendurchmesser der Messstelle angepasst war sowie die Lotung der Ist-Tiefe und die Messung des Ruhewasserspiegels - hier blau umrandet dargestellt. Ebenso wurden Angaben zum Rohrmaterial und Rohrinne Durchmesser ergänzt bzw. mit den in HygrisC abgelegten Daten verglichen.

Der Grund der Befahrung ergab sich aus der Ist-Analyse (s. Kapitel 3.4). Die hydrogeologischen Informationen wurden mit Hilfe der in dem Schichtenverzeichnis (SVZ) dargestellten petrographischen Angaben innerhalb der Filterstrecke ergänzt, sofern Angaben zum Filterausbau vorlagen. Auf Basis der Petrographie wurde der Durchlässigkeitsbeiwert ausgewiesen (s. Kapitel 4.2.1).

Die Ausweisung der Richtung des Zustroms erfolgte nach einem die Fließverhältnisse des Grundwassers darstellenden Grundwassergleichenplan. Näheres hierzu wird untenstehend erläutert. Zur Landnutzung konnten bis zu zwei verschiedene Angaben verwendet werden. Die erste beschreibt die dominierende Landnutzung im sichtbaren Zustromgebiet. Die zweite Angabe bezieht sich auf eine flächenmäßig relevante, jedoch untergeordnete Landnutzungsart im Zustromgebiet. Die in HygrisC abgelegten Daten zur Landnutzung konnten im Gelände bestätigt werden bzw. wurden angepasst. An dieser Stelle sei jedoch schon bemerkt, dass bei der Erfassung der Landnutzung in HygrisC eine andere Methode angewandt wird, so dass Unterschiede möglich sind.

Unter „Bemerkung“ befinden sich u. a. Anmerkungen zu einer im Vorfeld der Arbeiten notwendigen Anmeldung und Terminabsprache oder zur Sicherung der Messstelle mit einem speziellen Schlüssel. Diese Angaben wurden durch die Prüfung vor Ort um weitere Besonderheiten zu der Messstelle beispielweise zum Thema „Auffindbarkeit und Anfahrbarkeit“ erweitert. Gleichfalls gab es an dieser Stelle Vermerke zum Messstellenzustand, wie das Beispiel in Abbildung 4-8 zeigt.

Für Quellen und Sickerstollen wurde der Messstellenpass entsprechend angepasst (Abbildung 4-9). In den Basisdaten wurden die Abfragen zur Rohrstrecke entfernt, dagegen sind Angaben zur Schüttung und zur Schüttungsmessung enthalten. Auch hier wurden die grün markierten Daten im Rahmen der Stammdatenrecherche geprüft (s. Kapitel 4.2.1) und ggf. während der Vor-Ort-Arbeiten korrigiert bzw. neu erhoben (blau umrandet). In dem hier vorliegenden Beispiel ist wegen der Lage der Quelle auf einem Privatgrundstück eine vorherige Anmeldung erforderlich.

Auf **Seite 2** des Messstellenpasses findet sich eine fotografische Dokumentation mit einer Nahaufnahme der Messstelle, einer charakteristischen Aufnahme der Umgebung zur Bestimmung der Lage der Messstelle und einer Aufnahme in Richtung des bekannten und in den Lageplänen dokumentierten Grundwasserzustroms. Diese Aufnahmen wurden im Gelände erhoben und sind in Kapitel 4.3.1 dargestellt.

<b>Befahrungsprotokoll</b>	<i>Messstellenname</i>	WG 71 MAASLINGEN
	<i>Messstellennummer</i>	100140774
	<i>Datum der Befahrung</i>	20.09.2016
<i>Messstellenpass erstellt von</i>	Sophie Borrmann (HYDOR Consult GmbH)	

Angaben zur Lage

<b>TK 25</b>	3619 (Petershagen)	
<i>Koordinaten nach UTM/ETRS89</i>	East	493772
	North	5804488

Beschreibung der Lage

Von Süden auf der K10 (Maaslinger Straße) aus Brüggerheide kommend, befindet sich die Messstelle in Maaslingen auf der rechten Seite 20 Meter vor der Kreuzung mit der K20 (Maaslinger Dorfstraße).

Basisdaten zur Grundwassermessstelle

<i>Messstellenart</i>	Grundwassermessstelle, überflur
<i>GOK (m NHN)</i>	50.45
<i>ROK (m NHN)</i>	51.15
<i>Differenz ROK minus GOK (m)</i>	0.70
<i>Filteroberkante (m u. ROK)</i>	4.00
<i>Filterunterkante (m u. ROK)</i>	8.00
<i>Soll-Tiefe Sohle (m u. ROK)</i>	8.00
<i>Ist-Tiefe Sohle (m u. ROK)</i>	7.64
<i>Ruhewasserspiegel (m u. ROK)</i>	2.09
<i>Baujahr</i>	1988
<i>Rohrinnendurchmesser (mm)</i>	115
<i>Rohrmaterial</i>	Polyvinylchlorid (PVC / PVC_U)
<i>Pumpen-Befahrbarkeit (Dummy-Test)</i>	ja (Dummy DN50)

Angaben zur Messung und Beprobung

<i>Messprogramm</i>	Grundwassergüteüberwachung
<i>Grund für Befahrung 2016</i>	Organoleptische Auffälligkeiten 2010-2016

Angaben zur Hydrogeologie

<i>Teileinzugsgebiet</i>	Weser NRW
<i>Grundwasserkörper-ID</i>	4_02
<i>Hydrogeologische Einheit (nach HÜK 200)</i>	Nordwestdeutsche Geest
<i>Petrographie im Filterausbau (nach SVZ)</i>	Sand, Kies
<i>Durchlässigkeitsbeiwert (m/s), abgeschätzt</i>	1*10 <sup>-3</sup>

Angaben zur Landnutzung im Grundwasserzustrom

<i>Richtung des Zustroms</i>	N
<i>Dominierende Landnutzung(en)</i>	bebaut, besiedelt, Acker

Zuständigkeiten

<i>Eigentümer</i>	Land NRW
<i>Betreiber</i>	Land NRW

<b>Bemerkungen</b>	
	leichter Stoß im Rohr bei 2,10 m u ROK, MP1 durchgängig

grün = im Rahmen der Pilotierung 2016 geprüfte bzw. neu generierte Daten

1

Abbildung 4-8: Befahrungsprotokoll für Messstellen und Brunnen (Messstellenpass, Seite 1) (blau umrandet: im Rahmen der Fortschreibung des Messstellenpasses während der Befahrung erhobene Daten).

<b>Befahrungsprotokoll</b>	<b>Messstellename</b>	Qu Brandsmuehle
	<b>Messstellenummer</b>	026495028
	<b>Datum der Befahrung</b>	08.11.2016
<b>Messstellenpass erstellt von</b>	Sophie Borrmann (HYDOR Consult GmbH)	

**Angaben zur Lage**

<b>TK 25</b>	4017 (Brackwede)	
<b>Koordinaten nach UTM/ETRS89</b>	East	475405
	North	5755903

**Beschreibung der Lage**

Von Westen aus Sennestadt (Bielefeld) auf dem Senner Hellweg kommend, nach dem Menkhauser Bachtal links in die Brandsmühle abbiegen. Dem Straßenverlauf folgen und bei der Weggabelung links halten. Am Straßenende befindet sich die Quelle auf einem Privatgrundstück.

**Basisdaten zur Grundwassermessstelle**

<b>Messstellenart</b>	Quelle, gefasst
<b>GOK (m NHN)</b>	159.99
<b>Schüttung (l/min)</b>	190.0
<b>Methode Schüttungsmessung</b>	Gefäßmessung (ohne Messwehr)
<b>Beobachtungsbeginn</b>	1986

**Angaben zur Messung und Beprobung**

<b>Messprogramm</b>	Grundwassergüteüberwachung
<b>Grund für Befahrung 2016</b>	EU-Nitratmessnetz

**Angaben zur Hydrogeologie**

<b>Teileinzugsgebiet</b>	Ems NRW
<b>Grundwasserkörper-ID</b>	3_09
<b>Hydrogeologische Einheit (nach HÜK 200)</b>	quartäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone
<b>Petrographie</b>	unbekannt (kein SVZ)
<b>Durchlässigkeitsbeiwert (m/s), abgeschätzt</b>	-

**Angaben zur Landnutzung im Grundwasserzustrom**

<b>Richtung des Zustroms</b>	NE
<b>Dominierende Landnutzung(en)</b>	Wald

**Zuständigkeiten**

<b>Eigentümer</b>	Stadt Oerlinghausen
<b>Betreiber</b>	Land NRW

**Bemerkungen**

Anmeldung erforderlich

grün = im Rahmen der Pilotierung 2016 geprüfte bzw. neu generierte Daten

Abbildung 4-9: Befahrungsprotokoll für Quellen und Sickerstollen (Messstellenpass, Seite 1) (blau umrandet: im Rahmen der Fortschreibung des Messstellenpasses während der Befahrung erhobene Daten)



Das Schichtenverzeichnis und der Ausbauplan der Grundwassermessstellen und Brunnen befindet sich auf **Seite 3** des Messstellenpasses (Abbildung 4-10). Für Quellen und Sickerstollen entfällt diese Seite.

Auf **Seite 4** ist der Lageplan mit Anzeige der geohydraulischen Position der Messstelle abgebildet (Abbildung 4-11). Dieser enthält neben der Art der Messstelle auch Angaben zum Baujahr und zur Messstellentiefe. Ebenso ist der vom LANUV übermittelte landesweite Grundwassergleichenplan der Poren- und Poren-Kluftgrundwasserleiter (04/1988, Hydrotec 2009) mit den Höhenangaben dargestellt. Bei räumlichen Überschneidungen mit den Gleichenplänen der Wasserverbände Erftverband, Emschergenossenschaft oder LINEG wurde auf diese Daten wegen der Aktualität zurückgegriffen.

Die Grundwasserfließrichtung ergibt sich als Senkrechte zu den Grundwassergleichen. Die Angabe dieser Zustromrichtung war ausschlaggebend für die fotografische Dokumentation (Messstellenpass Seite 2) und die Angabe der Landnutzung in diesem Gebiet (Messstellenpass Seite 1). Lag für eine Messstelle kein Grundwassergleichenplan vor (Kluftgrundwasserleiter) und konnte somit keine Zustromrichtung ausgewiesen werden, wurde die Richtung für die Aufnahme und die Landnutzung anhand der Höhenlinien ermittelt. Eine generalisierte Fließrichtung ist in diesem Fall nicht im Lageplan enthalten.

Das Protokoll zur Funktionskontrolle liegt nur bei den für eine Funktionsprüfung ausgewählten Grundwassermessstellen vor. **Seite 5** des Messstellenpasses (Abbildung 4-12) führt die Formeln zur Herleitung der hydraulischen Randbedingungen (s. Formeln 1, 2 und 3 in Kapitel 4.1.2) sowie die Ergebnisse dieser Berechnungen für die jeweilige Messstelle auf. Es berücksichtigt die für Probenahmen wichtigen Parameter *hydraulisches Kriterium*, *Förderrate* sowie *Förderdauer* und *Entnahmetiefe der Pumpe*. Insbesondere die Förderrate kann wegen der Berechnung über die maximale Wasserspiegelabsenkung deutlich erhöht scheinen. Dennoch fungiert dieser Wert als Anhaltspunkt über die zu erwartende Förderleistung einer Messstelle. Die Ergebnisse dieser Berechnungen entstanden im Vorfeld der Geländearbeiten.

Die weiteren Angaben und die nachfolgenden Seiten des Protokolls (**Seite 6 und 7** des Messstellenpasses) wurden im Anschluss an die Geländearbeiten fortgeschrieben. In dem Abschnitt „Hydraulische und Technische Randbedingungen für Pumpversuche“ sind die tatsächlich durchgeführten Fördermengen und –raten aufgeführt. Eine Diskrepanz von Förderrate und Förderdauer zur Fördermenge ergibt sich aus der Durchführung von Stufenpumpversuchen. In Kapitel 4.3.2 ist die Durchführung des Demonstrativ- und des Routinepumpversuches genau beschrieben. Auch die weiteren, hier noch nicht erläuterten, Seiten des Messstellenpasses werden in diesem Kapitel dargestellt. Näher ausgeführt werden gleichfalls die weiteren Maßnahmen während der Funktionskontrolle. Zu diesen Arbeiten zählen z. B. das Freischneiden der Messstelle oder die Bergung von Hindernissen.

<b>Schichtenverzeichnis und Ausbauplan</b>	<b>Messstellenname</b>	WG 71 MAASLINGEN
	<b>Messstellenummer</b>	100140774

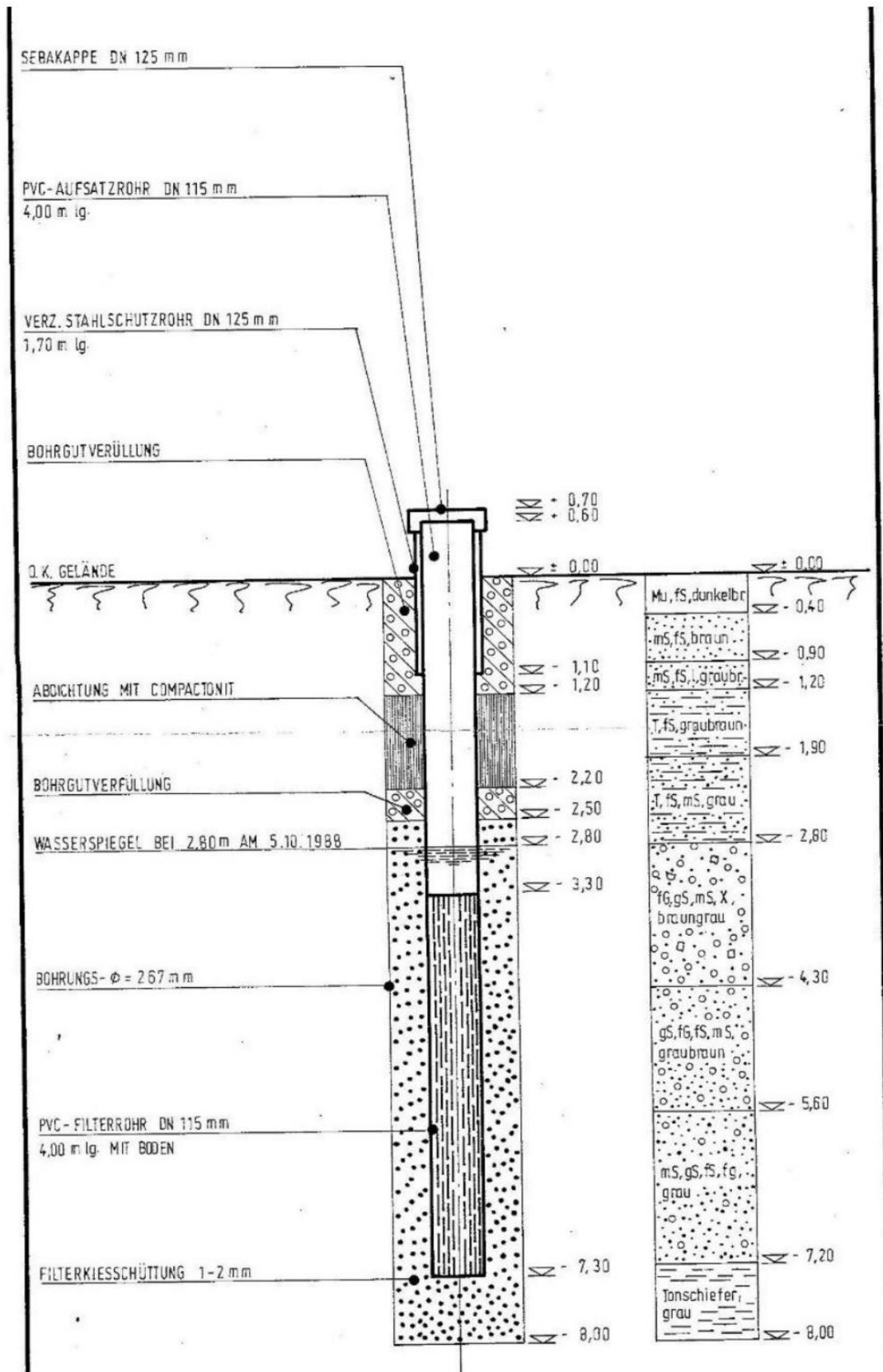


Abbildung 4-10: Darstellung des Schichtenverzeichnisses und des Ausbauplans (Messstellenpass, Seite 3).

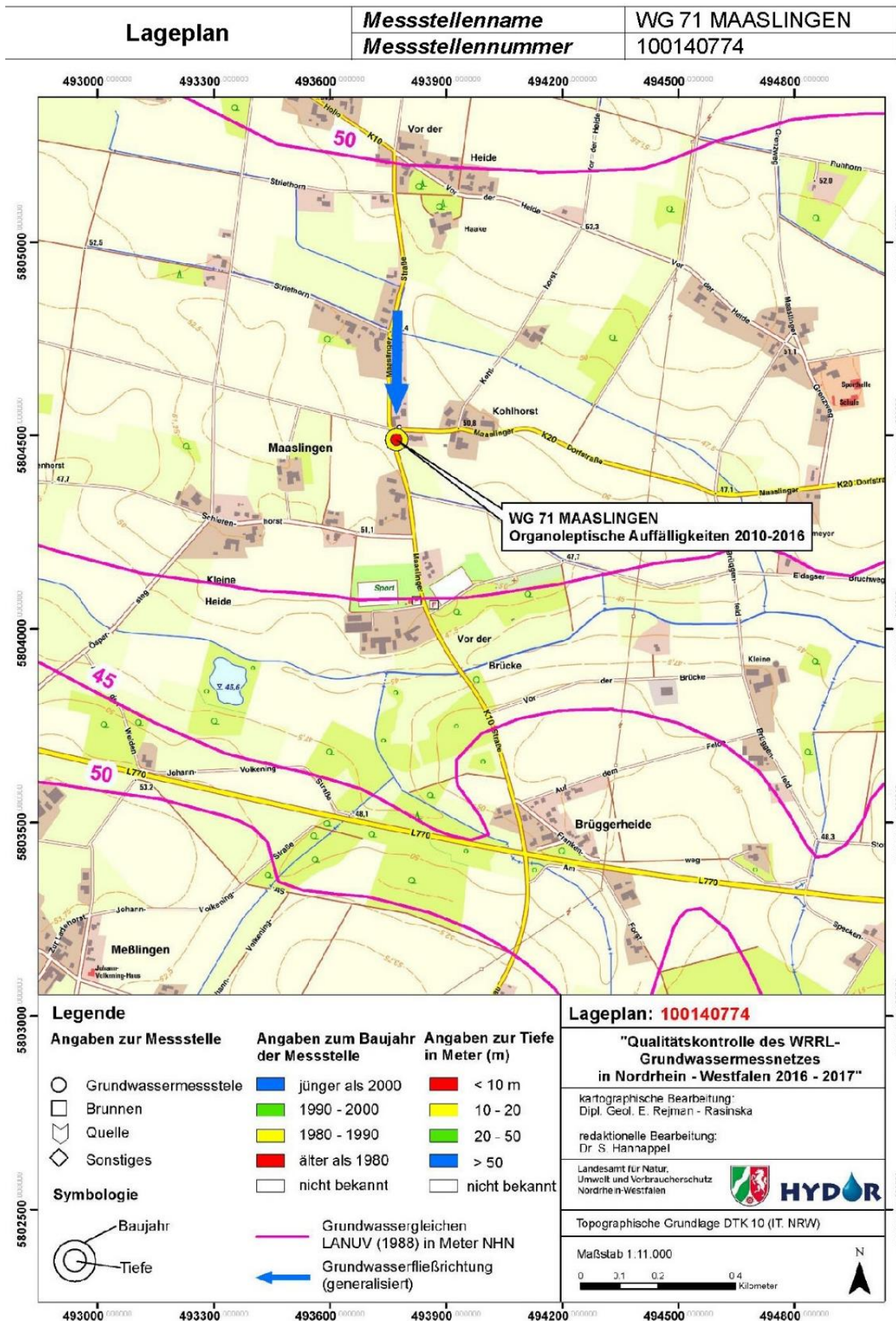


Abbildung 4-11: Lageplan und der Zustromrichtung des Grundwassers (Messstellenpass, Seite 4)

<b>Protokoll zur Funktionskontrolle</b>	<b>Messstellename</b>	WG 71 MAASLINGEN
	<b>Messstellenummer</b>	100140774
	<b>Datum der Kontrolle</b>	20.09.2016

### Formeln zur Herleitung der hydraulischen Randbedingungen für Pumpversuche

#### Berechnung der Fördermenge (DVGW W 112 (A), 2010)

$$V = 0.0015 \times \pi/4 \times d_{BL}^2 \times l_F \text{ (hydraulisches Kriterium)} = 461.92 \text{ l}$$

#### Ermittlung der Entnahmetiefe der Pumpe (LANUV-Dokument 600-ZUA-AA-007)

$$T_E = w_{SPR} + |w_{SPAB} - w_{SPR}| + 100 \text{ cm} = 3.3 \text{ m u ROK}$$

#### Berechnung der Förderrate und Förderdauer (LANUV-Dokument 600-ZUA-AA-007)

$$Q_P = 20 \times s \times k_f \times l_{FR} \times F_F = 20 \times ((l_{EB} - w_{SPR}) \div 3) \times k_f \times l_{FR} \times F_F = 166.89 \text{ l/min}$$

$$t = V \div Q_P = 2.77 \text{ min}$$

V	Fördermenge (l)	s	Max. Wasserspiegelabsenkung (cm)
d <sub>BL</sub>	Bohrlochdurchmesser (cm)	k <sub>f</sub>	Durchlässigkeitsbeiwert (m/s)
l <sub>F</sub>	Wassererfüllte Filterkieslänge (cm)	l <sub>FR</sub>	Filterrohrlänge (cm)
T <sub>E</sub>	Entnahmetiefe (cm)	F <sub>F</sub>	Filterflächenfaktor
w <sub>SPR</sub>	Ruhewasserspiegel (cm)	l <sub>EB</sub>	Einbaulänge (cm)
w <sub>SPAB</sub>	Abgesenkter Wasserspiegel (cm)	t	Förderdauer (min)
Q <sub>P</sub>	Förderrate (l/min)		

### Hydraulische und technische Randbedingungen für Pumpversuche

<b>Durchführende(r)</b>	GEO TECH Servicegesellschaft mbH
<b>Entnahmeggerät</b>	Tauchpumpe (MP1)
<b>Datenlogger</b>	nein
<b>Datenloggertyp</b>	-
<b>Entnahmetiefe (m u. ROK)</b>	6.0
<b>Bohrlochdurchmesser (mm)</b>	267
<b>Filterkiesoberkante (m u. GOK)</b>	2.5
<b>Filterkieslänge (m)</b>	5.5

#### Demonstrativ-Pumpversuch

<b>Fördermenge (l)</b>	1056.0
<b>Förderrate (l/min)</b>	36.0
<b>Förderdauer (min)</b>	21
<b>Max. Wasserspiegelabsenkung (m)</b>	0.72
<b>Ergebnis</b>	Auflandung verringert, Abnahme Trübung, Färbung und Geruch

#### Routine-Pumpversuch

<b>Fördermenge (l)</b>	480.0
<b>Förderrate (l/min)</b>	24.0
<b>Förderdauer (min)</b>	20
<b>Max. Wasserspiegelabsenkung (m)</b>	0.57

### Weitere Maßnahmen der Funktionskontrolle

Maßnahme	Grund	Ergebnis
keine		

Abbildung 4-12: Protokoll zur Funktionskontrolle mit den hydraulischen Randbedingungen (Messstellenpass, Seite 5).

### 4.3 Durchführung der Pilotierung

#### 4.3.1 Befahrung – Durchführung

Mit der Durchführung der Geländearbeiten wurde die GEO TECH Servicegesellschaft mbH, im folgenden GEO TECH genannt, beauftragt. GEO TECH wurden die 303 Messstellenpässe als PDF-Dokumente übergeben. Diese beinhalteten das auszufüllende Befahrungsprotokoll, sofern vorhanden das Schichtenverzeichnis und den Ausbauplan, einen Lageplan und das auszufüllende Protokoll der Funktionskontrolle. Weiterhin wurde eine Excel-Tabelle mit wichtigen Stammdaten zu jeder Messstelle und verschiedenen anderen Feldern (u. a. für den Eintrag der Probennahmedaten), die im Rahmen der Geländearbeiten zu ergänzen bzw. zu korrigieren waren, sowie ein Tabellenblatt mit Information zu Ansprechpartnern vor Ort übergeben.

Für die zeitliche und räumliche Planung der Geländearbeiten waren in mehreren Übersichtskarten die Messstellen und ihre Zuordnung zu den Bereichen „Befahrung“, „Reservepool: Befahrung“, „Funktionsprüfung“ und „Reservepool: Funktionsprüfung“ dargestellt. Im Zeitraum September bis November 2016 wurden insgesamt 303 Messstellen angefahren, von denen sieben nicht gefunden wurden. Die Verteilung der verbleibenden 296 Messstellen auf die Befahrung bzw. Funktionsprüfung zeigt Tabelle 4-2.

Tabelle 4-2: Übersicht zu der Anzahl der Messstellen in Abhängigkeit der durchgeführten Arbeiten.

Messstellenart	Befahrung	Funktionsprüfung
Grundwassermessstellen	63	197
Schacht-, Vertikalfilterbrunnen	8	
Quellen, Sickerstollen	28	
<b>Gesamt</b>	<b>99</b>	<b>197</b>

Abbildung 4-13 zeigt eine Übersichtskarte zu den im Rahmen der Pilotierung 2016 angefahrenen Messstellen und weist die Art der durchgeführten Maßnahmen (Befahrung oder Funktionsprüfung) aus.

Die von GEO TECH durchgeführten Arbeiten wurden in den Messstellenpässen dokumentiert. Im Rahmen der Befahrung wurden die Koordinaten der Messstellen mittels GPS mit einer Lagegenauigkeit von  $\pm 3$  m kontrolliert und die Lagebeschreibung angepasst. Ebenso wurde die dominierende(n) Landnutzung(en) in der Umgebung der Messstelle beschrieben, wobei zwischen den Optionen „Acker“, „Grünland“, „Wald“ und „bebaut/besiedelt“ zu wählen war.

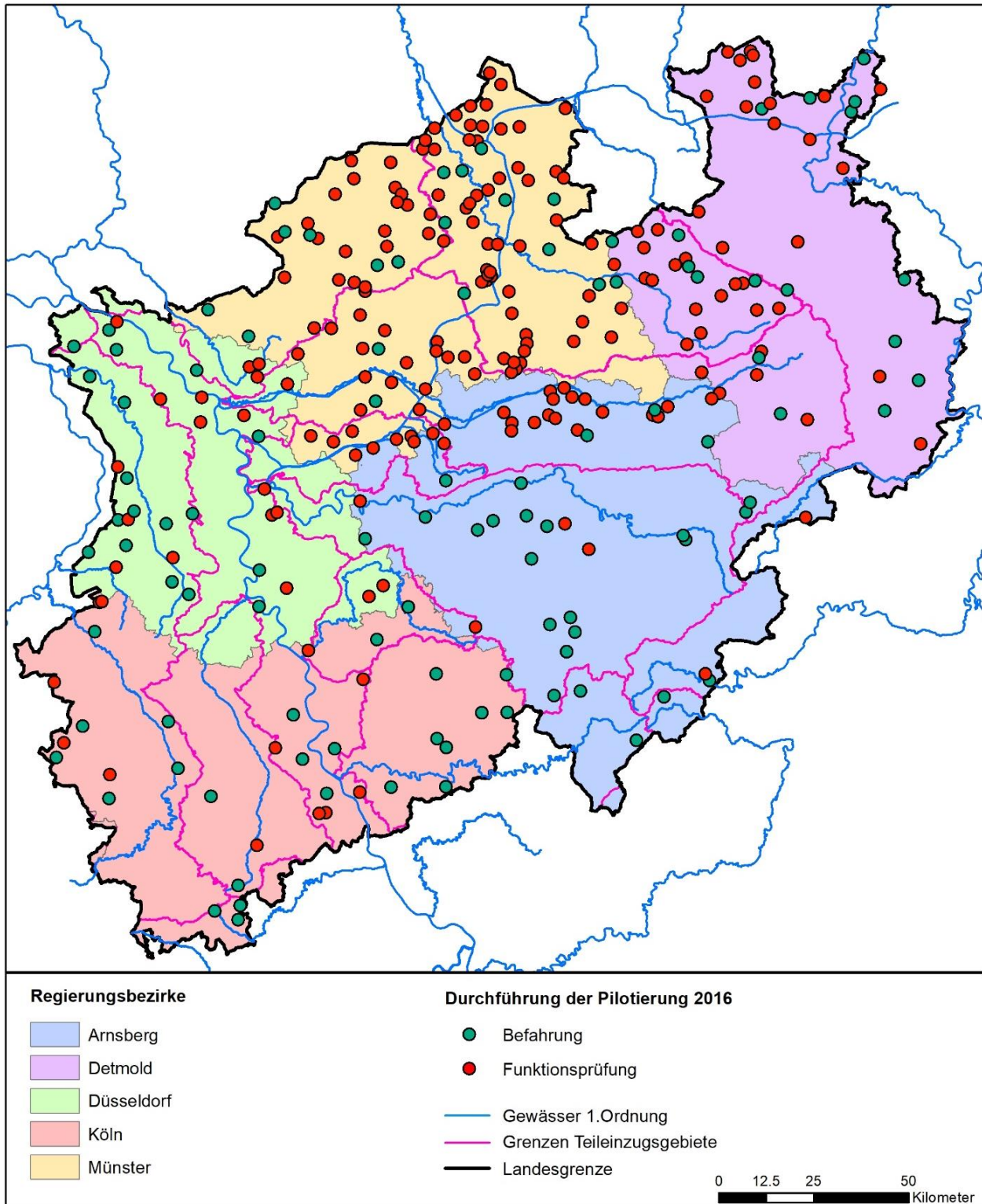


Abbildung 4-13: Übersicht zu den angefahrenen Messstellen und Art der Pilotierung.

Für die Fotodokumentation war die Nahaufnahme der Messstelle aus etwa 1 Meter Entfernung (mit offener Kappe bei Grundwassermessstellen), die Lagebeschreibung mit einer charakteristischen Aufnahme der Umgebung und die Aufnahme in Richtung des bekannten und in den Lageplänen dokumentierten Grundwasserzustroms gefordert. Abbildung 4-14 stellt eine, dem Messstellenpass als Seite 2 beigefügte, Fotodokumentation vor.

<b>Fotografische Dokumentation</b>	<i>Messstellenname</i>	WG 71 MAASLINGEN
	<i>Messstellenummer</i>	100140774
	<i>Datum des Fotos</i>	20.09.2016



Abbildung 4-14: Fotodokumentation mit Nahaufnahme (links), Lage (Mitte) und Zustromrichtung (rechts) am Beispiel einer überflur ausgebauten Grundwassermessstelle. (Messstellenpass, Seite 2).

Bei den Basisdaten wurde die Art der Messstelle (inklusive des Ausbaus (*Überflur / Unterflur*) bzw. bei Quellen (*gefasst / ungefasst*) erhoben. Dabei ergab die Befahrung in insgesamt sieben Fällen eine Änderung der Ausbauart einer Grundwassermessstelle von zumeist *Überflur* nach *Unterflur*. Abbildung 4-15 zeigt dies am Beispiel der Grundwassermessstelle VIII/3 Westbevern (110080038), die aufgrund einer Nutzungsänderung nachträglich in unterflur ausgebaut wurde. Diese Änderung war bisher nicht in HygrisC abgespeichert (dort als *Überflur* geführt) und konnte auch nicht aus dem vorliegenden Ausbauplan abgegriffen werden.

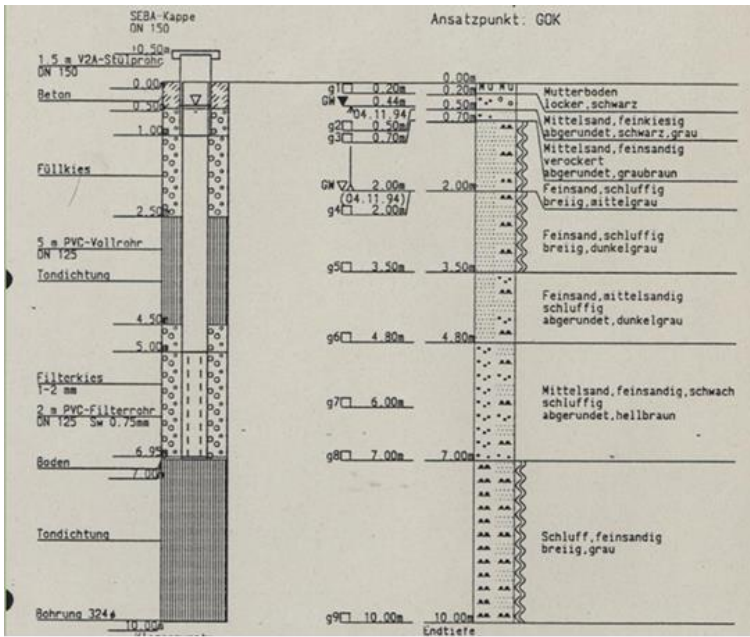


Abbildung 4-15: Änderung der Art des Ausbaus am Beispiel der Messstelle VIII/3 Westbevern (110080038) (das Schichtenverzeichnis zeigt einen Überflur-Ausbau - vorgefunden wurde jedoch eine unterflur ausgebaute Messstelle).



An den Grundwassermessstellen wurde zusätzlich die Differenz zwischen der Rohroberkante und der Geländeoberkante gemessen. Des Weiteren erfolgte die Prüfung der Befahrbarkeit der Messstelle mit einem Dummy (vgl. Abbildung 4-16) samt Lotung der Ist-Tiefe und Messung des Ruhewasserspiegels.



Abbildung 4-16: Pumpendummy zur Prüfung der Durchgängigkeit (hier nach der Befahrung mit Wurzelresten bedeckt).

Auch der Rohrinnendurchmesser und das Rohrmaterial sowie das Vorhandensein eines Datenloggers wurden überprüft. An den Quellen erfolgte eine Messung der Schüttung (in l/min) zumeist als Gefäßmessung, in wenigen Fällen auch als Abflussmessung mittels Wehr (Abbildung 4-17) nach den in LAWA (1995a) beschriebenen Vorgehensweisen.



Abbildung 4-17: Schüttungsmessung als Gefäßmessung an der Aldericusquelle (010409415) (links) bzw. als Abflussmessung über einen Überlauf (Wehr) an der Schalkseifenquelle (010409609) (rechts).



Zu den ermittelten Daten gehörten auch Angaben zur Auffindbarkeit und Anfahrbarkeit der Messstelle (Abbildung 4-18) sowie zu messstellenbezogenen Besonderheiten (z. B. Spezialschlüssel für Messstellenkappe). Des Weiteren wurden sichtbare bauliche Schäden wie Stöße und Löcher im Rohr (Abbildung 4-19, links und Mitte) oder überwachsene Quellaustritte (Abbildung 4-19, rechts) dokumentiert. Die Ergebnisse sind in Kapitel 4.4 und den Messstellenpässen dargestellt.



Abbildung 4-18: Dokumentation einer erschwerten Auffindbarkeit (links, Mitte) und Anfahrbarkeit von Messstellen (rechts, der rote Kreis markiert die Messstelle).



Abbildung 4-19: Exemplarische Dokumentation von baulichen Mängeln an den Messstellen (links: Knick im Rohr, Mitte: Verschmutzung der Unterflurkammer, rechts: Quellbecken und Abfluss völlig überwachsen).

### 4.3.2 Funktionsprüfung – Durchführung und grafische Auswertung von Pumpversuchen an ausgewählten Pilotmessstellen

Die Funktionsprüfung setzte sich – wie unter 4.1 beschrieben – in der Regel aus einem Demonstrativpumpversuch und anschließenden Routinepumpversuch zusammen, bei dem die Einhaltung des hydraulischen und hydrochemischen Kriteriums sowie das Erreichen der Beharrung im Vordergrund stand. Die in Kapitel 4.3.2 vorgestellten vorab berechneten und angestrebten Randbedingungen für die Durchführung der Pumpversuche standen GEO TECH als Orientierung im Gelände zur Verfügung. Abbildung 4-20 zeigt exemplarisch den Aufbau für die Durchführung eines Pumpversuchs.

Der Demonstrativpumpversuch diente der Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Messstelle. Zudem wurde er zur Erreichung einer Sand- und Trübstofffreiheit durchgeführt. Deshalb wurden die organoleptischen Parameter (Färbung, Trübung, Geruch) beobachtet und ggf. dokumentiert. Des Weiteren wurde die Ist-Tiefe vor und nach dem Demonstrativpumpversuch gelotet, um festzustellen, ob eine vorhandene Auflandung reduziert oder auch entfernt werden konnte.



Abbildung 4-20: Fotografische Dokumentation der Durchführung eines Pumpversuchs.

Abbildung 4-21 zeigt beispielhaft die deutliche Abnahme von Färbung und Trübung während eines Demonstrativpumpversuchs.



Abbildung 4-21: Abnahme der Färbung und Trübung während des Demonstrativpumpversuchs am Beispiel der Messstelle Düss-Kikweg 1 (030302778) (links: zu Beginn des Pumpversuchs, rechts: gegen Ende des Pumpversuchs).

Der Pumpversuch führte allerdings nicht immer zu einer Optimierung der Leistung bzw. Sandfreiheit einer Messstelle. In der Abbildung 4-22 ist eine Messstelle gezeigt, deren Sedimentführung und Auflandung während des Pumpversuchs zunahm.



Abbildung 4-22: Färbung und Trübung während des Demonstrativpumpversuchs unverändert, Zunahme der Sedimentführung und der Auflandung am Beispiel der Messstelle IV/10 Emsdetten (110040107)

Während des Demonstrativpumpversuchs wurde ein beträchtlicher Anteil an Sand (Foto rechts) aus dem Rohr entfernt. Dennoch vergrößerte sich die Auflandung merklich und eine Durchführung des Routinepumpversuchs war nicht möglich. Zur Überprüfung der Rohrstrecke auf mögliche Risse oder Brüche, wurde eine Kamerabefahrung durchgeführt (Kapitel 4.3.3).

Von GEO TECH wurden die Daten zu Entnahmegrät, Entnahmetiefe, Förderrate, Förderdauer und die Absenkung des Grundwasserspiegels während des Pumpversuchs festgehalten. Bei einer Anpassung der Förderrate (Stufenpumpversuch) wegen einer sehr guten oder einer sehr geringen Ergiebigkeit der Messstelle wurden die verschiedenen Förderraten ebenso vermerkt. Die erhobenen Daten wurden in den jeweiligen Messstellenpass übertragen, wobei immer die zuletzt ermittelte Förderrate ausschlaggebend war. Infolgedessen lässt sich aus der für einen gestuften Pumpversuch eingetragene Förderrate und Förderdauer nicht die Fördermenge berechnen, die im Messstellenpass eingetragen worden ist.

Abbildung 4-12 (Kapitel 0) zeigt dies am Beispiel der Messstelle WG 71 Maaslingen (100140774). Bei der Durchführung eines dreistufigen Demonstrativpumpversuchs wurde zum Schluss 21 min lang mit einer Rate von 36 Liter/min gepumpt. Wegen der bereits zuvor geförderten Wassermenge ergibt sich jedoch insgesamt eine anhand der jeweils weiteren dokumentierten Förderraten und -dauern berechnete Fördermenge von 1056 l. Zudem wurde im Messstellenpass das Ergebnis des Demonstrativpumpversuchs im Abgleich zur Ausgangssituation vermerkt.

Stand bei einem Demonstrativpumpversuch z. B. aufgrund einer starken Sedimentführung oder eines geringen Nachlaufs die hydromechanische Regenerierung im Vordergrund und war die Dokumentation der Förderrate, -dauer und Absenkung nicht möglich, wurde dieser stattdessen im Messstellenpass als Maßnahme mit der Bezeichnung „Regenerierung“ eingetragen. Für ein Beispiel sei auf den Abschnitt 4.3.4 verwiesen.

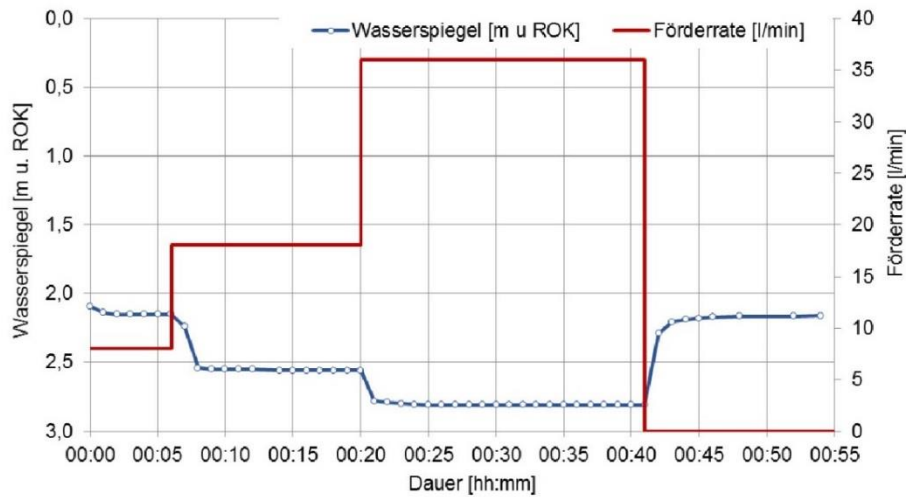
In Analogie zu der Dokumentation des Demonstrativpumpversuches wurden ebenso die Daten des Routinepumpversuchs im Messstellenpass eingetragen – auch hier war die letzte Förderrate entscheidend. Die geförderte Wassermenge wurde zur Bewertung der Messstelle unter Berücksichtigung der hydrochemischen Konstanz und der Beharrung dem hydraulischen Kriterium gegenübergestellt.

Die Ergebnisse beider Pumpversuche wurden in Diagrammen der Entnahmerate und der Grundwasserspiegelabsenkung gegen die Zeit dargestellt. Abbildung 4-23 zeigt den Demonstrativpumpversuch an der Messstelle WG 71 Maaslingen (100140774). Bereits nach kurzer Zeit hatte sich bei einer Entnahmerate von 8 l/min eine Beharrung eingestellt, so dass die Rate stufenweise auf 36 l/min erhöht werden konnte. Die sich einstellende Beharrung und der rasche Wiederanstieg weisen auf eine gute Ergiebigkeit dieser Messstelle hin. Das spiegelt gleichfalls der anschließend durchgeführte Routinepumpversuch wider.

Dagegen zeigt die Abbildung 4-24 eine sehr starke Absenkung an der Messstelle VII/51 BEESENBERG (110070513). Deshalb musste die anfängliche Förderrate von 17 l/min auf 3 l/min reduziert werden. Damit sollten das Trockenfallen der Messstelle und ein Abriss des Grundwasserzustroms vermieden werden. Deutlich ist der anschließend nur langsame Wiederanstieg zu erkennen. Grund für die Auswahl der Messstelle war ein nicht erfolgreicher Auffüllversuch. Der anschließende Routinepumpversuch konnte nur mit der sehr geringen Förderrate von 3 l/min durchgeführt werden.

<b>Protokoll zur Funktionskontrolle</b>	<i>Messstellename</i>	WG 71 MAASLINGEN
	<i>Messstellenummer</i>	100140774
	<i>Datum der Kontrolle</i>	20.09.2016

**Demonstrativ-Pumpversuch: Darstellung der Absenkung und des Wiederanstiegs**



**Routine-Pumpversuch zur regulären Probenahme: Darstellung der Absenkung und des Wiederanstiegs**

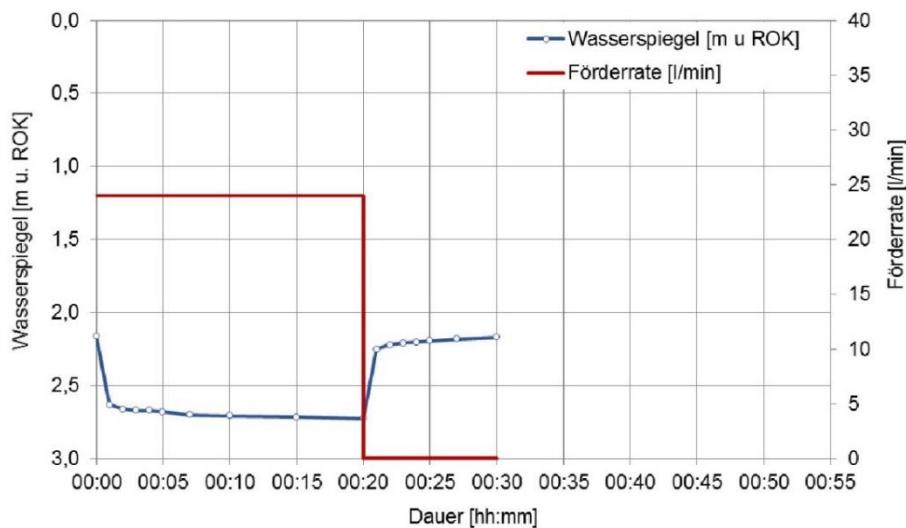
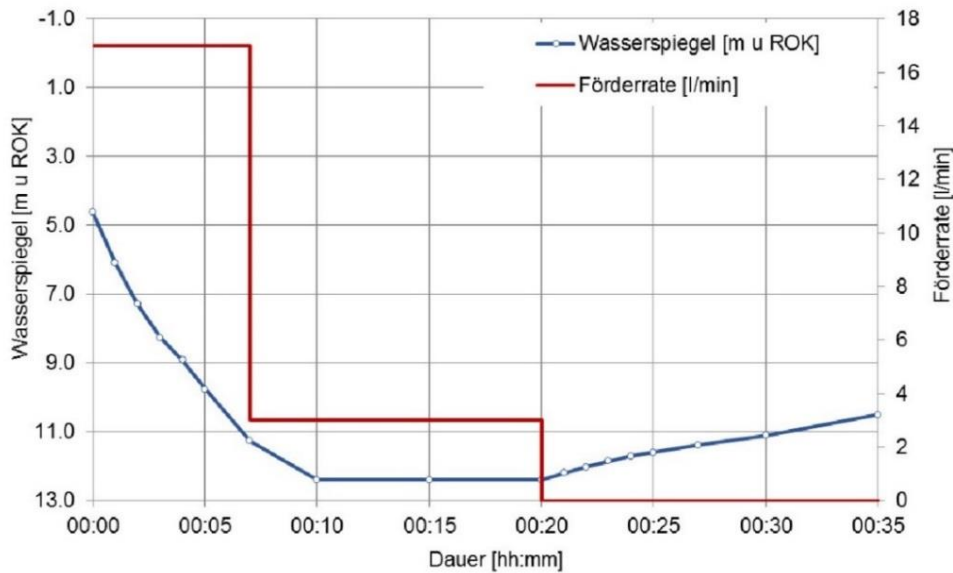


Abbildung 4-23: Grafische Auswertung des Demonstrativpumpversuchs mit Darstellung der Absenkung und des Wiederanstiegs an der Messstelle WG 71 Maaslingen (100140774) (Messstellenpass, Seite 7).

Aus arbeitsökonomischen Überlegungen waren die Routinepumpversuche über eine Dauer von 20 Minuten (inklusive Abwarten des Wiederanstiegs) ausgelegt. Damit war die Einhaltung des hydraulischen Kriteriums insbesondere an Standorten, die nur eine geringe Förderrate zuließen, nicht immer möglich. In jedem Fall wurde jedoch berücksichtigt, dass ein beträchtlicher Teil des Standwassers durch den vorangestellten Demonstrativpumpversuch abgepumpt worden war. Neben der Einhaltung des hydraulischen Kriteriums sind bei der Durchführung eines Routinepumpversuchs und zur Messstellenbewertung auch die Kriterien der hydrochemischen Konstanz und das Erreichen einer Beharrung von Bedeutung. Die Daten der Leitkennwerte *Leitfähigkeit*, *Temperatur* und *pH-Wert* wurden während des Routinepumpversuchs fünfminütig erhoben und sollten vor Beginn einer möglichen Probenahme eine Konstanz aufweisen (Kapitel 4.1, LAWA 1995b).

<b>Protokoll zur Funktionskontrolle</b>	<b>Messstellenname</b>	VII/51 BEESENBERG
	<b>Messstellenummer</b>	110070513
	<b>Datum der Kontrolle</b>	20.10.2016

**Demonstrativ-Pumpversuch: Darstellung der Absenkung und des Wiederanstiegs**



**Routine-Pumpversuch zur regulären Probenahme: Darstellung der Absenkung und des Wiederanstiegs**

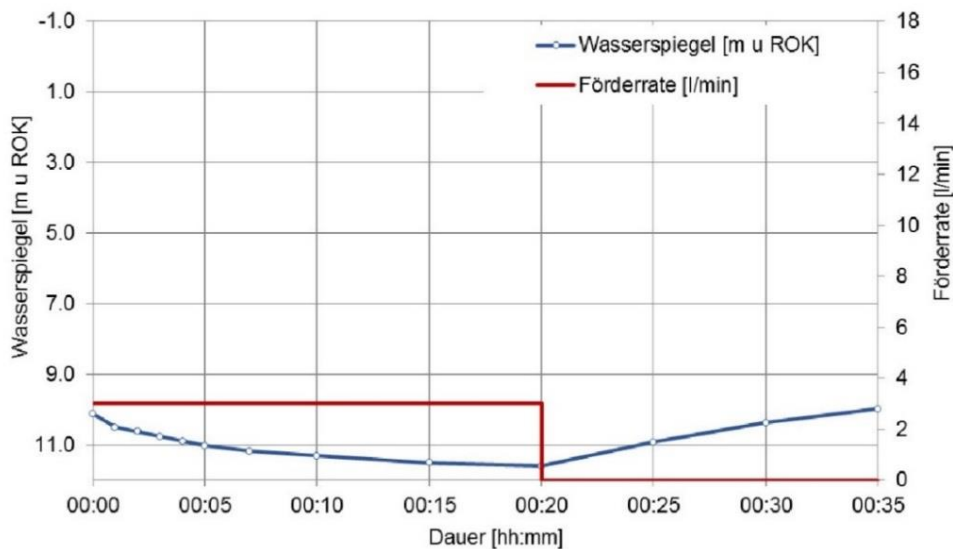


Abbildung 4-24: Grafische Auswertung des Demonstrativpumpversuches mit Darstellung der Absenkung und des Wiederanstiegs an der Messstelle VII/51 BEESENBERG (110070513) (Messstellenpass, Seite 7).

Abbildung 4-25 zeigt die Dokumentation dieser Parameter im Messstellenpass. Die Kriterien der hydrochemischen Konstanz wurden bei der Messstelle WG 71 Maaslingen (100140774) eingehalten. Anhand der Eintragung des Wasserspiegels ist die Beharrung erkennbar. Auch die organoleptischen Eigenschaften zum Ende des Routinepumpversuchs wurden eingetragen. In diesem Fall gibt es weiterhin Auffälligkeiten bezüglich Trübung, Färbung und Geruch. Die Auswertung der Ergebnisse der Demonstrativ- und Routinepumpversuche ist in Kapitel 4.4 ausführlich dargestellt.

Dokumentation des hydrochemischen Kriteriums beim Routine-Pumpversuch					
	Uhrzeit (hh:mm)	Zeit (Min.)			
	11:13	5	10	15	20
<b>Wasserspiegel (m u. ROK)</b>	2.16	2.68	2.71	2.72	2.73
<b>Wassertemperatur (°C)</b>	12.2	12.4	12.4	12.4	12.4
<b>elektrische Leitfähigkeit (µS/cm)</b>	935	951	954	955	956
<b>korr. Redoxpotential (mV)</b>	160	154	150	145	144
<b>Sauerstoffgehalt (mg/l)</b>		0.13	0.11	0.1	0.09
<b>pH-Wert</b>	7.26	6.94	6.94	6.96	6.98
Dokumentation der organoleptischen Eigenschaften beim Routine-Pumpversuch					
<b>Trübung</b>	<input type="checkbox"/> keine <input checked="" type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark				
<b>Bodensatz</b>	<input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> ja (Spuren)				
<b>Farbe</b>	<input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input checked="" type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> schwarz <input type="checkbox"/> violett <input type="checkbox"/> blau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/> rot <input type="checkbox"/> andere				
<b>Geruchart</b>	<input type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input checked="" type="checkbox"/> faulig <input type="checkbox"/> fischig <input type="checkbox"/> jauchig <input type="checkbox"/> modrig <input type="checkbox"/> würzig <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> Fäkalien <input type="checkbox"/> Mineralöl <input type="checkbox"/> Schwefelwasserstoff <input type="checkbox"/> Silage <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> andere				
<b>Geruchstärke</b>	<input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark				

Abbildung 4-25: Hydrochemisches Kriterium und organoleptische Eigenschaften am Beispiel der Messstelle WG 71 Maaslingen (100140774) (Messstellenpass, Seite 6).

### 4.3.3 Funktionsprüfung – Durchführung der Kamerabefahrung

Die Kamerabefahrung stellt eine Methode zur optischen Erfassung des Zustandes der Rohrstrecke einer Messstelle dar. Damit können insbesondere bei fehlendem Ausbauplan wichtige Informationen zu Filterlage, Messstellentiefe sowie zu einer möglichen Belüftung des Filters oder Auflandung geliefert werden. Insgesamt wurden neun Messstellen für eine Kamerabefahrung ausgewählt. Darunter waren fünf Messstellen, für die kein Ausbauplan vorlag bzw. Diskrepanzen zu der Datenerhebung im Feld und den gegebenen Angaben (HygrisC, Ausbauplan) vorhanden waren. Die anderen vier Messstellen zeigten während der Durchführung bzw. bei der Auswertung der Pumpversuche Auffälligkeiten. Dazu zählten einerseits hohe Sedimentfrachten, welche auf Undichtigkeiten im Rohr hinweisen könnten, sowie andererseits hydraulisch relevante Abweichungen zwischen Ist- und Soll-Tiefe. Tabelle 4-3 listet den Grund der Kamerabefahrung für die einzelnen Messstellen auf und gibt die aus den Ausbauplänen erhobenen Daten zur Filterlage und zur Soll-Tiefe wieder.

Mit der Durchführung der Kamerabefahrung wurde die Firma Engelmann Brunnenbau GmbH beauftragt. Mit Hilfe einer digitalen schwenkbaren Kamera wurden die Befahrungen der neun Messstellen aufgezeichnet. Anschließend wurden diese Daten ausgewertet und in einem standardisierten Protokoll festgehalten. Die Protokolle befinden sich in den Messstellenpässen.

Tabelle 4-3: Auswahlgründe der zur Kamerabefahrung vorgesehenen Messstellen. Die angezeigten Daten bilden die Kenntnislage vor der Kamerabefahrung ab.

Messstellenname	Messstellennummer	Grund der Kamerabefahrung	Soll-Tiefe [m. u. ROK]	Ist-Tiefe [m. u. ROK]	FOK [m. u. ROK]	FUK [m. u. ROK]
768F LGD	021001777	Ausbau unbekannt	3,6	3,63		
OL 127 Sande Niggen	021175809	Ausbau unbekannt	7,1	7,1		7,1
AH/7 -LASTERFELD	060240076	Ist-Tiefe > Filteroberkante, pumpen mit 3 l/min möglich	7,8	6,04	6,8	7,8
AH/40-WENNEWICK	060240404	Ausbau unbekannt	unbekannt	5,66		
Dp. Be.-Halb. GW 07	098160175	Ausbau unbekannt	30	29,88		
PH 7N ROEHDEN	100135560	Ausbau unbekannt	10,6	20,61		10,6
IV/10 EMSDET-TEN	110040107	dtl. Sedimentführung, Auflandung nach PV	6,4	4,98	2,9	5,9
UWMS/202 Angelman-T	114002022	Wurzeln im Filterbereich, dtl. Sedimentführung	10	10,83	6,6	9
Stadt MS UW 29	119011037	Ist-Tiefe > Filteroberkante, pumpen mit 14 l/min möglich	13,9	6,96	12,9	13,9

#### 4.3.4 Funktionsprüfung – Durchführung weiterer Maßnahmen

Neben der Dokumentation des Zustandes wurden auch Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit vorgenommen. Tabelle 4-4 listet die im Gelände durchgeführten Arbeiten auf.

Tabelle 4-4: Weitere Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit einer Messstelle.

Maßnahme	Gewünschtes Ergebnis
MST beschriften	Messstelle ist eindeutig identifizierbar
Freischneiden/ Freilegen	Sichtbarkeit der Messstelle wiederherstellen
MST-Abschluss ersetzen, reinigen oder reparieren	Sicherung der Messstelle gegen äußere Faktoren
Bergung von Hindernissen	freie Durchgängigkeit der Messstelle
Regenerierung	Erreichen der Sandfreiheit und Verbesserung der hydraulischen Eigenschaften der Messstelle

Um die Messstellen zuordnen zu können, ist eine eindeutige Beschriftung auf der Innenseite des Messstellenabschlusses anzubringen. Damit die Sichtbarkeit von Messstellen erhalten bleibt, ist mancherorts ein regelmäßiges Rückschneiden von umgebenden Sträuchern bzw. das Entfernen von Grassoden bei Unterflur-Messstellen notwendig. Ein wesentlicher Faktor zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit einer Messstelle ist die Sicherung gegen äußere Faktoren durch einen gut schließenden Messstellenabschluss. Dazu gehörte neben Ersatz und Reinigung der SEBA-Kappen auch die provisorische Reparatur von Löchern im Schutzrohr (Abbildung 4-26). Ebenso ist eine freie Durchgängigkeit der Messstelle erforderlich, um Probennahmen durchführen zu können. Diese kann durch eine Deformation der Rohrtour oder auch aufgrund von Hindernissen (Wurzeln, andere Fremdkörper) nicht gegeben sein. Abbildung 4-27 zeigt einige Beispiele von Fremdkörpern, die aus

den Messstellen geborgen wurden. Überwiegend handelte es sich dabei um Wurzelballen. Aber auch Glas, ein Stahlmaßband und Feuerwerkskörper wurden entfernt.



Abbildung 4-26: Dokumentation und provisorische Reparatur des beschädigten Schutzrohres an der Messstelle DO-Eving RWI 5 (059130465).



Abbildung 4-27: Bergen von Hindernissen aus Messstellen.

War wegen eines zu geringen Nachlaufs oder zu starker Sedimentförderung ein Demonstrativpumpversuch nicht möglich, wurde ein zur weiteren Auswertung ungeeigneter Pumpversuch durchgeführt, der hier als Regenerierung bezeichnet wird. Dabei erfolgte das Pumpen mit einer Unterwassermotorpumpe (u. a. auch Saugpumpe) unter genauer Beobachtung der Sedimentführung. Teilweise wurde das Pumpen wegen der Sedimentführung zwischenzeitlich unterbrochen.

Alle durchgeführten Arbeiten wurden im Messstellenpass festgehalten. Abbildung 4-28 stellt exemplarisch am Beispiel der Messstelle AH/21 Vreden Gaxel (060240210) die Eintragung der weiteren Maßnahmen der Funktionskontrolle im Messstellenpass vor. An diesem Standort wurde zum einen ein Fremdkörper aus der Messstelle entfernt, zum anderen ein hier als Regenerierung bezeichneter Pumpversuch durchgeführt. Durch die Maßnahmen konnte die freie Durchgängigkeit erzielt und organoleptische Auffälligkeiten sowie die Auflandung entfernt werden und somit die Funktionstüchtigkeit erfolgreich wiederhergestellt werden.

**Weitere Maßnahmen der Funktionskontrolle**

Maßnahme	Grund	Ergebnis
Bergung von Hindernissen	Stahlbandmaß in MST	freie Durchgängigkeit der MST
Regenerierung	Versandung (Eisenschlamm)	Färbung und Trübung entfernt, Abnahme Sedimentführung, Auflandung entfernt

Abbildung 4-28: Dokumentation der weiteren Maßnahmen am Beispiel der Messstelle AH/21 Vreden Gaxel (060240076) (Messstellenpass, Seite 5)



## 4.4 Ergebnisse der Pilotierung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Pilotierung systematisiert nach Arbeiten bzw. Prüfkriterien dargestellt. I. d. R. erfolgt bei der Auswertung ein Vergleich zwischen neu aufgenommenen Daten und den in HygrisC gespeicherten bzw. aus den Schichtenverzeichnissen und Ausbauplänen recherchierten Daten – im Weiteren werden diese als Ausgangsdaten bezeichnet.

### 4.4.1 Ergebnisse der Befahrung

#### Lage und Zugänglichkeit

Von den 303 angefahrenen Messstellen wurden sieben nicht gefunden. Insgesamt wurden 260 Grundwassermessstellen, zwei Schacht- und sechs Vertikalfilterbrunnen sowie 26 Quellen und zwei Sickerstollen untersucht. Von den 260 Grundwassermessstellen waren vier verschlossen, so dass die Befahrung nur eingeschränkt und die an zwei Messstellen geplante Funktionsprüfung nicht stattfinden konnte. Ebenso war an den Schacht- und Vertikalfilterbrunnen nur eine eingeschränkte Befahrbarkeit möglich, da diese zumeist mit einer Brunnenstube überbaut sind und die Rohrstrecke somit nicht zugänglich ist. An zwei Quelfassungen wurde kein Auslass gefunden, so dass die Schüttung nicht gemessen werden konnte. Bei der Prüfung der Koordinaten der zusammen 296 Messstellen mittels GPS mit einer Messgenauigkeit von  $\pm 3$  m, wurden die folgenden Kriterien angewandt:

- keine Abweichung:  $\pm 3$  m,
- geringe Abweichung: 3 – 5 m,
- starke Abweichung: 5 - 20 m,
- sehr starke Abweichung: > 20 m.

Abbildung 4-29 zeigt die prozentuale Verteilung der Abweichungen zu den Ausgangsdaten.

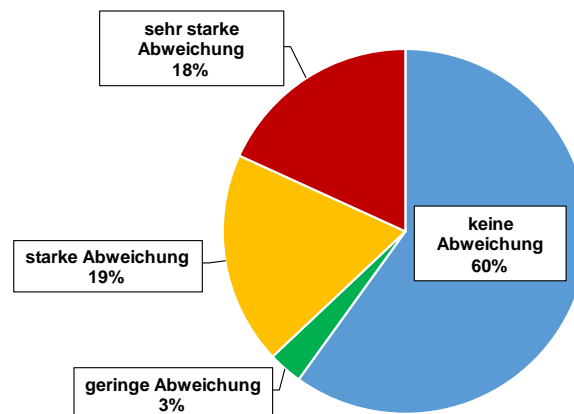


Abbildung 4-29: Abweichung der Ausgangsdaten zu den während der Befahrung ermittelten Koordinaten.

Ein Großteil der Messstellen (60 %) weist keine Differenzen auf. Dennoch bestanden bei 37 % Abweichungen von mehr als fünf Metern. Die maximal festgestellte Abweichung betrug 253 m. Daraus ergeben sich zum einen Einschränkungen in der Auffindbarkeit von Messstellen, zum anderen aber auch Unsicherheiten bezüglich der geodätischen Vermessung.

### Differenz zwischen Rohr- und Geländeoberkante

Die Prüfung der Differenz zwischen Rohroberkante (ROK) und Geländeoberkante (GOK) erfolgte an 256 Grundwassermessstellen. Wegen der mangelnden Zugänglichkeit konnten die Schacht- und Vertikalfilterbrunnen sowie vier Grundwassermessstellen nicht berücksichtigt werden. Die Kriterien für die Bewertung der Abweichung zu den Ausgangsdaten lauteten wie folgt:

- keine Abweichung:  $\pm 0$  cm,
- geringe Abweichung: max. 5 cm,
- starke Abweichung:  $> 5$  cm,
- starke Abweichung (Ausbauart geändert): Änderung von Überflur- zu Unterflurausbau und umgekehrt,
- keine Angabe: Rohroberkante (ROK) nicht zugänglich.

Eine Änderung der Differenz zwischen ROK und GOK hat Auswirkungen auf die Berechnung des Wasserstandes anhand des Abstichs und die Bestimmung der Position des Filters relativ zur Messstellentiefe und zum Wasserstand: Denn sowohl der Ruhewasserspiegel als auch die Tiefe wurden während der Geländearbeiten in Meter unter ROK ermittelt. Ändert sich die Differenz zwischen ROK und GOK aufgrund von baulichen Maßnahmen müssen die Angaben zur Tiefe und zur Lage der Filterstrecke angepasst werden. Ansonsten kann es z. B. zu Fehlern bei der Beurteilung des Vorliegens einer hydraulisch relevanten Auflandung oder Belüftung der Filterstrecke kommen.

Abbildung 4-30 zeigt Übereinstimmungen der im Gelände gemessenen Differenzen zu den Ausgangsdaten für 71 %. Bei 18 % der Messstellen zeigten sich starke Abweichungen bei der Angabe der Differenzen, bis hin zu einer Änderung der Ausbauart bei fünf Grundwassermessstellen.

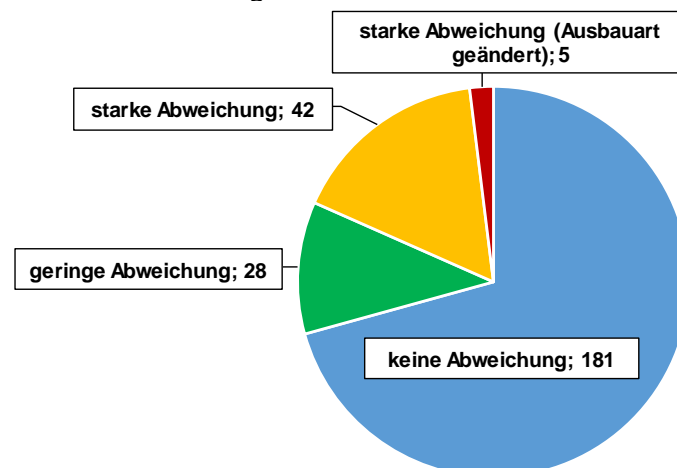


Abbildung 4-30: Abweichung der Ausgangsdaten zu den ermittelten Differenzen zwischen Rohr- und Geländeoberkante (Zahlen: Anzahl der Messstellen).

Bei der Beschreibung der Durchführung der Befahrung (Kapitel 4.3.1) wird beispielhaft die Änderung der Ausbauart an einer Messstelle dokumentiert (s. Tabelle 7-7). Von den betroffenen fünf Grundwassermessstellen fand bei vier ein Ausbau nach Unterflur, bei einer nach Überflur statt.

### Beurteilung des Zustandes des oberirdischen Abschlussbauwerks und der Rohrtour

Während der Befahrung wurden, wie bereits gezeigt, Mängel wie eingeschränkte Anfahrbarkeit und erschwerte Auffindbarkeit erfasst. In Abbildung 4-31 sind diese Mängel unter eingeschränkte Zugänglichkeit zusammengefasst.

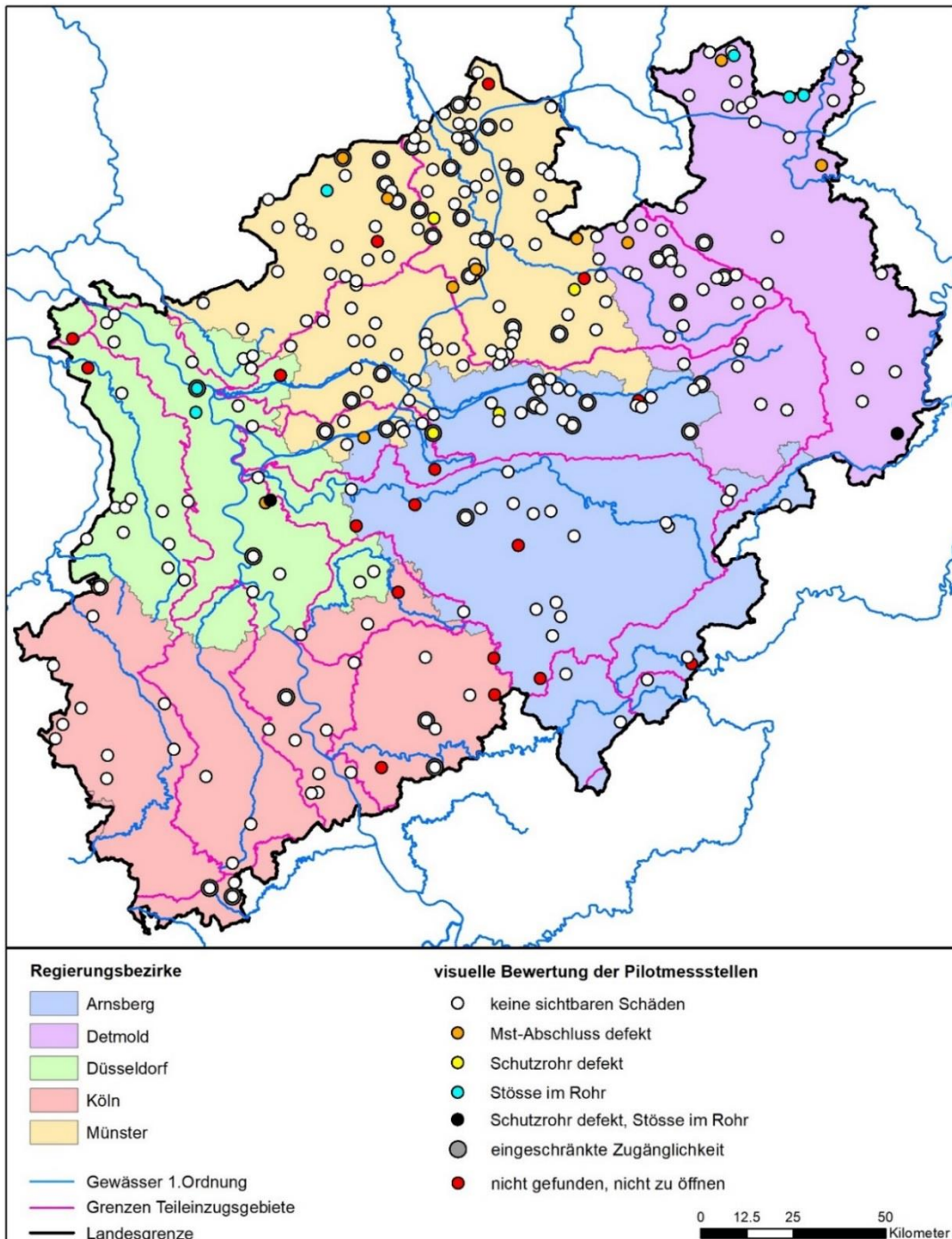


Abbildung 4-31: Darstellung der Ergebnisse der visuellen Bewertung der Pilotmessstellen.

Weiterhin wurden das oberirdische Abschlussbauwerk und die Rohrtour (mittels Pumpen-Dummytest) auf Unversehrtheit und Funktionstüchtigkeit geprüft. In der Abbildung 4-31 ist daher auch aufgeführt, an welchen Grundwassermessstellen Stöße im Rohr sowie defekte Schutzrohre und Messstellenabschlüsse dokumentiert wurden. Mit Hilfe der Maßnahmen Freischneiden bzw. Freilegen

und Auswechseln bzw. Reinigen der SEBA-Kappe (als Grund eines defekten Messstellenabschlusses) konnten einige Mängel und Schäden im Rahmen der Geländearbeiten behoben werden.

### Landnutzung

Während der Befahrung durch GEO TECH wurden zumeist zwei Landnutzungsarten in der Zustromrichtung zur Messstelle erhoben. Die als „primär“ gekennzeichnete Angabe beschreibt die dominierende Landnutzung in der Zustromrichtung. Die „sekundäre“ Landnutzung beschreibt eine dort zwar ebenfalls erkannte, flächenmäßig aber untergeordnete Nutzung.

In HygrisC werden im Gegensatz dazu zwei mit unterschiedlichen Methoden ermittelte Angaben zur Landnutzung abgelegt. Zum einen beruht die Auswertung auf dem ATKIS-Datenbestand (Stand 2003) und spiegelt die Nutzung am Standort der Messstelle wider. Zum anderen wird die Landnutzung in Abhängigkeit der Filterlage und -länge im Grundwasserleiter und der Zustromrichtung im Einzugsgebiet ermittelt.

Gegenübergestellt werden im Folgenden die HygrisC-Angaben zur Nutzung im Einzugsgebiet zu den vor-Ort ermittelten Daten. Es wird ein Vergleich gezogen, inwiefern die in HygrisC abgelegte Information von der hier erhobenen primären oder auch sekundären Landnutzung abweicht.

In Abbildung 4-32 ist gezeigt, dass zu 63 % eine Übereinstimmung der Daten besteht - zum Teil nur um die Angabe der sekundären Landnutzung erweitert.

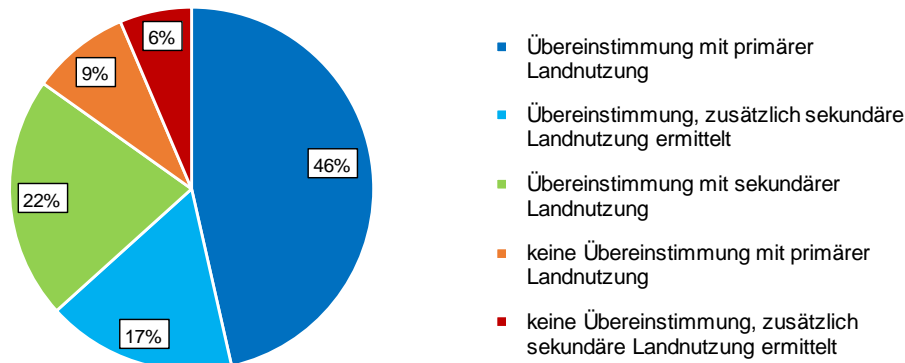


Abbildung 4-32: Übereinstimmung der im Gelände überprüften Landnutzung zu den Ausgangsdaten.

22 % der Ausgangsdaten bilden ausbaubedingt nicht den nahen Zustrom ab, sondern zeigen eine Übereinstimmung mit der sekundären Nutzung im Zustrom. Von den übrigen 15 % gibt es keine Übereinstimmung der Landnutzung. Darunter zählen 6 %, bei denen zusätzlich eine sekundäre Landnutzung ermittelt wurde. Abweichungen zwischen den Datensätzen sind einerseits auf eine Änderung der Landnutzung im Einzugsbereich zurückzuführen, da Daten unterschiedlicher Aktualität vorliegen (Differenz > 10 Jahre). Andererseits kann eine fehlende Übereinstimmung auch auf die unterschiedlichen Methoden zurückgeführt werden. Bei einer Änderung der Landnutzung ist entsprechend MUNLV (2008) zu prüfen, ob die Nutzungsstruktur des Grundwasserkörpers durch die in ihm befindlichen Messstellen weiterhin ausreichend repräsentiert wird.

### Ausbauinnendurchmessers und Rohrmaterials

An den 256 Grundwassermessstellen wurde die Art des Rohrmaterials bestimmt und der Innendurchmesser des Rohres erhoben. Hier war eine Erweiterung des Kenntnisstandes zu verzeichnen, da diese Angaben in den Ausgangsdaten zum Teil fehlten. Einschränkend muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass diese Daten visuell für den oberen Vollrohrbereich erhoben wurden und nicht in jedem Fall mit dem tatsächlichen Ausbau der Filterstrecke übereinstimmen müssen.

Bezüglich des Rohrmaterials ergab sich für 202 Grundwassermessstellen eine Bestätigung (79 %) und für 30 (12 %) eine Änderung des Materials. Weiteren 24 Messstellen konnte ein Material zugewiesen werden. Im Rahmen der Befahrung neu verzeichnet wurde an einigen Messstellen der Ausbau mit verzinktem Stahl (vermutl. nur Aufsatzrohr).

Abbildung 4-33 (links) zeigt, dass der überwiegende Anteil der Grundwassermessstellen mit PVC (83 %) ausgebaut wurde, untergeordnet finden sich verzinkter Stahl (9 %) und Edelstahl (3 %).

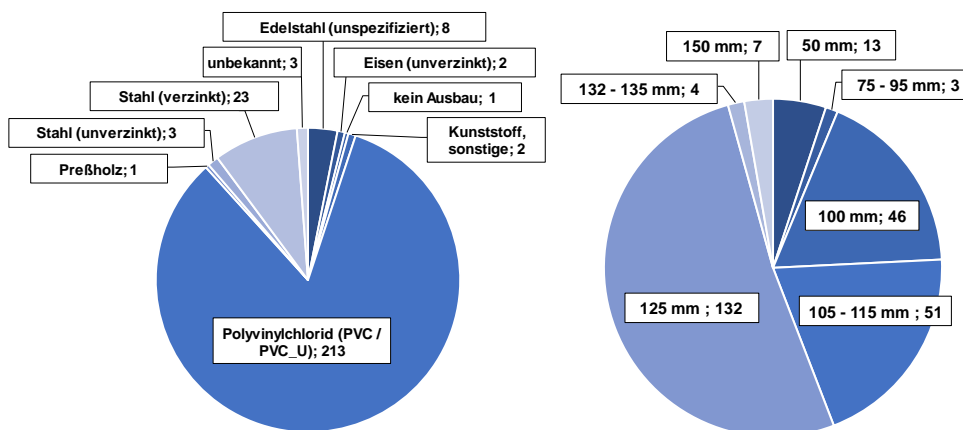


Abbildung 4-33: Anzahl der Rohrmaterialien (links) und -durchmesser (rechts), der vor Ort erhobenen Daten

An drei Grundwassermessstellen konnte das Ausbaumaterial nicht definiert werden. Für eine im Festgestein ausgebaute Messstelle ergab sich im Rahmen der Stammdatenrecherche ein unverrohrtes Bohrloch im Bereich der Grundwasserentnahme. Die Angaben zum Filter- und Vollrohrmaterial sind für die Bewertung der Eignung einer Grundwassermessstelle erforderlich. Die Messung bestimmter Beschaffenheitsparameter und der hydrochemischen Verhältnisse kann durch das Ausbaumaterial verfälscht werden. Im QS-Leitfaden ist der Einsatz von Materialien, die zur Aussonderung aus dem Grundwassergütemessnetz führen (z. B. verzinkter Stahl), ausführlich dargelegt.

Beim Rohrdurchmesser war die Übereinstimmung der im Gelände gemessenen Daten zu den Ausgangsdaten mit 235 Messstellen (92 %) größer. In 19 Fällen (7 %) wurde der Durchmesser geändert und in zwei Fällen erstmals aufgenommen. Der Ausbauinnendurchmesser gibt neben der Prüfung der Durchgängigkeit des Rohres bis zur Sohle Aufschluss über die Einbaumöglichkeiten technischer Gerätschaften. Abbildung 4-33 (rechts) stellt die jeweiligen Rohrdurchmesser der Grundwassermessstellen zusammen. Bereits in der Vorauswahl der für eine Pilotierung infrage kommenden Messstellen war ein Kriterium ein Mindestdurchmesser von 50 mm (s. Kapitel 3.3.4). Damit sollte eine Pumpprobennahme gewährleistet werden.

### **Durchgängigkeit der Rohre bis zur Sohle und Abgleich zwischen Soll- und Ist-Tiefe**

In Abbildung 4-34 ist die Befahrbarkeit der Messstellen in Abhängigkeit ihres Ausbaus dargestellt. Alle 15 Grundwassermessstellen mit einem Rohrdurchmesser bis 100 mm sind frei durchgängig und mit einer Pumpe DN 50 befahrbar. Von den übrigen 241 Grundwassermessstellen sind 99 % mit einer Pumpe DN 90 befahrbar. An zwei Grundwassermessstellen ist die Befahrbarkeit durch Knicke und Stöße im Vollrohr eingeschränkt, aber dennoch für eine Pumpe DN 50 durchgängig.

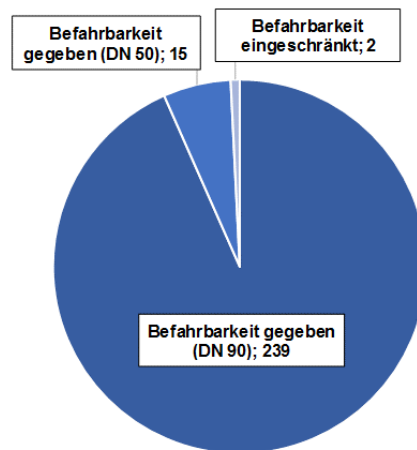


Abbildung 4-34: Befahrbarkeit der Grundwassermessstellen in Abhängigkeit des Rohrdurchmessers (Zahlen: Anzahl der Messstellen)

Mit einem Pumpendummy wurde die Ist-Tiefe ermittelt und mit der aus den Ausbaudaten ausgelesenen Soll-Tiefe abgeglichen. Aus der Differenz der Soll- zur Ist-Tiefe ergibt sich eine Abweichung, die so klassifizierbar ist:

- keine Abweichung:  $\pm 5$  cm,
- geringe Abweichung: 5 – 25 cm,
- starke Abweichung: 25 – 500 cm,
- sehr starke Abweichung: > 500 cm.

Im Falle einer negativen Abweichung, also einer Ist-Tiefe die unterhalb der Soll-Tiefe liegt, wurden zwei weitere Klassen eingeführt:

- geringe negative Abweichung: -5 – -25 cm,
- starke negative Abweichung: > -25 cm.

Weist eine Messstelle eine negative Abweichung auf, sind die Ausbaudaten mittels Archivrecherche, geophysikalischen Messungen sowie weiterer Maßnahmen (s. QS-Leitfaden) zu prüfen.

Abbildung 4-35 stellt den Anteil der Abweichungen zwischen der Ist- und der Soll-Tiefe dar. Im Mittel beträgt sowohl die negative als auch die positive Abweichung 12 cm. Die stärkste Abweichung liegt mit 91 cm etwas über der stärksten negativen Abweichung von 75 cm. Bei den beiden Messstellen mit einer sehr starken Abweichung beträgt die Differenz 10,95 bzw. 23,64 m.

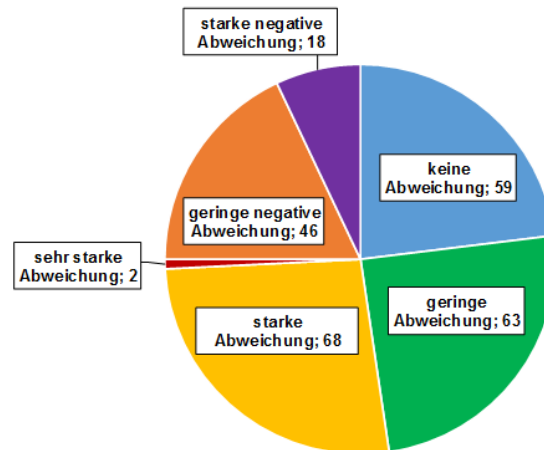


Abbildung 4-35: Abweichungen zwischen der aus den Ausbaudaten ausgelesenen Soll-Tiefe und der im Gelände ermittelten Ist-Tiefe (Zahlen: Anzahl der Messstellen).

### **Bewertung des Vorliegens einer hydraulisch relevanten Auflandung**

Der Abgleich zwischen Soll- und Ist-Tiefe kann einen ersten Hinweis über eine möglicherweise bestehende Auflandung geben. Die Auflandung wird über die Beeinträchtigung des Filters klassifiziert. So kann bei kurzen Filterstrecken bereits eine geringe Abweichung der Ist-Tiefe von der Soll-Tiefe eine deutliche Beeinträchtigung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Grundwassermessstelle darstellen. Ist andererseits die Filterstrecke sehr lang oder die Messstelle mit einem Sumpfrohr ausgestattet, kann der Einfluss einer Auflandung auf die Leistungsfähigkeit ggf. trotzdem als gering eingestuft werden.

Die Bewertung der Auflandung auf die betroffene Filterstrecke erfolgte nach folgendem Schema:

- keine Auflandung: Filter frei,
- geringe Auflandung: Filterstrecke zu < 25 % beeinträchtigt,
- starke Auflandung: Filterstrecke zu 25 – 50 % beeinträchtigt,
- sehr starke Auflandung: Filterstrecke zu > 50 % beeinträchtigt,
- Auflandung oberhalb der Filterstrecke: Ist-Tiefe < Filteroberkante,
- nicht verfiltert: Ausbau in Festgestein.

Abbildung 4-36 (links) zeigt, dass an 136 Grundwassermessstellen (53 %) keine Beeinträchtigung der Filterstrecke durch Auflandung vorliegt.

Weitere 38 % weisen eine geringe Auflandung mit einer maximalen Beeinträchtigung des Filters von 25 % auf. Ab einer starken Auflandung (4 %) ist die Funktionsfähigkeit einer Grundwassermessstelle bereits deutlich beeinträchtigt. Jeweils 2 % der Messstellen weisen mit einer sehr starken Auflandung bzw. einer Lage der Filteroberkante unter der Ist-Tiefe eine sehr starke Beeinträchtigung auf.

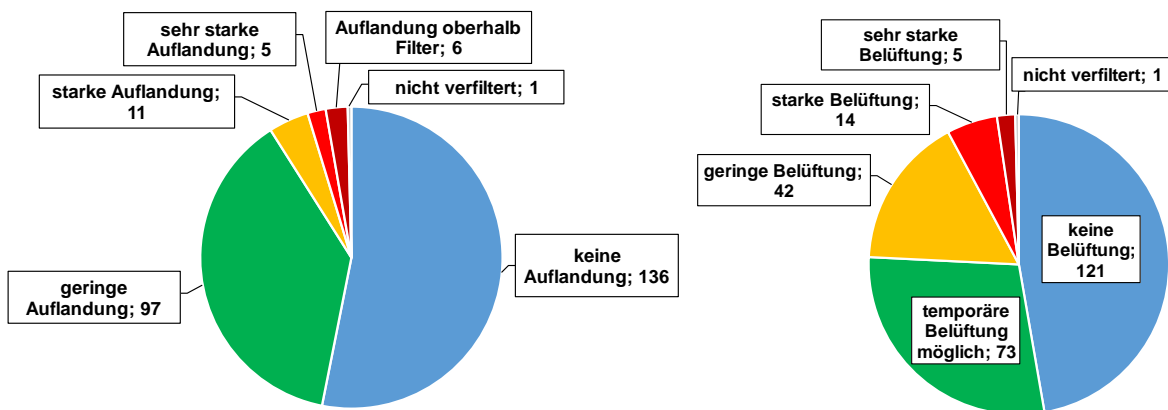


Abbildung 4-36: Auflandung (links) und Belüftung des Filters (rechts) (Zahlen: Anzahl der Messstellen)

### **Lage des Ruhewasserspiegels relativ zur Filteroberkante**

Ein weiteres wichtiges Kriterium zur Bewertung der Funktionstüchtigkeit einer Messstelle ist die relative Lage des Ruhewasserspiegels in Bezug zur Filterstrecke. Bereits temporäre Absenkungen des Wasserspiegels in den Filterbereich können zu Verockerungen durch atmosphärischen Eintrag führen und das Einspülen von Feststoffen begünstigen (Toussaint 1994, s. Kapitel 3.3.14).

Für die Klassifikation der Belüftung wurde zum einen der Anteil der belüfteten Filterstrecke herangezogen, zum anderen der Abstand der Filteroberkante zum Ruhewasserspiegel:

- keine Belüftung: Ruhewasserspiegel > 2 m über Filteroberkante,
- temporäre Belüftung möglich: Ruhewasserspiegel < 2 m über Filteroberkante,
- geringe Belüftung: < 25 % der Filterstrecke belüftet,
- starke Belüftung: 25 – 50 % der Filterstrecke belüftet,
- sehr starke Belüftung: > 50 % der Filterstrecke belüftet,
- nicht verfiltert: Ausbau in Festgestein.

Abbildung 4-36 (rechts) stellt das Ergebnis der Auswertung der Belüftung der Filterstrecke vor. Insgesamt 121 Grundwassermessstellen (47 %) weisen keine Belüftung der Filterstrecke auf. Bei weiteren 73 (29 %) wurde zwar keine Belüftung festgestellt, jedoch ist in Abhängigkeit saisonaler Variationen oder auch während der Durchführung von Pumpversuchen eine temporäre Belüftung möglich. 61 Grundwassermessstellen (24 %) zeigen in unterschiedlicher Ausprägung eine Belüftung auf. Im Leitfaden ist das weitere Vorgehen für diese Messstellen beschrieben. In Abbildung 4-38 werden die Ergebnisse zu der Messung des Ruhewasserspiegels und der sich daraus ergebenden Belüftung der Filterstrecke kartografisch abgebildet.

### **Messung der Schüttung (Quellen, Sickerstollen)**

Bei der Befahrung der 28 Quellen und Sickerstollen wurde neben der Lageprüfung und Aufnahme der umgebenden Landnutzung die Schüttung gemessen. Wegen der messtechnischen Quantifizierbarkeit wurde eine Mindestschüttung von 1 l/min festgelegt. An zwei Quellen wurde der Ablauf nicht gefunden. Abbildung 4-37 zeigt die Auswertung der Schüttungsmessung an den 26 Quellen und Sickerstollen. Insgesamt 20 Messstellen (77 %) weisen eine Schüttung auf, darunter zwei mit



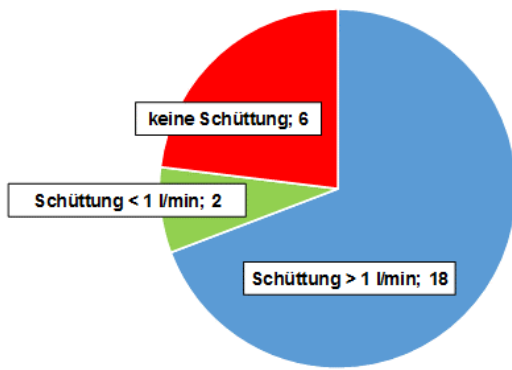


Abbildung 4-37: Schüttungen an den 26 Quellen bzw. Sickers-tollen (Zahlen: Anzahl der Messstellen).

einem deutlich geringen Volumenstrom von weniger als einem Liter. Die anderen weisen mit einem Maximum von 900 l/min im Mittel eine Schüttung von 164 l/min auf. An sechs Quellen (23 %) konnte wegen Trockenfallens die Schüttung nicht gemessen werden. Es ist anzumerken, dass die Geländearbeiten im Herbst – einer schüttungs-armen Jahreszeit – durchgeführt wurden. Daher sind für die Messstellen Wiederholungsmessungen im Frühjahr notwendig. Die Karte in Abbildung 4-38 zeigt die Ergebnisse zu den Messungen der Quellschüttungen und des Ruhewasserspiegels.

die Messstellen Wiederholungsmessungen im Frühjahr notwendig. Die Karte in Abbildung 4-38 zeigt die Ergebnisse zu den Messungen der Quellschüttungen und des Ruhewasserspiegels.

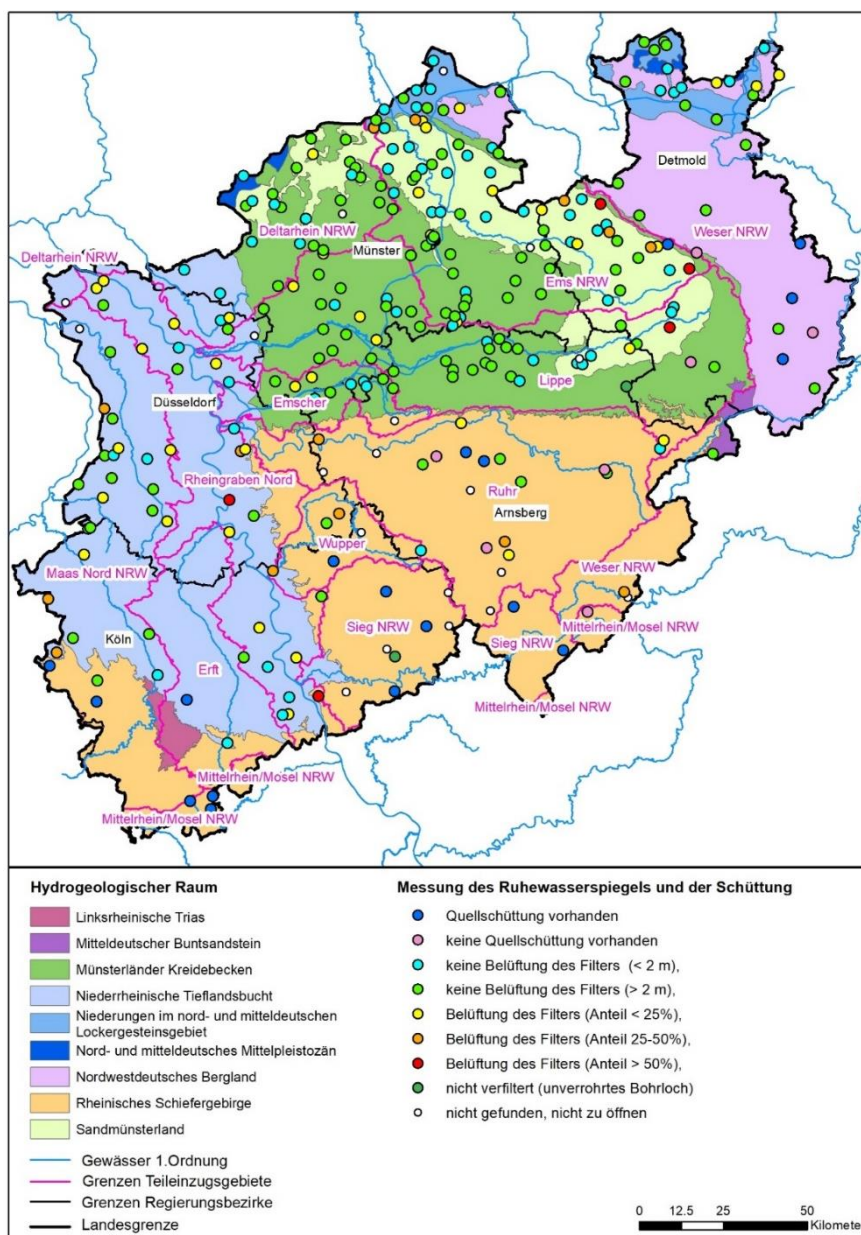


Abbildung 4-38: Quellschüttungen und Ruhewasserspiegel sowie Ermittlung der Belüftung der Filterstrecke (Angaben in Klammern beziehen sich auf die Lage des Ruhewasserspiegels über der Filteroberkante ( $\pm 2$  m) bzw. den Anteil der belüfteten Filterstrecke in Prozent)

#### 4.4.2 Ergebnisse der Funktionsprüfung

Im Rahmen der Pilotierung konnte an 195 der insgesamt 197 vorgesehenen Grundwassermessstellen eine Funktionsprüfung durchgeführt werden. Die fehlenden zwei Messstellen ließen sich mit den üblichen Messstellenschlüsseln nicht öffnen. Die Funktionsprüfung bestand hauptsächlich aus einem Demonstrativpumpversuch zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Messstelle und zur Regenerierung sowie einem Routinepumpversuch. Die Ergebnisse des Demonstrativpumpversuches werden an dieser Stelle aggregierend dargestellt. Der Routinepumpversuch wird ebenfalls unter verschiedenen Aspekten beleuchtet. Auf eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse des Routinepumpversuches wird jedoch verzichtet, da diese in den Kontext des QS-Handlungskonzeptes eingeordnet werden sollten. Dieser Gesichtspunkt wird dann erst in Kapitel 7 aufgegriffen. Kurz wird auch die Anzahl der Messstellen, bei denen weitere Maßnahmen (Reparaturen etc.) notwendig waren, dargelegt.

#### Ergebnisse Demonstrativpumpversuch/ Regenerierung

Der Erfolg des Demonstrativpumpversuches bzw. der Regenerierung wurde anhand der Verbesserung der organoleptischen Parameter (im Vergleich zu Probennahmedaten des Zeitraumes 2013-2015), der Abnahme der Sedimentführung im Pumpstrom sowie der Reduzierung einer Auflandung gemessen. Das Bewertungsschema ist in der Abbildung 4-39 zusammengefasst.

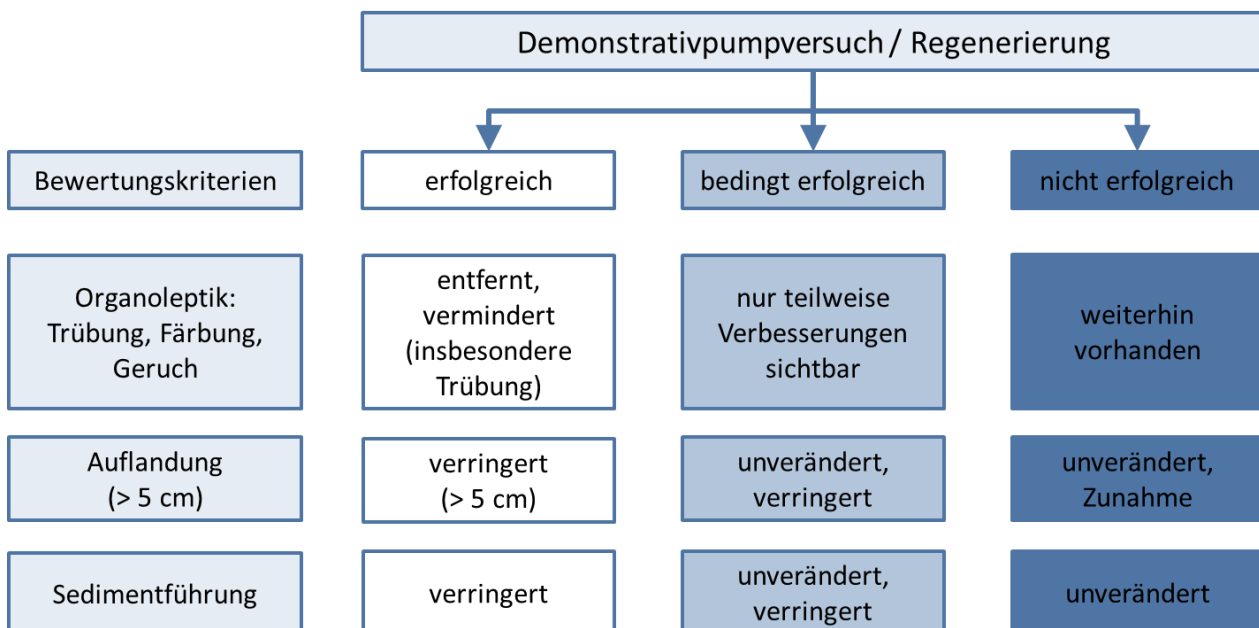


Abbildung 4-39: Bewertung des Demonstrativpumpversuches hinsichtlich organoleptischer Auffälligkeiten, Sedimentführung im Pumpstrom und Auflandung.

Eine Regenerierung erfolgte bei einem sehr geringen Nachlauf oder starker Sedimentführung im Pumpstrom (s. Kapitel 4.3.4). In diesen Fällen (33 Messstellen) konnte zwar kein auswertbarer Demonstrativpumpversuch durchgeführt werden. Dennoch kann diese Maßnahme wie die anderen Demonstrativpumpversuche bewertet werden, da zu den drei Bewertungskriterien Informationen vorliegen. Weitere Ergebnisse zu den organoleptischen Parametern werden unter dem Abschnitt über die Ergebnisse des Routinepumpversuchs ausgeführt.

Die Wirkweise des Demonstrativpumpversuchs bzw. der Regenerierung wurde in drei Kategorien untergliedert: erfolgreich, bedingt erfolgreich und nicht erfolgreich. Dabei war die Verminderung bzw. Entfernung der Parameter Organoleptik, Auflandung und Sedimentführung während des Pumpversuchs ausschlaggebend. Bei dieser Bewertung wird eine Sedimentmächtigkeit an der Messstellensohle von mehr als 5 cm unabhängig von der Beeinträchtigung der Filterstrecke als Auflandung gezählt (vgl. Bewertung des Vorliegens einer hydraulisch relevanten Auflandung).

Eine deutliche Verbesserung bei allen drei Parametern führte zu einer Wertung als Erfolg. Dafür musste insbesondere die Trübung deutlich nachlassen und die Auflandung um mindestens 5 cm reduziert werden. Lagen an einer Messstelle vor Durchführung des Demonstrativpumpversuches bzw. der Regenerierung keine Auffälligkeiten oder Angaben in Bezug auf eines der Bewertungskriterien vor, wurde der Demonstrativpumpversuch bzw. die Regenerierung auch als Erfolg gewertet, um sie von den Messstellen abgrenzen zu können, bei denen es durch die Durchführung dieser Maßnahme z. B. ausbaubedingt zu einer Verschlechterung der Kriterien kam. Insgesamt waren 11 Messstellen, deren Demonstrativpumpversuch als erfolgreich bewertet wurde, bereits vor der Durchführung unauffällig bezüglich der genannten Kriterien.

Die Wirkung des Demonstrativpumpversuchs bzw. der Regenerierung wurde dann als „bedingt erfolgreich“ eingestuft, wenn die organoleptischen Auffälligkeiten nur teilweise vermindert werden konnten und sich v. a. der Trübungsgrad nicht verbesserte. Die Auflandung und auch die Sedimentführung verringerten sich bzw. blieben unverändert. Zu Letzterem zählen sowohl Messstellen, bei denen eine Auflandung von mehr als 5 cm und/ oder eine Sedimentführung immer noch gegeben ist als auch Messstellen, bei denen eine Auflandung vor Durchführung des Demonstrativpumpversuches bzw. der Regenerierung nicht vorhanden war bzw. keine Sedimentführung zu Pumpbeginn festgestellt werden konnte.

Als „nicht erfolgreich“ wurden die Pumpversuche an Messstellen eingeordnet, bei denen insbesondere die angetroffenen organoleptischen Auffälligkeiten weiterhin vorhanden waren. Die Auflandung und Sedimentführung verringerten sich bzw. blieben unverändert. In drei Fällen kam es sogar zu einer Verschlechterung des Messstellenzustands durch eine Zunahme der Auflandung. In einem anderen Fall war der Nachlauf so gering, dass ein Pumpversuch nicht durchführbar war. Hier wurde die Maßnahme ebenso als nicht erfolgreich bewertet.

In Abbildung 4-40 ist die Bewertung der Demonstrativpumpversuche bzw. der Regenerierung zusammengefasst. Zu 85 % war die Maßnahme zumindest teilweise erfolgreich und nur an 30 Grundwassermessstellen (15 %) konnte keine Verbesserung der Bewertungskriterien erreicht werden oder kam es zu einer Verschlechterung.

Bei einem nicht erfolgreich durchgeführten Demonstrativpumpversuch sind weitere Maßnahmen zur Regenerierung der Grundwassermessstelle zu ergreifen (Kapitel 7.1.1 und Leitfaden).

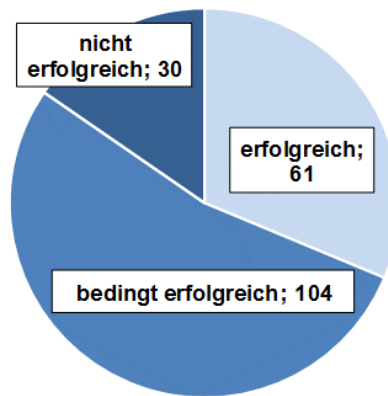


Abbildung 4-40: Bewertung der Demonstrativpumpversuche/ Regenerierungen an 195 Messstellen (Zahlen: Anzahl der Messstellen).

### Ergebnisse Routinepumpversuch

Im direkten Anschluss an den Demonstrativpumpversuch erfolgte die Durchführung des Routinepumpversuchs. Aus wirtschaftlichen Gründen wurde die Pumpdauer i. d. R. auf 20 min begrenzt. Teilweise wurde diese Zeitspanne um bis zu 10 min verlängert. Die Förderrate orientierte sich an den aus dem Demonstrativpumpversuch gewonnenen Erkenntnissen.

Der Routinepumpversuch konnte an 183 Grundwassermessstellen durchgeführt werden. An sieben Messstellen war eine Beprobung aufgrund des sehr geringen Nachlaufs nicht möglich. Bei weiteren vier Messstellen war die Ursache für eine fehlende Durchführung eine starke Sedimentführung im Pumpstrom und an einer Messstelle konnte eine Pumpprobennahme nicht erfolgen, weil der Grundstückseigentür den zur Herstellung der Zugänglichkeit notwendigen Freischnitt nicht genehmigte. Für die Interpretation der Routinepumpversuche wichtig ist: (1) Einhaltung des hydraulischen Kriteriums, (2) Erreichen der Beharrung, (3) Konstanz der hydrochemischen Leitkennwerte, (4) organoleptischer Befund und (5) Filterbelüftung.

Abbildung 4-41 stellt den jeweiligen Ruhewasserspiegel vor Beginn des Demonstrativpumpversuches dem vor Beginn des Routinepumpversuches gegenüber.

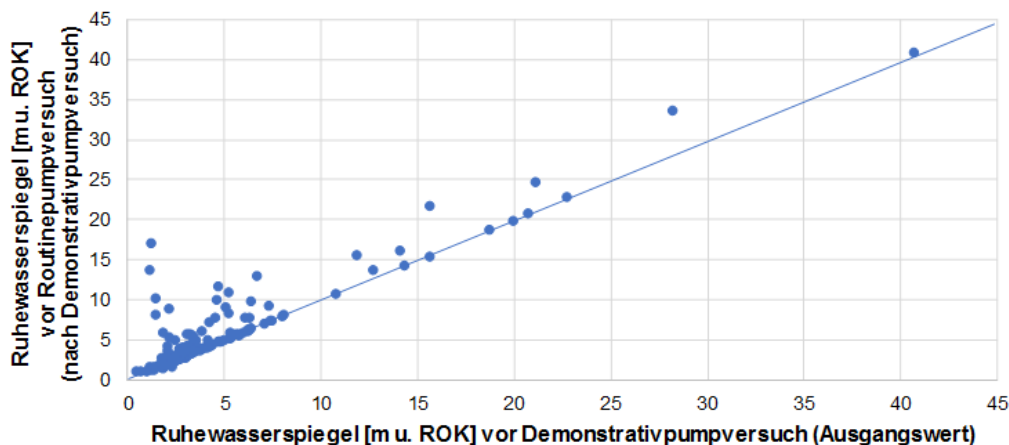


Abbildung 4-41: Ruhewasserspiegel und Wasserspiegel vor Beginn des Routinepumpversuchs

Insgesamt zeigen 56 Messstellen (ca. 30 %) eine Differenz von 50 cm zwischen dem Ruhewasserspiegel vor Beginn der Maßnahmen und dem vor Beginn des Routinepumpversuches auf. Diese

Abweichung kann jedoch in Relation zu der maximalen Absenkung während des Routinepumpversuches gesetzt werden: Denn bei 27 Messstellen von diesen Messstellen übersteigt die Differenz der Wasserspiegel (teils um ein Vielfaches) die Höhe der maximalen Absenkung des Wasserspiegels während des Routinepumpversuches.

Abbildung 4-42 zeigt das exemplarisch für beide Pumpversuche (blaue Linie). Durch blaue Pfeile in der rechten Darstellung (2) ist der Unterschied zwischen der Differenz der Wasserspiegel (15,9 m) und der maximalen Absenkung während des Routinepumpversuches (1 m) hervorgehoben.

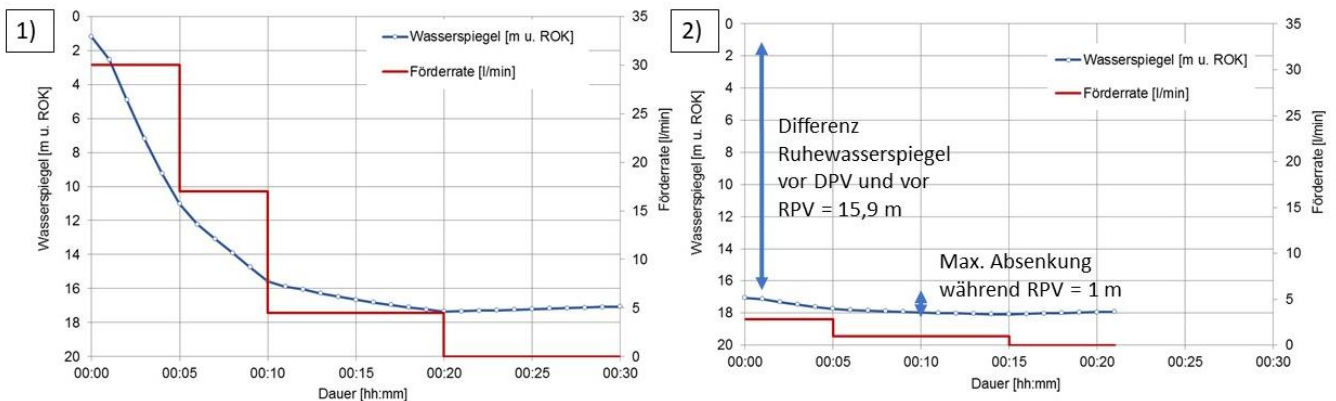


Abbildung 4-42: Auswertung des Demonstrativpumpversuchs (1) und des Routinepumpversuches (2) mit Darstellung der Absenkung und des Wiederanstiegs an der Messstelle V/16 BORGHORST SÜD (110050162). Gezeigt und durch blaue Pfeile hervorgehoben ist, dass die Differenz der Ruhewasserspiegel vor dem Demonstrativpumpversuch (DPV) und vor dem Routinepumpversuch (RPV) die maximale Absenkung während des RPV um ein Vielfaches übersteigt.

Die betroffenen Messstellen sind zumeist durch sehr geringe Ergiebigkeiten charakterisiert. Ob eine Messstelle aus wirtschaftlicher Sicht beprobbar ist, wurde bei der Bewertung vor allem anhand des Durchlässigkeitsbeiwertes und der maximal möglichen Förderrate festgelegt. Das Wiederanstiegsverhalten konnte jedoch wichtige Hinweise über die Ergiebigkeit der Messstellen liefern. Der Einfluss des bereits abgesenkten Wasserspiegels vor Beginn des Routinepumpversuches auf die Auswertung hinsichtlich der Filterbelüftung wird untenstehend ausgeführt.

Eine Verlängerung der Förderzeiten kann hier ebenfalls die Qualität des Pumpversuchsergebnisses verbessern. Im LANUV wird derzeit eine Förderdauer von bis zu 240 min als wirtschaftlich vertretbar angesehen (vgl. Leitfaden), die bei gering ergiebigen Messstellen hilfreich sein kann. Innerhalb dieser Zeitspanne sollte das hydraulische Kriterium und eine Beharrung erreicht werden sowie die Konstanz der hydrochemischen Leitkennwerte gegeben sein. Laut Probennahmedaten der Jahre 2013 bis 2016 betrug bei ungefähr 35 % aller Messstellen, bei denen während der Pilotierung 2016 ein Routinepumpversuch durchgeführt werden konnte, die Pumpdauer des LANUV 60 min und länger.

Hierzu sei jedoch angemerkt, dass bei annähernd 80 % der beprobten Messstellen während der Pilotierung 2016 mit einer gegenüber der durchschnittlichen Förderrate des Zeitraumes 2013 bis 2016 erhöhten Förderrate gearbeitet wurde. Die höheren Förderraten unterstreichen die Bedeutung des Demonstrativpumpversuches.

Entsprechend sollten zukünftig die während des Routinepumpversuches eingesetzten maximalen Förderraten als Orientierung für weitere Probennahmen dienen. Somit könnte die Pumpdauer bei Anwendung einer höheren Förderrate bei vielen Messstellen reduziert werden. Die Angaben wurden daher in die Hinweise für Probennehmer übertragen.

Trotz der teils langen Pumpdauer wurde in dem Probennahmezeitraum 2013-2016 in der Hälfte der Fälle das hydraulische Kriterium - gemessen an dem berechneten durchschnittlichen Abpumpvolumen - nur bis zu maximal 75 % erfüllt. Das heißt, dass bei diesen Messstellen die Pumpdauer künftig auch an der Einhaltung des hydraulischen Kriteriums ausgerichtet werden sollte.

Während der Pilotierung 2016 wurde 75 % des hydraulischen Kriteriums aufgrund der stark verkürzten Pumpdauer vergleichsweise nur bei 43 % der Messstellen erfüllt. Von einer Erhöhung der Förderrate zur **Einhaltung des hydraulischen Kriteriums** innerhalb der Zeitvorgabe von 20 min wurde während der Pilotierungsarbeiten unter Berücksichtigung der Absenkung und zur Verhinderung des Trockenfallens der Messstelle abgesehen. Zu beachten ist hier, dass durch den Demonstrativpumpversuch bereits viel Standwasser entnommen wurde. Der Demonstrativpumpversuch dauerte durchschnittlich 13 min und maximal 45 min. Meist waren die Förderraten beim Demonstrativpumpversuch höher als beim Routinepumpversuch.

Im Ergebnis der Pumpversuche während der Pilotierung 2016 wurde die Wirtschaftlichkeit der Beprobbarkeit einer Messstelle eingeschätzt: Mit der maximalen im Routinepumpversuch angewandten Förderrate und dem Abpumpvolumen gemäß hydraulischem Kriterium wurde für jede Messstelle eine Förderdauer berechnet, die einen Anhaltspunkt zur Ergiebigkeit der Messstelle bilden kann. Als Berechnungsbeispiele angeführt seien die beiden Messstellen V/16 BORGHORST SÜD (110050162) (Ausbau im Mergelstein) und FUCHS WITTER IV (076544217) (Ausbau im kiesigen Lehm). Bei erstgenannter Messstelle würde das Abpumpvolumen gemäß dem hydraulischen Kriterium (2102 l) bei der maximal möglichen Förderrate von 2,8 l/min erst nach 750 min erreicht werden. Bei der zweiten Messstelle würde gemäß Berechnung eine Förderdauer von 140 min ausreichend sein, um das hydraulische Kriterium von 275 l zu erfüllen (Förderrate von 2 l/min). Somit bewegt sich der Nachlauf der Messstelle FUCHS WITTER IV im Gegensatz zu der Messstelle V/16 BORGHORST SÜD im arbeitsökonomisch vertretbaren Rahmen.

Bei 183 Pilotmessstellen wurde die Wirtschaftlichkeit der Beprobbarkeit auf diese Weise eingestuft (s. Abbildung 4-43). Nach dieser Berechnung ist nur 8 Messstellen eine Beprobung innerhalb von 240 min nicht möglich. Die weitere Verfahrensweise für diese Messstellen wird unter dem Punkt 7.1.3 aufgegriffen. Nachdem das hydraulische Kriterium analysiert wurde, werden im Folgenden die Beharrung und das hydrochemische Kriterium ausgewertet:

Wegen der kurzen Zeitvorgabe wurde die **Beharrung** als konstanter Wasserspiegel innerhalb von fünf Minuten mit einer Schwankungsbreite von zehn Zentimetern definiert. An 151 Messstellen (83%) wurde die Beharrung während der RPV im Rahmen der Pilotierung erreicht, an den übrigen 32 Messstellen (17 %) nicht. Dies ist zumeist auf einen schlechten Nachlauf zurückzuführen.

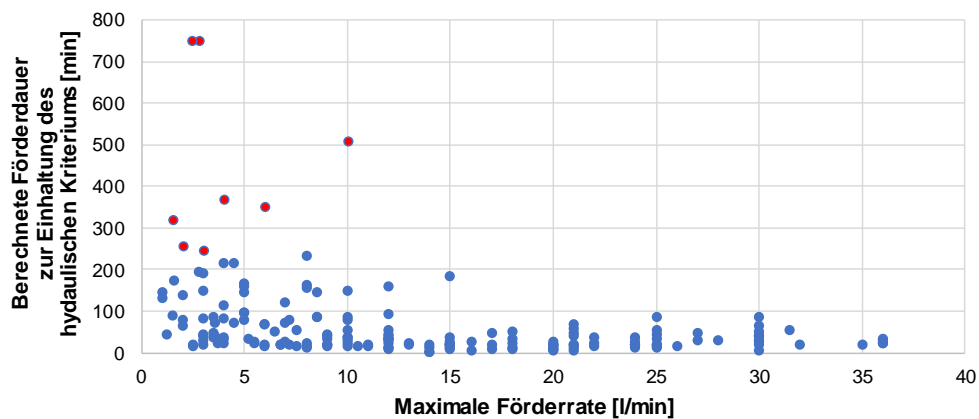


Abbildung 4-43: Verhältnis der maximalen Förderrate [l/min] zu der berechneten Förderdauer, die notwendig wäre, um das hydraulische Kriterium einzuhalten. Rot markiert sind Messstellen, deren Förderdauer ein wirtschaftlich vertretbares Maß überschreitet.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Analyse der Ergebnisse des Routinepumpversuchs ist die **Konstanz der hydrochemischen Leitkenwerte**. Temperatur, elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert sollten sich innerhalb von fünf Minuten um nicht mehr als 1 % (Leitfähigkeit), 0,1 K (Temperatur) und 0,1 Einheiten (pH-Wert) verändern (LAWA 1995b). Die Abbildung 4-44 ff. zeigen die Differenz der in einem fünfminütigen Abstand erfolgten Messungen der drei Parameter zum Ende des Pumpversuchs. Bei der Temperatur (Abbildung 4-45) und dem pH-Wert (Abbildung 4-46) weichen nur fünf bzw. sechs Grundwassermessstellen von dem Toleranzbereich des Leitkenwertes ab. Bei der elektrischen Leitfähigkeit (Abbildung 4-44) wurde dagegen an 30 Grundwassermessstellen eine Abweichung festgestellt. Damit zeigt sich insgesamt, dass die hydrochemische Konstanz zu einem deutlich überwiegenden Anteil (Abbildung 4-47) eingehalten wurde.

An 144 Messstellen (79 %) wurde die hydrochemische Konstanz eingehalten. Bei 39 Grundwassermessstellen (21 %) zeigte sich eine Abweichung einer der Leitkenwerte vom Toleranzbereich, darunter in zwei Fällen die Nichteinhaltung von zwei Parametern (Leitfähigkeit und Temperatur).

In den Fällen, bei denen die Konstanz der Leitkenwerte nicht eingehalten wurde, ist davon auszugehen, dass durch eine Erhöhung des Abpumpvolumens und die damit einhergehende Verlängerung der Förderdauer eine Konstanz erreicht werden kann. Andernfalls kann es sein, dass eine inhomogene Schichtung innerhalb eines Grundwasserleiters oder auch Rohrundichtigkeiten ursächlich für die fehlende Konstanz sind. Für das weitere Vorgehen sei auf den Leitfaden verwiesen.

Neben der Aufnahme der hydrochemischen Parameter war die Protokollierung der **organoleptischen Parameter** nach erfolgtem Routinepumpversuch von Bedeutung, um den Zustand der Messstelle einschätzen zu können und ggf. Maßnahmenempfehlungen aussprechen zu können. Die am Ende des Routinepumpversuchs aufgenommenen Parameter wurden mit den bisher vorliegenden Probennahmedaten des LANUV (vgl. Kapitel 3.3.8) verglichen.

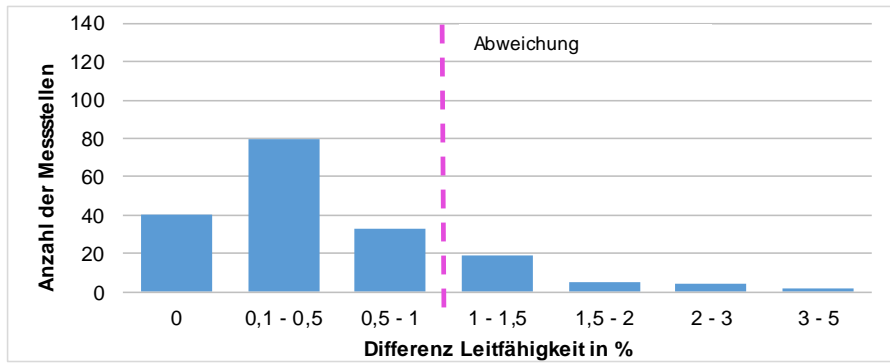


Abbildung 4-44: Leitfähigkeitsdifferenzen in fünf Minuten (Abweichung Leitkennwert bei 1 %).

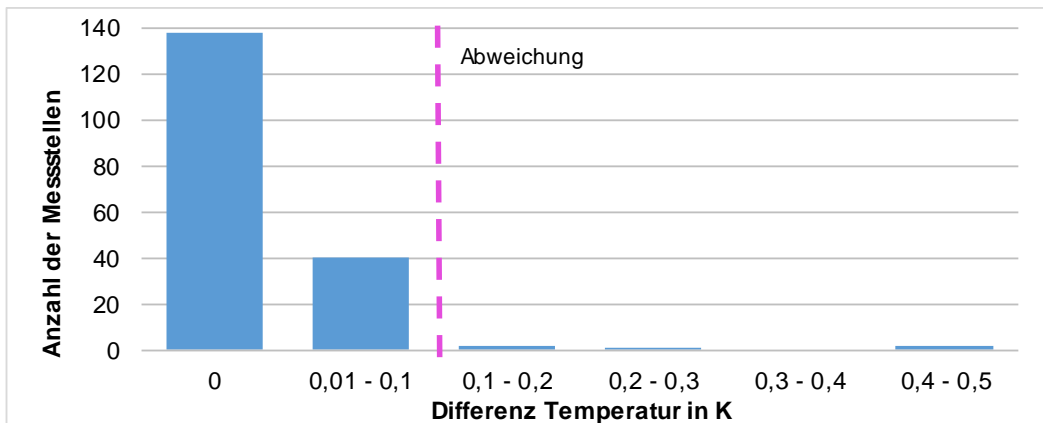


Abbildung 4-45: Temperaturdifferenzen in fünf Minuten (Abweichung Leitkennwert bei 0,1 K).

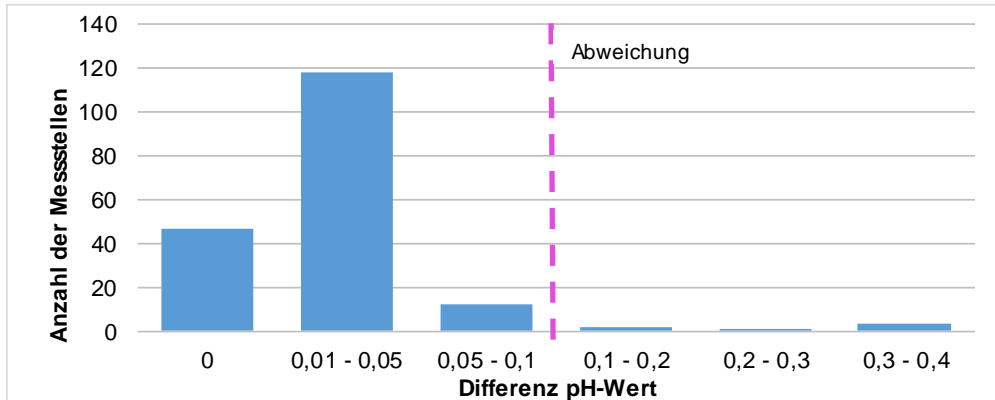


Abbildung 4-46: pH-Wert-Differenzen in fünf Minuten (Abweichung Leitkennwert bei 0,1.)

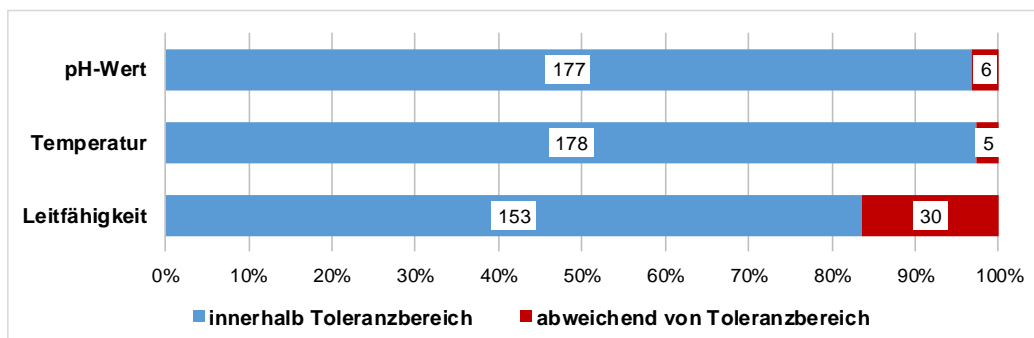


Abbildung 4-47: Konstanz der Leitkennwerte bei den Routinepumpversuchen



Diese Ergebnisse sind bereits bei der Bewertung des Demonstrativpumpversuches eingeflossen. Obwohl die Pumpdauer für den Routinepumpversuch zeitlich stark begrenzt war, können die Ergebnisse des Pumpversuches in Bezug auf die Organoleptik mit den Ergebnissen der regulären Probenahmen des LANUV verglichen werden.

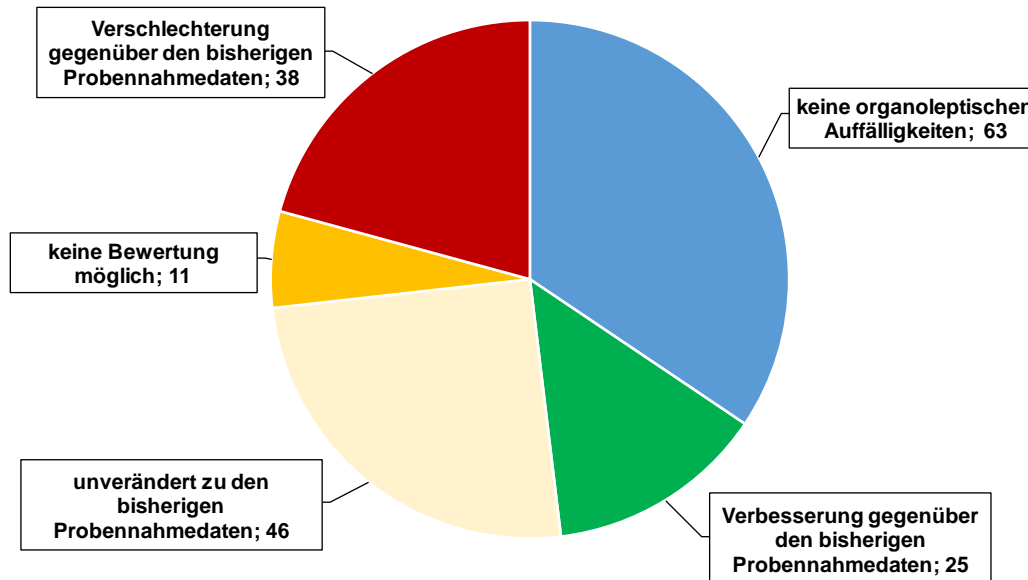


Abbildung 4-48: Verbesserung der organoleptischen Auffälligkeiten im Vergleich zu den bisherigen Probenahmedaten des LANUV (Zahlen: Anzahl der Messstellen).

Abbildung 4-48 stellt diesbezüglich die Ergebnisse vor. Dabei zählen zu den 63 Messstellen (34 %) ohne organoleptische Auffälligkeiten sowohl Messstellen, die zuvor nicht durch das LANUV beschrieben waren, als auch Messstellen, die bereits zuvor keine Auffälligkeiten zeigten. Bei 25 Grundwassermessstellen (14 %) ließen sich gegenüber den bisherigen Probenahmedaten zum Teil sehr deutliche Verbesserungen insbesondere in Bezug auf die Trübung feststellen, weitere 46 Grundwassermessstellen (25 %) zeigten sich unverändert. Die elf Grundwassermessstellen (6 %), bei denen eine Bewertung nicht möglich war, zeigten organoleptische Auffälligkeiten. Jedoch waren keine Vergleichswerte gegeben. Eine Verschlechterung der organoleptischen Auffälligkeiten gegenüber den Probenahmedaten der letzten Jahre trat bei 38 Messstellen (21 %) auf.

Abbildung 4-49 stellt die Intensität der Trübung des Grundwasserstroms nach der Durchführung des Routinepumpversuchs an den Messstellen kartografisch dar. Dabei zeigten insbesondere im Münsterländer Kreidebecken verfilterte Grundwassermessstellen eine mittlere bis starke Trübung. Unter Berücksichtigung der räumlichen Gegebenheiten (geogene Ursachen) sind diese Grundwassermessstellen nach den in Kapitel 7.1.1 und den im Leitfaden vorgegebenen Empfehlungen zu behandeln.

Auch die **Belüftung des Filters** durch die Absenkung des Wasserspiegels kann bei der Bewertung einer Messstelle eine Rolle spielen. Abbildung 4-50 zeigt die grafische Auswertung des Routinepumpversuchs. Bei einer Filterlage von 2,5 bis 7,5 m. u. ROK wird die Filterstrecke während des

Pumpversuchs mit einer maximalen Wasserspiegelabsenkung von etwa 2,7 m. u. ROK zum Teil (14% der Filterstrecke) belüftet.

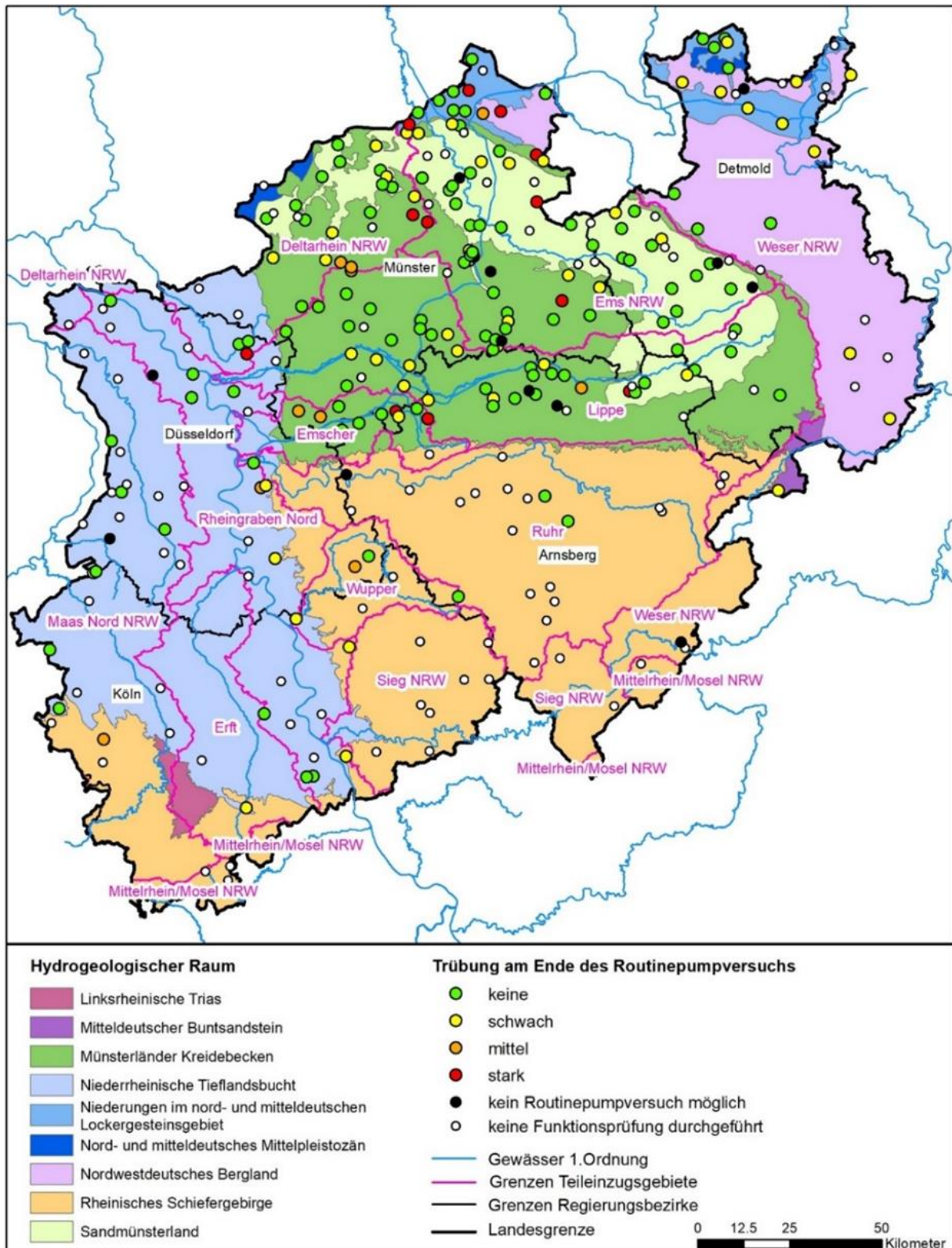
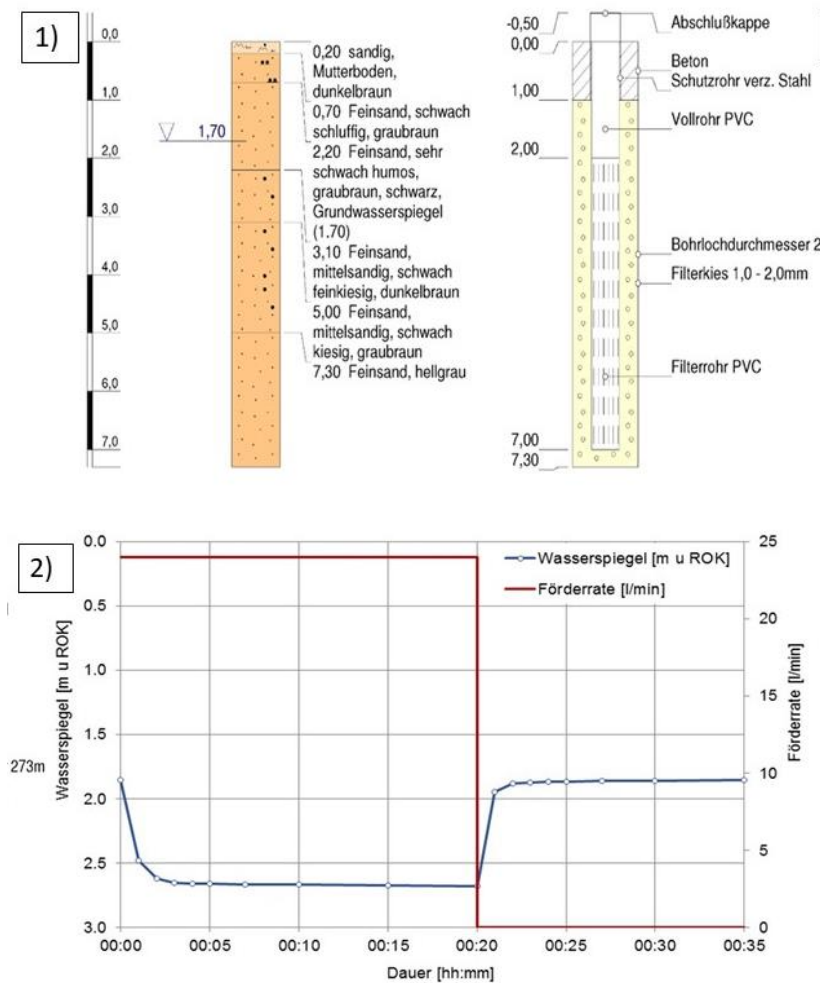


Abbildung 4-49: Darstellung der Ausprägung der Trübung am Ende des Routinepumpversuchs



Im Allgemeinen ist eine Belüftung des Filters zu vermeiden. Durch eine Anpassung der Förderrate kann die Belüftung des Filters während der Probennahme ggf. verhindert werden. Überschreitet die Belüftung des Filters während der Probennahme den Toleranzwert von 25 %, wird dies als Hinweis auf ggf. weitergehenden Prüfbedarf eingestuft (vgl. QS-Leitfaden). Durch den Toleranzwert werden auch saisonal gegebene Fluktuationen des Wasserspiegels ausgeglichen. Die Pilotmessstellen wurden zur der Bewertung der Belüftung der Filterstrecke während des Routinepumpversuchs in vier Kategorien unterteilt:

Abbildung 4-50: Veranschaulichung der Filterbelüftung während der Probennahme am Beispiel der Messstelle OL 123 Sande (021175603). Der Ausbauplan (1) der Messstelle zeigt die Filterposition. Die grafische Auswertung des Routinepumpversuchs (2) gibt u. a. die Absenkung des Wasserspiegels wieder.

- keine Belüftung: abgesenkter Wasserspiegel oberhalb Filteroberkante
- geringe Belüftung: < 25 % der Filterstrecke belüftet
- starke Belüftung: 25 – 50 % der Filterstrecke belüftet
- sehr starke Belüftung: > 50 % der Filterstrecke belüftet

Die in der Abbildung 4-50 gezeigte Messstelle zählt mit einer Belüftung der Filterstrecke von 14 % somit zur Gruppe „geringe Belüftung“.

Abbildung 4-51 stellt den Anteil der Messstellen dar, deren Filterstrecke während des Routinepumpversuchs belüftet wurde. Bei dieser Betrachtung ist die Absenkung des Wasserspiegels durch den vorangegangenen Demonstrativpumpversuch zu berücksichtigen. Entsprechend sind die Ergebnisse teilweise zu relativieren. Bei 95 Grundwassermessstellen (52 %) wurde die Filterstrecke durch die Absenkung des Wasserspiegels nicht erreicht. An 27 Messstellen (15 %) waren maximal 25 % des Filters belüftet. Insgesamt 61 Messstellen (33 %) zeigten eine Belüftung des Filters von

mehr als 25 %, darunter 42 Messstellen (23 %) mit einem Anteil von über 50 %. Von den Messstellen, die eine Filterbelüftung von mehr als 25 % aufweisen, sind insgesamt 18 Messstellen durch den Demonstrativpumpversuch hydraulisch beeinflusst gewesen. Die Konsequenzen daraus sind jedoch gering, da kostspielige Maßnahmen (z. B. Kamerabefahrung) erst eingeleitet werden sollten, wenn eine Filterbelüftung nicht durch die Änderung der Randbedingung bei der Probennahme vermieden werden kann.

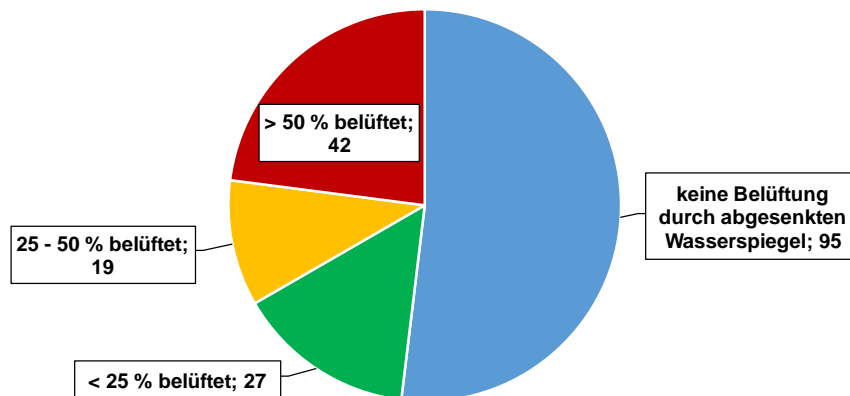


Abbildung 4-51: Messstellen, deren Filter beim RPV belüftet wurden (Zahlen: Anzahl der Messstellen).

### Ergebnisse Kamerabefahrung

Durch die Kameraaufzeichnungen konnte die Filterlage an den fünf Messstellen mit fehlenden Ausbaudaten bestimmt werden, so dass eine Bewertung zu einer möglichen Filterbelüftung und Auflandung möglich wurde. Weiterhin konnte der Zustand aller neun Messstellen optisch beurteilt werden. Abbildung 4-52 zeigt den Fund eines Fremdkörpers in der Messstelle AH/7 Lasterfeld (060240076) (linke Aufnahme) und exemplarisch die Zusetzung der Filterschlitzte am Beispiel der Messstelle PH 7N Roehden (100135560) (rechte Aufnahme).



Abbildung 4-52: Fremdkörper in der Messstelle AH/7 Lasterfeld (0 60240076) (links) und Zusetzung der Filterschlitzte in der Messstelle PH 7N Roehden (100135560) (rechts).

Abbildung 4-53 zeigt Risse im Vollrohr der Messstelle IV/10 Emsdetten (110040107) in einer Tiefe von 1,3 m u. ROK und den Eintrag von Sediment (linke Aufnahme). Auf der rechten Aufnahme ist deutlich eine Aufweitung der Filterschlitzte und die dahinter anstehende Filterkiesschüttung zu erkennen. Dieses in einer Tiefe von 2,7 m u. ROK aufgenommene Bild steht in unterschiedlicher Ausprägung beispielhaft für die gesamte Filterstrecke dieser Messstelle.

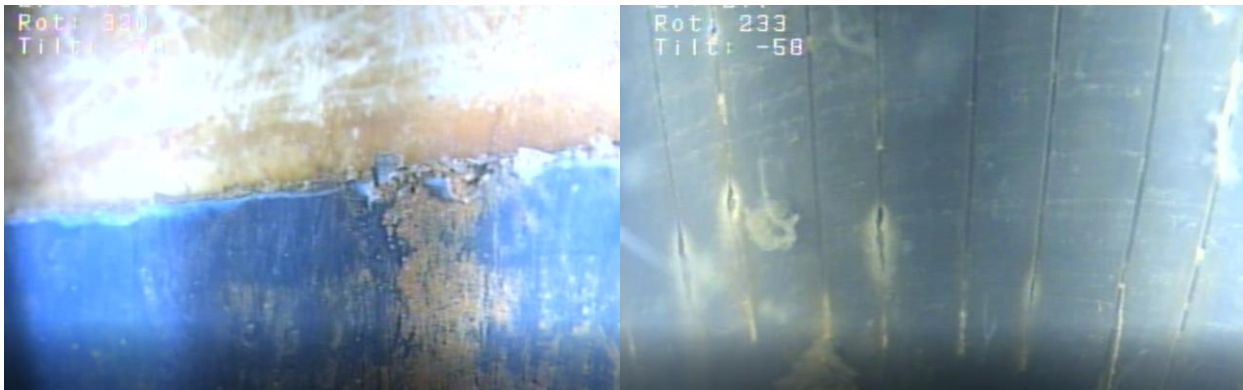


Abbildung 4-53: Eintrag von Sediment durch Risse im Vollrohr (links) und Aufweitung der Filterschlitz (rechts) an der Messstelle IV/10 Emsdetten (110040107).

Tabelle 4-5 zeigt die Ergebnisse der optischen Befahrung an den neun Grundwassermessstellen. Im Ergebnis der Kamerabefahrung zeigten die vier Messstellen, deren Pumpversuche auffällig waren, starke Ablagerungen in der Rohrstrecke.

Ebenso waren ein Fremdkörper sowie teilweise Risse und Undichtigkeiten zu sehen. Die aus den Pumpversuchen gewonnenen Ergebnisse können durch die optische Erfassung des Zustands der Messstellen erklärt werden. Die fünf Messstellen, bei denen kein Pumpversuch durchgeführt wurde und die Ermittlung der Lage der Filterstrecke im Vordergrund stand, zeigten ebenfalls starke technische Mängel. Dabei handelt es sich größtenteils um zugesetzte Filterschlitz. Aber auch hier waren Risse und Undichtigkeiten zu verzeichnen.

Tabelle 4-5: Ergebnisse der Kamerabefahrungen an den neun Grundwassermessstellen.

Messstellenname	Messstellennummer	Beschreibendes Ergebnis der Kamerabefahrung
768F LGD	021001777	Ermitteln der Filterlage, geringe Ablagerungen, keine Auflandung, Rohrbruch bei 0,3 m u ROK, RuheWsp unter FOK
OL 127 Sande Niggen	021175809	Ermitteln der Filterlage, sehr starke Ablagerungen, geringe Auflandung
AH/7 -LASTER-FELD	060240076	sehr starke Ablagerungen, sehr starke Auflandung, Fremdkörper (Besenstiel)
AH/40-WENNEWICK	060240404	Ermitteln der Filterlage, geringe Ablagerungen, starke Auflandung
Dp. Be.-Halb. GW 07	098160175	Ermitteln der Filterlage, keine Ablagerung, geringe Auflandung, Risse in Vollrohr
PH 7N ROEH-DEN	100135560	Ermitteln der Filterlage, sehr starke Ablagerungen, geringe Auflandung
IV/10 EMSDET-TEN	110040107	starke Ablagerungen, starke Auflandung, Risse in Vollrohr, Aufweitung der Filterschlitz
UWMS/202 Angelmod-T	114002022	sehr starke Ablagerungen, keine Auflandung, sehr starke Trübung
Stadt MS UW 29	119011037	geringe Ablagerungen, sehr starke Auflandung, Fremdkörper (Steine)

Tabelle 4-6 listet neben den Ergebnissen zur Lage des Filters auch die festgestellten Mängel wie Auflandung, Ablagerungen und Beschädigungen der Rohrstrecke auf. Die Klassifizierung der Auflandung und der Ablagerungen erfolgte anhand des Anteils der betroffenen Filterstrecke auf die gesamte Filterlänge (HYDOR 2012) nach einer vierstufigen Skala. Dabei wurde kein Mangel festgestellt, wenn der Filter nicht durch Auflandung betroffen ist Sind bis zu 25 % des Filterbereichs.

Tabelle 4-6: Auswertung der Kamerabefahrung an den neun Grundwassermessstellen zu Ablagerungen, Auflandungen und technischer Mängel

Messstellenname	Messstellennummer	FOK muROK (nach Video)	FUK muROK (nach Video)	Ablagerungen	Auflandung	Technische Mängel
768F LGD	021001777	1,2	3,1	gering	keine	stark
OL 127 Sande Niggen	021175809	2,5	6,2	sehr stark	gering	stark
AH/7 -LAS-TERFELD	060240076	Filterschlitz nicht eindeutig erkennbar		sehr stark	sehr stark	stark
AH/40-WENNEWICK	060240404	2	4,8	gering	stark	stark
Dp. Be.-Halb. GW 07	098160175	11,7 bis 15,7 und 17,7 bis 27,7 (Mehrfachfilter)		keine	gering	stark
PH 7N ROEH-DEN	100135560	3,1	18,9	sehr stark	gering	stark
IV/10 EMSDETTEN	110040107	2,5	4,5	stark	stark	stark
UWMS/202 Angelmod-T	114002022	9,2	11	sehr stark	keine	stark
Stadt MS UW 29	119011037	5	6,9	gering	sehr stark	stark

verlandet, stellt dies einen geringen, bis zu 50 % einen starken Mangel dar. Auflandungen in einem Bereich von mehr als 50 % der Filterstrecke bezeichnen einen sehr starken Mangel. Bei Ablagerungen, die weniger als 10 % der Filterstrecke betreffen, liegt ein geringer, zwischen 10 und 50 % ein starker Mangel vor. Darüber hinaus gehende Ablagerungen werden als sehr stark bezeichnet.

Die Klassifikation der technischen Mängel wurde nach einer dreistufigen Skala durchgeführt:

Kein Mangel liegt vor, wenn im kompletten Rohrbereich keine baulichen Mängel und auch keine Ablagerungen an den Rohrwänden festgestellt wurden. Ein geringer Mangel besteht bei (zumeist geringfügigen) Ablagerungen ohne Auswirkungen auf den Wasserstand bzw. die Beschaffenheit des Grundwassers, also kein Eintrag von zusätzlichem Material. Undichte Rohrverbindungen, Rohr- bzw. Filterschäden oder -risse mit einer unmittelbaren Auswirkung auf den Wasserstand bzw. die Beschaffenheit stellen einen starken Mangel dar. Dazu zählt auch, wenn wegen eines Rohrversatzes oder starken Wurzeleinwuchses der Einsatz der verwendeten Technik (Pumpe, Schwimmersysteme) nicht mehr möglich ist. Aggregierend wurde in die Tabelle das Vorhandensein von Fremdkörpern eingefügt, die je nach ihrer Lage (innerhalb oder unterhalb der Filterstrecke) und ihrer Auswirkung auf die Grundwasserbeschaffenheit als geringer bzw. starker Mangel eingestuft werden.

Aus den Ergebnissen der Kamerabefahrung konnten Maßnahmen der Regenerierung abgeleitet werden. Vor allem eine hydromechanische Reinigung der Messstellen ist eine vorrangige Maßnahme zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit, das Bergen eines Fremdkörpers auch (Übergang zur Sanierung). Bei Rissen im Vollrohr und Aufweitung der Filterschlitz kommt die Aussonderung und ggf. ein Rückbau in Betracht. Im Detail sind die Maßnahmen in Kapitel 7.1.1 erläutert.

## Ergebnisse weiterer Maßnahmen

Neben den bereits erwähnten Maßnahmen wurden noch weitere Arbeiten an den Messstellen durchgeführt, um ihre Funktionstüchtigkeit herzustellen. Die jeweiligen Maßnahmen und die Anzahl der betroffenen Messstellen sind in der Tabelle 4-7 aufgeführt.

*Tabelle 4-7: Weitere Maßnahmen und Anzahl der Messstellen, an denen diese durchgeführt wurden.*

Maßnahme	Anzahl Messstellen
MST beschriften	2
Freischneiden/ Freilegen	19
MST-Abschluss bzw. Schutzrohr ersetzen oder reparieren	11
Bergung von Hindernissen	10

Zwei Messstellen wurden aufgrund der fehlenden Kennung beschriftet, nachdem sie eindeutig identifiziert wurden. Es wird empfohlen bei diesen Messstellen eine Gravur anzubringen. Der Freischnitt konnte bei der Messstelle Rhynern ML 44 (091130608) nicht durchgeführt werden, weil der Grundstückseigentümer diese Maßnahme ablehnte. Deshalb konnte bei dieser Messstelle auch kein Pumpversuch erfolgen. Der Messstellenabschluss wurde in drei Fällen ersetzt und bei sieben Messstellen gereinigt bzw. repariert. Bei sechs von diesen Messstellen ist jedoch ein zeitnaher Ersatz des Abschlusses notwendig. Das Schutzrohr musste bei einer Messstelle provisorisch repariert werden – auch hier sollte zeitnah ein Ersatz folgen. Neben den zehn Messstellen, bei denen die Fremdkörper (u. a. Wurzelballen, Stahlbandmaß, Steigleitung) erfolgreich geborgen werden konnten, war das Entfernen der Rohrhindernisse bei zwei Messstellen nicht möglich.

### **4.4.3 Fazit zu den Ergebnissen der Pilotierung**

Die im Rahmen der Befahrung und der Funktionsprüfung erhobenen Daten geben einen Überblick über den Ist-Zustand der 303 Messstellen. Die dabei festgestellten Einschränkungen der Beprobbarkeit der einzelnen Messstellen konnten teilweise direkt vor Ort behoben werden, wie z. B. die Wiederherstellung der Zuwegung der Messstelle durch Freischneiden oder die Sicherung der Messstelle gegen äußere Faktoren durch Instandsetzen des Messstellenabschlusses. Ebenso gehört die Wiederherstellung der freien Durchgängigkeit durch das Bergen von Fremdkörpern dazu.

Die Ergebnisse des Demonstrativ- und des Routinepumpversuches geben essentielle Informationen für die Einschätzung der Funktionstüchtigkeit einer Messstelle. Die Handlungsempfehlungen, die sich für die einzelnen Messstellen aus den Ergebnissen und der Bewertung der Pilotierung sowie der Berücksichtigung weiterer QS-Kriterien ergeben, sind in Kapitel 7.1.1 beschrieben. Der Zusammenhang zwischen festgestellten Auffälligkeiten, Ursachen, Folgen und Maßnahmenoptionen ist detailliert im QS-Leitfaden zur dauerhaften Organisation und Qualitätssicherung der WRRL-Messnetze dargestellt. Tabelle 4-8 gibt einen Überblick über die im Gelände erfolgten Maßnahmen und zeigt entsprechende Maßnahmenoptionen auf. Messstellenscharf sind alle während der Geländearbeiten durchgeführten Maßnahmen tabellarisch in einem HygrisC-konformen Format dem LANUV übergeben worden.

Tabelle 4-8: Während der Befahrung und Funktionsprüfung erfolgte Maßnahmen und deren Ergebnisse sowie daraus abgeleitete Handlungsempfehlungen

	Maßnahme	Ergebnis	Weitere Handlungsempfehlungen (s. Leitfaden)
<b>Befahrung</b>	<b>Lageprüfung/ Lagebeschreibung</b>	Verbesserung der Auffindbarkeit	- Geodätische Vermessung
	<b>Prüfung der umgebenden Landnutzung</b>	Feststellung aktuell möglicher Einflussfaktoren	- Prüfung hydraulischer oder hydrochemischer Beeinflussungen
	<b>Fotodokumentation</b>	Stammdatenpflege	- keine
	<b>Art und Ausbau der Messstelle</b>	Stammdatenpflege	- keine
	<b>Messung der Differenz ROK zu GOK</b>	Stammdatenpflege	- Geodätische Vermessung
	<b>Prüfung des Rohrmaterials und des Rohrdurchmessers</b>	Stammdatenpflege	- ggf. Aussonderung
	<b>Prüfung der freien Durchgängigkeit</b>	Grundwassermessstelle frei befahrbar	- Fangarbeiten - Entsanden
	<b>Lotung der Ist-Tiefe</b>	Feststellung einer möglichen Auflandung	- Entsanden
	<b>Messung des Ruhewasserspiegels</b>	Feststellung einer möglichen Belüftung	- Kamerabefahrung - Prüfung hydraulischer Beeinflussungen
	<b>Schüttungsmessung</b>	Ermittlung des Volumenstroms	- Wiederholung der Messung - ggf. Aussonderung
	<b>Dokumentation messstellenbezogener Besonderheiten</b>	Stammdatenpflege	- keine - Sanierung baulicher Schäden
	<b>weitere Maßnahmen</b>	<b>Freischneiden/ Freilegen</b>	Sichtbarkeit der Messstelle wiederherstellen
<b>MST beschriften</b>		eindeutige Identifizierbarkeit	- keine
<b>MST-Abschluss ersetzen, reinigen oder reparieren</b>		Sicherung der Messstelle gegen äußere Faktoren	- keine
<b>Bergung von Hindernissen</b>		freie Durchgängigkeit der Messstelle	- keine
<b>Kamerabefahrung</b>		Optische Bewertung des Zustandes der Grundwassermessstelle	- Fangarbeiten - mechanische Reinigung - Entsanden - geophysikalische Messungen - ggf. Aussonderung
<b>Funktionsprüfung</b>	<b>Regenerierung</b>	Erreichen der technischen Sandfreiheit und Verbesserung der hydraulischen Eigenschaften der Messstelle	- mechanische Reinigung - Entsanden - Kamerabefahrung - ggf. Aussonderung
	<b>Demonstrativpumpversuch</b>	Leistungsoptimierung, Feststellung und ggf. Entfernung organoleptischer Auffälligkeiten und der Sedimentführung im Pumpstrom	- mechanische Reinigung - Entsanden - Kamerabefahrung
	<b>Routinepumpversuch</b>	Einhaltung des hydraulischen und hydrochemischen Kriteriums sowie der Beharrung, Ermittlung der organoleptischen Parameter	- mechanische Reinigung - Anpassung der Randbedingungen beim Pumpversuch



## 4.5 Zusammenfassung Pilotierung

Ziel der Pilotierung war, den Entwurf des QS-Handlungskonzeptes vor Ort zu erproben, die datenbasierte Ist-Analyse um konkrete Informationen aus aktuellen Messstellenbefahrungen und Funktionsprüfungen zu ergänzen und somit an einem Teilkollektiv konkrete Informationen für die Bedarfsanalyse und für das resultierende Handlungskonzept zu gewinnen. Letzteres wurde an diesem Kollektiv konkret angewendet, um daraus messstellenscharfe Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Die „Pilotierung“ basierte auf Selektionskriterien (s. Kapitel 3), die zur Erprobung des QS-Handlungskonzeptes relevant erschienen. Die Messstellenauswahl ist daher als „problemorientierte Auswahl“ zu verstehen, die sich in verschiedene Fallgruppen unterteilen lässt. Die Pilotierung umfasste eine Befahrung und Funktionsprüfung (s. Kap. 3), zusätzlich wurde auch das EUA-Messnetz mit Messstellen (u.a. Quellen) ohne konkrete Mängel berücksichtigt. Für diese unterschiedlichen Messstellenarten wurden die jeweils geeigneten Maßnahmen der Eignungsfeststellung erprobt und dokumentiert sowie Messstellenpässe erstellt. Die Pilotierung orientierte sich u.a. an Maßnahmen bei einer planmäßigen oder anlassbezogenen Eignungsprüfung (DVGW 2012) sowie an projektintern vereinbarten zusätzlichen Maßnahmen, z. B. kleineren Sanierungsmaßnahmen. Der Befahrung und Funktionsprüfung vorangestellt war die Prüfung der Bestandsunterlagen auf Plausibilität und Vollständigkeit sowie die Erstellung von Messstellenpässen, die während und nach der Pilotierung fortgeschrieben wurden.

Die Befahrung lässt sich grob durch die Maßnahmenkategorien „Visuelle Bewertung vor Ort“ und „Lagekontrolle“ beschreiben. Durch die Befahrung sollten Auffälligkeiten am Bau und im Umfeld dokumentiert, erste Hinweise einer möglichen Funktionsbeeinträchtigung der Messstelle ermittelt und ein Datenabgleich zwischen Ist-Zustand und der Dokumentation in HygrisC vorgenommen werden. Die Funktionsprüfung bestand zunächst in einem Leistungs- / Demonstrativpumpversuch mit z. T. mehrfach gestufter Förderrate zur Optimierung der Probennahmebedingungen und zur Verbesserung der hydraulischen Ergiebigkeit der Messstelle und danach in einem Routinepumpversuch unter Einhaltung des hydraulischen und des hydrochemischen Kriteriums sowie der Konstanz der organoleptischen Parameter.

Insgesamt wurden von September bis November 2016 303 Messstellen angefahren. An 99 Messstellen davon wurde eine Befahrung durchgeführt, an weiteren 197 zusätzlich eine Funktionsprüfung. Die vorgefundenen Einschränkungen hinsichtlich der Beprobbarkeit der einzelnen Messstellen konnten teilweise direkt vor Ort behoben werden, wie z. B. die Wiederherstellung der Zuwegung der Messstelle durch Freischneiden oder die Sicherung der Messstelle durch Instandsetzen des Messstellenabschlusses. Ebenso gehörte die Wiederherstellung der freien Durchgängigkeit durch das Bergen von Fremdkörpern dazu. Bei den Demonstrativpumpversuchen waren in 85 % der Fälle die durchgeführten Maßnahmen zumindest teilweise erfolgreich, nur bei 30 Messstellen (15 %) konnte keine Verbesserung der Bewertungskriterien erreicht werden oder kam es zu einer Verschlechterung. Erfolge konnten primär bei einer Verringerung der Auflandungen und der Sedimentführungen

erreicht werden. Bei den organoleptischen Parametern dagegen kam es nicht immer zu einer signifikanten Verbesserung, vor allem dann, wenn die Ursachen vermutlich geogener Art waren, z. B. bei Messstellen mit sehr feinkörnigen Sedimenten im Münsterland mit geringer Ergiebigkeit.

Die neun Kamerabefahrungen gaben konkretisierende Hinweise für Maßnahmen zur Regenerierung bzw. Sanierung oder zum Ausschluss bei irreparablen Schäden. Auch die vom LANUV in den Vorjahren durchgeführten und zur Bewertung der „Pilotmessstellen“ ergänzend ausgewerteten Auffüllversuche gaben bei negativem Befund zumeist zutreffende Hinweise auf weitergehenden Handlungsbedarf (gemäß QS-Handlungskonzept, s. Leitfaden). Wichtig ist dabei die korrekte Auswertung und Ergebnisdokumentation dieser Art von Funktionsprüfungen.

Zu allen im Projekt bearbeiteten „Pilotmessstellen“ wurde somit eine vollständige Funktions- und Eignungsprüfung sowie darauf aufbauend die erstmalige Anwendung des neuen QS-Handlungskonzeptes einschließlich der pilothaften Ableitung messstellenbezogener Handlungsempfehlungen vorgenommen. Neben den Vor-Ort-Prüfungen wurden umfassende weitere Messstellenrecherchen vorgenommen, z. B. wurden auch bisherige Funktionsprüfungen und vorliegende Probennahmedaten des LANUV ausgewertet. Deren Daten gaben oft im Vorfeld bereits wichtige messstellenspezifische Hinweise und konnten daher bei der Planung der Maßnahmen berücksichtigt werden.

Besonderer Wert wurde darauf gelegt, dass die vor Ort gewonnenen Ergebnisse der Funktions- und Eignungsprüfungen und deren Dokumentation in HygrisC gespeichert und fortgeschrieben werden können. Für jede bearbeitete Messstelle wurde ein „Messstellenpass“ erstellt. Mit der parallelen Entwicklung und sukzessiven Implementierung des sog. „kleinen DV-Konzepts“ (s. Anhang 4 zum Leitfaden) konnte im Vergleich zu den bisherigen Bestandsunterlagen bereits messstellenkonkret eine deutliche Verbesserung der Dokumentation zu Ausbau, Zustand, einzelfallbezogenen Probennahmehinweisen und der ggf. gutachterlich empfohlenen QS-Maßnahmen an der jeweiligen (Pilot-)Messstelle erzielt werden.

Darauf aufbauend wurden Empfehlungen zur Abarbeitung und ggf. Priorisierung der anstehenden QS-Maßnahmen an den einzelnen Messstellen und zu den zugrunde liegenden Fallgruppen gegeben (s. Kap. 7.1.3).

## 5. Arbeitspaket 3: Leitfaden zur Anwendung von Qualitätsanforderungen an WRRL-Grundwassermessstellen in NRW (inkl. QS-Handlungskonzept)

Parallel zu der Pilotierung wurde der QS-Leitfaden entwickelt, um landesweite Qualitätsstandards für Grundwassermessstellen zur Überwachung des mengenmäßigen und chemischen Grundwasserzustands nach EG-WRRL in Nordrhein-Westfalen einzuführen. Dieser Leitfaden ist als separates Dokument erstellt und soll einer Veröffentlichung zugeführt werden. Hier wird daher lediglich eine Zusammenfassung des "QS-Leitfadens" gegeben. Die im Kapitel 3 beschriebenen Ergebnisse der Ist-Analyse hinsichtlich des baulichen und funktionstechnischen Zustandes des bestehenden WRRL-Grundwassergütemessnetzes sowie die aus der Pilotierung gewonnenen Erkenntnisse (vgl. Kapitel 3.5) und die Berücksichtigung einschlägiger Fachliteratur bilden die Grundlage für das Konzept über zukünftige Qualitätssicherungsmaßnahmen.

Das Kernstück des QS-Leitfadens bilden verschiedene, eine Messstelle zur Eignung für die WRRL-Messnetze qualifizierende Prüfkriterien (QS-Kriterien). Diese 39 QS-Kriterien wurden thematisch in drei Teile untergliedert (s. Leitfaden):

- Anforderungen an Lage und technische Bauausführung der Messstelle (I)
- Anforderungen an die Erst- und Bestandsdokumentation (II)
- Anforderungen an den Regelbetrieb (III)

Die QS-Kriterien werden im QS-Leitfaden detailliert erläutert und begründet sowie in den fachlichen Kontext eingebettet. Mithilfe von Entscheidungsbäumen (sog. Fließschemata), die dem QS-Leitfaden als Anhang 1 beigelegt sind, können für eine Messstelle alle Kriterien leicht handhabbar geprüft werden. Bei Notwendigkeit wurden die Kriterien weiter differenziert, um unterschiedliche Handlungsoptionen aufzuzeigen. Dieses QS-Handlungskonzept wurde für die Pilotauswahl in der Praxis erprobt. Die Ergebnisse sind im Kapitel 7 dokumentiert. Auch die Bedarfsabschätzung resultiert aus der Anwendung des QS-Handlungskonzeptes und quantifiziert den finanziellen und personellen Aufwand für die Umsetzung des Konzeptes bezogen auf das WRRL-Grundwassergütemessnetz.

Neben dem QS-Handlungskonzept werden im QS-Leitfaden die organisatorischen Abläufe bzw. Verantwortungsbereiche der WRRL-Messnetze in Nordrhein-Westfalen beschrieben. Zudem gibt der QS-Leitfaden richtungsweisende Angaben zu dem Turnus, der Art und dem Inhalt von anlass- und planmäßigen Kontrollmaßnahmen. In diesem Zusammenhang werden auch aus der routinemäßigen Messnetzbetreuung und Probennahme des LANUV resultierende Synergieeffekte erläutert. Darüber hinaus wurden für relevante Maßnahmenkategorien, die sowohl anlassbezogene Maßnahmen, wie auch Routinemaßnahmen zusammenfassen können, entsprechende Musterleistungsbeschreibungen und -verzeichnisse erstellt (s. Anhang 2)

Zu regulären qualitätssichernden Maßnahmen zählt auch die Prüfung des Messnetzes auf Vollständigkeit und Repräsentativität. Solche Aspekte waren aber nicht Bestandteil des QS-Leitfadens, da sie durch den Monitoringleitfaden Grundwasser (MUNLV 2008) beschrieben werden.

## 6. Arbeitspaket 4: DV-Konzept

Für eine zukünftige optimale und praktikable Dokumentation der im QS-Leitfaden beschriebenen Kontrollmaßnahmen und Organisationsabläufe war ein Grobsollkonzept zur Verbesserung von bestehenden Datenverarbeitungsverfahren und Prozessen der Verwaltung der Grundwassermessstellendaten zu entwickeln. Das sogenannte DV-Konzept unterbreitet unter Berücksichtigung aktueller IT-Komponenten (v.a. HygrisC) und organisatorischer Rahmenbedingungen einen technischen, organisatorischen und inhaltlichen Vorschlag für eine Optimierung und Erweiterung der Dokumentation u. a. verschiedener Maßnahmen und des Messstellenzustandes. Ziel des Konzeptes ist es, die Qualitätskontrolle der Messstellen praktikierbar und möglichst effizient zu gestalten und zu unterstützen. Alle erforderlichen Informationen, deren Erhebung verhältnismäßig und gewinnbringend ist, werden in HygrisC erfasst. Das vollständige DV-Konzept ist im Anhang 4 des QS-Leitfadens verfügbar. An dieser Stelle (Kapitel 6) findet sich daher nur eine Zusammenfassung dieses Konzeptes.

Ein lückenloser digitaler Beleg aller für eine WRRL-Eignung relevanten Sachverhalte wird nach Rücksprache und in Abstimmung mit dem LANUV aus Effizienzgründen nicht angestrebt. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass die Expertise der Sachbearbeiter und Sachbearbeiterinnen – insbesondere die Kenntnis und Anwendung des QS-Leitfadens und Monitoringleitfadens Grundwasser (MULNV 2018) – bei der Eignungsprüfung weiterhin erforderlich ist. Im Zentrum der Konzeption steht die messstellenkonkrete Dokumentation insbesondere folgender Inhalte:

- Stammdaten
- Probennahmen und Messungen
- Eignungsprüfung inkl. technischer Zustand, Funktionstüchtigkeit bzw. Beprobbarkeit und Handlungsbedarf
- festgestellte Mängel und Ableitung von Maßnahmen
- Maßnahmen und Maßnahmenergebnisse
- fachliche Eignung als WRRL-Messstelle (Güte/ Stand)
- Aufnahme in oder Aussonderung aus dem jeweiligen WRRL-Messnetz (Güte/ Stand)

Die Datenerhebung und das Datenmanagement selbst sind von unterschiedlichen Akteuren abhängig. Von Bedeutung sind v.a. Elemente, die zum Thema Eignungsprüfung und der dafür erforderlichen Dokumentationen gehören. In diesem Zusammenhang wurden z. B. die bestehenden Elemente „Messstellenstatus/Monitoringstatus“ und „WRRL\_Eignung“ inhaltlich erweitert. Zudem wird für das Objekt „Maßnahme“ bzw. „Maßnahmentyp“ als ein Implementierungsvorschlag unterbreitet, der Datenbankaspekte, Logik, neue Bedienelemente und Auswertungen umfasst. Dafür wurde auch ein Maßnahmenkatalog (s. Anhang 1 des QS-Leitfadens) erarbeitet, der mit den Inhalten des QS-Leitfadens abgestimmt ist. Teile des vorliegenden DV-Konzeptes wurden bereits für die Dokumentation der Geländearbeiten und des aus der Anwendung des QS-Handlungskonzeptes resultierenden Handlungsbedarfs für jede Pilotmessstelle praktisch umgesetzt. Hierfür sei auf die Messstellenpässe verwiesen.

## **7. Arbeitspaket 5: Bedarfsanalyse für das WRRL-Grundwassergütemessnetz**

Die Bedarfsanalyse beinhaltet die quantitative Abschätzung des finanziellen und personellen Aufwandes für den zukünftigen qualitätsgesicherten Betrieb des WRRL-Grundwassergütemessnetzes. Die Bedarfsanalyse gliedert sich erstens nach der Abschätzung des Aufwandes zur Ertüchtigung des gesamten Messnetzes innerhalb der nächsten vier Jahre (s. Kapitel 7.2.1) und zweitens nach der Abschätzung des Aufwandes für die Qualitätssicherung im zukünftigen Regelbetrieb (s. Kapitel 7.2.2). Sie basiert auf den Ergebnissen bzw. auch Erkenntnissen der Ist-Analyse und der Pilotierung 2016 sowie Erfahrungswerten des LANUV und ist mit den im QS-Leitfaden dokumentierten Qualitätsanforderungen abgestimmt.

Insbesondere der erste Teil der Bedarfsanalyse ist eng verknüpft mit den Ergebnissen der Ist-Analyse und Pilotierung. Denn Voraussetzung für die Abschätzung des notwendigen Handlungsbedarfs für das gesamte WRRL-Grundwassergütemessnetz war u. a. die messstellenkonkrete Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Pilotmessstellen, d. h. die Feststellung des Handlungsbedarfs an den Pilotmessstellen. Das Vorgehen hierbei wird in Kapitel 7.1 genau beschrieben und durch ein Fallbeispiel unterlegt. Der hergeleitete Handlungsbedarf für eine Pilotmessstelle basiert auf der Anwendung der Kriterien zur Qualitätssicherung. Die Auswertung erfolgte auf einer breitgefächerten und umfangreichen Datenbasis. Im Anschluss daran werden die empfohlenen Maßnahmen für alle Pilotmessstellen aggregiert dargestellt. Dafür wurden die einzelnen Handlungsempfehlungen verschiedenen Maßnahmenkategorien zugeordnet. Es ergeben sich sowohl anlassbezogene, wie auch planmäßige Maßnahmen gemäß QS-Leitfaden. Daran anknüpfend werden Empfehlungen für die Priorisierung bei der Maßnahmenumsetzung gegeben.

Anschließend wird der für die Pilotmessstellen ermittelte Handlungsbedarf dem jeweiligen Auswahlgrund ("Fallgruppe") für die Pilotierung 2016 (vgl. Kapitel 3.4) gegenübergestellt. Diese Bilanzierung kann auch zukünftig hilfreich für die Einschätzung und Ableitung des Handlungsbedarfs bei festgestellten Auffälligkeiten sein.

Die finanzielle und personelle Bedarfsanalyse selbst befindet sich unter Punkt 7.2 dieses Kapitels. Ausführlich werden in diesem Abschnitt die Vorgehensweise der Bedarfsabschätzung erläutert und die Ergebnisse dargestellt. In diesem Abschnitt wird auch erklärt, wie der für die Pilotmessstellen ermittelte Handlungsbedarf auf das gesamte Messnetz übertragen wurde.

### **7.1 Ableitung des Handlungsbedarfs für die Pilotmessstellen**

#### **7.1.1 Ableitung von Handlungsempfehlungen anhand des QS Handlungskonzeptes**

In dem Abschnitt 4.4 sind die Ergebnisse der Pilotierung zusammengestellt. In der abschließenden Bewertung der Pilotmessstellen sind die durch die Pilotierung gewonnenen Erkenntnisse zu dem Messstellenzustand von zentraler Bedeutung. Hierunter wird auch der Kenntniszuwachs durch die Stammdatenrecherche und Messdatenauswertung gezählt. Die jeweiligen Handlungsempfehlungen

wurden aufgrund des QS-Handlungskonzeptes abgeleitet. Das QS-Handlungskonzept wurde dazu auf alle Pilotmessstellen angewandt und in diesem Rahmen erstmals erprobt. In diesem QS-Handlungskonzept sind insgesamt 39 verschiedene Kriterien aufgeführt, die der Qualitätssicherung an Messstellen des WRRL-Grundwassergüte- und WRRL-Grundwasserstandsmessnetzes dienen. Eine detaillierte Beschreibung der Kriterien und der dazugehörigen Entscheidungsbäume, welche u. a. in Abhängigkeit von möglichen Mängeln und Auffälligkeiten an Messstellen Handlungsoptionen aufzeigen, sind im QS-Leitfaden dokumentiert. Allerdings wurde aufgrund des Zeitaufwandes und der Komplexität auf die zusätzlich notwendige Auswertung der Kriterien zur Plausibilität des Ruhewasserspiegels bzw. der Quellschüttung und der Vor-Ort-Parameter verzichtet. Es wird darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse zu den Prüfkriterien hinsichtlich der Dringlichkeit der Beseitigung der Defizite nicht gleichwertig sind, insbesondere im Hinblick auf die Qualität der Messergebnisse. Davon ausgehend kann bei der weiteren Bearbeitung gewichtet und priorisiert werden.

Für die Bewertung eines jeden Kriteriums wurden unterschiedliche Informationen berücksichtigt, die in einer entsprechenden Handlungsempfehlung (bzw. Einzelmaßnahme) mündeten. Die Zusammenschau der Auswertung aller Kriterien ergab eine Liste an Einzelmaßnahmen, die an einer Messstelle kurz- bis langfristig umgesetzt werden sollten. Nach Durchführung dieser Maßnahmen wird die Messstelle im Idealfall als geeignet für ein WRRL-Grundwassermessnetz befunden. Andernfalls ist die Messstelle aus dem Messnetz auszusondern und ggf. regelgerecht rückzubauen.

Jedoch gibt es auch Qualitätsanforderungen, die zu einer direkten Aussonderung bzw. zu einem Rückbau einer Messstelle führen, da in den gegebenen Fällen keine wirtschaftlichen Maßnahmen zur Verfügung stehen, um die Eignung der Messstelle wiederherzustellen. Als Beispiel hierfür ist eine fehlende oder unwirksame Ringraumabdichtung bei der Durchteufung hydraulisch separierter Schichten anzuführen. Hierdurch ist eine akute Gefährdung der verschiedenen Grundwasserleiter gegeben. Eine Überbohrung und Ringraumnachdichtung könnten zwar gegebene Wasserwegsamkeiten unterbrechen. Die Sanierungsmaßnahme gilt aber zumindest für Grundwassermessstellen als nicht kostenwirtschaftlich.

Wenn möglich, wurde bei der Auswertung eine Differenzierung zwischen anlassbezogenen und planmäßigen Maßnahmen vorgenommen. Beispielweise kann eine Kamerabefahrung angeordnet werden, weil die Rohrtour nicht bis zur im Ausbauplan dokumentierten Sohle durchgängig bzw. pumpengängig ist und die Ursache hierfür abgeklärt werden sollte. Auch ist eine Kamerabefahrung bei Verdacht auf Verockerung sinnvoll, um die Ursachen des Befundes und Maßnahmenoptionen näher bewerten zu können. Auch kann eine optische Bewertung vor einer Reinigung oder Regenerierung sinnvoll sein, um adäquate Maßnahmen fundierter festlegen zu können. Mithilfe einer Kamerabefahrung können gleichfalls wichtige Angaben zum Filterausbau gewonnen werden. Im Regelbetrieb sollte eine Kamerabefahrung zur Kontrolle von Alterungserscheinungen in einem Zyklus von mindestens 10 Jahren durchgeführt werden. Eine Maßnahme kann entsprechend für eine Messstelle aus verschiedenen Gründen vorgeschlagen werden. Bei der Dokumentation sind zwar alle Gründe

von Relevanz, jedoch ist für die Auswertung eine Priorisierung in Abhängigkeit der Dringlichkeit erforderlich. Messstellenscharf sind die Handlungsempfehlungen der Pilotmessstellen tabellarisch in einem HygrisC-konformen Format dokumentiert und wurden dem LANUV zur weiteren Verwendung übergeben. Die Dokumentation wurde für die ca. 300 Pilotmessstellen vorgenommen. Da bei ungefähr 100 Messstellen keine Funktionsprüfung erfolgte, sind diese Messstellen bisher nur begrenzt bewertbar.

Zur näheren Erläuterung der Ableitung von Handlungsempfehlungen ausgehend von einer durchgeführten Befahrung und Funktionsprüfung ist das Prozedere ausführlich anhand einer Messstelle als Fallbeispiel demonstriert (s. Anhang 1).

### 7.1.2 Aggregation der Handlungsempfehlungen zu Maßnahmenkategorien

Für die aggregierende Darstellung des Handlungsbedarfs, der sich für 289 Pilotmessstellen (zwei Messstellen wurden zwischenzeitlich aus fachlichen Gründen aus dem Messnetz ausgesondert, bei 12 Quellen/ Sickerstollen ist kein weiterer Handlungsbedarf erforderlich) ergibt, wurden die Einzelmaßnahmen acht verschiedenen Maßnahmenkategorien zugeordnet. Diese acht Kategorien können für Planungszwecke inhaltlich und fachlich durch unterschiedliche Komplexität und Kompetenzbereiche voneinander abgegrenzt werden. In der Abbildung 7-1 sind die Kategorien in einer bestimmten Reihenfolge abgebildet und miteinander verknüpft.



Abbildung 7-1: Zusammenfassung der Einzelmaßnahmen zu den acht Maßnahmenkategorien, die miteinander verknüpft sind, da aus einer Einzelmaßnahme einer Kategorie eine weitere Maßnahme einer anderen Kategorie resultieren kann.

Dadurch sollen ein möglicher Ablauf einer Eignungsprüfung und der iterative Prozess wiederspiegelt werden. Diese Maßnahmenkategorien sind nachfolgend für die Strukturierung der Bedarfsanalyse von Relevanz. Entsprechend zählen zu den Maßnahmenkategorien auch Einzelmaßnahmen, die bei den Pilotmessstellen bereits durchgeführt worden sind. Diese Einzelmaßnahmen werden bei der Bedarfsanalyse der ausstehenden (anlassbezogenen) Maßnahmen dann nicht mehr berücksichtigt. Die Maßnahmenkategorien werden im Folgenden beschrieben:

An erster Stelle sind in der Kategorie „**Vorbereitung Eignungsprüfung**“ Einzelmaßnahmen zusammengefasst, die den Prozess der Messstellenauswahl für die Eignungsprüfung beschreiben und einen effizienten und reibungslosen Verlauf der Eignungsprüfungen am Standort der Messstellen ermöglichen sollen. Für die Messstellen, die im Rahmen des Projekts bearbeitet wurden („Pilotmessstellen“) ist diese Maßnahmenkategorie weitgehend bearbeitet, da die Messstellen vor der Befahrung und Funktionsprüfung durch einen in Kap. 3.4 beschriebenen Selektionsalgorithmus schon ausgewählt worden sind. Auf das ganze Messnetz übertragen heißt es jedoch, anhand der QS-Kriterien die Messstellen zu identifizieren, bei denen erhebliche Mängel vorliegen und daher eine Prüfung über die Eignung der Messstelle zeitnah erfolgen sollte. Auch sollten an diesem Punkt bereits Messstellen ausgewählt werden, die ausgesondert – da sie z. B. nicht den baulichen Anforderungen genügen (Bsp. Schachtbrunnen) – oder zurückgebaut werden sollten. Die Prüfung der Bestandsunterlagen auf Vollständigkeit und Aktualität ist einerseits ein Teil der Eignungsprüfung. Andererseits ist zum Beispiel das Abschließen von Gestattungsverträgen, soweit diese nicht (aktuell) vorliegen, die Voraussetzung für verschiedene Maßnahmen am Standort und zählt daher als vorbereitende Maßnahme. Für die Pilotmessstellen besteht hier noch Handlungsbedarf. Die Ausstellung von Messstellenpässen, die während einer Eignungsprüfung am Standort fortgeschrieben werden sollten, vereinfacht gleichfalls den Verlauf der Eignungsprüfung und gilt für die Pilotmessstellen als abgeschlossene Maßnahme.

Die „**Eignungsprüfung Vor-Ort**“ (vgl. 4.1), welche eine „Befahrung“ und einen gestuften Pumpversuch umfasst, ist für die meisten Pilotmessstellen abgeschlossen. Zudem wurden die Messstellenpässe auf Basis der neu gewonnenen Erkenntnisse angepasst und ergänzt.

Unter die Kategorie „**Auswertung der Eignungsprüfung**“ zählt u. a. die Auswertung der Vor-Ort-Eignungsprüfung anhand der QS-Kriterien. Hierzu gehört die so genannte Einzelfallprüfung, welche für einige der im Projekt bereits bearbeiteten Messstellen (Pilotmessstellen) noch aussteht. Auch die Einleitung einer Untersuchung von hydraulischen und hydrochemischen Beeinflussungen zählt zu dieser Maßnahmenkategorie. Als Ergebnis dieser Auswertung ergeben sich weitere Handlungsempfehlungen, die in alle nachfolgenden Maßnahmenkategorien münden können.

Zu der Kategorie „**Geophysik**“ zählen Kamerabefahrungen und andere geophysikalische Messungen, die anlassbezogen oder planmäßig angeordnet werden. Als Ergebnis dieser Untersuchungen können sanierende und regenerierende Maßnahmen empfohlen werden. Des Weiteren können dadurch die Bestandsunterlagen vervollständigt werden und auf Basis der neu erhobenen Daten über die Eignung der Messstelle befunden werden. Hieraus kann gleichfalls die Aussonderung oder der Rückbau einer Messstelle folgen. In dieser Kategorie ergibt sich bei den Pilotmessstellen größtenteils noch offener Handlungsbedarf.

Unter die Kategorie „**Regenerierung und Sanierung**“ fallen Maßnahmen zur Wiederherstellung der hydraulischen Funktion wie z. B. Innendruckspülung und Entsandern mit anschließender Erfolgskontrolle (Regenerierung) sowie bauliche Maßnahmen zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit



(Sanierung). Wie in Abschnitt 7.1.3 beschrieben wird, gibt es auch hier bei den Pilotmessstellen noch Handlungsbedarf. Eine erfolglose Regenerierung bzw. Sanierung hat eine Aussonderung oder den Rückbau einer Messstelle zur Folge. Daher sollte vor der Durchführung die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme im Einzelfall gegenüber einem Ersatzneubau bzw. das Suchen nach einer Ersatzmessstelle abgewogen werden.

Aussonderung bzw. Rückbau können einerseits in einen Ersatzneubau münden. Andererseits kann stattdessen auch nach Ersatzmessstellen bei Betreibern gesucht werden. In beiden Fällen ist zunächst eine Bedarfsfeststellung im Grundwasserkörper (Messnetzstatistik) gemäß LANUV (2018) notwendig. Diese Feststellung kann u. a. über eine HygrisC-Anwendung erfolgen. Diese Maßnahmen wurden unter die Kategorie **„Rückbau/ Aussonderung und Ersatzneubau bzw. Suche einer Ersatzmessstelle“** zusammengefasst und die diesbezüglich resultierenden Empfehlungen sind für die Pilotmessstellen unter 7.1.3 beschrieben. Vor der Übernahme einer Ersatzmessstelle ist diese wiederum auf ihre Eignung zu prüfen. An dieser Stelle schließt sich ein Kreis.

Die Vermessung der Lage bzw. Höhe, welche z. B. aufgrund abweichender Ergebnisse bei der Lagekontrolle im Rahmen der Vor-Ort-Eignungsprüfung empfohlen wird, gehört zu der separaten Kategorie **„Geodätische Vermessung“**. Für den an den Pilotmessstellen ausstehenden Handlungsbedarf sei auf den Abschnitt 7.1.3 verwiesen.

Zu der Kategorie **„Messdatenkontrolle“** zählt vor allem die regelmäßige Auswertung von Indikatorparametern (Trübung, Ergiebigkeit etc.) bei Messstellen, deren Ausbau nicht vollständig bekannt oder nicht regelgerecht ist. Diese Messstellen sind daher in einem „Beobachtungsstatus“. Für den Fall, dass einer der Indikatoren als „auffällig“ eingestuft wird, ist eine Eignungsprüfung anzuordnen. Hierdurch wird der zyklische Charakter von Eignungsprüfungen deutlich.

### **7.1.3 Bedarfsabschätzung aggregiert nach Maßnahmenkategorien**

#### **Aussonderung, Rückbau, Ersatzneubau, Suche nach einer Ersatzmessstelle**

Anhand verschiedener Kriterien, die den Ausbau der Messstelle betreffen sowie auf Basis der Ergebnisse der Pilotierung ergab sich lt. gutachterlicher Einstufung für 51 der im Projekt untersuchten Messstellen („Pilotmessstellen“) aufgrund multipler Problemfeststellungen die Empfehlung zu Aussonderung und/ oder Rückbau der Messstelle. Davon sollte bei acht Messstellen zeitnah ein regelgerechter Rückbau erfolgen, da eine Kontamination des Grundwassers aufgrund fehlender Abdichtungen gegeben sein kann. Weitere sieben Messstellen sind sowohl aus dem Güte- als auch aus dem Standmessnetz auszusondern, weil sie nach gutachterlicher Einschätzung nicht im Zielhorizont (vgl. Leitfaden) ausgebaut worden sind (Anzahl: 6) oder irreparabel beschädigt sind (Anzahl: 1).

Bei diesen Messstellen hat sich gezeigt, dass der Filterausbau im bindigen Material (z. B. Tonstein) mit sehr geringen Ergiebigkeiten korrespondiert, die die Messstelle von der Probennahme und Messung des Wasserstandes disqualifiziert. Wegen des geringen Durchlässigkeitsbeiwertes kann binnen 240 Minuten das hydraulische Kriterium nicht erreicht werden.

Bei insgesamt 36 Messstellen steht die Eignung für das Grundwassergütemessnetz in Frage, weil z. B. verzinkte Stahlrohre in der Rohrtour eingebracht sind oder Trübungserscheinungen vorliegen, die darauf zurückgehen, dass der Bohrlochdurchmesser nicht an den Ausbaudurchmesser bzw. an die geologischen Verhältnisse angepasst worden ist.

Bei den nachfolgenden Analysen werden diese insgesamt 51 Messstellen nicht weiter berücksichtigt, bei denen aus gutachterlicher Sicht davon ausgegangen wird, dass sie aus dem Messnetz ausgesondert werden sollten, weil weiterführende Maßnahmen zur Instandhaltung oder Instandsetzung in diesen Fällen nicht mehr zielführend erscheinen.

### **Vorbereitung Eignungsprüfung und Eignungsprüfung Vor-Ort**

Wie bereits in Abschnitt 4.1 erläutert und im Leitfaden ausführlich dokumentiert, besteht eine vollständige Eignungsprüfung u. a. aus der Prüfung der Bestandsunterlagen auf Aktualität und Vollständigkeit, einer visuellen Bewertung vor Ort und ggf. einem hydraulischen Test.

Die Durchsicht der vorliegenden Bestandsunterlagen aller Pilotmessstellen ergab, dass bei 165 Messstellen, die sich entweder auf Fremdgrundstücken befinden oder sogenannte Betreibermessstellen sind, kein Gestattungsvertrag vorzuliegen scheint. Für die Durchführung der Befahrung bzw. Funktionsprüfung im Rahmen der Pilotierung wurden mit den Grundstückeigentümern bzw. Betreibern unabhängig von einem vorliegenden Dokument zu den geplanten Arbeiten Absprachen getroffen und das Einverständnis eingeholt. Daher gilt dieser Schritt im Allgemeinen als vorbereitende Maßnahme und Voraussetzung für die weitere Durchführung der Eignungsprüfung. Jedoch ist es auch für zukünftige Routinebeprobungen oder ggf. weitere Untersuchungen unerlässlich, dass ein Gestattungsvertrag ausgestellt wird und die Gestattung bei den betreffenden Messstellen eingeholt wird.

Pilotmessstellen, die im Rahmen der Geländearbeiten nicht gefunden wurden oder nicht zugänglich bzw. nicht zu öffnen waren, sind erneut aufsuchen, um einen vollständigen Eindruck über den Zustand des Bauwerks gewinnen zu können und Daten wie die Messstellentiefe und den Ruhewasserspiegel bzw. Schüttung zu erheben. Insgesamt betrifft dies 13 Messstellen.

Da die Pumpversuche nur an ausgewählten Messstellen durchgeführt worden sind, steht dieser Teil der Eignungsprüfung noch bei 71 Pilotmessstellen aus. Empfohlen werden gestufte (Leistungs-) Pumpversuche zur Regenerierung und hydraulischen Charakterisierung. Aufgrund einer sehr geringen Ergiebigkeit sollte bei zehn Grundwassermessstellen an drei aufeinander folgenden Tagen ein Pumpversuch durchgeführt werden, um zu prüfen, ob die Messstellen sich zur weiteren Beprobung eignen. Im Ergebnis kann eine Anpassung der Probennahmeempfehlungen, Reinigung bzw. eine weiterführende Regenerierung oder Aussonderung erforderlich sein. Die Daten über die auf diesem Weg erworbene hydraulische und hydrochemische Charakterisierung sollten den Probennehmern für zukünftige Beprobungen zur Verfügung gestellt werden. Zudem sind diese Daten für die regelmäßige Messdatenkontrolle von Relevanz.

Im Ergebnis der Auswertung der bereits durchgeführten Pumpversuche ergaben sich außerdem für zukünftig durchzuführende Routinepumpversuche folgende Hinweise: Bei 34 Messstellen sollte zukünftig statt der in den Messstellenpässen dokumentierten Förderrate eine reduzierte Rate angewandt werden, um eine Filterbelüftung während der Probennahme zu vermeiden. Bei vier weiteren Messstellen sollte in Zukunft die Fördermenge über das hydraulische Kriterium hinaus erhöht werden, um eine Konstanz der Vor-Ort-Parameter zu erreichen. Diesen Hinweisen sollte nachgegangen werden, da sie innerhalb des regulären Betriebes abgearbeitet werden können. Daher wird auf sie (auch bei der Bedarfsabschätzung) nicht weiter eingegangen werden.

### **Auswertung der Eignungsprüfung**

Anhand der QS-Kriterien wurden die im Gelände erhobenen Daten und Informationen aus den Bestandsunterlagen für Pilotmessstellen ausgewertet, um Einzelmaßnahmen abzuleiten. Zu den Handlungsempfehlungen gehört die als solches bezeichnete „Einzelfallprüfung“. Zu den folgenden kritischen Eigenschaften zum Messstellenausbau sollte unter bestimmten Voraussetzungen die Einschätzung des zuständigen Fachpersonals gegeben werden, um über den Verbleib der Messstelle im Messnetz oder gar ihren Rückbau zu entscheiden. Dies betrifft:

- Filterlänge,
- Verfilterung im Zielhorizont,
- nicht regelgerechte Mächtigkeit einer Tonsperre,
- nicht regelgerechte Mächtigkeit einer oberirdischen Abdichtung.

Insgesamt 75 Einzelfallprüfungen sind nach jetzigem Kenntnisstand an den Pilotmessstellen empfohlen. Die Häufigkeit der Gründe für diese Prüfungen sind in der Abbildung 7-2 dargestellt. Ausschlaggebend für diese Prüfung sind Filterstreckenlängen von mehr als 5 m im Lockergesteinsbereich. Zeitnah sollte für insgesamt 36 Messstellen aufgrund mangelhafter Abdichtung untersucht werden, ob eine Gefahr des Fremdwasserzuflusses besteht. Bei fast 40 % der Grundwassermessstellen und Brunnen sind die Angaben zur oberirdischen Abdichtung unzureichend dokumentiert. Angaben zur Lage und Mächtigkeit der Tonsperren fehlen bei ungefähr 10 % der Messstellen.

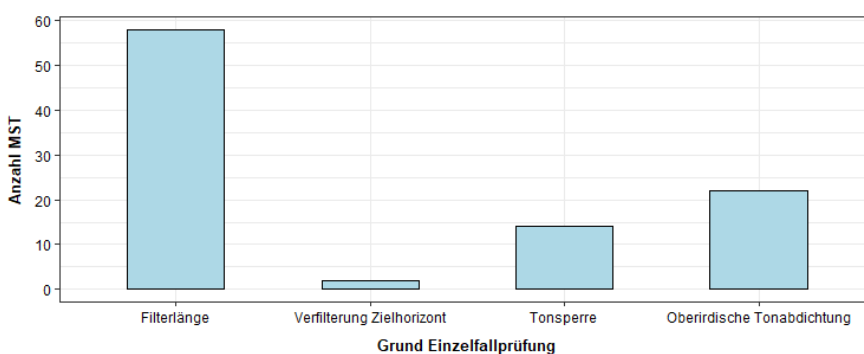


Abbildung 7-2: Aggregierende Teilauswertung zum Handlungsbedarf in der Maßnahmenkategorie „Auswertung der Eignungsprüfung“ (dargestellt sind die verschiedenen Gründe für die insgesamt 75 empfohlenen Einzelfallprüfung)

Bei diesen Messstellen sollte zunächst eine geophysikalische Messung zwecks Datenerhebung durchgeführt werden.

Eventuell ergeben sich danach weitere Einzelfallprüfungen. Die messstellenkonkrete Auswertung der QS-Kriterien mündet außerdem bei sechs Messstellen, die als

Messstellengruppe bzw. Messstellenbündel ausgebaut sind, in der Empfehlung, einen hydraulischen Kurzschluss auszuschließen, indem die Bestandsunterlagen geprüft werden (über den Abgleich mit den Ausbauplänen der benachbarten Messstellen und das Schichtenverzeichnis).

Bei weiteren sieben Messstellen liegt der Verdacht auf eine hydrochemische Beeinflussung vor. Dieser begründet sich in den Ergebnissen zu den organoleptischen Auffälligkeiten (v.a. Geruch), in einer Umgebungsanalyse oder zusätzlichen Informationen. So wurde z. B. bei der Messstelle Rem-Erdelenstraße (030302079) durch den Betreiber auf potentiell erhöhte Schadstoffkonzentrationen hingewiesen, da sich diese in der Nähe eines ehemaligen Galvanikstandortes befindet. Auszüge aus dem Brunnenkataster zeigen, dass diese Messstelle u. a. bei den Parametern Blei, Chrom und Nickel im Zeitraum 1994 bis 2014 die Geringfügigkeitsschwellenwerte (LAWA 2017) überschritten hat. Auch bei der Messstelle Herne 157 (059160093) weist der Betreiber daraufhin, dass sich diese nördlich einer ehemaligen Zeche befindet und eine Beeinflussung durch die Schadstofffahne nachweisbar sei. Im Nahbereich der Messstelle AH/2-FUECHTE- (060240027) befindet sich wiederum eine Stallanlage (vgl. Abbildung 7-3).



Abbildung 7-3: Stallanlage im Nahbereich der Messstelle AH/2-FUECHTE- (060240027)

Der Filter dieser Messstelle befindet sich in einer Tiefe von 2 bis 6 m in einem unbedeckten GWL. Ähnlich gelagert sind die anderen vier Fälle. Stets sollte eine gründliche Analyse der vorliegenden hydrochemischen Daten erfolgen. Kann der Verdacht erhärtet werden, sollte die Messstelle aus dem Gütemessnetz ausgeschlossen werden.

### **Geophysik (inkl. Kamerabefahrung)**

Geophysikalische Verfahren, zu denen auch die Kamerabefahrung zählt, können unterschiedlichen Untersuchungszielen dienen und haben in Abhängigkeit des gewählten Messverfahrens verschiedene Aussagemöglichkeiten und Anwendungsgrenzen (Baumann 2004a, Baumann 2004b, Baumann 2011, Baumann 2016, Baumann et al. 2003, Baumann & Tholen 2001, Baumann & Tholen 2003, Nolte et al. 2004, Knödel et al 1997, Triller & Baumann 2011, König et al. 2011).

Mithilfe einer **Kamerabefahrung** kann der Zustand der Rohrtour beurteilt werden. Zu erkennen sind Beläge und Ablagerungen sowie Beschädigungen oder Fremdkörper in der Verrohrung. Auch kann der Kenntnisstand über den Ausbau der Verrohrung erweitert werden, wenn z. B. die Filterlage unbekannt ist (Homann et al. 2008, Baumann 2008). Eine Kamerabefahrung kann anlassbezogen durchgeführt werden, wenn ein Verdacht auf Beschädigung (z. B. Rohrbruch, Ablagerungen) vorliegt oder die Stammdaten zu vervollständigen sind. Planmäßig ist die Kamerabefahrung bei einer Grundwassermessstelle im Rahmen einer Eignungsprüfung in einem Mindestturnus von 10 Jahren anzusetzen. Der Handlungsbedarf in Bezug auf eine durchzuführende Kamerabefahrung ist für die Grundwassermessstellen der Pilotierung in der Abbildung 7-4 dargestellt. Oftmals ergibt sich die

Empfehlung einer Kamerabefahrung aus unterschiedlichen Gründen (z. B. Verdacht auf Beschädigung und planmäßig zur Kontrolle von Alterungserscheinungen). In diesen Fällen wird die Messstelle in der Kategorie geführt, die von höherer Priorität ist. Entsprechend liegen bei 33 % der Pilotmessstellen, bei denen eine Kamerabefahrung planmäßig durchzuführen ist, keine anlassbezogenen Gründe vor.

Jeweils bei etwa 43 % der pilotierten Messstellen sollte eine Kamerabefahrung kurzfristig durchgeführt werden, um entweder einen Verdacht auf einen Mangel an der Messstelle zu ergründen oder Ausbaudaten zu erheben. Größtenteils wurde dies bereits zwischenzeitlich vom LANUV bearbeitet. Bei 79 dieser Messstellen liegen u.a. organoleptische Auffälligkeiten vor, deren Ursache über eine Kamerabefahrung abgeklärt werden sollte, um ggf. eine mechanische Reinigung bzw. Regenerierung einzuleiten. Die Abbildung 7-4 stellt den diesbezüglichen Handlungsbedarf kartografisch dar.

**Weitere geophysikalische Verfahren** werden eingesetzt, um zu kontrollieren, ob der Ausbau der Messstelle regelgerecht erfolgt ist. Von hoher Relevanz ist hierbei die Feststellung der Lage von Abdichtungen vor allem bei der Durchteufung von hydraulisch separierten Schichten. Liegt bereits ein Verdacht auf einen hydraulischen Kurzschluss vor, kann dieser durch geophysikalische Verfahren erhärtet werden. Andererseits sollten geophysikalische Messungen angeordnet werden, wenn wichtige Daten zum Ausbau oder zu der geologischen Schichtenfolge fehlen. Bei Messstellen mit stählernen Rohrteilen kann jedoch kein geophysikalisches Verfahren zur Nacherfassung der Lithologie eingesetzt werden. Dieses Ausbaumaterial kommt im WRRL-Gütemessnetz jedoch äußerst selten vor (< 5 %). Bei 18 % der Pilotmessstellen sollte eine Ausbaukontrolle durchgeführt werden, um die Lage und Wirksamkeit von Tonsperren nachzuweisen. Darunter war auch eine Messstelle, bei der ein Verdacht zu einem hydraulischen Kurzschluss vorlag.

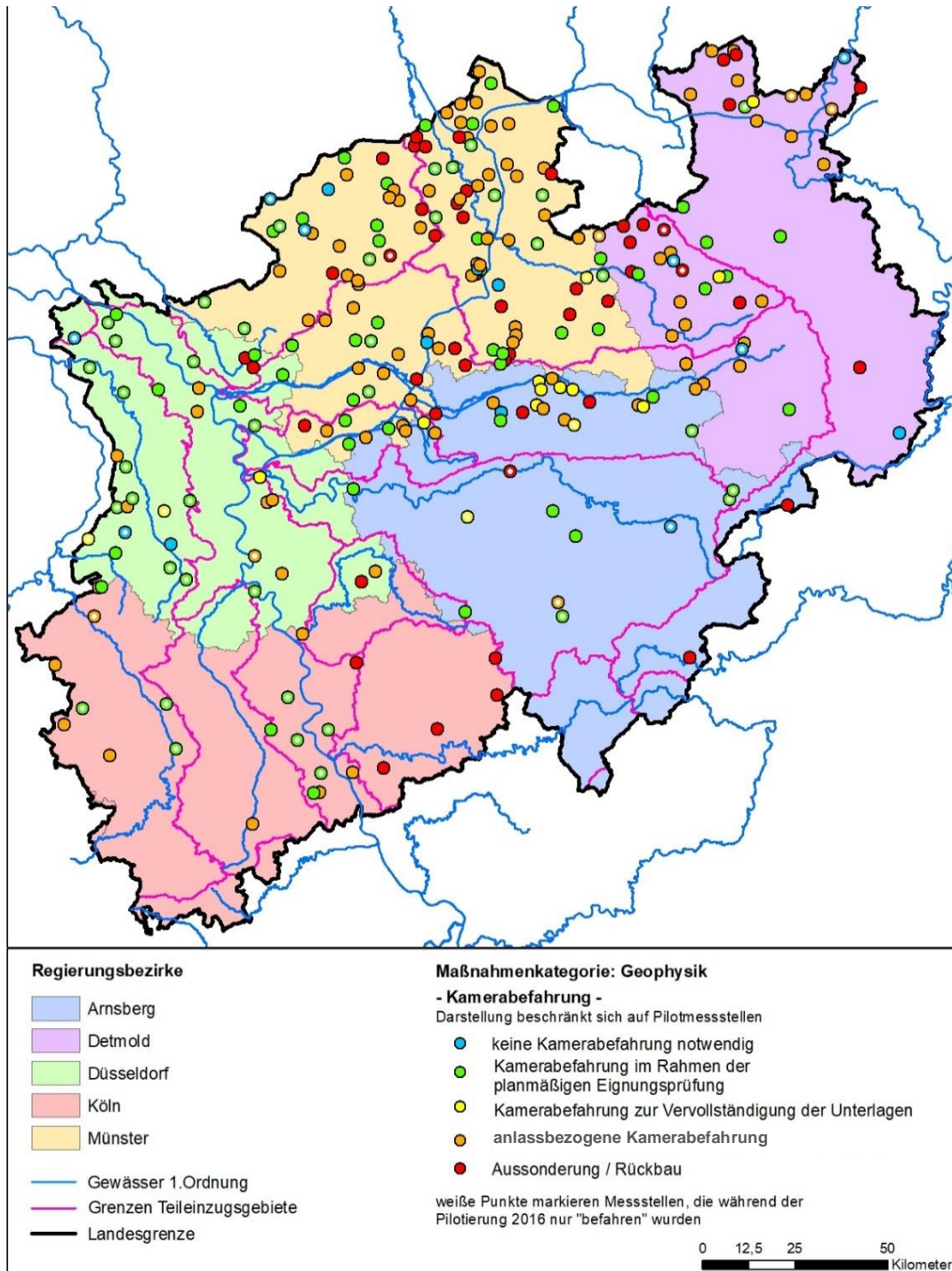


Abbildung 7-4: Karte zur Maßnahmenkategorie „Geophysik“ (Kamerabefahrung) bzw. empfohlene Aussonderung. Die Auswertung beschränkt sich auf die 261 Grundwassermessstellen der Pilotierung

Bei 62 % der pilotierten Messstellen liegen die Ausbaudaten (v.a. zur Verfüllung des Ringraumes) nicht oder nicht vollständig vor, bei wenigen Pilotmessstellen fehlt ein Schichtenverzeichnis. Hierzu zählen auch Messstellen, bei denen abgeklärt werden sollte, ob eine oberirdische Beton- bzw. Tonabdichtung mit einer Mindestmächtigkeit von 1 m gegeben ist. Eine kartografische Darstellung der gutachterlichen Empfehlungen zur Maßnahmenkategorie „Geophysik“ ist in der Abbildung 7-5 wiedergegeben.

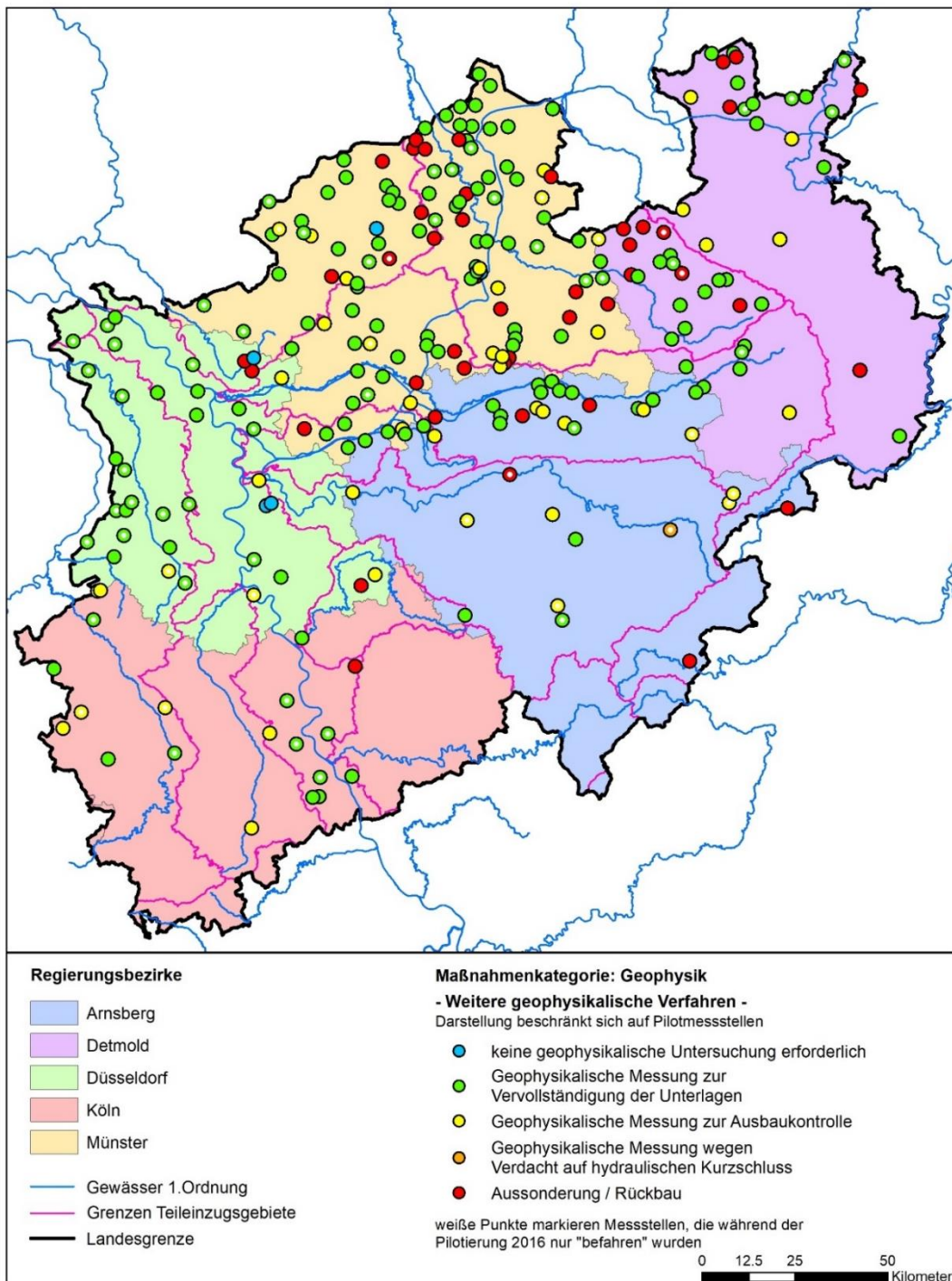


Abbildung 7-5: Karte zur Maßnahmenkategorie „Geophysik“ (ohne Kamerabefahrung) bzw. empfohlene Aussonderung. Die Auswertung beschränkt sich auf die 261 Grundwassermessstellen der Pilotierung

### Regenerierung und Sanierung

Entspricht das Abschlussbauwerk einer Messstelle nicht den baulichen Anforderungen, die in verschiedenen Regelwerken beschrieben sind und auch in dem QS-Handlungskonzept dokumentiert sind (s. Leitfaden), ist es durch entsprechende **Sanierungsmaßnahmen** Instand zu setzen. Ursäch-

lich für die einzuleitenden Maßnahmen können sowohl Alterungsprozesse und Schäden am Bauwerk sein, als auch das Erfordernis der Anpassung an die Regeln der Technik (Einbringen Abflussrohr, Anbringen Kennung, Schutzdreieck und/oder Sichtstange).

Zu diesen Maßnahmen zählen u. a. die Reparatur bzw. der Austausch der Abschlusskappe, das Anbringen einer Kennung oder die Beseitigung von Schäden. Fangarbeiten oder das Freischneiden der Messstelle, um die Zugänglichkeit wiederherzustellen, können im weiteren Sinne auch zu Instandsetzungsarbeiten gezählt werden. Wie in Abbildung 7-6 aufgezeigt, ist der Handlungsbedarf für die Pilotmessstellen bezogen auf die bereits aufgezählten Maßnahmen gering. Einzig die Maßnahme „Freischneiden“ ist bei ungefähr 10 % der Messstellen regelmäßig durchzuführen.

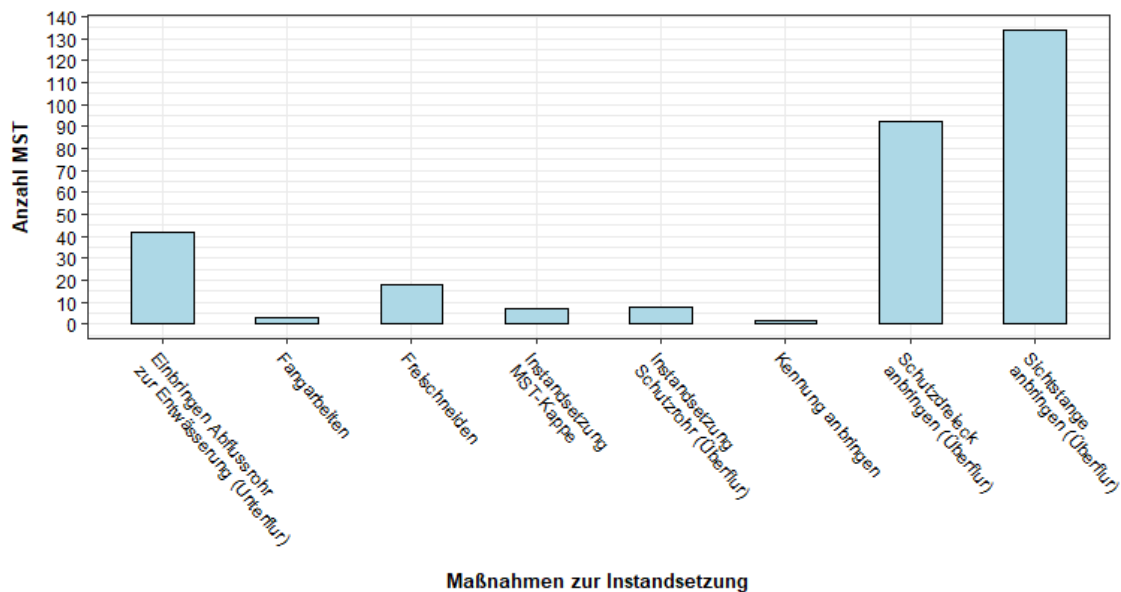


Abbildung 7-6: Auswertung zum Bedarf an Sanierungsmaßnahmen in der Maßnahmenkategorie Regenerierung und Sanierung. Die Auswertung beschränkt sich auf 214 Messstellen der Pilotierung. Rückzubauende und auszusondernde Messstellen waren von der Auswertung ausgeschlossen.

Für eine Überflur-Messstelle sind die Reparatur des Schutzrohres oder das Anbringen eines Schutzdreieckes und/oder einer Sichtstange relevante Arbeiten, die sich auf Grundlage einer visuellen Bewertung der Messstelle ergeben können. Dabei verbessern Sichtstangen insbesondere in Bereich von Verkehrswegen und auf landwirtschaftlich genutzten Flächen die Sichtbarkeit der Messstelle und dienen auf diese Weise auch indirekt dem Schutz des oberirdischen Bauwerkes. Sie erleichtern gleichzeitig die Auffindbarkeit einer Messstelle. Das Anbringen von Schutzdreiecken ist vor allem im Wegebereich sinnvoll. Hier sollte bei ungefähr 40 % (Anbringen Schutzdreieck) bis 60 % (Anbringen Sichtstange) der Überflur-Pilotmessstellen eine Anpassung an die Regeln der Technik erfolgen. Für die Auswertung wurde die Umgebung der Messstellen detailliert studiert. Für Messstellen, die sich beispielweise im Schutze von anderen Bauwerken befinden, wurde das Anbringen eines Schutzdreieckes oder einer Sichtstange nicht ausgesprochen.

Ein wichtiges Kriterium bei Unterflur-Messstellen ist die Entwässerbarkeit des Unterflurabschlussbauwerkes. Dies kann durch den Einbau eines Abflussrohres gewährleistet werden. Da bei keiner



der Unterflur-Pilotmessstellen ein solches erkennbar war, sind diese Abschlussbauwerke entsprechend umzugestalten. Das betrifft 42 Pilotmessstellen.

Durch **Regenerierungsmaßnahmen** können leistungsmindernde Ablagerungen entfernt bzw. die ursprüngliche Ergiebigkeit wiederhergestellt werden, ohne bauliche Änderungen vornehmen zu müssen. Bewährt haben sich dafür zwei verschiedene Maßnahmen – nämlich mechanische Reinigungen durch Kolben und Bürsten bzw. hydromechanische Regenerierung (Innendruckspülung) und Entsandungsverfahren (s. Leitfaden). Eine Aussage über den diesbezüglichen Handlungsbedarf kann v. a. bei den Pilotmessstellen nicht getroffen werden, bei denen eine Funktionsprüfung nicht durchgeführt wurde oder keine zusätzlichen Angaben zum Zustand der Messstelle vorlagen, auf deren Basis eine der Einzelmaßnahmen hätte empfohlen werden können. Eine Übersicht zum diesbezüglichen Handlungsbedarf ist für 214 Pilotmessstellen (nur Grundwassermessstellen) in der Abbildung 7-7 zusammengestellt.

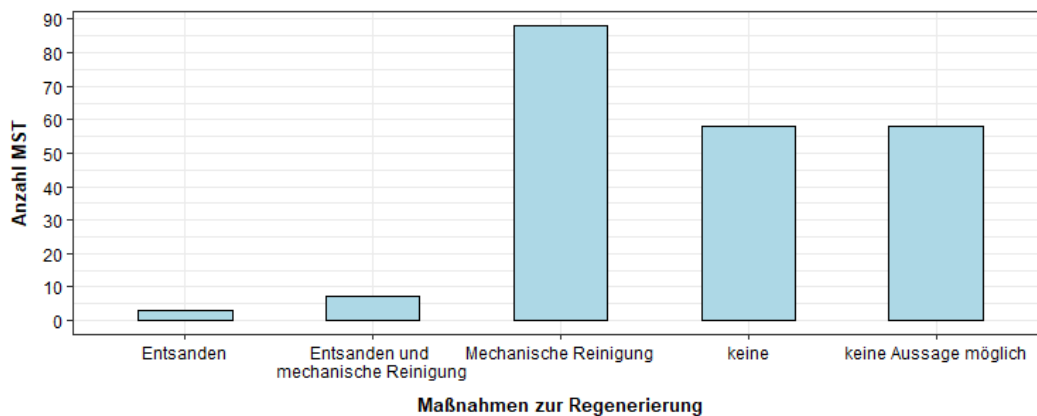


Abbildung 7-7: Auswertung zum Bedarf an Regenerierungsmaßnahmen in der Kategorie „Regenerierung und Sanierung“ (Die Auswertung beschränkt sich auf die 214 Messstellen der Pilotierung. Rückzubauende und auszusondernde Messstellen waren von der Auswertung ausgeschlossen)

Die obig erwähnten Messstellen, die zum Rückbau oder der Aussonderung empfohlen sind, waren von der Auswertung ausgeschlossen. Um über einen Handlungsbedarf in dieser Kategorie entscheiden zu können, waren insbesondere die Ergebnisse der Pumpversuche und Kamerabefahrungen entscheidend. Organoleptische Auffälligkeiten oder eine geringe Ergiebigkeit sowie durch eine Kamerabefahrung festgestellte kritische Ablagerungen waren der Anlass für die Empfehlung der mechanischen Reinigung einer Messstelle. Bei vielen der betroffenen Grundwassermessstellen wurden auch nach dem Demonstrativpumpversuch noch schwache bis starke Trübungen festgestellt.

In der Tabelle 7-1 sind für 83 Messstellen, die vor allem aufgrund organoleptischer Auffälligkeiten für eine mechanische Reinigung vorgeschlagen werden, die Ausprägungen der Organoleptik nach dem Routinepumpversuch zusammengestellt.

Bei den restlichen zwölf Messstellen wurde aus anderen Gründen eine Reinigung angesetzt (z. B. Schlammspuren am Pumpendummy). Es zeigt sich, dass nur wenige Messstellen mittlere bis starke Trübungen aufweisen. Hingegen weisen 35 % der dargestellten Messstellen schwache Trübungen

und Färbungen auf. In 46 % der Fälle liegen nur Auffälligkeiten bei Geruch und Farbe vor. Die Ursachen für die organoleptischen Auffälligkeiten können vielfältig sein. So können die Auffälligkeiten standortbedingt sein. Problematisch ist dieser Fall, wenn der Ausbau der Messstelle nicht an die geologischen Verhältnisse angepasst ist (z. B. Verhältnis Filterschlitzweite/ Schüttkorndurchmesser/ Lithologie). Da zu diesen hierfür relevanten Ausbaudaten die Datenlage i. d. R. dürrftig ist, bleibt dies eine Annahme. Auch wenn der Ausbau diesbezüglich nicht regelgerecht ist, muss sich dies nicht zwingend auf die Organoleptik auswirken. Ursächlich können auch Ablagerungen im Rohr sein (z. B. Biofilm)

*Tabelle 7-1: Darstellung der Ausprägung der organoleptischen Parameter für 83 Messstellen, für die vor allem aufgrund der Organoleptik eine mechanische Reinigung empfohlen wird.*

Trübung	keine				schwach				mittel				stark			
Anzahl	38				29				8				8			
Farbe	nein		ja		nein		ja		nein		ja		nein		ja	
Anzahl	10	28	4	25	-	8	-	8	-	8	-	8	-	8	-	8
Geruch	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja
Anzahl	-	10	19	9	3	1	19	6	-	-	10	-	-	-	6	2

Da eine Kamerabefahrung Aufschluss über Ursache der Auffälligkeiten und die Methodenwahl (mechanische Reinigung durch Bürsten und Kolben oder Innendruckspülung) erleichtern kann, ist eine vorherige Durchführung einer Kamerabefahrung für die ungefähr 45 % der Messstellen, bei denen eine mechanische Reinigung mit anschließender Erfolgskontrolle empfohlen wird, angebracht.

Das Ergebnis der Kamerabefahrung sollte dann entsprechend mit den Ausbaudaten und der Lithologie abgeglichen werden. Wenn ein fehlerhafter Ausbau offensichtlich ursächlich für die Auffälligkeiten ist, wäre die Messstelle aus dem WRRL-Gütemessnetz auszusondern. Das Verhältnis Filterschlitzweite/ Schüttkorndurchmesser/ Lithologie ist z. B. bei den Grundwassermessstellen „Großenbaumer Str.“ (040606016) und „WG 62 BUTENBOHM“ (100140683) nicht regelgerecht. Die Organoleptik der Proben sind in Bezug auf Trübung, Bodensatz und Farbe auffällig. Bei diesen Messstellen wird eine mechanische Reinigung bzw. Regenerierung langfristig vermutlich nicht erfolgreich sein. Bei anderen Messstellen wiederum sollte zunächst mit einer mechanischen Reinigung versucht werden, die Auffälligkeit(en) zu beseitigen, um eine Aussonderung der Messstelle zunächst zu verhindern.

Auch Punktquellen im Nahbereich der Messstelle können einen Einfluss auf die Organoleptik haben. Zudem können Ablagerungen (u. a. Verockerung) im Rohr selbst organoleptische Auffälligkeiten hervorrufen. Die Probe der Messstelle „AH/7 – LASTERFELD -“ (060240076) zeigte z. B. nach dem Routinepumpversuch eine gelbe Farbe (keine Trübung, geruchlos). Bei der Kamerabefahrung wurden starke Ablagerungen an den Rohrwänden registriert (s. 4.3.3). Die Probe der Grundwassermessstelle „Nordböge ML 24“ (091120603) zeigte nach dem Routinepumpversuch eine schwache Trübung. Eine durch das LANUV an dieser Messstelle durchgeführte Kamerabefahrung (im März 2016) dokumentiert, dass die Rohrwände Ablagerungen aufweisen und die Filterschlitz verschlossen sind. Hierdurch zeigt sich, dass es sinnvoll ist, die Ursache für jedwede Abweichung

von einer trübungs-, farb- und geruchlosen Probe aufzuspüren und entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Auch eine Innendruckspülung kann im letzten Fall sinnvoll sein.

Entsandungsverfahren (mit Erfolgskontrolle) hingegen sind nur bei 5 % der Messstellen erforderlich. Entsandungsverfahren sind dann anzusetzen, wenn eine hydraulisch relevante Auflandung durch eine Lotung der Ist-Tiefe und/oder eine Kamerabefahrung festgestellt werden konnte. Im Idealfall kann ausgeschlossen werden, dass die Auflandung nicht infolge von Rohrbeschädigungen oder einem mangelhaften Ausbau entstanden ist. Bei der Wahl des Entsandungsverfahrens ist die Mächtigkeit der Wassersäule im Rohr entscheidend. Das Lufthebeverfahren ist i. d. R. bei Wassersäulen kleiner als 20 m nicht erfolgsversprechend. Bei flach ausgebauten Messstellen sollte hingegen ein Stauchbohrer zum Einsatz kommen. Bei der Messstelle IV/10 EMSDETTEN (110040107) wurde die Ursache einer Auflandung mithilfe einer Kamerabefahrung untersucht. Im Ergebnis konnte die Auflandung auf alterungsbedingt (evtl. auch baulich bedingt) geweitete Filterschlitz zurückgeführt werden, die das Eindringen von Feinsand in das Messstellenrohr begünstigten. Ein aufwendiges Entsandungsverfahren wäre bei dieser Messstelle nicht nachhaltig und wirtschaftlich. Lagen bei einer Messstelle keine aussagekräftigen Daten zur Ableitung von Regenerierungsmaßnahmen vor, sind an dieser Messstelle Pumpversuche bzw. Kamerabefahrungen durchzuführen. Das trifft auf 27 % der Pilotmessstellen zu (vgl. Kap. 4.4.2).



Abbildung 7-8: Potentielle Punktquelle zum Zeitpunkt der Pilotierung in der Nähe der durch einen roten Kreis markierten Messstelle HS/87 EMKUMER MARK (110220870)

Separat sei noch auf eine weitere Instandhaltungsmaßnahme hingewiesen, die insbesondere für den Erhalt einer Messstelle als Grundwassergütemessstelle von Bedeutung sein kann, jedoch weder zu einer Sanierung, noch Regenerierung gezählt werden kann: Um eine hydrochemische Beeinflussung durch potentielle Punktquellen auszuschließen, sollten diese, sofern vorhanden, aus der näheren Messstellenumgebung möglichst entfernt werden. Bisher konnte nur für die sehr flach ausgebaute Messstelle HS/87 EMKUMER MARK (110220870) eine potentielle Punktquelle (Deponie von Autoreifen, vgl. Abbildung 7-8) identifiziert werden, die mit verhältnismäßig geringem Aufwand beseitigt werden könnte. Der Filter befindet sich bei dieser Messstelle zwischen 3,3 und 7,3 m u. GOK. Darüber hinaus wird der Grundwasserleiter durch keine bindige Deckschicht geschützt.

In der Abbildung 7-9 sind die verschiedenen zu dieser Kategorie zählenden Handlungsempfehlungen für die Pilotmessstellen messstellenkonkret in einer Karte angezeigt. Zur vereinfachenden Darstellung wurden die verschiedenen Instandsetzungsmaßnahmen am Bauwerk unterteilt in einfache und komplexe Maßnahmen.

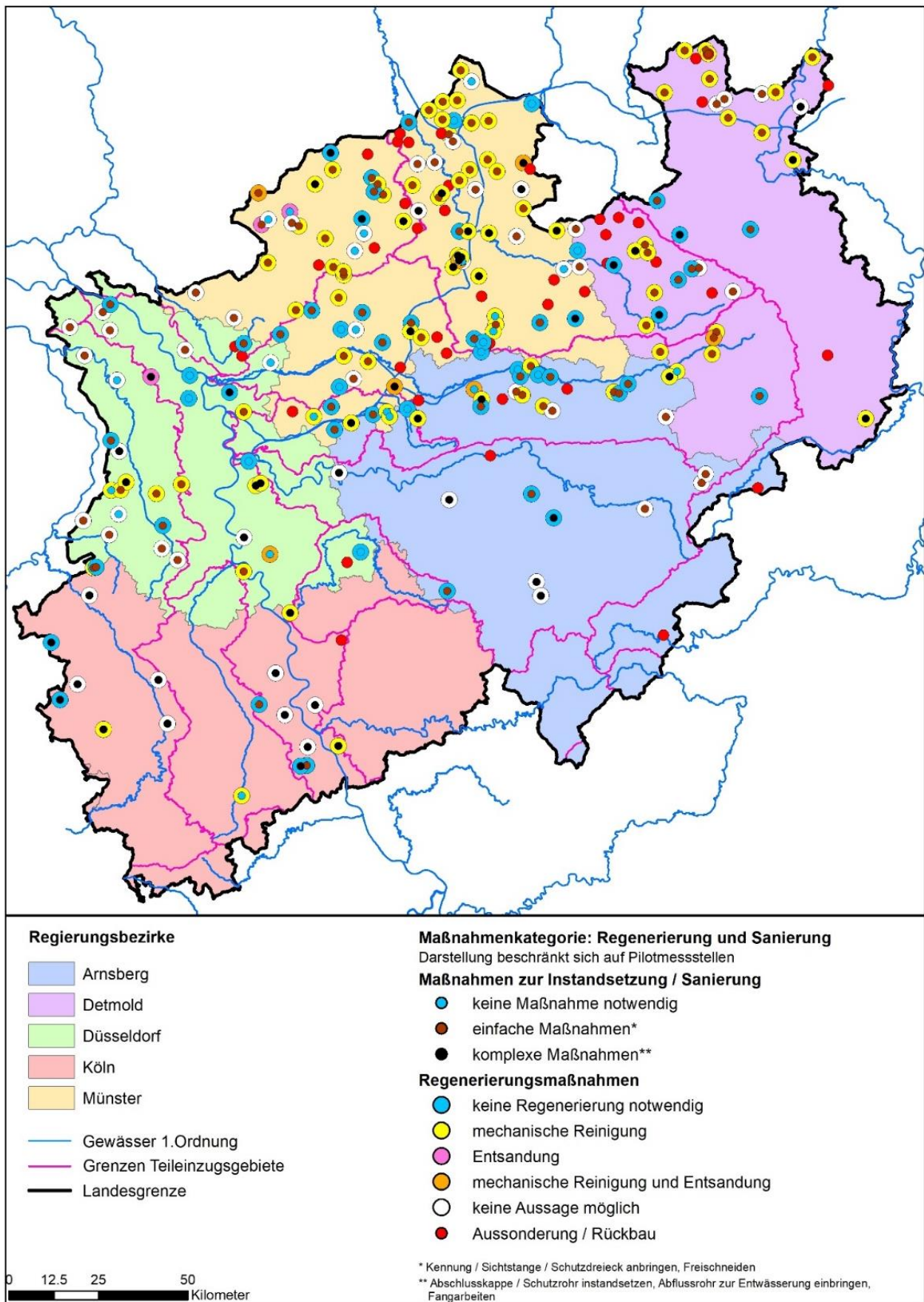


Abbildung 7-9: Kartografische Darstellung zur Maßnahmenkategorie „Regenerierung und Sanierung“ bzw. empfohlene Aussonderung.

## **Geodätische Vermessung**

Jede Messstelle ist exakt lagemäßig und höhenmäßig zu vermessen. Letzteres ist zwar nicht zwingend relevant für Quellen, jedoch können Höheninformationen zu diesen zur Konstruktion einer Grundwasseroberfläche im Festgestein wichtige Stützstellen sein. Dann kann es nützlich sein, wenn auch hier Höhenmessungen vorhanden sind. Die Ergebnisse einer geodätischen Vermessung sind in den Bestandsunterlagen zu protokollieren. Festgestellte Abweichungen bei der Lagekontrolle im Rahmen einer „Befahrung“ oder fehlende Dokumentation in den Unterlagen hinsichtlich Datum und Art der Ermittlung (u. a. Genauigkeit) geben Anlass für eine Neuvermessung der Messstelle. Auch ist es empfehlenswert, eine Messstelle (außer Quelle/ Sickerstollen) in einem regulären Turnus höhenmäßig exakt zu vermessen.

Im Ergebnis der Pilotierung wurden für 102 Messstellen Abweichungen in der Lage von mehr als 3 m festgestellt. Bei insgesamt 41 Messstellen gab es Abweichungen in der Differenz zwischen ROK und GOK von mehr als 5 cm. In HygrisC wird bisher nur für die Höhenangabe die Historie erfasst. Zukünftig wäre dies auch für die Lage wünschenswert. Auch die Angaben der Messgenauigkeit und zum Messverfahren sind hierbei von Relevanz.

Da eine exakte geodätische Vermessung in Bezug auf die Höhe in den letzten Jahren nicht stattgefunden hat (mdl. Mitt. LANUV), ist insbesondere wenn keine geodätische Vermessung dokumentiert ist, sowie in Bergsenkungsgebieten eine Neuvermessung notwendig. Bei 8 % der Pilotmessstellen besteht kein weiterer diesbezüglicher Bedarf. Hierunter fallen Quellen und Sickerstollen, die keine Abweichung in der Lage aufwiesen. In der Abbildung 7-10 sind die diesbezüglichen Maßnahmenempfehlungen kartografisch und messstellenkonkret dargestellt. Einige der angezeigten Vermessungen sind seit 2017 inzwischen durchgeführt worden.

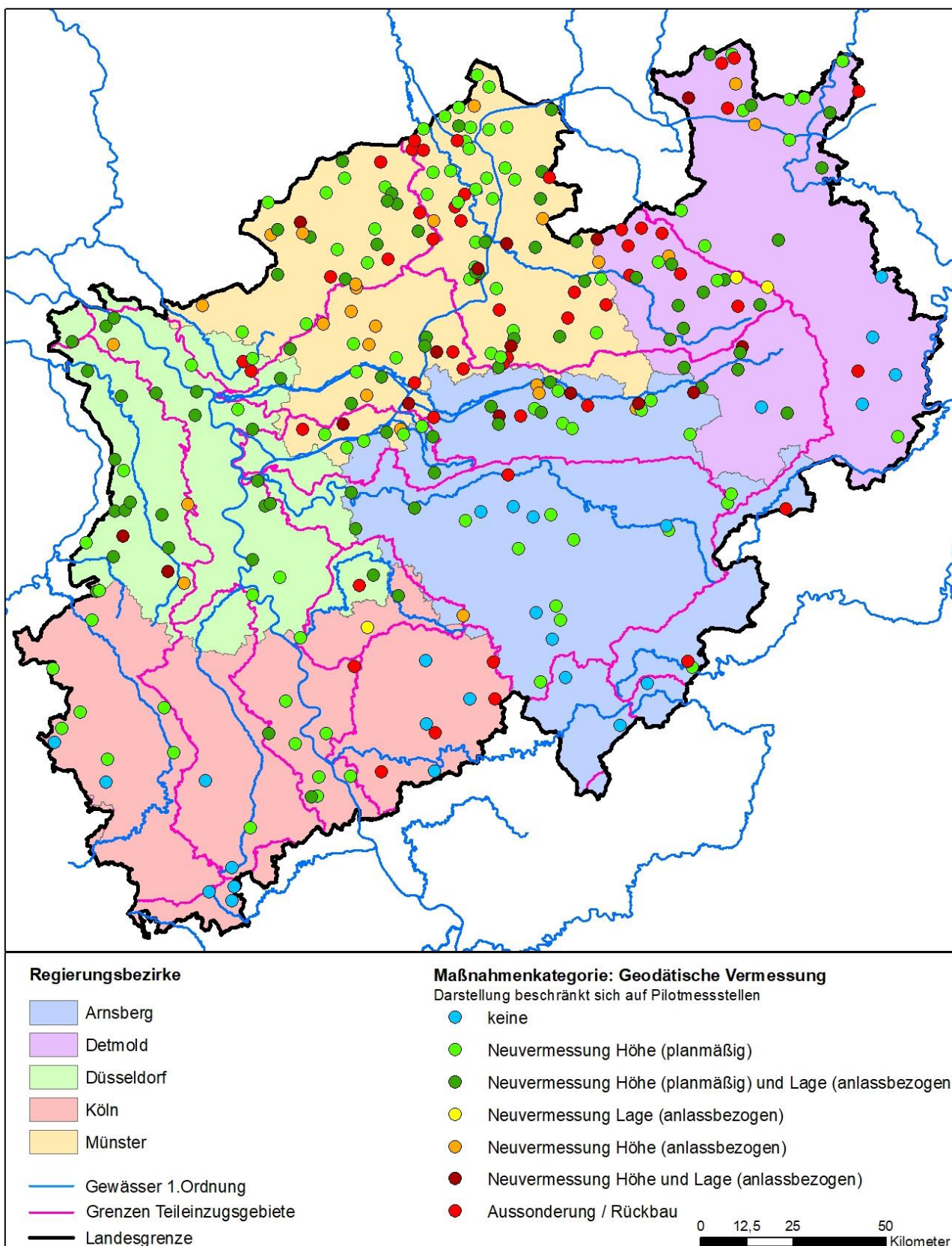


Abbildung 7-10: Kartografische Darstellung zur Maßnahmenkategorie „Geodätische Vermessung“ bzw. empfohlene Aussonderung.

## **Messdatenkontrolle**

Organoleptische Auffälligkeiten, eine geringe Ergiebigkeit oder Auflandungen bzw. Sandführung im Pumpstrom können Indikatoren für die Auswirkung einer mangelhaften technischen Bauausführung sein. Insbesondere bei Messstellen, deren Ausbau nachweislich nicht regelgerecht ist, sollte in Abhängigkeit von dem zu bewertenden Ausbaukriterium bei der Auswertung des Pumpversuches und der Proben ein besonderes Augenmerk auf die genannten Indikatoren gelegt werden. Bei diesen Messstellen sollten die erhobenen Daten regelmäßig auf Auffälligkeiten hin geprüft werden. Gleiches gilt für Messstellen bei denen der Ausbau nicht vollständig bekannt ist. Eine Messdatenkontrolle ist für die Pilotmessstellen vorgesehen, die bei den im Rahmen der Pilotierung erhobenen Daten nicht durch eine der besagten Indikatoren aufgefallen sind. Insgesamt sollten bei 175 Pilotmessstellen die Daten der jeweiligen Indikatoren kontrolliert werden.

In neun Fällen sollte aufgrund einer sehr geringen bis fehlenden Schüttung (im Herbst 2016) zunächst im Frühjahr eine Wiederholungsmessung erfolgen. Bei vier Messstellen ist der Wasserstand aufgrund einer fehlenden aussagekräftigen Zeitreihe zu erheben, um eine eventuelle Filterbelüftung (> 25 %) feststellen zu können. Dies kann im Rahmen der regulären Probennahme erfolgen.

## **Priorisierung der Maßnahmenumsetzung**

Priorität bei dem weiteren Vorgehen haben alle Messstellen, die aufgrund technischer Auffälligkeiten für das Güte-Messnetz möglicherweise nicht mehr geeignet sind. Parallel sollten die Einzelfallprüfungen bearbeitet und Messstellen näher analysiert werden, bei denen ein Verdacht auf einen hydraulischen Kurzschluss oder auf eine hydrochemische Beeinflussung besteht. Auch das Anbringen einer Kennung ist von Bedeutung, um einer Verwechslung vorzubeugen. Eine weitergehende Ausbaurecherche, Messdatenkontrolle und Standortprüfung (ggf. geophysikalische Untersuchung) sollte bei allen Messstellen eingeleitet werden, bei denen das Vorhandensein einer oberirdischen Abdichtung nicht bekannt ist oder trotz Durchteufung separierter Schichten keine Ausbaukontrollmessung dokumentiert wurde. Auch das gesonderte Vorgehen beim Pumpversuch bei Messstellen mit geringer Ergiebigkeit sollte zeitnah erfolgen, um weitere, beispielweise regenerierende Maßnahmen einleiten zu können. Von Wichtigkeit sind insbesondere die Messstellen, bei denen eine Kamerabefahrung und mechanische Reinigung bzw. hydromechanische Regenerierung empfohlen wird. Dies betrifft einen sehr hohen Prozentsatz der Pilotmessstellen. Auch Entsandungsverfahren und Fangarbeiten sowie die Reparatur der Messstellenabschlüsse sollten – sofern empfohlen - vor der nächsten Probennahme verrichtet werden. Nachgestellt bearbeitet werden können einfache Instandhaltungsmaßnahmen wie das Anbringen eines Schutzdreieckes oder einer Sichtstange. Gleiches gilt für alle Maßnahmen, die im Zusammenhang mit der geodätischen Vermessung stehen. Die Messdatenkontrolle sollte generell parallelisiert laufen.

### 7.1.4 Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Auswahlgrund für die Pilotierung 2016 und den Handlungsempfehlungen

Im Anschluss an die aggregierende Darstellung soll an dieser Stelle eine Auswertung zu den Ergebnissen der Ist-Analyse und der Pilotierung vorgenommen werden, indem der Auswahlgrund bzw. die Fallgruppen mit den aus der Anwendung des QS-Handlungskonzeptes resultierenden Maßnahmen verknüpft werden.

Da die Kenntnisse zu der Funktionstüchtigkeit bei Messstellen, die nur befahren worden sind, unzureichend sind, werden in folgender Zusammenstellung nur Messstellen analysiert, bei denen Ergebnisse zu hydraulischen Tests, die während der Pilotierung durchgeführt worden sind, vorliegen. Durch einen Demonstrativpumpversuch in ihrer Funktion geprüft wurden nur Messstellen, die gemäß dem Selektionsalgorithmus anlassbezogen der Ist-Analyse zugeordnet waren. D.h. eine Vergleichsgruppe für Demonstrativpumpversuchsergebnisse mit bisher als „mangellos“ eingestuften Messstellen gibt es nicht. Ungefähr 50 Grundwassermessstellen wurden für die Pilotierung zwar nur aufgrund ihrer Zugehörigkeit zum **EUA-/Nitratmessnetz** ausgewählt. Diese Messstellen wurden jedoch im Rahmen des Projektes schlussendlich nur befahren. Des Weiteren ist anzumerken, dass die Kategorie „**Provisorische MST**“ aufgrund der geringen Anzahl an Messstellen (6) und der unspezifischen Probleme an dieser Stelle nicht analysiert wird. Die Anzahl der Messstellen pro betrachteter Fallgruppe sind in der Tabelle 7-2 angezeigt.

Für die Auswertung wurden die Anzahlen der Messstellen pro Auswahlgrund und Maßnahme zusammengestellt. Dann wurden jeweils pro Auswahlgrund und Maßnahme prozentuale Anteile berechnet, um die Vergleichbarkeit zwischen den Fallgruppen zu gewährleisten, da die jeweiligen Auswahlgründe unterschiedlich häufig bei den Pilotmessstellen zutraten. Überproportional häufig (>50%) wiesen die Pilotmessstellen zum Beispiel organoleptische Auffälligkeiten auf. Für Details sei auf den Abschnitt 3.4 verwiesen. Zudem gab es auch Messstellen, die mehreren Fallgruppen zugeordnet werden konnten. Durch diese Messstellen wird die Zuordnung von Maßnahmen zu entsprechenden Fallgruppen und umgekehrt erschwert. Das betrifft zum Beispiel alle Messstellen, die im Münsterland im Zeitraum 2005 bis 2007 behelfsweise in das qualitative Messnetz aufgenommen worden waren.

Für die 195 mittels Demonstrativpumpversuch näher analysierten Grundwassermessstellen ist der Anlass bzw. Auswahlgrund (Anzahl pro Fallgruppe) in der Tabelle 7-2 dargestellt.

Tabelle 7-2: Anzahl der Pilotmessstellen (Funktionsprüfung) pro Auswahlgrund (Problemkategorie).

Auswahlgrund (Fallgruppe)	Anzahl Messstellen
Gravierende Probleme bei Probennahme 2015	13
Organoleptische Auffälligkeiten 2010-2016	142
Nicht erfolgreiche Auffüllversuche 2014-2015	29
Filterbelüftung bei Probennahme	41
Eignung behelfsweise aufgenommener Messstellen Münsterland	19



Für die fünf verschiedenen Auswahlgründe sind in der Tabelle 7-3 maßnahmenabhängig die jeweiligen Absolutzahlen und prozentualen Anteile der betreffenden Pilotmessstellen zusammengestellt. Für einen Vergleich zwischen den Kategorien sind die Prozentanteile von Relevanz. Die Maßnahmenempfehlung „Rückbau“ ist hier nicht angezeigt, da diese i.d.R. nicht in direktem Zusammenhang mit den hier dargestellten Fallgruppen steht. Ein Rückbau ist bisher in den Fällen erforderlich, bei denen zum Beispiel trotz der Durchteufung hydraulisch separierter Schichten kein Dichtungsmaterial in den Ringraum eingebracht worden ist. Auch die Empfehlungen hinsichtlich geophysikalischer Verfahren zur Stammdatennacherfassung oder zur geodätischen Vermessung und anderer Maßnahmen ergaben sich zwar aus der Anwendung des QS-Handlungskonzeptes, sind aber nicht mit den genannten Fallgruppen verknüpft und daher nicht weiter erläutert.

Die nachfolgende Tabelle dokumentiert, inwieweit die Auswahlgründe (Fallgruppen) der Pilotierung mit den schlussendlich – unter Einbeziehung weiterer Kriterien – messstellenspezifisch abgeleiteten Maßnahmenempfehlungen korrespondieren. Eine direkte Abhängigkeit ist nicht abzuleiten.

Tabelle 7-3: Anzeige der jeweiligen Anzahl an Pilotmessstellen mit Funktionsprüfung pro Auswahlgrund und empfohlener Maßnahme (in Klammer: auf den Auswahlgrund bezogener prozentualer Anteil).

	Gravierende Probleme bei Probenahme 2015	Organoleptische Auffälligkeiten 2010-2016	Nicht erfolgreiche Auffüllversuche 2014-2015	Filterbelüftung bei Probenahme	Eignung behelfsweise aufgenommener Messstellen Münsterland
<b>Aussonderung</b>	1 (8 %)	6 (4 %)	3 (10 %)	2 (5 %)	
<b>Aussonderung Gütemessnetz</b>	2 (15 %)	25 (18 %)	3 (10 %)	7 (17 %)	3 (16 %)
<b>Kamerabefahrung wegen Verdacht auf Beschädigung</b>	4 (31 %)	68 (48 %)	7 (24 %)	21 (51 %)	11 (58 %)
<b>Entsandung</b>		5 (4 %)	3 (10 %)	2 (5 %)	
<b>Mechanische Reinigung</b>	5 (38 %)	72 (51 %)	7 (24 %)	14 (34 %)	11 (58 %)
<b>Pumpversuch an drei aufeinanderfolgenden Tagen</b>	3 (23 %)	7 (5 %)	2 (7 %)	5 (12 %)	
<b>Demonstrativpumpversuch</b>	3 (23 %)	7 (5 %)	1 (3 %)	3 (7 %)	
<b>Reduzierung Förderrate</b>	2 (15 %)	21 (15 %)	7 (24 %)	13 (32 %)	7 (37 %)

Gemäß der Analyse zeigte sich bei ungefähr 10 % der Messstellen (insg. 4 Messstellen), die aufgrund von **Auffälligkeiten bei der Probennahme** (meist geringe Ergiebigkeit) oder wegen eines **nicht erfolgreichen Auffüllversuches** für die Pilotierung ausgewählt worden waren, dass sie weder für Güte-, noch Wasserstandsmessungen geeignet sind. Ursächlich hierfür war meist eine geologisch bedingt niedrige Ergiebigkeit der verfilterten Schicht und/oder ein nicht an die geologischen Verhältnisse angepasster Ausbau. Letzteres unterstreicht die Bedeutsamkeit des (regelgerechten) Ausbaus einer Messstelle in dem entsprechenden Zielhorizont. Daher wird auch bei weiteren Messstellen, die während der Pilotierung durch eine relativ geringe Förderrate auffielen (< 2 l/min) ein

gesonderter Pumpversuch vorgeschlagen, um die Ergiebigkeit der Messstellen wiederholt und abschließend zu prüfen. Dieser Pumpversuch ist an drei aufeinanderfolgenden Kalendertagen durchzuführen, um summarisch dem Rohr die notwendige Entnahmemenge (hydraulisches Kriterium) zu entnehmen.

Auch hier ist Voraussetzung, dass die Beharrung erreicht werden kann. Dieser Test betrifft 23 % der Messstellen, die bereits in der Vergangenheit dadurch auffielen und 7 % der Messstellen, die durch einen nicht erfolgreichen Auffüllversuch in die Pilotauswahl kamen. Es liegt nahe, zukünftig bei Messstellen, die durch einen geringen Nachlauf auffallen, zunächst die hydrogeologischen Verhältnisse (Petrographie im Filterausbau) zu studieren und ggf. diesen gesonderten Pumpversuch zu planen.

Kann die Mindestentnahmemenge und Beharrung innerhalb des Zeitraumes nicht erreicht werden, kann die Leistungsfähigkeit eventuell durch eine mechanische Reinigung oder hydromechanische Regenerierung (Druckspülung) erhöht werden. Sind diese Maßnahmen erfolglos bzw. nach detaillierter Studie der lithologischen Verhältnisse und des Messstellenausbaus nicht erfolgversprechend, sind keine weiteren Maßnahmen bis auf die Aussonderung der Messstelle aus dem Messnetz zu ergreifen.

In den Fällen, bei denen für eine Pilotmessstelle, bei der bereits eine Funktionsprüfung durchgeführt wurde, die Wiederholung des Demonstrativpumpversuchs empfohlen wird, wurde stattdessen eine Regenerierung durchgeführt, weshalb der Demonstrativpumpversuch nicht erfolgreich zur hydraulischen Charakterisierung genutzt werden konnte. Insgesamt betrifft das 23 % der Messstellen mit dem Auswahlgrund „**Gravierende Probleme bei Probennahme 2015**“. Ein Zusammenhang zu den vorherigen Ausführungen (geringe Ergiebigkeit) ist gegeben – daher sollte der Demonstrativpumpversuch anderen Untersuchungen nachgestellt sein.

Zudem fällt auf, dass prozentual gesehen die meisten Entsandungsverfahren bei Messstellen aus der Kategorie „**Nicht erfolgreiche Auffüllversuche 2014-2015**“ vorgeschlagen wurden. Mechanische Reinigungen werden bei der Hälfte der Messstellen empfohlen, die aufgrund **organoleptischer Auffälligkeiten** zur Pilotierung ausgewählt wurden. Auch die Messstellen der Kategorien „Gravierende Probleme bei Probennahme 2015“ und „Filterbelüftung bei Probennahme“ wurden in über 30% der Fälle für eine mechanische Reinigung in Betracht gezogen. Vergleicht man die Gruppe der Messstellen mit dem Auswahlgrund „Organoleptische Auffälligkeiten 2010-2016“ (Gruppe 1, Anzahl: 135) mit den Messstellen mit anderen Auswahlgründen (Gruppe 2, Anzahl: 51), bei denen ein Routinepumpversuch durchgeführt werden konnte, zeigt sich, dass nach der Durchführung des Demonstrativpumpversuches bzw. der Regenerierung immer noch 78 % der Messstellen aus Gruppe 1 mehr oder weniger stark ausgeprägte organoleptische Auffälligkeiten aufweisen. Bei Gruppe 2 betrifft dies nur 39 %. Bei dem großen Teil dieser Messstellen lagen Trübungserscheinungen vor.

Daraus ist zu folgern, dass, wie bereits unter Punkt 4.4.2 beschrieben, ein Demonstrativpumpversuch bzw. eine sog. „Regenerierung“ gemäß Kapitel 4.1.2 als einfache hydromechanische Regenerierung bei auftretenden organoleptischen Auffälligkeiten nur bedingt erfolgreich ist. Können diese Auffälligkeiten nicht eindeutig auf eine mangelhafte Bauausführung zurückgeführt werden, sollte zunächst eine Kamerabefahrung durchgeführt werden, um den Messstellenzustand optisch bewerten zu können und eine adäquate Maßnahme auswählen zu können. Bei Ablagerungen an den Rohrwänden (z. B. Biofilm, Verockerungen) kann eine mechanische Reinigung mit Bürsten und Kolben erfolgsversprechend sein. Um leistungsmindernde Beläge im Ringraum zu entfernen, empfiehlt sich eine Druckspülung. Zur Bewertung des Erfolges dieser Verfahren an dem vorliegenden Messstellenkollektiv liegen momentan noch keine Ergebnisse vor. Die Ergebnisse der Kamerabefahrung sind vor dem Ergreifen (hydro-)mechanischer Verfahren mit den Kenntnissen zum Messstellenausbau und dem anstehenden Gestein zusammenzuführen.

Insgesamt 18 % der Messstellen (25 Messstellen) aus der Kategorie „**Organoleptische Auffälligkeiten 2010-2016**“ sollten nach gutachterlicher Einschätzung aus dem Gütemessnetz ausgesondert oder hinsichtlich ihrer Eignung näher überprüft werden. Sofern der Ausbau nicht an die geologischen Verhältnisse angepasst ist, würde jedwede Form der Regenerierung höchstens kurzfristig wirksam sein. Davon auszunehmen sind Messstellen, bei denen die Trübung oder Färbung geogen bedingt ist. Letzteres kann anhand von Lithologie und Referenzdaten, z.B. an Messstellen der Umgebung und Zeitreihenanalysen, geprüft werden. Bei den übrigen Messstellen, zu denen eine **Aussonderung aus dem Gütemessnetz** gutachterlich empfohlen wird, ist diese auf allgemeine technische Mängel wie beispielweise den Einsatz von verzinktem Rohrmaterial zurückzuführen. Auch dieser Fall bleibt jedoch letztlich einer weitergehenden Einzelfallprüfung vorbehalten. Denn nicht immer betrifft das angegebene Rohrmaterial den Filterbereich, und nur in bestimmten Fällen hat das Filterrohrmaterial, abhängig von der jeweiligen Fragestellung, Auswirkungen auf das untersuchte Parameterspektrum (z.B. Metalle).

Kamerabefahrungen sind vor allem bei allen Messstellen mit **organoleptischen Auffälligkeiten** durchzuführen, um den Erfolg einer (hydro-)mechanischen Reinigung zu prüfen. Lässt man diesen Anlass außer Betracht, werden Kamerabefahrungen größtenteils bei Messstellen der Kategorie „**Filterbelüftung bei Probennahme**“ empfohlen. Dies gilt mehrheitlich bei Messstellen, die bereits bei Ruhewasserspiegel eine Belüftung des Filters aufwiesen. Die hohe Frequenz dieser Empfehlung ist darauf zurückzuführen, dass bei den betroffenen Messstellen ein eventueller Schaden infolge der Belüftung näher untersucht werden muss. Es fällt auf, dass solche Messstellen häufig auch organoleptische Auffälligkeiten aufzeigen. Zeiger für eine Verockerung oder Korrosion sind Verfärbungen der Probe im gelben bis braunen Bereich (betrifft 50 % der Messstellen mit einer Filterbelüftung bei Ruhewasserspiegel größer als 25 %). Mit dem Merkmal „Filterbelüftung“ hängt gleichfalls die Empfehlung zu einer Reduzierung der Förderrate während des Routinepumpversuches zusammen. Diese Maßnahme soll die Belüftung des Filters minimieren und Folgeschäden vorbeugen. Dass diese Maßnahme jedoch ebenso bei allen anderen Fallgruppen vorgeschlagen wird, zeigt, dass die

Filterbelüftung ein weit verbreitetes Phänomen darstellt, dem zumindest zu Zwecken der Langlebigkeit der Messstellen ein besonderes Augenmerk geschenkt werden sollte. Hierbei ist jedoch zu unterscheiden, ob eine Filterbelüftung bereits bei Ruhewasserspiegel auftritt und ggf. dauerhaft ist oder nur temporär während der Probennahme gegeben ist. In jedem Fall kann eine Kamerabefahrung Aufschluss geben. So war z. B. während der Pilotierung die Messstelle „BRUENEN 132“ (040100480) nur während der Probennahme diesbezüglich auffällig. Im Messstellendokument ist jedoch ein Protokoll einer Kamerabefahrung (ohne Datumangabe) angehängt, welches dokumentiert, dass Verockerungen gegeben sind. Diese können durch eine fast dauerhafte Filterbelüftung erklärt werden, die bei der Analyse der Wasserstandsganglinie offensichtlich ist. Aus diesen Beschreibungen ist auch zu schlussfolgern, dass alle 50 Grundwassermessstellen, die auf Basis der Ganglinienanalyse nicht in die Pilotierung aufgenommen worden sind, auf Folgeschäden durch Filterbelüftung zu untersuchen sind. Eine Zusammenschau mit den hydrochemischen Ergebnissen der Probennahme ist hierbei sinnvoll. In vielen von diesen Fällen wird eine Aussonderung erforderlich sein (und entsprechend ein Ersatzneubau bzw. das Suchen einer Ersatzmessstelle). Unabdinglich ist diese Maßnahme für Messstellen, die trockenfallen, da der Messstellenzweck nicht erfüllt werden kann.

Für 15 der Grundwassermessstellen, die nur aufgrund eines **nicht erfolgreichen oder nicht eindeutigen Auffüllversuches** für die Pilotierung ausgewählt worden waren, kann folgendes Bild gezeichnet werden: Drei dieser Messstellen wiesen eine relativ geringe Förderrate auf ( $\leq 2$  l/min). Bei den restlichen zwölf Messstellen wurden mit Förderraten bis zu 21 l/min gepumpt. Hier kann das hydraulische Kriterium höchstwahrscheinlich in einem arbeitsökonomisch vertretbaren Zeitraum erreicht werden. In neun dieser Fälle war bereits eine Beharrung gegeben und die hydrochemische Konstanz erreicht. Zukünftig kann in Abhängigkeit der lithologischen Verhältnisse abgewogen werden, ob eine einfache hydromechanische Regenerierung ausreichend ist oder eher – wie bereits beschrieben – ein gesonderter Pumpstest an drei aufeinanderfolgenden Tagen sinnvoll ist, um die Beprobbarkeit der Messstelle und vorzunehmende Maßnahmen einschätzen zu können.

Von den 19 **Messstellen aus dem Münsterland, die nur behelfsweise in das Gütemessnetz aufgenommen waren** und bei denen eine Funktionsprüfung durchgeführt worden ist, sind alle Messstellen durch organoleptische Auffälligkeiten charakterisiert. Da für die Pilotierung generell nur Messstellen ausgewählt wurden, zu denen bereits ein Anlass für weitergehende Prüfungen bzw. Maßnahmen vorlag (s. Auswahlgründe), kann keine allgemeingültige Aussage getroffen werden, die Rückschlüsse auf die annähernd 30 Messstellen umfassende Fallgruppe zulässt. Zwei von den 19 Messstellen sollten nach gutachterlicher Empfehlung ausgesondert werden, weil das Verhältnis des Bohrlochdurchmessers und Ausbaudurchmessers nicht auf die geologischen Verhältnisse angepasst sind (Ausbau im Mergelstein und entsprechende konstante organoleptische Auffälligkeiten). Für die Grundwassermessstelle „BERGB.5-MERSCH-“ (110250059) ist gar mehrmals dokumentiert, dass ein Klarpumpen nicht möglich ist. Bei einer anderen Messstelle ist das Filtermaterial nicht für Gütemessstellen zulässig. Insgesamt acht dieser Messstellen weisen eine Filterbelüftung während

der Probennahme auf. Das Wasser im Pumpstrom zeigt sich beim Demonstrativpumpversuch auch meist bräunlich. Im Zusammenhang mit organoleptischen Auffälligkeiten ist bei elf Messstellen eine Kamerabefahrung und ggf. eine Reinigung bzw. Regenerierung empfohlen. Bei vier Messstellen ist der Handlungsbedarf nicht direkt mit der Kategorie in Verbindung zu setzen.

Zusammenfassend kann abgeleitet werden, dass sich vor allem bei Auffälligkeiten, die durch die Indikatoren geringe Ergiebigkeit und/ oder organoleptische Auffälligkeiten gekennzeichnet sind, eine einfache hydromechanische Regenerierung (durch einen Demonstrativpumpversuch) i.d.R. nicht ausreicht, sondern andere Verfahren (mechanische Reinigung, Druckspülung) eingesetzt werden sollten. Bestenfalls (bei vollständigem Ausbauplan und Schichtenverzeichnis) kann vor der Anwendung der aufwendigeren Verfahren ein baulicher Mangel ausgeschlossen werden. Ist eine nicht regelgerechte Bauausführung bzw. sind irreparable Schäden am Bauwerk für bei der Probennahme auftretende Auffälligkeiten ursächlich, ist die Messstelle als dauerhaft ungeeignet zu bewerten. Bei der Filterbelüftung hingegen sind zunächst die Auswirkungen durch Kamerabefahrungen zu beobachten und weiterführender Handlungsbedarf ergibt sich nur bei festgestellten Schäden (erhebliche Verockerung und Korrosion).

## **7.2 Abschätzung des finanziellen und personellen Aufwandes für den qualitätsgesicherten Betrieb des WRRL-Grundwassergütemessnetzes**

Basierend auf den Erkenntnissen der Ist-Analyse und Pilotierung 2016 und der Anwendung des QS-Handlungskonzeptes auf die Pilotmessstellen, ist eine Hochrechnung zum finanziellen und personellen Aufwand für einen qualitätsgesicherten Betrieb des WRRL-Grundwassergütemessnetzes möglich (s. Kapitel 7.2.1). Dabei werden alle Maßnahmen in die Berechnung einkalkuliert, welche entweder anlassbezogen oder planmäßig zur Ertüchtigung des gesamten Gütemessnetzes notwendig sind.

Die Ertüchtigung des gesamten WRRL-Grundwassergütemessstellennetzes erfolgt anfänglich in einem Intensivprogramm mit starker externer Unterstützung und geht nach erfolgreicher Umsetzung in ein Regelprogramm mit reduziertem Bedarf an finanziellen und personellen Ressourcen über. Im Regelprogramm sollen in einem vorgegebenen Turnus z. B. alle Messstellen des Messnetzes planmäßig einer Eignungsprüfung unterzogen werden. Zudem ergeben sich auch anlassbezogene Maßnahmen stetig wiederkehrend aufgrund des Messstellenalters und der Nutzung bzw. externer Einflüsse. Die Abschätzung für den Aufwand innerhalb des Regelbetriebes ist von Annahmen im Zusammenhang mit den Erkenntnissen der Ist-Analyse und Pilotierung weitestgehend entkoppelt und muss daher separat einkalkuliert werden. Im Folgenden wird die grundsätzliche Methodik zur Bestimmung des Aufwandes für das Intensivprogramm beschrieben.

### **7.2.1 Aufwand für die Umsetzung des Intensivprogramms**

Prinzipiell wurde die Abschätzung des Aufwandes an den durch die Ist-Analyse und Pilotierung 2016 und durch die Anwendung des QS-Handlungskonzeptes gewonnenen Erkenntnissen ausgerichtet.

Die Auswahl der Pilotmessstellen erfolgte allerdings, wie in Abschnitt 7.1.4 bereits ausgeführt, problemorientiert. Zudem ist anzumerken, dass die regionale Verteilung der Pilotmessstellen nicht repräsentativ ist. Aus diesem Grund kann nicht einfach linear hochgerechnet werden, sondern es wird für Maßnahmenkategorien und Messstellenarten ein Hochrechnungsfaktor abgeschätzt, der dann zu deutlich niedrigeren Bedarfen führt als es nach der Pilotierung zunächst zu vermuten wäre.

Weiterhin sind die Zuständigkeiten bei der Überwachung und die Eigentumsverhältnisse der Messstellen von Bedeutung. Eingangs (s. Kapitel 3.2) wurden die Unterschiede der verschiedenen sogenannten Zuständigkeitsbereiche A bis D beschrieben. Zur Übersicht ist eine Beschreibung der Zuständigkeitsbereiche nochmals in Tabelle 7-4 wiedergegeben.

Tabelle 7-4: Beschreibende Übersicht zu den vier verschiedenen Zuständigkeitsbereichen.

Zuständigkeitsbereich	Zuständigkeit verallgemeinert	Überwachung der Messungen	Eigentum Messstelle	Eigentum Grundstück
A	LANUV	LANUV	LANUV	öffentlich
B	LANUV	LANUV	LANUV	privat
C	LANUV	LANUV	andere Betreiber	öffentlich/ privat
D	BezReg u.a.	andere Betreiber	andere Betreiber	öffentlich/ privat

Die prozentualen Anteile der Messstellen der vier verschiedenen Zuständigkeitsbereiche sind in der Abbildung 7-11 dargestellt. Der Anteil der Pilotmessstellen ist jeweils separat hervorgehoben.

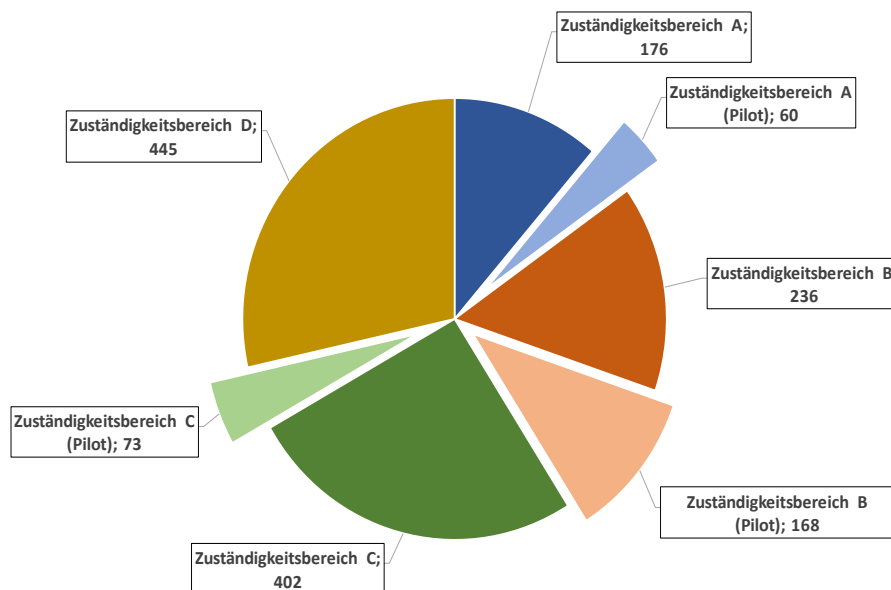


Abbildung 7-11: Prozentualer Anteil an Messstellen in Abhängigkeit der Zuständigkeitsbereiche. Die Anteile der Messstellen der Pilotierung 2016 sind gesondert hervorgehoben

Die Anzahlen der Messstellen sind in Abhängigkeit des jeweiligen Zuständigkeitsbereiches und der Messstellenart in Tabelle 7-5 dokumentiert. Zuerst findet sich eine Zusammenschau zu dem gesamten WRRL-Grundwassergütemessnetz (Anzahl: 1560 MST). Schachtbrunnen werden explizit separat geführt, da anstelle weitergehender Maßnahmen ein Ersatz empfohlen wird (s. Leitfaden).

Tabelle 7-5: Anzahl der Messstellen pro Zuständigkeitsbereich und Messstellenart.

Überblick Messnetz	Messstellenarten	Anzahl MST
WRRL-Grundwassergütemessnetz, gesamt	GWM	736
	GWM (Pilot)	261
	Quellen	202
	Quellen (Pilot)	28
	Brunnen	288
	Brunnen (Pilot)	8
	Schachtbrunnen	33
	Schachtbrunnen (Pilot)	4
Zuständigkeitsbereich A	GWM	172
	GWM (Pilot)	60
	Quellen	4
	Brunnen	
Zuständigkeitsbereich B	GWM	232
	GWM (Pilot)	166
	Quellen	3
	Quellen (Pilot)	2
	Brunnen	1
Zuständigkeitsbereich C	GWM	161
	GWM (Pilot)	35
	Quellen	160
	Quellen (Pilot)	26
	Brunnen	58
	Brunnen (Pilot)	8
	Schachtbrunnen	23
Schachtbrunnen (Pilot)	4	
Zuständigkeitsbereich D	GWM	171
	Quellen	35
	Brunnen	229
	Schachtbrunnen	10

In Tabelle 7-6 (s. nächste Seite) wird einerseits aufgeschlüsselt, welche Maßnahme an welcher Messstellenart durchgeführt werden kann. Denn u. a. davon abhängig ist auch die Anzahl der Messstellen, die als Berechnungsgrundlage für eine Maßnahme dienen. Andererseits werden in Tabelle 7-7 die Kosten der Einzelmaßnahmen in Euro, eventuelle zusätzliche Fahrtkosten in Euro und der Personalaufwand in Stunden aufgeführt. Alle Kostenangaben verstehen sich als Netto-Kosten inklusive einer jährlichen angenommenen konstanten Teuerungsrate von 3 %, welche für den Zeitraum der vier Jahre auf die Einzelkosten aufgeschlagen wurde.

Tabelle 7-6: Zuständigkeitsbereiche (ZB) bei der Übernahme der Kosten pro Maßnahme.

Maßnahmenkategorie	Einzelmaßnahmen	ZB A	ZB B	ZB C	ZB D
1. Vorbereitung Eignungsprüfung	Identifizierung der MST für die Eignungsprüfung anhand der QS-Kriterien	x	x	x	
	Gestattungsvertrag erstellen und Genehmigung einholen		x	x	
	Erstellung MST-Pass	x	x	x	optional
2. Eignungsprüfung Vor-Ort	Befahrung	x	x	x	
	gestufter Leistungs- bzw. Demonstrativpumpversuch	x	x	x	
	Pumpversuch an drei aufeinander folgenden Tagen	x	x	x	
	Fortschreibung MST-Pass	x	x	x	optional
3. Auswertung Eignungsprüfung und Ableitung weiterer Maßnahmen	Auswertung der Eignungsprüfung anhand der QS-Kriterien	x	x	x	
	Einzelfallprüfung	x	x	x	
	Klärung des Verdachts auf hydrochem./hydraul. Beeinflussung	x	x	x	
	Klärung des Verdachts auf hydraul. Kurzschluss bei Messstellengruppe/-bündel	x	x	x	
4. Geophysik und Auswertung	Kamerabefahrung und Auswertung	x	x	optional	
	Geophysikalische Messungen und Auswertung	x	x	optional	
5. Regenerierung und Sanierung und Auswertung	Erneuerung MST-Abschlusskappe	x	x	anteilig	
	Straßenkappe erneuern	x	x	anteilig	
	Dauerhafte Kennung anbringen	x	x	anteilig	
	Schutzdreieck anbringen	x	x	anteilig	
	Sichtstange anbringen	x	x	anteilig	
	Einbringen Abflussrohr zwecks Entwässerung (Unterflur)	x	x		
	Ausbesserung Schäden am oberird. Bauwerk (Überflur)	x	x	anteilig	
	Fangarbeiten	x	x	anteilig	
	Beseitigung Punktquelle	x	x	anteilig	
	Mechanische Reinigung mit Erfolgskontrolle	x	x	anteilig	
	Entsandung mit Erfolgskontrolle	x	x		
Auswertung der Ergebnisse	x	x	x		
6. Rückbau/Aussonderung und Ersatzneubau bzw. Suche einer Ersatzmessstelle	Regelgerechter Rückbau	x	x		
	Aussonderung (Güte- und Wasserstandsnetz) und Ersatzneubau	x	x	x	anteilig
7. Geodätische Vermessung	Geodätische Vermessung Lage und Höhe	x	x		
	Geodätische Vermessung Lage	x	x	x	
	Geodätische Vermessung Höhe	x	x		
8. Messdatenkontrolle	Wiederholungsmessung (Wasserstand, Schüttung)	x	x	x	
	Regelmäßige Prüfung von versch. Indikatoren (Trübung, Ergiebigkeit etc.)	x	x	x	



Tabelle 7-7: Maßnahmenbezogene Annahmen zu Kosten in Euro (netto inkl. jährliche Teuerungsrate von 3% für einen Zeitraum von 4 Jahren) und Personalaufwand in Stunden sowie Darstellung der Maßnahmen in Bezug auf die Messstellenart (GWM=Grundwassermessstelle, B=Brunnen und Q=Quelle/Sickerstellen), bei der die jeweilige Maßnahme zum Tragen kommen kann.

Maßnahmenkategorie	Einzelmaßnahmen	Betreffende MST-Art	Kosten Einzelmaßnahme [€]	Fahrtkosten [€]	Personalaufwand [h]
1. Vorbereitung Eignungsprüfung	Identifizierung der MST für die Eignungsprüfung anhand der QS-Kriterien	GWM, B, Q	0		0,5
	Gestattungsvertrag erstellen und Genehmigung einholen	GWM, B, Q	0		4
	Erstellung MST-Pass	GWM, B, Q	175		0
2. Eignungsprüfung Vor-Ort	Befahrung	GWM, B, Q	400	250	0
	gestufter Leistungs- bzw. Demonstrativpumpversuch	GWM	810		0
	Pumpversuch an drei aufeinander folgenden Tagen	GWM	0		20
	Fortschreibung MST-Pass	GWM, B, Q	225		0
3. Auswertung Eignungsprüfung und Ableitung weiterer Maßnahmen	Auswertung der Eignungsprüfung anhand der QS-Kriterien	GWM, B, Q	125		2
	Einzelfallprüfung	GWM, B	125		2
	Klärung des Verdachts auf hydrochem./hydraul. Beeinflussung	GWM, B, Q	125		2
	Klärung des Verdachts auf hydraul. Kurzschluss bei Messstellengruppe/-bündel	GWM	125		2
4. Geophysik und Auswertung	Kamerabefahrung und Auswertung	GWM	0		8,5
	Geophysikalische Messungen und Auswertung	GWM	1.400		1
5. Regenerierung und Sanierung und Auswertung	Erneuerung MST-Abschlusskappe	GWM, B	90	250	0
	Straßenkappe erneuern	GWM	350		0
	Dauerhafte Kennung anbringen	GWM	75		0
	Schutzdreieck anbringen	GWM	145		0
	Sichtstange anbringen	GWM	70		0
	Einbringen Abflussrohr zwecks Entwässerung (Unterflur)	GWM	1.815		0
	Ausbesserung Schäden am oberird. Bauwerk (Überflur)	GWM	2.245		0
	Fangarbeiten	GWM	125		0
	Beseitigung Punktquelle	GWM, B, Q	0		8
	Mechanische Reinigung mit Erfolgskontrolle	GWM	2.955		0
	Entsandung mit Erfolgskontrolle	GWM	3.295		0
Auswertung der Ergebnisse	GWM, B, Q	0		1	
6. Rückbau/Aussonderung, Ersatzneubau, Ersatzmessstelle	Regelgerechter Rückbau	GWM	5.125		8
	Aussonderung (Güte- und Wasserstandsnetz) und Ersatzneubau	GWM	11.455		8
7. Geodätische Vermessung	Geodätische Vermessung Lage und Höhe	GWM, B	350		0
	Geodätische Vermessung Lage	GWM, B, Q	150		0
	Geodätische Vermessung Höhe	GWM, B	250		0
8. Messdatenkontrolle	Wiederholungsmessung (Wasserstand, Schüttung)	GWM, Q	0		4
	Regelmäßige Prüfung von versch. Indikatoren (Trübung, Ergiebigkeit etc.)	GWM	0		0,5

## 7.2.2 Aufwand für die Umsetzung des Regelprogramms

Auch zukünftig – nach der ersten Phase der Ertüchtigung des bisherigen Bestandsmessnetzes – wird im Rahmen des Regelbetriebes ein finanzieller und personeller Aufwand zwecks Qualitätssicherung entstehen. Dazu zählen die in Tabelle 7-6 aufgelisteten Maßnahmenkategorien. Die Messstellenanzahl ergibt sich dabei in Abhängigkeit der Zuständigkeitsbereiche und Messstellenarten (vgl. Kapitel 7.2.1). Bei der Unterhaltung der Messstellen müssen zusätzlich auch Messstellen berücksichtigt werden, die aufgrund entstandener Lücken zunächst neu in das Messnetz aufgenommen werden (vgl. derzeitiges „Intensivprogramm“).

Bei Annahme einer durchschnittlichen Lebensdauer einer Grundwassermessstelle von 35 Jahren ergibt sich bei einer bisherigen Gesamtanzahl von derzeit 826 Grundwassermessstellen, die landeseigen sind oder für die das LANUV überwachungspflichtig ist, auch längerfristig ein rechnerischer Ersatzbedarf von durchschnittlich ungefähr 24 Messstellen pro Jahr, die ausgesondert werden müssen und nicht durch vorhandene Messstellen ersetzt werden können. Diese geschätzte Anzahl von Messstellen muss daher im Durchschnitt zum Bestandserhalt jährlich neu gebaut werden. Weitere Angaben der Tabelle 7-8 sind entsprechend zu verstehen.

*Tabelle 7-8: Im Regelbetrieb des WRRL-Grundwassergütemessnetzes jährlich anfallende qualitätssichernde und bestandserhaltende Maßnahmen (Angaben geschätzt)*

Einzelmaßnahmen	Turnus [Jahre]	Anzahl MST, ausgehend von derzeitigem Bestand
Vorbereitung Eignungsprüfung	5	223
Befahrung	5	223
gestufter Leistungs- bzw. Demonstrativpumpversuch	5-10	145
Erstellung MST-Pässe	5	312
Auswertung Eignungsprüfung	5	223
Lagekontrolle mittels Vermessung (Höhe)	10	63
Kamerabefahrung	10	74
Geophysikalische Messungen		3
Sanierung (baul. Maßnahmen)		20
Entsandung		3
Mechanische Reinigung	10	57
Neubau		24

### 7.3 Zusammenfassung und Fazit der Bedarfsanalyse

Die Bedarfsanalyse umfasst die Abschätzung des finanziellen und personellen Aufwandes für den zukünftigen qualitätsgesicherten Betrieb des WRRL-Grundwassergütemessnetzes auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse bei der Pilotierung und der Anwendung des QS-Handlungskonzeptes auf die Pilotmessstellen. Zusätzlich berücksichtigt werden Ergebnisse aus der Ist-Analyse des gesamten Messnetzes und Erfahrungswerte des LANUV. Die Analyse gliedert sich in Maßnahmen zur Ertüchtigung des gesamten Gütemessnetzes und Maßnahmen zur Qualitätssicherung im zukünftigen Regelbetrieb. Dabei wird der finanzielle Aufwand für bestimmte Leistungen durch eine Vergabe an Dritte abgedeckt, während der personelle Aufwand für behördeninternes Personal entsteht.

Nachfolgende Angaben beziehen sich auf den Aufwand, der bei Umsetzung der routine- bzw. anlassbezogenen Maßnahmen im Rahmen eines „Intensivprogrammes“ entsteht. Ein hoher Kostenanteil resultiert für den Rück- und Ersatzneubau von Messstellen. Eignungsprüfungen dagegen umfassen ein deutlich geringeres Kostenvolumen, betreffen aber alle Messstellen, die vom LANUV überwacht werden. Sanierungs- und Regenerierungsarbeiten, soweit aufgrund der bisher durchgeführten Funktionsprüfungen derzeit abschätzbar, liegen bei den hochgerechneten Kosten im Vergleich zu den Rückbau- und Ersatzneubaumaßnahmen ebenfalls deutlich niedriger, wobei der Anteil erfolgreicher / nicht erfolgreicher Regenerierungsmaßnahmen noch nicht näher beziffert werden kann. Innerhalb dieser Maßnahmengruppe relevant sind v.a. die durchzuführenden mechanischen Reinigungen. Aufgrund der Anzahl nicht zu vernachlässigen sind auch die Instandhaltungsmaßnahmen wie das Anbringen einer Sichtstange bzw. eines Schutzdreieckes oder der Umbau von Unterflurmessstellen (druckwasserdichte Kappen bzw. Ableitung von Stauwasser), da sie an vielen Messstellen des Messnetzes umgesetzt werden sollten.

Beim zeitlichen Aufwand für das - kontinuierlich auch fachlich fortzubildende - Personal zählen die Vorbereitung der Eignungsprüfung, die Kamerabefahrungen sowie die Auswertung der geophysikalischen Messungen und Maßnahmenenergebnisse zu den größeren Posten. Die Maßnahmengruppen „Rückbau und Ersatzneubau“ sowie „Auswertung der Eignungsprüfung“ werden zwar im Rahmen von Vergaben umgesetzt, bedürfen jedoch ebenfalls einer personellen Betreuung und bereitzustellendem Fachwissen durch Eigenpersonal. Insgesamt wurden die Bedarfsabschätzungen im Rahmen des Projekts nur auf das WRRL-Grundwassergütemessnetz bezogen. Das WRRL-Grundwasserstandsmessnetz wurde nicht betrachtet.

Prioritär sollten Messstellen behandelt werden, die aufgrund akuter Beschädigungen (z. B. Kontaminationsrisiko, hydraulischer Kurzschluss) aus den Messnetzen ausgesondert werden sollten. Parallel dazu bedürfen einige Messstellen näherer Untersuchungen (Einzelfallprüfungen), bei denen ein Verdacht auf einen hydraulischen Kurzschluss oder auf eine hydrochemische Beeinflussung besteht. Eine geophysikalische Untersuchung sollte bei allen Messstellen eingeleitet werden, bei denen das Vorhandensein einer oberirdischen Abdichtung nicht bekannt ist oder trotz Durchteufung

separierter Schichten keine Ausbaukontrollmessung dokumentiert wurde. Auch das gesonderte Vorgehen beim Pumpversuch bei Messstellen mit geringer Ergiebigkeit sollte möglichst zeitnah erfolgen, um weitere, beispielsweise regenerierende Maßnahmen einleiten zu können. Ähnlich verhält es sich mit der Durchführung der Maßnahmen an Messstellen, bei denen zunächst eine Kamerabefahrung und anschließend eine mechanische Reinigung bzw. hydromechanische Regenerierung empfohlen wird. Dies war bei einem hohen Anteil der Pilotmessstellen der Fall. Auch Entsandungsverfahren und Fangarbeiten sowie die Reparatur der Messstellenabschlüsse sollten – sofern gutachterlich empfohlen – möglichst zeitnah verrichtet werden, um Beeinträchtigungen im zukünftigen Probennahmebetrieb zu reduzieren bzw. zu vermeiden.

Für die Umsetzung der Maßnahmen empfiehlt es sich – ähnlich wie bei der Pilotauswahl – zunächst nach Fallgruppen bzw. Auswahlgründen priorisiert vorzugehen.

Darüber hinaus erfolgt im Rahmen des derzeitigen „Intensivprogramms“ des LANUV auch eine Aufstockung des Messstellenbestandes in Gebieten mit derzeit unzureichender Messstellendichte. Die im Zusammenhang mit der Schließung von Messstellenlücken in einzelnen Grundwasserkörpern stehenden Arbeiten zur Aufnahme von neuen Messstellen und Neubaumaßnahmen waren jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Analyse, die sich auf die Prüfungen und anfallenden Maßnahmen bei den Bestandsmessstellen bezog. Der Bestandszuwachs von derzeit ca. 1560 auf bis zu ca. 1700 Messstellen im WRRL-Grundwassergütemessnetz ist daher gesondert zu berücksichtigen.

Auch das sich an das Intensivprogramm anschließende Regelprogramm erfordert einen dauerhaften finanziellen und personellen Aufwand, um den qualitätsgerechten Betrieb aufrechterhalten und die laufend anfallenden Mängel beseitigen zu können. Besondere Bedeutung kommt der planmäßigen Ausführung der Funktions- und Eignungsprüfung an allen WRRL-Messstellen zu. Diese ist in verschiedene Prüfverfahren gegliedert, die wiederum in unterschiedlichem Turnus erfolgen sollten. Eine Befahrung (v. a. visuelle Bewertung Vor-Ort) sowie ein Pumptest sind z. B. alle fünf Jahre durchzuführen. Eine Kamerabefahrung ist planmäßig nur einmal in einem Zeitraum von zehn Jahren notwendig. Auch eine geodätische Vermessung sollte innerhalb von zehn Jahren erfolgen, in Bergsenkungsgebieten auch häufiger.

Des Weiteren ist eine Regelmäßigkeit der Regenerierungs- und Wartungsarbeiten für den langfristigen Erhalt einer Messstelle von Bedeutung und auch wirtschaftlich zweckmäßig, da zu spät durchgeführte Maßnahmen oft nicht mehr erfolgreich oder nicht mehr kosteneffizient durchführbar sind. Wichtig bei allen diesen Maßnahmen ist auch, dass zukünftig stärker auf eine lückenlose Dokumentation in HygrisC und eine fachgerechte Auswertung und Protokollierung unter Anwendung des QS-Leitfadens zu achten ist. Weiterführende Hinweise dazu liefern das DV-Konzept (s. Kapitel 6 bzw. Anhang 4 des QS-Leitfadens).

## 8. Fazit

Ziel der Pilotierung war es, Kriterien und Prüfroutinen für eine dauerhafte Qualitätskontrolle der WRRL-Grundwassermessstellen zu entwickeln und in der Praxis zu erproben. Die Erkenntnisse sollten in einem QS-Leitfaden für den qualitätsgesicherten WRRL-Grundwassermessstellenbetrieb dokumentiert werden. Des Weiteren sollte auf Grundlage einer belastbaren Ist-Analyse eine Methodik zur Abschätzung des Aufwandes zur Ertüchtigung und Qualitätssicherung für das gesamte WRRL-Grundwassergütemessnetz entwickelt werden. Dazu wurden Messstellen näher untersucht, Maßnahmen erprobt sowie weitergehende Maßnahmenempfehlungen messstellenscharf abgeleitet.

Für die Durchführung der Messstellenprüfungen, einfachen Regenerierung und Sanierung sowie routinemäßigen Dokumentation wurden anlassbezogen 300 Messstellen ausgewählt, die zwar nicht repräsentativ für das gesamte Messnetz waren, jedoch charakteristische Mängel aufwiesen, deren Analyse und Beseitigung angestrebt wurde. Eingesetzt wurden vor allem hydraulische Maßnahmen (Pumptests), die zu einem besonders aussagekräftigen Ergebnis führen. In ausgewählten Fällen wurden diese durch Kamerabefahrungen ergänzt. Die Ergebnisse der Arbeiten wurden in Messstellenpässen abgelegt, deren wesentliche Basis die aus der landesweiten Datenbank (HygrisC) ausgelesenen Werte waren und die darüber hinaus um aktuelle Informationen (z. B. Fotos, visuelle Bewertung des Umfeldes) ergänzt wurden. Erfolge konnten primär bei einer Verringerung der Auflandungen und der Sedimentführungen erreicht werden. Ein Teil der Messstellen sollte weitergehenden Sanierungen oder Prüfungen unterzogen oder ausgesondert werden.

Basierend auf den Erfahrungen und Ergebnissen der „Pilotierung“ wurde ein umfassendes QS-Handlungskonzept mit 39 Kriterien in drei Gruppen (bautechnische Anforderungen, Dokumentation und Betrieb der Messstelle) abgeleitet, dessen zukünftige Umsetzung der Qualitätssicherung im Messnetzbetrieb dient und das grundsätzlich auch für das WRRL-Standsmessnetz gilt. Die Kriterien münden jeweils in einer Handlungsempfehlung bzw. Einzelmaßnahme für die Messstelle. Die Einzelmaßnahmen wurden acht verschiedenen Kategorien – von der initialen Eignungsprüfung bis zur abschließenden Messdatenkontrolle – zugeordnet. Die Kriterien gelten auch für Bestandsmessstellen Dritter, die aktuell oder zukünftig in das Messnetz integriert werden sollen.

Durchgehend geachtet wurde darauf, dass alle neu vor Ort erhobenen Daten HygrisC-konform wieder in die Datenbank integriert werden können. Dafür wurde ein DV-Konzept entwickelt, das auf bestehenden Strukturen aufbaut und die neu zu erwartenden Daten infolge der Anwendung der QS-Handlungskriterien integrierbar hält. Zudem wurden Musterdokumente für die Ausschreibung ingenieurtechnischer und baulicher Arbeiten zur Umsetzung der Empfehlungen ausgearbeitet und eine Bedarfsanalyse hinsichtlich der Kosten zur Umsetzung des Konzeptes erarbeitet.

Die Bedarfsanalyse basiert mit Kenntnisstand des Jahres 2016/2017 auf einer umfassenden Ist-Analyse des WRRL-Gütemessnetzes, des Handlungsbedarfs an den einzelnen Messstellen und aktuellen Kostenerhebungen zu den einschlägig relevanten Maßnahmen, ergänzt durch Erfahrungswerte des LANUV hinsichtlich der Häufigkeit der im Regelbetrieb anfallenden und in Zuständigkeit des LANUV zu behebbenden Mängel. Für den zukünftigen Betrieb des WRRL-Grundwassermessstellennetzes wird zur Verbesserung der Effizienz und Lebensdauer der einzelnen Messstellen die Anwendung des QS-Leitfadens empfohlen.

## 9. Verzeichnis der Quellen

### 9.1 Veröffentlichte Literaturquellen

- Baumann, K. (2004a): Geophysikalische Möglichkeiten einer Qualitätssicherung nach W 110; Schriftenreihe Institut WAR zum Darmstädter Seminar Wasserversorgung (2004), Band 158, Darmstadt
- Baumann, K. (2004b): Zustandsermittlung von Brunnen mittels neuer bohrlochgeophysikalischer Messverfahren; Der Mineralbrunnen, Nr. 02/2004, Genossenschaft Deutscher Brunnen eG, Bonn
- Baumann, K. (2008): Zustandsanalyse von Brunnen, Grundwassermessstellen und Erdwärmesonden mittels innovativer Bohrlochmessverfahren; Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge Nr. 15 (2008), 1/2, Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg
- Baumann, K. (2011): Kontrolle von Grundwassermessstellen, 62. Deutsche Brunnenbauertage und BAW-Baugrundkolloquium „Baugrundaufschlüsse: Planung, Ausschreibung, Durchführung, Überwachung und Interpretation“ 13. – 15. April 2011 im Bau-ABC Rostrup / Bad Zwischenahn (online verfügbar unter: <https://izw.baw.de/publikationen/kolloquien/0/14-BaumannKontrolle.pdf>).
- Baumann, K. (2016): Brunnenuntersuchungen – Was ist zu beachten? - bbr Jahresmagazin 2016, Fachmagazin für Wasser- und Leitungstiefbau, S. 62-69.
- Baumann, K., Burde, B., Goldbeck, J. (2003): Fortschritte der Bohrlochgeophysik bei der Untersuchung von Grundwassermessstellen; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 07/2003, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- Baumann, K., Lewin, H. G., Nolte, L.-P. (2003): Nachträgliche Herstellung von Ringraumdichtungen als Sanierungsmaßnahme für Brunnen und Grundwassermessstellen; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 3/2003, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln
- Baumann, K., Pfenner, I. (2006): Bohrlochgeophysikalischer Nachweis von sekundär eingebrachten Ringraumabdichtungen; bbr Fachmagazin für Wasser- und Leitungstiefbau, Nr. 7/8/2006, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- Baumann, K., Tholen, M. (2001): Mängel an Brunnen und Grundwassermessstellen; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 1/2001, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln.
- Baumann, K., Tholen, M. (2002) Mängel an Brunnen und Grundwassermessstellen.- Fehler in den Bauphasen: Feststellung, Ursachen und Folgen, bbr 1/2002.
- Baumann, K., Tholen, M., Treskatis, C. (2003): Qualitätskriterien für Abdichtungssuspensionen im Brunnenbau; bbr Fachmagazin für Wasser- und Leitungstiefbau, Nr. 4/2003, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- Busch, K.-F., Luckner, L. (1973): Geohydraulik. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.
- Emmert et al. (2016): Risikobasiertes Grundwassermonitoring für Wasserschutzgebiete.- energie | wasserpraxis 8/2016, S. 68-73.
- Fuchs, S. (2010): Deterministische kf-Wert-Schätzung nach petrographischer Bohrgutansprache. Grundwasser 15(3), 177–189.
- Fuchs, S., Ziesche, M. und P. Nillert (2017): Empirische Verfahren zur Ableitung verschiedener Porositätsarten aus Durchlässigkeitsbeiwert und Ungleichkörnigkeitszahl – ein Überblick.- Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie, 22:83–101, DOI 10.1007/s00767-017-0355-2.
- Hamann, F. (2016): Robuste Indikatoren zur Festlegung der Notwendigkeit und des Umfangs von Funktionsfähigkeitsprüfungen an Grundwassermessstellen, Bachelorarbeit Technische Universität Dresden 07.10.2016 (unveröff.).
- Hannappel, S., Schöttler, M. & G. Lemke (2014): Methoden zur Fundstellenaufklärung diffuser Nährstoffeinträge in das Grundwasser – Möglichkeiten und Grenzen.- KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, Heft 8/14 (7), Hennef.
- Hölting, B. & W. G. Coldewey (2013): Hydrogeologie, Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie.- 8. Auflage, Springer-Verlag.
- Homann, K. D., Wicklein, A., Kreuzmann, K., Baumann, K. und Engelmann, I. (2008): Instandhaltungsleistungen und Inlinesanierung an Grundwassermessstellen; bbr Fachmagazin für Wasser- und Leitungstiefbau, Nr. 6/2008, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- Kaleris, V. (1992): Strömungen zu Grundwassermessstellen mit langen Filterstrecken bei der Gewinnung durchflussgewichteter Mischproben.- Wasserwirtschaft, 82, 5-11, 11. Abb., Stuttgart.
- Knödel, K., Krummel, H. & G. Lange (Herausgeber) (1997): Geophysik, Kapitel 11, Bohrlochgeophysik; Springer-Verlag.

- König, J., Baumann, K. & T. Voß (2011): Detailausbaukontrolle einer Grundwassermessstelle mit bohrlochgeophysikalischen Methoden; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 4/2011, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH.
- Kunkel, R. und F. Wendland (1999): Das Weg-/Zeitverhalten des grundwasserbürtigen Abflusses im Elbeinzugsgebiet.- Hrsg.: Forschungszentrum Jülich, Reihe Umwelt, Band 19, ISBN 3-89336-249-5.
- Marotz, G (1968): Technische Grundlagen einer Wasserspeicherung im natürlichen Untergrund. Habilitationsschrift Wasserwirtschaft und landwirtschaftlicher Wasserbau Universität Stuttgart, 7.2.1968.
- Niehus, B., (2002): Anforderungen und Problematiken von Abdichtungen in Bohrungen, Messstellen und Brunnen; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 3/2002, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln
- Nolte, L.-P., Tewes, S. und Baumann, K., (2004): Pflege, Sanierung und Rückbau von Grundwassermessstellen; bbr Fachmagazin für Wasser- und Leitungstiefbau, Nr. 1 und 2/2004, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- Paul, K. F. (2007): Das neue DVGW-Arbeitsblatt W 130 Brunnenregenerierung, online verfügbar unter: [www.kerrypaul.de/downloads/2006.04.kfp.vortrag.pdf](http://www.kerrypaul.de/downloads/2006.04.kfp.vortrag.pdf)
- Schirrmeister, W. (1975): Zur Abschätzung von Durchlässigkeitsbeiwerten. Zeitschrift Angewandte Geol. 21(9), 427–238
- Toussaint, B. (1994): Technik der Grundwasserbeprobung aus der Sicht eines Hydrogeologen. Hrsg.: Hessische Landesanstalt für Umwelt, Grundwasser-Monitoring: Umweltplanung, Arbeitsschutz- und Umweltschutz, Heft 158, S. 38-52, Lollar.
- Triller, F., Baumann, K. (2011): Detektion langsamer Fließbewegungen in Brunnen und Bohrungen; bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Nr. 12/2011, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft, Bonn.
- Voigt, H.-J., Bamberg, H., Garling, F., Hauthal, U., Müller, A. (1987): ZGI: Hydrogeologisches Kartenwerk der DDR HK 50 – Nutzerrichtlinie, 42 S. Halle, Hrsg.: VEB Hydrogeologie, Nordhausen (unveröff.)

## 9.2 Veröffentlichte Dokumente von Verbänden und öffentlichen Institutionen

- ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung KA5. Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Auflage 5, Hannover.
- AK GWB (2003), Grundwasserprobennahme, Handbuch Grundwasserbeobachtung Teil 5, Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung (Hrsg. s. unter AK GWB 2012), Stand: Mai 2003
- AK GWB (2009), Merkblatt Rückbau von Grundwassermessstellen, Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung (s. unter AK GWB 2012), Stand: Oktober 2009
- AK GWB (2012): Merkblatt Bau von Grundwassermessstellen, Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung.-Mitglieder: Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ Leipzig-Halle. Stand 15.06.2012, online verfügbar z. B. unter: [www.lugv.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/mb\\_grundw12.pdf](http://www.lugv.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/mb_grundw12.pdf)
- AK GWB (2018), Merkblatt Funktionsprüfung an Grundwassermessstellen, Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung (s. unter AK GWB 2012), unveröff. Entwurf 2018
- BuE HH (2015), Sanierung und Rückbau von Grundwassermessstellen, Merkblätter zur Qualitätssicherung, Merkblatt Nr.8 (2015), Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie, Amt für Umweltschutz Hamburg.
- DIN (1985): DIN 38402-13: Probennahme aus Grundwasserleitern (A 13), Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung — Allgemeine Angaben (Gruppe A), Normenausschuss Wasserwesen, Dezember 1985, Berlin.
- DIN (2006): DIN 4023: 2006-02 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen, Februar 2006, Berlin
- DIN (2014): DIN 4924: 2014-07 – Sande und Kiese für den Brunnenbau –Anforderungen und Prüfverfahren, Juli 2014, Berlin.
- DIN (2018): DIN 38402-13: Probennahme aus Grundwasserleitern (A 13).- Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung — Allgemeine Angaben (Gruppe A), Hrsg.: Deutsches Institut für Normung, Berlin (unveröff. Entwurf)
- DIN EN ISO (2011): DIN EN ISO 14689-1: 2011-06 - Entwurf: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1: Benennung und Beschreibung, Juni 2011, Berlin

- DIN EN ISO (2016a): DIN EN ISO 14688-1: 2016-07 - Entwurf: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung, Juli 2016, Berlin
- DIN EN ISO (2016b): DIN EN ISO 14688-2: 2016-07 - Entwurf: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen, Juli 2016, Berlin
- Duscher, K., Hannappel, S., Reinhardt, S. & R. Runge (2008): Bewertung von Aufschlüssen hinsichtlich ihrer Eignung als Messstellen für das Monitoring Grundwassermenge gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie.- In: Grundwasser Altlasten Aktuell, Materialien zur Altlastenbehandlung, Hrsg.: Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen (<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11509/documents/11900>).
- DVGW (1988): Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen; Arbeitsblatt W 121, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn (ersetzt durch DVGW 2002).
- DVGW (1997): Planung, Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen bei der Wassererschließung, Arbeitsblatt W 111, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- DVGW (1998): Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen; Arbeitsblatt W 135, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- DVGW (2001): Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen; Arbeitsblatt W 123, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- DVGW (2001): Kontrollen und Abnahmen beim Bau von Vertikalfilterbrunnen; Merkblatt W 124, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- DVGW (2003): Messnetze zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Wassergewinnungsgebieten.- Technische Regel Arbeitsblatt W 103 (A), wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn, November 2003.
- DVGW (2003a): Untersuchungen zur Bestimmung von Qualitätskriterien für Abdichtungsmaterialien im Brunnenbau (Autor: Baumann, K. et al.); <http://www.dvgw.de/wasser/informationen/frdasfach/wasserversorgung.html#dichtung>
- DVGW (2003b): Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen; -Arbeitsblatt W 121, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- DVGW (2005): Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen – Zusammenstellung von Methoden und Anwendungen; Arbeitsblatt W 110, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- DVGW (2007): Brunnenregenerierung, Technische Regel, Arbeitsblatt W 130, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Oktober 2007, Bonn.
- DVGW (2008): Bohrungen zur Erkundung, Beobachtung und Gewinnung von Grundwasser Technische Regel W 115, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- DVGW (2010): Grundsätze der Grundwasserprobennahme aus Grundwassermessstellen; Arbeitsblatt W 112 (A), wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- DVGW (2012): Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen; Arbeitsblatt W 129 (A), wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- DVGW (2016): Risikobasiertes Grundwassermonitoring für Wasserschutzgebiete, Abschlussbericht Juni 2016, Hrsg.: DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn.
- DVGW (2017): Sanierung und Rückbau von Brunnen, Grundwassermessstellen und Bohrungen, Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW W 135 (A), ISSN 0176-3504, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn (Entwurf, Februar 2017)
- DVWK (1992): Entnahme und Untersuchungsumfang von Grundwasserproben.- DVWK-Regel 128, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Hennef.
- DVWK (1997): DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft. Tiefenorientierte Probennahme aus Grundwassermessstellen, H. 245, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Hennef.
- DVWK (2002): Messeinrichtungen an Quellen, ATV-DVWK Merkblatt M 604, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Hennef.
- DWA (2015): Stickstoffumsatz im Grundwasser. Hrsg.: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., DWA-Themenband T2-2015, Hennef.
- GrwV (2010). Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S.1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4.Mai 2017 (BGBl. I S.1044) geändert worden ist.
- HLUG (2008): Handbuch Altlasten, Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen, Band 3, Teil 7.- Hrsg.: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, ISBN 978-3-89026-814-9, Wiesbaden.



- Hydrotec (2009): Entwicklung einer digitalen Flurabstandskarte für NRW mit ArcGIS – Grundwasserstände, mit denen man rechnen kann. Hydrothemen, 17 (2) - Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH
- LAWA (1982): Grundwasser – Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 1: Grundwasserstand.- Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- LAWA (1987): Grundwasser – Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 2: Grundwassertemperatur.- Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- LAWA (1993): Grundwasser – Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 3: Grundwasserbeschaffenheit.- Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- LAWA (1995a): Grundwasser – Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 4: Quellen.- Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- LAWA (1995b): Probennahme von Grundwasser. AQS-Merkblatt zu den Rahmenempfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft (LAWA) für die Qualitätssicherung bei Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen (P-8/2).
- LAWA (1999a): Empfehlungen zur Optimierung des Grundwasserdienstes (quantitativ).- Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- LAWA (1999b): Grundwasser – Empfehlungen zu Konfiguration von Messnetzen sowie zu Bau und Betrieb von Grundwassermessstellen (qualitativ).- Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- LAWA (2005): Rahmenkonzeption zur Aufstellung von Monitoringprogrammen und zur Bewertung des Zustandes von Grundwasserkörpern - Eckpunkte.- LAWA-Ausschuss „Grundwasser und Wasserversorgung“, Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Stand: 15.02.2005.
- LAWA (2017): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser - Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- LBEG (2015): Symbolschlüssel Geologie, Symbole für die Dokumentation geologischer Feld- und Aufschlussdaten. Hrsg.: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Juli 2015, Hannover.
- Leuchs, W. & P. Obermann (1991): Grundsätzliche Überlegungen zur Probennahme von Grundwasser insbesondere bei tiefenspezifischer Probennahme.- LWA-Materialien 1/91, S. 47-73, 18 Abb., Düsseldorf.
- LfU (2001) Grundwasserüberwachungsprogramm – Leitfaden für Probennahme und Analytik von Grundwasser - Reihe Grundwasserschutz: Bd. 15, 2. unveränderte Auflage, Karlsruhe 2001
- LfU (2008): Messeinrichtungen an Quellen.- Merkblatt Nr. 2.1/10 Stand: 14.07.2008, Ansprechpartner: Referat 83 - Hydrologie des Grundwassers Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- LfU (2011): Entnahme und Untersuchung von Wasserproben bei Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerunreinigungen.- Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Merkblatt Nr. 3.8/6 (Stand: 17. Februar 2010, alte Nummer: 3.8/6 vom 17. Mai 2002), Augsburg.
- LfW (2003): Anwendung der Grundwasserrichtlinie Teil 1, Grundwasserstand, Merkblatt Nr. 2.1/4 des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Stand: 01.01.2003, München.
- LfW (2004): Fernsehbefahrung von Grundwassermessstellen.- Materialienband Nr. 116 des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, München.
- LM AT (2009): Richtlinie für die Errichtung und Beobachtung von Quellmessstellen in Österreich.- Erstellt von der Arbeitsgruppe Quellbeobachtung des Hydrographischen Dienstes in Österreich.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, das Lebensministerium, Wien
- LUA (2005): Leistungsbuch Altlasten & Flächenentwicklung 2004/2005. Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz (MALBO), Landesumweltamt NRW, Band 20; darin: Kapitel 24)
- LUBW (2012): Leitfaden Grundwasserprobennahme, Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz BW, Februar 2013, 1. Auflage.
- LUGV (2010): Qualitätssicherungsmaßnahmen bei innovativen direkten/indirekten Probennahmeverfahren für Boden, Grund-, Sickerwasser, Schadstoffphase und Bodenluft im Rahmen der Altlastenbearbeitung, Fachinformation Altlastenbearbeitung im Land Brandenburg, Nr. 18 des LUGV Brandenburg, Download: <http://www.mluv.brandenburg.de/info/lua-publikationen>, Dezember 2011, Potsdam.
- LUGV (2011): Hydrogeologische Gutachten zur Neufestsetzung von Wasserschutzgebieten im Land Brandenburg, Hinweise zur Erstellung. Fachbeiträge des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Heft Nr. 117.
- MKULNV (2015): Bewirtschaftungsplan 2016-2021 für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems und Maas.- Herausgeber: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.

MUNLV (2008): Leitfaden Monitoring Grundwasser.- Weitere Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie in Nordrhein-Westfalen, Vom Monitoring über Maßnahmenprogramme zum Bewirtschaftungsplan, Stand: 15.05.2008, Düsseldorf.

RSA 95 (1995). RSA – Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen – Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr.

Seeburger, I. & W. Käss (1989): Redoxpotentialmessungen im Grundwasser. DVWK-Schriften, H. 84: 63-115.

### 9.3 Unveröffentlichte Dokumente (LANUV, MULNV und weitere)

Hamann, F. (2016): Robuste Indikatoren zur Festlegung der Notwendigkeit und des Umfangs von Funktionsfähigkeitsprüfungen an Grundwassermessstellen.- Bachelorarbeit TU Dresden, Fakultät Umweltwissenschaften, Oktober 2016.

HYDOR (2008): Bewertung von Aufschlüssen hinsichtlich ihrer Eignung als Grundwasserstandsmessstellen für das Monitoring EU-WRRL.- Bericht der HYDOR Consult GmbH an das LfULG Sachsen, Berlin (unveröff.)

HYDOR (2012): Qualitätssicherung an Grundwassermessstellen: Zusammenfassende Darstellung und Bewertung des aktuellen Sachstandes.- Bericht der HYDOR Consult GmbH an das LfU Bayern, Berlin 15.09.2012, (unveröff.)

HYDOR (2017): Vervollständigung bewertungsrelevanter Stammdaten an WRRL-Grundwassergütemessstellen des Landes NRW – Kurzdokumentation der HYDOR Consult GmbH an das LANUV NRW, 30.06.2017, Berlin (unveröff.).

HYDOR (2018): Ist-Analyse, Ermittlung und Beseitigung von Defiziten und Einführung einer Qualitätskontrolle der WRRL-Grundwassermessnetze Nordrhein Westfalens.- Bericht der HYDOR Consult GmbH an das LANUV NRW, März 2018, Berlin (unveröff.).

LANUV (2010): Landesweiter Grundwassergleichenplan für verschiedene Stichtagszeiträume und Herkünfte (z. T. Emschergenossenschaft, Erftverband)

LANUV (2012): ELWAS-Sollkonzept, Stand: 14.12.2012.

LANUV (2017): HygrisC AG – 10.5.2017, (2017-05-10-HygrisC-AG\_Messnetzpflege\_mit\_nachtrag.pptx)

LANUV (2016): HygrisC Datenmodell (Datenmodell\_HygrisC\_2016.docx)

LANUV (2017): HygrisC Benutzerhandbuch – Datenpflege (20160307\_HygrisC\_DB\hy-datenpflege-master.pdf)

LANUV / FB 52 (2016): Dokumentation von Funktionsprüfungen an Grundwassermessstellen (Funktionsprüfungen\_Anforderungen an die Erfassung der Ergebnisse.docx)

LANUV (2016): Arbeitsanweisung Probenahme von Grundwasser (600-ZUA-AA-007-03 Probenahme von Grundwasser.pdf)

LANUV-Abt 5 (2017): Pflegekonzept „Aufgaben und Zuständigkeiten bei der Pflege der WRRL-Grundwassermessnetze und beim Grundwassermonitoring. Schnittstellen zwischen Bezirksregierungen und LANUV“ (Langfassung mit ANHANG Aufgaben und Zuständigkeiten bei Optimierung (lese 02-03-2017).pdf)

LANUV, Abt.5, ad hoc AG (2017): Organisation der Aufgaben zur Umsetzung der WRRL im Bereich Grundwasser – Messnetze, Monitoring und Bewertung - Schnittstellen zwischen Bezirksregierungen und LANUV (2017-10-04 Schnittstellenpapier Stand Oktober 2017.docx)

LANUV (2017): Entwurfsmodell QS GW-Messstellen (Aug. 2016) (Anhang 3 Spezifikation Beispielmmodell Qualitätssicherung an Grundwassermessstellen.pdf)

LANUV (2016): Leistungsbeschreibung und Vertragsunterlage: Vergabeverfahren „Ist-Analyse, Ermittlung und Beseitigung von Defiziten und Einführung einer Qualitätskontrolle der WRRL-Grundwassermessnetze Nordrhein-Westfalens“ (Pilotvorhaben), Düsseldorf.

LANUV (2017a): Probenahme von Grundwasser –Arbeitsanweisung. LANUV-Internes Dokument: 630-PFB-AA-007

MULNV (2017): Organisation der Aufgaben zur Umsetzung der WRRL im Bereich Grundwassermessnetze, Monitoring und Bewertung, Schnittstellen zwischen Bezirksregierungen und LANUV. Stand: 15.12.2017

LANUV (2017a): HYGRIS C, Datenpflege, 23.01.2017

LANUV (2018): Leitfaden Monitoring Grundwasser.- Weitere Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie in Nordrhein-Westfalen, Vom Monitoring über Maßnahmenprogramme zum Bewirtschaftungsplan (in prep)

## **Anhang 1:**

### **Erläuterung der Ableitung von Handlungsempfehlungen mit einem Fallbeispiel**

Bevor die Ergebnisse der aggregierenden Auswertung dargestellt werden, soll anhand einer Messstelle die Auswertung demonstriert werden. Für jedes der 39 QS-Kriterien wurde anhand der Entscheidungsbäume eine Handlungsempfehlung ausgesprochen oder festgehalten, dass kein Handlungsbedarf erforderlich ist. Im oberen Teil (1) der Tabelle 1 ist ausschnittsweise dargestellt, aus welchen QS-Kriterien welche Maßnahmen folgen. Die QS-Kriterien, die durch die Messstelle erfüllt werden, sind hier nicht abgebildet. Manche Kriterien konnten aufgrund fehlender Informationen nicht bearbeitet werden: So liegen z. B. keine Angaben zu der Verfüllung im oberflächennahen Bereich vor. Ob die Messstelle also oberirdisch abgedichtet ist, ist unklar. Daher sind durch eine geophysikalische Untersuchung die Ausbaudaten zu vervollständigen, um eine Aussage über das Kriterium „Abdichtung zur Geländeoberkante regelgerecht“ (Nr. 15) treffen zu können. Deshalb wird bei diesem Kriterium auf das Kriterium „Geologisches Schichtenverzeichnis, Ausbauplan vorhanden“ (Nr. 23) verwiesen. Im zweiten Teil (2) von Tabelle 1 werden die durchzuführenden Maßnahmen mit Angabe des Grundes bzw. Anlasses und teils einer Beschreibung aufgelistet. Die Form der Dokumentation in Tabelle 2 ist an das DV-Konzept (s. Anhang 4 des Leitfadens) angelehnt. Neben den Maßnahmen, die gutachterlich empfohlen werden, sind hier auch die bereits vollzogenen Maßnahmen der Funktionsprüfung dokumentiert, deren Ergebnisse ausschlaggebend für die Auswertung anhand des QS-Handlungskonzeptes waren. Bei diesen Maßnahmen war der Befund von Interesse.

Die Probe des Routinepumpversuchs zum Beispiel, welcher im Rahmen der Pilotierung 2016 nach dem Demonstrativpumpversuch durchgeführt worden ist, wies eine schwache Trübung und einen geringen Bodensatz auf (- ansonsten farb- und geruchlos). Zudem wurde Feinsand im Pumpstrom während des Demonstrativpumpversuches registriert. Beim Pumpversuch wurde das hydraulische und hydrochemische Kriterium erreicht, die Beharrung war gegeben und der Wiederanstieg vollständig. Obgleich sich die organoleptischen Auffälligkeiten im Vergleich zu vorherigen Routinebeprobungen (schwache Trübung, graue Farbe und mittlere Geruchstärke) vermindert haben und die Ausprägungen schwach sind, sollte eine Kamerabefahrung durchgeführt werden, um den Messstellenzustand einschätzen zu können.

Bei Ablagerungen an den Rohrrinnenwänden wird eine mechanische Reinigung an dieser Messstelle empfohlen. Durch eine Innendruckspülung können auch leistungsmindernde Ablagerungen im Ringraumbereich entfernt werden. Wird jedoch nach erfolgter Kamerabefahrung davon ausgegangen,

Tabelle 9: Anwendung des QS-Handlungskonzeptes (s. Leitfaden) am Beispiel einer Messstelle (010200710): Dargestellt sind im oberen Teil (1) nur QS-Kriterien, auf deren Basis Handlungsempfehlungen abgeleitet worden sind. Im unteren Teil der Tabelle (2) sind bereits durchgeführte Maßnahmen und Maßnahmen in Planung listenartig für die selbige Messstelle aufgeführt. Die Form der Dokumentation des unteren Teils der Tabelle ist an das DV-Konzept angelehnt (s. Anhang 4 des Leitfadens).

1)	Bauart der Messstelle regelgerecht	Abschlussbauwerk regelgerecht	Ausbau- und Bohrlochdurchmesser regelgerecht	Filterlänge und Ausbaumaterial regelgerecht	Verfälschung im Zielhorizont (WRRL)	Verhältnis Filterschlitzweite/ Schüttkorndurchmesser / Lithologie regelgerecht	Beschaffenheit der Verfüllung regelgerecht	Ausreichende Übersichtung vorhanden	Einbau Gegenfilter regelgerecht	Abdichtung zur Geländeoberkante regelgerecht	Zentrierung der Vollrohre gegeben	Gestattungsvertrag vorhanden	Protokoll zur geodätischen Vermessung	Protokoll zur geophysikalischen Ausbaukontrollmessung	Geologisches Schichtenverzeichnis, Ausbauplan vorhanden	Eignungsprüfung in vorgegebenen Turnus durchgeführt und dokumentiert	Keine terminbezogenen Auffälligkeiten am Bauwerk vorhanden	Organo-leptische Parameter unauffällig
Nummer QS-Kriterium	4	5	6	7	8	10	11	12	14	15	16	20	21	22	23	28	30	39
Auswertung	Verweis auf Kriterium Nr. 23	Schutzdreieck mit Sichtstange anbringen	Verweis auf Kriterium Nr. 39	Einzelfallprüfung	Einzelfallprüfung	Verweis auf Kriterium Nr. 39	Verweis auf Kriterium Nr. 39	Verweis auf Kriterium Nr. 39	Verweis auf Kriterium Nr. 39	Verweis auf Kriterium Nr. 23	Geophysikalische Messung	Vertrag erstellen und Gestattung einholen	Geodätische Vermessung	Geophysikalische Messung	Geophysikalische Messung, Untersuchung Ausbau benachbarte MST (MST-Bündel)	Kamerabefahrung	Geodätische Vermessung und Verweis auf Kriterium Nr. 5	Kamerabefahrung-Mechanische Reinigung

2)	Prüfung/Maßnahme	Grund für Prüfung o. Maßnahme/ Zustand vor Prüfung o. Maßnahme	Beschreibung Prüfung/ Maßnahme	Datum Durchführung	Handlungsbedarf	Erläuterung Abbruch/weiterer Handlungsbedarf
	F-Funktionsprüfung-Allgemein	Pilotierung 2016 wegen organoleptischer Auffälligkeiten		25.11.2016	ja	Eignungsprüfung nicht vollständig
	F-Lagekontrolle-Rechts_Hoch	Pilotierung 2016 wegen organoleptischer Auffälligkeiten		25.11.2016	ja	Abweichung 22,5 m
	F-Landnutzung_EZG-Allgemein	Pilotierung 2016 wegen organoleptischer Auffälligkeiten		25.11.2016	nein	
	F-Doku_Lage_Foto-Allgemein	Pilotierung 2016 wegen organoleptischer Auffälligkeiten		25.11.2016	nein	
	F-Freie_Durchgaengigkeit-Allgemein	Pilotierung 2016 wegen organoleptischer Auffälligkeiten	bis 34,2 m u. ROK	25.11.2016	nein	
	F-Tiefenlotung-Allgemein	Pilotierung 2016 wegen organoleptischer Auffälligkeiten	Ist-Tiefe < Soll-Tiefe, keine hydraulisch relevante Auflandung	25.11.2016	nein	
	F-Wasserstand-Allgemein	Pilotierung 2016 wegen organoleptischer Auffälligkeiten		25.11.2016	nein	
	EM-Sichtbarkeit-Freischneiden	Pilotierung 2016 wegen organoleptischer Auffälligkeiten	Grasnarbe entfernt	25.11.2016	nein	
	F-Pumpversuch-Demonstrativpumpversuch	Pilotierung 2016 wegen organoleptischer Auffälligkeiten		25.11.2016	ja	Feinsand im Pumpstrom
	F-Pumpversuch-Routinepumpversuch	Pilotierung 2016 wegen organoleptischer Auffälligkeiten		25.11.2016	ja	schwache Trübung, geringer Bodensatz
	EM-MST_Abschluss-Abschlusskappe	Pilotierung 2016 wegen organoleptischer Auffälligkeiten	Abschlusskappe ersetzt	25.11.2016	nein	
	EP-Einzelfallprüfung-Allgemein	Messstellengruppe, Abstand < 1m, Prüfung der Ausbaudaten der benachbarten Messstellen (Verdacht hydraul. Kurzschluss); Filterlänge < 2m, aber FOK bei 31,5 m u. GOK, Verfälschung im zweiten Grundwasserstockwerk			gutachterlich empfohlen	
	SO-Gestattung-Allgemein	Fremdgrundstück bzw. Betreibermessstelle			gutachterlich empfohlen	
	U-Geophysik-Kontrolle Ausbauzustand_Verdacht	Kontrolle Lage und Mächtigkeit Tonsperrn (bedeckter GWL)	GG.D, NN, FEL		gutachterlich empfohlen	
	U-Geophysik-Ausbaudaten nacherfassen	unbekannte Verfüllung, oberirdische Tonabdichtung vorhanden?, keine Abstandhalter dokumentiert, Prüfung der Zentrierung der Vollrohre	GG.D, Bohrlochabweichungsmessung		gutachterlich empfohlen	
	U-Kamerabefahrung-Kontrolle Ausbauzustand_Verdacht	Organoleptische Auffälligkeiten (mechanische Reinigung zielführend?), zur Kontrolle von Alterungserscheinungen			gutachterlich empfohlen	
	KM-Regenerierung-mechanische Reinigung	schwache Trübung, geringer Bodensatz (Reinigung nur, wenn Ergebnis der Kamerabefahrung erfolversprechend; ggf. Innendruckspülung o. Aussonderung Gütemessnetz)			gutachterlich empfohlen	
	U-Vermessung_Geodäsie-Rechts_Hoch	Abweichung > 3 m			gutachterlich empfohlen	
	U-Vermessung_Geodäsie-MPH_GOK	Aktualisierung der Bestandsunterlagen (alle 10 Jahre erforderlich)			gutachterlich empfohlen	
	EM-Sichtbarkeit-Sichtstange	Verbesserung der Sichtbarkeit im forstwirtschaftlich genutzten Bereich			gutachterlich empfohlen	
	EM-MST_Abschluss-Schutzdreieck	Anfahrerschutz im Wegebereich			gutachterlich empfohlen	

dass ein nicht regelgerechter Ausbau (z. B. Verhältnis Filterschlitzweite/ Schüttkorndurchmesser/ Lithologie) ursächlich für die Trübungserscheinungen sind, ist ein Reinigungs- bzw. Regenerierungsverfahren nicht zielführend. Zu den diesbezüglich relevanten Ausbaudaten liegen keine Angaben vor. Ist das Reinigungs- bzw. Regenerierungsverfahren jedoch erfolglos, kann auf einen mangelhaften Ausbau geschlossen werden. Die Messstelle wäre dann entsprechend aus dem WRRL-Grundwassergütemessnetz auszusondern.

Doch vor Einleitung der vorgenannten Maßnahmen ist im Einzelfall zu prüfen, ob die Messstelle im Messnetz verbleiben darf bzw. gar zurückgebaut werden muss. Denn die Messstelle bildet ein Messstellenbündel. Anhand der Ausbaudaten und Schichtfolge ist genau zu prüfen, ob ein hydraulischer Kurzschluss besteht, da die Messstellen in unterschiedlichen Grundwasserleitern verfiltert sind. Bei einer unzureichenden Datenbasis ist ggf. eine Nacherfassung fehlender Angaben notwendig. Außerdem muss geprüft werden, ob durch die Messstelle ein WRRL-relevanter Grundwasserleiter beobachtet werden kann. Darüber hinaus ist die Zweckmäßigkeit der Filterstreckenlänge zu prüfen. Ergibt sich aufgrund dieser Einzelfallprüfungen kein weiterer Handlungsbedarf, können die in der Tabelle nachstehend aufgelisteten Maßnahmen in Angriff genommen werden. Im Ergebnis der Auswertung ergibt sich für die Messstelle Handlungsbedarf. In Bezug auf den Monitoringstatus gilt sie - sofern die Auswertung der hydrochemischen Analysen nicht widersprechen – für die Probennahmen als „geeignet“.



## **Anhang 2:**

### **Musterleistungsbeschreibungen und -verzeichnisse für weitergehende Maßnahmen an Grundwassermessstellen des Messnetzes zur Überwachung des Zustandes der Grundwasserkörper in Nordrhein-Westfalen**



---

# **Musterleistungsbeschreibung**

## **zur Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen<sup>1</sup> des Messnetzes zur Überwachung des Zustandes der Grundwasserkörper in Nordrhein-Westfalen,**

### **inkl. Erstellung von Messstellenpässen**

---

<sup>1</sup> Grundwassermessstellen, Betriebsbrunnen und ungefasste sowie gefasste Quellen



## 1 Hintergrund

Das LANUV ist für den Betrieb eines landesweiten Messnetzes für das überblicksweises und operative Grundwassermonitoring von 275 Grundwasserkörpern Nordrhein-Westfalens zuständig, die gemäß den Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG (EG-WRRL und GrwV §9 Absatz 1) repräsentativ zu überwachen sind. Nach den Vorgaben der EG-WRRL und der Grundwasserverordnung muss in jedem Grundwasserkörper ein repräsentatives Messnetz zur chemischen und mengenmäßigen Überwachung und zur Beurteilung der anthropogenen Nutzungseinflüsse vorhanden sein, in gefährdeten Grundwasserkörpern ist zusätzlich ein operatives Messnetz zur Ermittlung von Trends erforderlich. Das WRRL-Messnetz (s. Anlage 6) wurde erstmalig im Zeitraum von 2005 bis 2007 aufgestellt. Fachliche Grundlage für den Aufbau des WRRL-Messnetzes und für die Anforderungen an Messstellen und das Monitoring sind im Monitoring-Leitfaden Grundwasser des Landes Nordrhein-Westfalen beschrieben (MUNLV 2008, LANUV 2018). Erweiternde Qualitätsanforderungen sind im „Leitfaden zur dauerhaften Organisation und Qualitätssicherung der WRRL-Messnetze in Nordrhein-Westfalen“ (LANUV 2018) angeführt.

Gegenstand der Leistungsbeschreibung sind Funktionsprüfungen an Messstellen des WRRL-Messnetzes in NRW. Die Teufen der Messstellen betragen maximal 100, zumeist jedoch deutlich weniger als 50 Meter, die Durchmesser der Rohre mindestens 50 und i.d.R. weniger als 125 mm.

Die konkreten Messstellenlisten werden zu Beginn der Arbeiten übergeben. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die zu bearbeitenden Messstellen über die gesamte Landesfläche erstrecken.

Die Priorisierung dieser Eignungsprüfungen erfolgt durch das LANUV aufgrund der Sichtung von Probennahmedaten der letzten zehn Jahre hinsichtlich hydraulischer und hydrochemischer Auffälligkeiten sowie der Auswertung laborchemischer Analyseergebnisse (z. B. Fokus auf Indikatorparameter). Die Prüfungen vor Ort bedürfen einer tiefgründigen Vorbereitung sowie Nachbereitung (Erstellung von Messstellenpässen, Auswertung und Ableitung des Handlungsbedarfs).

## 2 Fachtechnische Grundlagen

Ziel ist die Eignungsprüfung einer Grundwassermessstelle zur Erfüllung ihrer spezifischen Aufgabe zur Wasserstandsmessung bzw. Probennahme im Rahmen des repräsentativen Monitorings der Grundwasserkörper und der Überprüfung relevanter Landnutzungseinflüsse.

In einem ersten Schritt wird die Messstelle unter verschiedenen Aspekten visuell bewertet. Optisch erkennbare Defekte sollten ausgeschlossen werden. Auch muss die Messstelle eindeutig identifizierbar sein. Des Weiteren werden die messstellenspezifischen Stammdaten wie Lage (Kartenwerke, GPS), Teufe (Lot), Innendurchmesser und Ausbaumaterial etc. überprüft. Über die Prüfung der baulichen Messstelleneigenschaften hinaus beinhaltet die technische Funktionsprüfung einer Grundwassermessstelle auch die Durchführung eines Demonstrativpumpversuches und Routinepumpversuches zur Klärung der hydraulischen Eigenschaften, die eine wesentliche Voraussetzung für die Festlegung einer geohydraulisch zulässigen Grundwasserspiegelabsenkung und damit der Wahl einer geeigneten Pumpe und einer angepassten Förderleistung sind. Gleichzeitig erfolgt damit eine Erfassung der organoleptischen und Vor-Ort-Parameter.

Folgende Dokumente sind fachtechnische Grundlage der durchzuführenden Arbeiten:

- DVGW Technische Regel Arbeitsblatt W 111 A (2015): Pumpversuche bei der Wassererschließung, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Technisch-wissenschaftlicher Verein, ISSN 0176-3504, Bonn.
- DVGW-Arbeitsblatt W 112 (A) (2010): Grundsätze der Grundwasserprobenahme aus Grundwassermessstellen, Bonn.
- DVGW Technische Regel Arbeitsblatt W 121 (2003): Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen.- DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Technisch-wissenschaftlicher Verein, Bonn.
- DVGW-Arbeitsblatt W 129 (A) (2012): Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen; wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- HYDOR (2018): Leitfaden zur dauerhaften Organisation und Qualitätssicherung der WRRM-Messnetze in Nordrhein-Westfalen. Bericht der HYDOR Consult GmbH an das LANUV NRW (in Vorbereitung).
- LANUV (2018): Leitfaden Monitoring Grundwasser.- Unveröffentlichter Entwurf der Fortschreibung des Leitfadens MULNV (2008), Düsseldorf (in Vorbereitung).
- LAWA (1995): Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 4: Quellen, Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- LANUV (2017): Arbeitsanweisung zur Grundwasserprobenahme, Düsseldorf (unveröff., wird zu Beginn der Bearbeitung, ggf. in aktualisierter Form, übergeben).
- MUNLV (2008): Leitfaden Monitoring Grundwasser.- Weitere Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie in Nordrhein-Westfalen, Vom Monitoring über Maßnahmenprogramme zum Bewirtschaftungsplan, Düsseldorf.

### 3 Durchzuführende Arbeiten

Eine tabellarische Zusammenstellung der Stammdaten, Probennahmedaten sowie weitere Begleitinformationen (Messstellendokumente) für die Standorte (Grundwassermessstellen, Betriebsbrunnen und Quellen, im Folgenden vereinfacht: „Messstellen“), an welchen einfache Funktions- und Eignungsprüfungen vor Ort durchzuführen sind, werden nach Auftragsvergabe übermittelt. Die Aufgaben bestehen im Allgemeinen darin:

1. anhand der vorhandenen Informationen aus dem landesweiten Datenbestand zum Messnetz (HygrisC) begleitende Dokumente für die Eignungsprüfungen („Messstellenpässe“) vorzubereiten,
2. die Eignungsprüfungen vor Ort durchzuführen,
3. die Ergebnisse der Prüfungen vor Ort aufzubereiten und tabellarisch zu übergeben,
4. die sog. Messstellenpässe mit den neu erhobenen Daten zu vervollständigen bzw. bei Abweichungen zu den Stammdaten aus HygrisC Anpassungen vorzunehmen und
5. die Messstellen hinsichtlich des Weiteren technischen Handlungsbedarfes zu klassifizieren und zu bewerten.

#### Zu 1 – Erstellung begleitender Dokumente für die Eignungsprüfungen („Messstellenpässe“):

Die Erarbeitung der Messstellenpässe erfolgt in Anlehnung an das Muster für Grundwassermessstellen und Betriebsbrunnen in Anlage 2 bzw. das Beispiel in Anlage 3 und enthält folgende Elemente:

- Seite 1 – Zusammenstellung der wichtigsten Stammdaten im Ergebnis der Sichtung und Auswertung der übergebenen Dokumente vom LANUV (z. B. geologische Schichtenverzeichnisse)
- Seite 3 – Lageplan mit Angaben zur Hydrodynamik und Fließrichtung
- Seite 4 – Schichtenverzeichnis und/oder Ausbauplan (Messstellen bzw. Betriebsbrunnen)
- Seite 5 – Zusammenstellung geohydraulische Randbedingungen (z. B. Berechnung Entnahmemenge nach hydraulischem Kriterium)

Weitere folgende Elemente des Messstellenpasses werden erst nach Durchführung der Eignungsprüfung vor Ort mit Inhalten gefüllt:

- Seite 2 – Fotos der Messstelle
- Seite 6 – Dokumentation der Vor-Ort-Parameter und organoleptischen Eigenschaften
- Seite 7 – Demonstrativ -Pumpversuch: Darstellung der Absenkung und des Wiederanstieges

Für Quellen erfolgt die Erarbeitung der Messstellenpässe in Anlehnung an das Muster in Anlage 4. Für diese Messstellen sind nur die Seiten 1 bis 3 erforderlich.

## Zu 2 – Eignungsprüfungen vor Ort:

Vor der Durchführung der Eignungsprüfungen vor Ort sind Grundstückseigner bzw. Betreiber der jeweiligen Messstellen zu kontaktieren. Ggf. sind schriftliche Einverständniserklärungen erforderlich, eine zeitnahe Anzeige des Datums der Durchführung der Prüfung und/ oder Anmeldung vor Ort erforderlich.

Die fachtechnischen Arbeiten vor Ort umfassen:

- a) Aufsuchung der Messstelle vor Ort, gefahrlose Zugänglichkeit, Parkmöglichkeit für Probennahmefahrzeug,
- b) Fotografische Dokumentation des Bauwerkes nach vorgegebener Methode gemäß HYDOR (2018),
- c) Feststellung der Landnutzung am Ort der Messstelle und von Besonderheiten im unmittelbaren Umfeld (Ermittlung und Dokumentation möglicher Eintragsquellen),
- d) Lage- und Höhenkontrolle (einfache GPS-Messung) im Vergleich zu den vorhandenen Koordinaten sowie von Messungen der Messpunkthöhe über Gelände mit Zollstock,
- e) Technische Beurteilung des oberirdischen Zustandes des Bauwerkes und Messstellenabschlusses,
- f) Erhebung des Ausbaumaterials des Vollrohres und Messung des Ausbauinnendurchmessers,
- g) Messung des Wasserstandes und Tiefenlotung der Grundwassermessstelle bzw. der Quellschüttung,
- h) Prüfung der Pumpen-Befahrbarkeit der Rohre mit einem Prüfkörper (Dummy),
- i) Durchführung eines Routinepumpversuches nach (LANUV 2017),
- j) Durchführung eines Leistungspumpversuches gemäß HYDOR (2018).

### Zu 2 a) – Aufsuchung:

Die Standorte werden jeweils separat angefahren und die Messstelle ist vor Ort eindeutig zu identifizieren.

Als Grundlage zur Auffindung dienen jeweils der in Vorbereitung dieser Arbeiten erstellte Lageplan zur Messstelle sowie die vorhandenen Koordinatenangaben (vgl. Anlage 2 bzw. 4). Fehlende Kennzeichnungen der Messstellen sind zu vermerken.

Wird eine Messstelle nicht aufgefunden, muss dies zwecks Abrechnung nachvollziehbar begründet sein. Die freie Anfahrbarkeit der Messstellen mit PKW und die Auffindbarkeit müssen dokumentiert und ggf. genauer beschrieben werden (z. B. Quellen im Wald, Messstellen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen, Betriebsbrunnen auf eingefriedetem Gelände). Dies ist u. a. für die Erstellung einer Lagebeschreibung notwendig.

#### Zu 2 b) – Fotografische Dokumentation:

Es erfolgt eine qualitativ hochwertige fotografische Dokumentation und digitale Übergabe der benannten Bilddateien nach folgendem Schema (vgl. Anlage 2 bzw. 4):

- Nahaufnahme
- Repräsentatives Lagefoto
- Foto des aus dem Lageplan abgeleiteten geohydraulischen Zustromes des Grundwassers zur Messstelle

#### Zu 2 c) – Landnutzung:

Für jeden Standort erfolgt im Ergebnis der Sichtung

- a) des Messstellenstandortes und
- b) des Zustrombereiches des Grundwassers

zur Messstelle eine Angabe der Landnutzung(en) in einer vorgegebenen Klassifizierung (z. B. Acker, Grünland, Siedlung, Wald, Gewässer). Dabei wird die dominierende Landnutzung im Zustrombereich unter Berücksichtigung von Filterlage und Strömung angegeben. Ggf. ist noch eine sekundäre Landnutzung im Einzugsgebiet zu ergänzen. Zudem soll geprüft und dokumentiert werden, ob eine hydrochemische oder hydraulische Beeinflussung vor Ort erkennbar ist.

#### Zu 2 d) – Lage- und Höhenkontrolle:

Für die Messstellen wird mittels einfacher GPS-Messung die Genauigkeit der gegebenen Koordinaten sowie mittels Messung des Abstandes zwischen der Rohroberkante (Messpunkthöhe) und Geländeoberkante die Genauigkeit der angegebenen Messpunkthöhe überprüft. Die Genauigkeit der Lagemessung muss mindestens bei  $\pm 3$  m liegen. Hinsichtlich der Messung zwischen Messpunkthöhe und Geländeoberkante ist in den Messstellenunterlagen zu prüfen, ob und mit welcher Methode an der Messstelle eine trigonometrische Höhenvermessung stattgefunden hat. Die bisher vorliegenden Angaben sind mit den neu erhobenen Daten abzugleichen.

#### Zu 2 e) – Oberirdischer Zustand:

Es erfolgt eine technische Beurteilung des oberirdischen Zustandes des Bauwerkes und Messstellenabschlusses. Schäden bzw. nicht regelkonforme Ausbaubauwerke werden fotografisch und textlich als geeignete Grundlage für nachfolgende Sanierungsmaßnahmen beschrieben. Bei Unterflurausbauten erfolgt ebenfalls eine Einschätzung des regelkonformen Ausbaus (z. B. Frostsicherheit, Tagwasserdichtheit gegeben).

#### Zu 2 f) – Erhebung Ausbaumaterial, Messung Ausbauinnendurchmesser:

Zudem ist bei Grundwassermessstellen das Ausbaumaterial des Vollrohres anzugeben und der Ausbauinnendurchmesser zu vermessen und zu dokumentieren. Das Material des Filter-

rohres ist anhand der Bestandesunterlagen zu recherchieren. Ergeben sich hieraus Hinweise darauf, dass dieses ggf. für die Messungen nicht geeignet sein könnte, ist das als Unklarheit zu dokumentieren, damit ggf. nachfolgend Kamerabefahrungen zur Klärung vorgenommen werden können.

#### Zu 2 g) – Weitere Messungen:

Bei Grundwassermessstellen erfolgt eine Messung des Grundwasserstandes im Rohr, bei Quellen eine regelkonforme geeignete Messung der Quellschüttung. Zusätzlich erfolgt bei Grundwassermessstellen eine Tiefenlotung mit einem geeigneten Tiefenlot (kein Kabellichtlot zur Wasserstandsmessung). Die Ist-Tiefe ist mit der Soll-Tiefe abzugleichen.



#### Zu 2 h) – Prüfung der Pumpen-Befahrbarkeit:

Bei einer Grundwassermessstelle erfolgt mit einem geeigneten Prüfkörper (Pumpen-Dummy), der dem Ausbauinnendurchmesser des Rohres angepasst sein muss, eine Prüfung der Durchgängigkeit der Rohre bis zur Sohle. Dabei ist festzustellen, ob Hindernisse im Rohr oder Rohrdeformationen eine Probennahme von Grundwasser erschweren oder verhindern.

Die Durchmesser der Rohre liegen zumeist zwischen DN 50 und DN 125 mm, so dass der Prüfkörper sowohl einer 2"- und einer 3"-Pumpe nachgebildet sein muss. Bei festgestellten Hindernissen wird die Tiefenlage des Hindernisses dokumentiert und beschrieben.



#### Zu 2 i) – Durchführung eines Routine bzw. Leistungs-/Demonstrativpumpversuches

Bei den zu bearbeitenden Grundwassermessstellen sind zur Prüfung der hydraulischen Ergiebigkeit Pumpversuche strikt nach den Vorschriften der Arbeitsanweisung des LANUV (2017, s. Anlage 1) durchzuführen und zu dokumentieren. Alle dort enthaltenen Vorgaben (z. B. zur Einhängtiefe der Pumpe, zur Förderleistung und -dauer sowie zur Messung der Parameter) sind einzuhalten. Zusätzlich sind die im Ergebnis der Stammdatenrecherche und der Auswertung der bisherigen Protokolle der Probennahmen des LANUV vorhandenen Hinweise auf Auffälligkeiten (z. B. zeitkonstante Trübungen) zu berücksichtigen.

Zeigen sich dabei Besonderheiten, z.B. eine sehr hohe Absenkung oder eine sehr lange Förderdauer, so sollten Vorschläge zur Optimierung erarbeitet und getestet werden, z. B. die Realisierung einer variablen, also gestuften Förderrate bei gleichzeitiger Einhaltung des hydraulischen Kriteriums, der notwendigen Wertekonstanz und der Erreichung der Beharrung. Ziel ist es dann auch, leistungsmindernde Ablagerungen zu entfernen und eine hydraulische Regenerierung sowie die Leistungsfähigkeit der Messstelle zu dokumentieren.

Dieser Pumpversuch hat dann wie folgt zu erfolgen: Ausgehend von dem Ruhewasserspiegel sollte er mit mehreren Pumpstufen gefahren werden, d. h. es sollte eine schrittweise Anpassung der Förderrate erfolgen, bis die maximal mögliche Absenkung erreicht ist. Tritt ein zu starkes Absinken des Grundwasserspiegels im Rohr ein, muss die Förderrate stufenweise

gesenkt werden. Von Interesse ist die Ermittlung der maximal möglichen Förderrate unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Bedingungen und des Messstellenzustands.

Richtungsweisend für die Förderrate ist z. B. das Doppelte der Förderrate  $Q_P$  (l/min), die sich mithilfe der Parameter der maximalen Wasserspiegelabsenkung  $s$  (cm), dem Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  (m/s), der Filterrohrlänge  $l_{FR}$  (cm) und dem Filterflächenfaktor  $F_F$  (-) wie folgt bestimmen lässt (vgl. Anlage 1):

$$Q_P = 20 \times s \times k_f \times l_{FR} \times F_F$$

Dabei ergibt sich der Filterflächenfaktor anhand des Filtermaterials und der Lochungsart und die maximale Wasserspiegelabsenkung stellt ein Drittel der Wassersäule im Rohr dar.

Die Entnahmemenge sollte für Messstellen in Lockergesteins-Grundwasserleitern mindestens oberhalb der notwendigen Entnahmemenge zur Einhaltung des hydraulischen Kriteriums - nach dem Vorschlag der A 909 also das 1,5-fache Volumen des Kreiszyinders, der sich aus dem Bohrlochdurchmesser und der wassererfüllten Filterkieslänge ergibt - liegen.

Die Einhängtiefe der Pumpe ist aufgabenspezifisch (s. o.) festzulegen und nachvollziehbar zu begründen. Von der bei den Pumpversuchen nach LANUV (2017) einzuhaltenden Regel (Einbau im Bereich der Filteroberkante 1 m über dem Filter, sofern die Höhe des Wasserstands und die erwartete förderbedingte Absenkung dies erlaubt) kann ggf. mit tieferen Einhängtiefen abgewichen werden. Sie kann z. B. im Bereich des Filters unterhalb des erwarteten abgesenkten Wasserstandes platziert werden, wenn das notwendig ist. Die Einhängtiefe ist zu dokumentieren.

Notwendig ist das Erreichen der Beharrung des Wasserspiegels, da nur dann das hydraulische Gleichgewicht mit dem Zustrom aus dem umgebenden Gebirge vorhanden ist. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Dauer des gesamten Pumpversuches in der Regel 30 Minuten nicht übersteigt. Nur in wenigen Sonderfällen (z. B. bei auftretenden Schwankungen des Wasserspiegels innerhalb der 30 Minuten) werden 60 bzw. - maximal - 90 Minuten notwendig sein, das ist die Maximaldauer des Pumpversuches.

Anschließend wird der Wiederanstieg in den ersten zehn Minuten mit einem Datenlogger oder manuell mit einer angepassten Messfrequenz (am Anfang hoch, dann niedriger, z. B. 1 Messung pro Minute ab der 5. Minute) gemessen und nach den Vorgaben der W 111 (Muster-Protokoll) dokumentiert. Bei einem sehr langsamen und unvollständigen Anstieg muss dies gesondert dokumentiert werden.

Während dieses Pumpversuches sollen die organoleptischen Parameter (Färbung, Trübung, Geruch) sowie Vor-Ort-Parameter und eventuell gegebene Sandführung alle 5 Minuten beobachtet und dokumentiert werden. Zudem ist nach der Durchführung des Pumpversuches erneut die Tiefe zu loten, da es bedingt durch den Pumpversuch zu Änderungen kommen kann (z. B. aufgrund des Entsandungseffektes). Neben den Förderraten ist der Wasserstand zeitabhängig zu erfassen. Diese Daten sind u. a. zur grafischen Auswertung zu erheben.

### Zu 3 – Dokumentation der Eignungsprüfung vor Ort

Die Aufbereitung zu den Ergebnissen der Eignungsprüfungen und die Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen erfolgt messstellenscharf und pro durchgeführter Maßnahme auf Basis der technischen Regeln und Normen, die in Kapitel 2 der Leistungsbeschreibung aufgeführten Dokumente enthalten sind. Die in Kapitel 6 des QS-Leitfadens (HYDOR 2018) aufgeführten Kriterien sind bei der Dokumentation zu berücksichtigen. Die Dokumentation erfolgt sowohl als Fortschreibung des Messstellenpasses (vgl. Punkt 4) als auch tabellarisch nach der vom Auftraggeber vorgegebenen Form (wird nach Auftragserteilung übermittelt).

### Zu 4 –Vervollständigung der Messstellenpässe mit den neu erhobenen Daten:

Folgende Elemente (s. Kap. 3-1) werden aktualisiert und farbig in den Dokumenten markiert:

- a) Seite 1 – Aktualisierung
- b) Seite 2 – Fotografische Dokumentation
- c) Seite 3 – Aktualisierung nach Bedarf
- d) Seite 4 – Aktualisierung nach Bedarf
- e) Seite 5 – Aktualisierung Routinepumpversuch
- f) Seite 6 – Dokumentation der Vor-Ort-Parameter und organoleptischen Eigenschaften
- g) Seite 7- Leistungspumpversuch: Organoleptik, Bodensatz, Tiefe, Absenkung, Wiederanstieg

### Zu 5 – Klassifizierung und Bewertung der Messstellen hinsichtlich des weiteren technischen Handlungsbedarfes:

Im Ergebnis der Durchführung der Eignungsprüfung erfolgt eine Bewertung der Eignung der Messstelle gemäß den Anforderungen an das WRRL-Messnetz. Diese Bewertung ist anhand der im QS-Leitfaden genannten 39 Kriterien zu begründen und ggf. sind erforderliche Maßnahmen abzuleiten. Der jeweils erforderliche Handlungsbedarf ist in den Fließschemata in Anhang 1 des QS-Leitfadens überblicksweise abgebildet. Folgende Maßnahmenkategorien müssen abgeleitet werden:

- a) Eignung für Monitoring im Grundwasserkörper (Repräsentanzprüfung),
- b) Weitere Auswertung der Eignungsprüfung (u. a. Einzelfallprüfung, Klärung des Verdachtes auf hydrochemische oder hydraulische Beeinflussung)
- c) Geophysik (inkl. Kamerabefahrung)
- d) Regenerierung (Entsandung, mechanische Reinigung)
- e) Sanierung (u. a. Reparaturarbeiten, Fangarbeiten)
- f) Regelgerechter Rückbau
- g) Aussonderung (teils nur aus Gütemessnetz)
- h) Geodätische Vermessung



#### i) Messdatenkontrolle

Die einzelnen Maßnahmenkategorien müssen jeweils durch Spezifizierung der Maßnahme untersetzt werden. Zudem ist der Grund für die Empfehlung der jeweiligen Maßnahme anzugeben. Dazu werden vom LANUV bei Auftragsvergabe weitere Informationen übergeben. Neben dem Handlungsbedarf ist pro Messstelle ggf. auch der in HygrisC dokumentierte Monitoringstatus anzupassen. Schließlich ist festzulegen, ob die jeweilige Messstelle für das WRRL-Messnetz geeignet oder nicht geeignet ist.

### **4 Übergabe der Ergebnisse**

Die Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen und anschließenden Auswertungen erfolgt messstellenscharf auf Basis der technischen Regeln und Normen, die in Kapitel 2 der Leistungsbeschreibung enthalten sind. Die Aufbereitung der Ergebnisse erfolgt in Form von HygrisC-konformen Tabellen und Messstellenpässen (s. Anlage 5). Die jeweiligen Formate werden vorher mit dem Auftraggeber abgestimmt. Die Ergebnisse sind dem LANUV digital zu übergeben.

Die im Leistungsverzeichnis (s. Anlage 7) aufgeführten Positionen verstehen sich jeweils inkl. der An- und Abfahrt sowie Erstellung von Bautagesberichten und sämtlicher Nebenkosten (Wasser, Strom, Entsorgung), die nicht gesondert vergütet werden.

### **5 Qualifikation des Auftragnehmers**

Der Auftragnehmer zeichnet sich durch eine langjährige gutachterliche Erfahrung bei der Bearbeitung von hydrogeologischen und hydrodynamischen Aufgabenstellungen aus sowie bei der fachgerechten Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen. Der Auftragnehmer kann dies mit drei Referenzen aus den vergangenen fünf Jahren unter Angabe des Auftraggebers belegen.

Die notwendige technische Ausstattung wird durch den Auftragnehmer bereitgestellt. Die Geländearbeiten werden von im Bereich der Grundwasserbeprobung geschultem Personal durchgeführt. Die Auswertung der Untersuchungen erfolgt durch Personal des Fachbereiches Hydrogeologie oder eines vergleichbaren Fachbereiches.

#### **Anlagen:**

Anlage 1: Arbeitsanweisung zur Grundwasserprobennahme des LANUV NRW

Anlage 2: Beispiel Messstellenpass Grundwassermessstelle


Anlage 3: Muster Messstellenpass Grundwassermessstelle

Anlage 4: Beispiel Messstellenpass Quelle

Anlage 5: HygrisC-konforme Tabellendokumentation

Anlage 6: Übersichtskarte Messnetz LANUV


Anlage 7: Musterleistungsverzeichnis

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007	
	Version: 04	
	Seite 1 von 22	

## Inhalt

1	Ziel.....	2
2	Geltungsbereich.....	2
3	Begriffe und Abkürzungen.....	2
4	Zuständigkeiten.....	3
5	Beschreibung des Ablaufes .....	4
5.1	Grundlage des Verfahrens .....	4
5.2	Abgleich mit einschlägigen Normen und LAWA-Merkblättern.....	4
5.3	Störungen .....	4
5.4	Geräte, Arbeitsmaterialien .....	5
5.5	Konservierungsreagenzien .....	5
5.6	Durchführung des Verfahrens .....	6
5.6.1	Vorbereitende Arbeiten .....	6
5.6.2	Flaschenbeschriftung .....	6
5.6.3	Entnahme der Proben .....	6
5.6.4	Entsorgung des gefördertten Wassers .....	11
5.6.5	Probenvorbehandlung .....	11
5.6.6	Probentransport .....	12
5.6.7	Reinigung der Probenahmegeräte .....	12
5.7	Arbeitsschutz und Arbeitssicherheitsmaßnahmen.....	12
5.8	Qualitätskontroll-Maßnahmen .....	13
5.9	Vorgehen bei Nichteinhaltung der Vorgaben.....	13
5.10	Dokumentation, Messwerterfassung .....	13
6	Nachweisführung .....	14
7	Behandlung von Abweichungen.....	14
8	Mitgeltende Unterlagen .....	14
9	Hinweis zur Dokumentenänderung .....	15
10	Anhang .....	15
10.1	Schematische Darstellung einer Grundwassermessstelle .....	15
10.2	Dokumentation der Vor-Ort-Parameter während des Abpumpens .....	16
10.3	Fallbeispiele zur Ermittlung der Einhängtiefe der Pumpe und zur Berechnung des Abpumpvolumen (hydraulisches Kriterium) .....	17

Erstellt von: Helmut Petry, Markus Donder	Fachlich geprüft von: Klaus Selent, FB 63 Christian Alms, FB 51 Dr. Sabine Bergmann, FB 52	QM-geprüft von: QMA FB63 Helmut Petry	Freigegeben von: FBL 63 Klaus Selent
Datum / Unterschrift:	Datum / Unterschrift:	Datum / Unterschrift:	Datum / Unterschrift:

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen		
	<b>Arbeitsanweisung</b>		
	Dokument: 630-PFB-AA-007		
	Version: 04		
			Seite 2 von 22

## 1 Ziel

Diese Arbeitsanweisung behandelt das Vorgehen zur Entnahme, Vorbehandlung, Konservierung und zum Transport von Grundwasserproben, z.B. im Rahmen der Monitoringprogramme der Wasserrahmen-Richtlinie (WRRL).


Ziel der Grundwasserprobenahme ist eine für die Fragestellung repräsentative, d.h. möglichst unverfälschte Wasserprobe zu erhalten. Die gewonnene Grundwasserprobe soll eine hohe „Repräsentativität“ haben, d.h. die natürlichen Bedingungen des Grundwasserleiters an einem definierten Ort zu einer definierten Zeit widerspiegeln.

## 2 Geltungsbereich

Gesamtes LANUV	<input type="checkbox"/>	
Abteilungen	<input type="checkbox"/> Abteilung 1	<input type="checkbox"/> Abteilung 2
	<input type="checkbox"/> Abteilung 3	<input type="checkbox"/> Abteilung 4
	<input checked="" type="checkbox"/> Abteilung 5	<input checked="" type="checkbox"/> Abteilung 6
	<input type="checkbox"/> Abteilung 7	<input type="checkbox"/> Abteilung 8
Fachbereiche	63, 51, 52	
Fach- bzw. Sachgebiete		

## 3 Begriffe und Abkürzungen

Abstich	Höhenunterschied zwischen dem Messpunkt (MPH) und dem Grund- bzw. Ruhewasserspiegel
Ausbaudurchmesser, $d_{FR}$	Innendurchmesser des Filterrohres, häufig mit einer Nennweite von 125 mm (5 Zoll)
Bohrlochdurchmesser, $d_{BL}$	Durchmesser des Ringraumes
Brunnen	Anlage zur Förderung von Grundwasser für den Gebrauch
Einbaulänge	Kennzeichnet die Länge der GWM (Differenz zwischen Messpunkthöhe und Unterkante Sumpfrohr)
Erstcharakterisierung	Festlegung der Probenahmebedingungen (Abpumpvolumen, Einhängtiefe der Pumpe etc.) aus Gütepumpversuchen für nachfolgende Probenahmen
Filterboden	Bodenkappe (siehe auch Sumpfrohr)
Filterkiesschüttung	Kiesschüttung im Bereich des Filters zwischen Filterrohr und Bohrlochwand
Filterrohr	z.B. aus Stahl oder Kunststoff mit Durchmesser von 1 bis 5 Zoll. Die Filterrohre weisen unterschiedliche Arten von Lochungen (z.B. Schlitze) auf, durch die das Grundwasser in das Filterrohr einströmen kann.
Filterstrecke/-lage	Kennzeichnet die Länge des Filterkies zwischen der Filterkiesunter- ( $F_{UK}$ ) und Filterkiesoberkante ( $F_{OK}$ )
GOK	Geländeoberkante
Grundwasser	Unterirdisches Wasser in den Hohlräumen der Erdkruste

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007	
	Version: 04	
	Seite 3 von 22	


GWM	Grundwassermessstellen sind lotrechte Bohrungen mit einem oder mehreren wasserdurchlässigen Abschnitten (Grundwasserleiter). Die Grundwasserstände liegen mehrere Meter, in manchen Regionen bis zu 80 Meter unterhalb der Geländeoberkante (GOK). GWM dienen zur chemisch-physikalischen Untersuchung des Grundwassers.
Grundwasserspiegel	Ausgeglichene Grenzfläche des Grundwassers gegen die Atmosphäre (z.B. Brunnen, Grundwassermessstellen) (siehe auch Abstich)
Hydraulisches Abbruchkriterium, Mindestabpumpvolumen, $V_F$	Wasservolumen, welches vor der Probenahme abzupumpen ist, um von der Grundwassermessstelle ausgehende Einflüsse zu eliminieren
MID	Magnetisch-induktive Durchflussmesseinrichtung
MPH	Messpunkthöhe (in m NHN, früher als NN bezeichnet). Festgelegter Bezugspunkt an einer GWM für die Messung von Höhenunterschieden
Multi-Level-Messstellen, Mehrfachmessstellen	Anlage zur Probenahme aus unterschiedlichen Horizonten eines Grundwasserleiters an einem Ort gleicher Koordinaten. Sie dient zur Gewinnung von Informationen zur Homogenität von Grundwasserleitern größerer Mächtigkeit.
Quelle und Stollen	Das Grundwasser tritt an Mundlöchern gefasst oder natürlich belassen aus, ähnlich einem oberirdischen Gewässer.
Ringraum	Raum zwischen Bohrlochwand und Einbaurohren (z.B. Filterrohr)
Ruhewasserspiegel, $R_w$	Grundwasserstand vor dem Abpumpen (siehe auch Abstich)
Standwasser	Wasser, welches sich im Filterrohr und in der umgebenden Kiesschüttung befindet (siehe auch Hydraulisches Kriterium)
Sumpfrohr	Absetz- bzw. Vollrohr am unteren Ende einer GWM, nach unten durch eine Bodenkappe, einen Stopfen oder ein Rückschlagventil (erlaubt spätere Durchspülung) abgedichtet. Es dient zur Aufnahme von Feststoffen, die in die GWM gelangen und sich im Sumpfrohr ablagern können, so dass sich die Filterrohrschlitze nicht zusetzen.

#### 4 Zuständigkeiten

Die Zuständigkeit für die in dieser Arbeitsanweisung beschriebenen Tätigkeiten ist in der Verfahrens- und Befugnisliste der Abt.6 (600-UAN-LI-003) geregelt.

Werden von einzelnen Fachbereichen, die nicht der Abteilung 6 angehören, Probenahmen in deren Auftrag von Grundwässern durchgeführt, so sind die entsprechenden Personen über diese Anweisung zu informieren.

Für den ordnungsgemäßen Zustand und die Zugänglichkeit der Messstellen ist im LANUV der Fachbereich 51 zuständig. Werden bei der Probenahme Mängel des technischen Zustands oder der Zugänglichkeit der Messstelle festgestellt, so ist der FB 51 zu informieren.

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007	
	Version: 04	
	Seite 4 von 22	

## 5 Beschreibung des Ablaufes

### 5.1 Grundlage des Verfahrens

- DIN 38402-A13; Probenahme aus Grundwasserleitern (Dezember 1985)
- LAWA-AQS-Merkblatt P-8/2; Probenahme von Grundwasser (Mai 1995)
- Arbeitsblatt DWA-A 909 Grundsätze der Grundwasserprobenahme aus Grundwassermessstellen (Dez 2011)


### 5.2 Abgleich mit einschlägigen Normen und LAWA-Merkblättern

Keine Abweichungen

### 5.3 Störungen

Störungen resultieren beispielsweise aus:

- Ausbau der GWM durch Kurzschlüsse, hohe Filterwiderstände, unzureichende Trennung von Filterstrecken, Einsatz ungeeigneter Materialien für Dichtungen, Filterrohre, Bohrhilfsmitteln. Wichtig ist daher die detaillierte Dokumentation von Auffälligkeiten bei der Probenahme, da diese systematischen Störungen nicht immer leicht zu erkennen sind.
- Entnahme von Proben aus GWM, deren Gewindedeckel bei Eisenrohren von den Pegelbeobachtern großzügig mit Kohlenwasserstoffhaltigen Schmiermitteln behandelt wurden und so zu Kontamination von Probe und Probenahme-Gerätschaften führen.
- Beschädigungen der ober- bzw. unterirdischen Verrohrung (z.B. durch Verwurzelungen) einschließlich der Verschlusskappen. Es empfiehlt sich vor Ablassen der Entnahmepumpe die Gängigkeit der GWM mit einem Phasenschöpfer o.ä. zu prüfen.
- Kontamination der Probenbehältnisse und aller Probenahme-Gerätschaften vermeiden. Mögliche Fehlerquellen sind beispielsweise gemeinsamer Betrieb, Transport oder Lagerung mit Betriebsmitteln, Kraftstoff betriebenen Generatoren, Pumpen und ähnlichen Hilfsmitteln oder die Verwendung von Probenahme-Gerätschaften, das in belasteten Grundwässern eingesetzt wird. In letzterem Fall ist die Verwendung verschiedener Gerätschaften zur sicheren Trennung für die verschiedenen Einsatzbereiche nötig. Die Gerätschaften sind entsprechend zu kennzeichnen.
- Absenkung der Wassersäule während des Abpumpens deutlich um mehr als 1/3 bzw. um mehr als 2 m. In diesem Fall ist eventuell eine Messstellenüberprüfung erforderlich (der Fachbereich 51 ist darüber zu informieren).
- Erwärmung des Grundwassers durch zu geringe Förderleistung der Pumpe.
- Entstehung eines hydraulischen Kurzschlusses in der GWM durch Wahl eines zu kurzen Ablaufschlauches. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn das Grundwasser im Bereich des Ringraums versickern gelassen wird.
- Aufwirbelung durch Unterbrechung des Pumpvorgangs.

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007	
	Version: 04	
	Seite 5 von 22	

#### 5.4 Geräte, Arbeitsmaterialien


- Probenahmefahrzeug, ggf. Anhänger
- Probenahmeakte
- Probenahmeauftrag/-protokoll
- Schlüssel für die Verschlusskappen der GWM, verschiedene Modelle der Hersteller, Deckelheber
- Generator, ggf. Wechselrichter
- Durchflussmesszelle zur kontinuierlichen Messung der Vor-Ort-Parameter in Verbindung mit dem ORIwell-Grundwasserprobenahmesystem
- Vor-Ort-Messgeräte zur Messung von pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoff, Redoxpotential, Trübung
- Kabellichtlot mit Temperaturmesseinrichtung
- Druck-/Temperatursonde
- Durchflussmesseinrichtung, z. B. MID (alternativ Eimer oder Messbecher und Stoppuhr)
- Unterwasserpumpe, z.B. MP1
- Förderschläuche, Steigrohre
- T-Stück (Bypass)
- Ablaufschlauch
- Werkzeug zur Tiefenfixierung der Pumpe, z. B. Rohrklemmzange, ggf. Dreibein-Stativ
- Probenbehältnisse gem. Flaschenliste des PNA
- Kabelbinder
- Probenschöpfer, z.B. mit Teleskopstange und Vorrichtung zur Aufnahme eines Becherglases
- Schöpfbecher, Eimer unterschiedlicher Volumina und Materialien
- Phasenschöpfer
- Kühleinrichtungen, z.B. Kühlboxen mit Kühlakkus
- ggf. Gerätschaften für Multi-Level-Messstellen
- Laptop und Messumformer zur computergestützten Probenahme in Verbindung mit dem ORIwell-Grundwasserprobenahmesystem
- Pylone

#### 5.5 Konservierungsreagenzien

Die Art und Qualität der Konservierungschemikalien sind in der Konservierungs- und Flaschenliste beschrieben.

Die Ansatz- und Haltbarkeitsdaten der Lösungen sind auf den Vorratsflaschen verzeichnet. Die Vorratshaltung ist jeweils im Fachbereich festgelegt.

Auf den Reagenziengefäßen im Fahrzeug wird das jeweilige Haltbarkeitsdatum vermerkt.

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007	
	Version: 04	
	Seite 6 von 22	

## 5.6 Durchführung des Verfahrens

### 5.6.1 Vorbereitende Arbeiten

#### Vor der Abfahrt zur Probenahmestelle:

- Bereitstellung der Probenahmeakte z.B. in Form von aktuellen Downloads aus HygrisC
- Einsatzbereitschaft des Probenahme-Fahrzeuges überprüfen
- Batterieladezustand überprüfen
- Durchsicht des Probenahmeauftrags/-protokolls und der Probenahmeakte
- Zusammenstellung der für die jeweiligen Parameter vorgeschriebenen Flaschen und Etiketten
- Überprüfung der zur Konservierung notwendigen Chemikalien auf Vollständigkeit und Haltbarkeit
- Überprüfung der Probenahme- und Vor-Ort-Messgeräte auf Funktionsfähigkeit
- Zusammenstellung der Entnahmegarnitur – z.B. Pumpe, Steigrohre und Schöpfer bzw. Länge des Förderschlauches – speziell auf die zu beprobenden Grundwassermessstellen abgestimmt.

#### Nach Ankunft an der Probenahmestelle:

- Sicherung der Probenahmestelle durch das Probenahmepersonal und für andere Verkehrsteilnehmer, insbesondere Schlauchleitungen und Elektrokabel
- Abgleich mit dem Bild in der Probenahmeakte
- Überprüfung der im Probenahmeauftrag angegebenen Messstellennummer mit der Messstellen-Kennzeichnung der Probenahmestelle vor Ort
- Protokollieren aller Auffälligkeiten, Schäden, Veränderungen

### 5.6.2 Flaschenbeschriftung

Alle Flaschen werden vor Beginn der Probenahme mit einem aus dem LIMS vorgegebenen, selbstklebenden Etikett versehen. Steht ein solches Etikett nicht zur Verfügung, so wird ein Etikett von Hand mit folgenden Angaben beschriftet:

- Probennummer
- Probenahmeort (Name der Messstelle, Messstellennummer)
- Datum der Probenahme
- Zu untersuchende(r) Parameter / Parametergruppe
- ggf. Hinweis auf zugesetzte Konservierungschemikalien


### 5.6.3 Entnahme der Proben

#### 5.6.3.1 Probenahme aus Quellen und Stollen

Die Probenahmetechnik entspricht der bei der Probenahme aus Fließgewässern (siehe 630-PFB-AA-005). Die Probenahme erfolgt mit Schöpfer, Eimer oder direkt in die Probenflaschen als Stichprobe.

#### 5.6.3.2 Probenahme aus Brunnen

Die Entnahme erfolgt in der Regel im Bypass am Brunnen oder im Wasserwerk. Die Proben werden nach ausreichender Vorlaufzeit und Ermittlung der vor-Ort-Parameter direkt in die Probenbehälter abgefüllt.

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
	Dokument: 630-PFB-AA-007	
	Version: 04	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Seite 7 von 22	

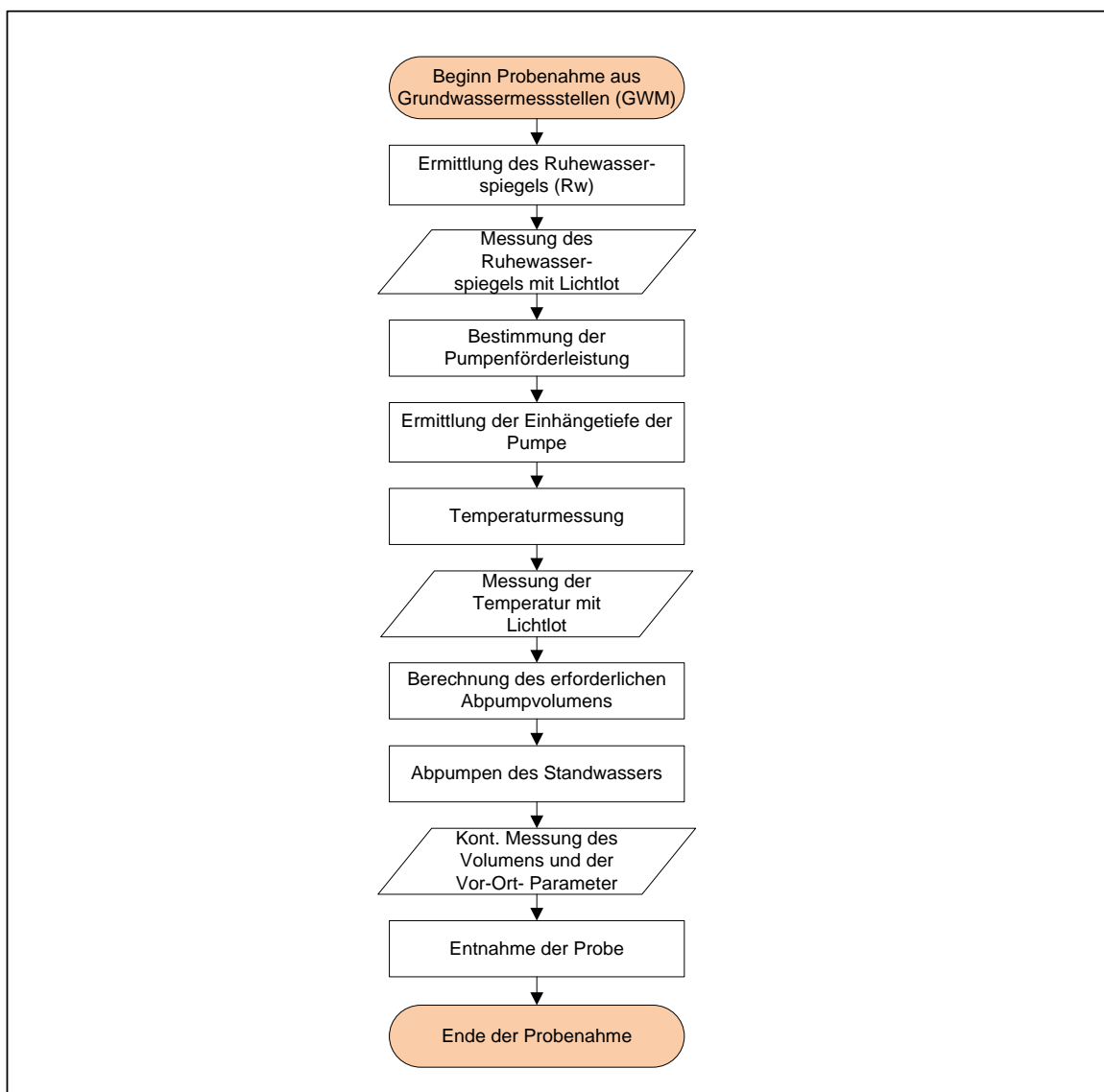
### 5.6.3.3 Probenahme aus Grundwassermessstellen (GWM)

Der schematische Aufbau einer Grundwassermessstelle ist im Anhang (Abschnitt 10.1) dargestellt. Die Entnahme der Proben erfolgt mit einer Unterwasserpumpe (z.B. MP1), über Schlauch- oder Rohrleitungen. Vor der Probenahme muss das Standwasser aus dem Filterrohr und der angrenzenden Filterkiesschüttung abgepumpt werden.


#### Hinweis:

Alle nachfolgenden Erläuterungen/Formeln etc. beziehen sich „idealer Weise“ auf die Probenahme aus dem Porengrundwasserleiter. Die Probenahme aus Kluffgestein stellt einen Sonderfall dar, für den die nachstehenden Angaben nur eingeschränkt gültig sind. In diesem Fall sind auf Erfahrungswerte bzw. die Ergebnisse einer Erstcharakterisierung zurück zu greifen.

Vorgehensweise in folgender Reihenfolge:





<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen 
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007
	Version: 04
	Seite 8 von 22

### Ermittlung des Ruhewasserspiegels ( $R_w$ )

- Die Ermittlung des Ruhewasserspiegels (in Bezug auf die Messpunkthöhe) erfolgt mit einem Kabellichtlot.
- Dokumentation des Ruhewasserspiegels im Probenahmeprotokoll.

### Bestimmung der Pumpenförderleistung

Die Pumpenförderleistung ist so einzustellen, dass sich eine möglichst geringe Absenkung des Grundwasserspiegels einstellt. Im Idealfall beträgt die maximale Absenkung des Ruhewasserspiegels nicht mehr als 20 cm, nachdem sich das Gleichgewicht zwischen Zulauf (aus dem Grundwasserleiter) und der abgepumpten Wassermenge eingestellt hat.

Dabei sollte die Förderleistung 2l/min nicht unterschreiten, um eine Erwärmung des geförderten Grundwassers zu vermeiden.

Die Wassersäule soll während des Abpumpvorgangs um maximal 1/3 abgesenkt werden, i.d.R. jedoch um nicht mehr als 2 m.

Starke Absenkung verursacht ein geändertes Strömungsverhalten rund um die Messstelle, die Mobilisierung von Stoffen, die Veränderung der Probeninhaltsstoffe und mögliche Veränderungen in der Messstelle selbst, die bis zum Verschluss der Filterrohrschlitze führen können.

### Ermittlung der Einhängtiefe der Pumpe

Die Einhängtiefe der Ansaugöffnung der Pumpe ist in der Probenahmeakte aus vorherigen Gütepumpversuchen (Erstcharakterisierung) festgelegt.

Falls dies nicht der Fall ist, dann ist die Einhängtiefe davon abhängig, ob die Lage der Filterkiesschüttung bekannt ist oder nicht.

Bei **bekannter** Lage der Filterkiesschüttung (aus den Ausbauplänen):


- Wenn der Ruhewasserspiegel ( $R_w$ ) sich innerhalb der Filterstrecke befindet, wird die Ansaugöffnung der Pumpe 1 m unterhalb des maximal abgesenkten Ruhewasserspiegels positioniert.
- Wenn der Ruhewasserspiegel sich oberhalb der Filterstrecke befindet, wird die Ansaugöffnung der Pumpe 1 m unterhalb der Oberkante der Filterkiesschüttung (FOK) unter Berücksichtigung der maximalen Absenkung des Ruhewasserspiegels eingehängt.

Bei **unbekannter** Lage der Filterkiesschüttung (keine Ausbaupläne vorhanden):

- Die Ansaugöffnung der Pumpe wird 1 m unterhalb des maximal abgesenkten Ruhewasserspiegels positioniert.

### Temperaturmessung

- Die Temperaturmessung erfolgt in Höhe der Einhängtiefe der Pumpe und sollte stets mittels Kabellichtlot mit integrierter Temperatursonde oder Druck-/Temperatursonde in-situ gemessen werden, da sich das geförderte Grundwasser durch die Pumpe erwärmen kann.
- Dokumentation der Temperatur im Probenahmeprotokoll.

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007	
	Version: 04	
	Seite 9 von 22	

### Berechnung des erforderlichen Abpumpvolumens (hydraulisches Abbruchkriterium)

Das Abpumpvolumen ist in der Probenahmeakte aus vorherigen Gütepumpversuchen (Erstcharakterisierung) festgelegt.

Falls dies nicht der Fall ist, dann ist das Abpumpvolumen über das hydraulische Abbruchkriterium zu ermitteln:

Bei **bekannter** Länge der Filterkiesschüttung und des Bohrlochdurchmessers (aus den Ausbauplänen):

Als Grundlage für die Berechnung des hydraulischen Abbruchkriteriums wird das 1,5 fache Volumen des Kreiszyinders verwendet, der sich aus dem Bohrlochdurchmesser und der Länge der wassererfüllten Filterkiesschüttung ergibt. Zu berücksichtigen ist, ob sich der Ruhewasserspiegel ( $R_w$ ) inner- oder oberhalb der Filterstrecke befindet. (siehe auch Anhang im Abschnitt 10.1)

Das Mindestabpumpvolumen wird nach folgender Formel ermittelt:

$$V_F = \pi/4 * d_{BL}^2 * L_F * 0,0015 \quad (1)$$

- $V_F$  = Abpumpvolumen in Liter (hier: 1,5-fache Filtergesamtvolumen; Faktor 0,0015)
- $d_{BL}$  = Bohrlochdurchmesser in cm
- $L_F$  = Länge der wassererfüllten Filterkiesschüttung in cm

Bei **fehlenden** Ausbauplänen:

Die Gleichung (1) findet Anwendung aber unter der Annahme, dass der Bohrlochdurchmesser das Doppelte des Rohrdurchmessers beträgt:


$$d_{BL} = d_{FR} = \text{Ausbaudurchmesser (Innendurchmesser des Filterrohres)} \times 2$$

### Hinweis:

Einige Fallbeispiele zur Ermittlung der Einhängetiefe der Pumpe und zur Berechnung des Abpumpvolumens (hydraulisches Kriterium) befinden sich im Anhang (Abschnitt 9.3).

### Abpumpen des Standwassers:

- Einbau der Pumpe mit Steigrohren bzw. Schläuchen.
- Einhängen der Druck-/Temperatursonde mindestens 0,5 m in der Regel oberhalb der Ansaugöffnung der Pumpe zur Kontrolle der Absenkung und zum Schutz der Pumpe vor Trockenlaufen sowie zur Messung der Wassertemperatur.  
Die Sonde darf nicht im Ansaugbereich der Pumpe platziert werden.
- Verlegung des Ablaufschlauches so, dass möglichst eine Versickerung in Messstellennähe ausgeschlossen wird.
- Start des Abpumpens über die Messstrecke mit den Vor-Ort-Messgeräten.
- Kontinuierliche Messung von Sauerstoff, Leitfähigkeit, Temperatur, pH-Wert, Redoxpotential, Trübung und der abgepumpten Wassermenge.
- Falls keine kontinuierliche Messung möglich ist, erfolgt die Ermittlung der abgepumpten Wassermenge durch mehrfaches Auslitern (Eimermessung, Stoppuhr).

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007	
	Version: 04	
	Seite 10 von 22	

### Entnahme der Probe:

Der Zeitpunkt der Probenahme ergibt sich entweder aus den in der Probenahmeakte dokumentierten Daten aus vorherigem Gütepumpversuch oder aus dem berechneten hydraulischen Abbruchkriterium (siehe oben) **und** der Konstanz der kontinuierlich gemessenen Vor-Ort-Parameter. Die Probenahme erfolgt erst bei Messwertkonstanz der Parameter. Diese gilt als gegeben, wenn sich innerhalb von 5 min

- die elektrische Leitfähigkeit um nicht mehr als 1% **und**
- die Temperatur um nicht mehr als 0,1°C **und**
- der pH-Wert um nicht mehr als eine Einheit von 0,1

vom zuletzt gemessenen Wert verändert. Dabei sind Temperatur und pH-Wert weniger sensible Kenngrößen für den Zeitpunkt der Probenahme. Zusätzlich werden Trübung, Redoxspannung und Sauerstoff gemessen.

Die Befüllung der Probenflaschen erfolgt über einen Bypass. Der Bypass muss vor der Durchflussmesszelle und vor der Durchflussmesseinrichtung angeordnet sein und eine Förderleistung von etwa 1 l/min gewährleisten.


Vor dem Öffnen des Bypasses wird der Stand des abgesenkten Grundwasserspiegels entweder mit der Druck-/Temperatursonde oder mit dem Lichtlot bestimmt und der Wert im Probenahmeprotokoll notiert.

Der Bypass sollte nach dem Öffnen mindestens 1 Minute vom Grundwasser durchströmt werden, bevor mit dem Befüllen der Probenflaschen begonnen wird. Die Uhrzeit der Befüllung der 1. Probenflasche stellt den Beginn der Probenahme (Stichprobe) dar und ist im Probenahmeprotokoll zu dokumentieren. Um Querkontamination zu vermeiden sind zuerst die Flaschen zur Bestimmung der leichtflüchtigen Stoffe (Befüllung vom Boden der Flasche mittels Probenahmeschlauch), danach die mit den nicht zu konservierenden Proben und dann die ggf. mit Konservierungsmitteln vorgelegten Probenflaschen zu befüllen.

Nach erfolgter Probenahme und Abschalten der Pumpe wird der Stand des wieder ansteigenden Grundwasserspiegels mit der Druck-/Temperatursonde 5 Minuten weiter aufgezeichnet bzw. mit dem Lichtlot nach 5 Minuten bestimmt.

### Probenahme in Sonderfällen

- GWM mit stark reduzierter hydraulischer Ergiebigkeit (Pumpenförderleistung < 2 l/min bzw. Absenkung > 1/3 der Wassersäule bei 2 l/min Förderleistung) werden an drei aufeinander folgenden Tagen bis 0,5 m oberhalb der Unterkante des Filterrohres ( $U_{FR}$ ) abgepumpt. Der Wiederanstieg des Grundwasserspiegels über die Zeit wird dokumentiert. Bei ausreichendem Zufluss des Grundwassers über die Filterunterkante ( $U_{FR}$ ) innerhalb von 24h erfolgt die Gewinnung der Wasserprobe wie oben beschrieben.
- Aufschwimmende Stoffe oder Flüssigkeitsphasen (z.B. Mineralölkohlenwasserstoffe) können nur mit Phasenschöpfern entnommen werden.
- In bestimmten Fällen ist der Einsatz eines Schöpfgerätes erforderlich, mit dem in definierter Tiefe die Proben entnommen werden, z.B. bei zu erwartenden Kontaminationen durch den Einsatz von Bleibelasteten Steigrohren bei sauren Grundwässern.

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007	
	Version: 04	
	Seite 11 von 22	

- Aus GWM, die mit handelsüblicher Unterwasserpumpe nicht beprobt werden kann, ist die Probe unter Einhaltung des hydraulischen Kriteriums durch Schöpfen zu gewinnen.
- Falls eine GWM nicht klar gepumpt werden kann (partikuläre Stoffe) oder wenn signifikante Metallkontaminationen vorhanden oder zu erwarten sind, ist vom Auftraggeber in Abhängigkeit vom Untersuchungsziel zu entscheiden, ob:
  - o diese GWM als nicht geeignet anzusehen ist oder
  - o mit einer anderen Probenahmetechnik zu beproben ist oder
  - o die Proben vor Ort zu filtrieren sind.

#### 5.6.3.4 Probenahme aus Multi-level-/Mehrfach-Messstellen

Die Multi-level-Messstellen (ML-MST) bestehen aus bis zu 7 Mini-Filtern in unterschiedlicher Tiefe befestigt an einem zentralen Rohr. Jedes Filter endet mit einer Polyethylenleitung oberflächlich in einem Schacht unter der Geländeoberkante (GOK). Die Beprobung erfolgt über Zwischengefäße; jedem Level ist ein Gefäß zugeordnet, an die zentral über eine Pumpe derart Unterdruck angelegt wird, dass die Beeinflussung zwischen den Grundwasserhorizonten gering bleibt.

Mehrfachmessstellen erfüllen den gleichen Zweck und bestehen aus mehreren Messstellen an einem Ort in verschiedenen Tiefen des Grundwasserleiters.

Um den obersten Level beproben zu können, ist bei den ML-MST und Mehrfach-MST eine Beprobung bei hohem Wasserstand (z.B. im Frühjahr) erforderlich. Alle Level sollten an einem Tag beprobt werden. Die Probenahme entspricht der an gewöhnlichen GWM und ist im Abschnitt 5.6.3.3 beschrieben.

#### 5.6.4 Entsorgung des geförderten Wassers

Das geförderte Wasser (z.B. aus der GWM) kann in ein Oberflächengewässer eingeleitet werden oder man lässt es einige Meter entfernt von der Probenahmestelle versickern, wobei eine Beeinflussung der Probenahmestelle zu vermeiden ist. Ist das geförderte Wasser verunreinigt (z.B. Leitfähigkeit > 250 mS/m) ist die Entsorgung zu regeln. Das kann die Beauftragung einer Entsorgungsfirma sein oder Maßnahmen vor Ort, wie z.B. Einsatz einer Aktivkohlefilteranlage.


#### 5.6.5 Probenvorbehandlung

##### 5.6.5.1 Konservieren

Einige Wasserproben müssen z.B. durch Zugabe von Säuren oder Laugen konserviert werden. Details sind im Probenahmeauftrag bzw. in der Flaschen- und Konservierungsliste enthalten.

##### 5.6.5.2 Filtrieren

Grundwasserproben werden nicht grundsätzlich filtriert, weil im Rahmen des landesweiten Grundwassermonitorings vorrangig die Gesamtgehalte der Inhaltsstoffe bestimmt werden. Soweit an bestimmten Messstellen für bestimmte Parameter oder für bestimmte Fragestellungen eine Filtration von Grundwasserproben erforderlich ist, wird diese nach den Bestimmungen der Grundwasserverordnung (GrwV) in der jeweils gültigen Fassung sowie nach der Arbeitsanweisung zur Filtration von Wasserproben dann auch vor Ort durchgeführt, und zwar über 0,45 µm Membranfilter innerhalb von 15 Minuten nach der Probenahme.

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen 
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007 Version: 04 Seite 12 von 22

### 5.6.5.3 Vor-Ort-Bestimmungen

Während des Abpumpens der GWM werden die Vor-Ort-Parameter kontinuierlich in der Durchflussmesszelle gemessen. Die Daten werden mittels computergestützter Probenahme (ORlwell) digital aufgezeichnet oder im 5-min Intervall manuell in eine Tabelle gemäß Anhang (Abschnitt 10.2) eingetragen.

Das Ablesen der Vor-Ort-Parameter erfolgt, mit Ausnahme der Wassertemperatur, zum Zeitpunkt der Probenahme. Die Wassertemperatur wird in-situ vor dem Abpumpen ermittelt (siehe Abschnitt 4.7.3.3 – 4. Temperaturmessung). Alle Messdaten werden in das Probenahmeprotokoll eingetragen. Bei der Bestimmung des pH-Wertes in der Messstrecke muss die Temperatur ebenfalls dokumentiert werden.

### 5.6.6 Probentransport

Die gefüllten Probeflaschen sind bruch- und frostsicher sowie wärme- und lichtgeschützt zum Probenahme-Stützpunkt bzw. Labor zu transportieren. Die Probenübergabe entsprechend der Standardarbeitsanweisung wird im Probenahmeprotokoll durch Unterschrift des Probennehmers / der Probennehmerin bestätigt. Zur Probenübergabe sind die Regelungen der jeweiligen Standorte zu beachten.

### 5.6.7 Reinigung der Probenahmegeräte

Probenahmegeräte und -behälter sind so zu reinigen, dass die folgende Analyse nicht beeinträchtigt wird. Die Reinigung erfolgt ausschließlich mit Leitungswasser, ggfs. unter Verwendung von Reinigungskugeln, jedoch ohne Zusatz von z.B. Säuren oder phosphathaltigen Spülmitteln. Anschließend werden die Steigrohre getrocknet und mit einer Kappe verschlossen.

In regelmäßigen Abständen sind die Probenahmegeräte auf Kontaminationen oder Beschädigungen zu prüfen. (siehe Abschnitt 4.9)

## 5.7 Arbeitsschutz und Arbeitssicherheitsmaßnahmen


Die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften und Betriebsanweisungen sind einzuhalten. Wenn es betrieblich vorgeschrieben ist, sind Schutzhelm, Sicherheitsschuhe und Schutzkleidung zu tragen.

Das Probenahmefahrzeug ist – falls vorhanden – mit gelber Rundumleuchte zu sichern. Die Probenahmestelle, Schläuche und Kabel sind – vor allem wenn sie im öffentlichen Verkehrsraum liegen – mit Absperrungen, Schlauchbrücken und Warndreieck sichtbar zu machen. Stromerzeuger sowie die elektrischen Anlagen im Probenahmefahrzeug sind zu erden und über einen FI-Schutzschalter mit 0,03 A Auslösestrom zu sichern oder über einen eingebauten Trenntrafo.

Während der Durchführung der Probenahme ist das Essen, Trinken und Rauchen nicht erlaubt.

Beim Arbeiten mit belasteten Grundwässern (Deponien, Altlasten, Verdachtsflächen) sind immer wasserundurchlässige Handschuhe (Einmalhandschuhe) zu tragen.

Da beim Konservieren der Grundwasserproben Chemikalien verwendet werden, ist das Tragen einer Schutzbrille während dieser Tätigkeit unbedingt erforderlich.

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007	
	Version: 04	
	Seite 13 von 22	

Kann eine Probenahme aus Sicherheitsbedenken nicht durchgeführt werden, so ist dieses auf dem Probennahmeprotokoll mit Begründung zu vermerken.

## 5.8 Qualitätskontroll-Maßnahmen

Häufigkeit und Zeitabstände sowie die Art und Durchführung der Kontrollmaßnahmen (z.B. durch Blindproben) sind von der Anzahl der Probenahmen abhängig und durch die jeweilige Fachgebietsleitung festzulegen und zu dokumentieren. Der Umfang soll mindestens 1 % der jährlich entnommenen Proben betragen.

Die Kontrollmaßnahmen müssen das gesamte Probenahmepersonal berücksichtigen.

Werden Auffälligkeiten festgestellt, so ist eine Ursachenermittlung durchzuführen. Diese sind in Zusammenarbeit mit dem Probenahmepersonal zu bewerten und die Fehlerquellen zu beseitigen.

Um mögliche Kontaminationen während der Probenahme und des Transportes festzustellen, ist regelmäßig und in begründeten Verdachtsfällen eine Blindprobe zu nehmen, zu untersuchen und zu dokumentieren.

Dazu wird Reinstwasser, dessen Blindwert geprüft und dokumentiert wurde, vor Ort wie eine reale Probe behandelt und allen Verfahrensschritten (z.B. Pumpen oder Schöpfen, Filtrieren, Konservieren, Transport und Lagerung) unterworfen.

Die Überprüfung kann auch am Dienort, wo größere Mengen Reinstwasser zur Verfügung stehen, stattfinden insbesondere wenn die Probenahme-Gerätschaften geprüft werden sollen.

Die Untersuchungsergebnisse sind von der Fachgebietsleitung zu dokumentieren. Das Probenahmepersonal ist über die Untersuchungsergebnisse zu informieren.

## 5.9 Vorgehen bei Nichteinhaltung der Vorgaben

Bei Abweichungen vom hier geregelten Ablauf ist der jeweilige fachliche Vorgesetzte zu informieren, der das weitere Vorgehen, ggf. mit der Fachgebietsleitung bzw. Fachbereichsleitung bespricht.

Die Abweichungen vom in dieser AA beschriebenen Ablauf sind zu begründen und mit den Folgemaßnahmen zu dokumentieren.


## 5.10 Dokumentation, Messwerterfassung

Zu jeder Probenahme wird ein Probennahmeprotokoll, welches Bestandteil des Probenahmeauftrages ist, ausgefüllt. Steht in besonderen Fällen (z. B. ungeplante Probenahmen) kein vorgefertigtes Probennahmeprotokoll zur Verfügung, so ist ersatzweise ein Blanko-Protokoll für ungeplante Grundwasserproben auszufüllen.

Das Probennahmeprotokoll wird von der Person / den Personen unterschrieben, die als Probennehmer auf dem Protokoll eingetragen ist / sind.

Die Protokolle werden im LIMS erfasst. War eine Probenahme nicht möglich, wird der Grund in das Bemerkungsfeld eingetragen. Die Probenahmeaufträge/-protokolle werden im jeweiligen Fachgebiet archiviert.

Die Vor-Ort-Messungen zur Bestimmung des Probenahmezeitpunktes werden als Datei bei der computergestützten Probenahme (ORIwell) oder entsprechend dem Muster im Anhang (Abschnitt

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007	
	Version: 04	
	Seite 14 von 22	

10.2) dokumentiert. Diese Informationen werden in die Probenahmeakte übernommen und gelten als Orientierungshilfe für zukünftige Probenahmen.

## 6 Nachweisführung

Dokument	Führung	Aufbewahrung	Zeit	Ort
Probenahmeaufträge/-protokolle	Probe-nehmer/in	Fachbereich	Mindestens 5 Jahre	Siehe FB-Regelungen
elektronische Aufzeichnung der Vor-Ort-Parameter während des Abpumpens	Probe-nehmer/in	Fachbereich	Mindestens 5 Jahre	Laptop
Dokumentation der Vor-Ort-Parameter während des Abpumpens	Probe-nehmer/in	Fachbereich	Mindestens 5 Jahre	In der Probenahmeakte


## 7 Behandlung von Abweichungen

Bei Abweichungen vom hier geregelten Ablauf ist die für den Arbeitsbereich verantwortliche Leitung zu verständigen, die das weitere Vorgehen, ggf. mit der Fachgebietsleitung bzw. Fachbereichsleitung bespricht.

Die Abweichungen vom in dieser AA beschriebenen Ablauf sind zu begründen und entsprechend der Verfahrensanweisung „Umgang mit Abweichungen“ 000-OUA-VA-001 mit den Folgemaßnahmen zu dokumentieren.“

## 8 Mitgeltende Unterlagen

630-PFB-AA-008	Bestimmung des pH-Wertes in Wasserproben
630-PFB-AA-009	Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit in Wasserproben
630-PFB-AA-010	Bestimmung des Sauerstoffgehalts in Wasserproben
630-PFB-AA-011	Bestimmung der Temperatur in Wasserproben
630-PFB-AA-012	Bestimmung der Färbung von durchgeführten Wasserproben
630-PFB-AA-016	Bestimmung des Geruchs von Wasserproben
630-PFB-AA-017	Bestimmung der Trübung vor Ort
630-PFB-AA-018	Filtration von Wasserproben vor Ort
630-PFB-LI-011	Konservierungs- und Flaschenliste
600-UAN-LI-019	Kennung der QM-Dokumente in Abteilung 6 nach der Reorganisation

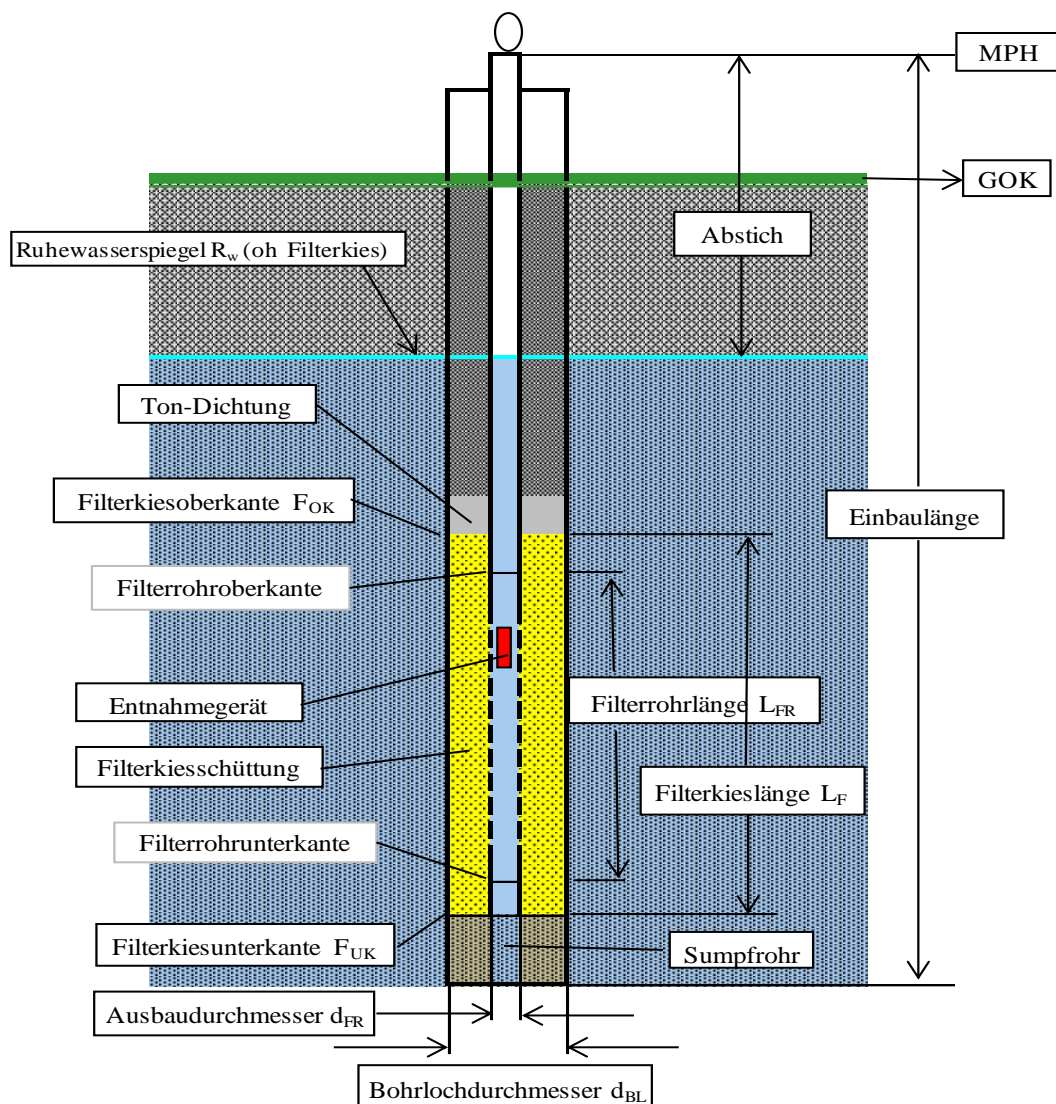
<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
	Dokument: 630-PFB-AA-007	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Version: 04	
	Seite 15 von 22	

## 9 Hinweis zur Dokumentenänderung

- Korrektur der Fußzeile auf der Titelseite
- Anpassung der Dokumentenkennungen nach der Reorga der Abt. 6
- Abschnitt 5.6.7 (Reinigung der Probenahmegeräte): Änderung der Vorgehensweise bei der Reinigung der Steigrohre.
- Abschnitt 6 (Nachweisführung): Angabe gestrichen, dass die elektronische Speicherung der Vor-Ort-Parameter während des Abpumpens speziell mit dem ORlwell-System erfolgt. Es gibt auch alternative Systeme.


## 10 Anhang

### 10.1 Schematische Darstellung einer Grundwassermessstelle







<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007	
	Version: 04	
	Seite 17 von 22	

### 10.3 Fallbeispiele zur Ermittlung der Einhängtiefe der Pumpe und zur Berechnung des Abpumpvolumen (hydraulisches Kriterium)

#### Fall 1a: Ausbaupläne sind vorhanden

Ruhewasserspiegel **innerhalb** (ih) der Filterstrecke

Filterkiesoberkante ( $F_{OK}$ )	- 2,00 m	2,00 m u MPH
Einbaulänge	10,00 m	
Filterrohroberkante	- 5,00 m	5,00 m u MPH
Filterrohrlänge ( $L_{FR}$ )	5,00 m	
Bohrlochdurchmesser ( $d_{BL}$ )	32,3 cm	
Ausbaudurchmesser ( $d_{FR}$ )	12,5 cm	

#### gemessen / berechnet

Ruhewasserspiegel  $R_w$  - 3,00 m    3,00 m u MPH

Filterkieslänge  $L_F$  = Einbaulänge -  $F_{OK}$  (bzw.  $R_w$ , da ih der Filterstrecke)

$L_F$  = 10,00 m - 3,00 m

**$L_F$  = 7,00 m**

#### Ermittlung der Einhängtiefe der Pumpe

$R_w$  = -3 m bzw. 3 m u MPH

max. abgesenkter Grundwasserspiegel = 2 m

3 m + 2 m = 5 m

Einhängtiefe 1 bis 2 m u Grundwasserspiegelabsenkung

**Einhängtiefe bei 6 bis 7 m**

#### Berechnung des Abpumpvolumen (hydraulisches Kriterium)

$$V_F = \pi/4 * d_{BL} * d_{BL} * L_F * 0,0015$$

$$V_F = 3,14/4 * 32,3 * 32,3 * 700 * 0,0015$$

$$V_F = 860 \text{ l}$$

#### Berechnung der Pumpenförderleistung / Abpumpdauer

$$\text{Pumpenförderleistung } Q_P = s * k_F * L_{FR} * 20 * F_F$$

Wasserspiegelabsenkung  $s$  = 1/3 der Wassersäule aber max. 2,00 m

$s$  = 7,00 m / 3

**$s$  = 2,33 m > 2,00 m**

# Probenahme von Grundwasser

Landesamt für Natur,  
Umwelt und Verbraucherschutz  
Nordrhein-Westfalen



## Arbeitsanweisung

Dokument: 630-PFB-AA-007

Version: 04

Seite 18 von 22

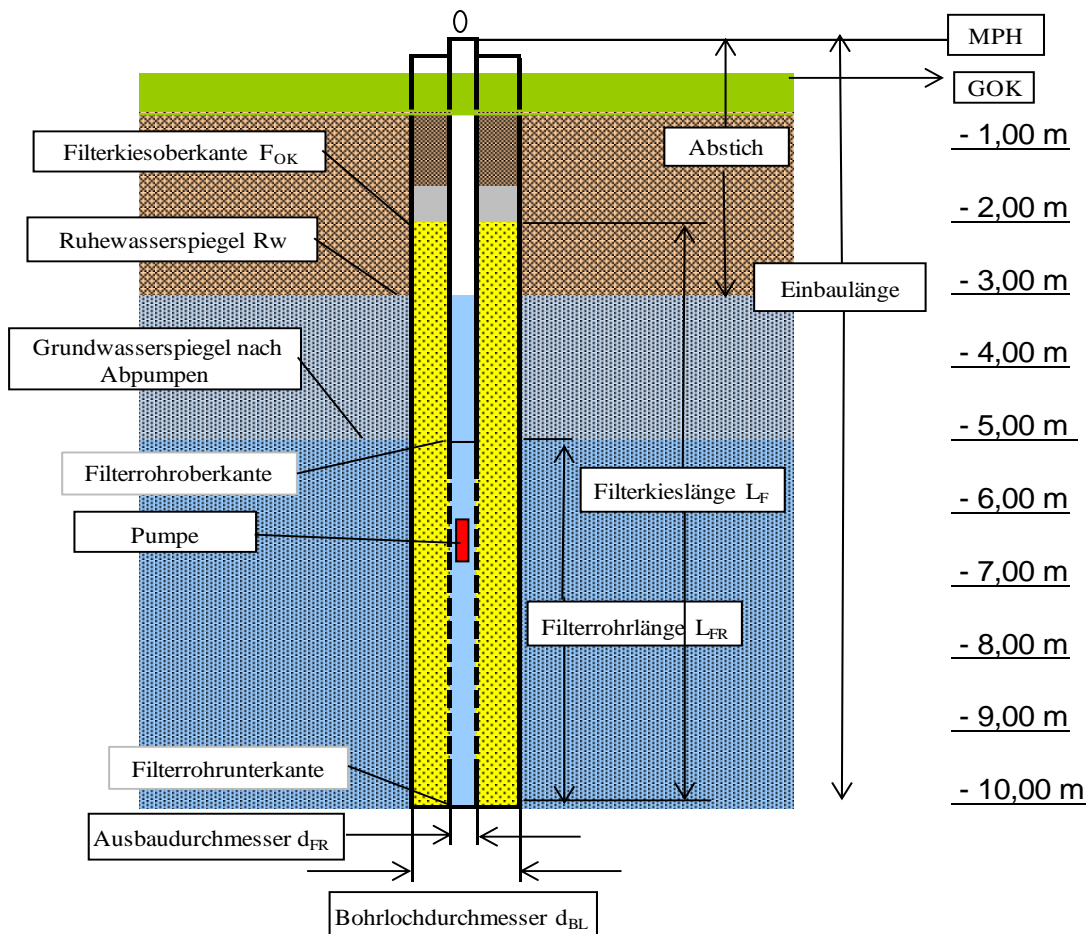
Durchlässigkeitsbeiwert  $k_F = 0,0001 \text{ m/s}$

Filterflächenfaktor  $F_F = 0,1$

$$Q_P = 200 \text{ cm} * 0,0001 \text{ m/s} * 500 \text{ cm} * 20 * 0,1$$

$$Q_P = 20 \text{ l/min} = 1200 \text{ l/h}$$

Abpumpdauer bei  $V_F = 860 \text{ l} \rightarrow 45 \text{ min}$



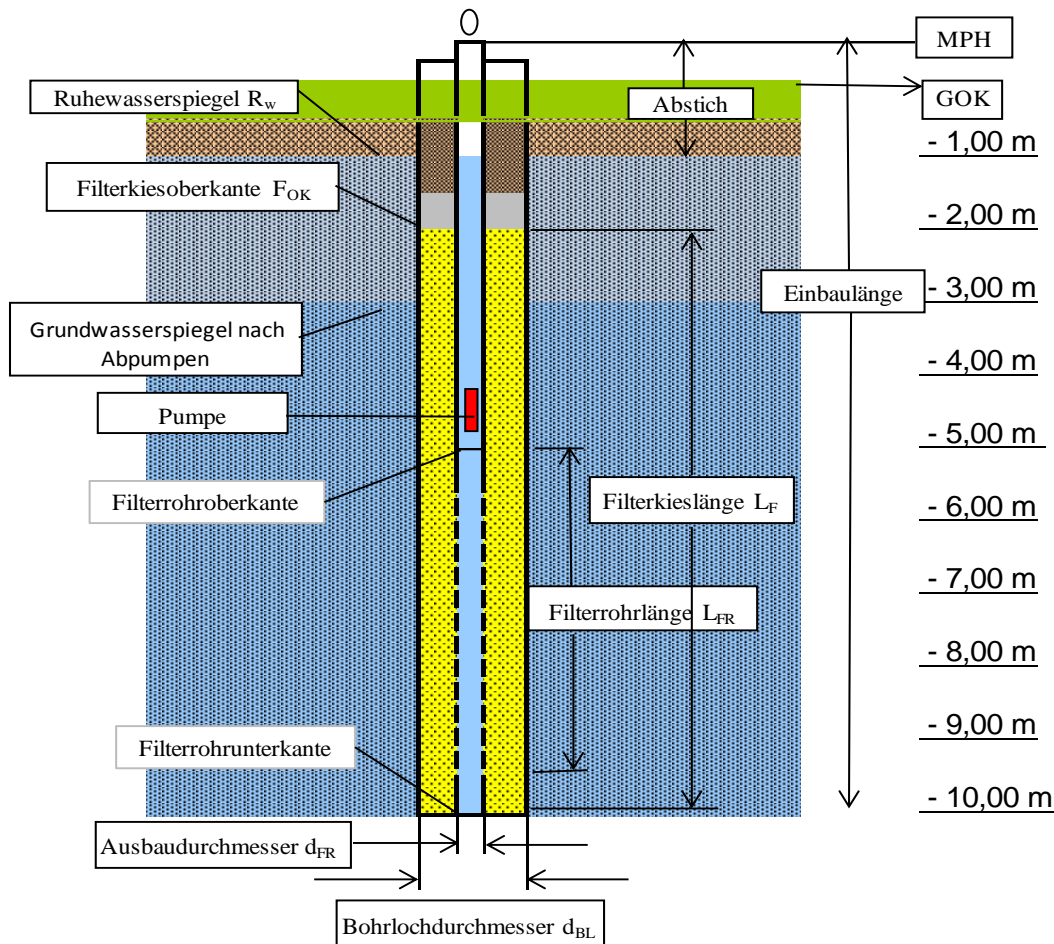
### **Fall 1b: Ausbaupläne sind vorhanden**

Ruhewasserspiegel **oberhalb** (oh) der Filterstrecke

Filterkiesoberkante ( $F_{OK}$ )	- 2,00 m	2,00 m u MPH
Einbaulänge	10,00 m	
Filterrohroberkante	- 5,00 m	5,00 m u MPH



<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007
	Version: 04
	Seite 20 von 22



### **Fall 2: Ausbaupläne sind nicht vorhanden**

#### **gemessen / berechnet**

Einbaulänge	10,00 m
Ausbaudurchmesser ( $d_{FR}$ )	12,5 cm
Filterkieslänge ( $L_F$ )	nicht bekannt, d.h. wassergefüllte GWM-Strecke
Bohrlochdurchmesser ( $d_{BL}$ )	$= d_{FR} \times 2 = 25 \text{ cm}$
Ruhewasserspiegel ( $R_w$ )	- 1,00 m    1,00 m u MPH

#### **Ermittlung der Einhängtiefe der Pumpe**


$R_w = -1 \text{ m}$  bzw. 1 m u MPH

max. abgesenkter Grundwasserspiegel = 2 m

$1 \text{ m} + 2 \text{ m} = 3 \text{ m}$

Einhängtiefe 1 bis 2 m u Grundwasserspiegelabsenkung

**Einhängtiefe bei 4 bis 5 m**

<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen 
<b>Arbeitsanweisung</b>	Dokument: 630-PFB-AA-007 Version: 04 Seite 21 von 22

### **Berechnung des Abpumpvolumen (hydraulisches Kriterium)**

wassergefüllte GWM-Strecke

$$L_F = \text{Einbaulänge} - R_w$$

$$= 10 \text{ m} - 1 \text{ m}$$

$$L_F = \mathbf{9 \text{ m}}$$

$$V_F = \pi/4 * d_{BL} * d_{BL} * L_F * 0,0015$$

$$V_F = 3,14/4 * 25 * 25 * 900 * 0,0015$$

$$V_F = \mathbf{662 \text{ l}}$$

### **Berechnung der Pumpenförderleistung / Abpumpdauer**

$$\text{Pumpenförderleistung } Q_P = s * k_F * L_{FR} * 20 * F_F$$

Wasserspiegelabsenkung  $s = 1/3$  der Wassersäule aber max 2,00 m

$$s = 9,00 \text{ m} / 3$$

$$s = \mathbf{3,00 \text{ m} > 2,00 \text{ m}}$$

Durchlässigkeitsbeiwert  $k_F$  nicht bekannt

Filterflächenfaktor  $F_F$  nicht bekannt

Pumpenförderleistung  $Q_P$  kann nicht berechnet werden

Abpumpdauer kann nicht berechnet werden



<b>Befahrungsprotokoll</b>	<b>Messstellenname</b>	
	<b>Messstellennummer</b>	
	<b>Datum der Befahrung</b>	
<b>Messstellenpass erstellt von</b>		

### Angaben zur Lage

<b>TK 25</b>		
<b>Koordinaten nach UTM/ETRS89</b>	East	
	North	

### Beschreibung der Lage

--

### Basisdaten zur Grundwassermessstelle

<b>Messstellenart</b>	
<b>GOK (m NHN)</b>	39.03
<b>ROK (m NHN)</b>	39.00
<b>Differenz ROK minus GOK (m)</b>	
<b>Filteroberkante (m u. ROK)</b>	
<b>Filterunterkante (m u. ROK)</b>	
<b>Soll-Tiefe Sohle (m u. ROK)</b>	
<b>Ist-Tiefe Sohle (m u. ROK)</b>	
<b>Ruhewasserspiegel (m u. ROK)</b>	
<b>Baujahr</b>	
<b>Rohrinnendurchmesser (mm)</b>	
<b>Rohrmaterial</b>	
<b>Pumpen-Befahrbarkeit (Dummy-Test)</b>	

### Angaben zur Messung und Beprobung

<b>Messprogramm</b>	
<b>Grund für Befahrung</b>	

### Angaben zur Hydrogeologie

<b>Teileinzugsgebiet</b>	
<b>Grundwasserkörper-ID</b>	
<b>Hydrogeologische Einheit (nach HÜK 200)</b>	
<b>Petrographie im Filterausbau (nach SVZ)</b>	
<b>Durchlässigkeitsbeiwert (m/s), abgeschätzt</b>	

### Angaben zur Landnutzung im Grundwasserzustrom

<b>Richtung des Zustroms</b>	
<b>Dominierende Landnutzung(en)</b>	

### Zuständigkeiten

<b>Eigentümer</b>	
<b>Betreiber</b>	

### Bemerkungen

--





<b>Fotografische Dokumentation</b>	<b><i>Messstellenname</i></b>	
	<b><i>Messstellennummer</i></b>	
	<b><i>Datum des Fotos</i></b>	




<b>Schichtenverzeichnis und Ausbauplan</b>	<b><i>Messstellenname</i></b>	
	<b><i>Messstellennummer</i></b>	



<b>Lageplan</b>	<b><i>Messstellenname</i></b>	
	<b><i>Messstellennummer</i></b>	



<b>Protokoll zur Funktionskontrolle</b>	<b>Messstellenname</b>	
	<b>Messstellennummer</b>	
	<b>Datum der Kontrolle</b>	

## Formeln zur Herleitung der hydraulischen Randbedingungen für den Pumpversuch

### Berechnung der Fördermenge (DVGW W 112 (A), 2010)

$$V = 0.0015 \times \pi/4 \times d_{BL}^2 \times l_F \quad (\text{hydraulisches Kriterium}) \quad =$$

### Ermittlung der Entnahmetiefe der Pumpe (LANUV-Dokument 600-ZUA-AA-007)

$$T_E = w_{SPR} + |w_{SPAB} - w_{SPR}| + 100 \text{ cm} \quad =$$

### Berechnung der Förderrate und Förderdauer (LANUV-Dokument 600-ZUA-AA-007)

$$Q_P = 20 \times s \times k_f \times l_{FR} \times F_F = 20 \times ((l_{EB} - w_{SPR}) \div 3) \times k_f \times l_{FR} \times F_F \quad =$$

$$t = V \div Q_P \quad =$$

V	Fördermenge (l)	s	Max. Wasserspiegelabsenkung (cm)
d <sub>BL</sub>	Bohrlochdurchmesser (cm)	k <sub>f</sub>	Durchlässigkeitsbeiwert (m/s)
l <sub>F</sub>	Wassererfüllte Filterkieslänge (cm)	l <sub>FR</sub>	Filterrohrlänge (cm)
T <sub>E</sub>	Entnahmetiefe (cm)	F <sub>F</sub>	Filterflächenfaktor
w <sub>SPR</sub>	Ruhewasserspiegel (cm)	l <sub>EB</sub>	Einbaulänge (cm)
w <sub>SPAB</sub>	Abgesenkter Wasserspiegel (cm)	t	Förderdauer (min)
Q <sub>P</sub>	Förderrate (l/min)		

## Hydraulische und technische Randbedingungen für den Pumpversuch

<b>Durchführende(r)</b>	
<b>Entnahmeggerät</b>	
<b>Datenlogger</b>	
<b>Datenloggertyp</b>	
<b>Entnahmetiefe (m u. ROK)</b>	
<b>Bohrlochdurchmesser (mm)</b>	
<b>Filterkiesoberkante (m u. GOK)</b>	
<b>Filterkieslänge (m)</b>	

### Demonstrativ-Pumpversuch

<b>Fördermenge (l)</b>	
<b>Förderrate (l/min)</b>	
<b>Förderdauer (min)</b>	
<b>Max. Wasserspiegelabsenkung (m)</b>	
<b>Ergebnis</b>	

## Weitere Maßnahmen der Funktionskontrolle

Maßnahme	Grund	Ergebnis



<b>Protokoll zur Funktionskontrolle</b>	<b>Messstellenname</b>	
	<b>Messstellennummer</b>	
	<b>Datum der Kontrolle</b>	

## Dokumentation der Vor-Ort-Parameter

	<b>Uhrzeit (hh:mm)</b>	<b>Zeit (Min.)</b>			
<b>Wasserspiegel (m u. ROK)</b>					
<b>Wassertemperatur (°C)</b>					
<b>elektrische Leitfähigkeit (µS/cm)</b>					
<b>korr. Redoxpotential (mV)</b>					
<b>Sauerstoffgehalt (mg/l)</b>					
<b>pH-Wert</b>					

## Dokumentation der organoleptischen Eigenschaften

<b>Trübung</b>	<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
<b>Bodensatz</b>	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja
<b>Farbe</b>	<input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> schwarz <input type="checkbox"/> violett <input type="checkbox"/> blau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/> rot <input type="checkbox"/> andere
<b>Geruchart</b>	<input type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig <input type="checkbox"/> fischig <input type="checkbox"/> jauchig <input type="checkbox"/> modrig <input type="checkbox"/> würzig <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> Fäkalien <input type="checkbox"/> Mineralöl <input type="checkbox"/> Schwefelwasserstoff <input type="checkbox"/> Silage <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> andere
<b>Geruchstärke</b>	<input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark



<b>Protokoll zur Funktionskontrolle</b>	<b><i>Messstellenname</i></b>	
	<b><i>Messstellennummer</i></b>	
	<b><i>Datum der Kontrolle</i></b>	

**Demonstrativ-Pumpversuch: Darstellung der Absenkung und des Wiederanstieges**

<b>Befahrungsprotokoll</b>	<b>Messstellenname</b>	AU 324 SIELHORST
	<b>Messstellennummer</b>	100150640
	<b>Datum der Befahrung</b>	22.09.2016
<b>Messstellenpass erstellt von</b>	Sophie Borrmann (HYDOR Consult GmbH)	

### Angaben zur Lage

<b>TK 25</b>	3517 (Rhaden)	
<b>Koordinaten nach UTM/ETRS89</b>	East	471436
	North	5813887

### Beschreibung der Lage

Von Süden auf der K59 (Wagenfelder Straße) aus Varl kommend, in Sielhorst rechts auf den Langendamm abbiegen. Die Messstelle befindet sich nach ca. 230 Metern auf der rechten Straßenseite links der Zufahrt vom Anwesen Langendamm 15, 32369 Rhaden.

### Basisdaten zur Grundwassermessstelle

<b>Messstellenart</b>	Grundwassermessstelle, unterflur
<b>GOK (m NHN)</b>	39.03
<b>ROK (m NHN)</b>	39.00
<b>Differenz ROK minus GOK (m)</b>	-0.03
<b>Filteroberkante (m u. ROK)</b>	5.17
<b>Filterunterkante (m u. ROK)</b>	18.17
<b>Soll-Tiefe Sohle (m u. ROK)</b>	18.17
<b>Ist-Tiefe Sohle (m u. ROK)</b>	17.75
<b>Ruhewasserspiegel (m u. ROK)</b>	1.68
<b>Baujahr</b>	1988
<b>Rohrinnendurchmesser (mm)</b>	115
<b>Rohrmaterial</b>	Polyvinylchlorid (PVC / PVC_U)
<b>Pumpen-Befahrbarkeit (Dummy-Test)</b>	ja

### Angaben zur Messung und Beprobung

<b>Messprogramm</b>	Grundwassergüteüberwachung
<b>Grund für Befahrung 2016</b>	Organoleptische Auffälligkeiten 2010-2016

### Angaben zur Hydrogeologie

<b>Teileinzugsgebiet</b>	Weser NRW
<b>Grundwasserkörper-ID</b>	476_01
<b>Hydrogeologische Einheit (nach HÜK 200)</b>	Nordwestdeutsche Moorniederungen
<b>Petrographie im Filterausbau (nach SVZ)</b>	Feinsand
<b>Durchlässigkeitsbeiwert (m/s), abgeschätzt</b>	$1 \cdot 10^{-4}$

### Angaben zur Landnutzung im Grundwasserzustrom

<b>Richtung des Zustroms</b>	W
<b>Dominierende Landnutzung(en)</b>	Acker

### Zuständigkeiten

<b>Eigentümer</b>	Land NRW
<b>Betreiber</b>	Land NRW

### Bemerkungen

MST stark verockert



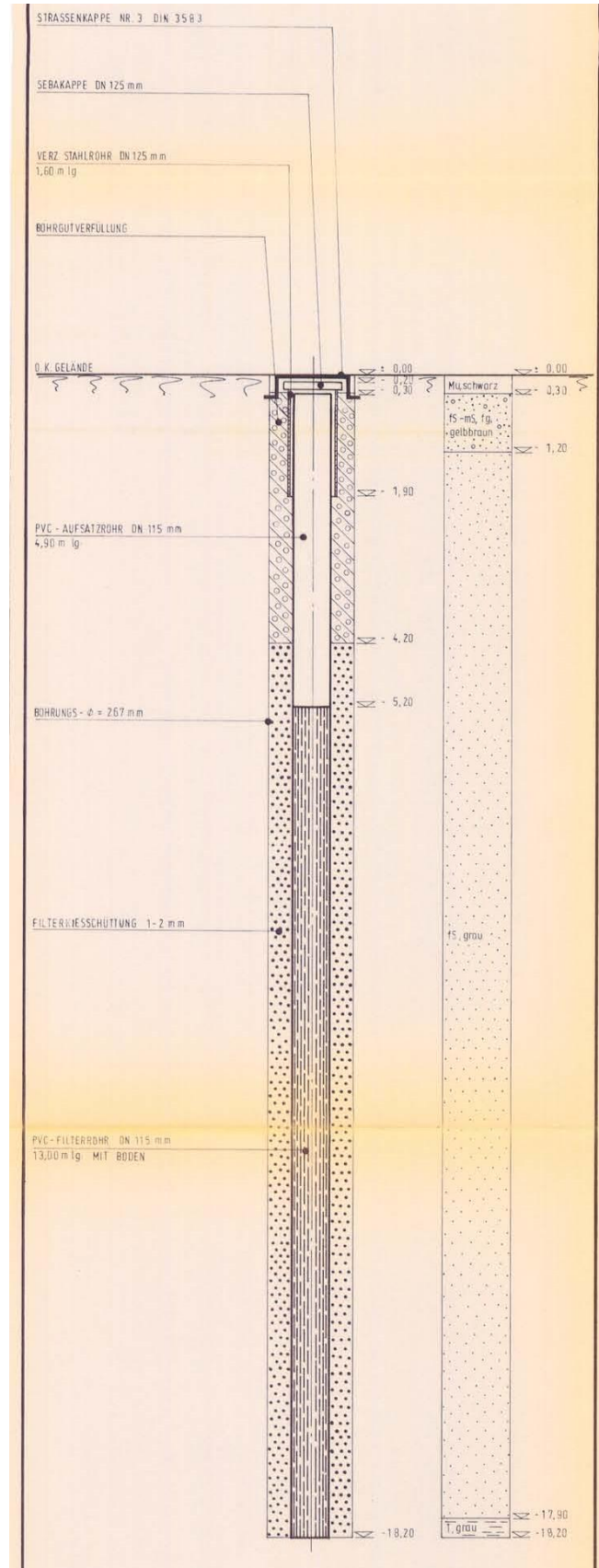
<b>Fotografische Dokumentation</b>	<b>Messstellenname</b>	AU 324 SIELHORST
	<b>Messstellennummer</b>	100150640
	<b>Datum des Fotos</b>	22.09.2016







<b>Schichtenverzeichnis und Ausbauplan</b>	<b>Messstellenname</b>	AU 324 SIELHORST
	<b>Messstellennummer</b>	100150640





<b>Lageplan</b>	<b>Messstellenname</b>	AU 324 SIELHORST
	<b>Messstellennummer</b>	100150640



**AU 324 SIELHORST**  
Organoleptische Auffälligkeiten 2010-2016

### Legende

#### Angaben zur Messstelle

- Grundwassermessstele
- Brunnen
- ▽ Quelle
- ◇ Sonstiges

#### Symbologie

- Baujahr
- Tiefe

#### Angaben zum Baujahr der Messstelle

- jünger als 2000
- 1990 - 2000
- 1980 - 1990
- älter als 1980
- nicht bekannt

#### Angaben zur Tiefe in Meter (m)

- < 10 m
- 10 - 20
- 20 - 50
- > 50
- nicht bekannt

- Grundwassergleichen LANUV (1988) in Meter NHN
- Grundwasserfließrichtung (generalisiert)

Lageplan: **100150640**

kartographische Bearbeitung:  
Dipl. Geol. E. Rejman - Rasinska

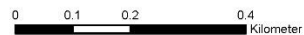
redaktionelle Bearbeitung:  
Dr. S. Hannappel

Landesamt für Natur,  
Umwelt und Verbraucherschutz  
Nordrhein-Westfalen



Topographische Grundlage DTK 10 (IT. NRW)

Maßstab 1:10.000





<b>Protokoll zur Funktionskontrolle</b>	<b>Messstellenname</b>	AU 324 SIELHORST
	<b>Messstellennummer</b>	100150640
	<b>Datum der Kontrolle</b>	22.09.2016

## Formeln zur Herleitung der hydraulischen Randbedingungen für den Pumpversuch

### Berechnung der Fördermenge (DVGW W 112 (A), 2010)

$$V = 0.0015 \times \pi/4 \times d_{BL}^2 \times l_F \text{ (hydraulisches Kriterium)} = 1175.80 \text{ l}$$

### Ermittlung der Entnahmetiefe der Pumpe (LANUV-Dokument 600-ZUA-AA-007)

$$T_E = w_{SPR} + |w_{SPAB} - w_{SPR}| + 100 \text{ cm} = 2.9 \text{ m u ROK}$$

### Berechnung der Förderrate und Förderdauer (LANUV-Dokument 600-ZUA-AA-007)

$$Q_P = 20 \times s \times k_f \times l_{FR} \times F_F = 20 \times ((l_{EB} - w_{SPR}) \div 3) \times k_f \times l_{FR} \times F_F = 143.87 \text{ l/min}$$

$$t = V \div Q_P = 8.17 \text{ min}$$

V	Fördermenge (l)	s	Max. Wasserspiegelabsenkung (cm)
d <sub>BL</sub>	Bohrlochdurchmesser (cm)	k <sub>f</sub>	Durchlässigkeitsbeiwert (m/s)
l <sub>F</sub>	Wassererfüllte Filterkieslänge (cm)	l <sub>FR</sub>	Filterrohrlänge (cm)
T <sub>E</sub>	Entnahmetiefe (cm)	F <sub>F</sub>	Filterflächenfaktor
w <sub>SPR</sub>	Ruhewasserspiegel (cm)	l <sub>EB</sub>	Einbaulänge (cm)
w <sub>SPAB</sub>	Abgesenkter Wasserspiegel (cm)	t	Förderdauer (min)
Q <sub>P</sub>	Förderrate (l/min)		

## Hydraulische und technische Randbedingungen für den Pumpversuch

<b>Durchführende(r)</b>	GEO TECH Servicegesellschaft mbH
<b>Entnahmeggerät</b>	Tauchpumpe (MP1)
<b>Datenlogger</b>	nein
<b>Datenloggertyp</b>	-
<b>Entnahmetiefe (m u. ROK)</b>	6.0
<b>Bohrlochdurchmesser (mm)</b>	267.0
<b>Filterkiesoberkante (m u. GOK)</b>	4.2
<b>Filterkieslänge (m)</b>	14.0

### Demonstrativ-Pumpversuch

<b>Fördermenge (l)</b>	540.0
<b>Förderrate (l/min)</b>	54.0
<b>Förderdauer (min)</b>	10
<b>Max. Wasserspiegelabsenkung (m)</b>	0.21
<b>Ergebnis</b>	Abnahme Trübung und Färbung

## Weitere Maßnahmen der Funktionskontrolle

Maßnahme	Grund	Ergebnis
keine		



<b>Protokoll zur Funktionskontrolle</b>	<b>Messstellenname</b>	AU 324 SIELHORST
	<b>Messstellennummer</b>	100150640
	<b>Datum der Kontrolle</b>	22.09.2016

## Dokumentation der Vor-Ort-Parameter

	<b>Uhrzeit (hh:mm)</b>	<b>Zeit (Min.)</b>			
		5	10	15	20
<b>Wasserspiegel (m u. ROK)</b>	1.69	1.83	1.83	1.83	1.83
<b>Wassertemperatur (°C)</b>	11.6	10.9	10.9	10.9	10.9
<b>elektrische Leitfähigkeit (µS/cm)</b>	494	493	487	484	483
<b>korr. Redoxpotential (mV)</b>	187	183	166	162	160
<b>Sauerstoffgehalt (mg/l)</b>		0.15	0.1	0.09	0.08
<b>pH-Wert</b>	6.89	6.55	6.57	6.6	6.61

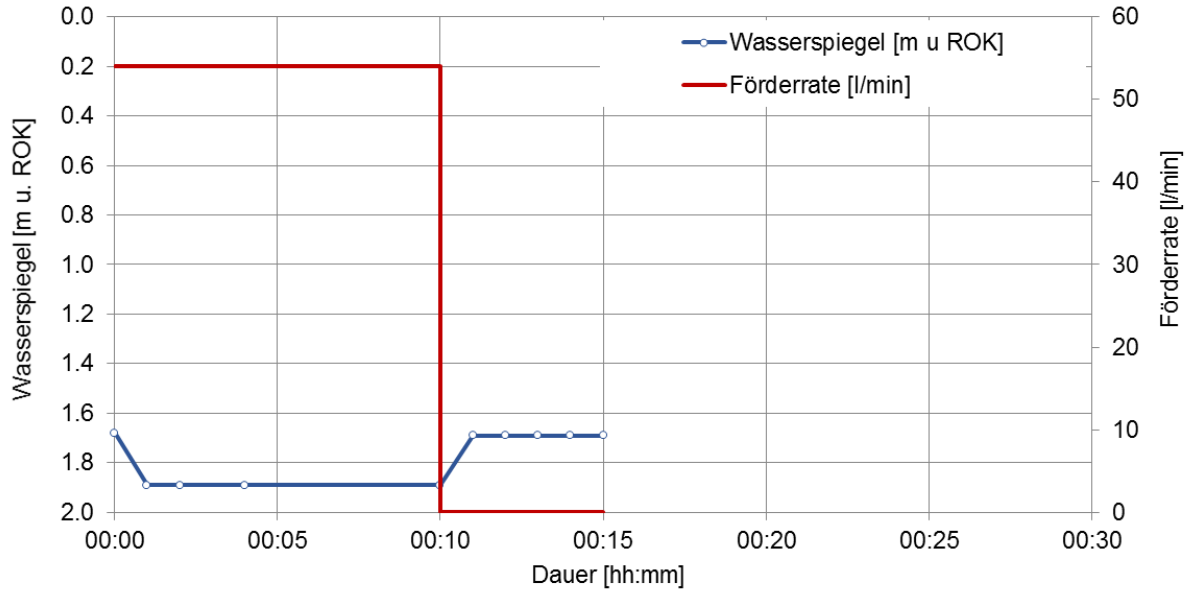
## Dokumentation der organoleptischen Eigenschaften

<b>Trübung</b>	<input checked="" type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
<b>Bodensatz</b>	<input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja
<b>Farbe</b>	<input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> schwarz <input type="checkbox"/> violett <input type="checkbox"/> blau <input type="checkbox"/> grün <input checked="" type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/> rot <input type="checkbox"/> andere
<b>Geruchart</b>	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig <input type="checkbox"/> fischig <input type="checkbox"/> jauchig <input type="checkbox"/> modrig <input type="checkbox"/> würzig <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> Fäkalien <input type="checkbox"/> Mineralöl <input type="checkbox"/> Schwefelwasserstoff <input type="checkbox"/> Silage <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> andere
<b>Geruchstärke</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark



<b>Protokoll zur Funktionskontrolle</b>	<b>Messstellenname</b>	AU 324 SIELHORST
	<b>Messstellennummer</b>	100150640
	<b>Datum der Kontrolle</b>	22.09.2016

## Demonstrativ-Pumpversuch: Darstellung der Absenkung und des Wiederanstieges



<b>Befahrungsprotokoll</b>	<b>Messstellenname</b>	Aldericusquelle
	<b>Messstellennummer</b>	010409415
	<b>Datum der Befahrung</b>	17.10.2016
<b>Messstellenpass erstellt von</b>	Sophie Borrmann (HYDOR Consult GmbH)	

#### Angaben zur Lage

<b>TK 25</b>	5205 (Vettweis)	
<b>Koordinaten nach UTM/ETRS89</b>	East	332135
	North	5620160

#### Beschreibung der Lage

In Füssenich auf der Brunnenstraße in Richtung Norden fahren. Etwa 350 m hinter dem Ortsausgang befindet sich auf der rechten Seite eine Kapelle. Die Quelle befindet sich in einer Senke an der Kapellenrückwand.

#### Basisdaten zur Messstelle

<b>Messstellenart</b>	Quelle, gefasst
<b>GOK (m NHN)</b>	164.19
<b>Schüttung (l/min)</b>	1.00
<b>Methode Schüttungsmessung</b>	Gefäßmessung (ohne Messwehr)
<b>Beobachtungsbeginn</b>	1991

#### Angaben zur Messung und Beprobung

<b>Messprogramm</b>	Grundwassergüteüberwachung
<b>Grund für Befahrung 2016</b>	EU-Nitratmessnetz

#### Angaben zur Hydrogeologie

<b>Teileinzugsgebiet</b>	Erft
<b>Grundwasserkörper-ID</b>	274_07
<b>Hydrogeologische Einheit (nach HÜK 200)</b>	tertiäre Sande, Schluffe und Tone (ohne Bk), restlicher Niederrhein
<b>Petrographie</b>	tertiäre Sande, Schluffe und Tone (ohne Bk), restlicher Niederrhein
<b>Durchlässigkeitsbeiwert (m/s), abgeschätzt</b>	-

#### Angaben zur Landnutzung im Grundwasserzustrom

<b>Richtung des Zustroms</b>	W
<b>Dominierende Landnutzung(en)</b>	Acker

#### Zuständigkeiten

<b>Eigentümer</b>	-
<b>Betreiber</b>	-

#### Bemerkungen

keine



<b>Fotografische Dokumentation</b>	<b>Messstellenname</b>	Aldericusquelle
	<b>Messstellennummer</b>	010409415
	<b>Datum des Fotos</b>	17.10.2016





<b>Lageplan</b>	<b>Messstellenname</b>	Aldericusquelle
	<b>Messstellennummer</b>	010409415



### Legende

#### Angaben zur Messstelle

- Grundwassermessstele
- Brunnen
- ⌋ Quelle
- ◇ Sonstiges

#### Symbologie

- Beobachtungsbeginn
- Art der Quelfassung

#### Angaben zum Beobachtungsbeginn der Quelle

- jünger als 2000
- 1990 - 2000
- 1980 - 1990
- älter als 1980
- nicht bekannt

#### Angaben zur Art der Quelfassung

- gefasst
- ungefasst

- Grundwassergleichen Erftverband in Meter NNH
- Grundwasserfließrichtung (generalisiert)

### Lageplan: 010409415

#### "Qualitätskontrolle des WRRL-Grundwassermessnetzes in Nordrhein - Westfalen 2016 - 2017"

kartographische Bearbeitung:  
Dipl. Geol. E. Rejman - Rasinska

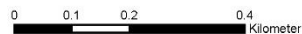
redaktionelle Bearbeitung:  
Dr. S. Hannappel

Landesamt für Natur,  
Umwelt und Verbraucherschutz  
Nordrhein-Westfalen



Topographische Grundlage DTK 10 (IT. NRW)

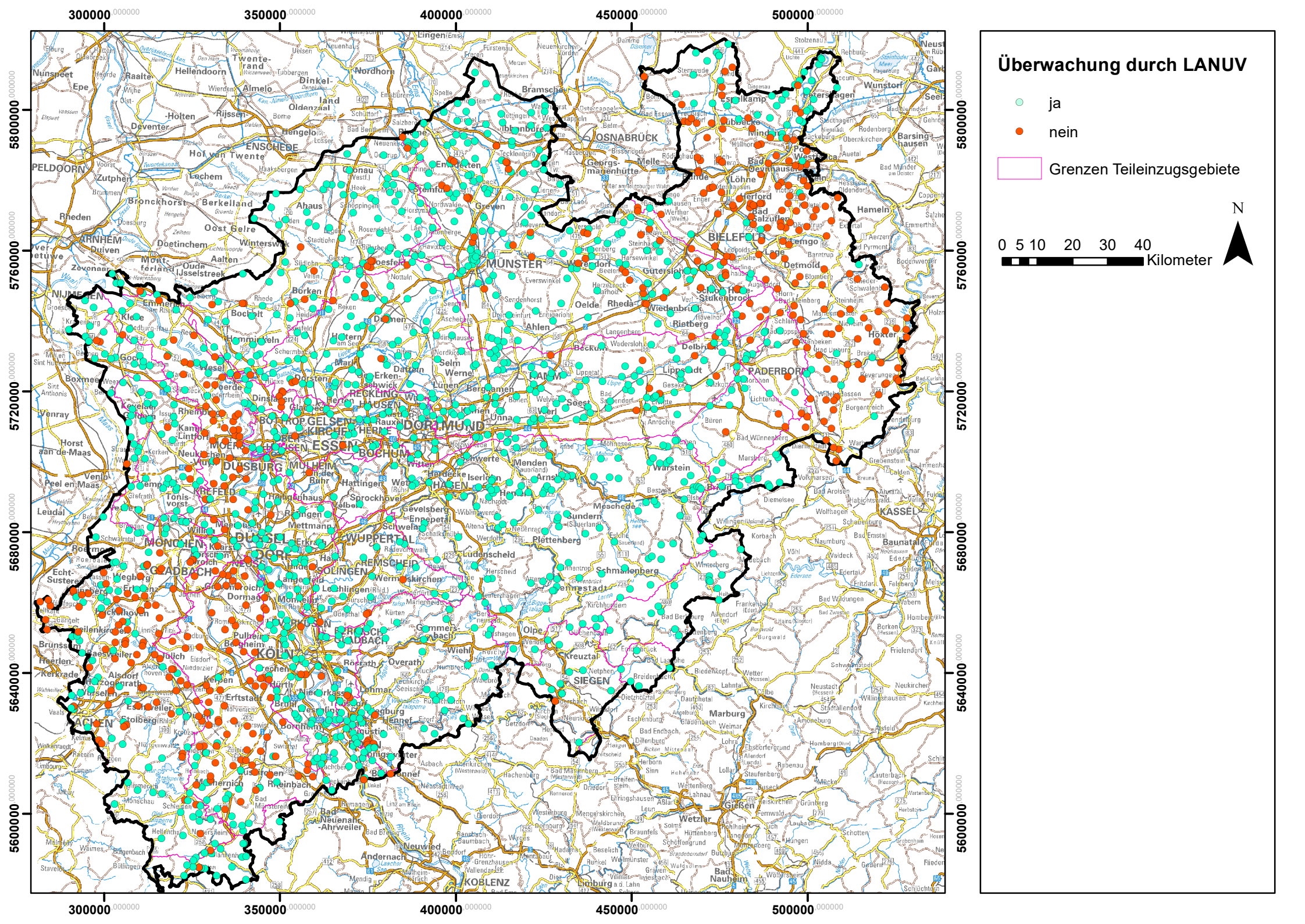
Maßstab 1: 10.000





Anlage 5: HygrisC-konforme Tabellendokumentation

Feldbezeichnung (MST-Pass)	Einheit (MST-Pass)
Befahrung	
Messstellenname	
Messstellennummer	
Datum Messstellenbefahrung	
Messstellenpass erstellt von	
East	
North	
Lagebeschreibung	
Messstellenart	
GOK	m NHN
MPH/ROK	m NHN
Ausbauart	
Differenz ROK minus GOK	m
FOK	m u. ROK
FUK	m u. ROK
Filterlaenge	cm
Soll-Tiefe Sohle	m u. ROK
Ist-Tiefe Sohle	m u. ROK
GWM/Brunnen: Ruhewasserspiegel	m u. ROK
Quelle/Sickerstollen: Schüttung	l/min
Baujahr	
Rohrinnendurchmesser	mm
Rohrmaterial	
Filtermaterial	
Pumpenbefahrbarkeit	
Messprogramm	
Grund_fuer_Befahrung	
Grundwasserkörper-ID	
Hydrogeologische Einheit	
Petrographie Filterausbau	
Durchlässigkeitsbeiwert	m/s
Richtung Zustrom	
Landnutzung 1	
Landnutzung 2	
Eigentümer	
Betreiber	
Ansprechpartner	
Grundstück	
Vorbereitung Pumpversuch	
Fördermenge (berechnet)	l
Entnahmetiefe (berechnet)	m u. ROK
Förderrate (berechnet)	l/min
Durchführende	
Entnahmegesetz	
Datenlogger	
Datenloggertyp	
Bohrlochdurchmesser	mm
Filterkiesoberkante	m u. GOK
Filterkieslaenge	m
Ergebnis (Pumpversuch)	
Entnahmetiefe	
Fördermenge	l
Förderrate	l/min
Förderdauer	min
Abgesenkter Wasserspiegel	m u. ROK
Ergebnis (Pumpversuch)	
Trübung	
Bodensatz	
Farbe	
Geruchart	
Geruchstärke	
Wassertemperatur	°C
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm
Redoxpotential	mV
Sauerstoffgehalt	mg/l
pH-Wert	ohne



**Leistungsverzeichnis: Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen des EG-WRRL-Messnetzes „Messstellenpässe“)**

Pos	Kurzbeschreibung der Leistung (s. auch Leistungsbeschreibung)	Menge	Einheit	Preis €	Gesamt €
<b>01.</b>	<b>Erstellung begleitender Dokumente für die Eignungsprüfungen („Messstellenpässe“)</b>				
01.01	Erarbeitung der Messstellenpässe inkl. Stammdatenabgleiches und -ergänzung in Anlehnung an das Muster für Grundwassermessstellen und Betriebsbrunnen in Anlage 2 bzw. das Beispiel in Anlage 3		Stk		
<b>02.</b>	<b>Technische Prüfungen vor Ort</b>				
02.01	Aufsuchung der Messstelle vor Ort, gefahrlose Zugänglichkeit, Parkmöglichkeit für Probennahmefahrzeug		Stk		
02.02	Fotografische Dokumentation des Bauwerkes nach vorgegebener Methode gemäß HYDOR (2018)		Stk		
02.03	Feststellung der Landnutzung am Ort der Messstelle und von Besonderheiten im unmittelbaren Umfeld (Ermittlung und Dokumentation möglicher Eintragsquellen)		Stk		
02.04	Lage- und Höhenkontrolle mittels einfacher GPS-Messung im Vergleich zu den vorhandenen Koordinaten sowie von Messungen der Messpunkthöhe über Gelände		Stk		
02.05	Technische Beurteilung des oberirdischen Zustandes des Bauwerkes und Messstellenabschlusses		Stk		
02.06	Erhebung des Ausbaumaterials des Vollrohres und Messung des Ausbauinnendurchmessers		Stk		
02.07	Messung des Wasserstandes und Tiefenlotung der Grundwassermessstelle bzw. der Quellschüttung		Stk		
02.08	Prüfung der Pumpen-Befahrbarkeit der Rohre mit einem Prüfkörper (Dummy)		Stk		
02.09	Durchführung eines Leistungs- bzw. Demonstrativpumpversuches gemäß der Vorgaben der Leistungsbeschreibung (maximal 90 min)		Stk		
<b>03.</b>	<b>Dokumentation der technischen Prüfung vor Ort</b>				
03.01	Aufbereitung zu den Ergebnissen der Eignungsprüfungen vor Ort und die Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen gemäß Leistungsbeschreibung und Kapitel 6 des QS-Leitfadens (LANUV 2018).		Stk		
<b>04.</b>	<b>Vervollständigung der Messstellenpässe mit den neu erhobenen Daten</b>				
04.01	Aktualisierung bzw. Ergänzung der Elemente nach der Leistungsbeschreibung		Stk		
<b>05.</b>	<b>Klassifizierung und Bewertung der Messstellen hinsichtlich des weiteren technischen Handlungsbedarfes</b>				
05.01	Bewertung anhand der im QS-Leitfaden genannten 39 Kriterien (dort Fließschemata in Anhang 1)		Stk		
<b>06.</b>	<b>Sonstiges</b>				
06.01	Halbtägige Besprechung am Sitz des AG in Düsseldorf	1	psch		
<b>Zusammenstellung</b>					
		<b>Summe netto:</b>			
	abzgl. ggf. Preisnachlass (Rabatt) in %		%		-
	rabattierte Nettosumme	<b>Summe netto:</b>			
		<b>USt. (19 %):</b>			
		<b>Bruttosumme:</b>			



---

# **Musterleistungsbeschreibung**

## **zur geophysikalischen Überprüfung von**

### **Grundwassermessstellen**

#### **des Landes Nordrhein-Westfalen**

## 1 Hintergrund

Das LANUV ist für den Betrieb eines landesweiten Messnetzes für das überblicksweises und operative Grundwassermonitoring von 275 Grundwasserkörpern Nordrhein-Westfalens zuständig, die gemäß den Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG (EG-WRRL und GrwV §9 Absatz 1) repräsentativ zu überwachen sind. Nach den Vorgaben der EG-WRRL und der Grundwasserverordnung muss in jedem Grundwasserkörper ein repräsentatives Messnetz zur chemischen und mengenmäßigen Überwachung und zur Beurteilung der anthropogenen Nutzungseinflüsse vorhanden sein, in gefährdeten Grundwasserkörpern ist zusätzlich ein operatives Messnetz zur Ermittlung von Trends erforderlich. Das WRRL-Messnetz wurde erstmalig im Zeitraum von 2005 bis 2007 aufgestellt. Fachliche Grundlage für den Aufbau des WRRL-Messnetzes und für die Anforderungen an Messstellen und das Monitoring sind im Monitoring-Leitfaden Grundwasser des Landes Nordrhein-Westfalen beschrieben (MUNLV 2008, LANUV 2018).

Gegenstand der Leistungsbeschreibung sind geophysikalische Ausbaukontrollmessungen an Messstellen des WRRL-Messnetzes in NRW. Die Teufen der Messstellen betragen bis zu 100 m, zumeist jedoch deutlich weniger als 50 Meter, die Durchmesser der Rohre mindestens 50 und i.d.R. weniger als 125 mm. Die konkreten Messstellenlisten werden zu Beginn der Arbeiten übergeben. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die zu bearbeitenden Messstellen über die gesamte Landesfläche erstrecken.

Mithilfe von geophysikalischen Messverfahren können Grundwassermessstellen in Bezug auf verschiedene Mängel untersucht werden und Ausbau- bzw. Schichtdaten nacherfasst werden. Dazu stehen verschiedene Messverfahren zur Verfügung. Eine Untersuchung auf einen Mangel erfolgt bei konkretem Verdacht oder planmäßig im Rahmen einer Eignungsprüfung zwecks Kontrolle von Alterungserscheinungen. Die nachträgliche Erfassung bzw. Präzisierung von Ausbau- und Schichtdaten steht im Zusammenhang mit fehlender oder unvollständiger Dokumentation in den Bestandsunterlagen und erfolgt entsprechend anlassbezogen.

Mögliche zu untersuchende Mängel sind:

- nicht vorhandene, ungünstig positionierte, einseitig ausgebildete, unvollständige oder mit Nachfall vermischte Ringraumabdichtungen (Tone oder Ton-Zement-Suspensionen),
- undichte Rohrverbindungen mit der Folge des Kurzschlusses mehrerer Grundwasserleiter und dem Ergebnis, dass Messstellen nur Mischproben und falsche Grundwasserstände liefern; außerdem Beeinflussung verschiedener Grundwasserleiter/ Grundwasserqualitäten gegeben,
- im Hinblick auf die lithologische Ausbildung unpräzise geologische Schichtenverzeichnisse und ein daraus resultierender, nicht angepasster Ausbau oder eine ungünstige Verfüllung der Messstelle/ des Brunnens,

- Hohlräume/ unverfüllte Bereiche, die durch Brückenbildungen bzw. Setzungen hervorgerufen wurden und zu Setzungen an der Oberfläche und damit einhergehender Unfallgefahr führen können,
- Überschüttungen von Filterstrecken mit Ton oder Eindringen von Ton-Zement-Suspensionen in den Filterbereich und damit "Verstopfung" der Filterschlitzte und Filterkiese,
- zu starkes Sanden,
- mechanische Beschädigung von Rohren,
- Versalzungen des Porenwassers,
- Verbiegung des Rohrstranges, hervorgerufen durch fehlende Zentrierung und/ oder einen plötzlichen Neigungsaufbau der Bohrung und damit verbundene Schwierigkeiten beim Einbau von Pumpen und Messgeräten,
- Verwendung unterschiedlicher Rohrchargen, was zu Absätzen an den Rohrverbindungen führt und Schwierigkeiten beim Einbringen von Pumpen und Messgeräten hervorrufen kann,
- exzentrischer Einbau der Rohre in die Aufschlussbohrung und damit verbundene ungleichmäßige oder einseitig fehlende Ringraumabdichtung, meist hervorgerufen durch das Fehlen oder eine ungenügende Anzahl von Zentralisatoren,
- auf Grund zu großer Neigung der Aufschlussbohrung nur einseitig geschüttete Filterkiese, mit der häufigen Folge des Sandens oder einer deutlich schnelleren Alterung der Messstelle,
- Schäden bzw. Brüche im Vollrohrbereich mit resultierenden Undichtigkeiten,
- Undichtigkeiten am Verpressstück, bei einer Abdichtung des Ringraums mit Ton-Zement-Suspension, mit den gleichen Folgen wie bei undichten Rohrverbindungen,
- nicht richtig auf die lithologischen Verhältnisse abgestimmte Filterschlitzte und Filtersande, mit der Folge einer geringen Durchlässigkeit von Ringraum und Filterschlitzten oder des Sandens der Messstelle,
- falsche Positionierung von Filterstrecken, hervorgerufen durch Messfehler oder Unaufmerksamkeit beim Rohreinbau,
- zu lange Filterstrecken mit der Folge, dass keine repräsentative Probenahme möglich ist,
- mehrere Filterstellungen mit der Konsequenz wie vorher,
- Fremdkörper in der Rohrstrecke,
- Rohrbeläge, Verockerungen, Versinterungen, Verschleimungen im Filterkies
- Korrosion der Rohrtour.

Mögliche nachträglich zu erfassende Ausbau- bzw. Schichtdaten sind:

- Länge des Aufsatz-, Filter- und Sumpfrohes
- Filterschlitzweite
- Ausbaudurchmesser

- Ausbaumaterial
- Lage von Ringraumabdichtungen
- Mächtigkeit der Filterkiesschüttung
- Schüttkorndurchmesser
- geologisches Schichtenverzeichnis

## **2 Zielstellung**

Hinsichtlich der o.g. Kriterien soll eine geophysikalische Überprüfung des unterirdischen Zustandes der Bauwerke und/ oder die Nacherfassung von Ausbau- bzw. Schichtdaten an den vom LANUV anlassbezogen dazu ausgewählten Grundwassermessstellen durchgeführt werden.

Zum Einsatz kommen geophysikalische Messverfahren, durch die folgende Fragestellungen umfassend untersucht werden können:

- Vorhandensein und/ oder Lage von Ringraumabdichtungen (i.w.S. Tonsperren = vertikale Ringraumabdichtung) sowie deren Korrespondenz mit dem geologischen Schichtenprofil,
- hydraulische Wirksamkeit von Ringraumabdichtungen, insbesondere wenn Hinweise auf Inhomogenitäten der Ringraumabdichtung vorliegen,
- Überprüfung auf Brückenbildung im Ringraum,
- Vorhandensein und Zustand der Kiesschüttung (Kolmationen, Verdichtungen, Feinkornanteil),
- Durchlässigkeit des filternahen Bereiches/ der Ringraumschüttung,
- Dichtheit der Aufsatzrohre, insbesondere der Rohrverbindungen,
- Rohrbeschädigungen (Haarrisse) und Rohrovalitäten,
- Zufluss im Filterbereich bzw. Erstellung einer Zuflussprofilierung der Filterstrecke (besonders wichtig bei Filterlängen > 5 m zwecks repräsentativer Probenahme),
- Vertikalität und Exzentrizität der eingebrachten Verrohrung,
- Nacherfassung verschiedener Ausbaudaten (Länge des Aufsatz-, Filter- und Sumpfrohrs, Filterschlitzweite, Ausbaudurchmesser, Ausbaumaterial, Mächtigkeit der Filterkiesschüttung, Schüttkorndurchmesser),
- Erstellung bzw. Präzisierung des geologischen Profils.

### 3 Fachtechnische Grundlagen

Folgende Dokumente sind fachtechnische Grundlage der durchzuführenden Arbeiten:

- DVGW-Arbeitsblatt W 110 (2005<sup>1</sup>): Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen – Zusammenstellung von Methoden und Anwendungen; wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- LANUV (2018): Leitfaden zur dauerhaften Organisation und Qualitätssicherung der WRRL-Messnetze in Nordrhein-Westfalen. Bericht der HYDOR Consult GmbH an das LANUV NRW.
- LANUV (2016): Musterprotokoll einer Kamerabefahrung für das EG-WRRL-Messnetz des LANUV, Düsseldorf (optional für Kamerabefahrungen).

### 4 Übersicht zu Messverfahren

In Tabelle 1 (s. auch Tabelle 5 in der W 110 des DVGW von 2005<sup>1</sup>) sind die wichtigsten geophysikalischen Messverfahren aufgelistet und bezüglich ihres Wirkprinzips kurz erläutert. In Klammern ist die jeweilige Maßeinheit der Messgröße mit angegeben.

### 5 Durchzuführende Messverfahren

Die jeweilige Fragestellung wird dem Auftragnehmer pro Messstelle bei Auftragsvergabe mitgeteilt (Anlage). Somit ist eine fragestellenbezogene Selektion der Verfahren möglich.

Für die meisten der in Kapitel 2 genannten Zielstellungen werden folgende, in der Praxis der Ausbaukontrolle erfolgreiche Messverfahren in Abhängigkeit vom Ausbaudurchmesser ausreichend sein (s. auch Leistungsverzeichnis):

- PVC < 100 mm: CAL, SGL, GG.D, NN, IL mit 3 Eindringtiefen (Spacings´s), FEL, optional Flowmeter (FLOW), SAL-TEMP oder Summenpackertest (PT), wenn Indikationen auf undichte Rohrverbindungen aus der FEL-Messung vorhanden, Kamerabefahrung (optional);
- PVC  $\geq$  100 mm bis 150 mm: CAL, SGL, RGG.D, NN, IL mit 3 Eindringtiefen (Spacings´s), FEL, optional Flowmeter (FLOW), SAL-TEMP oder Summenpackertest (PT), wenn Indikationen auf undichte Rohrverbindungen aus der FEL-Messung vorhanden, Kamerabefahrung (optional).

In Einzelfällen ist im Ergebnis der Sichtung der übergebenen Unterlagen eine umfassendere Untersuchung und Bewertung durchzuführen. Der Auftragnehmer hat dann in Abhängigkeit der Frage- bzw. Zielstellung und des Ausbaumaterials der Grundwassermessstelle jeweils anhand Tabelle 1 das geeignetste und wirtschaftlichste Messverfahren auszuwählen und dies mit dem Auftraggeber vorher abzustimmen.

---

<sup>1</sup> : Hinweis: aktuell befindet sich die W 110 gerade im Gelbdruckverfahren und wird 2018 voraussichtlich veröffentlicht



Tabelle 1: Gesamtübersicht zu geophysikalischen Messverfahren zur Kontrolle des Zustandes des Ausbaus von Brunnen und Grundwassermessstellen

Messverfahren	Abkürzung	Wirkprinzip	Aussage in ausgebauten Bohrungen (zumeist ist es für das Erreichen der Zielstellungen notwendig, Kombinationen verschiedener Messverfahren einzusetzen)
Kaliber-Log	<b>CAL</b>	mechanisches Abtasten der Aufschlusswandungen {Bohrloch- bzw. Rohrwandungen} (mm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zur Bestimmung des Rohrdurchmessers</li> <li>➤ zum Erkennen von Hindernissen, Deformationen oder ähnlichem zur Vermeidung von Sondenhavarien</li> <li>➤ zum Lokalisieren der Rohrverbindungen und der Filterstrecken</li> <li>➤ zum Erkennen von Rohrdefekten, -erweiterungen, -verengungen, -ovalitäten und -deformationen</li> <li>➤ zum Feststellen von Ablagerungen, Belägen und Krusten auf den Innenwandungen der Verrohrung</li> <li>➤ Korrekturmessverfahren für alle vom Bohrlochkaliber abhängigen Bohrmessverfahren</li> </ul>
Bohrlochverlaufs-Log / Bohrlochabweichungs-Log	<b>BA</b>	kontinuierliche Messung von Azimut und Neigung (Grad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zum Feststellen des Verlaufs der ausgebauten Bohrung (Neigung und Richtung, letzteres nur bei elektrisch nicht leitendem Ausbau)</li> <li>➤ Bestimmung des Abstandes benachbarter Aufschlüsse und Klärung der gegenseitigen Beeinflussung im Untergrund</li> </ul>
Fernsehsondierung	<b>OPT oder TV</b>	Optische Begutachtung der Aufschlusswandungen {Bohrloch- bzw. Rohrwandungen}	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zur Beurteilung des Zustandes der Verrohrungen</li> <li>➤ zum Erkennen von Belägen, Ablagerungen und Krustenbildungen auf den Rohrwandungen</li> <li>➤ zum Erkennen von Beschädigungen der Verrohrungen</li> <li>➤ zum Erkennen des Zustandes der Filteröffnungen</li> <li>➤ zur Feststellung von Korrosionserscheinungen, sofern Korrosion von innen nach außen</li> <li>➤ zur Klärung der Ursachen für (Brunnen-)Alterungsprozesse</li> <li>➤ zur Identifikation von Fremdkörpern und Hilfsmittel zu dessen Bergung</li> <li>➤ zum Erkennen der Ursachen von Befahrungsschwierigkeiten</li> <li>➤ zur Havarieprophylaxe und Hilfsmittel zur Beseitigung von Havarien sowie bei Reparatur der vorhandenen Installation, z.B. Setzen von Rohrwandmanschetten</li> <li>➤ zum Erkennen von Rohrleckagen und zur Analyse von Wasserbewegungen</li> <li>➤ zur Abschätzung der Wassertrübung und Erkennen von Feststoffeinträgen</li> </ul>
Optische Korngrößenanalyse und Schlitzweitenbestimmung	<b>OPT-K/S</b>	optische Begutachtung und Vermessung der sichtbaren Filterschüttung bzw. der Schlitzweite von Filterrohren (mm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zur Beurteilung des in den Filterschlitz sichtbaren Korngrößenspektrums</li> <li>➤ Bestimmung der Filterschlitzweite</li> </ul>
Fokussiertes-Elektro-Log	<b>FEL</b>	Messung des spezifischen elektrischen Widerstandes (Ohm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ bei elektrisch „nichtleitenden“ Ausbaumaterialien (Kunststoff, Holz, Steingut, Beton, Eternit)</li> <li>➤ zur Lokalisation von Filterstrecken</li> <li>➤ zum Erkennen von Rohrleckagen und Rohrbeschädigungen sowie Kontrolle der Dichtheit der Aufsatzrohre und Feststellen der Rohrstückelung</li> <li>➤ zur Begutachtung des Zustandes von Rohrwandungen</li> <li>➤ zur Abschätzung des Mineralisationsgrades im Innern der ausgebauten Bohrung</li> <li>➤ bei elektrisch leitenden Ausbaumaterialien (Stahl, Kupfer)</li> <li>➤ zur Einschätzung des Ausmaßes von Rohrbelägen und Rohrverkrustungen</li> <li>➤ zum Feststellen und zur Einschätzung des Ausmaßes von Schäden an Korrosionsschutzschichten auf</li> </ul>

Messverfahren	Abkürzung	Wirkprinzip	Aussage in ausgebauten Bohrungen (zumeist ist es für das Erreichen der Zielstellungen notwendig, Kombinationen verschiedener Messverfahren einzusetzen)
			den inneren Rohrwandungen
Induktions-Log	<b>IL</b>	Messung des spezifischen elektrischen Widerstandes (Ohm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ bei elektrisch „nichtleitenden“ Ausbaumaterialien (Kunststoff, Holz, Steingut, Beton, Eternit)</li> <li>➤ zur lithologischen Gliederung des umgebenden Gebirges</li> <li>➤ zur Bestimmung der Grundwassermineralisation im Gebirge</li> <li>➤ zur Abschätzung der Wassersättigung im Ringraum und im angrenzenden Gebirge</li> <li>➤ zum Erkennen und zur Lokalisation von metallischen Fremdkörpern im Bohrloch oder dessen näherer Umgebung</li> <li>➤ zur Lokalisation von Abstandshaltern an den Rohraußenwandungen</li> <li>➤ zum Feststellen der Teufenreichweite von Stahl- und Kupferrohren, von Spundwänden und armierten Betonfundamenten</li> <li>➤ zum Abgrenzen von magnetisch markierten Tonsperren im Ringraum</li> </ul>
Gamma-Ray-Log	<b>GR</b>	Messung der natürlichen $\gamma$ -Strahlung (API)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zur Kontrolle des geologischen Profils</li> <li>➤ zur Überprüfung der Lagerungsverhältnisse im Ringraum</li> <li>➤ zur Anzeige von Feinkornanteilen im Filterkies</li> <li>➤ zum Feststellen von Kolmationen im Filterbereich</li> <li>➤ zur Abgrenzung von Tonsperren bei Verwendung gammaaktiver Materialien</li> </ul>
Segmentiertes Gamma-Ray-Log	<b>SGL</b>	Messung der räumlichen Verteilung der natürlichen Strahlung in drei, jeweils um 120° horizontal versetzten Segmenten (API)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zur Kontrolle des geologischen Profils</li> <li>➤ zur Überprüfung der Lagerungsverhältnisse im Ringraum</li> <li>➤ zur Anzeige der räumlichen Verteilung von Feinkornanteilen im Filterkies</li> <li>➤ zum Feststellen der räumlichen Verteilung von Kolmationen im Filterbereich</li> <li>➤ zur Bestimmung der räumlichen Anordnung von Tonsperren bei Verwendung gammaaktiver Materialien</li> <li>➤ Erkennen und Bewertung von exzentrischem Rohreinbau im Bohrloch</li> <li>➤ zur Überprüfung des Erfolges von Maßnahmen zur sekundären Ringraumabdichtung</li> <li>➤ zur Überprüfung des Erfolges von Regenerierungsmaßnahmen im Filterbereich</li> </ul>
Neutron-Neutron-Log	<b>NN</b>	Messung der gestreuten Neutronenstrahlung, die ein Maß für den Gesamtwasserstoffgehalt darstellt (cps bzw. WE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zum Erkennen und Abgrenzen von Tonsperren unbekannter Zusammensetzung</li> <li>➤ zur Bestimmung des Wassergehaltes und des Wasserspiegels im Ringraum</li> <li>➤ zum Feststellen der Ausbreitung von Suspensionen im Ringraum</li> <li>➤ zur Einschätzung des Gehalts bindiger Bestandteile in der Kiesschüttung</li> <li>➤ zur Überprüfung des Erfolges von Maßnahmen zur sekundären Ringraumabdichtung</li> <li>➤ Überprüfung der Wirksamkeit von im Ringraum festgestellten hydraulischen Sperren</li> <li>➤ dient als Nachweisverfahren beim Gasdynamischen Test</li> </ul>
Gamma-Gamma-Dichte-Log	<b>GG.D</b>	Messung der gestreuten Gamma-Strahlung, die umgekehrt proportional ein Maß für die Dichteverteilung ist (cps bzw. g/cm <sup>3</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zum Erkennen der vorhandenen Stückelung von Stahlrohrsträngen</li> <li>➤ zum Erkennen von Rohrschäden</li> <li>➤ zum Erkennen von Stahlrohren unterschiedlicher Wandstärke</li> <li>➤ zur Abgrenzung von Stahlfilterrohren von Vollrohrabschnitten</li> <li>➤ zur Einschätzung der Lagerungsdichte und zum Erkennen von Lagerungsstörungen sowie Änderungen der Porosität im Ringraum</li> </ul>

Messverfahren	Abkürzung	Wirkprinzip	Aussage in ausgebauten Bohrungen (zumeist ist es für das Erreichen der Zielstellungen notwendig, Kombinationen verschiedener Messverfahren einzusetzen)
			<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zum Tonsperrenachweis</li> <li>➤ zur Überprüfung des Erfolges von Maßnahmen zur sekundären Ringraumabdichtung</li> <li>➤ zur Überprüfung des Erfolges von Regenerierungsmaßnahmen im Filterbereich</li> <li>➤ zur Einschätzung der geologischen Lagerungsverhältnisse bei annähernd ringraumlosen Bohrungen</li> <li>➤ zur Bestimmung des Wasserspiegels an den Außenwandungen des Rohrstrangs</li> <li>➤ zur Dichtheitsüberprüfung von hydraulischen Sperren im Ringraum</li> </ul>
Gamma-Gamma-Dichte-Ringraumscanner-Log	<b>RGG.D</b>	um 360° rotierende Messung der gestreuten Gamma-Strahlung, die umgekehrt proportional ein Maß der Dichteverteilung ist (cps bzw. g/cm <sup>3</sup> ) - Einsatz nur bei Rohrdurchmessern von 100 – 150 mm (4“-6“)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zum Nachweis einer rundum allseitigen homogenen Verfüllung des Ringraums</li> <li>➤ zum Feststellen von räumlichen Veränderungen der Filterkies- und Tonsperrenummantelung und Einschätzung der Qualität der Filterkiesschüttung bzw. der Tonsperrenqualität</li> <li>➤ Überprüfung der Exzentrizität der Lage von Rohren im Bohrloch</li> <li>➤ Erkennen von Gasaufstiegsbahnen im Ringraum</li> <li>➤ Erkennen der räumlichen Ausbreitung von verwendeten Suspensionen</li> <li>➤ zur Bestimmung des Wasserspiegels an den Außenwandungen von Rohrsträngen</li> <li>➤ zur Dichtheitsüberprüfung von hydraulischen Sperren im Ringraum</li> <li>➤ zur Überprüfung des Erfolges von Maßnahmen zur sekundären Ringraumabdichtung</li> <li>➤ zur Überprüfung des Erfolges von Regenerierungsmaßnahmen im Filterbereich</li> </ul>
Suszeptibilitäts-Log / Magnetik-Log	<b>MAL</b>	Messung der Magnetisierbarkeit des umgebenden Materials (cps)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>bei nicht metallischem Ausbau</b></li> <li>➤ zum Metallnachweis (verlorene Rohre und Teile, Zentralisatoren, Mantelrohre)</li> <li>➤ zur Abgrenzung von magnetisch markierten Tonsperren und Suspensionen</li> <li>➤ zur Gliederung von Hinterfüllmaterial unterschiedlicher Magnetisierbarkeit</li> <li>➤ zum Feststellen der Teufenreichweite von Stahlrohren, von Spundwänden und armierten Betonfundamenten</li> </ul>
Elektromagnetisches Wanddicken-Log	<b>EMDS.WD</b>	Messen des zeitlichen Abklingens des induzierten Stroms nach magnetischem Impuls (mV als Funktion der Wandstärke in mm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zur Einschätzung des Zustandes von Stahl- und Kupferrohren</li> <li>➤ zur Bestimmung der Wandstärke von Stahlrohren</li> <li>➤ zur Klärung des Aufbaus von teleskopiert eingebauten Stahlrohren</li> <li>➤ zur Erkennen von potentiellen Leckage- und Durchrostungsstellen und Schwächezonen an verbauten Stahlrohren</li> <li>➤ zum Feststellen der Teufenreichweite von Stahlrohren, von Spundwänden und armierten Betonfundamenten</li> </ul>
Flowmeter-Log	<b>FLOW-0</b> <b>FLOW-1</b> ... <b>FLOW-1</b>	Messung der Umdrehungszahl eines Messflügels als Funktion der Fließgeschwindigkeit bei unterschiedlichen Anregungszuständen (cps, m/min bzw. m <sup>3</sup> /h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zur Zuflussprofilierung</li> <li>➤ zur Klärung der herrschenden hydrodynamischen und hydrostatischen Verhältnisse</li> <li>➤ zur Lokalisation von Zufluss- und Verlusthorizonten und deren Quantifizierung</li> <li>➤ zur Überprüfung der Auswirkungen von baulichen Änderungen auf das Fließ- und Zuflussverhalten</li> <li>➤ zur Überprüfung des Erfolges von Regenerierungsmaßnahmen</li> <li>➤ zur Ursachenforschung bei nachlassender Ergiebigkeit</li> <li>➤ zum Erkennen von Fremdzufüssen</li> </ul>
Tracer-Fluid- bzw. SAL-TEMP-Log	<b>TFL-0</b> <b>TFL-1</b> ...	Beobachtung der Wasserbewegung und Bestimmung der vertikalen Fließge-	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ besonders geeignet zum Nachweis von Wasserbewegungen von geringem Ausmaß sowohl in Ruhe als auch bei Fremdanregung</li> <li>➤ zur Einschätzung der hydrodynamischen Verhältnisse im Brunnen und dessen Umgebung</li> </ul>

Messverfahren	Abkürzung	Wirkprinzip	Aussage in ausgebauten Bohrungen (zumeist ist es für das Erreichen der Zielstellungen notwendig, Kombinationen verschiedener Messverfahren einzusetzen)
	<b>TFL-n</b>	schwindigkeit des sich in der Bohrung befindlichen Wassers unter gezielter Zugabe eines Tracers (NaCl, Uranin, Eosin) bei unterschiedlichen Anregungszuständen mittels <u>SAL</u> und <u>TEMP</u> , oder OF-U oder OF-E (m/min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zur Prüfung auf Leckstellen in den Aufsatzrohren, insbesondere bei Stahlausbau</li> <li>➤ zur Klärung der hydrostatischen Verhältnisse</li> <li>➤ zur Einschätzung des Einflusses von Nachbaraufschlüssen auf die Funktion des Brunnens</li> </ul>
Tracer-Log	<b>TL</b>	Beobachtung der Wasserbewegung im Bohrloch, um Tracerdurchbrüche zu lokalisieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zur Einschätzung der Wasserwegsamkeit in der Bohrungsumgebung</li> <li>➤ zur Bestimmung von Fließgeschwindigkeiten in der Bohrlochumgebung</li> <li>➤ zur Überprüfung der Wirksamkeit von hydraulischen Sperrern</li> <li>➤ zum Erkennen und Quantifizieren von Hinterrohrzirkulationen</li> </ul>
	<b>OF-U OF-E</b>	Messung des Gehaltes der Farbstoffe Uranin (U) und Eosin (E) im Wasser im Messbereich 0 bis 200 µg/l bzw. m/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ besonders geeignet zum Nachweis von Wasserbewegungen von geringem Ausmaß sowohl in Ruhe als auch bei Fremdanregung</li> <li>➤ zur Einschätzung der hydrodynamischen Verhältnisse im Brunnen und dessen Umgebung</li> <li>➤ zur Prüfung auf Leckstellen in den Aufsatzrohren, insbesondere bei Stahlausbau</li> <li>➤ zur Klärung der hydrostatischen Verhältnisse</li> <li>➤ zur Einschätzung des Einflusses von Nachbaraufschlüssen auf die Funktion des Brunnens</li> </ul>
Packerflowmeter-Log	<b>FWPACK</b>	Messung der Umdrehungszahl des Messflügels eines abgepackerten Flowmeters (cps)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einschätzung der Durchlässigkeit der Filterschlitzte und des brunnennahen Ringraumes</li> </ul>
Packertest	<b>PT</b>	unter Einsatz eines Einfach- oder Doppelpackers Abschottung von Bohrungsabschnitten	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zum Nachweis der Dichtheit von Vollrohrabschnitten</li> <li>➤ zur Lokalisation und Eingrenzung von Rohrleckagen</li> <li>➤ zur Einschätzung der Durchlässigkeit von Rohrleckagen</li> <li>➤ zur Klärung der hydrostatischen und hydrodynamischen Verhältnisse</li> <li>➤ zur getrennten Untersuchung von mehreren vorhandenen hydraulisch getrennten Grundwasserstockwerken</li> </ul>
Gasdynamischer Test	<b>GDT</b>	Verfolgung der Aufstiegsbahnen von Stickstoff im Ringraum von ausgebauten Bohrungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Test zum Nachweis der hydraulischen Wirksamkeit von Ringraumabdichtungen</li> </ul>

## 6 Auswertung und Übergabe der Ergebnisse

Die Übergabe der Ergebnisse erfolgt in grafischer und textlicher Form als Ergebnisbericht inklusive einer Interpretation der Untersuchungsergebnisse zugeschnitten auf die jeweilige Frage- bzw. Zielstellung. Der Bericht enthält Informationen zu den mit den Messungen festgestellten Abweichungen zu den Soll-Informationen aus den übergebenen Messstellen-Unterlagen und bewertet diese in geohydraulischer und hydrogeologischer Hinsicht. Die Lokalisierung von Schäden bzw. Mängeln oder auch die hinzugewonnenen Ausbaudaten und Schichtdaten sind exakt in Meter unter Geländeoberkante anzugeben. Des Weiteren ist – sofern Mängel vorliegen - eine entsprechende Empfehlung zum weiteren Vorgehen an der betreffenden Grundwassermessstelle abzuleiten.

Die grafische Darstellung der Ergebnisse der geophysikalischen Messung(en) kann nach dem Muster in Abb. 1 oder einem anderen angepassten Format erfolgen. Sämtliche Dokumente werden analog und digital (\*.pdf) übergeben.

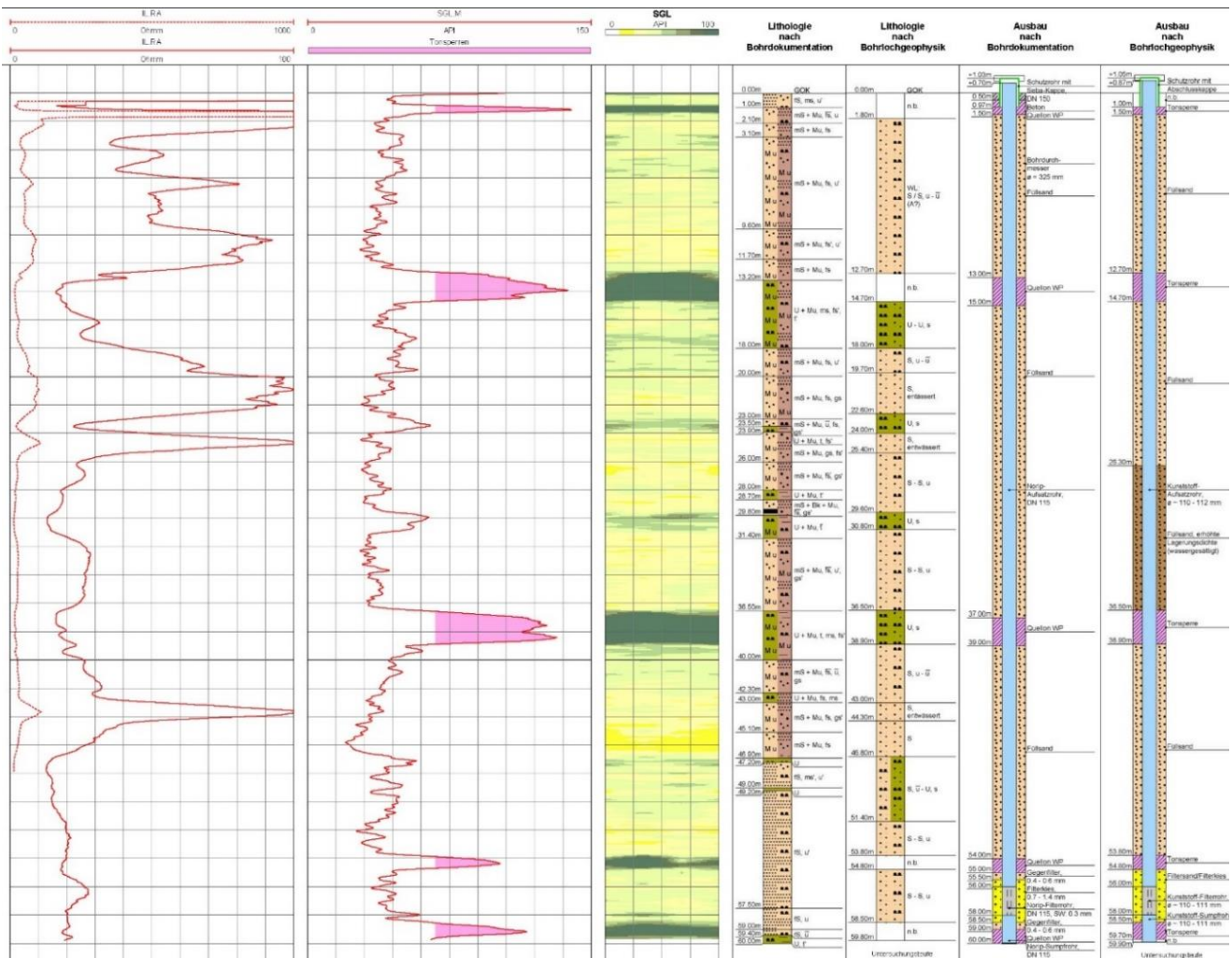


Abb. 1: Geophysikalische Ausbauprotokolle mit Induktionslog zur Feststellung der lithologischen Lagerungsverhältnisse im Gebirge (© Fa. Bohrlochmessung Storkow GmbH)

Für die Durchführung und Dokumentation von Kamerabefahrungen (OPT) gelten gesonderte Kriterien (nach LfU Bayern 2004<sup>2</sup>):

- Kamerakopf für Axialsicht und Radialsicht; 90° zur Lotrechten; Vorhalten der Anlage einschließlich Bedienung und aller Nebenleistungen, z. B. Notstromaggregat.
- Der Nullpunkt für die Tiefenposition des Kamera-Aufnahmekopfes muss auf die Höhe der Geländeoberkante ausgerichtet sein.
- digitale Übergabe der Dokumentation inkl. Fotos und Video auf DVD.
- ausführlicher Bildbericht für jede Messstellenbefahrung: Dieser Bildbericht soll auf alle festgestellten Schäden oder Beeinträchtigungen des Messstellenausbaus und auf die Tiefenlage der einzelnen Ausbauabschnitte (Aufsatz-, Filter-Sumpfrohre) eingehen; er soll aussagekräftige Fotoaufnahmen enthalten, speziell von den Übergangsbereichen Standrohr/Vollrohr, Stahl-/PVC-Rohr, Rohr/offene Bohrung, vom Grundwasserspiegel, vom Filterrohr, von allen festgestellten Schäden und der Messstellensohle. Ein Bildbericht soll aus mindestens zehn Fotos bestehen. Bei tiefen Messstellen soll mindestens eine Fotoaufnahme alle 10 m vorhanden sein. Im Bereich der Vollrohre sollen diese Fotos möglichst die Rohrverbindungen zeigen.
- Tiefenlage der Ausbauabschnitte soll in Meter unter Geländeoberkante angegeben werden und nicht bezogen auf den Messpunkt oder die Rohroberkante, da diese Bezugsgrößen im Verlauf der Gesamtbeobachtung verändert und damit später die tiefenmäßige Zuordnung der Ausbauelemente erschwert werden kann.
- Der Bildbericht soll zudem eine Beurteilung festgestellter Mängel enthalten und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen an der betreffenden Grundwassermessstelle aufzeigen.

## **7 Qualifikation des Auftragnehmers**

Der Auftragnehmer zeichnet sich durch eine langjährige Erfahrung im Bereich der Ausführung und Interpretation von den unter Punkt 4 und 6 aufgeführten Messverfahren aus und kann dies mit entsprechenden Referenzen aus den vergangenen fünf Jahren belegen.

Die notwendige Messtechnologie wird durch den Auftragnehmer bereitgestellt. Die Auswertung der Untersuchung(en) erfolgt durch Personal der Fachbereiche Brunnenbau, Geophysik oder vergleichbarer Fachbereiche.

Die Unterlagen zu den einzelnen Messstellen (inkl. von Messstellenpässen) und die Aufgabenstellung werden bei Auftragsvergabe übergeben. Die im Leistungsverzeichnis enthaltenen Positionen verstehen sich jeweils inkl. der An- und Abfahrt sowie der Erstellung von Bautagebüchern. Sowie sämtlicher Nebenkosten (Wasser, Strom, Entsorgung), die nicht gesondert vergütet werden.

---

<sup>2</sup> LfU Bayern (2004): Fernsehbefahrungen von Grundwassermessstellen Materialien Nr. 116 (Oktober 2004)

**Leistungsverzeichnis zur geophysikalischen Überprüfung von Grundwassermessstellen des Landes Nordrhein-Westfalen**

Pos	Kurzbeschreibung der Leistung (s. auch Leistungsbeschreibung)	Menge	Einheit	Preis €	Gesamt €
<b>01.</b>	<b>Übernahme Daten und Auswahl Messverfahren</b>				
01.01	Die jeweilige Fragestellung wird dem Auftragnehmer pro Messstelle bei Auftragsvergabe mitgeteilt. Fragestellenbezogene Selektion der Verfahren		Stk		
<b>02.</b>	<b>Baustelleneinrichtung</b>				
02.01	Einrichtung pro Standort (Grundpreis pro Messstelle)		Stk		
<b>03.</b>	<b>Messverfahren</b>				
03.01	CAL - Kalibermessung		m		
03.02	SGL - segmentiertes Gamma-Log		m		
03.03	GG.D - Gamma-Gamma-Dichte-Log		m		
03.04	RGG.D - Gamma-Gamma-Dichte-Ringraumscanner-Log		m		
03.05	NN - Neutron-Neutron-Log		m		
03.06	IL - Induktions-Log		m		
03.07	FEL - fokussiertes Elektro-Log		m		
03.08	PT - Summenpackertest		m		
03.09	SAL-TEMP-Messung		m		
03.10	FLOW-Flowmeter-Messung		m		
03.11	OPT - Kamerabefahrung		m		
<b>04.</b>	<b>Auswertung und Dokumentation</b>				
04.01	Nach den Vorgaben der Leistungsbeschreibung				
04.02	Halbtägige Besprechung am Sitz des AG in Düsseldorf	1	psch		
<b>Zusammenstellung</b>					
			<b>Summe netto:</b>		
	abzgl. ggf. Preisnachlass (Rabatt) in %		%		-
	rabattierte Nettosumme		<b>Summe netto:</b>		
			<b>USt. (19 %):</b>		
			<b>Bruttosumme:</b>		



---

# **Musterleistungsbeschreibung**

## **zur Regenerierung und Sanierung sowie von**

## **Maßnahmen zur Feststellung der Erfolgskon-**

## **trolle von Grundwassermessstellen des Landes**

## **Nordrhein-Westfalen**



## 1 Hintergrund

Das LANUV ist für den Betrieb eines landesweiten Messnetzes für das überblicksweises und operative Grundwassermonitoring von 275 Grundwasserkörpern Nordrhein-Westfalens zuständig, die gemäß den Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG (EG-WRRL und GrwV §9 Absatz 1) repräsentativ zu überwachen sind. Nach den Vorgaben der EG-WRRL und der Grundwasserverordnung muss in jedem Grundwasserkörper ein repräsentatives Messnetz zur chemischen und mengenmäßigen Überwachung und zur Beurteilung der anthropogenen Nutzungseinflüsse vorhanden sein, in gefährdeten Grundwasserkörpern ist zusätzlich ein operatives Messnetz zur Ermittlung von Trends erforderlich. Das WRRL-Messnetz wurde erstmalig im Zeitraum von 2005 bis 2007 aufgestellt. Fachliche Grundlage für den Aufbau des WRRL-Messnetzes und für die Anforderungen an Messstellen und das Monitoring sind im Monitoring-Leitfaden Grundwasser des Landes Nordrhein-Westfalen beschrieben (MUNLV 2008, LANUV 2018).

Gegenstand der Leistungsbeschreibung sind Regenerierungsmaßnahmen einschließlich Dokumentation und Effizienzkontrolle an Messstellen des WRRL-Messnetzes in NRW. Die konkreten Messstellenlisten werden zu Beginn der Arbeiten übergeben. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die zu bearbeitenden Messstellen über die gesamte Landesfläche erstrecken.

## 2 Fachtechnische Grundlagen

Folgende Dokumente sind fachtechnische Grundlage der durchzuführenden Arbeiten:

- HYDOR (2018): Leitfaden zur dauerhaften Organisation und Qualitätssicherung der WRRL-Messnetze in Nordrhein-Westfalen. Bericht der HYDOR Consult GmbH an das LANUV NRW (in Vorbereitung).
- Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung: Merkblatt Bau von Grundwassermessstellen.- Hrsg.: Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ Leipzig-Halle, Dresden, Juni 2012,
- BuE (201): Behörde für Umwelt und Energie Hamburg, Merkblätter zur Qualitätssicherung, Merkblatt Nr. 8, Sanierung und Rückbau von Grundwassermessstellen
- DVGW Technische Regel Arbeitsblatt W 111 A (2015): Pumpversuche bei der Wassererschließung, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Technisch-wissenschaftlicher Verein, ISSN 0176-3504, Bonn,
- DVGW-Arbeitsblatt W 112 (A) (2010): Grundsätze der Grundwasserprobenahme aus Grundwassermessstellen, Bonn,

- DVGW Technische Regel Arbeitsblatt W 121 (2003): Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen.- DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Bonn,
- DVGW Technische Regel Arbeitsblatt W 130 (2007): Brunnenregenerierung, Bonn,
- DVGW-Arbeitsblatt W 135 (1996): Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen, Bonn (aktuell in Überarbeitung befindlich, Stand: November 2017),
- DVGW-Arbeitsblatt W 129 (A) (2012): Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen.

### **3 Durchzuführende Arbeiten**

Eine tabellarische Zusammenstellung der zu bearbeitenden Messstellen mit konkreter Benennung der durchzuführenden Aufgaben wird nach Auftragsvergabe übermittelt. Es handelt sich dabei um folgenden Katalog:

1. Ortsbesichtigung,
2. Baustelleneinrichtung (auf Flächen mit oder ohne Verkehrssicherung) inkl. Wiederherstellung der Baustelleneinrichtungsfläche,
3. Sanierung oberirdischer Ausbau inkl. Erneuerung der Pegelabschlusskappen,
4. Reinigung und Sanierung Unterflurausbau (z. B. Einbau wasserdichte Straßen- und/oder Pegelkappe, Einbringen eines Abflussrohres zwecks Entwässerung),
5. Bergen von festgestellten Fremdkörpern im Rohr inkl. Erfolgskontrolle mittels Tiefenlotung,
6. Mechanische bzw. hydromechanische Reinigung der Filterschlitzte und Rohrwandwände durch Bürsten und ggf. Kolben inkl. Erfolgskontrolle,
7. Verfahren zur Regenerierung zwecks Verbesserung der hydraulischen Leistungsfähigkeit und Entsandung der Messstelle (z. B. Lufthebeverfahren unter Einsatz eines Stauchbohrers, Innendruckspülung)
8. Maßnahmen der Erfolgskontrolle durch vor- und nachgeschaltete Pumpversuche mit jeweiliger Tiefenlotung,
9. Dokumentation nach W 135 des DVGW (in aktueller Fassung), Übergabe der Ergebnisse und Erstellung eines Bautagesberichtes.

Die bei Auftragsvergabe zu übergebende Messstellenliste enthält eine messstellenscharfe Zuordnung der durchzuführenden Maßnahmen. Zudem werden für die Arbeiten an der Messstelle notwendige Informationen zu der jeweiligen Messstelle zur Verfügung gestellt. Soweit vorhanden werden diese Daten in Form von Messstellenpässen übergeben. Ein Beispiel dazu befindet sich in Anlage 1.

### Zu 1– Ortsbesichtigung:

Beim Vor-Ort-Termin sind Absprachen zu den notwendigen Reparaturarbeiten oder den Regenerierungsmaßnahmen zu treffen.

### Zu 2 – Baustelleneinrichtung:

Bei der Einrichtung der Baustelleneinrichtung ist auch die Wiederherstellung der Baustelleneinrichtungsfläche eingeschlossen. Außerdem wird unterschieden zwischen einer Baustelleneinrichtung auf Flächen mit und ohne Verkehrssicherung.

### Zu 3 – Sanierung oberirdischer Ausbau:

Soweit die vorhandenen oberirdischen Abschlüsse aus unterschiedlichen Gründen (z. B. Abschlusskappe beschädigt oder nicht verschließbar, Schäden am Schutzrohr) nicht den in der W 121 formulierten fachtechnischen Ansprüchen genügen, müssen sie erneuert werden. Der neu zu erstellende Messstellenabschluss muss folgende Kriterien erfüllen:

- Frostsicherheit;
- Ableitung bzw. Fernhalten von Oberflächenwasser;
- Abschließbarkeit (z. B. Verwendung einer SEBA-Kappe oder gleichwertiges; bestenfalls Ermöglichung des Öffnens bzw. Schließens mit standardmäßigem Werkzeug);
- dauerhafte Beschriftung mit der Messstellenbezeichnung;
- Tagwasserdichtheit bei Unterflurmessstellen, sowie generell in Umgangsbereichen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten;
- Schutz vor mutwilligen oder unbedachten Beschädigungen und
- sicheres Auffinden der Messstelle im Gelände.

Grundwassermessstellen mit Überflurabschluss (z. B. an Wegrändern) sind zur Sichtbarmachung im Gelände mit einer entsprechend langen Pegelfahne sowie einem Anfahrerschutz mit Betonring zu versehen. Bei artesischen Grundwasserleitern sind druckwasserdichte Messstellenabschlüsse oder spezielle Packersysteme vorzusehen.

#### Zu 4 – Reinigung und Sanierung Unterflurausbau:

Unterflurabschlüsse müssen bodengleich in den Untergrund einbetoniert sein. Die Ausführung richtet sich nach den örtlichen Anforderungen (Befahrbarkeit durch PKW/LKW, Tagwasserdichtheit, Platzbedarf für Anschlüsse, z.B. bei Sanierungsmaßnahmen). In Wege- und Straßenbereichen ist die Grundwassermessstelle mit einer Straßenkappe mit der Aufschrift „Grundwassermessstelle“ abzudecken, die aus Gründen des Frostschutzes entwässerbar sein muss. Für die Entwässerung bei Unterflurmessstellen eignet sich der Einbau eines Abflussrohres, durch welches eindringendes Oberflächenwasser in den angrenzenden Boden abgeleitet werden kann. Das Aufsatzrohr ist etwa 0,2 m unter Gelände mit einer Muffe abzusetzen und mit Schelle und frostsicherer Betonierung zu befestigen.

Abb. 1 dokumentiert exemplarisch zu einem Überflur- (links) und einen Unterflurausbau mit Einbau einer wasserdichten Pegelabschlusskappe mit Rollgummiabdichtung (rechts) eine mögliche Realisierung:



Abb. 1: Beispiel eines regelkonformen Überflurausbaus (links) und Unterflurausbaus (rechts) einer Grundwassermessstelle

#### Zu 5 – Bergen von festgestellten Fremdkörpern im Rohr inkl. Erfolgskontrolle:

Diese werden bei Messstellen durchgeführt, bei denen im Rahmen einer Kamerabefahrung und der Eignungsprüfung vor Ort anhand der Befahrung mit einem Prüfkörper (Pumpen-Dummy) Hindernisse im Rohr festgestellt wurden, die mit Spezialwerkzeugen geborgen werden müssen. Hierbei muss strikt darauf geachtet werden, dass die Rohre durch den Bergungsversuch keine Beschädigung erleiden (z. B. durch den Einsatz scharfkantiger Werkzeuge). Anschließend ist eine Erfolgskontrolle durch Befahrung mit einem Prüfkörper bis zu der Soll-Teufe der Messstelle durchzuführen und zu dokumentieren. Bei nicht erfolgreicher Bergung ist die Tiefe anzugeben, in welcher sich der nicht entfernbare Störkörper befindet bzw. bis zu welcher Tiefe der Prüfkörper hinabgelassen werden konnte.

## Zu 6 – Mechanische Reinigung:

Bei Messstellen mit (i. d. R. durch Kamerabefahrung) festgestellten Ablagerungen an den Rohrwänden oder leichten Auflandungen sind Reinigungsarbeiten nach der W 130 (DVGW 2007) durchzuführen. Anhang A der W 130 enthält eine Übersicht gängiger Verfahren bei Brunnen, die analog auch bei Grundwassermessstellen eingesetzt werden können. Es handelt sich um folgende Arbeiten:

- a) Bürsten,
- b) Auspumpen/ Sumpfreinigung (z. B. mit Mammutpumpe),
- c) Kombinationsverfahren aus a) und b).

Eine Reinigung sollte aus drei Teilen bestehen: Erstens wird der Verbund zwischen Ablagerungen und Brunnenrohr aufgehoben. Zweitens werden parallel dazu die abgelösten Ablagerungen ausgetragen und drittens wird der Reinigungsfortschritt stetig überwacht.

Es ist eine jeweils Erfolg versprechende und wirtschaftliche Maßnahme oder Abfolge bzw. Maßnahmenkombination auszuwählen und mit dem Auftraggeber oder dem beauftragten Fachgutachter abzustimmen.

Die bei der mechanischen Regenerierung anfallenden Schlämme sind, sofern sie nicht weiter verwertet werden können, ordnungsgemäß zu entsorgen.

Die Dokumentation der Leistungen ist nach dem Anhang B der W 130 durchzuführen. Die Tab. 1 zeigt das entsprechende Muster-Protokoll. Dieses Protokoll dokumentiert die Menge des durch ständiges gleichzeitiges Abpumpen geförderten Wassers und den Feststoffanteil in Abhängigkeit von der Zeit. Zur Erfolgskontrolle sollten darüber hinaus nach Beendigung der Reinigung die organoleptischen Parameter erhoben werden und die Ist-Tiefe gelotet werden. Bei einer Reinigung mit dem Ziel der Entfernung einer Auflandung, sollte die Änderung der Auflandungshöhe zeitabhängig erfasst werden.



wurde, sollten zur Wiederherstellung der hydraulischen Funktion einer Regenerierung unterzogen werden. Hierdurch werden leistungsmindernde Ablagerungen entfernt. Regenerierungsmaßnahmen können sowohl auf den Ringraum im Filterbereich der Messstelle, als auch den Sohlbereich abzielen, wenn dort relevante Auflagerungen im Soll-Ist-Vergleich bei der Lotung der Endteufe der Messstelle festgestellt wurden.

Anhang A der W 130 enthält eine Übersicht gängiger Verfahren zur Regenerierung bei Brunnen, die analog auch bei Grundwassermessstellen eingesetzt werden können.

Prinzipiell werden folgende Maßnahmen zur Regenerierung empfohlen und unterschieden:

- a) Kolben,
- b) Niederdruck-Innenspülung,
- c) Hochdruckspülverfahren,
- d) Lufthebeverfahren (Mammutpumpe) bei ausreichender Wassersäule,
- e) Einsatz eines Stauchbohrers unter Verwendung einer Ventilbüchse
- f) Kombinationsverfahren.

Es ist eine jeweils Erfolg versprechende und wirtschaftliche Maßnahme auszuwählen und mit dem Auftraggeber oder dem beauftragten Fachgutachter abzustimmen. Bei der Wahl des Verfahrens ist auch auf die Beständigkeitseigenschaften des Ausbaumaterials zu achten. Zudem kann bei der Auswahl des Verfahrens die Mächtigkeit der Wassersäule ausschlaggebend sein, da sich beispielsweise das Lufthebeverfahren nicht für Messstellen mit Wassersäulen  $< 20$  m empfiehlt. Bei flach ausgebauten Messstellen sollte zur Entsandung ein Stauchbohrer eingesetzt werden.

Die Verfahren werden - soweit möglich - im Filterbereich eingesetzt. Ist dies nicht unmittelbar möglich, wird die Regenerierung sukzessive durchgeführt, bis der Filterbereich erreicht ist. Es ist auf den optimalen Einsatz der Verfahren zu achten.

Erfolgskriterium der Maßnahme ist die Förderung von sandfreiem und weitgehend feinanteil-freiem Wasser mit einem Restsandgehalt  $< 0,3$  g/cm<sup>3</sup>. Das ist durch die Messung mit einem Imhoff-Trichter festzustellen und zu dokumentieren. Hierbei sind die Durchflussmenge und die abgepumpte Feststoffmenge in geeigneten Zeitintervallen zu protokollieren. Der Erfolg der Regenerierung ist auch durch einen erfolgreichen Routinepumpversuch nachzuweisen. Zudem ist eine Lotung der Tiefe nach Durchführung der Regenerierung durchzuführen.

Zusätzlich zu dem Klarpumpen mit Klarpumpprotokoll soll eine Effizienzkontrolle (Lotung, Pumpversuch etc.) vorlaufend und abschließend durchgeführt werden.

Anfallende Schlämme sind ordnungsgemäß zu entsorgen. Die Ableitung des geförderten Abpumpwassers hat entsprechend den örtlichen Verhältnissen und gesetzlichen Vorschriften zu erfolgen. Für den Fall, dass keine Genehmigung für die Wasserableitung vorliegt, ist ein Tankwagen vorzuhalten.

Erbringt die Regenerierungsmaßnahme nicht den gewünschten Erfolg, ist der Auftraggeber hierüber sofort zu informieren. Dieser erteilt anhand der übermittelten Informationen Festlegungen zum weiteren Vorgehen.

#### **4 Dokumentation**

Die Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen erfolgt messstellenscharf und pro durchgeführter Maßnahme auf Basis der technischen Regeln und Normen. Dem AG ist zeitnah nach Durchführung (binnen 2 bis 3 Werktagen) ein Bautagesbericht (Bearbeitungszeitraum, durchgeführte Maßnahmen, Geräte, Materialien, Abfälle und Entsorgung, Besonderheiten) sowie vor Abnahme des Pegels ein Protokoll zu den Arbeiten zu übergeben:

- Charakteristische Fotos des Standortes,
- Angaben zur GWM (Bezeichnung, Rohrdurchmesser, Pegelverschluss, ggf. Endteufen vor und nach der Bergung von Fremdkörpern, Reinigung bzw. Regenerierung),
- durchgeführte Arbeiten (angewandte Technik, ggf. Förderleistung),
- Ruhewasserspiegel vor und nach der Reinigung bzw. Regenerierung mit Messzeitpunkt,
- Pumpversuchsprotokoll,
- Aussage zur Funktionstüchtigkeit.

Einzelheiten zu den notwendigen Inhalten des Protokolls sind unter den entsprechenden Punkten zu den Arbeiten aufgeführt. Zudem sind alle durchgeführten Maßnahmen tabellarisch HygrisC-konform zu dokumentieren. Dafür sei auf die Anlage 2 verwiesen.

Die im Leistungsverzeichnis aufgeführten Positionen verstehen sich jeweils inkl. der An- und Abfahrt sowie der Erstellung von Bautagebüchern. Sowie sämtlicher Nebenkosten (Wasser, Strom, Entsorgung), die nicht gesondert vergütet werden.

#### **5 Qualifikation des Auftragnehmers**

Der Auftragnehmer zeichnet sich durch eine langjährige Erfahrung bei der Ausführung von Reinigungs- bzw. Regenerierungsarbeiten aus. Der Auftragnehmer verfügt über die notwendige fachliche und technische Leistungsfähigkeit und kann dies mit Projekten der vergangenen drei Jahre nachweisen. Als Nachweis dafür dient z. B. das DVGW-Zertifikat R1/R2 nach DVGW-Arbeitsblatt W 120-1 (A) vom August 2012 („Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau, -regenerierung, -sanierung und -rückbau“).

#### **Anlagen**

Anlage 1: Exemplarische Dokumentation einer zu sanierenden Grundwassermessstelle mit den notwendigen Angaben zu den Stammdaten.

Anlage 2: HygrisC-konforme Tabellendokumentation



**Leistungsverzeichnis zur Regenerierung und Sanierung sowie von Maßnahmen zur Feststellung der Erfolgskontrolle von Grundwassermessstellen des Landes Nordrhein-Westfalen**

Pos	Kurzbeschreibung der Leistung (s. auch Leistungsbeschreibung)	Menge	Einheit	Preis €	Gesamt €
<b>01.</b>	<b>Ortsbesichtigung</b>				
01.01	Beim Vor-Ort-Termin sind Absprachen zu den notwendigen Reparaturarbeiten oder den Regenerierungsmaßnahmen zu treffen und zu protokollieren.		Stk		
<b>02.</b>	<b>Baustelleneinrichtung inkl. Wiederherstellung der Einrichtungsfläche</b>				
02.01	Baustelleneinrichtung auf Flächen mit Verkehrssicherung.		Stk		
02.02	Baustelleneinrichtung auf Flächen ohne Verkehrssicherung.		Stk		
<b>03.</b>	<b>Sanierung oberirdischer Ausbau inkl. Erneuerung der Pegelabschlusskappen</b>				
03.01	Erneuerung der Abschlüsse nach W 121. Der neu zu erstellende Messstellenabschluss muss die Kriterien der Leistungsbeschreibung erfüllen.		Stk		
<b>04.</b>	<b>Reinigung und Sanierung Unterflurausbau (z. B. Einbau wasserdichte Straßen- und/ oder Pegelkappe, Einbringen eines Abflussrohres zwecks Entwässerung)</b>				
04.01	Die Ausführung richtet sich nach den örtlichen Anforderungen. Ausführung nach den Vorgaben der Leistungsbeschreibung.		Stk		
<b>05.</b>	<b>Bergen von festgestellten Fremdkörpern im Rohr inkl. Erfolgskontrolle</b>				
05.01	Die Ausführung richtet sich nach den örtlichen Anforderungen. Ausführung nach den Vorgaben der Leistungsbeschreibung.		Stk		
<b>06.</b>	<b>Mechanische Reinigung:</b>				
06.01	Die Ausführung richtet sich nach den örtlichen Anforderungen. Ausführung nach den Vorgaben der LB. Es handelt sich um folgende Arbeiten: a) Bürsten, b) Auspumpen/ Sumpfreinigung (z. B. mit Mammutpumpe), c) Kombinationsverfahren aus a) und b).				
<b>07.</b>	<b>Verfahren zur Regenerierung:</b>				
07.01	Die Ausführung richtet sich nach den örtlichen Anforderungen. Ausführung nach den Vorgaben der Leistungsbeschreibung.				
<b>08.</b>	<b>Erfolgskontrolle</b>				
08.01	Vor- und nachgeschaltete Pumpversuche mit jeweiliger Tiefenlotung				
<b>09.</b>	<b>Dokumentation</b>				
09.01	Nach den Vorgaben der Leistungsbeschreibung bzw. W 135 des DVGW				
09.02	Halbtägige Besprechung am Sitz des AG in Düsseldorf	1	psch		
<b>Zusammenstellung</b>					
		<b>Summe netto:</b>			
	abzgl. ggf. Preisnachlass (Rabatt) in %		%		-
	rabattierte Nettosumme	<b>Summe netto:</b>			
		<b>USt. (19 %):</b>			
		<b>Bruttosumme:</b>			

<b>Befahrungsprotokoll</b>	<b>Messstellenname</b>	Bo4 Borgenteich
	<b>Messstellennummer</b>	022520223
	<b>Datum der Befahrung</b>	13.10.2016
<b>Messstellenpass erstellt von</b>	Sophie Bormann (HYDOR Consult GmbH)	

### Angaben zur Lage

<b>TK 25</b>	4421 (Borgenteich)	
<b>Koordinaten nach UTM/ETRS89</b>	East	519011
	North	5713002

### Beschreibung der Lage

Von Westen aus Borgenteich auf der Muddenhagener Straße kommend, 800 m hinter der B241, links auf die Straße abbiegen. Bei der nächsten Abzweigung rechts halten. Die Messstelle befindet sich nach ca. 200 m auf der rechten Seite.

### Basisdaten zur Grundwassermessstelle

<b>Messstellenart</b>	Grundwassermessstelle, überflur
<b>GOK (m NHN)</b>	216.80
<b>ROK (m NHN)</b>	217.41
<b>Differenz ROK minus GOK (m)</b>	0.61
<b>Filteroberkante (m u. ROK)</b>	21.60
<b>Filterunterkante (m u. ROK)</b>	25.25
<b>Soll-Tiefe Sohle (m u. ROK)</b>	25.25
<b>Ist-Tiefe Sohle (m u. ROK)</b>	25.36
<b>Ruhewasserspiegel (m u. ROK)</b>	6.07
<b>Baujahr</b>	unbekannt
<b>Rohrinnendurchmesser (mm)</b>	112
<b>Rohrmaterial</b>	Polyvinylchlorid (PVC / PVC_U)
<b>Pumpen-Befahrbarkeit (Dummy-Test)</b>	ja

### Angaben zur Messung und Beprobung

<b>Messprogramm</b>	Grundwassergüteüberwachung
<b>Grund für Befahrung 2016</b>	Organoleptische Auffälligkeiten 2010-2016

### Angaben zur Hydrogeologie

<b>Teileinzugsgebiet</b>	Weser NRW
<b>Grundwasserkörper-ID</b>	44_01
<b>Hydrogeologische Einheit (nach HÜK 200)</b>	Keuper, klastisch
<b>Petrographie im Filterausbau (nach SVZ)</b>	unbekannt (kein SVZ)
<b>Durchlässigkeitsbeiwert (m/s), abgeschätzt</b>	unbekannt (kein SVZ)

### Angaben zur Landnutzung im Grundwasserzustrom

<b>Richtung des Zustroms</b>	SW
<b>Dominierende Landnutzung(en)</b>	Acker

### Zuständigkeiten

<b>Eigentümer</b>	Kreis Hoexter, Deponien, Sonstige
<b>Betreiber</b>	Land NRW

### Bemerkung

MST unterhalb Schutzrohr gebrochen, bei 1,5 m Stauchung im Vollrohr, keine Einschränkungen für Pumpversuch, Kamerabefahrung durch LANUV durchgeführt

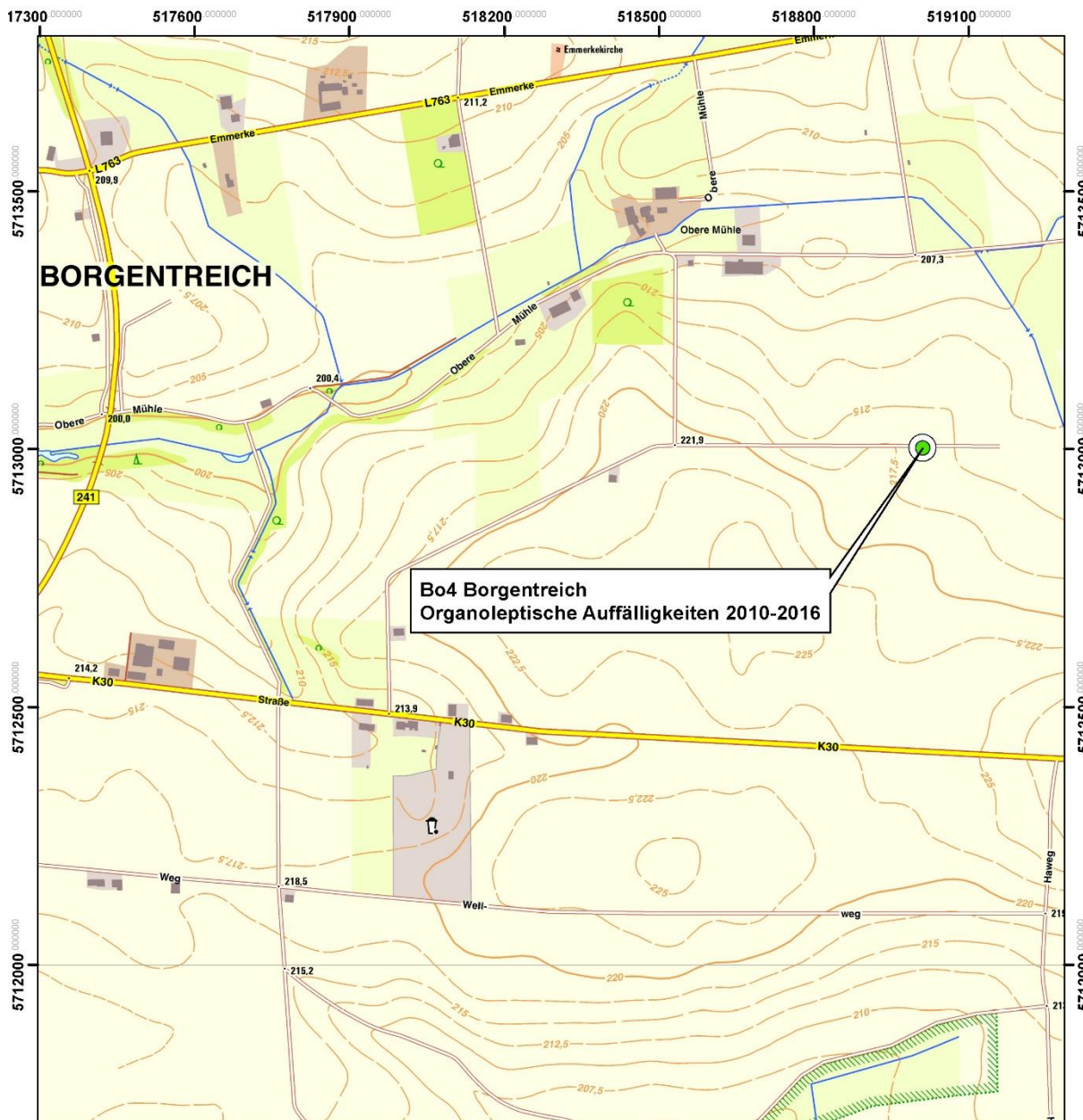


<b>Fotografische Dokumentation</b>	<b>Messstellenname</b>	Bo4 Borgentreich
	<b>Messstellennummer</b>	022520223
	<b>Datum des Fotos</b>	13.10.2016





<b>Lageplan</b>	<b>Messstellenname</b>	Bo4 Borgentreich
	<b>Messstellennummer</b>	022520223



<b>Legende</b> <b>Angaben zur Messstelle</b> ○ Grundwassermessstele □ Brunnen ◇ Quelle ◆ Sonstiges <b>Symbologie</b> (Baujahr) — Baujahr (Tiefe) — Tiefe			<b>Angaben zum Baujahr der Messstelle</b> ■ jünger als 2000 ■ 1990 - 2000 ■ 1980 - 1990 ■ älter als 1980 □ nicht bekannt			<b>Angaben zur Tiefe in Meter (m)</b> ■ < 10 m ■ 10 - 20 ■ 20 - 50 ■ > 50 □ nicht bekannt		
<b>Lageplan: 022520223</b> <b>"Qualitätskontrolle des WRRL-Grundwassermessnetzes in Nordrhein - Westfalen 2016 - 2017"</b> kartographische Bearbeitung: Dipl. Geol. E. Rejman - Rasinska redaktionelle Bearbeitung: Dr. S. Hannappel Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen Topographische Grundlage DTK 10 (IT. NRW)								
Maßstab 1 : 10.000 0 0.1 0.2 0.4 Kilometer 								



<b>Protokoll zur Funktionskontrolle</b>	<b>Messstellenname</b>	Bo4 Borgentreich
	<b>Messstellenummer</b>	022520223
	<b>Datum der Kontrolle</b>	13.10.2016

## Formeln zur Herleitung der hydraulischen Randbedingungen für Pumpversuche

### Berechnung der Fördermenge (DVGW W 112 (A), 2010)

$$V = 0.0015 \times \pi/4 \times d_{BL}^2 \times l_F \quad (\text{hydraulisches Kriterium}) \quad = 470.76 \text{ l}$$

### Ermittlung der Entnahmetiefe der Pumpe (LANUV-Dokument 600-ZUA-AA-007)

$$T_E = w_{SPR} + |w_{SPAB} - w_{SPR}| + 100 \text{ cm} \quad = 10.77 \text{ m u. ROK}$$

### Berechnung der Förderrate und Förderdauer (LANUV-Dokument 600-ZUA-AA-007)

$$Q_P = 20 \times s \times k_f \times l_{FR} \times F_F = 20 \times ((l_{EB} - w_{SPR}) \div 3) \times k_f \times l_{FR} \times F_F \quad = \text{nicht bestimmbar}$$

$$t = V \div Q_P \quad = \text{nicht bestimmbar}$$

V	Fördermenge (l)	s	Max. Wasserspiegelabsenkung (cm)
d <sub>BL</sub>	Bohrlochdurchmesser (cm)	k <sub>f</sub>	Durchlässigkeitsbeiwert (m/s)
l <sub>F</sub>	Wassererfüllte Filterkieslänge (cm)	l <sub>FR</sub>	Filterrohrlänge (cm)
T <sub>E</sub>	Entnahmetiefe (cm)	F <sub>F</sub>	Filterflächenfaktor
w <sub>SPR</sub>	Ruhewasserspiegel (cm)	l <sub>EB</sub>	Einbaulänge (cm)
w <sub>SPAB</sub>	Abgesenkter Wasserspiegel (cm)	t	Förderdauer (min)
Q <sub>P</sub>	Förderrate (l/min)		

## Hydraulische und technische Randbedingungen für Pumpversuche

<b>Durchführende(r)</b>	GEO TECH Servicegesellschaft mbH
<b>Entnahmeggerät</b>	Tauchpumpe (MP1)
<b>Datenlogger</b>	ja
<b>Datenloggertyp</b>	Hydrotechnik (HT )
<b>Entnahmetiefe (m u. ROK)</b>	24.0
<b>Bohrlochdurchmesser (mm)</b>	unbekannt (kein Ausbauplan)
<b>Filterkiesoberkante (m u. GOK)</b>	unbekannt (kein Ausbauplan)
<b>Filterkieslänge (m)</b>	unbekannt (kein Ausbauplan)

### Demonstrativ-Pumpversuch

<b>Fördermenge (l)</b>	438.0
<b>Förderrate (l/min)</b>	24.0
<b>Förderdauer (min)</b>	13
<b>Max. Wasserspiegelabsenkung (m)</b>	9.06
<b>Ergebnis</b>	Abnahme Trübung und Färbung

### Routine-Pumpversuch

<b>Fördermenge (l)</b>	300.0
<b>Förderrate (l/min)</b>	15.0
<b>Förderdauer (min)</b>	20
<b>Max. Wasserspiegelabsenkung (m)</b>	3.16

## Weitere Maßnahmen der Funktionskontrolle

Maßnahme	Grund	Ergebnis
keine		



<b>Protokoll zur Funktionskontrolle</b>	<b>Messstellenname</b>	Bo4 Borgentreich
	<b>Messstellenummer</b>	022520223
	<b>Datum der Kontrolle</b>	13.10.2016

## Dokumentation des hydrochemischen Kriteriums beim Routinepumpversuch

	<b>Uhrzeit (hh:mm)</b>	<b>Zeit (Min.)</b>			
		5	10	15	20
<b>Wasserspiegel (m u. ROK)</b>	7.85	10.00	10.48	10.79	11.01
<b>Wassertemperatur (°C)</b>	9.9	9.9	10	10	10
<b>elektrische Leitfähigkeit (µS/cm)</b>	677	663	667	668	667
<b>korr. Redoxpotential mV</b>	274	308	321	321	321
<b>Sauerstoffgehalt (mg/l)</b>	--	6.92	7.07	7.14	7.07
<b>pH-Wert</b>	8.15	7.52	7.43	7.41	7.4

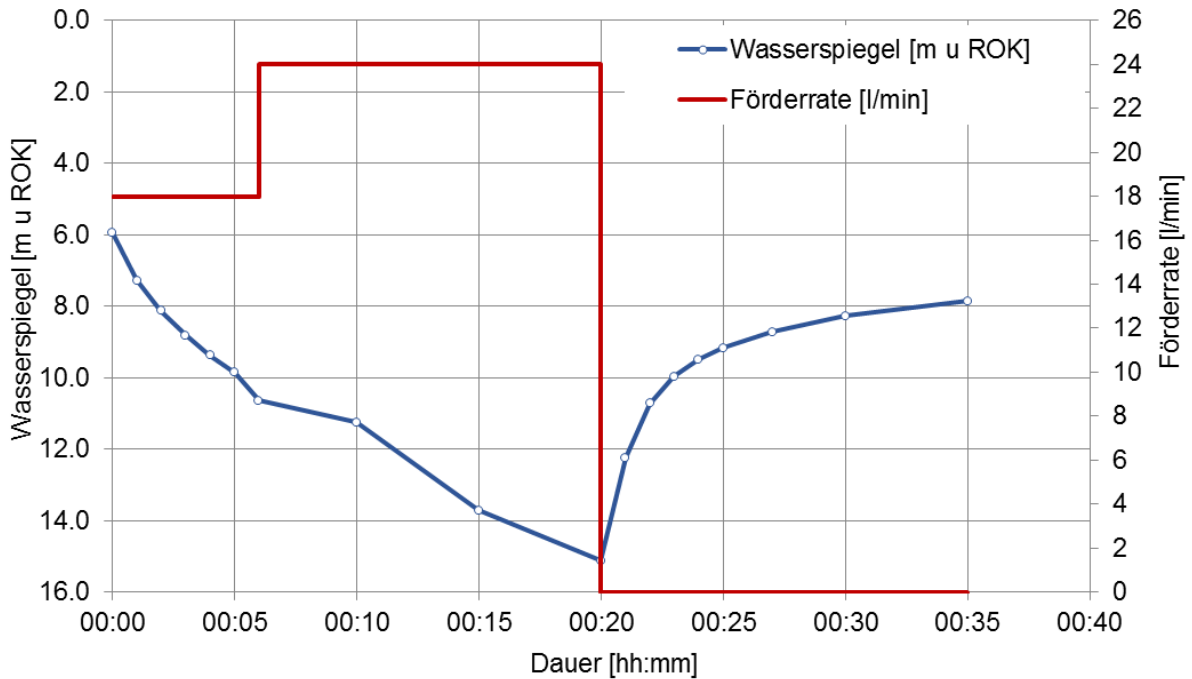
## Dokumentation der organoleptischen Eigenschaften beim Routinepumpversuch

<b>Trübung</b>	<input type="checkbox"/> keine <input checked="" type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
<b>Bodensatz</b>	<input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> ja (Spuren)
<b>Farbe</b>	<input type="checkbox"/> farblos <input checked="" type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> schwarz <input type="checkbox"/> violett <input type="checkbox"/> blau <input type="checkbox"/> grün <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/> rot <input type="checkbox"/> andere
<b>Geruchart</b>	<input checked="" type="checkbox"/> geruchlos <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> faulig <input type="checkbox"/> fischig <input type="checkbox"/> jauchig <input type="checkbox"/> modrig <input type="checkbox"/> würzig <input type="checkbox"/> Chlor <input type="checkbox"/> Fäkalien <input type="checkbox"/> Mineralöl <input type="checkbox"/> Schwefelwasserstoff <input type="checkbox"/> Silage <input type="checkbox"/> Phenole <input type="checkbox"/> andere
<b>Geruchstärke</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark

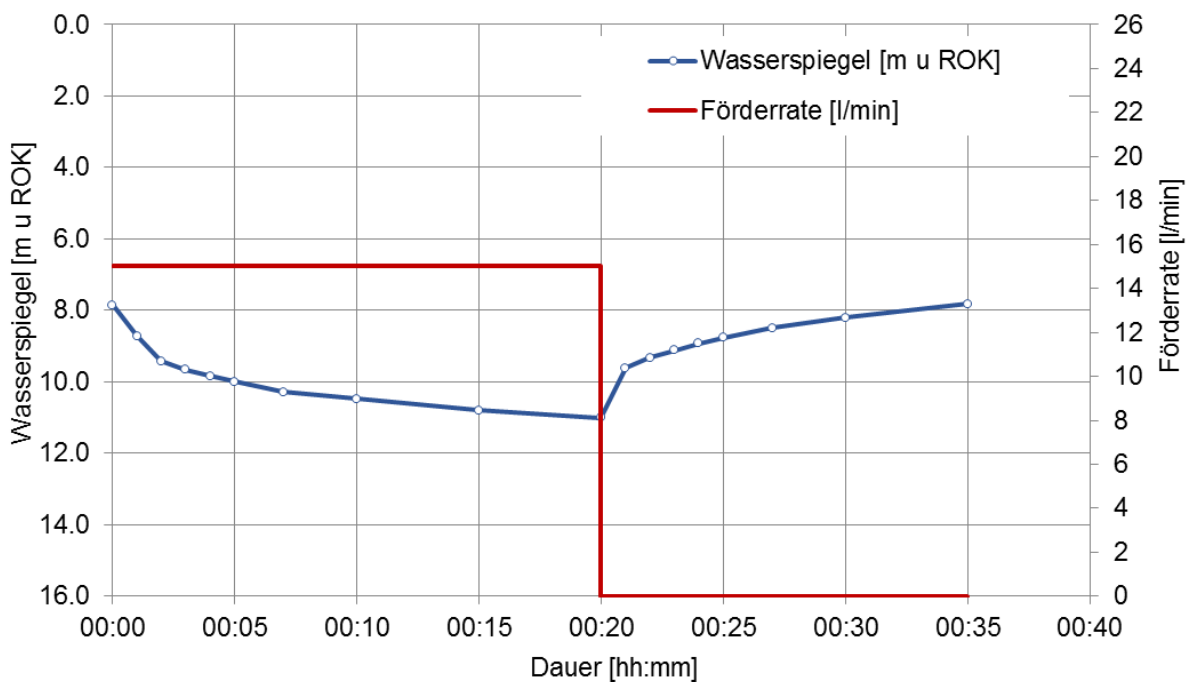


<b>Protokoll zur Funktionskontrolle</b>	<b>Messstellenname</b>	Bo4 Borgentreich -
	<b>Messstellennummer</b>	022520223
	<b>Datum der Kontrolle</b>	13.10.2016

## Demonstrativ-Pumpversuch: Darstellung der Absenkung und des Wiederanstieges



## Routine-Pumpversuch zur regulären Probenahme: Darstellung der Absenkung und des Wiederanstieges



**Anlage 2: HygrisC-konforme Tabellendokumentation**

ID	Kuerzel	Massnahmenart	Hierarchieebene 1	Hierarchieebene 2	Hierarchieebene 3	Beschreibung
1	F-Be-Al	F-Befahrung-Allgemein	F	Befahrung	Allgemein	Befahrung: Im Rahmen einer Eignungsprüfung oder auch einer Probennahme (sowie durch Meldungen Dritter) werden über einen Messstellenbesuch, funktionsrelevante Informationen gesammelt. Zu einer Befahrung gehören u.a.: Lagekontrolle, Tiefenlotung, Messung Ruhewasserspiegel/Schüttung, Aufnahme des Ist-Zustandes des Bauwerkes, Prüfung der Landnutzung im Zustromgebiet, Prüfung der Rohrdurchgängigkeit und Prüfung der Anfahrbarkeit/Zugänglichkeit.
2	F-Fu-Al	F-Funktionsprüfung-Allgemein	F	Funktionsprüfung	Allgemein	Allgemeine Eignungs- bzw Funktionsprüfung: Prüfung der grundsätzlichen Zweckmäßigkeit einer Messstelle zur Erfüllung ihrer spezifischen Aufgabe zur Wasserstandsmessung und/oder Probennahme. Die grundsätzlichen fachliche Eignung einer Messstelle als WRRL Messstelle (Wasserstand, Güte) ergibt sich auf der Grundlage der im QS-Leitfaden beschriebenen Qualitätskriterien. Die Prüfung umfasst Maßnahmen zur grundsätzlichen Feststellung der Eignung und/oder aktuellen Feststellung der Funktionstüchtigkeit oder der Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit.
4	F-Au-Al	F-Auffüllversuch-Allgemein	F	Auffüllversuch	Allgemein	Prüfung einer Grundwassermessstelle auf Betriebstauglichkeit durch das Einbringen von Wasser
7	F-Pu-Ro	F-Pumpversuch-Routinepumpversuch	F	Pumpversuch	Routinepumpversuch	bevorzugter hydraulischer Funktionstest und zentraler Bestandteil einer einfachen Funktionsprüfung
8	F-Pu-De	F-Pumpversuch-Demonstrativpumpversuch	F	Pumpversuch	Demonstrativpumpversuch	Demonstrativ- bzw. Leistungspumpversuch: Pumpversuch zur Ermittlung von Eigenschaften der Grundwassermessstelle sowie der Eigenschaften des Untergrundes mit ggf. gestufter Entnahmerate
9	F-Pu-Me	F-Pumpversuch-Mehrfachpumpversuch	F	Pumpversuch	Mehrfachpumpversuch	Grundwassermessstellen mit stark reduzierter hydraulischer Ergiebigkeit (Pumpenförderleistung < 2 l/min) werden an drei aufeinander folgenden Tagen bis 0,5 m oberhalb der Unterkante des Filterrohres (UFR) abgepumpt. Der Wiederanstieg des Grundwasserspiegels über die Zeit wird dokumentiert.
11	EM-Id-Ke	EM-Identifizierbarkeit-Kennung_Anbringen	EM	Identifizierbarkeit	Kennung_Anbringen	Anbringen einer dauerhaften Kennung
12	EM-He-Al	EM-Herstellen_Zugänglichkeit-Allgemein	EM	Herstellen_Zugänglichkeit	Allgemein	Herstellung der Zugänglichkeit z.B. durch Freischneiden
13	U-Ve-MP	U-Vermessung_Geodäsie-MPH_GOK	U	Vermessung_Geodäsie	MPH_GOK	Höhenmäßig exakte (geodätische) Vermessung einer Messstelle durch ein akkreditiertes Vermessungsingenieurbüro. Die Einmessung der Messpunkthöhe hat bei geöffneter Abschlusskappe zu erfolgen.
14	U-Ve-Re	U-Vermessung_Geodäsie-Rechts_Hoch	U	Vermessung_Geodäsie	Rechts_Hoch	Lagemäßig exakte (geodätische) Vermessung einer Messstelle durch akkreditiertes Vermessungsingenieurbüro .
15	F-Fr-Al	F-Freie_Durchgängigkeit-Allgemein	F	Freie_Durchgängigkeit	Allgemein	Prüfung erfolgt mit einem einer marktüblichen Pumpe nachgebildeten und an den Rohrinne Durchmesser angepassten Prüfkörper (Dummy) mit der Angabe von Maßeinheiten zur Klärung der Frage, ob die Unversehrtheit der Rohre bis zur Ausbauendtiefe bzw. bis zu welcher Tiefe die Unversehrtheit der Rohre gegeben ist.
16	KM-Rü-Al	KM-Rückbau-Allgemein	KM	Rückbau	Allgemein	Regelgerechter Rückbau
17	KM-Ne-Al	KM-Neubau-Allgemein	KM	Neubau	Allgemein	Neubau einer Messstelle
18	SO-Au-Al	SO-Aussonderung-Allgemein	SO	Aussonderung	Allgemein	Generelle Aussonderung der Messstelle aus dem WRRL-Messnetz oder aus dem LGD-Messnetz bzw. sonstige Messnetze
19	SO-Au-Gü	SO-Aussonderung-Gütemessnetz	SO	Aussonderung	Gütemessnetz	Aussonderung der Messstelle aus dem WRRL-Grundwassergütemessnetz
20	SO-Au-Wa	SO-Aussonderung-Wasserstand	SO	Aussonderung	Wasserstand	Aussonderung der Messstelle aus dem WRRL-Grundwasserstandmessnetz



**Anlage 2: HygrisC-konforme Tabellendokumentation**

ID	Kuerzel	Massnahmenart	Hierarchieebene 1	Hierarchieebene 2	Hierarchieebene 3	Beschreibung
21	KM-Re-me	KM-Regenerierung-mechanische_Reinigung	KM	Regenerierung	mechanische_Reinigung	mechanische Reinigung mittels Bürsten und Kolben
22	KM-Re-In	KM-Regenerierung-Innendruckspülung	KM	Regenerierung	Innendruckspülung	Innendruckspülung (hydro-mechanische Regenerierung)
23	EM-MS-Ab	EM-MST_Abschluss-Abschlusskappe	EM	MST_Abschluss	Abschlusskappe	Reparatur/Erneuerung einer Abschlusskappe
24	EM-MS-St	EM-MST_Abschluss-Straßenkappe	EM	MST_Abschluss	Straßenkappe	Reparatur/Erneuerung einer Straßenkappe (Unterflur-MST)
25	EM-MS-Sc	EM-MST_Abschluss-Schutzdreieck	EM	MST_Abschluss	Schutzdreieck	Reparatur/Anbringen eines Schutzdreieckes
26	EM-MS-Sc	EM-MST_Abschluss-Schutzrohr	EM	MST_Abschluss	Schutzrohr	Reparatur des Schutzrohres
27	EM-MS-Un	EM-MST_Abschluss-Unterflur	EM	MST_Abschluss	Unterflur	Instandhaltung des Unterflorausbaus u.a. Reparatur/Installation eines Abflussrohres zur Entwässerung einer Unterflur-MST
28	EM-Be-Fa	EM-Beseitigung_Rohrhindernisse-Fangarbeiten	EM	Beseitigung_Rohrhindernisse	Fangarbeiten	Bergen von Fremdkörpern
29	EM-Ro-Fr	EM-Rohrhindernisse-Freischnitt_Wurzeln	EM	Rohrhindernisse	Freischnitt_Wurzeln	Freischnitt des Rohres bei Wurzeleinwuchs
31	KM-Re-En	KM-Regenerierung-Entsanden_Lufthebeverfahren	KM	Regenerierung	Entsanden_Lufthebeverfahren	Lufthebeverfahren (Entsandungsverfahren), Mindestwassersäule > 20 m
32	KM-Re-En	KM-Regenerierung-Entsanden_Stauchbohrer	KM	Regenerierung	Entsanden_Stauchbohrer	Entsandungsverfahren unter Anwendung eines Stauchbohrers, Mindestwassersäule 2 m
33	SO-He-Al	SO-Herstellung_Sicherheit-Allgemein	SO	Herstellung_Sicherheit	Allgemein	Maßnahmen zur Herstellung oder Verbesserung der Arbeits- bzw. Verkehrssicherheit
34	EM-Si-Fr	EM-Sichtbarkeit-Freischneiden	EM	Sichtbarkeit	Freischneiden	Herstellung der Sichtbarkeit bzw. auch Zugänglichkeit der Messstelle durch Freischneiden oder auch Freilegen.
35	EM-Si-Si	EM-Sichtbarkeit-Sichtstange	EM	Sichtbarkeit	Sichtstange	Anbringen einer Sichtstange z.B. auf landwirtschaftlich genutzten Flächen
38	U-Ka-al	U-Kamerabefahrung-allgemein	U	Kamerabefahrung	allgemein	Kamerabefahrung
39	U-Ge-Al	U-Geophysik-Allgemein	U	Geophysik	Allgemein	umfasst verschiedene geophysikalische Messungen u.a. GG.D, NN, Bohrlochabweichungsmessung
46	U-Ge-SA	U-Geophysik-SAL/TEMP	U	Geophysik	SAL/TEMP	Temperatur- bzwl elektrische Leitfähigkeits-Log z.B. hydrochem. Tiefenprofil
49	EP-Me-Or	EP-Messdatenkontrolle-Organolpetik	EP	Messdatenkontrolle	Organolpetik	Organoleptische Auffälligkeiten v.a. Trübungserscheinungen können Indikatoren für die Auswirkung von einem baulichen Mangel sein und sollten daher besonders bei Messstellen mit einem mangelhaften bzw. unbekanntem Ausbau beobachtet werden.
50	EP-Me-Au	EP-Messdatenkontrolle-Auflandung	EP	Messdatenkontrolle	Auflandung	Eine Auflandung in der Messstelle kann Indikator für die Auswirkung von einem baulichen Mangel sein. Daher sollte besonders bei Messstellen mit einem mangelhaften bzw. unbekanntem Ausbau regelmäßig ein Abgleich zwischen Soll- und Ist-Tiefe erfolgen.

**Anlage 2: HygrisC-konforme Tabellendokumentation**

ID	Kuerzel	Massnahmenart	Hierarchieebene 1	Hierarchieebene 2	Hierarchieebene 3	Beschreibung
51	EP-Me-Wa	EP-Messdatenkontrolle-Wasserstand	EP	Messdatenkontrolle	Wasserstand	Die Analyse der Wasserstandsganglinie kann Aufschluss über eine hydraulische Beeinflussung am Standort geben. Zudem sollte der Wasserstand insbesondere bei Messstellen mit einer Filterbelüftung kontrolliert werden.
52	EP-Me-Hy	EP-Messdatenkontrolle-Hydrochemie	EP	Messdatenkontrolle	Hydrochemie	Die Analyse einer hydrochemischen Zeitreihe kann Aufschluss über eine Beeinflussung am Standort (Punktquelle) geben. Zudem sollten die hydrochemischen Daten insbesondere bei Messstellen mit einer Filterbelüftung kontrolliert werden.
53	EP-Me-Er	EP-Messdatenkontrolle-Ergiebigkeit	EP	Messdatenkontrolle	Ergiebigkeit	Eine geringe Ergiebigkeit einer Messstelle kann Indikator für die Auswirkung von einem baulichen Mangel sein. Daher sollte besonders bei Messstellen mit einem mangelhaften bzw. unbekanntem Ausbau der Wiederanstieg bei einem Pumpversuch analysiert werden.
54	SO-Ge-Al	SO-Gestattung-Allgemein	SO	Gestattung	Allgemein	Vertrag erstellen und Gestattung einholen (Betretungserlaubnis, Zustimmung zur Durchführung Messungen, Funktionsprüfungen und Datenveröffentlichung)
55	SO-Me-Ve	SO-Messstellenunterlagen-Vervollständigung	SO	Messstellenunterlagen	Vervollständigung	Archivrecherche zur Vervollständigung von Bestandsunterlagen (z.B. Abnahmebericht, Schichtenverzeichnis)
56	SO-Ei-Al	SO-Einzelfallprüfung-Allgemein	SO	Einzelfallprüfung	Allgemein	Durch eine Einzelfallprüfung wird festgestellt, ob der Ausbau einer Messstellen den Anforderungen gemäß QS-Kriterien trotz Abweichungen zu den Regelwerken genügt.
57	F-Ti-Al	F-Tiefenlotung-Allgemein	F	Tiefenlotung	Allgemein	Lotung der Messstellentiefe
58	EM-So-Al	EM-Sonstiges-Allgemein	EM	Sonstiges	Allgemein	Sonstige einfache Maßnahmen z.B. Beseitigung Unrat an der Geländeoberfläche
62	SO-St-St	SO-Stammdatenpflege-Stammdatenvervollständigung	SO	Stammdatenpflege	Stammdatenvervollständigung	Vervollständigung oder Plausibilisierung / Korrektur der Stammdaten (z.B. aufgrund der Angaben im Ausbauplan, sonstigen MST-Unterlagen)
63	F-La-Al	F-Landnutzung_EZG-Allgemein	F	Landnutzung_EZG	Allgemein	Festlegen der Zustromrichtung des Grundwassers und Ermitteln bzw. Prüfen der dominierenden Landnutzung im Zustromgebiet der Messstelle; Dokumentation der Zustromrichtung und der Landnutzung in Bestandsunterlagen
64	F-Do-Al	F-Doku_Lage_Foto-Allgemein	F	Doku_Lage_Foto	Allgemein	Erstellen einer Fotodokumentation (MST-Profil mit geöffneter Kappe, Zustromgebiet und charakteristisches Bild der MST-Umgebung zwecks Auffindbarkeit) und Erstellen einer Wegbeschreibung (z.B. im Rahmen einer Befahrung).
80	F-La-MP	F-Lagekontrolle-MPH_GOK	F	Lagekontrolle	MPH_GOK	einfache Messung des Abstandes zwischen GOK und MPH zwecks Feststellung einer Abweichung gegenüber geodätisch vermessenen Daten
81	F-La-Re	F-Lagekontrolle-Rechts_Hoch	F	Lagekontrolle	Rechts_Hoch	einfache Erfassung der Koordinaten einer Messstelle durch ein GPS-Gerät
82	U-Ge-Ko	U-Geophysik-Kontrolle_Ausbauzustand_Verdacht	U	Geophysik	Kontrolle_Ausbauzustand_Verdacht	Anlassbezogene geophysikalische Messung in der ausgebauten Messstelle zur Prüfung des Ausbauzustands, z.B. Muffenverbindungen, Tonabdichtung, Durchgängigkeit Filterschlitze, Fremdwasserzutritt (insbesondere bei konkretem Verdacht)
83	U-Ge-Au	U-Geophysik-Ausbaudaten_nacherfassen	U	Geophysik	Ausbaudaten_nacherfassung	Geophysikalische Messung zur Nacherfassung fehlender Angaben zum Messstellenausbau und zur Stammdatenergänzung, z.B. Filterlage
84	U-Ka-Ro	U-Kamerabefahrung-Routineprüfung	U	Kamerabefahrung	Routineprüfung	Planmäßige Kamerabefahrung im Rahmen einer Eignungsprüfung zur Kontrolle von Alterungserscheinungen (Empfohlener Turnus: 10 a).
85	U-Ka-Au	U-Kamerabefahrung-Ausbaudaten_nacherfassen	U	Kamerabefahrung	Ausbaudaten_nacherfassung	Kamerabefahrung zur Nacherfassung fehlender Angaben zum Messstellenausbau und zur Stammdatenergänzung z.B. Filterlage / Filterausbau

**Anlage 2: HygrisC-konforme Tabellendokumentation**

ID	Kuerzel	Massnahmenart	Hierarchieebene 1	Hierarchieebene 2	Hierarchieebene 3	Beschreibung
86	U-Ka-Ko	U-Kamerabefahrung-Kontrolle_Ausbauzustand_Verdacht	U	Kamerabefahrung	Kontrolle_Ausbauzustand_Verdacht	Anlassbezogene Kamerabefahrung aufgrund eines Verdachtes auf Beschädigung. Dazu zählt auch der Verdacht auf Ablagerungen im Rohr (z. B. aufgrund von Verockerung).
87	SO-Er-Al	SO-Ersatzmessstelle-Allgemein	SO	Ersatzmessstelle	Allgemein	Suchen einer Ersatzmessstelle
88	F-Wa-Al	F-Wasserstand-Allgemein	F	Wasserstand	Allgemein	Messung des Ruhewasserspiegel bzw. der Schüttung im Rahmen einer Befahrung (Eignungsprüfung)