

Leitfaden

zur Anwendung von Qualitäts- anforderungen an Grundwasser- stands- und -gütemessstellen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Nordrhein-Westfalen

September 2018

Impressum:

Dieser Leitfaden 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 (DV-Konzept), im Rahmen des Projektes „Ist-Analyse, Ermittlung und Beseitigung von Defiziten und Einführung einer Qualitätskontrolle der WRRL-Grundwassermessnetze Nordrhein-Westfalens“ erarbeitet.

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

**Landesamt für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen**



Fachliche Bearbeitung: Dr. Stephan Hannappel, M. Sc. Sophie Borrmann, M. Sc. Claudia Köpp
(alle HYDOR Consult GmbH, Berlin), Dipl. Geogr. Wolfgang Kappler
(ahu AG, Aachen)

unter Mitarbeit von: Dr. Sabine Bergmann (LANUV NRW)



Redaktionelle Bearbeitung: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	6
Abkürzungsverzeichnis (im Text verwendet)	7
1. Veranlassung und Zielsetzung.....	15
2. Struktur und Organisation der WRRL-Messnetze zur Grundwasserüberwachung	17
2.1 Umfang und Aufbau der WRRL-Messnetze	17
2.2 Verwaltung grundwasserrelevanter Daten	18
2.3 Akteure im Messstellenbetrieb sowie bei der Messnetz- und Datenpflege	19
2.4 Im LANUV aktuell vorhandenes Qualitätsmanagement und Entwicklungspotenziale	21
3. Fachliche Anforderungen an WRRL-Grundwassermessstellen.....	23
3.1 Vorbemerkungen.....	23
3.2 Veröffentlichungen von Fachverbänden und Institutionen.....	23
3.3 Notwendige Basisdaten einer WRRL-Grundwassermessstelle	26
3.3.1 Geologisches Schichtenverzeichnis	26
3.3.2 Stamm- und Ausbaudaten zur Messstelle	28
3.3.3 Geohydraulische Position im Fließsystem	28
3.3.4 Ermittlung des Zustromgebietes des Grundwassers zu einer Messstelle.....	31
3.3.5 Landnutzung im Zustromgebiet	32
3.3.6 Hydraulische oder hydrochemische Beeinflussung einer Messstelle	33
3.4 Besonderheiten bei Quellen und Stollen.....	33
3.5 Besonderheiten bei Förderbrunnen	34
4. Prüfkriterien zur Eignung einer Messstelle für das WRRL-Messnetz	36
4.1 Anforderungen an Lage und technische Bauausführung der Messstelle.....	37
4.1.1 Uneingeschränkte Anfahrbarkeit bzw. Zugänglichkeit (1)	39
4.1.2 Messung gefahrlos möglich (2).....	40
4.1.3 Keine Beeinflussung des Standorts (3).....	40
4.1.4 Bauart der Messstelle regelgerecht (4).....	41
4.1.5 Abschlussbauwerk regelgerecht (5).....	42
4.1.6 Ausbaudurchmesser regelgerecht (6).....	43
4.1.7 Filterlänge und Ausbaumaterial regelgerecht (7)	44
4.1.8 Verfilterung in einem geeigneten Zielhorizont der WRRL (8)	46
4.1.9 Keine Mehrfachverfilterung in verschiedenen Stockwerken (9).....	47
4.1.10 Verhältnis Filterschlitzweite - Filterkieskörnung - Lithologie regelgerecht (10)	47
4.1.11 Beschaffenheit der Verfüllung regelgerecht (11).....	48

4.1.12	Ausreichende Überschüttung vorhanden (12).....	48
4.1.13	Einbau Tonsperre regelgerecht (13)	49
4.1.14	Einbau Gegenfilter regelgerecht (14).....	49
4.1.15	Abdichtung zur Geländeoberkante regelgerecht (15).....	49
4.1.16	Zentrierung der Vollrohre gegeben (16).....	50
4.1.17	Sumpfrohr (17)	50
4.1.18	Ruhewasserspiegel oberhalb Filteroberkante (18).....	50
4.1.19	Quellschüttung vorhanden (19).....	51
4.2	Anforderungen an die Dokumentation der Messstelle.....	52
4.2.1	Gestattungsvertrag (20).....	53
4.2.2	Protokoll zur geodätischen Vermessung (21)	54
4.2.3	Protokoll zur geophysikalischen Ausbaukontrollmessung (22).....	54
4.2.4	Geologisches Schichtenverzeichnis, Ausbauplan (23).....	55
4.2.5	Dokumentation Klarpumpen (24).....	57
4.2.6	Dokumentation geohydraulischer Pumpversuch (25).....	57
4.2.7	Dokumentation Beprobung (26).....	58
4.2.8	Vervollständigung der Bestandsunterlagen (27)	59
4.2.9	Eignungsprüfung in vorgegebenem Turnus und zugehörige Dokumentation (28)	60
4.3	Anforderungen hinsichtlich des Betriebs der Messstelle	62
4.3.1	Keine terminbezogenen Auffälligkeiten im Umfeld vorhanden (29)	62
4.3.2	Keine terminbezogenen Auffälligkeiten am Bauwerk vorhanden (30)	63
4.3.3	Uneingeschränkte Durchgängigkeit der Rohre bis zur Sohle (31).....	63
4.3.4	Keine hydraulisch relevante Auflandung (32).....	65
4.3.5	Plausibilität des aktuellen Ruhewasserspiegels (33).....	66
4.3.6	Plausibilität der aktuellen Quellschüttung (34)	67
4.3.7	Plausibilität der hydrochemischen Vor-Ort-Parameter (35).....	67
4.3.8	Kein abgesenkter Wasserspiegel im Filterbereich > 25 % (36).....	68
4.3.9	Ausreichender Nachlauf in einer wirtschaftlich realisierbaren Förderdauer (37).....	69
4.3.10	Konstanz der Vor-Ort-Parameter gegeben: hydrochemisches Kriterium (38).....	69
4.3.11	Organoleptische Parameter unauffällig (39).....	71
5.	Maßnahmen zur Überprüfung und Gewährleistung der Qualität	72
5.1	Vorbemerkungen.....	72
5.2	Turnusmäßige Eignungsprüfung.....	73
5.3	Anlassbezogene Eignungsprüfung	75
5.4	Dokumentation im Rahmen einer einfachen oder komplexen Eignungsprüfung.....	75
5.5	Ergebnis einer Eignungsprüfung.....	76
6.	Messstellendokumente und Reports in HygrisC.....	79

6.1	Messstellendokument für Probenehmer	79
6.2	Befahrungsprotokolle der Messnetzbetreuer/ Grundwasserstands-Beobachter	80
6.3	Weitere Standardformulare zur Dokumentation von Maßnahmen	80
6.4	Angaben zur Erstellung der Messstellenpässe	81
7.	Datenpflege in HygrisC und Workflow	82
7.1	Zustand und Maßnahmenbedarf einer WRRL-Messstelle in HygrisC	82
7.2	Eignung einer Messstelle für das WRRL-Messnetz in HygrisC	86
7.3	Eignung einer Messstelle für das WRRL-Wasserstandsmessnetz in HygrisC	88
7.4	Aufnahme einer Messstelle in das WRRL-Messnetz in HygrisC	88
7.5	Ausschluss einer Messstelle aus dem WRRL-Messnetz	88
8.	Ableitung von Empfehlungen des QS-Handlungskonzeptes für Pilotmessstellen	89
8.1	Während der Pilotierung durchgeführte Maßnahmen und Ergebnisse	90
8.2	Resultierende Handlungsempfehlungen und Maßnahmenkategorisierung	92
8.3	Handlungsempfehlungen für „Regenerierung und Sanierung“ sowie „Geophysik“	93
8.4	Fazit der Pilotmaßnahmen	95
9.	Literatur	96
9.1	Veröffentlichte Dokumente (Literatur)	96
9.2	Veröffentlichte Dokumente von Verbänden und öffentlichen Institutionen	96
9.3	Unveröffentlichte Dokumente (LANUV, MULNV und weitere)	98

Verzeichnis des Anhangs:

- Anhang 1: Fließschemata der 39 Prüfkriterien zur Qualitätssicherung an Grundwassermessstellen, Quellen und Brunnen sowie zur Ableitung von Handlungsempfehlungen
- Anhang 2: Überblick zu fachlichen Regelwerken der Verbände und Institutionen seit 1985
- Anhang 3: HYGRISC-Maßnahmenkatalog
- Anhang 4: DV-Konzept für die zukünftige Dokumentation von Qualitätskontrollen, festgestellten Mängeln und erforderlichen Maßnahmen
- Anhang 5: Zuordnungstabellen Lithologie, Durchlässigkeitsbeiwerte, Durchlässigkeitsklassen und nutzbare Porositäten

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Anteil unterschiedlicher Messstellenarten und des Baujahres der Brunnen und Messstellen des WRRL-Grundwassergütemessnetzes, soweit Angaben vorlagen (Stand 2016)	18
Abbildung 3-1: Exemplarische Darstellung eines Schichtenverzeichnisses samt Ausbauezeichnung ...	27
Abbildung 3-2: Schematische Darstellung eines Grundwasserströmungsfeldes mit vertikalen hydraulischen Gradienten.....	30
Abbildung 3-3: Zusammenhang zwischen Filterposition und Flächennutzung im Zustrom in Abhängigkeit von der Tiefenlage des Filters.....	31
Abbildung 3-4: Schematische Darstellung einer Quelfassung	34
Abbildung 3-5: Vergleich der Zustromgebiete eines Förderbrunnens und von Messstellen.....	35
Abbildung 4-1: Geophysikalische Ausbaukontrollmessung mit Induktionslog zur Feststellung der lithologischen Lagerungsverhältnisse im Gebirge	56
Abbildung 8-1: Fließschema des Selektionsalgorithmus zur Auswahl von Messstellen für die im Jahr 2016 vorgenommene „Pilotierung“	89
Abbildung 8-2: Übersicht zu während der Befahrung und Funktionsprüfung durchgeführten Arbeiten	90
Abbildung 8-3: Zusammenfassung der Einzelmaßnahmen zu acht Maßnahmenkategorien	92

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Eignungskriterien für Grundwassermessstellen bei einer Messnetzgestaltung (Tabelle 1 aus DVGW 2003)	25
Tabelle 3-2: Übersicht zu relevanten Stamm- und Ausbaudaten für Grundwassermessstellen	29
Tabelle 4-1: Übersicht zu den 19 QS-Prüfkriterien zur Lage und technische Bauausführung einer Messstelle	38
Tabelle 4-2: Mindestbohrendurchmesser in Abhängigkeit vom Ausbaudurchmesser, gewählten Bohrverfahren und Abdichtungsmaterial (DVGW 2003b, AK GWB 2012)	43
Tabelle 4-3: Eignung von Rohrmaterialien für die chemische Untersuchung bestimmter Parameter und Parametergruppen	46
Tabelle 4-4: Schüttkorndurchmesser und Filterschlitzweite in Abhängigkeit von der Lithologie.....	47
Tabelle 4-5: Übersicht zu den neun QS-Prüfkriterien: Anforderungen an die Dokumentation	52
Tabelle 4-6: Anforderungen an die Inhalte der Bestandsunterlagen in Abhängigkeit von Messstellenart und Messnetz.....	53
Tabelle 4-7: Übersicht zu den zur Ermittlung von unbekanntem Angaben der Schichtabfolge und des Ausbaus empfohlenen geophysikalischen Messverfahren.....	56
Tabelle 4-8: Empfohlener Turnus für verschiedene Untersuchungen einer Eignungsprüfung an Grundwasserstands- und -gütemessstellen (DVGW 2012).....	60
Tabelle 4-9: Übersicht der 11 QS-Prüfkriterien zu Anforderungen an den Betrieb der Messstelle	62
Tabelle 7-1: Datenfelder zur Dokumentation der Durchführung von Maßnahmen.....	82
Tabelle 7-2: Erwartete Ergebnisse nach Durchführung einer Maßnahme pro Maßnahmentyp.....	84

Abkürzungsverzeichnis (im Text verwendet)

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
k_f	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-, Leistung-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 (Glossar)

Die Erläuterungen zu den nach ausgewählten und im Bericht und/oder dem 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 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
Abstich	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.
Airlift	Entsandungsverfahren (s. dort)
Anfahrbarkeit	Möglichkeit, Messstellenarten für eine notwendige Tätigkeit im Zusammenhang mit dem Grundwasser-Monitoring (z. B. Beprobung, geophysikalische Untersuchung) uneingeschränkt mit dem notwendigen Fahrzeug anfahren zu können.
Arbeitsgebiete	Bezeichnung der 12 Teilgebiete/Teileinzugsgebiete in NRW, für die den Bezirksregierungen vom MULNV die Federführung erteilt wurde
Auffülltest	Prüfung einer Grundwassermessstelle auf Betriebstauglichkeit durch das Einbringen von Wasser
Auflandung	Sedimentauflage am Boden einer Grundwassermessstelle, welche die Funktionsfähigkeit beeinträchtigen kann
Ausbaudurchmesser	Innendurchmesser (IDN) der Voll- und Filterrohre, bei Grundwassermessstellen mit einer Nennweite von maximal 125 mm (5 Zoll)
Befahrung	Messstellenbesuch, der zwecks Eignungsprüfung oder Probennahme 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.
Beharrung	Zeitlich konstanter Grundwasserspiegel bei definierter Entnahmerate eines Pumpversuchs
Beprobung	Grundwasserprobennahme zum Zwecke der Labor-Analytik
Bestandsunterlagen	Alle verfügbaren Unterlagen, die den Bau und Betrieb einer Messstelle dokumentieren, werden als Bestandsunterlagen bezeichnet.
Betriebszustand	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.
Bohrloch	Zylindrischer Hohlraum beliebigen Durchmessers und beliebiger Länge bzw. Tiefe, der im Untergrund durch Bohren zum Zwecke der Grundwasserüberwachung abgeteuft wird
Bohrlochdurchmesser (d_{BL})	Durchmesser des Ringraumes einer Bohrung
Brunnen	Anlage zur Förderung von Grundwasser, üblicherweise mit Durchmessern der Innenrohre >> 125 mm
Demonstrativpumpversuch	(synonym: Leistungs-PV): zum Nachweis des am Standort nach Menge und/oder Beschaffenheit gewinnbaren Grundwassers (Definition nach Adam et al. 2000)
Digitale Probennahmeakte	s. Messstellendokument für Probennehmer

Begriff	Erläuterung
Eignungsprüfung einer Grundwassermessstelle (synonym: Funktionsprüfung)	<p>Prüfung der grundsätzlichen fachlichen Eignung und Zweckmäßigkeit einer Messstelle als WRRL-Messstelle (zur Wasserstandsmessung und/oder Probennahme) auf der Grundlage der im Leitfaden beschriebenen Qualitätskriterien.</p> <p>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).</p> <p>Sie kann (z. T.) auf der Grundlage von HygrisC durchgeführt werden. Eine Befahrung und/oder Pumpstest 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 Pumpstest. Auch geophysikalische Verfahren (inkl. Kamerabefahrung) können Teil der Eignungsprüfung sein.</p>
Einbaulänge	Kennzeichnet die Länge der Grundwassermessstelle (Differenz zwischen Messpunkthöhe und Unterkante Sumpfrohr)
Einzugsgebiet	s. Zustromgebiet
Entnahme	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).
Entsandung	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)
Erstcharakterisierung	Festlegung der Probennahmebedingungen (Abpumpvolumen, Einhängetiefe der Pumpe etc.) aus Gütepumpversuchen für nachfolgende Probennahmen. Die Erstcharakterisierung erfolgt bei Brunnen und Grundwassermessstellen über einen Pumpstest 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.
Filterbelüftung	Lage des Filterrohres in der ungesättigten Zone über der Grundwasseroberfläche
Filterboden	Bodenkappe (s. auch Sumpfrohr)
Filterkies-schüttung	Kiesschüttung im Bereich des Filters zwischen Filterrohr und Bohrlochwand
Filterrohr	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. Schlitz) auf, durch die das Grundwasser in das Filterrohr einströmen kann.
Filterstrecke/-lage	Kennzeichnet die Länge des Filters zwischen der Filterunter- (FUK) und der Filteroberkante (FOK)
Flussgebiets-einheit (FGE)	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.
Funktionsprüfung	s. Eignungsprüfung

Begriff	Erläuterung
Funktions-tüchtigkeit	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 Funktionstüchtigkeit kann im Rahmen einer Eignungsprüfung planmäßig oder aufgrund von festgestellten Störungen geprüft werden. Ob eine Messstelle als funktionstüchtig eingestuft werden kann, wird in HygrisC künftig unter „Monitoringstatus“ geführt.
Gegenfilter	Einbringen von feinkörnigem Füllsand in den Ringraum einer Bohrung oberhalb der Überschüttung von mindestens einem Meter, um nachträgliche Setzungen auszugleichen
Geografische Informationssysteme (GIS)	GIS werden benutzt, um Daten mit einem Raumbezug zu visualisieren und auszuwerten. HygrisC besitzt einen GIS-Client, der im Browser bedient werden kann.
Grundwasser	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).
Grundwasser-aufschluss	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.
Grundwasser-geringleiter (synonym: -hemmer)	Gesteinskörper, der eine geringe hydraulische Durchlässigkeit aufweist (Durchlässigkeitsbeiwerte k_f von 1×10^{-9} bis 1×10^{-5} m/s nach ad-hoc-AG Hydrogeologie 1997).
Grundwasser-geleiche (synonym: Isohypse)	Verbindungsline gleich hoher und gleichzeitig gemessener Grundwasserstände oder Druckspiegel in Messstellen. Mit ihnen können z. B. Grundwasserfließrichtungen ermittelt werden.
Grundwasser-körper	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.
Grundwasser-leiter	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.
Grundwasser-leitergerechte Verfüllung einer GWM	Verfüllung einer Grundwassermessstelle entsprechend der am Standort herrschenden gesteins- und schichtbedingten hydraulischen Verhältnisse - unabhängig von feinschichtigen Heterogenitäten ($\leq 0,5$ m).
Grundwasser-messstelle (GWM)	Einrichtung zur Entnahme von Grundwasser und zur Erfassung hydrologischer und hydrochemischer Daten des Grundwassers mit einem oder mehreren wasser-durchlässigen Rohrabschnitten im Bereich des Grundwasserleiters, üblicherweise mit Durchmessern der Innenrohre ≤ 125 mm.
Grundwasser-oberfläche (GWO)	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.
Grundwasser-probenahme	Gewinnung repräsentativer Grundwasserproben aus einer dafür geeigneten Grundwassermessstelle
Grundwasser-qualitätsnorm	Bezeichnet die Umweltqualitätsnorm, ausgedrückt als Konzentration eines bestimmten Schadstoffes, einer bestimmten Schadstoffgruppe oder eines bestimmten Verschmutzungsindicators im Grundwasser, die aus Gründen des Gesundheits- und Umweltschutzes nicht überschritten werden darf.

Begriff	Erläuterung
Grundwasserstand (synonym: Grundwasserspiegel)	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.
Grundwasserüberwachung	Gegenstand der Grundwasserüberwachung ist die chemische Zusammensetzung oder Beschaffenheit des Grundwassers in NRW. Dazu werden Messstellen und chemisch-physikalische Messwerte in der Grundwasserdatenbank gepflegt.
Güte	Verbreiteter Begriff zur Beschreibung der chemischen Beschaffenheit (des Grundwassers). Wird hier im 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
Güteanforderung	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.
Höhensystem	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.
Hydraulische Trennschicht	s. Grundwassergeringleiter
Hydraulisches (Abbruch-) Kriterium	Wasservolumen, welches vor der Probennahme exakt abzupumpen ist, um von der Grundwassermessstelle ausgehende Einflüsse zu eliminieren; nähere Definition s. DVGW W 129 (A)
Hydrochemische Konstanz	Zeitlich konstant gemessene hydrochemische Vor-Ort-Parameter während eines Pumpversuchs oder einer Probennahme
Hydrologisches Jahr	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.
HygrisC	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).
Instandsetzung	Oberbegriff für alle Maßnahmen, die der Behebung von Mängeln an Grundwassermessstellen dienen, z. B. Sanierung und Regenerierung (DVGW W 130 und W 135)
Ist-Tiefe	Aktuell vorgefundene und durch Messungen (z. B. Tiefenlotung) bestätigte Tiefe einer Grundwassermessstelle
Kamerabefahrung	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.
Layer	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.
Leistungspumpversuch	s. Demonstrativpumpversuch

Begriff	Erläuterung
LGD-Nummer	Neunstellige Messstellenummer, 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 Messstellenummer kann eine Messstelle eindeutig identifiziert werden.
Maßnahmenkatalog	Der Maßnahmenkatalog (Anhang 3) listet unterschiedliche Maßnahmen zur Eignungsprüfungen an Messstellen auf. Er besteht aus Maßnahmenarten, die fachlich hierarchisch in drei Ebenen gegliedert werden können.
Messprogramm	Im Rahmen des WRRL-Monitorings werden verschiedene Überwachungsbereiche unterschieden: Grundwasserüberwachung (50), Rohwasserüberwachung (51, 52) und Anlagenüberwachung (53 und 54).
Messstelle	Übergeordneter Begriff für verschiedene Messstellenarten
Messstellenart	<p>Schacht-/Horizontal-/Vertikalfilterbrunnen, Quelle, Sickerstollen bzw. -schacht, Grundwassermessstelle (GWM) mit folgenden Unterkategorien („Messstellentyp“ nach AK GWB 2003):</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 Förder Elemente oder verfilterte Messstellen mit installiertem Probennahmesystem sein.
Messstellendokument für Probenehmer	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 einpflegt zu werden.
Messstellenkette	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.
Messstellenpass	beinhaltet alle hydrogeologisch wesentlichen Dokumente und Daten zur Beurteilung des aktuellen Status der Grundwassermessstelle (im Pilotierungs-Projekt 2016) erstellt.
Messstellenstammdaten	nach LAWA 1 (1982) Daten, welche die Messstelle beschreiben und sich nur selten ändern (z. B. Messpunkthöhen)
Messstellenstatus	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.
Metadaten	beschreiben die Struktur und die Bedeutung der Datenelemente, durch die Fachinformationen in der Grundwasserdatenbank dargestellt werden.
Monitoringstatus	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.

Begriff	Erläuterung
MPH	Messpunkthöhe (in m NHN, früher oft NN). Festgelegter Bezugspunkt an einer GWM für die Messung von relativen Höhenunterschieden.
Pilotierung („Pilotmessstellen“)	Auswahl von Grundwassermessstellen, Brunnen und Quellen bzw. Sickerstollen (Pilotmessstellen) zur Eignungsprüfung im Rahmen eines Pilotvorhabens im Jahr 2016.
Porenwasser	Wasser, das die Poren oder Hohlräume innerhalb eines Boden- oder Gesteinskörpers füllt.
Probennahme	Bezeichnung zur Entnahme von Proben (s. Grundwasserprobennahme).
Probennahmeakte	s. Messstellendokument für Probenehmer.
Pumpen-Befahrbarkeit	Untersuchung mit einem einer marktüblichen Pumpe nachgebildetem und an den Rohrrinnendurchmesser angepassten Prüfkörper (Dummy) mit der Angabe von Maßeinheiten zur Klärung der Frage, ob die Unversehrtheit der Rohre bis zur Ausbautiefe bzw. bis zu welcher Tiefe die Unversehrtheit der Rohre gegeben ist.
Pumptest (synonym: Pumpversuch)	Prüfung einer Grundwassermessstelle auf Betriebstauglichkeit durch Entnahme von Wasser.
Punktquelle	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. Zudem werden grundwasserrelevante Punktquellen von den Kreisen und Kreisfreien Städten für HygrisC bereitgestellt.
Qualitätskriterien (synonym: QS-Kriterien)	Bestimmen die Eignung als WRRL-Messstellen. Für „Gütemessstellen“ (synonym 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.
Quelle und Stollen	Das Grundwasser tritt an Mundlöchern gefasst oder natürlich belassen aus - ähnlich einem oberirdischen Gewässer.
Regenerierung	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
Reinigung	Entfernen der Ablagerungen von der Rohrrinnenwand, aus den Filterschlitzten und aus dem Sumpfrohr.
Repräsentative Grundwasserproben	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.
Ringraum	Raum zwischen Bohrlochwand und Einbaurohren (z. B. Filterrohr)
Rohwasser	ist unbehandeltes Grundwasser vor der Reinigung oder Aufbereitung (z. B. zur Trinkwassergewinnung)
Rohwasserüberwachung	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 (.d.R. Brunnen und Vorfeldmessstellen) und Messwerten bearbeitet.
Routinepumpversuch	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).
Ruhewasserspiegel	Grundwasserstand vor dem Abpumpen (vgl. Abstich).

Begriff	Erläuterung
Sanierung	Vorbereitung und Durchführung baulicher Maßnahmen zur Verbesserung bzw. Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit von Grundwassermessstellen und Brunnen.
Schichtenverzeichnis	Dokumentation der geologischen Aufnahme der Bodenschichten, die bei einer Bohrung im Untergrund (z. B. für Grundwassermessstelle) angetroffen werden.
Sickerwasser	unterirdisches Wasser in der ungesättigten Boden- bzw. der darunter folgenden Sickerwasserzone, das sich unter Einwirkung der Schwerkraft bei Überschreitung der Wasserhaltefähigkeit abwärts bewegt.
Soll-Tiefe	Tiefe einer Grundwassermessstelle gemäß der Dokumentation des unterirdischen Ausbaus in den Bestandsunterlagen.
Standwasser	Wasser, welches sich im Filterrohr und in der umgebenden Kiesschüttung befindet (vgl. hydraulisches Kriterium)
Sumpfrohr	Absetz- bzw. Vollrohr am unteren Ende einer GWM, nach unten durch eine Bodenkappe, einen Stopfen oder ein Rückschlagventil (für 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.
Teileinzugsgebiet	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.
Tiefenlotung	Messung der Ist-Tiefe einer Messstelle z. B. mit einem Tiefenlot.
Trend	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.
Turnus	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.
Überschüttung	Einbringen von Filterkies in den Ringraum einer Bohrung über der Filteroberkante von mind. 2 Meter, um nachträgliche Setzungen auszugleichen.
Verrohrung	rohrförmiges Stützbauwerk, das in ein durch Drehbohren hergestelltes Bohrloch oder einen Brunnen eingebaut wird, um das Bohrloch offen zu halten.
Wasserbuch	Verzeichnis aller Wasserrechte; wird bei den Bezirksregierungen geführt. Als Datenbankanwendung wird das „Digitale Wasserbuch“ betrieben. Durch HygrisC wird der Zugriff auf das Wasserbuch ermöglicht.
Wasserentnahmeentgelt-Gesetz (WasEG)	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.
Wasserschutzgebiet	Zusammenfassung der Begriffe Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiet. Wasserschutzgebiete sind Gegenstand der Rohwasserüberwachung (RWÜ) und daher Informationsobjekte in der Grundwasserdatenbank.
Wiederanstieg	zeitlicher Anstieg der Grundwasserdruckfläche im Rohr nach einem Pumpversuch.
WRRL-Messnetz	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.
Zugänglichkeit	Möglichkeit der Anfahrbarkeit, z. B. bei Quellen im Wald.
Zustromgebiet (synonym Einzugsgebiet)	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.

1. Veranlassung und Zielsetzung

Gemäß den Vorgaben der Richtlinie 2000/60/EG ist der mengenmäßige und chemische Zustand des Grundwassers zu überwachen und hinsichtlich der Erreichung der vorgeschriebenen Ziele zu beurteilen. Diese Aufgabe ist für alle EU-Mitgliedstaaten bindend. Nach § 9 der seit 2010 geltenden und 2017 novellierten Grundwasserverordnung (GrwV) sind in jedem Grundwasserkörper Messstellen zur repräsentativen Grundwasserüberwachung des Grundwasserzustandes einzurichten und zu betreiben. Auf den Daten eines solchen Messnetzes basieren die Beurteilung der Erfüllung der Zielvorgaben, die Ableitung von Maßnahmen bzw. die Entwicklung von Maßnahmenprogrammen und die Erstellung von Bewirtschaftungsplänen (pro Flussgebietseinheit). In Nordrhein-Westfalen ist das LANUV für die Qualitätssicherung der landeseigenen WRRL-Messstellen sowie die für den Messnetzbetrieb an den landeseigenen Messstellen verantwortliche Behörde (s. Kap. 2). Für die Repräsentativität innerhalb der Grundwasserkörper sind die Bezirksregierungen verantwortlich.

Seit Jahrzehnten existieren in Nordrhein-Westfalen umfangreiche Messnetze zur Grundwasserüberwachung. Die Messstellen für das Monitoring gemäß WRRL wurden zunächst überwiegend aus vorhandenen Überwachungsnetzen selektiert und durch Messstellen Dritter erweitert. Die Auswahl erfolgte nach fachlichen Kriterien, die u. a. durch die WRRL und Rahmenkonzeption der LAWA für das Grundwasser-Monitoring gemäß WRRL (LAWA 2005) und durch die heutige GrwV (2017) vorgegeben sind. Dies betrifft die Verteilung und Anzahl der Messstellen pro Grundwasserkörper und Landnutzung unter der Maßgabe der Repräsentativität, den Ausbau der Messstelle sowie die Datengrundlage (z. B. vorliegende Messreihe).

Die Messnetze zur Überwachung des mengenmäßigen und chemischen Zustands beruhen auf einer im Zeitraum 2005-2009 von den damaligen Staatlichen Umweltämtern (StUä) nach den Kriterien des Monitoringleitfadens Grundwasser (MUNLV 2008) getroffenen Auswahl. Grundlage für diese Auswahl bildete und bildet ein weitaus größerer Bestand von Messstellen, die für unterschiedliche Fragestellungen errichtet und betrieben wurden bzw. werden. Für die Konfiguration der WRRL-Grundwassermessstellennetze (kurz: Grundwassermessnetze) im genannten Zeitraum wurden somit bis 2016 keine neuen Messstellen eingerichtet, sondern es wurde ausschließlich auf den vorhandenen Bestand an verfügbaren Messstellen zurückgegriffen. Das Messstellennetz ist somit als „historisch gewachsen“ und hinsichtlich Messstellenart, Messstellenausbau und Alter der Messstellen als heterogen zu bezeichnen.

Im Jahr 2009 umfasste das quantitative und qualitative Messnetz jeweils ca. 1.650 Messstellen. Im Oktober 2017 umfassen beide WRRL-Messnetze zusammen 2.650 Messstellen. 1.370 Messstellen dienen der Überwachung des mengenmäßigen Grundwasserzustands. Bei 1.560 Messstellen wird der chemische Zustand kontrolliert, die Überschneidungen zwischen beiden Messnetzen lagen bei 280 Messstellen. 970 Messstellen des WRRL-Grundwassergüte- und WRRL-Grundwasserstandsmessnetzes sind landeseigene Messstellen, für deren Instandhaltung und Funktionstüchtigkeit das LANUV verantwortlich ist. Bei 480 sog. „Betreiber-Messstellen“ ist das LANUV auch mit der Überwachung beauftragt. Bei weiteren 1.200 Betreiber-Messstellen obliegt es der Bezirksregierung, die Eignung der Messstellen für das Messnetz zu prüfen und den Messstellenzustand zu dokumentieren.

Aufgrund eines unregelmäßigen Wegfalls von WRRL-Messstellen z.B. durch altersbedingte Mängel der Funktionalität sind in den vergangenen Jahren Lücken im Messnetz entstanden,

die bisher nur teilweise kompensiert werden konnten. Neben einer notwendigen Kompensation dieser Lücken wird es als notwendig angesehen, dass Messstellen des WRRL-Messnetzes ebenso wie einzelne Messungen den Regeln der Technik (s. Anhang 2), den Anforderungen der GrwV (2017) und des „Leitfadens Monitoring Grundwasser“ (MUNLV 2008) entsprechen. Aufgrund einer 2015 getroffenen Zielvereinbarung des LANUV mit dem damaligen Umweltministerium NRW wurden daher die notwendigen grundlegenden Schritte in die Wege geleitet, um das Messnetz schrittweise zu ertüchtigen sowie Standards zur Qualitätskontrolle der WRRL-Messstellen zu entwickeln und nachfolgend zu implementieren.

Vor diesem Hintergrund wurde der Leitfaden zur Qualitätssicherung der WRRL-Grundwassermessnetze im Rahmen eines Projektes zur Qualitätssicherung der WRRL-Grundwassermessstellen in NRW konzipiert (HYDOR 2018). Ziel des Leitfadens ist es, in Anknüpfung an bestehende Strukturen für den zukünftigen Regelbetrieb der WRRL Messnetze im Rahmen der Anwendung unverzichtbarer Qualitätsanforderungen an Grundwasserstands- und Grundwassergütemessstellen landesweite Standards einzuführen. Die im Leitfaden dargestellten Anforderungen gelten für den Messstellenneubau bzw. -ersatz, für die Aufnahme von vorhandenen Betreiber-Messstellen in das WRRL-Messnetz sowie für die Feststellung der Funktionalität im Betrieb. Der Leitfaden richtet sich somit an alle in NRW hinsichtlich der Messnetze tätigen Akteure und an potentielle Nutzer der Daten, also sowohl Mitarbeiter der zuständigen Behörden als auch an die an Messdaten interessierte Öffentlichkeit.

Der Leitfaden wurde auf der Basis der Erkenntnisse eines Pilotvorhabens (HYDOR 2018, nicht veröffentlicht) erstellt. Neben den Regelwerken und der Fachliteratur (s. Kap. 3) wurden Inhalte des QS-Handlungskonzeptes sowie die in der Ist-Analyse und Pilotierung gewonnen Erkenntnisse berücksichtigt. Obwohl der Fokus des Pilotvorhabens auf dem qualitativen WRRL-Messnetz lag, werden im Folgenden auch Anforderungen an den qualitätsgesicherten Betrieb des quantitativen WRRL-Messnetzes dargestellt. Der Leitfaden formuliert zur dauerhaften Organisation und Qualitätssicherung der WRRL-Messnetze folgende Vorgaben:

- bauliche Standards,
- Anforderungen an die Dokumentation der Messstellen,
- Turnus, Art und Beschreibung der Kontrollmaßnahmen (differenziert nach anlassbezogenen Maßnahmen und solcher im Rahmen des Routinebetriebes),
- Prüfkriterien zur Qualitätssicherung und Empfehlungen zur Regenerierung / zum Ersatz,
- Anforderungen an die Problemfeststellung, -behandlung und Maßnahmenumsetzung.

Das QS-Handlungskonzept (s. Kap. 4 und Anhang 1) lässt sich fachlich untergliedern nach:

1. Anforderungen an Lage und technische Bauausführung der Messstelle,
2. Anforderungen an die Erst- und Bestandsdokumentation und
3. Anforderungen an den Regelbetrieb.

Der Leitfaden knüpft an das Qualitätsmanagement des LANUV (2016) an und enthält Empfehlungen für Ergänzungen oder Anpassungen des qualitätsgesicherten Messstellenbetriebes (s. Kap. 5). Zudem wurde - zugeschnitten auf die Grundwasserdatenbank HygrisC - ein DV-Konzept entwickelt (s. Anhang 4), um die Erfassung und Beschreibung von Kontrollen bzw. Maßnahmen DV-technisch zu optimieren. Zudem wurden für Routinemaßnahmen drei separate Musterleistungsbeschreibungen und -verzeichnisse erstellt (HYDOR 2018).

2. Struktur und Organisation der WRRL-Messnetze zur Grundwasserüberwachung

2.1 Umfang und Aufbau der WRRL-Messnetze

Wie beschrieben, bezieht sich der hier vorliegende Leitfaden sowohl auf Messstellen des Messnetzes der mengenmäßigen als auch der chemischen Grundwasserüberwachung nach WRRL. Insgesamt zählen die Messnetze derzeit (Stand Oktober 2017) ungefähr 2.650 Messstellen, von denen 1.560 Messstellen der qualitativen Überwachung dienen. Einige von diesen Messstellen dienen zusätzlich auch der mengenmäßigen Überwachung im Rahmen der WRRL.

Innerhalb des Messnetzes zur Überwachung des chemischen Grundwasserzustands wird zwischen einem überblicksweisen und einem operativen Monitoring unterschieden. Die Messstellen für das überblicksweise Monitoring bilden das Basisnetz. Hier sollte gemäß MUNLV (2008) mindestens eine Messstelle pro 50 km² vorhanden sein. In den als „gefährdet“ eingestuften Grundwasserkörpern sind sie in NRW gleichzeitig eine Teilmenge der Messstellen für das operative Monitoring. Die operative Überwachung wird nach der GrwV (2017) für jeden Grundwasserkörper durchgeführt, dessen Zielerreichung im Hinblick auf den chemischen Zustand im Rahmen der Bestandsaufnahme als unwahrscheinlich eingestuft wurde. Als Messstellendichte des operativen Messnetzes wird eine Messstelle für eine Fläche von 10 bis 20 km² angestrebt. Für die Beurteilung des chemischen Zustandes wird eine Bandbreite an Parametern erhoben. Der Untersuchungsumfang und die -häufigkeit orientieren sich an der Nutzung, der Überwachungsaufgabe sowie dem Untersuchungsprogramm. Entsprechend werden Stoffe aus den folgenden Gruppen analysiert: Haupt- und Nebeninhaltsstoffe sowie physikochemische Parameter, Metalle und Metalloide, organische Summenparameter und organische Einzelstoffe.

Mithilfe des Messnetzes zur Überwachung des mengenmäßigen Grundwasserzustands müssen die verfügbaren Grundwasserressourcen räumlich und zeitlich zuverlässig beurteilt und die von der Grundwasserbewirtschaftung hervorgerufenen Einwirkungen auf den Grundwasserstand im Grundwasserkörper sowie deren Auswirkungen auf direkt vom Grundwasser abhängige Landökosysteme eingeschätzt werden können. Wichtiger Parameter für die Bewertung des mengenmäßigen Zustandes ist der Grundwasserstand oder die Quellschüttung. Das Überwachungsnetz zur mengenmäßigen Grundwasserüberwachung nach WRRL enthält aktuell 1.370 Messstellen (Stand Oktober 2017).

Die Messnetze zur mengenmäßigen und chemischen Grundwasserüberwachung sind landesweit flächendeckend konzipiert und auf die Repräsentativität je Grundwasserkörper ausgerichtet. Die Zustromgebiete der Messstellen zur chemischen Überwachung repräsentieren z. B. die Anteile der Flächennutzung im Grundwasserkörper. Somit liegen sie auch in Trinkwasser- und anderen Wasserschutzgebieten. Eine darüberhinausgehende gesonderte Überwachung der Schutzgebiete erfolgt auf der Grundlage der für Schutzgebiete geltenden Rechtsvorschriften durch die Betreiber der Gewinnungsanlagen. So gibt es z. B. in Trinkwasserschutzgebieten eine intensive Überwachung an Vorfeldmessstellen, Rohwassermessstellen und Trinkwassermessstellen nach den Vorgaben des Landeswassergesetzes Nordrhein-Westfalen (§ 50 LWG; Rohwasserüberwachungsrichtlinie NRW).

Im Rahmen des Leitfadens wird an geeigneten Stellen zwischen Anforderungen an Mengen- und an Gütemessstellen, bei Letzteren jedoch nicht grundsätzlich zwischen Messstellen des überblicksweisen und operativen Messnetzes unterschieden, da die baulich-technischen Kriterien zur Prüfung der Eignung einer Messstelle überwiegend identisch sind.

Zur Erfassung des chemischen und mengenmäßigen Zustandes werden verschiedene Messstellenarten genutzt. Hauptsächlich erfolgen die Probennahmen bzw. Messungen an Grundwassermessstellen. Die jeweiligen Anzahlen der unterschiedlichen Messstellenarten sind für das WRRL-Grundwassergütemessnetz in Abbildung 2-1 (links) wiedergegeben. Der rechte Teil der Abbildung zeigt - sofern dazu Daten vorliegen - das jeweilige Baujahr der Grundwassermessstellen und Brunnen, Quellen sind in dem Histogramm nicht enthalten. Es handelt sich zumeist um ältere Bauwerke, das durchschnittliche Alter der Gütemessstellen - inkl. der Messstellen Dritter, die zumeist jünger sind - lag im Jahr 2016 bei 37 Jahren.

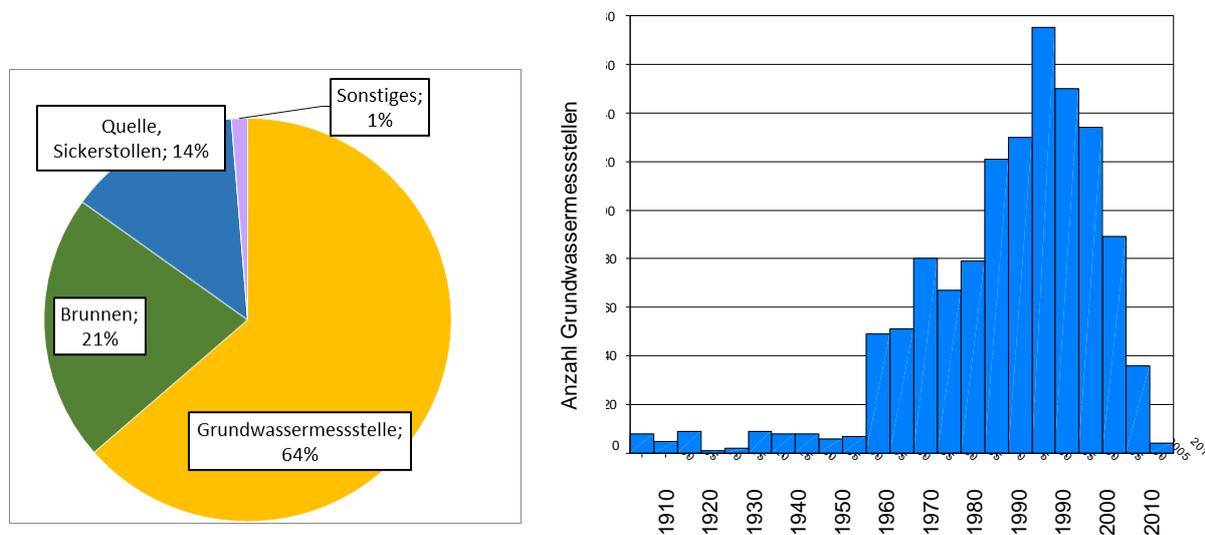


Abbildung 2-1: Anteil unterschiedlicher Messstellenarten (links) und des Baujahres der Brunnen und Messstellen des WRRL-Grundwassergütemessnetzes, soweit Angaben vorlagen (Stand 2016) (rechts)

2.2 Verwaltung grundwasserrelevanter Daten

Alle Daten zu den Messstellen (Stammdaten, Messdaten, Daten zur Organisation des Messstellenbetriebes oder der Messnetzpflege sowie Messstellendokumente und Probennahmeprotokolle etc.) werden in der Landesgrundwasserdatenbank HygrisC zusammengeführt. HygrisC kann von denjenigen, die Zugang zum Landesverwaltungsnetz haben und schreibberechtigt sind (staatliche und kommunale Einrichtungen, Wasserverbände) auch zur Führung und Pflege eigener Messnetze und Messdaten eingesetzt werden.

Daher enthält die Datenbank neben den relevanten Informationen zum Thema „EG-Wasserrahmenrichtlinie“ auch Daten zu den Themen

1. „Landesgrundwasserdienst (Grundwasserstand)“,
2. „Grundwasserüberwachung (Grundwasserbeschaffenheit)“ und
3. „Rohwasserüberwachung (Wasserwerke, Wasserschutzgebiete)“.

Die Daten zu den Messstellen der WRRL-Messnetze stellen nur eine Teilmenge der insgesamt sehr umfangreichen Datenbasis (> 35.000 Messstellen) dar. Auszugsweise sind die

abgespeicherten Daten für die Öffentlichkeit zugänglich und können über das Fachinformationssystem ELWAS-Web und „Umweltdaten vor Ort“ im Internet angezeigt werden. Für die Organisation der Messnetzpflege, des -betriebs und die Qualitätssicherung besitzt die Landesgrundwasserdatenbank eine Schlüsselrolle. Deshalb sind dieser Form der elektronischen Datenerfassung zwei separate Kapitel (6 und 7) gewidmet, in denen unter Berücksichtigung aktueller IT-Komponenten ein Konzept für eine zukünftig optimale und praktikable Dokumentation der beschriebenen Kontrollmaßnahmen und Organisationsabläufe unterbreitet wird.

Zusätzlich zu dem datenführendem System HygrisC bestehen auch andere relevante DV-Systeme: zur Speicherung und Darstellung von Probennahmendaten wird z. B. Vor-Ort das computergestützte Grundwasserprobennahmesystem „oriWell[®]“ eingesetzt. Dort werden für die Probennahme wichtige Stammdaten geführt. Kontinuierliche Messreihen (z. B. der Vor-Ort-Parameter) können direkt in dieses System eingespeist werden. Des Weiteren werden die Messdaten (Rohdaten) zu den Proben in einem Laborinformations- und Managementsystem (LIMS) abgelegt und verwaltet. Neben den Analysewerten und den Probennahmendaten werden hier gleichfalls die Probennahmeprotokolle geführt sowie Probennahmeabbrüche dokumentiert. Zwischen dem LIMS und HygrisC besteht ein automatisierter Datentransfer. Zudem gibt es in HygrisC eine Schnittstelle zu der DABO-Bohrungsdatenbank des Geologischen Dienstes NRW. Hierüber können Messstellen freigegebenen Bohrungen zugeordnet werden und hydrogeologische Informationen abgerufen werden.

2.3 Akteure im Messstellenbetrieb sowie bei der Messnetz- und Datenpflege

Sowohl beim Betrieb und der Pflege des WRRL-Grundwassergütemessnetzes und WRRL-Grundwasserstandsmessnetzes als auch bei der Datenpflege sind neben dem LANUV noch andere Akteure beteiligt. Dies erfordert eine konkrete Regelung zur Zuweisung und Abgrenzung von Zuständigkeiten in Bezug auf die bestehenden Aufgaben. Prinzipiell sind solche Zuständigkeiten durch die Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz (ZustVU) geregelt. Dementsprechend gilt für die Errichtung und den Betrieb der Messstellen und die Durchführung der Überwachung das LANUV als verantwortliche Behörde. Für das Aufstellen der Überwachung und die Einstufung sowie weitergehende Beschreibung der gefährdeten GWK ist eine der fünf BezReg in NRW zuständig. Für die qualitätssichernden, regelmäßig durchzuführenden Maßnahmen sind folgende Aktivitäten an den Messnetzen und Messstellen wichtig:

- a) Messnetzprüfung und -pflege;
- b) Funktions- und Eignungsprüfung an Messstellen und Dokumentation in HygrisC;
- c) Vollständigkeit der Bestandsunterlagen und der QS-relevanten Stammdaten der einzelnen Messstellen;
- d) Betrieb der Messstellen (Funktionsprüfungen, Regenerierungen, Bau/Rückbau);
- e) Durchführung der Messungen an den einzelnen Messstellen;
- f) Eingabe der Messdaten in HygrisC incl. Qualitätssicherung der Daten und Prüfung der Daten auf Vollständigkeit;
- g) DV-Konzept inkl. Vollständigkeit und Qualität der Messdaten an jeder Messstelle;

Dazu seien folgende Erläuterungen gegeben:

- a) Pflege / Vollständigkeit und Repräsentativität der WRRL-Messnetze, Aufnahme / Aussonderung von Messstellen: Zuständig für die Pflege des jeweiligen Messnetzes (WRRL, Chemie: operativ/Überblick; WRRL-Menge) ist die für den jeweiligen GWK zuständige Bezirksregierung. Diese Tätigkeit beinhaltet die Auswahl der Messstellen (Aufnahme /Aussonderung) und die regelmäßige Prüfung von Repräsentativität und Vollständigkeit des jeweiligen WRRL-Messnetzes hinsichtlich der Abdeckung mit Messstellen (nach Fragestellung) im jeweiligen GWK. Dazu zählt auch die Ermittlung und Zuordnung sowie die regelmäßige Prüfung des dominierenden Landnutzungseinflusses oder sonstiger anthropogener Einflüsse und Auswirkungen. Die fachlichen Vorgaben zu den Anforderungen der Messnetze und zur Messnetzpflege finden sich im Monitoringleitfaden Grundwasser. Ebenfalls gehört zu den Aufgaben der für den jeweiligen GWK zuständigen BezReg die Prüfung der Vollständigkeit der Messdaten an den WRRL-Messstellen. Wie erläutert, sind die BezReg auch für die Bewertung des Zustands der in ihrem Gebiet liegenden GWK und für die Risikobeurteilung der GWK (Ermittlung des Zustands, Ermittlung gefährdeter GWK) gemäß GrwV und für das Aufstellen der Monitoringprogramme zuständig.
- b) Eignungsprüfung von Messstellen für das WRRL-Messnetz: Bei Landesmessstellen erfolgt ein Vorschlag zur Prüfung bzw. zur Aufnahme durch die BezReg. Das LANUV prüft und teilt das Ergebnis der Prüfung mit. Danach wird diese Messstelle von der zuständigen Bezirksregierung in das WRRL-Messnetz aufgenommen oder ausgesondert. Bei den Betreiber-messstellen prüft die BezReg selber oder kann das LANUV mit der Prüfung beauftragen.
- c) Pflege der Bestandsunterlagen und Stammdaten an WRRL-Messstellen in HygrisC, auch: Erstellen von Gestattungsverträgen: Bei Landesmessstellen ist das LANUV, bei Betreiber-messstellen die BezReg und bei Messstellen großer Wasserverbände die BezReg oder das LANUV zuständig. Bei Vollzugs- und kommunalen Messstellen ist für die Datenpflege die BezReg oder die UWB/Kommune zuständig, wobei die für den GWK zuständige BezReg dafür Sorge tragen muss, dass die Anforderungen an eine WRRL-Messstelle hinsichtlich Qualität und Vollständigkeit erfüllt werden.
- d) Betrieb der Messstellen (Funktions- und Eignungsprüfungen, ggf. Regenerierungen / Sanierungen, Bau/Rückbau): Bei Landesmessstellen ist das LANUV (ggf. Auftragnehmer) zuständig. Bei Betreiber-messstellen tritt die BezReg im Bedarfsfall an den Betreiber heran. Soweit das LANUV mit den Messungen beauftragt ist, können einfache Funktionsprüfungen und Instandhaltungs-/Instandsetzungsarbeiten nach Abstimmung mit dem Eigentümer / Betreiber und je nach Wirtschaftlichkeitsermessen durch das LANUV vorgenommen werden.
- e) Durchführen der Wasserstandsmessungen und der Probennahmen / Analysen (incl. Qualitätssicherung und PL-Kontrolle der Daten): Bei Landesmessstellen ist das LANUV zuständig. Bei Betreiber-messstellen führt dieser die Messungen durch und die zuständige Behörde kontrolliert diese; sofern der Betreiber nicht zur Durchführung verpflichtet ist, kann die BezReg das LANUV mit der Durchführung der Messungen beauftragen.
- f) Eingabe der Messdaten: Bei Landesmessstellen erfolgt diese durch das LANUV, bei Betreiber-messstellen durch die BezReg oder die Kommune, bei großen Wasserverbänden durch die BezReg oder das LANUV. Sofern das LANUV mit der Durchführung der Messungen beauftragt ist, erfolgt auch die Dateneingabe durch das LANUV.
- g) Umsetzung DV-Konzept: Derzeit ist das LANUV zuständig, künftig wird es IT.NRW nach Vorgaben des LANUV und der BezReg sein.

Das LANUV fungiert im Rahmen des WRRL-Grundwassermonitorings und -Messnetzbetriebes als „technischer Dienstleister“ gegenüber den BezReg. Es berät die BezReg und sorgt dafür, dass vergleichbare Mindeststandards landesweit einheitlich umgesetzt werden. Das Setzen der Mindeststandards und der Vorgehensweisen erfolgt jeweils in Abstimmung zwischen LANUV, BezReg und dem für Umwelt zuständigen Ministerium. Details sind in einem Erlass des MULNV vom 03.01.2018 (sog. „Schnittstellenpapier“) geregelt (vgl. MULNV 2018).

Zusammenfassend kann vereinfachend festgehalten werden, dass das LANUV prinzipiell für die Qualitätssicherung des Messstellenbetriebs und der Datenpflege der landeseigenen Messstellen zuständig ist. Bei Drittmessstellen sind im Rahmen des WRRL-Monitoring i. d. R. die für den jeweiligen GWK zuständigen BezReg federführend für die Qualitätssicherung verantwortlich. Gleichfalls liegt die WRRL-Messnetzpflege in der Obhut der BezReg. Eine enge Zusammenarbeit mit dem LANUV ist in allen Bereichen gegeben.

2.4 Im LANUV aktuell vorhandenes Qualitätsmanagement und Entwicklungspotenziale

Seit 2011 ist im LANUV ein Qualitätsmanagementsystem gemäß DIN EN ISO 9001/DIN EN ISO/IEC 17025 etabliert. Bindend für das Qualitätsmanagement ist das Managementhandbuch des LANUV (2016). Demnach sollen die Arbeitsabläufe nach abgestimmten und transparenten Regelungen durchgeführt werden. Nach einem prozessorientierten Ansatz werden die Arbeitsabläufe und Aufgabenverteilungen regelmäßig evaluiert und optimiert. Aufbauend auf dem Managementhandbuch gibt es weitere Vorgabedokumente wie z. B. Verfahrensanweisungen, die Ablauforganisation und Zuständigkeiten regeln und Arbeits- sowie Geräteanweisungen, die Abläufe auf Ebene des Arbeitsplatzes spezifizieren.

Anknüpfungspunkte für Empfehlungen zur Weiterentwicklung bestehender Qualitätsmanagement-Dokumente hinsichtlich der Grundwasserüberwachung bildet insbesondere die Arbeitsanweisung „Probenahme von Grundwasser“ (LANUV 2017). Das Dokument enthält sehr viele wichtige technische Details der Probennahme, die in diesem Leitfaden nicht komplett behandelt werden. Messstellenspezifische und organisatorische Anforderungen werden dagegen im hier vorliegenden Leitfaden dokumentiert.

Im Rahmen der Qualitätssicherung an WRRL-Grundwassermessstellen wurden bereits verschiedene Qualitätssicherungs-Instrumente eingeführt. Die Qualitätssicherung findet auf der Ebene der Messnetz- und der Datenpflege sowie des Messstellenbetriebes statt. Dazu zählt z. B. ein regelmäßiger Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen den Verantwortlichen der Koordinierung der Grundwasser-Probennahme, Probennehmern des LANUV, Messnetzbetreuern und dem für das WRRL-Monitoring zuständigen Fachbereich.

Es existiert des Weiteren eine sogenannte „HygrisC-AG“, durch die die Landesgrundwasserdatenbank stetig fortentwickelt wird. Der Teilnehmerkreis dieser Arbeitsgemeinschaft umfasst Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des LANUV, der BezReg, sowie themenspezifisch weitere HygrisC-Nutzer aus der Wasserwirtschaft und Landwirtschaft. Bei diesen Treffen werden Neuerungen thematisiert und neue Fachvorgaben zur Weiterentwicklung der Datenbank abgestimmt. Die zeitnahe Implementierung von verschiedenen Fachanforderungen in HygrisC ist von großer Bedeutung für die Realisierung und Abbildung geplanter Maßnahmen.

Der bereits erwähnte Erlass des MULNV (2018) zu der Klärung der Zuständigkeiten bzw. Schnittstellen hinsichtlich der Arbeitsabläufe zwischen den BezReg und dem LANUV stellt ein

zentrales Dokument zur Prozessoptimierung und Qualitätssicherung dar und ist ein Ergebnis einer Ad-hoc-AG, bestehend aus LANUV, Bez-Reg und MULNV (s. Kapitel 2.3).

Neben dem beschriebenen Austausch zwischen den verschiedenen Akteuren dienen noch andere Maßnahmen dazu, die Qualität des Monitorings, Betriebs und der Pflege der WRRL-Grundwassermessstellen sicherzustellen. Zum Beispiel erfolgt eine regelmäßige Analyse und Bearbeitung der Gründe, die zu einem Abbruch der Probennahme geführt haben. Dieser Prozess ist über den sogenannten „Monitoringstatus“ auch DV-technisch in der Grundwasserdatenbank abgebildet.

Für die Datenverarbeitung gibt der vorliegende QS-Leitfaden HygrisC-konforme Vorschläge zur Erweiterung und Optimierung. Dies betrifft v. a. die zukünftige Abbildung der Arbeitsabläufe von Eignungsprüfungen und deren Dokumentation. Integriert in das DV-Konzept sind z. B. Vorschläge für die Auswertung von Eignungskriterien und des Handlungsbedarfes.

Generell bildet eine verbesserte Dokumentation zu den Messstellen einen inhaltlichen Hauptaspekt dieses Leitfadens. Hierbei werden bereits bestehende Strukturen wie z. B. die Inhalte des sogenannten „Messstellendokumentes“ oder des „Probennahmeprotokoll“ sowie die verschiedenen digitalen Informationsgehalte kritisch analysiert. In diesem Rahmen wird u. a. die Einführung eines zeitbezogenen „Messstellenpasses“ empfohlen, der bereits innerhalb des Pilotprojektes der Dokumentation der an den Pilotmessstellen durchgeführten Maßnahmen diente. In Kapitel 5.4 sind Inhalte und Konzeption des Messstellenpasses näher erläutert.

Innerhalb des Regelbetriebes ist für die Feststellung von Problemen bei der Probennahme bzw. für Hinweise auf Messstellenmängel nicht nur die manuelle Auswertung - z. B. der Gründe eines Probennahmeabbruchs - wichtig, sondern auch der Einsatz eines dafür geeigneten Grundwasserprobennahmesystems (z. B. „oriWell“). Dadurch können automatisiert beispielsweise Änderungen in der Messwertkonstanz rechtzeitig erkannt werden. Diese können Hinweise auf eine Störung des Messstellenzustands geben.

Des Weiteren wurden bereits in der Vergangenheit Funktionsprüfungen durchgeführt, z. B. Auffüllversuche oder Kamerabefahrungen. Auch einfache Befahrungen erfolgten z. B. im Rahmen von Wasserstandsmessungen. Jedoch folgten diese Prüfungen bisher noch nicht standardisiert in Bezug auf die Auswertung nach definierten Prüfkriterien. QM-Verfahrens- bzw. Arbeitsanweisungen sind noch nicht für alle mit den WRRL-Messnetzen zusammenhängenden Tätigkeiten entwickelt worden. Die hier noch bestehenden Defizite wurden in diesem Leitfaden aufgegriffen, um Messstellenmängel zukünftig nach einheitlichen Kriterien bewerten und diese nach einem standardisierten Vorgehen bearbeiten zu können. Außerdem wird ein Modell unterbreitet, wie Eignungsprüfungen zukünftig in den Regelbetrieb eingeplant werden können.

3. Fachliche Anforderungen an WRRL-Grundwasser- messstellen

3.1 Vorbemerkungen

Grundlegende Anforderungen an eine Messstelle¹ zur Aufnahme bzw. zum Verbleib im WRRL-Messnetz in NRW sind derzeit im Monitoring-Leitfaden Grundwasser (MUNLV 2008², LANUV 2018) fachlich und im „Schnittstellenpapier“ (MULNV 2018) organisatorisch beschrieben. In Kapitel 3.1 des Monitoring-Leitfadens Grundwasser werden dort „geologisch-hydrogeologische Basisdaten und Anforderungen an Grundwassermessstellen“ thematisiert. Konkret handelt es sich darin (MUNLV 2008) um Tabelle 3.1 und Tabelle 3.2. Die Tabelle 3.1 behandelt „Bauliche und betriebliche Mindestanforderungen für Grundwassergütemessstellen im Rahmen des WRRL-Monitorings“; Tabelle 3.2 beschreibt die „Mindestanforderungen an die Probenentnahme und Analytik zur Überwachung der Grundwassergüte im Rahmen des WRRL-Monitorings“ (MUNLV 2008).

Die dort genannten baulich-technischen Anforderungen werden hiermit fortgeschrieben, das Gesamtkonzept von 2008 bleibt erhalten. Die Anforderungen werden erläutert und in den fachlichen Kontext zu Anforderungen aus der Literatur und den aktuell bestehenden Regelwerken (s. Kapitel 3.2) mit Stand 2018 gesetzt. Die Zusammenstellung dient als Grundlage für die Ableitung der Kriterien zur Sicherstellung der Qualität des WRRL-Messnetzes, die zukünftig beachtet werden sollten.

Nicht grundsätzlich unterschieden wird hierbei nach Messstellen zur Überwachung der Grundwassergüte und solchen zur mengenmäßigen Überwachung. Diesen Hinweis enthält bereits MUNLV (2008), auch die W 121 des DVGW (2003) differenziert diesbezüglich nicht. Da sich die meisten Anforderungen an den technischen Zustand auf das Bauwerk insgesamt beziehen, ist dies angebracht. Nur in wenigen Einzelfällen treffen bestimmte Anforderungen in unterschiedlichem Ausmaß zu, das ist bei der Entwicklung und Erläuterung der Kriterien in Kapitel 4 berücksichtigt.

3.2 Veröffentlichungen von Fachverbänden und Institutionen

In Deutschland gibt es von verschiedenen Fachverbänden und Institutionen einen sehr detailliert dokumentierten Kenntnisstand zu den fachlichen und technischen Anforderungen an Grundwassermessstellen sowie deren Betrieb bzw. die notwendige Dokumentation zu den Bestandsunterlagen (Stammdaten, geologische Schichtenverzeichnisse, Ausbaupläne etc.).

Von den Verbänden DVGW und DWA z. B. werden die Regelwerke und Normen ständig aktualisiert, wenn auch in unregelmäßigen Zeitabständen. Bei dieser Fortschreibung wirkt die Fachöffentlichkeit in breitem Umfang durch eine rege Beteiligungsarbeit mit, so dass eine hohe Qualität und fachliche Akzeptanz des Regelwerkes garantiert ist. Es handelt sich hierbei oftmals um kostenpflichtige Dokumente, die im Netz zumeist nicht frei zur Verfügung stehen (z. B. die Dokumente der beiden genannten Verbände DWA und DVGW). Ein Großteil dieser Dokumente ist speziell auf die Anforderungen der Überwachung und des Monitorings des

¹ In diesem Kapitel wird der Begriff „Messstelle“ synonym zu Grundwasseraufschluss verwendet, er beinhaltet also auch Brunnen, Quellen und sonstige Messstellenarten

² befindet sich aktuell in fachlicher Überarbeitung (LANUV 2018) und wird nach Fertigstellung veröffentlicht

Grundwassers in Trinkwasserschutzgebieten fokussiert, z. B. DVGW (2016) mit detaillierten Analysen der Anforderungen an Messnetzstrukturen.

Zugeschnitten auf die Anforderungen an Messstellen im Hinblick auf die Aufgaben der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), der EG-Grundwasserrichtlinie (GrwRL) und der aktuellen deutschen Grundwasserverordnung (GrwV) wurden von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, also den Fachbehörden der Länder, in den vergangenen Jahren Merkblätter, Leitfäden u.ä. Dokumente mit Bezug zu Grundwasseraufschlüssen unterschiedlicher Bauarten (z. B. auch zu Quellen als Teil der landesweiten Messnetze) erarbeitet.

Auch von einigen Länderbehörden bzw. Zusammenschlüssen von Ländern wurden und werden entsprechende Dokumente der Öffentlichkeit zumeist kostenfrei über das Netz zur Verfügung gestellt. Einige Dokumente der LAWA (z. B. die Empfehlungen aus den späten neunziger Jahren) sind jedoch oftmals nicht mehr in Gänze aktuell.

Die Tabelle im Anhang 2 enthält zu allen diesen Gruppen von Dokumenten eine aktuelle Zusammenstellung mit einer kurzen fachlichen Bewertung. Alle Dokumente sind auch im Literaturverzeichnis aufgeführt. Einige thematisieren prioritär den Neubau von Grundwassermessstellen, sind hier aber dennoch aufgeführt, da es eine Reihe von bautechnischen Kriterien gibt, die auch für bestehende Messstellen und deren Verwendung im WRRL-Messnetz von Interesse sind.

Zusätzlich zu den genannten Dokumenten sei auf weitergehendes Fachwissen verwiesen, das in Fachzeitschriften kontinuierlich veröffentlicht wird und nur sukzessive und teilweise Eingang in die Regelwerke findet. Die für die Fragestellung des Leitfadens relevanten Artikel sind im Literaturverzeichnis aufgeführt und werden im Text zitiert.

Alle Dokumente zusammengenommen bilden die fachlichen Grundlagen für die Erarbeitung des vorliegenden „QS-Leitfadens“. Zusätzlich wurden auch von den Landesbehörden in NRW - über den online verfügbaren Monitoring-Leitfaden (MUNLV 2008³) hinaus - direkt übermittelte Unterlagen, die der Öffentlichkeit nicht zur Verfügung stehen, verwendet. Darauf wird an entsprechender Stelle verwiesen.

Auf die relevanten Abschnitte aus den aufgeführten Dokumenten wird bei der Erläuterung eines jeweiligen fachlichen Prüfkriteriums in Kapitel 4 verwiesen. Explizit dokumentiert die von DVGW (2003) veröffentlichte Tabelle 3 1 „Eignungskriterien für Grundwassermessstellen bei einer Messnetzgestaltung“. Sie bezieht sich auf die Eignungsprüfung von Messstellen zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Wassergewinnungsgebieten, die potentiell in ein vorhandenes Messnetz integriert werden sollen und daher den technisch-baulich gleichen Qualitätsanforderungen wie Messstellen der landesweiten Messnetze unterliegen.

Die vier Kategorien der Eignungskriterien (linke Rubrik in Tabelle 3-1) sowie deren weitere Untergliederung wurden bei der exemplarischen Anwendung in 2016 auf eine Auswahl von Grundwasseraufschlüssen des WRRL-Gütemessnetzes in NRW angewendet und fortgeschrieben, Kap **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** enthält zu den Ergebnissen dieser „Pilotierung“ komprimierte Ergebnisse.

Eine vergleichbare Übersicht enthält auch Tabelle 1 aus DVGW (2012) zu „Prüfungen und Prüfverfahren bei der Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen“.

³ https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/leitfaden_gw_15_05_2008.pdf

Dort sind einige Prüfverfahren im Detail aufgeführt und es wird zwischen der Übernahme vorhandener Messstellen sowie der routinemäßigen bzw. anlassbezogenen Prüfung im Rahmen Tabelle 3-1: Eignungskriterien für Grundwassermessstellen bei einer Messnetzgestaltung (Tabelle 1 aus DVGW 2003; Hinweis: das Arbeitsblatt befindet sich aktuell gerade in Überarbeitung)

Lage	Lage der Messstelle im Einzugsgebiet Fassungsanlage
	Einfluss von benachbarten punktuellen Schadstoffquellen ist nicht gegeben
	Sichere Nutzung ist möglich
	Messstellentyp ist für Aufgabenstellung geeignet
Bestandsunterlagen/Daten	Bestandsunterlagen und Daten sind hinreichend
	Innenausbauerdurchmesser DN 50 mm
	Ausbaumaterial ist geeignet (z. B. kein verzinktes Stahlrohr)
	Kurze Filterstrecke ist vorhanden
	Eindeutige hydraulische Zuordnung der Filterstrecke zu einem Grundwasserleiter ist möglich
	Lage der Ringraumabdichtung entspricht den hydrogeologischen Verhältnissen
	Filteroberkante liegt unter niedrigstem Grundwasserspiegel
	Ganglinie der Standrohrspiegelhöhen und analytischen Befunde sind plausibel
Visuelle Bewertung vor Ort	Angemessene Zugänglichkeit ist gegeben
	Ausreichende Sicherung gegen mechanische Beschädigungen ist gegeben (z. B. Stahlschutzrohr, Schutzdreieck)
	Ausbaumaterial entspricht den Bestandsunterlagen
	Äußerlich intaktes Erscheinungsbild liegt vor
Technische Bewertung vor Ort	Tiefenlotung entspricht bis auf $\pm 0,5$ m Bestandsunterlagen
	Problemloses Ein-/Ausfahren eines Probennahmedummys ist möglich
	Ausreichend hydraulischer Kontakt zum Grundwasserleiter ist vorhanden (Nachweis z. B. mittels Pump-/Infiltrationstests)
	Dichtigkeit der Vollrohre und der Muffen ist gegeben (Nachweis z. B. mittels geophysikalischer Vermessung oder Druckprüfung)
	Lage Filterrohr entspricht Bestandsunterlagen (Nachweis z. B. mittels Kamerabefahrung)
	Lage/Wirksamkeit der Ringraumabdichtung entsprechend den hydrogeologischen Verhältnissen (Nachweis z. B. mittels geophysikalischer Vermessung)
	Erstbeprobung ist positiv (Überprüfung auf Repräsentativität mittels Analyseergebnisse, Abweichungen bedürfen einer geochemischen/biologischen Erklärung)

des Monitorings differenziert, allerdings nur in qualitativer Hinsicht („notwendig“, „optional“, „nicht notwendig“). In Anhang B von DVGW (2012) sind zwar konkrete Zykluszeiten für Überwachungsmaßnahmen dokumentiert, diese sind jedoch nur sehr grob („alle zehn Jahre“) und es wird nicht zwischen routine- und anlassbezogenen Zykluszeiten unterschieden. Dies soll u.a. mit dem vorliegenden Leitfaden präzisiert werden.

3.3 Notwendige Basisdaten einer WRRL-Grundwassermessstelle

3.3.1 Geologisches Schichtenverzeichnis

Das geologische Schichtenverzeichnis zu einem tiefenorientierten Grundwasseraufschluss ist ein unverzichtbares Dokument für die Interpretation aller an dem Bauwerk - bzw. der ihm entnommenen Proben - gewonnenen Daten. Es ist ein „Muss“-Kriterium nach MUNLV (2008), unabhängig davon, ob es sich um eine neue oder eine alte Messstelle handelt.

Die formalen Inhalte des Schichtenverzeichnisses sollten sich nach der - zwar seit 2007 zurück gezogenen und durch die EN ISO 14688 ersetzt, aber strukturell in vielen Dokumentvorlagen noch verwendeten - DIN 4022 „Benennung und Beschreibung von Boden und Fels“ orientieren. Inhaltlich gliederte sie sich in drei Teile. Der erste Teil befasste sich mit der Erstellung eines Schichtenverzeichnisses für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels. Im zweiten Teil wurde das Schichtenverzeichnis für Bohrungen im Fels (Festgestein) behandelt. Teil drei beinhaltete Angaben zum Schichtenverzeichnis für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben im Boden (Lockergestein). Inhaltlich sollte ein Schichtenverzeichnis tiefenbezogene Angaben - mindestens dezimeter-scharf - zu den in der DIN 4022 enthaltenen Rubriken enthalten: (a) Bodenhauptart, (b) Beimengungen, (c) Farbe, (d) Festigkeit beim Bohren, (e) Besondere Merkmale, (f) Übliche Benennungen und (g) Geologische Kennzeichnung. Schichtbezogene Angaben zur Wasserführung sowie die Angabe des Wasseranschnittes (bei Trockenbohrungen) sind ebenfalls Bestandteil des Dokumentes.

Von großer Bedeutung ist zudem die Qualität der Angaben zu den o.g. Feldern des Schichtenverzeichnisses. Ausschließliche Angabe zu den Bodenhauptarten nach der bodenkundlichen Kartieranleitung KA 5 (ad-hoc-AG Boden 2005) wie „Sand“, „Kies“ oder „Ton“ ohne detaillierte Beschreibung der Beimengungen (bzw. Nebenbestandteilen nach LBEG 2015) sind nicht ausreichend für aus den Schichten abzuleitende hydrogeologische Interpretationen. Die Angabe mindestens einer Unterfraktion zu den Bodenhauptarten (z. B. „fS“ für Feinsand) ist dafür zwingend.

Als exemplarische Anwendung sei auf die für viele hydrogeologische Aspekte erforderliche Ableitung des hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwertes k_f [m/s] mit den Angaben zur Lithologie im Filterbereich verwiesen. Schirrmeister (1975), Voigt et al. (1987), Fuchs (2010), LUGV (2011), Fuchs et al. (2017) für Lockergesteine sowie Reutter (2011) und Daten des Geologischen Dienstes von NRW für Festgesteine - letztere als grobe Orientierung auf Basis der HK100 NRW⁴ zur Lithologie - sind geeignet. Mit dem k_f -Wert kann z. B. der effektive Porenanteil nach dem in Kunkel und Wendland (1999) empirisch dokumentierten und abgeleiteten Zusammenhang berechnet werden.

Im Rahmen einer detaillierten Stammdatenrecherche (HYDOR 2017) wurden 1010 vorhandene Schichtenverzeichnisse - also ein sehr großer Anteil der Messstellen und Brunnen des WRRL-Gütemessnetzes - komplett gesichtet und ausgewertet. Auf Basis der lithologischen Angaben, die für Nordrhein-Westfalen dokumentiert sind, wurde eine Zuordnungstabelle erarbeitet, welche die Lithologie mit dem Durchlässigkeitsbeiwert und der nutzbaren Porosität aggregiert. Zudem wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte verschiedenen Durchlässigkeitsklassen

⁴ www.gd.nrw.de/pr_od_ikhk100.htm bzw. www.wms.nrw.de/gd/hk100?VERSION=1.3.0&SERVICE=WMS&REQUEST=GetCapabilities

und Porositäten zugeordnet. Für den Locker- und Festgesteinsbereich differenziert sind diese Tabellen im Anhang 5 zu finden. Sie erheben in Gänze keinen Anspruch auf eine repräsentative Wiedergabe der hydrogeologischen Verhältnisse in Nordrhein-Westfalen. Die dort enthaltenen Daten des Geologischen Dienstes sind jedoch optimal auf die Lagerungsverhältnisse angepasst und sollten verwendet werden. Die geologischen Schichtenverzeichnisse werden in HygrisC nicht als eigenständige Datenfelder gehalten. Jedoch gibt es in HygrisC eine Schnittstelle zur DABO-Datenbank des Geologischen Dienstes NRW, in welcher die Originale der Schichtenverzeichnisse zu den Bohrungen geführt werden. Messstellen können diesen Bohrungen zugeordnet und die hydrogeologische Interpretation kann - soweit vorhanden - abgerufen werden. Zusätzlich werden die Schichtenverzeichnisse und Ausbaupläne in HygrisC im Original als digitale Dokumente abgelegt.

Abbildung 3-1 zeigt als charakteristisches Beispiel einer WRRL-Gütemessstelle die Säulendarstellung des geologischen Schichtenverzeichnisses (links) und des Rohrausbaus (rechts).

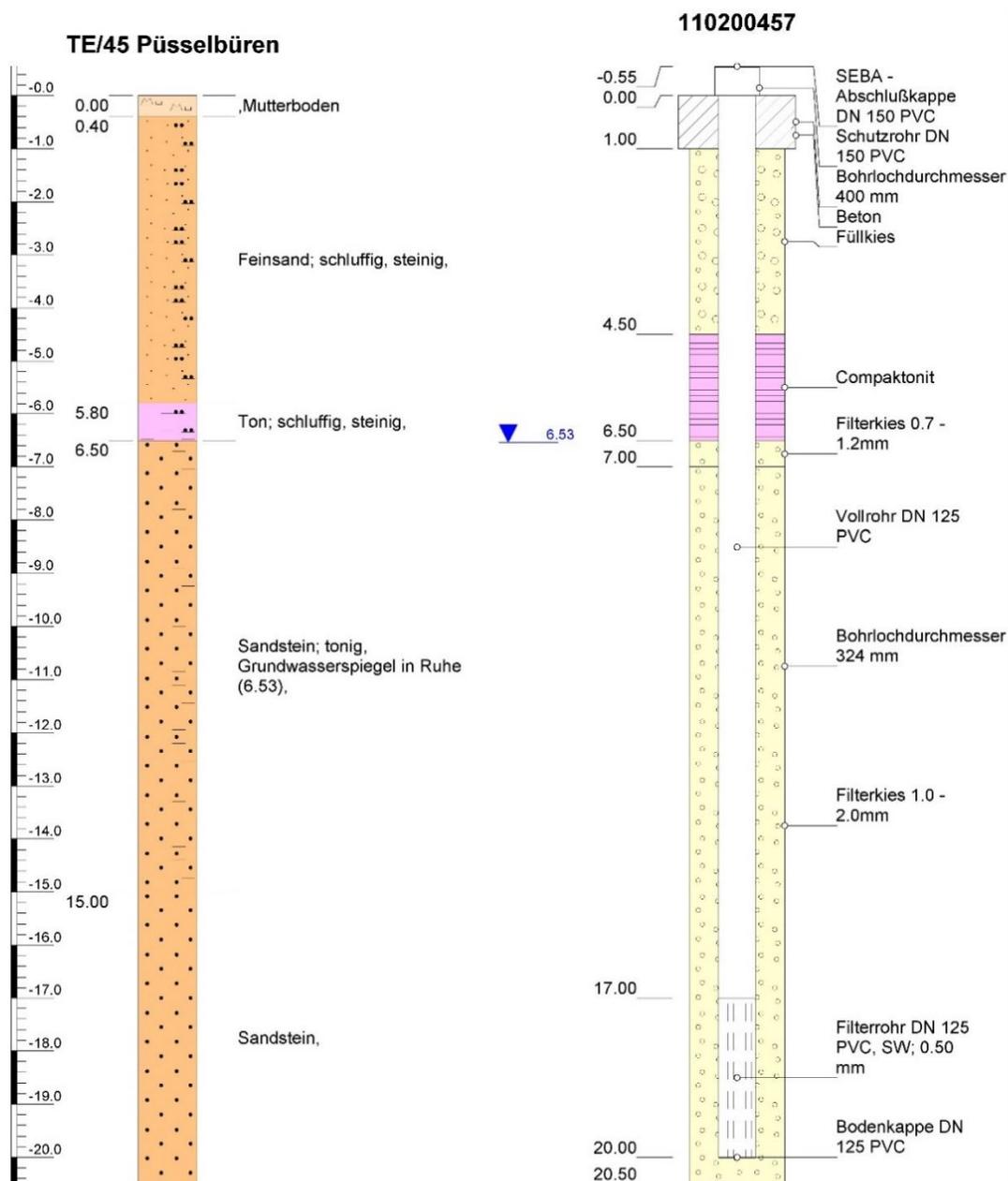


Abbildung 3-1: Exemplarische Darstellung eines Schichtenverzeichnisses samt Ausbauzzeichnung

Während letzterer einen fachgerechten Ausbau und detaillierte Angaben zu den Durchmessern und den Schüttkörnern im Ringraum zeigt, ist der Auflösungsgrad der Schichtansprache (einheitlich „Sandstein“ bzw. „Sandstein, tonig“) für die Nachvollziehbarkeit der Ausbauteilung und der Möglichkeit der Ableitung eines K_f -Wertes unbefriedigend.

Grundsätzlich erfolgt die zeichnerische Darstellung der geologischen Schichtenverzeichnisse und des Ausbaus nach DIN 4023 in Form einer vertikal und teufenskaliert dargestellten Säulenabfolge der erbohrten Schichten. Oft erfolgt diese Darstellung zusammen mit der zeichnerischen Darstellung der Ausbauelemente des Bauwerkes (s. Kapitel 3.3.2), also vor allem der Rohre und Begleitelemente wie Abstandshalter u. a. In aktuell weit verbreiteten DV-Programmen erfolgt diese Darstellung standardgemäß nach den landesweit jeweils gültigen Normen. Sind die Angaben bisher nur in schriftlicher Originalform enthalten, sollten sie DV-seitig erfasst und dargestellt werden. Für die Eignungsfeststellung und Probennahme wichtige Angaben wie z. B. der Innendurchmesser der Rohre, die Filterlagen und die Filterkieslängen werden in HygrisC als Stammdaten erfasst.

3.3.2 Stamm- und Ausbaudaten zur Messstelle

Stammdaten beinhalten alle am Bauwerk selber erhobenen oder abgeleiteten Daten, Ausbaudaten sind ein Teil derer und beziehen sich primär auf die vertikal differenzierten, unterirdischen Ausbauelemente des Grundwasseraufschlusses.

Eine exemplarische Darstellung eines Schichtenverzeichnisses samt Ausbauplan von einer Messstelle aus der Landesgrundwasserdatenbank NRW zeigt Abbildung 3-1. Darüber hinaus sei auf den Anhang A der W 121 (DVGW 2003) hingewiesen, der eine Prinzipskizze des Ausbaus einer Messstelle nach der W 121 mit Tonformlingen zeigt.

Es gibt in Deutschland keine normierte Übersicht zu den notwendigen Stammdaten einer Grundwassermessstelle. Die Dokumente der LAWA oder des DVGW dazu differieren erheblich. In HygrisC existieren verschiedene Felder, die jedoch z. T. einen unterschiedlichen Füllungsstand aufweisen. Bestimmte Ausbaudaten werden teils parallel (DABO-Bohrungsdatenbank) oder auch ausschließlich in Datenbanken geführt. Zu vielen der für die hydrogeologische Interpretation bedeutenden Felder wurden in HYDOR (2017) die Inhalte systematisch aus den Originaldokumenten erstellt bzw. berechnet und auch neue Felder angelegt. Tabelle 3-2 zeigt die für eine Eignungsprüfung relevanten Stamm- und Ausbaudaten in HygrisC. Es ist jeweils angegeben, welche Daten gemäß der QS-Kriterien (s. Kapitel 4) unerlässlich sind. Nur in begründeten Ausnahmefällen sollte von diesem Katalog abgewichen werden. Zu Quellen und Stollen bzw. Förderbrunnen wird auf die Kap. 3.4 und 3.5 verwiesen.

Soweit die Daten in HygrisC abgespeichert werden, ist auch der Feldname angeführt. Die Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da zur Erfüllung weiterer gesetzlicher Aufgaben (z. B. WRRL) noch andere Felder nötig sind. Dafür sei auch auf den Monitoring-Leitfaden (MUNLV 2008) verwiesen, in dem diesbezüglich auch ein Mindeststammdatensatz (dort Tab. 3.3) definiert wird.

3.3.3 Geohydraulische Position im Fließsystem

Neben den primär technisch ausgerichteten Basisdaten sind - wie oben bereits erläutert - für eine WRRL-Messstelle weitere Informationen vorwiegend geohydraulischer Natur von Bedeutung, um die an ihr gewonnenen Messwerte (Grundwasserstände und hydrochemische

Tabelle 3-2: Übersicht zu relevanten Stamm- und Ausbaudaten für Grundwassermessstellen (Anm.: zusätzlich können Daten aus vorhandenen Feldern berechnet werden, z. B. die Filterunterkante aus Einbau- und Sumpfrohlänge)

Relevante Stamm- und Ausbaudaten	Feldname HygrisC	Mindestanforderung QS-Kriterien
Messstellenummer	mstnr	x
Messstellename	name	x
Koordinaten (East UTM89)	e32	x
Koordinaten (North UTM89)	n32	x
Bezeichnung des TK25-Blattes	tk25	x
Messstellenart (-gruppe / -bündel)	mstart	x
Datum des Messstellenbaus	baudatum	
Eigentümer der Messstelle	eig_id	x
Betreiber der Messstelle	betreiber	x
Geländeoberkante	gok	x
Rohroberkante / Messpunkthöhe	mph	x
Einbaulänge	eblaenge	x
Sumpfrohlänge	sumpfrohr	x
Ausbauinnendurchmesser des Messrohres	ausbaudm	x
Material der Rohre	rohrmaterial	x
Filterlänge	filterlg	x
Material des Filters	filtermaterial	x
Bohrlochdurchmesser	bohrlochdm	x
Mächtigkeit der Filterkiesschüttung	filterkieslg	x
Filterschlitzweite	ablesbar aus digitalem Ausbauplan in HygrisC	x
Lage der Filterkiesschüttung		x
Schüttkorndurchmesser Filterkies*		x
Lage der Abdichtung		x
Mächtigkeit der Abdichtung		x
Material der Abdichtung		x
Lage des Gegenfilters (bei Abdichtungen in tiefen Messstellen)		x
Mächtigkeit des Gegenfilters		x
Petrographie im Bereich des Filterausbaus	petrografie_im_filterausbau	x
Durchlässigkeitsbeiwert in der Filterausbautiefe	k_wert	x
Porosität im Bereich des Filterausbaus	porosität	
Tiefe des verfilterten Grundwasserleiters	stockwerk	x
Mächtigkeit des Grundwasserleiters	maechtig	
Spannung des Grundwassers	gwspannung	
Deckschicht oberhalb des Grundwasserleiters	deckschicht	x
Transmissivität des Grundwasserleiters	t_Wert	
Geografische Lage im Grundwasserkörper	gwk_id	x
Einzugsgebiet des Grundwasserkörpers	gwk_monitoring_id	x
Grundwasserhorizont; z. B. Hydrostratigrafie nach HÜK 200	gwhorizont	
Hydrogeochemische Einheit nach HÜK 200	hgc	x
Messprogramm	messprogramm	x
Beobachtungsturnus	turnus	x
Messnetztyp	messnetztyp	x
Angaben zur Existenz und zur Art eines Datenloggers	logger_typ	X
Dominierende Landnutzung im Zustrombereich	nutzung	X
Sekundäre Landnutzung im Zustrombereich	nutzung_ezg_sekundaer	

*: von Bedeutung vor allem bei Messstellen mit geringem Nachlauf und/oder nicht konstanter Organoleptik

Konzentrationen) hydrogeologisch plausibel interpretieren zu können. Dazu gehören Kenntnisse über die Position des Filterausbaus im unterirdischen Strömungsfeld, die einen großen Einfluss auf die Formierung der Grundwasserbeschaffenheit hat. Abbildung 3-2 zeigt dazu eine schematische Skizze mit unterschiedlichen Filterstrecken:

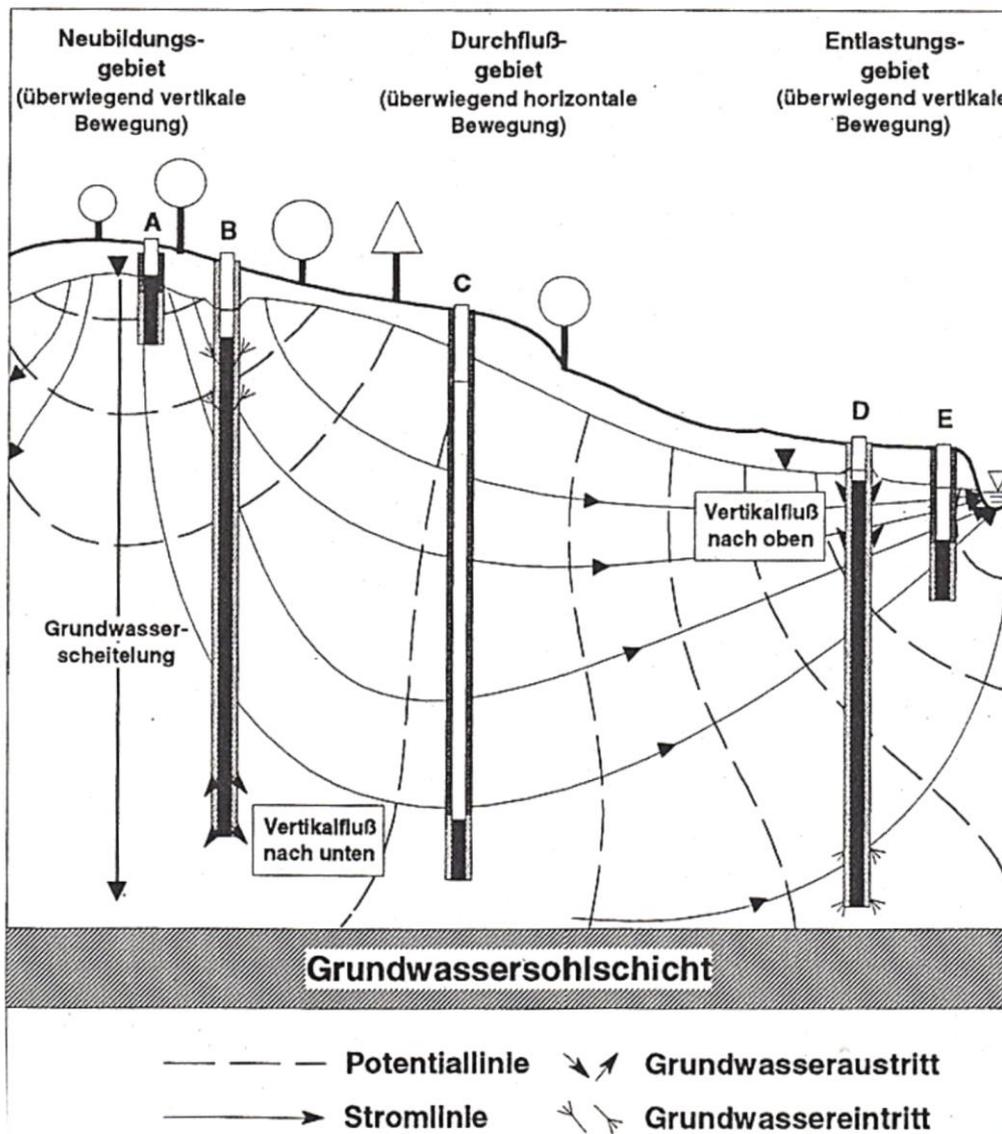


Abbildung 3-2: Schematische Darstellung eines Grundwasserströmungsfeldes mit vertikalen hydraulischen Gradienten (aus: LAWA 1999b; zur Erläuterung: „Grundwassersohlschicht:“ entspricht „Grundwassergering- oder -nichtleiter“)

Die markierten Messstellen A, C und E mit den kurzen Filterstrecken werden den hydrodynamischen Verhältnissen in den hydrogeologischen Struktureinheiten (LAWA 1995, obere Markierung in der Grafik) gerecht. Bei den durchgehend verfilterten Messstellen B und D ist das nicht der Fall, da hier induzierte Vertikalflüsse nach oben oder unten in der Messstelle auftreten können, welche durch die langen Filterelemente verursacht sind (Leuchs & Obermann 1991, Touissant 1994, Dehnert et al. 2001). Aus diesem Grund sind kurze Filterstrecken in lithologisch homogenen Teufenbereichen der Grundwasserleiter fachlich zu bevorzugen (näheres dazu s. Kapitel 4.1.7). Das gilt vor allem für das sog. „operative“ WRRL-Gütemessnetz.

3.3.4 Ermittlung des Zustromgebietes des Grundwassers zu einer Messstelle

Von Interesse ist der dominierende oberirdische Landnutzungseinfluss des neugebildeten Grundwassers, das der Messstelle zuströmt. Diese Information muss zu jeder WRRL-Gütemessstelle vorhanden sein und regelmäßig überprüft werden. Um den dominierenden Landnutzungseinfluss zu ermitteln, sind Kenntnisse des Schichten-aufbaus und des unterirdischen Strömungsfeldes Voraussetzung. Die Landnutzung am Ort der Messstelle ist zumeist unerheblich (Erftverband 2015, DWA 2015). Abbildung 3-3 zeigt das schematisch anhand der Fließlamellen des Grundwassers im Bereich des Filterausbaus (weiß) mit einer resultierenden Zuordnung des dominierenden Landnutzungseinflusses an der Erdoberfläche, hier Ackernutzung. Der Einfluss des nahen Waldstückes ist bei dieser Anordnung unerheblich.

Bei tieferer Filterlage unter dem Ruhewasserspiegel (z.B. unteres Drittel des Aquifers) wäre hingegen das Neubildungsgebiet den Fließlamellen folgend (rote Pfeile) noch weiter entfernt (hier: Siedlung). Der dominierende Landnutzungseinfluss entspricht bei einer tiefen Verfilterung infolgedessen oft nicht der Landnutzung am Ort der Messstelle. Bei einem oberflächennäheren Ausbau (z. B. im oberen Drittel des GWL) ist der prägende Landnutzungseinfluss wiederum deutlich näher im Bereich der Messstelle zu finden (in der Abbildung wäre es „Wald“), sofern die Grundwasserüberdeckung nicht durch bindige Schichten gebildet wird.

Um letztlich das unterirdische Zustromgebiet einer Grundwassermessstelle zu ermitteln und ggf. hinsichtlich der Fließdauer und Reichweite („Fließstrecke“) z.B. in Jahren zu charakterisieren oder „abzugrenzen“, wären neben dem Grundwasserströmungsfeld, dem geologischen Schichtenaufbau und Ausbauplan einer Messstelle noch weitere Parameter wie die Sickerwasserweilzeiten (sowie auch die Grundwasserneubildungsrate und Feldkapazitäten in der ungesättigten Zone) zu berücksichtigen. Im Festgestein, wo keine zusammenhängende Grundwasseroberfläche besteht, ist die Konstruktion eines Zustromgebietes auf vergleichbarem Wege i.d.R. nicht bzw. nur mit Zusatzinformationen möglich (vgl. LANUV 2018).

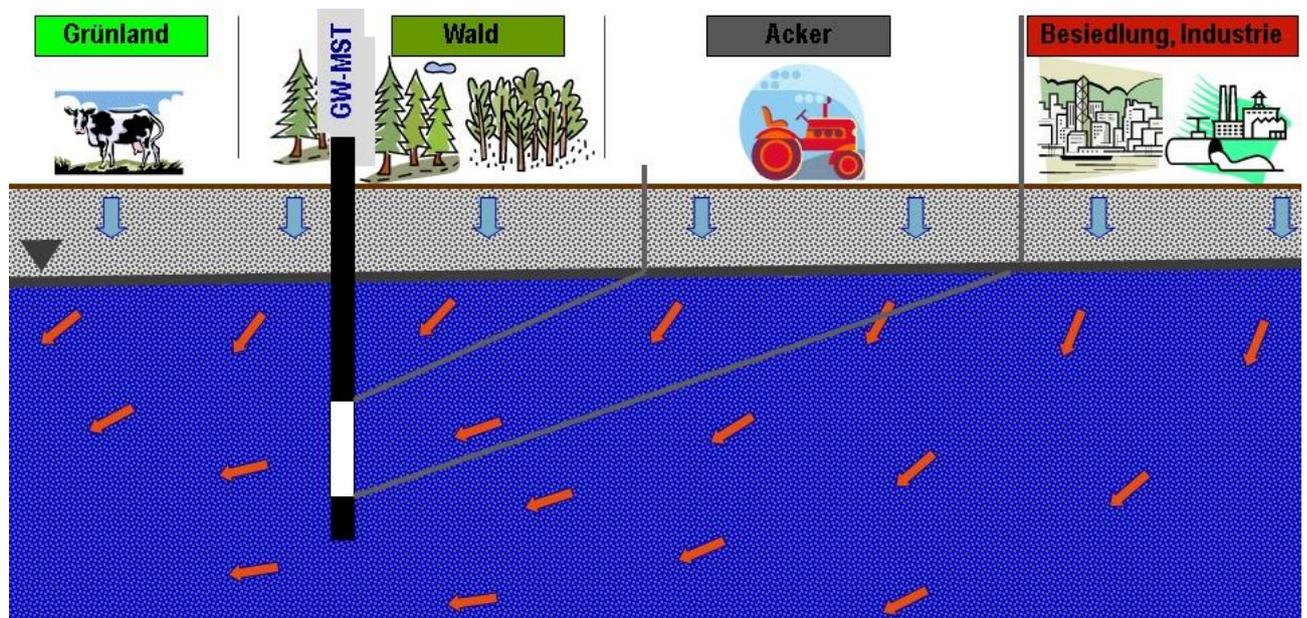


Abbildung 3-3: Zusammenhang zwischen Filterposition und Flächennutzung im Zustrom in Abhängigkeit von der Tiefenlage des Filters (LANUV, unveröff.)

Auf die Grundwasserbeschaffenheit wirken jeweils die Einflüsse aus dem gesamten Zustromgebiet ein, welches das Grundwasser davor durchflossen hat, obwohl wegen der geringen

Entnahmehöhen bei der Probennahme das Grundwasser einem Bereich mit einer nur geringen lateralen Reichweite bis in das anstehende Gebirge hinein entnommen wird (DIN 2017, Selent 2018). Theoretisch kann dieses Zustromgebiet bis zur nächsten geohydraulisch relevanten Grundwasserscheide im Anstrom reichen. Bei einer oberflächennah, also nahe beim Ruhewasserspiegel ausgebauten, teilverfilterten Messstelle, bei der die Filterstrecke (Filterunterkante) nicht die Aquiferbasis erreicht, sowie in sehr gering mächtigen Grundwasserleitern und in der Nähe einer Wasserscheide, endet hingegen das oberirdische Neubildungsgebiet abhängig vom Potenzialgefälle ggf. schon relativ nahe an der Messstelle. Genauere Angaben zur gesamten unterirdischen Fließstrecke (Länge eines Zustromgebietes) lassen sich beispielsweise über das „Teufe-Neubildungsverfahren“ (LAWA 2018) oder die Anwendung des Darcy-Gesetzes im Grundwasser und der DIN 19 732 in der ungesättigten Zone ableiten.

Um die dominierenden anthropogenen Einflüsse aus dem jeweiligen Neubildungsgebiet charakterisieren und mögliche Einflussfaktoren untersuchen zu können, empfiehlt es sich, als Grundlage für die Ermittlung der Landnutzung im hydraulischen Zustromgebiet ein solches zu ermitteln. Das kann mit Daten zur Grundwasserströmung aus möglichst detaillierten Isohypsenkarten, daraus abgeleiteten Stromlinien sowie Gradienten und von Daten zum Untergroundaufbau aus der hydrogeologischen Karte und Bodenkarte bzw. aus dem Schichtenverzeichnis (k_f -Werte und Porositäten) und dem Ausbauplan der Messstelle (Lage des Filters relativ zur Grundwasseroberfläche wegen der zu beachtenden Überströmung) abgeleitet werden. Für eine definierte Fließ- und Verweilzeit in Jahren kann ein Zustromgebiet abgegrenzt werden, in dem der Tropfen von der Versickerung an der Erdoberfläche bis zur Entnahme an der Filterstrecke strömt. Exemplarisch ist ein solches Verfahren für eine Anwendung bei oberflächennah ausgebauten Messstellen im Lockergestein in Hannappel et al. (2014) beschrieben.

3.3.5 Landnutzung im Zustromgebiet

Der Leitfaden des MUNLV (2008) betont die Bedeutung der Landnutzung zur Erklärung der Grundwasserbeschaffenheit. Nach der GrwV muss in jedem Grundwasserkörper der anthropogene Einfluss in den Neubildungsgebieten repräsentativ erfasst werden. Dementsprechend wird bei der Messnetzgestaltung hinsichtlich der zugeordneten dominierenden Landnutzung bei den WRRL-Messstellen - differenziert nach den vier Hauptkategorien Acker, Grünland, Wald und Siedlung - unterschieden, so dass alle relevanten anthropogenen Nutzungen im jeweiligen GWK repräsentativ erfasst werden. Um die dominierende Landnutzung zu ermitteln, sind die Informationen gemäß Kap. 3.3.4 relevant (weiteres s. LANUV 2018).

Darüber hinaus muss bei einer Eignungsprüfung oder im Rahmen der regelmäßigen Befahrungen der Messstellen überprüft werden, ob ggf. Punktquellen oder Störeinflüsse im Bereich der Messstelle oder im Zustromgebiet vorliegen, die den in der Datenbank erfassten, dominierenden Landnutzungseinfluss überprägen können, der sich aus einer Landnutzungskarte (AT-KIS) oder Luftbildauswertung (HygrisC oder ELWAS-web) jeweils aktuell ermitteln lässt. Auch können sich die Strömungsfelder aufgrund von Entnahmen, Einleitungen, gewässer- oder bergbaubaulicher Maßnahmen mit der Zeit verändern, so dass eine regelmäßige Qualitätskontrolle der Angaben (ca. alle 10 Jahre) angezeigt ist. Die hydraulischen und hydrochemischen Einflussfaktoren gemäß Kapitel 3.3.6 sind zusätzlich zu berücksichtigen.

3.3.6 Hydraulische oder hydrochemische Beeinflussung einer Messstelle

Zu den notwendigen Basisdaten einer WRRL-Messstelle gehören auch Kenntnisse über hydraulische Beeinflussungen im nahen Umfeld. Beispielsweise können Schwankungen des Grundwasserspiegels und des Strömungsfeldes in der Nähe eines oberirdischen Gewässers (auch künstlicher Art) auftreten. Schwankungen des Grundwasserspiegels mit wachsendem Abstand von einem oberirdischen Gewässer, das seit 1974 staureguliert ist, sind z. B. grafisch anschaulich in LAWA (1999b) dokumentiert. An dem dort dargestellten Fallbeispiel ist der hydraulische Einfluss eines großen Stromes (Rhein) auf das Grundwasser ab einer Entfernung von fünf Kilometern nicht mehr erkennbar. Es ist jedoch anzumerken, dass die Reichweite maßgeblich dadurch bestimmt wird, inwieweit das Gewässer tatsächlich vorflutwirksam ist. Kleinere Gewässer haben hinsichtlich ihres hydraulischen Einflusses i.d.R. nur eine geringe Reichweite. Beeinflussungen können natürlich auch kurzfristiger Art sein, wie z. B. Absenkungen durch Entnahmen oder Aufhöhungen durch Einleitungen. Entsprechende Zusatzinformationen sind auch bei den hydrochemischen Daten notwendig, z. B. zur temporären Beeinflussung durch Straßensalz aus dem Winterdienst bei Messstellen in unmittelbarer Nähe stark frequentierter überregionaler Fernstraßen oder durch Altlasten oder Altablagerungen.

3.4 Besonderheiten bei Quellen und Stollen

Quellen sind nach der DIN 4049 (DIN 1992) örtlich begrenzte Grundwasseraustritte. Der „Leitfaden Monitoring Grundwasser“ (MUNLV 2008) erwähnt, dass insbesondere in Festgesteinsregionen auch ungefasste bzw. gefasste Quellen und Stollen mit in WRRL-Messnetze aufgenommen werden können und betont, dass sie ständig schütten sollten, ohne jedoch eine Mindestschüttmenge vorzugeben. Für das überblicksweise Monitoring im Festgestein werden natürliche Grundwasseraufschlüsse besonders empfohlen. Quellen führen oberflächennahes Grundwasser mit kurzen Verweilzeiten des Sickerwassers in der ungesättigten Zone und sind daher auch für die Beurteilung von anthropogenen Einflüssen auf die Grundwasserbeschaffenheit im operativen Messnetz geeignet.

Die technischen Ausbauten dürfen jedoch die hydraulischen und hydrochemischen Verhältnisse nicht verändern (keine Behinderung des Abflusses oder Erzeugung eines Rückstaus ins Gebirge) und sollten bei Messungen im Wasserstandsmessnetz (derzeit sind Quellen dort in NRW jedoch nicht vertreten) die gesamte Quellschüttung erfassen.

Im deutschsprachigen Raum existieren zur Verwendung von Quellen im Messbetrieb vielfältige Dokumente und Vorschriften (LAWA 1995, ATV-DVWK 2002, LfU 2008, LM AT 2009, LUBW 2012), ohne dass in diesen - und auch nicht in MULNV (2018) - detaillierte Angaben zum Ausschluss bestimmter Quelltypen genannt sind. Vor allem der Leitfaden aus Baden-Württemberg enthält sehr detaillierte Informationen und Vorgaben zu Besonderheiten der Messwertgewinnung bei Quellen. Bei gefassten Quellen wird das frei ausfließende Wasser z. B. in einer Sickerleitung gefasst und in ein Sammelbecken eingeleitet. Beide zusammen bilden die Quelfassung. Ausdehnung und Zustand der Fassungsanlage sind für die Repräsentativität einer Quelle entscheidend. Die Probennahme muss möglichst nah an der Austrittsstelle erfolgen. Bei gefassten Quellen ist dies in der Regel der Zulauf in ein Sammelbecken in einem begehbaren Quellschacht (s. Abbildung 3-4).

Wichtig für Gütemessungen ist, dass die Messwerte nicht durch das Ausbaumaterial beeinflusst werden und dass der Einfluss oberirdisch zutretenden (Niederschlags-)Wassers ausgeschlossen werden kann.

Ungefasste Quellen können nur bei entsprechend geeignetem Quellaustritt beprobt werden, das ist in der Praxis oft nicht der Fall (LHW 2009). Stollen sind bergmännisch angelegte, langgestreckte unterirdische Hohlräume im Festgestein. Sie sammeln diffus austretendes Kluftwasser oder schneiden stark wasserführende Klüfte an, so dass Kluftquellen entstehen. Stollen sind daher eine Sonderform von Quellen und zumeist geeignet für die Probennahme.

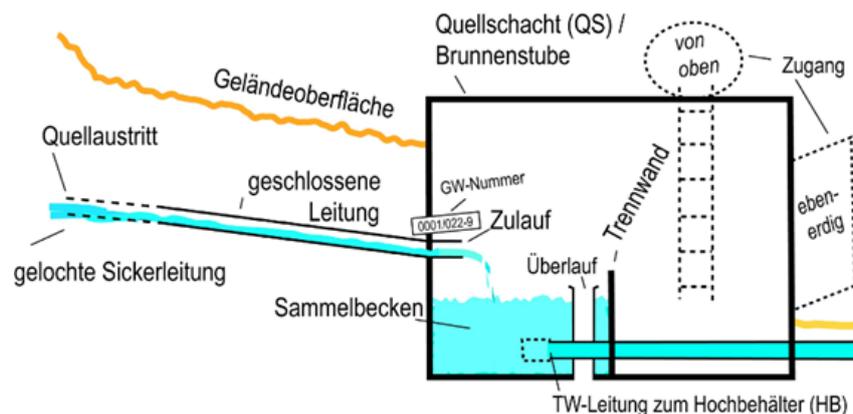


Abbildung 3-4: Schematische Darstellung einer Quelfassung (aus: LUBW 2012)

3.5 Besonderheiten bei Förderbrunnen

Bestandteil des WRRL-Gütemessnetzes in NRW sind u.a. auch Förderbrunnen von Wasserversorgungsunternehmen, die derzeit mit einem Anteil von rd. 20% in dem Messnetz vertreten sind (HYDOR 2018). Auch in anderen Bundesländern werden Brunnen intensiv im Rahmen der landesweiten Messnetze genutzt. In Baden-Württemberg waren es 2016 z. B. 960 von 2100 genutzten Aufschlüssen (LUBW 2017) und damit ein noch deutlich höherer Anteil.

Brunnen werden zur Trinkwassergewinnung, zur landwirtschaftlichen Beregnung oder zur industriellen Brauch- einschließlich Kühlwassernutzung gebaut. Der Innendurchmesser liegt meist zwischen 12,5 cm und 2 m (LUBW 2012). Wichtig ist, ob ein Brunnen genutzt ist, ob eine stationäre Pumpe fest installiert ist und Grundwasser ständig oder intermittierend gefördert wird. Das ist für die Gewinnung einer qualitätsgesicherten, repräsentativen Probennahme von Vorteil und bei den Brunnen im WRRL-Gütemessnetz der Regelfall. Wenn ein Zapfhahn am Steigrohr vorhanden ist, erfolgt die Probennahme dann meist dort. Vorteilhaft ist hier die oft einfache und kostengünstige Probennahme.

Nach MUNLV (2008) sind Brunnen für das Überblicksmessnetz der WRRL besonders geeignet, weil sie eine aggregierte Aussage über die Grundwasserbeschaffenheit im Einzugsgebiet ermöglichen. Nach MULNV (2018) ist die Eignung von Brunnen anhand des Ausbauplans, der Lage und vorliegender Messdaten festzustellen. Dafür ist - neben den Stammdaten - die Entnahmerate durch die installierte Pumpe zum Zeitpunkt der Probennahme wichtig. Die in HygriC sowie in den Datenbeständen der Rohwasserüberwachung nach § 50 LWG NRW dazu vorhandenen Unterlagen und Messdaten sind hier von Bedeutung.

Nachteile bestehen zum einen darin, dass Förderbrunnen nicht immer uneingeschränkt für turnusmäßige Wartungsarbeiten oder geophysikalische Messungen zugänglich sind. Dann ist

es wichtig, dass die regelmäßige Wartung durch den Betreiber durchgeführt wird. Zum anderen haben sie oft lange Filterstrecken und/oder sind in tieferen Horizonten verfiltert. Geohydraulisch unterscheiden sie sich von Messstellen mit kurzen Filterstrecken und daraus resultierend deutlich geringeren Entnahmemengen bei der Probennahme. Brunnen haben zudem zu meist ungleich größere und lithologisch heterogen aufgebaute Zustromgebiete im Vergleich zu Messstellen. Sie repräsentieren auch andere Fließlamellen mit häufig älterem Grundwasser als Messstellen (s. Abbildung 3-5).

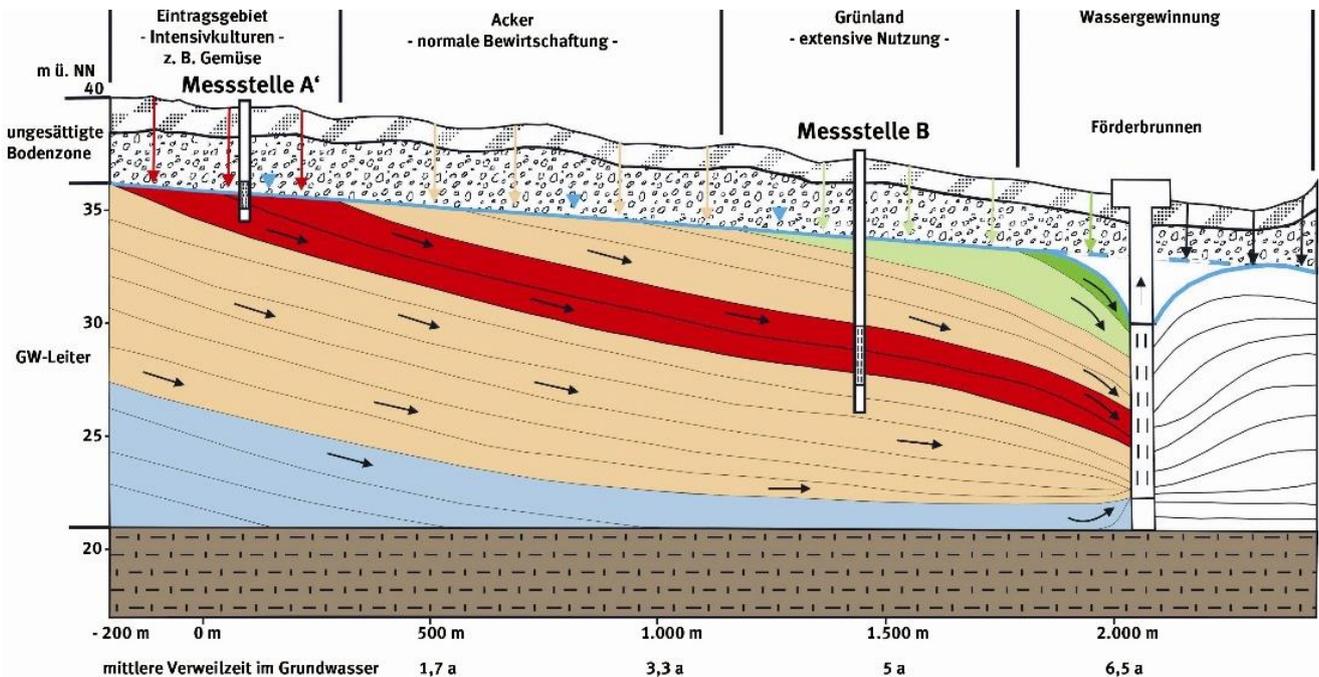


Abbildung 3-5: Vergleich der Zustromgebiete eines Förderbrunnens und von Messstellen (Quelle: DWA 2013)

Mit zunehmender Absenkung steigen die Fließgeschwindigkeiten im Absenke-trichter. Die hydrochemischen Daten von Brunnen können nicht direkt mit Messstellen verglichen werden. Das muss bei der gemeinsamen Auswertung mit Daten von Messstellen mit kürzeren Filterstrecken beachtet werden.

Zudem entstammt bei der Förderung aus Brunnen das Grundwasser verschiedenen Neubildungsperioden, das unterschiedliche Fließstrecken zurückgelegt hat. Daher ist es kaum möglich, die kurzfristige Entwicklung (< 5 Jahre) der Inhaltstoffe zeitlich oder räumlich zu interpretieren sowie zeitliche Trends bzw. eine Trendumkehr in Bezug auf Maßnahmen zu identifizieren.

Dies gilt vor allem für große Zustromgebiete und Aquifermächtigkeiten (DWA 2013). Brunnen sollten daher nur im Überblicksmessnetz verwendet werden, wenn im betroffenen Grundwasserkörper keine geeigneten Messstellen vorhanden sind.

4. Prüfkriterien zur Eignung einer Messstelle für das WRRL-Messnetz

An jede neue und bestehende Messstelle des WRRL-Grundwasserstands- und/oder WRRL-Grundwassergütemessnetzes sind verschiedene Qualitätsanforderungen zu stellen, um zu gewährleisten, dass entsprechend der Messaufgabe hinreichend zuverlässige Informationen durch die Messstelle gewonnen werden können. Das heißt, dass eine Messstelle zum einen ihrer grundsätzlichen Zweckmäßigkeit (Eignung) gerecht werden sollte. Zum anderen gilt für Ersteres als Voraussetzung, dass die Messstelle in Hinblick auf ihre Eignung funktionstüchtig ist. Prinzipiell gilt gemäß DVGW (2003b), dass Grundwassermessstellen für die quantitative und qualitative Überwachung folgende vier Gesichtspunkte zu erfüllen haben:

- Ermittlung von Standrohrspiegelhöhen
- Entnahme von Wasserproben für chemisch-physikalisch-biologische Untersuchungen
- Durchführung von geophysikalischen Messungen
- Durchführung von Pflegemaßnahmen

Brunnen und Quellen bzw. Stollen nehmen gegenüber der Messstellenart Grundwassermessstelle eine gesonderte Stellung ein. Die Eignung und Funktionstüchtigkeit von Messstellen sollte im Rahmen einer so genannten Eignungsprüfung anlassbezogen oder planmäßig kontrolliert werden.

Insgesamt wurden 39 Prüf- bzw. Qualitätssicherungskriterien (nachfolgend kurz: QS-Prüfkriterien) formuliert. In diesem Kapitel werden sie erläutert. Ihre Anwendung soll dazu beitragen, eine bereits im Messnetz bestehende oder neu ins Messnetz aufzunehmende Messstelle für die Aufnahme bzw. das Verleiben in einem der WRRL-Messnetze zu qualifizieren. Sie gelten nicht für den Neubau von Messstellen, hierfür sind die Regelwerke der Verbände - aktuell vor allem die W 121 des DVGW (2003) - und qualifizierte Leitfäden von Behörden (z. B. AK GWB 2012) ausreichend und bindend.

Vor allem für eine anstehende Eignungsprüfung sind sie richtungsweisend. Anhand einer Auswahl an WRRL-Gütemessstellen wurden die QS-Prüfkriterien bereits innerhalb eines Pilotvorhabens in der Praxis erprobt (HYDOR 2018). Die Grundlagen für die Formulierung der QS-Prüfkriterien bilden Normen- und Regelwerke, die in Kapitel 3.2 beschrieben sind. Thematisch untergliedert wurden die 39 QS-Kriterien (s. auch Anhang 1) in drei Teile:

1. Block 1: Anforderungen an Lage und technische Bauausführung der Messstelle (I) (Kapitel 4.1)
2. Block 2: Anforderungen an die Erst- und Bestandsdokumentation (II) (Kapitel 4.2)
3. Block 3: Anforderungen hinsichtlich des Regelbetriebes der Messstellen (III) (Kapitel 4.3)

In den nachfolgenden Kapiteln werden die QS-Prüfkriterien detailliert erläutert und begründet. Auch werden mögliche Konsequenzen und Handlungsempfehlungen erläutert, die notwendig sind, wenn durch eine Eignungsprüfung festgestellt wurde, dass eine Messstelle einer oder mehreren Qualitätsanforderungen nicht genügt.

Mithilfe der in Anhang 1 enthaltenen Fließschemata bzw. Entscheidungsbäume können für eine Messstelle alle Kriterien leicht handhabbar geprüft werden. Die Prüfkriterien wurden bei Notwendigkeit weiter differenziert, um unterschiedliche Handlungsoptionen aufzuzeigen. Die

Entscheidungsbäume, auch Fließschemata genannt, zu den 39 Prüfkriterien finden sich fortlaufend nummeriert in Anhang 1 zu diesem Leitfaden. Vorab sei darauf hingewiesen, dass die Kriterien stellenweise miteinander verzahnt sind und sich über die thematischen Blöcke hinweg teils gegenseitig bedingen. Verweise (innerhalb der Fließschemata des Anhangs 1) kennzeichnen dort die Verbindung. Wichtig ist, eine Messstelle nicht nur aufgrund eines Kriteriums zu beurteilen, sondern anhand von allen Kriterien in Zusammenschau zu bewerten, um ein ganzheitliches Bild zu der Eignung der untersuchten Messstelle zu gewinnen. Hinzu kommt die stets erforderliche Kontrolle der Probennahme- und Messdaten.

Es wird im Folgenden unterschieden, ob ein Kriterium nur eingeschränkt für ein bestimmtes Messnetz (G=Gütemessnetz, S=Standsmessnetz) oder auf eine bestimmte Messstellenart (GWM=Grundwassermessstelle, B=Förderbrunnen, Q=Quellen und Stollen oder Sondermessstellen wie Multi-Level-GWM) anzuwenden oder nicht anzuwenden ist.

Darüber hinaus wird deutlich formuliert, wie welches Kriterium bei dem Neubau einer Messstelle oder bei Bestandsmessstellen anzuwenden ist. Zusätzlich wird herausgearbeitet, welches Kriterium einen direkten Einfluss auf die durch Messstellen gewonnenen Messdaten zum Grundwasserstand oder der -beschaffenheit hat. Jedem der drei Blöcke wird eine Übersicht mit den QS-Prüfkriterien und dem jeweiligen Anwendungsbereich vorangestellt.

4.1 Anforderungen an Lage und technische Bauausführung der Messstelle

Nachfolgende Anforderungen an Lage (Filterlage) und technische Bauausführung der Messstellen gelten insbesondere für den Messstellenneubau bzw. Messstellenersatz, für die Aufnahme von vorhandenen Betreiber-Messstellen in das WRRL-Messnetz, sowie für die Feststellung der Funktionalität im Betrieb.

Zunächst sind in der Tabelle 4-1 die 19 QS-Prüfkriterien zu den Anforderungen an Lage und technische Bauausführung einer Messstelle mit stichwortartiger Erläuterung, Anwendungsbereichen und Quellenbezug angeführt. Es sei betont, dass es sich hierbei um Prüfkriterien handelt, die in eine komplexe Einzelfallprüfung münden können (s. Fließschemata im Anhang 1). So stellt z. B. ein Sumpfrohr nur in bestimmten Fällen ein Ausschlusskriterium für die Aufnahme bzw. den Verbleib einer Messstelle im WRRL-Messnetz dar.

Im Allgemeinen gilt, dass Messstellen in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung und den hydrogeologischen Verhältnissen zu planen und zu bauen bzw. für das Messnetz auszuwählen sind. Gleichfalls ist bei der Planung des Ausbaus und dem Bau und Betrieb einer Messstelle ein großes Augenmerk auf einen aktiven Grundwasserschutz zu richten. Durch eine Messstelle dürfen grundsätzlich keine schädlichen qualitativen und/oder quantitativen Veränderungen im Grundwasser hervorgerufen werden.

Alle im Folgenden aufgeführten Kriterien sind beim Neubau einer Messstelle oder bei der Eignungsprüfung einer Bestandsmessstelle zu berücksichtigen. Im Gegensatz zu den Kriterien, die mit der Lage der Messstelle zusammenhängen, wie z. B. die Zugänglichkeit einer Messstelle oder die Beeinflussung des Standortes durch das Umfeld, ist die einmalige technische Bauausführung in der Regel nicht einer zeitabhängigen Änderung unterworfen. Jedoch kann es nachträglich altersbedingt oder durch Fremdeinwirkung zur Funktionsbeeinträchtigung der Messstelle oder gar Beeinflussung des Grundwassers kommen.

Tabelle 4-1: Übersicht zu den 19 QS-Prüfkriterien zur Lage und technische Bauausführung einer Mess-
stelle (die Nummern finden sich fortlaufend in den Unterkapiteln; S: Stand, G: Güte, GWM:
Messstelle, B: Brunnen, Q: Quelle)

Nr.	Messnetz	Art der Messstelle	Kurzbezeichnung des Kriteriums	Fachliche stichwortartige Erläuterungen	Primärquelle
1	S/G	GWM, B, Q	Uneingeschränkte Anfahrbarkeit bzw. Zugänglichkeit	zwecks Probennahme und Wartung	LAWA (1999a)
2	S/G	GWM, B, Q	Messung gefahrlos möglich	Arbeitssicherheit, Verkehrssicherheit	LAWA (1999a)
3	S/G	GWM, B, Q	Keine Beeinflussung des Standorts	hydraulisch (keine Entnahmen), hydrochemisch (keine Punktquelle)	MUNLV (2008)
4	S/G	GWM, B, (Q)	Bauart der Messstelle regelgerecht	keine Schachtbrunnen, GWM-Bündel nur eingeschränkt, Abstände (GWM-Gruppe)	W 121 (2003)
5	S/G	GWM, B, (Q)	Abschlussbauwerk regelgerecht	Betonsockel, Schutzrohr und -dreieck, Kappe, Sonderformen (z. B. Arteser)	W 121 (2003)
6	S/G	GWM	Ausbau- und Bohrlochdurchmesser regelgerecht	Verhältnis Bohr-DN zu Ausbau-DN passend	W 121 (2003)
				> DN 50 (50 mm), ggf. > DN 100 (gleichzeitiger Einbau von Pumpe und DL); Ausnahme: Multi-Level-GWM	AK GWB (2012)
7	G	GWM	Filterlänge und Ausbaumaterial regelgerecht	horizontscharfe Entnahme der Probe, Länge 2 bis 5 m; u. a. keine Stahlrohre, kein Kiesklebefilter	LAWA (1999), AK GWB 2012
8	S/G	GWM	Verfilterung in einem geeigneten Zielhorizont (WRRL)	entsprechend Zielhorizont WRRL	MUNLV (2008)
9	S/G	GWM	Keine Mehrfachverfilterung in verschiedenen Stockwerken	in hydraulisch separierten Stockwerken bzw. Grundwasserleitern	MUNLV (2008)
10	S/G	GWM	Verhältnis Filterschlitzweite/ Schüttkorndurchmesser/ Lithologie regelgerecht	zur Vermeidung der Passage von Feinbestandteilen in das Rohr	W 121 (2003)
11	S/G	GWM	Beschaffenheit der Verfüllung regelgerecht	gewaschener chemisch inerter Quarzsand (DIN 4924, kein Bohrgut)	AK GWB (2012)
12	S/G	GWM	Ausreichende Überschüttung vorhanden	zur Verhinderung von Setzungen > 2 m	W 121 (2003)
13	S/G	GWM	Einbau Tonsperre bei GW-Geringleiter regelgerecht	bindige Substrate im Ringraum in ausreichenden Mächtigkeit zur Vermeidung hydraulischer Kurzschlüsse	W 121 (2003)
14	S/G	GWM	Einbau Gegenfilter regelgerecht	Verhinderung Infiltration Dichtungstoffe in grobem Filterkies (> 2 mm)	W 121 (2003)
15	S/G	GWM	Abdichtung zur Geländeoberkante regelgerecht	Verhinderung unerwünschter Zuflüsse im Ringraum (z. B. Oberflächenwasser)	W 121 (2003)
16	S/G	GWM	Zentrierung der Rohre	langfristige Stabilität des Bauwerkes	W 121 (2003)
17	G	GWM	Kein Sumpfrohr	zur Vermeidung von Sedimentfallen für organische Spurenelemente (z. B. DNAPL)	AK GWB (2012)
18	S/G	GWM	Ruhewasserspiegel oberhalb Filteroberkante (poröse GWL)	zur Vermeidung der Verockerung / Korrosion des Filterrohrmaterials	W 121 (1988)
19	G	Q	Quellschüttung	Spezifische lokale und regelmäßige Mindestschüttmenge	Neu

Im Gegensatz zu Brunnen werden aufwändige durch den DVGW (1998, 2007, 2018) erwähnte Sanierungen wie Teilverfüllung, Neuverfilterung, Einschubverrohrung oder Ringraumnachdichtung durch Überbohrung meist nicht praktiziert. Vielmehr erfolgt hier aus wirtschaftlichen Gründen eine Aussonderung der Messstelle aus dem Messnetz sowie ein Ersatzneubau. Daher werden diese genannten Sanierungsmaßnahmen bei den aufgezeigten Handlungsoptionen nicht berücksichtigt.

Entspricht ein Aspekt der technischen Anforderungen nicht den Regelwerken, so führt dies nicht in allen Fällen zu einer Aussonderung der Messstelle aus dem Messnetz. Erst bei einer Funktionsbeeinträchtigung bzw. -untüchtigkeit oder einem Kontaminationsrisiko, das nicht nachhaltig durch Regenerierungs- und/oder Sanierungsmaßnahmen behoben werden kann, gilt eine Messstelle als dauerhaft ungeeignet. In der Regel können verschiedene Indikatoren Hinweise zu der Ursache der Funktionsbeeinträchtigung bzw. -untüchtigkeit oder Nichteignung liefern.

Wenn ein mangelhafter Ausbau ursächlich für letzteres ist, muss die Messstelle ausgesondert werden. Sanierungsmaßnahmen wären dann nicht erfolgreich. Daher sind im Regelbetrieb einige der Qualitätsanforderungen an Lage und Bauausführung direkt oder indirekt zu prüfen. Hierdurch sind die Blöcke I und III miteinander verbunden. Aufgrund von terminbezogenen Auffälligkeiten im Umfeld der Messstelle oder am Bauwerk kann mithilfe einer Eignungsprüfung anlassbezogen festgestellt werden, dass eine Messstelle nicht den Anforderungen an Lage und technische Bauausführung genügt.

Eine Verquickung mit Block II (Anforderungen an die Erst- und Bestandsdokumentation) ergibt sich z. B. dadurch, dass bei Bestandsmessstellen Ausbaudaten und lithologische Informationen nicht vollständig dokumentiert sind. In der Regel können und sollten diese fehlenden Informationen nachträglich erhoben werden, um eine Messstelle nach seinen bautechnischen Kriterien bewerten zu können. Kriterien, die auf den Ausbau einer Messstelle abzielen, sind nicht auf die Messstellenart Quelle oder Sickerstollen anzuwenden. Jedoch ist bei gefassten Quellen der bauliche Zustand in jedem Einzelfall zu prüfen, bei ungefassten Quellen gelten gesonderte Anforderungen, s. Kap. 3.4.

Prinzipiell gelten für Brunnen die gleichen QS-Kriterien wie für Grundwassermessstellen, jedoch unter Berücksichtigung der in Kapitel 3.5 geschilderten fachlichen Divergenzen. Allerdings ist ggf. bei auftretenden Mängeln eine Sanierung des Brunnens oft nicht möglich und liegt nicht in der Zuständigkeit des Landes. Dann sollte im Einzelfall geprüft werden, ob der Brunnen aus dem Messnetz auszusondern ist.

4.1.1 Uneingeschränkte Anfahrbarkeit bzw. Zugänglichkeit (1)

Damit eine Messstelle den an sie gerichteten Ansprüchen genügen kann, sollte sie uneingeschränkt anfahrbar und zugänglich für Messungs- und Wartungsarbeiten sein. Die Anfahrbarkeit mit einem Beprobungs- oder Wartungsfahrzeug sollte eine Distanz von mehr als 20 m nicht überschreiten (mdl. Mitteilung LANUV). Bei Quellen und Stollen sind größere Distanzen akzeptabel. Die Zugänglichkeit zu der Messstelle muss ganzjährig möglich sein. Insbesondere bei Quellen und Stollen ist hier vor der Aufnahme in das WRRL-Grundwassergütemessnetz ein Augenmerk darauf zu richten. Kurzzeitige temporäre Einschränkungen der direkten Zugänglichkeit zu der Messstelle sind akzeptabel, sofern diese durch einen geringen Aufwand behoben werden können.

Beispielsweise können einfache Pflegemaßnahmen (Freischneiden, Parkplatzsicherung) den Zugang zu einer Messstelle wiederherstellen. Bei Messstellen auf Privatgrundstücken oder bei Betreibermessstellen kann eine Kontaktaufnahme mit dem jeweiligen Eigentümer vor Zutritt erforderlich sein. Häufig wird es notwendig sein, den Zugang in regelmäßigen Abständen durch einfache Maßnahmen wiederherzustellen. Dies ist in den Bestandsunterlagen entsprechend festzuhalten. Übersteigt der durch die durchzuführenden Maßnahmen entstehende Aufwand ein vertretbares Maß, ist die Messstelle aus dem jeweiligen Messnetz auszusondern. Ausnahmen bilden Förderbrunnen, bei denen eine Probennahme über einen Zapfhahn und bei denen die Wartung in Zuständigkeit des Betreibers erfolgt.

4.1.2 Messung gefahrlos möglich (2)

Bei allen Arbeiten an einer Messstelle (Probennahme, Wartung, Instandsetzung etc.) ist auf die Arbeitssicherheit der beteiligten Personen zu achten. Das Tragen einer Warnweste nach EN ISO 20471 ist für jegliche Arbeiten empfehlenswert. Die Arbeitssicherheit kann sich auch aus der Art Messstelle und dem Umfeld ergeben: so ist z. B. eine Absturzgefahr bei Schachteinstiegen in Abschlussbauwerken von Brunnen oder Quellen gegeben. Gesonderte Sicherheitsvorkehrungen sind an Standorten zu beachten, bei denen erhöhte Schadstoffkonzentrationen oder Gase beobachtet worden sind (z. B. Altlasten-Standorte, Schächte).

Auch ist bei allen Arbeiten eine Verkehrssicherung gegenüber Dritten notwendig (vgl. RSA 95). Liegt eine Messstelle im Bereich einer Verkehrsfläche, ist hier z. B. eine Genehmigung für eine Absperrung im Straßenverkehr einzuholen. Dritte dürfen keinen Zugang zu absturzfähigen Bereichen wie Quell- und Brunnenschächten haben. Bei fehlendem Geländer ist ein Abstand von 1,5 m zum Schachtrand einzuhalten. Bei der Einleitung von abgepumptem Wasser vor Ort sind Schäden und mögliche Gefahrenquellen für Dritte zu vermeiden (z. B. Aquaplaning-Gefahr, Überschwemmung von Ackerflächen). Sind bei einer Messstelle besondere Regeln zur Arbeits- oder Verkehrssicherheit zu beachten, ist dies in den Bestandsunterlagen festzuhalten.

4.1.3 Keine Beeinflussung des Standorts (3)

Über eine Messstelle soll der aktuelle Zustand einschließlich seiner natürlichen oder anthropogen verursachten Veränderungen des Grundwasserleiters erfasst werden. Die Messdaten sollen eine repräsentative Übersicht über den zu überwachenden Grundwasserleiter wiedergeben. Daher ist eine punktuelle hydrochemische und/oder hydraulische Beeinflussung der Messstelle auszuschließen.

Da die Grundwasserbeschaffenheit an einer Messstelle maßgeblich durch die Flächennutzung und anthropogene Einwirkungen in ihrem Zustromgebiet bestimmt wird, ist für jede Messstelle die dominierende Landnutzung dort zu erfassen und zu dokumentieren. Wird eine Beeinflussung am Standort vermutet, kann dies über eine Zeitreihenanalyse der hydrochemischen Daten oder des Wasserstands bzw. der Schüttung geprüft werden und Aufschluss über die Art der Beeinflussung geben.

Mögliche Indikatoren wären der Konzentrationsanstieg oder sprunghafte Änderungen anthropogen induzierter hydrochemischer Parameter (z. B. Chlorid, Nitrat, Kalium, Sulfat, Ammonium, Phosphat, DOC), der elektrischen Leitfähigkeit oder Verkeimungen. Wurde eine hydrochemische Beeinflussung festgestellt, ist die Punktquelle vor Ort zu ermitteln und sofern mög-

lich, zu entfernen. Ist Letzteres nicht durchführbar, ist die Messstelle aus dem Grundwassergütemessnetz auszusondern. Wurde eine hydraulische Beeinflussung festgestellt, ist zu unterscheiden, ob diese dauerhaft oder temporär ist. Eine gravierende hydraulische Beeinflussung (z. B. wachsende Absenkungstrichter im Zustromgebiet der Messstelle, Flächenversiegelung, Sumpfungmaßnahmen) kann im Extremfall die Eignung der Messstelle beeinträchtigen, so dass eine Aussonderung aus den Messnetzen in Betracht gezogen werden muss. Andernfalls ist die hydraulische Beeinflussung in den Bestandsunterlagen zu beschreiben.

4.1.4 Bauart der Messstelle regelgerecht (4)

Die Bauart einer Messstelle (Grundwassermessstelle, Brunnen) sollte sich bei Neubau an dem Messstellenzweck und der hydrogeologischen Situation ausrichten. Bereits bestehende oder neu aufzunehmende Messstellen sind in Bezug auf ihre Bauart hinsichtlich ihrer diesbezüglichen Eignung zu prüfen. Eine Grundwassermessstelle soll der Beobachtung eines einzelnen, bestimmten Grundwasserleiters dienen. Dafür muss die Lage des Filterohres eindeutig dem Zielhorizont zugeordnet werden können.

Sollen verschiedene Grundwasserleiter beobachtet werden, sind dafür voneinander getrennte Messstellen zu errichten. Die Beobachtung einer tiefenabhängigen Zonierung innerhalb eines Grundwasserleiters kann durch eine Messstellengruppe oder eine Multi-Level-Messstelle erfolgen. Bei Messstellengruppen sind jedoch die tiefenabhängigen Mindestabstände zwischen den Messstellen zu beachten: nach DVGW (2003b) soll der Abstand zwischen den Messstellen mindestens 3 m betragen und bei Bohrungen mit einer Tiefe von mehr als 50 m mindestens 5 m. Messstellenbündel, bei denen mehrere Messstellenrohre in einem Bohrloch eingebracht werden, eignen sich nur unter bestimmten Voraussetzungen für eine tiefenorientierte Probenahme.

Besonders gut geeignet sind Multilevel-Messstellen (Mäurer et al. 2009, Leson & Wisotzky 2012, Leuchs & Obermann 1991) mit sehr kurzen Filterstrecken und der Möglichkeit einer exakten tiefenorientierten Probenahme durch zeitgleiches Pumpen bei den zumeist fest installierten Schläuchen pro Filterabschnitt und damit der Vermeidung von Vertikalströmungen. Diese Messstellen sind auch im Landesmessnetz vertreten. Der Einbau der Filter sollte dabei nicht in hydraulisch getrennten Stockwerken erfolgen.

Beim Bau von Messstellenbündeln muss besonders auf die Vermeidung der Herstellung von hydraulischen Kurzschlussverbindungen über den Ringraum bei fehlenden Abdichtungen geachtet werden. Im Normalfall sollte Messstellengruppen der Vorzug gegenüber konventionellen Messstellenbündeln gegeben werden. Die Gefahr des hydraulischen Kurzschlusses kann jedoch auch bei dem nicht fachgerecht ausgeführten Bau einer Messstellengruppe bestehen. Ist bei einer Messstellengruppe der Abstand zwischen den Grundwassermessstellen nicht regelgerecht oder ist ein Messstellenbündel gegeben, ist anhand der Ausbaupläne und Schichtenverzeichnisse der Grundwassermessstellen zu prüfen, ob eine hydraulische Verbindung zwischen separierten Grundwasserleitern besteht. Ist unklar, ob eine Grundwassermessstelle zu einer Messstellengruppe oder einem Messstellenbündel zählt, gibt eine Vor-Ort-Besichtigung Aufschluss darüber. Sollte ein hydraulischer Kurzschluss vorliegen, sind einzelne Messstellen der Messstellengruppe oder das Messstellenbündel regelgerecht rückzubauen. Andernfalls besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

Messstellen der Messstellenart „Schachtbrunnen“ sollten aufgrund ihrer breiten Dimensionierung (bis 5 m) und der nicht gegebenen Möglichkeit der horizontspezifischen Probengewinnung in Bezug auf den Ausbaudurchmesser aus dem WRRL-Grundwassergütemessnetz ausgesondert werden (LAWA 1993). Durch den großen Durchmesser können Veränderungen im Gashaushalt und damit einhergehende Änderungen im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht auftreten. Zumeist sind Schachtbrunnen auch nur ungenügend vor eindringendem Oberflächenwasser geschützt.

4.1.5 Abschlussbauwerk regelgerecht (5)

Gemäß DVGW (2003b) und AK GWB (2012) soll ein Abschlussbauwerk einer Grundwasser-messstelle oder eines Brunnens folgende Kriterien erfüllen:

- Schutz des Grundwassers vor Kontaminationen durch Zutritt von oberirdischen Gewässern,
- Schutz vor Verunreinigung durch oberflächennahes Grundwasser,
- Frostsicherheit,
- Schutz vor mutwilliger oder unbedachten Beschädigungen,
- Verkehrssicherheit,
- eindeutige Identifizierbarkeit und
- sicheres Auffinden der Messstelle.

Die Art des Abschlussbauwerkes (Über-/Unterflur) ist primär von örtlichen Bedingungen abhängig. Überflurmessstellen stellen gegenüber den Unterflurmessstellen die kostengünstigere Variante dar. Der Abschluss einer Überflurmessstelle ist i. d. R. durch ein Stahlstandrohr mit verschließbarer Kappe (z. B. Seba-Kappe) gekennzeichnet, welches von einem Betonsockel (Pegelstein) oder einem verfüllten Schachtring vor Beschädigungen geschützt wird. Zwischen Schutzrohr und Aufsatzrohr sollte eine Rollgummidichtung gelegt werden. Neben dem Schutzdreieck stellt das Anbringen einer Sichtstange (Pegelfahne) z. B. auf landwirtschaftlich genutzten Flächen eine Schutzmaßnahme dar. Gleichzeitig unterstützt das Schutzdreieck und die Sichtstange das Auffinden im Gelände. Das Stahlstandrohr reicht meist bis in eine Höhe von 1 m über der Geländeoberkante.

Der Rohrabschluss einer Unterflurmessstelle besteht ebenfalls aus einer verschließbaren Kappe. Das Aufsatzrohr wird hier unterflur einbetoniert. Das Unterflurabschlussbauwerk sollte durch ein Abflussrohr entwässerbar sein und wird geländegleich mit einer gusseisernen Straßenkappe tagwasserdicht verschlossen. Ein Unterflurausbau ist insbesondere im Wege- und Straßenbereich üblich.

Messstellen, bei denen das Grundwasser artesisch aufsteigt, sind mit einer druckwasserdichten Kappe (Arteserkappe) abzusichern.

Zudem muss eine Messstelle eindeutig identifizierbar sein und eine dauerhafte Kennung (z. B. Gravur) mit der neunstelligen Messstellenummer (LGD-Nummer) aufweisen.

Erfüllt das Abschlussbauwerk gänzlich oder teilweise nicht die aufgeführten Kriterien ist es entsprechend instandzusetzen. Dazu gehört zum Beispiel die Erneuerung der Abschluss- oder

Straßenkappe oder auch das Anbringen eines Schutzdreieckes mit Sichtstange. Die Ausbesserung von Schäden am Schutzrohr oder Betonsockel etc. zählt zu weiteren Instandsetzungsmaßnahmen.

4.1.6 Ausbaudurchmesser regelgerecht (6)

Der Ausbauinnendurchmesser richtet sich nach der Messstellenaufgabe. Der sichere Ein- und Ausbau sowie Betrieb von Unterwasserpumpen und technischen Geräten muss möglich sein. Es ist ein Mindestausbaudurchmesser in Abhängigkeit vom Pumpendurchmesser und der Einbautiefe der Pumpe erforderlich. Um zeitgleich eine Probenahme und die Messung über einen Datensammler zu ermöglichen, ist für Grundwassermessstellen nach DVGW (2003b) ein Mindestausbaudurchmesser von 100 mm (DN 100) zu empfehlen. Ausbaudurchmesser von 50 mm (DN 50) sind bei Grundwassergütemessstellen nur in Ausnahmefällen bis zu einer Tiefe von 10 Meter zu wählen (AK GWB 2012). Dazu gehört z. B. die - hier nicht thematisierte - engräumliche Untersuchung von Schadstofffahnen durch flache Grundwassermessstellen (Einbautiefe < 10 Meter Tiefe).

Für Messstellen, die ausschließlich zur Erfassung des Grundwasserstands eingesetzt werden, ist ein Ausbaudurchmesser von 50 mm dagegen ausreichend. Messstellen mit einem Ausbauinnendurchmesser von weniger als 50 mm sind aus Gründen der nicht gegebenen Beprobbarkeit aus dem Grundwassergütemessnetz auszusondern. Multi-Level-Messstellen sind davon ausgenommen.

Der geplante Ausbaudurchmesser und die hydrogeologischen Verhältnisse am Standort bestimmen den erforderlichen Bohrlochdurchmesser. Dessen Dimension muss für das fachgerechte Einbringen der Ringraumverfüllung und die zentrische Platzierung der Ausbauverrohrung ausreichen. Zudem soll die Bohrlochgeometrie weder den Betrieb noch eine Regenerierung und/oder Sanierung bzw. den regelgerechten Rückbau einer Grundwassermessstelle behindern. Zwar sind aus wirtschaftlichen und betrieblichen Gründen kleinere Bohrlochdurchmesser zu bevorzugen. Jedoch ist beim Bau einer Grundwassermessstelle in jedem Fall in Abhängigkeit vom Ausbaudurchmesser, dem gewählten Bohrverfahren und dem Abdichtungsmaterial ein Mindestbohrerndurchmesser gemäß DVGW (2003a) zu wählen, welcher der Tabelle 4-2 zu entnehmen ist.

Tabelle 4-2: Mindestbohrerndurchmesser in Abhängigkeit vom Ausbaudurchmesser, gewählten Bohrverfahren und Abdichtungsmaterial (DVGW 2003b, AK GWB 2012)

Ausbaudurchmesser [mm]		50	65	80	100	115	125
Mindestbohrerndurchmesser bei Suspensionen [mm]	Spülbohren	187,3	193,7	222,3	244,5	244,5	279,4
	Trockenbohren	219	273	373	324	324	324
Mindestbohrerndurchmesser bei Tonformlingen [mm]	Spülbohren	222,3	244,5	244,5	304,8	304,8	304,8

Brunnen besitzen (definitionsgemäß) Ausbaudurchmesser, die größer als 125 mm sind. Daher sind die genannten Bedingungen zur Festlegung eines Bohrlochdurchmessers bei diesen nur eingeschränkt gültig. Brunnen mit einem Ausbaudurchmesser von bis zu 150 mm können jedoch in Ausnahmefällen als Grundwassermessstelle gewertet werden. In diesen Fällen kann der Mindestbohrerndurchmesser überschlägig auch nach folgender Formel (DVGW 1988) abgeleitet werden:

$$\text{Bohrlochdurchmesser} = \text{Ausbaudurchmesser} + 160 \text{ mm} \quad (\text{Gl. 1})$$

Die Wahl des Bohrverfahrens wird u. a. am Gestein ausgerichtet. Die Schichtdicke der Kiesschüttung muss so bemessen sein, dass sie ihre Funktion der Rückhaltung von feinen Sedimentpartikeln erfüllen kann. Je mächtiger sie ist, desto besser kann sie das. Schluffe und Feinsande können aufgrund ihrer Korngrößen die Kiesschüttung und die Filterschlitzte (minimal 0,3 mm, also im Feinsandbereich) stets physikalisch durchdringen und müssen daher in den Zwickeln der Kiesschüttung zurückgehalten werden. Hier kann ein - relativ zum Rohrdurchmesser - großer Bohrdurchmesser hilfreich sein. Das ist für den langfristigen Erhalt der Messstelle sowie die Effektivität von späteren Entsandungs- bzw. Entschlammungsmaßnahmen von großer Bedeutung.

Sofern bei einer Bestandsmessstelle das Verhältnis des Bohrloch- zum Ausbaudurchmesser nicht regelgerecht oder eine der Größen unbekannt ist und der Bohrlochdurchmesser nicht an die geologischen Verhältnisse angepasst ist, sollte bei Grundwassergütemessstellen während der Probennahme auf organoleptische Auffälligkeiten geachtet werden.

Eine Trübung der Probe kann Hinweis auf eine Unterdimensionierung des Ringraumes geben, da ein breiterer Ringraum seiner Funktionalität des Rückhaltes von Feinbestandteilen in der Filterkiesschüttung besser gerecht werden kann. Das zeigen Erfahrungen in der Praxis, gerade auch im Festgestein mit geogen auftretenden Trübungen infolge der Lithologie (z. B. feinkörnige Kompaktgesteine mit tonig-schluffigen Bindemitteln wie Kalkmergelgesteine). Ist für die auftretende Trübung ein fehlerhafter Ausbau ursächlich und wird die Probe dadurch beeinflusst, ist die Messstelle aus dem Grundwassergütemessnetz zu entfernen.

Andernfalls sind Regenerierungsmaßnahmen zu erwägen. Sind bisher bei einer Grundwassermessstelle keine organoleptischen Auffälligkeiten aufgetreten, ist bei einem unbekanntem bzw. nicht regelgerechten Ausbau der Indikator *Trübung*, die hydraulischen Kriterien sowie die Konstanz der hydrochemischen Leitkennwerte bei der Probennahme zu beachten.

4.1.7 Filterlänge und Ausbaumaterial regelgerecht (7)

Gegenstand der überblicksweisen und operativen Überwachung der Grundwasserkörper ist der „obere, großräumig zusammenhängende Grundwasserleiter“ (Definition nach HÜK 200⁵, LAWA 2013), in dessen oberem Drittel aus hydrochemischen Gründen (z. B. Nitratabbau) vor allem die Messstellen des operativen Messnetzes ausgebaut sein sollten.

Die Auswahl der Filterlänge und der Filtertiefe ist abhängig von der Aufgabenstellung und lithologischer Ausprägung sowie Lage des Grundwasserleiters (DVGW 2003b). Die DVGW (2003b) empfiehlt für Messstellen zur quantitativen und qualitativen Überwachung der Eigenschaften des Grundwassers möglichst kurze Filterrohrängen zwischen 2 und 5 Meter im Lockergestein, in (nicht standfesten) Festgesteinen können diese auch länger sein. Im standfesten Festgestein, z. B. in Kluft- und Karst-GWL, kann mitunter auf einen vollständigen Ausbau verzichtet werden. Bei einem flachen Grundwasserleiter kann gemäß AK GWB (2012) auch eine Filterstrecke von 1 m sinnvoll sein. Bei noch kürzeren Filterstrecken oder Filterstrecken zwischen 1 bis 2 m in größeren Tiefen von mehr als 10 m u. GOK hängt die Eignung und Verwendungsfähigkeit der Messstelle für das WRRL-Monitoring von den Umständen im Ein-

⁵ https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Wasser/Projekte/laufend/Beratung/Huek200/huek200_projektbeschr.html

zelfall ab. Die genannten Orientierungswerte gelten beispielsweise nicht für Multi-Level-Messstellen, die mit sehr kurzen Filterlängen (20 cm) eine sehr gute teufenorientierte Probengewinnung ermöglichen (vgl. Leuchs & Obermann 1991).

Messstellen mit einer langen durchgehenden Filterstrecke von mehr als 5 Metern, die im Lockergestein oder in verwitterten Festgesteinen ausgebaut sind, sollten, sofern sie neu zur Aufnahme in das WRRL-Messnetz vorgeschlagen werden, hinsichtlich ihrer hydrogeologischen Aussagekraft und Rolle im WRRL-Messnetz geprüft werden. Je nach Fragestellung ermöglichen sie einen guten Überblick über ein größeres Zustromgebiet (vgl. Überblicksmessnetz). Je mächtiger jedoch der Filterbereich, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass Abschnitte innerhalb eines Grundwasserleiters mit unterschiedlichem hydraulischem Potenzial oder unterschiedlichen Landnutzungseinflüssen erfasst werden. Generell gelten die hier genannten Kriterien hinsichtlich Filterlage und -länge als Orientierungswerte insbesondere für neu zu bauende oder neu in das Messnetz aufzunehmende Messstellen sowie zur Prüfung der Funktionalität bei Bestandsmessstellen im Betrieb.

Neben der Filterlänge und Filtertiefe müssen Messstellen auch hinsichtlich des Rohrmaterials für die jeweilige Aufgabenstellung geeignet sein. Normalerweise wird bei natürlich geprägten Standorten als Rohrmaterial (für Voll- und Filterrohre) das weichmacherfreie Polyvinylchlorid (PVC-U) eingesetzt. Bei wechselnden Redoxzuständen sowie für den sicheren Nachweis von anorganischen oder organischen Spurenelementen ist Stahl problematisch.

Auch können Kunststoffmaterialien für die Untersuchung spezifischer Parameter ungeeignet oder nur eingeschränkt geeignet sein. Dazu zählen folgende Parameter: aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, Pflanzenschutzmittel oder Ketone, Ester und Aldehyde. Die Eignung der Materialien ist detailliert in Tabelle 4-3 zusammengestellt. Kiesklebefilter sind laut LAWA (1993) nicht geeignet. Daher sollen solche GWM - sowie auch Stahlausbauten wegen der Unsicherheiten bei den Organika - nicht in das Messnetz aufgenommen werden.

Tabelle 4-3: Eignung von Rohrmaterialien für die chemische Untersuchung bestimmter Parameter und Parametergruppen (modifiziert nach: AK GWB 2012, bei Stahlrohren)

○ Einsatz geeignet
● Einsatz mit Unsicherheiten behaftet
▼ Einsatz nicht geeignet

LEGENDE

Angaben, die durch ein zusätzliches A gekennzeichnet sind, beruhen auf Analogieschlüssen

Ausbaumaterial	Stahl		Edelstahl		Kunststoff					
	unverzinkt	verzinkt	niedriglegiert	hochlegiert	Polyvinylchlorid (PVC-U)	Polytetrafluorethylen (PTFE)	Polyethylen (PE)	Polypropylen (PP)	Polyamid (PA)	Polystyrol (PS)
korrosive Verhältnisse (reduzierende und oxidierende Bedingungen)	▼	▼	●	●	○	○	○ _A	●	○ _A	○ _A
Schwermetalle	▼	▼	●	●	●	●	● _A	● _A	● _A	● _A
Phenole	● _A	● _A	●	●	●	●	● _A	▼ _A	▼ _A	▼ _A
Aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe	● _A	● _A	○ _A	○ _A	▼	○ _A	▼	▼	▼ _A	▼ _A
Tenside	○ _A	○ _A	○ _A	○ _A	●	○	▼	▼ _A	▼ _A	●
Chlornitroverbindungen	● _A	● _A	● _A	● _A	●	○	▼	▼ _A	▼ _A	▼
Pflanzenschutzmittel	● _A	● _A	○ _A	○ _A	▼ _A	● _A	▼ _A	▼ _A	▼ _A	▼ _A
Chlorierte Kohlenwasserstoffe	● _A	● _A	○	○	○	●	▼	▼ _A	▼ _A	▼
Ketone, Ester, Aldehyde	● _A	● _A	○ _A	○ _A	▼	● _A	▼ _A	▼ _A	▼ _A	▼ _A
Bakteriologische Parameter	● _A	● _A	○	○	●	○	● _A	● _A	▼	● _A

4.1.8 Verfilterung in einem geeigneten Zielhorizont der WRRL (8)

Zielhorizont ist der Grundwasserleiter, der für den jeweiligen Grundwasserkörper als Bezugs-
horizont festgelegt ist. Zumeist ist das der obere, großräumig zusammenhängende und was-
serwirtschaftlich bedeutende Grundwasserleiter nach HÜK 200. In die Betrachtung können zur
Erfassung des anthropogenen Einflusses auch tiefere Horizonte nach den Beschreibungen
der Grundwasserkörper einbezogen werden. Ist die Lage des Grundwasserleiters nicht ein-
deutig als erster, wasserwirtschaftlich bedeutsamer Horizont identifizierbar, ist im Einzelfall zu
prüfen, ob der Filter im Zielhorizont ausgebaut ist.

Die Eignung einer Messstelle steht im engen Zusammenhang mit den hydraulischen Eigen-
schaften des Grundwasserleiters. Haben diese eine sehr geringe hydraulische Ergiebigkeit,
eignen sie sich nicht zur Probennahme bzw. der Messung des Wasserstands. Ein erster An-
haltspunkt für einen geologisch bedingten unzureichenden Zulauf des Grundwassers ist der
Durchlässigkeitsbeiwert k_f . Der Durchlässigkeitsbeiwert kann aus der Petrografie im Filteraus-
bau abgeleitet werden. Bindige Materialien wie Schluff, Lehm und Ton bzw. entsprechende
Festgesteine sind oft durch einen k_f -Wert von 1×10^{-6} m/s und kleiner gekennzeichnet und
damit problematisch für den Ausbau zu einer Grundwassermessstelle.

Wird dieser Wert bei Lockergesteinen unterschritten und ist die maximal mögliche Förderrate geringer als 2 Liter/min, sollte eine hydraulische Regenerierung mit anschließender Erfolgskontrolle Aufschluss über eine ggf. noch mögliche Verwendungs- und Funktionstüchtigkeit dieser Messstelle geben. Ist dagegen trotz des sehr geringen Durchlässigkeitsbeiwertes eine Förderrate von 2 Liter/min noch möglich, empfiehlt es sich zu prüfen, ob in einem Pumpversuch innerhalb von 240 Minuten das hydraulische (und hydrochemische) Kriterium sowie die Beharrung erreicht werden können oder (nach der AA des LANUV 2017) das Abpumpen und die Probenahme auf mehrere, maximal jedoch drei Tage, verteilt wird. Dann kann die Probenahme stattfinden, andernfalls ist die Messstelle auszusondern.

4.1.9 Keine Mehrfachverfilterung in verschiedenen Stockwerken (9)

Bei dem Bau einer Messstelle ist auszuschließen, dass diese den Grundwasserleiter quantitativ oder qualitativ beeinflusst (DVGW 2003b). Daher sind bei der Durchteufung hydraulisch separierter Grundwasserleiter selbige durch eine nachhaltige und regelgerechte Abdichtung zu trennen (vgl. auch Kap. 4.1.13). Eine hydraulische Trennschicht kann z. B. über eine bindige Schicht mit einer Mindestmächtigkeit von 2 m definiert werden. Hydraulische Kurzschlussverbindungen sind zu verhindern. Somit ist ein Stufenausbau einer Messstelle in hydraulisch getrennten Grundwasserleitern ungeeignet. Sollte dies bei einer mehrfach verfilterten Messstelle der Fall sein, sollte überprüft werden (z.B. mittels Ausbaurecherche, ggf. Geophysik), ob eine hydraulische Verbindung getrennter Grundwasserleiter zu besorgen ist. Gegebenenfalls wäre dann ein regelgerechter Rückbau einzuleiten.

4.1.10 Verhältnis Filterschlitzweite - Filterkieskörnung - Lithologie regelgerecht (10)

Sowohl der Schüttkorndurchmesser des Filterkieses als auch die Filterschlitzweite sind auf die Korngrößenverteilung des anstehenden Gesteins abzustimmen, um die Funktionstüchtigkeit einer Messstelle nachhaltig zu erhalten. Einer Kolmation im Ringraum oder Versandung der Messstelle kann durch ein passendes Verhältnis der drei Komponenten vorgebeugt werden. Gemäß DVGW (2003b) gibt die nachstehende Tabelle 4-4 eine Orientierung, um bei einem Bau einer Messstelle die Filterschlitzweite und den Schüttkorndurchmesser optimal planen zu können.

Tabelle 4-4: Schüttkorndurchmesser und Filterschlitzweite in Abhängigkeit von der Lithologie (fS: Feinsand, mS: Mittelsand, gS: Grobsand, u: schluffig)

Lithologie	Schüttkorndurchmesser [mm]	Filterschlitzweite [mm]
fS, ms, u	0,4 - 0,8	0,3
mS, fs	0,71 - 1,25	0,3 - 0,5
mS, gs	1,0 - 2,0	0,5 - 0,75
≥ gS, standfestes Festgestein	2,0 - 3,15	1,0 - 1,5

Wenn bei einer Messstelle das Verhältnis dieser Größen oder das Verhältnis aus Bohrloch- und Rohrdurchmesser oder die Filterlänge nicht den Bestimmungen nach der DVGW (2003b) entspricht oder das nicht überprüft werden kann, können Trübung der Grundwasserprobe, Auflandung und eine geringe Ergiebigkeit Indikatoren für ein Missverhältnis sein. Ist ein mangelhafter Ausbau der Messstelle ursächlich für die Funktionsbeeinträchtigung(en) können Regenerierungsmaßnahmen (z. B. Entsandungsverfahren) hier nur kurzfristig Abhilfe schaffen.

Aufwändigere Maßnahmen zum Erhalt der Messstelle im Messnetz sind dann nicht zu empfehlen. Erweist sich eine Messstelle bislang als unauffällig in Bezug auf die genannten Indikatoren und ist der Ausbau nicht regelgerecht oder unbekannt, so empfiehlt sich die weitere Beobachtung und ein Vermerk in den Unterlagen.

4.1.11 Beschaffenheit der Verfüllung regelgerecht (11)

Der Ringraum einer Messstelle wird in Abhängigkeit von den geologischen Verhältnissen, der Tiefe und dem Ausbau sowie dem Messstellenzweck mit unterschiedlichen Materialien verfüllt. Dazu zählen Filtersande und -kiese nach DIN 4924 (2014) wie auch Tonformlinge und plastische Suspensionen zur Ringraumabdichtung. Generell sollten Schüttgüter und Verpressmaterialien nach DVGW (2003b) folgende Eigenschaften aufweisen:

- homogene Ausfüllung des Ringraumes
- gute Sinkeigenschaften
- gute Nachweisbarkeit
- weitgehend setzungsfreie Lagerung
- ökologisch unbedenklich
- alterungsbeständig

Im Filterbereich soll die Verfüllung mit gewaschenem, chemisch inertem und ungebrochenem Quarzkies bzw. -sand erfolgen. Wegen seiner Heterogenität und der Setzungsgefahr ist Bohrgut für die Verfüllung grundsätzlich nicht geeignet.

Weitere Anforderungen an die Verfüllung werden in den Kapiteln 4.1.15, 4.1.14, 4.1.13 und 4.1.12 thematisch gegliedert gesondert behandelt. Hierzu zählen die Verwendung von Dichtungsmaterialien und der Einbau von Gegenfiltern und die Notwendigkeit der Überschüttung.

Ist die Verfüllung im Filterbereich nicht regelgerecht oder unbekannt bzw. wurde die Messstelle mit Bohrgut verfüllt, können Setzungen im Ringraum auftreten. Zudem können Trübung und eine geringe Ergiebigkeit Hinweise darauf sein, dass eine Funktionsbeeinträchtigung bzw. -untüchtigkeit indiziert wird. Regenerierungsmaßnahmen sind nachhaltig nur dann erfolgreich, wenn der mangelhafte Ausbau nicht ursächlich hierfür war. Bestehen die Mängel bei der Messstelle und ist die Verfüllung unbekannt oder nicht regelgerecht, sollte dies vermerkt werden. Die Indikatoren Trübung und Ergiebigkeit sind weiterhin zu beobachten.

4.1.12 Ausreichende Überschüttung vorhanden (12)

Um mögliche Setzungen der Schüttgüter ausgleichen zu können, ist die Filterstrecke mit 2 Meter Filterkies bzw. -sand zu überschütten (DVGW 2003b). Laut AK GWB (2012) sind Setzungen von ca. 10 % der Gesamtschütthöhe einzukalkulieren. Infolge einer unzureichenden Überschüttung kann eine Funktionsbeeinträchtigung durch eine geringe Ergiebigkeit eintreten oder es kann eine Trübung auftreten. Dem kann vorübergehend mit Regenerierungsmaßnahmen entgegengewirkt werden. Besitzt eine Messstelle aber eine nicht regelgerechte Schüttung (oder diese ist unbekannt), ist die Trübung und Ergiebigkeit als Indikator weiterhin zu beobachten.

4.1.13 Einbau Tonsperre regelgerecht (13)

Um hydraulische Kurzschlussverbindungen zu verhindern, ist der Bereich hydraulisch wirksamer Trennschichten (z. B. bindige Schicht mit Mindestmächtigkeit von 2 m) im Ringraum ausreichend mit dichtenden Materialien zu verfüllen. Das dichtende Material sollte möglichst nicht unmittelbar mit der Ober- bzw. Unterkante der hydraulischen Trennschicht abschließen, sondern - in Abhängigkeit von der Mächtigkeit des Grundwasserleiters - einen Überhang nach oben und unten aufweisen.

Als Dichtungsmaterialien kommen Tonformlinge und Suspensionen in Betracht. Tonformlinge (u. a. Pellets, Kugeln, Granulate) werden i. d. R. in weniger tiefen Bereichen eingebracht. Stückton gilt laut DVGW (2003b) als ungeeignet. Die Zusammensetzung des Tons sollte an die lokalen hydrochemischen Bedingungen angepasst sein. Die Strukturstabilität der Tonformlinge ist von dem Einsatz in der ungesättigten oder gesättigten Zone und der Tiefe abhängig. Das Material soll zwecks Nachweisbarkeit ferromagnetisch oder strahlungsaktiviert sein. Suspensionen können darüberhinaus tiefenunabhängig eingesetzt werden. Bei dem Einbringen und der Materialwahl ist darauf zu achten, dass im Ringraum weder Hohlräume noch Brücken entstehen. Ton-Suspensionen sind im Kontraktorverfahren von unten nach oben zu verpressen.

4.1.14 Einbau Gegenfilter regelgerecht (14)

Wird im Ringraum unter- oder oberhalb einer grobkörnigen Filterkiesschüttung (Schüttkorndurchmesser > 2 mm) mit Dichtungsmaterialien verfüllt, ist darüber ein Gegenfilter erforderlich. Ein Gegenfilter besteht aus einem Filtersand mit einem Schüttkorndurchmesser von 0,71 bis 1,25 mm und hat die Funktion, das Einwandern von Absperrmaterialien in den Filterkies zu verhindern. Die Schüttungsmächtigkeit soll mindestens 1 m betragen (DVGW 2003b).

Bei eingebrachten Suspensionen wird vom AK GWB (2012) eine Mächtigkeit zwischen 2 und 3 Metern empfohlen. Indikatoren für das Fehlen eines Gegenfilters oder eines nicht regelgerechten Einbaus können ebenfalls Trübungserscheinungen oder eine geringe Ergiebigkeit sein.

Regenerierungsmaßnahmen können diese Funktionsbeeinträchtigungen vorübergehend beheben. Ist der Ausbau nicht vollständig bekannt oder wurde der Gegenfilter bei Erforderlichkeit nicht bzw. nicht regelgerecht eingebaut und liegen in Bezug auf Trübung und Ergiebigkeit keine Auffälligkeiten vor, ist die Messstelle hinsichtlich ihrer Funktionstüchtigkeit und anhand v.g. Indikatoren weiterhin zu beobachten.

4.1.15 Abdichtung zur Geländeoberkante regelgerecht (15)

Bei Grundwassermessstellen oder Brunnen muss eine oberflächennahe Abdichtung eingebracht werden, um den Zufluss von Oberflächenwasser zu verhindern. Der Schutz vor Verunreinigungen durch Oberflächenwasser muss gewährleistet sein. Auch Messstellen im standfesten Gestein ohne vollständigen Ausbau sind diesbezüglich abzudichten.

Als Abdichtungsmaterialien werden laut DVGW (2003b) ferromagnetische oder strahlungsaktivierte Tonformlinge mit einer kurzen Zerfalldauer (ca. 5 min) empfohlen. Laut DVGW (1988) soll die Tonabdichtungsstrecke eine Länge von mindestens 2 m haben. In Abhängigkeit von der Beschaffenheit des anstehenden Gesteins kann auch eine Mindestmächtigkeit von 1 m ausreichend sein. Messstellen, bei denen keine oberirdische Abdichtung nachzuweisen ist,

sind auszusondern. Wenn die Abdichtung weniger als 1 m beträgt, ist im Einzelfall zu prüfen, ob dennoch ein Eintritt von Oberflächenwasser in den Ringraum der Messstelle durch die bestehende Abdichtung verhindert wird.

4.1.16 Zentrierung der Vollrohre gegeben (16)

Der zentrische Einbau der Rohrstrecke ist Voraussetzung für eine gleichmäßige und allseitige Ringraumverfüllung. Hierfür sollten stabile Zentralisatoren platziert werden, die eine ausreichende Andruckfläche zur Bohrlochwand sicherstellen. Der AK GWB (2012) empfiehlt hierfür mehrarmige Abstandshalter aus Kunststoff im Abstand von ca. 5 m einzusetzen. Teilweise werden auch metallische Abstandshalter eingesetzt. Ist dokumentiert, dass Abstandshalter eingebracht worden sind, kann man von einer Zentrierung der Rohre ausgehen.

Insbesondere bei älteren Messstellen ist der Einbau von Abstandhaltern nicht verzeichnet. Bei Verdacht auf nicht zentrischen Einbau kann eine Bohrlochabweichungsmessung (BA) Aufschluss zur Neigung und Neigungsrichtung des Rohrgestänges geben, insbesondere wenn die Funktionstüchtigkeit der Messstelle eingeschränkt ist. Die Ergebnisse der Messung sollten entsprechend dokumentiert werden. Befindet sich die Rohrstrecke nicht in der Lotrechten, sollte die Messstelle ausgesondert werden, wenn Indikatoren oder Funktionstests Probleme anzeigen.

4.1.17 Sumpfrohr (17)

Generell sollte auf einen Einbau eines Sumpfrohres, welches i. d. R. aus einem Vollrohr mit einer Länge von 1 m bis 2 m besteht und sich unterhalb der Filterunterkante befindet, bei Grundwassergütemessstellen verzichtet werden. Durch den Einbau eines Sumpfrohres besteht die Gefahr, dass sich darin Schadstoffe (wie z. B. DNAPL) anreichern und die Grundwasserprobe entsprechend verunreinigen. Ist für einen Standort eine Kontamination mit organischen Schadstoffen bekannt, sollte kein Sumpfrohr eingebaut werden.

Bestandsmessstellen mit Sumpfrohr wären aus dem Grundwassergütemessnetz auszusondern, sofern es Hinweise auf eine Beeinflussung der zu untersuchenden Parameter durch organische Substanzen gibt. Beim derzeitigen WRRL-Gütemessnetz und Parameterspektrum sind keine Fälle bekannt.

4.1.18 Ruhewasserspiegel oberhalb Filteroberkante (18)

Bei der Positionierung des Filters sind neben den geologischen Verhältnisse und dem Schadstoffpotenzial auch natürliche Grundwasserstandsschwankungen und mögliche Sumpfeinflüsse zu berücksichtigen. Im Allgemeinen sollte sich die gesamte Filterstrecke ganzjährig unterhalb des Ruhewasserspiegels befinden. Eine Absenkung des Wasserspiegels in den Filterbereich - z. B. beim Pumpen - führt zu einem atmosphärischen Eintrag und begünstigt das Einspülen von Feststoffen (Toussaint 1994).

Befindet sich der Wasserspiegel in Ruhe bereits unterhalb der Filteroberkante, empfiehlt sich eine Sichtung der Wasserstandszeitreihe (bzw. wiederholte Messung des Wasserstands), um die Wasserspiegelschwankung zeitlich einordnen zu können. Sind mehr als 25 % der Filterstrecke belüftet und ist die Messstelle nicht dauerhaft trockengefallen, ist es sinnvoll, in kürzeren Intervallen als üblich (z.B. alle fünf Jahre statt alle 10 Jahre) eine Kamerabefahrung durchzuführen, um mögliche Schäden in der Rohrstrecke durch Verockerung oder Korrosion frühzeitig feststellen zu können, so dass rechtzeitig einzuleitende Regenerierungsmaßnahmen

noch erfolgreich umgesetzt werden können. Die Messstelle ist aus dem Grundwassergüte- und Grundwasserstandsmessnetz auszusondern, wenn sie dauerhaft trockengefallen ist. Wenn im Falle eines dauerhaft belüfteten Filterbereiches bereits deutliche Verockerungs- bzw. Korrosionserscheinungen festzustellen sind, kann es vorkommen, dass aufwändige weiterführende Maßnahmen (Regenerierungen) im Einzelfall nicht mehr zielführend sind.

Bei geringen bis keinen Verockerungs- bzw. Korrosionserscheinungen sollte regelmäßig geprüft werden, ob die erhobenen hydrochemischen Daten (z. B. Redoxpotenzial, Eisen, Mangan) auffällig sind. Sofern Anzeichen auf eine Veränderung des Chemismus bereits vorliegen, kann die Messstelle zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit - je nach Fragestellung und Parameterumfang - bis auf Weiteres nicht mehr genutzt werden. Jedoch spiegeln sich Verockerungs- bzw. Korrosionserscheinungen nicht in allen Fällen im Wasserchemismus wider. Die Ergebnisse der Kamerabefahrung und ggf. sonstige Hinweise sind in den Unterlagen festzuhalten.

4.1.19 Quellschüttung vorhanden (19)

Die Quellschüttung entspricht meist den Vorratsänderungen im Grundwasserspeicher und den damit verbundenen Änderungen des Grundwasserstands. Um Vorratsänderungen im Grundwasserspeicher feststellen zu können (Wasserstandsmessnetz), müsste die Quellschüttung im Prinzip vollständig erfassbar sein, was in der Regel nur bei vollständig gefassten Quellen gegeben ist, oder es wäre eine kontinuierliche Aufzeichnung der Quellschüttung notwendig.

In Nordrhein-Westfalen sind derzeit keine Quellen im Messnetz zur Überwachung des mengenmäßigen Grundwasserzustands enthalten. Hingegen spielen Quellen in den Festgesteinsgebieten Nordrhein-Westfalens durchaus eine relevante Rolle zur Überwachung der chemischen Grundwasserbeschaffenheit.

Laut LAWA (1995) gelten die Quelltypen *Grundquelle*, *Nassstelle*, *Quellengruppe* und *Quellenlinie* prinzipiell als für die Schüttungsmessung nicht geeignet, da die Schüttung nur erschwert oder nicht messbar ist. Auch für die Probennahmen im Gütemessnetz sind diese Quelltypen zumeist nicht geeignet.

Die Erreichbarkeit einer Quelle mindestens zu Fuß in einem vertretbaren Zeitraum muss gewährleistet sein. Die Schüttung sollte stets mehr als 1 Liter/min betragen und messtechnisch quantifizierbar sein. Andernfalls ist ihre Eignung für das Messnetz zu hinterfragen. Wenn eine geringe, jedoch messbare Schüttung verzeichnet worden ist, ist dies in den Bestandsunterlagen festzuhalten. Wurde die Quelle trocken angetroffen, ist die Schüttungsmessung zu einem anderen Zeitpunkt zu wiederholen, um prüfen zu können, ob saisonale Schwankungen dafür ursächlich sind.

Starke Quellschüttungen sind in Mitteleuropa entsprechend der Grundwasserneubildung im Frühjahr anzutreffen. Im Herbst hingegen kann die Quellergiebigkeit nach der sommerlichen Aufbrauchphase sehr gering sein. Ist Schüttung dieser Quelle dann zu einem anderen Zeitpunkt (z. B. im Frühjahr) wieder quantifizierbar, ist dies zu dokumentieren. Probenehmer sollten dann einen Hinweis zu der optimalen Beprobungszeit der Quelle erhalten. Wenn die Quelle jedoch nachweislich saisonal unabhängig trocken ist, haben weitere Probennahmeversuche keinen Zweck. Die Messstelle sollte dann aus dem Messnetz ausgesondert werden.

4.2 Anforderungen an die Dokumentation der Messstelle

Nachfolgende Anforderungen an Dokumentation und Bestandsunterlagen der Messstellen gelten insbesondere für den Messstellenneubau bzw. Messstellenersatz, für die Aufnahme von vorhandenen Betreiber-Messstellen in das WRRL-Messnetz, sowie als Grundlage zur Beurteilung der Funktionalität und Eignung im Betrieb.

In der Tabelle 4-5 sind die neun QS-Kriterien zu den Anforderungen an die Dokumentation einer Messstelle jeweils mit einer stichwortartigen Erläuterung, Anwendungsbereich und Quellenbezug zusammengetragen.

Tabelle 4-5: Übersicht zu den neun QS-Prüfkriterien: Anforderungen an die Dokumentation (die Nummern finden sich fortlaufend in den Unterkapiteln; S: Stand, G: Güte, GWM: Messstelle, B: Brunnen, Q: Quelle)

Nr.	Messnetz	GWM-Art	Kurzbezeichnung Kriterium	Fachliche Erläuterungen	Zitat
20	S/G	GWM, B, Q	Gestattungsvertrag	uneingeschränkte Nutzung der Messstelle bei Fremdgrundstücken, Betreibermessstellen	LAWA (1999a)
21	S/G	GWM, B, Q	Dokumentation zur geodätischen Vermessung	markscheiderische Vermessung, inkl. Genauigkeitsanforderungen	DVGW (2003)
22	S/G	GWM	Dokumentation geophysikalische Ausbauplan	u. a. Verifizierung Ausbauplan, Nachweis Dichtheit Vollrohre	DVGW (2005a)
23	S/G	GWM, B, Q	Geologisches Schichtenverzeichnis, Ausbauplan	detaillierte und vollständige Angaben zur Lithologie (DIN 4022/4023) sowie zu Rohren, Verfüllung mit allen relevanten Details	MUNLV (2008)
24	S/G	GWM	Dokumentation Klarpumpen	Entfernung von Spülmittelzusätzen inklusive Dokumentation	DVGW (2003)
25	S/G	GWM	Dokumentation geohydraulischer Pumpversuch	mit validen Angaben zu Absenkung und Wiederanstieg, Förderrate	DVGW (2012)
26	G	GWM, B, Q	Dokumentation Erstbeprobung	mit plausiblen Daten zu den Vor-Ort- und organoleptischen Parametern	Neu
27	S/G	GWM, B, Q	Vervollständigung der Bestandsunterlagen	Eintragung von relevanten Angaben und Besonderheiten	DVGW (2003)
28	S/G	GWM, B, Q	Eignungsprüfung im vorgegebenem Turnus	alle 5 - 10 Jahre zur Funktionskontrolle und Kontrolle von Alterungserscheinungen	DVGW (2012)

Alle verfügbaren Unterlagen, die den Bau und Betrieb einer Messstelle dokumentieren, werden als Bestandsunterlagen bezeichnet. Eine vollständige Dokumentation und digitale Datenhaltung ist Voraussetzung, um die Eignung einer Messstelle objektiv bewerten zu können (vgl. Kap. 4.1). Das geschieht durch den Vergleich der in den Bestandsunterlagen dokumentierten Daten mit den aktuell im Gelände erhobenen Messdaten (sog. „Soll-Ist-Abgleich“). Außerdem sollten die Unterlagen dem Probennehmer z. B. durch eine hydraulische und ggf. hydrochemische Erstcharakterisierung wichtige Hinweise zur Durchführung der Probennahmen liefern. Etwaige Untersuchungen an der Messstelle im Rahmen einer Eignungsprüfung oder anlassbezogen sind ebenso lückenlos zu dokumentieren.

In der Tabelle 4-6 sind in Abhängigkeit von der Messstellenart und dem Messnetz alle Dokumente aufgelistet, die zu einer vollständigen Dokumentation einer Messstelle gehören. Nachfolgend werden die Anforderungen im Detail beschrieben.

Tabelle 4-6: Anforderungen an die Inhalte der Bestandsunterlagen in Abhängigkeit von Messstellenart und Messnetz (bei der Messstellenart Brunnen gelten die Anforderungen, die mit einem eingeklammerten Kreuz gekennzeichnet sind, nicht für Bestandsmessstellen; G: Güte, S: Stand)

Dokument/ Information	Messstellenart			Messnetz	
	GWM	B	Q	G	S
Eigentümer, ggf. Gestattungsvertrag	x	x	x	x	x
Geodätische Vermessung Lage	x	x	x	x	x
Geodätische Vermessung Höhe	x	(x)		(x)	x
Lageplan, Lagebeschreibung	x	x	x	x	x
Dominierende Landnutzung in Zustromrichtung Grundwasser	x	x	x	x	
Zustromrichtung Grundwasser	x	x	x	x	x
Fotografische Dokumentation Standort	x	x	x	x	x
Fotografische Dokumentation Messstellenart/Bauwerk	x	x	x	x	x
Ggf. Protokoll geophysikalische Ausbauprüfung	x	x		x	x
Schichtenverzeichnis	x	x		x	x
Ausbauplan	x	x		x	x
Dokumentation Klarpumpen	x	(x)		x	x
Dokumentation hydraulische Erstcharakterisierung	x	(x)		x	x
Dokumentation hydrochemische Erstcharakterisierung	x	x	x	x	
Ruhewasserspiegel/Quellschüttung	x	(x)	x	x	x
Durchgängigkeit und Befahrbarkeit der Rohre	x	(x)		x	(x)
Lotung der Messstellentiefe	x	x		x	x
Dokumentation Eignungsprüfung (alle 5-10 a)	x	x	x	x	x

4.2.1 Gestattungsvertrag (20)

Für jede Messstelle müssen die Eigentumsverhältnisse an dem Bauwerk selbst und dem jeweiligen Grundstück dokumentiert sein. Sowohl bei landeseigenen Messstellen auf Fremdgrundstücken als auch bei Betreibermessstellen ist ein Gestattungsvertrag mit dem Eigentümer notwendig, um den Bau, den Betrieb bzw. die Unterhaltung der Messstelle und die Nutzung der Daten sicherzustellen. Darüber hinaus ist die Eintragung einer Grunddienstbarkeit im Grundbuch für eine eindeutige rechtliche Absicherung sinnvoll.

Inhaltlich sollten im Vertrag neben der Betretungserlaubnis, des uneingeschränkten Messnetzbetriebes sowie auch die Verwendung der dort erhobenen Daten geregelt sein. Die Kontaktdaten des aktuellen Eigentümers (Adresse, Telefonnummer, ggf. E-Mail-Adresse) sollten gegeben sein, um ggf. Einschränkungen bei der Zugänglichkeit schnell zu beseitigen. Ist bei einer landeseigenen Messstelle auf Fremdgrundstücken oder einer Betreibermessstelle kein aktueller Vertrag in den elektronischen Bestandsunterlagen beigelegt, ist zunächst zu prüfen,

ob der Vertrag andernorts archiviert ist. Liegt der Vertrag jedoch nicht vor oder ist er veraltet, ist dieser zu erstellen und die Gestattung ggf. inkl. eines Grundbucheintrages einzuholen. Wenn eine vorherige freiwillige Zustimmung durch den Eigentümer nicht erlangt werden konnte, kommt eine Anordnung auf Grundlage des § 91 Satz1 WHG in Betracht, durch die eine Duldung seitens des Eigentümers erwirkt werden kann. In jedem Fall sind die beschriebenen Dokumente den Bestandsunterlagen beizufügen. Sollte auch die Anordnung der Duldung erfolglos sein, kann die Messstelle nicht genutzt werden und ist auszusondern.

4.2.2 Protokoll zur geodätischen Vermessung (21)

Nach dem Bau einer Grundwassermessstelle oder eines Brunnens ist diese höhen- und lage-
mäßig exakt zu vermessen. Die Koordinaten (North / East) sind nach ETRS89/UTM mit einer
Genauigkeit von etwa drei Metern anzugeben. Die Gelände- und Messpunkthöhe ist im aktuell
gültigen Bezugssystem (derzeit DHHN2016) mit der Genauigkeit von einem Zentimeter anzu-
zeigen. Die Einmessung der Messpunkthöhe muss bei geöffneter Abschlusskappe erfolgen.
Quellen sind bei der Aufnahme in das Messnetz zumindest lagemäßig zu vermessen. Die Do-
kumentation erfolgt in einem Protokoll nach LAWA (1982).

Die Vermessung sollte durch einen akkreditierten, öffentlich bestellten Vermesser erfolgen. Ist
in den Bestandsunterlagen die Erstvermessung in Lage und Höhe nicht protokolliert, ist zu-
nächst zu prüfen, ob das Protokoll andernorts archiviert vorliegt. Die Messstelle ist in Lage und
Höhe (bei Quellen nur Lage) neu zu vermessen, wenn die Daten des o.g. Protokoll nicht in
HygrisC vorhanden oder die Einträge unplausibel sind.

Die Höhenvermessung muss bei den Messstellen zur Überwachung der Grundwasserstände
regelmäßig wiederholt werden, außerhalb von Bergsenkungsgebieten routinemäßig alle zehn
Jahre (DVGW 2012), bei Änderungen oder Auffälligkeiten am Bauwerk darüber hinaus auch
anlassbezogen, letzteres auch hinsichtlich der Lagevermessung bei erkennbaren Abweichun-
gen > 5 m. In Bergsenkungs- und sumpfungsbeflussten Gebieten sollte die Vermessung z.
B. im Abstand von zwei bis vier Jahren durchgeführt werden.

4.2.3 Protokoll zur geophysikalischen Ausbaukontrollmessung (22)

Eine geophysikalische Ausbaukontrolle ist nach Abschluss des Messstellenbaus erforderlich,
wenn hydraulisch separierte Schichten durchteuft worden sind (vgl. AK GWB 2012). Das Pro-
tokoll zur geophysikalischen Ausbaukontrollmessung sollte gemäß DVGW (2003b) u. a. fol-
gende Informationen enthalten:

- Lage von Abdichtungen;
- homogene Verteilung der Dichtungsmaterialien im Ringraum (keine Brückenbildungen);
- Anschluss der Ringraumabdichtungen die geologische Schichtenfolge;
- Lage der Filterstrecken sowie
- Dichtheit der Aufsatzrohre (v.a. Muffenverbindungen)

Bei fehlenden oder unzureichenden Bestandsunterlagen und Verdacht auf Ausbaufehler oder
Schäden am Bauwerk sollte eine Ausbaukontrollmessung durchgeführt werden, um nachzu-
weisen, dass kein hydraulischer Kurzschluss besteht. Dafür geeignete Verfahren sind das
Gamma-Gamma-Dichte (GG.D), Neutron-Neutron (NN), fokussierter Elektrolog (FEL) sowie
ggf. SAL-TEMP, Flowmeter oder ein Packertest zur Dichtepfung der Rohre. Zu letzterem
kann auch eine Kamerabefahrung erste Hinweise geben.

Zu Details der Messverfahren sei auf DVGW (2005a; aktuell gerade im Gelbdruckverfahren) verwiesen. Die Ergebnisse der Messung sind zu dokumentieren.

4.2.4 Geologisches Schichtenverzeichnis, Ausbauplan (23)

Zur Beurteilung der Eignung einer Messstelle für die jeweilige Fragestellung und zur Festlegung ihrer Rolle im Messnetz sind Angaben zum Ausbau der Messstelle, insbesondere zur Filterlage und Lithologie, notwendig. Für jede Messstelle sollte darüber hinaus ein korrektes und ausreichend vollständiges Schichtenverzeichnis und eine ebensolche Ausbauezeichnung vorliegen. Die Ansprache der durch eine Bohrung erfolgten Gesteinsprobe hat für Lockergesteine nach den Kriterien der DIN EN ISO von 2016 (DIN EN ISO 2016) und für Festgesteine nach der DIN EN ISO von 2011 zu erfolgen. Neben der lithologischen Beschreibung (Ausweisung der Haupt- und Nebenbestandteile) sollen ggf. vorhandene Beimengungen, Verwitterungsgrade und Störungszonen dokumentiert sein.

Darüber hinaus ist eine stratigrafische Einordnung der angetroffenen Schichteinheiten wünschenswert. Das Erfassen des Grundwasseranschnitts und Ruhewasserspiegels ist notwendig. Das Bohrprofil ist bei neueren Messstellen auch zeichnerisch nach DIN (2006) darzustellen. Zudem ist ein maßstabsgerechter Ausbauplan der Messstelle anzulegen. Die Ausbauezeichnung sollte den Ist-Zustand der Messstelle dokumentieren und den Erkenntnissen einer Ausbaukontrolle angepasst sein. Folgende Angaben sollten also mindestens im Schichtenverzeichnis und/oder im Ausbauplan enthalten sein:

- Wasseranschnitt (bei gespannten Grundwasserleitern) und Ruhewasserspiegel,
- Lage und Länge von Filter-, Sumpf- und Aufsatzrohren, Filterschlitzweite,
- Ausbaumaterial (Vollrohre, Filterrohre, Abstandshalter, Schüttgüter im Ringraum),
- Ausbau- und Bohrlochdurchmesser;
- Mächtigkeit von Tonsperren bzw. anderen Dichtungsmaterialien sowie
- Mächtigkeit Filterkies- bzw. Filtersandschüttung, Schüttkorndurchmesser.

Liegen Angaben zur der Schichtabfolge bzw. dem Ausbau nicht oder nicht vollständig vor, sind die fehlenden Angaben vor Aufnahme der jeweiligen Messstelle in Archiven zu recherchieren. Auch ein Abgleich mit der Landesbohrdatenbank ist zur Vervollständigung und Absicherung der Angaben dienlich. Sind die gewünschten Informationen nicht gegeben, können diese über geophysikalische Messungen (s. dazu Tabelle 4-7) nachträglich - vor allem bei einem Ausbau mit PVC-Rohren - in ausreichender Qualität ersatzweise erstellt werden (Baumann 2011).

Die entscheidenden Verfahren dazu sind das Induktionslog (IL) und ein segmentiertes Gamma-Log (SGL), mit dem z. B. Unterschiede zwischen rolligen und bindigen Bestandteilen im Grundwasserleiter mit hinreichender Auflösung identifiziert werden können. In Abbildung 4-1 ist das z. B. in einer Tiefe von 22,6 bis 24 Metern sehr gut erkennbar.

Tabelle 4-7: Übersicht zu den zur Ermittlung von unbekanntenen Angaben der Schichtabfolge und des Ausbaus empfohlenen geophysikalischen Messverfahren

Unbekannte Angabe	Empfohlene Messverfahren
Lithologie	Induktions-Log (IL), Segmentiertes Gamma-Ray-Log
Verfüllung mit Dichtungsmaterialien (Tonsperrre, Abdichtung zur Geländeoberkante)	Gamma-Gamma-Dichte (GG.D), Neutron-Neutron (NN), segmentiertes Gamma-Ray
Ausbaudurchmesser	Kaliber-Log
Länge Aufsatz- bzw. Sumpfrohr	Kamerabefahrung, Fokussiertes Elektro-Log (FEL)
Länge Filterrohr, Filterschlitzweite	Kamerabefahrung, Fokussiertes Elektro-Log (FEL)
Existenz Sumpfrohr	Kamerabefahrung
Ausbaumaterial	Kamerabefahrung, Fokussiertes Elektro-Log (FEL)
Bohrlochdurchmesser	nicht zuverlässig nachträglich geophysikalisch ermittelbar (Hinweis: ersatzweise schätzbar aus Verhältnis Bohrloch-/ Ausbaudurchmesser (wenn letzterer bekannt, LANUV 2017))
Filterkieslänge	Gamma-Dichte-Log (GG.D), Neutron-Neutron-Log (NN), Segmentiertes Gamma-Ray-Log (ersatzweise schätzbar aus Verhältnis Filterkies- zu Filterlänge, wenn erstere bekannt (HYDOR 2018))
Durchlässigkeitsbeiwert	ersatzweise ableitbar aus Lithologie (HYDOR 2018)

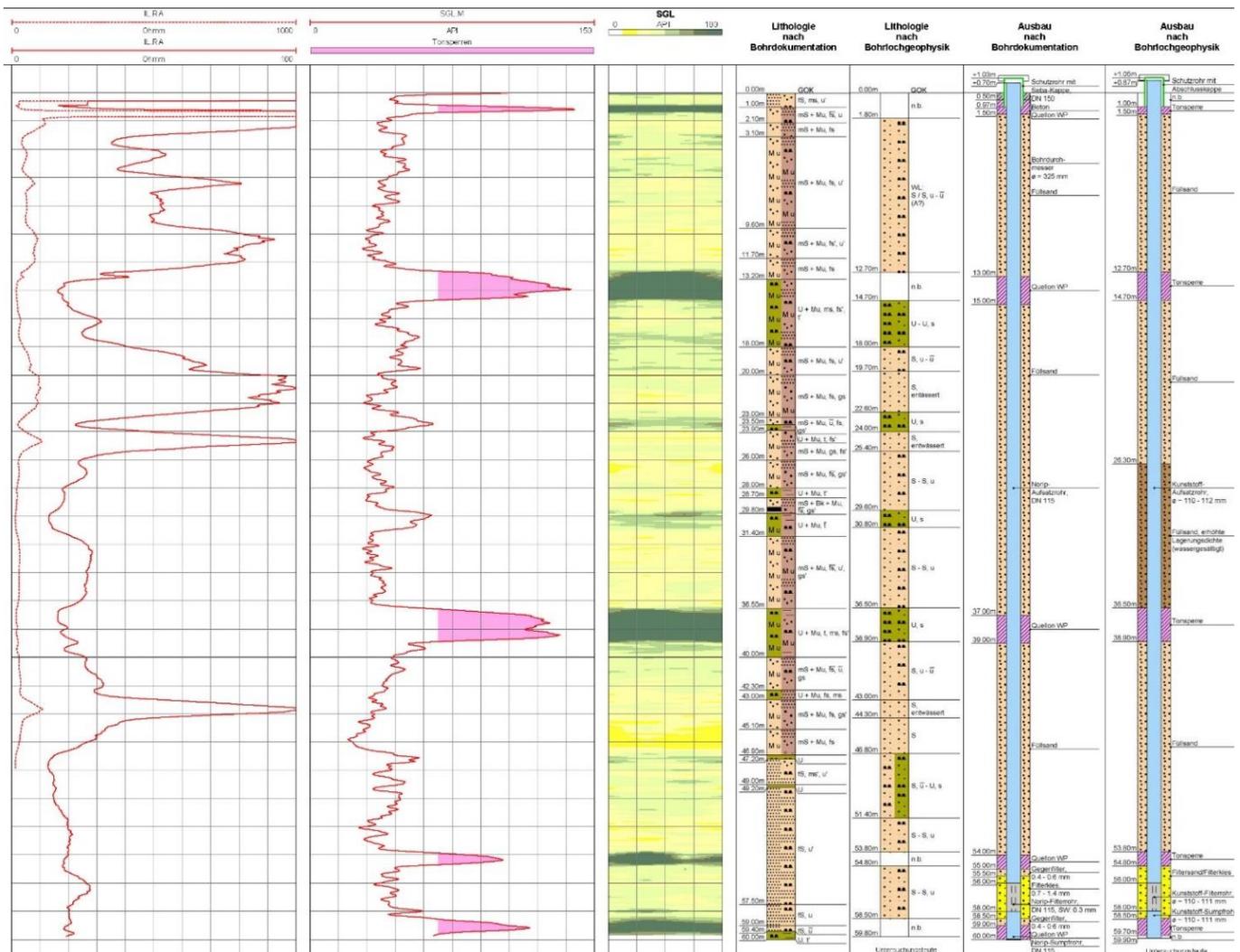


Abbildung 4-1: Geophysikalische Ausbauprotokolle mit Induktionslog zur Feststellung der lithologischen Lagerungsverhältnisse im Gebirge (© Fa. Bohrlochmessung Storkow GmbH)

4.2.5 Dokumentation Klarpumpen (24)

Nach der Fertigstellung des Messstellenbaus sind Messstellen so lange klar zu pumpen, bis sandfreies und größtenteils feinanteilfreies Wasser gefördert wird. Während des Klarpumpvorgangs ist in regelmäßigen Abständen das Volumen der geförderten Feststoffe mit einem Imhoff-Trichter zu erfassen und der Wiederanstieg zu messen und zu protokollieren. Der Restsandgehalt - also die sog. „technische Sandfreiheit“ - sollte dann maximal 2 ml/dm^3 betragen (DVGW 2003b).

Das Klarpumpen ist abgeschlossen, wenn sich die Beschaffenheit des geförderten Grundwassers nicht mehr ändert. Vor allem bei der Verwendung von Spülmitteln ist ein Klarpumpen zur Verhinderung einer Grundwasserverunreinigung bzw. einer Verschleimung der Messstelle zeitnah erforderlich. Wenn das Klarpumpen den Bestandsunterlagen nicht beigefügt ist, sollte geprüft werden, ob dieses ggf. archiviert worden ist.

Liegt kein Klarpumpprotokoll vor bzw. nur ein Protokoll in mangelhafter Qualität und sind organoleptische Parameter *Trübung* oder *Bodensatz* auffällig, so kann dies darauf hindeuten, dass die Messstelle ggf. nicht vollständig klargepumpt wurde. Wenn eine Messstelle infolge eines unzureichenden Klarpumpvorgangs zum Beispiel verschleimt ist oder falls das durch die Messstelle geförderte Wasser technisch nicht sandfrei ist (bei neugebauten Messstellen wäre das ein Fall für eine Gewährleistung), sind weitere Maßnahmen einzuleiten. Zunächst kann ein Pumpversuch mit gestufter Entnahmerate i.S. eines „Demonstrativpumpversuches“ empfohlen werden. Der Pumpversuch ist ausführlich zu dokumentieren.

Liegt bereits ein Klarpump- sowie ein wiederholtes Pumpversuchsprotokoll mit jeweils negativem Ergebnis vor, ist die Messstelle nicht funktionstüchtig und muss ausgesondert werden.

4.2.6 Dokumentation geohydraulischer Pumpversuch (25)

Während und nach dem Bau einer Messstelle sind hydraulische Tests nach DVGW (2005b) durchzuführen und zu protokollieren. Durch den erstmaligen Pumpversuch soll einerseits die hydraulische Anbindung der Messstelle an den Grundwasserleiter geprüft werden. Andererseits dient dieser der hydraulischen Erstcharakterisierung der Messstelle. Aufgrund der unterschiedlichen hydraulischen Reaktionen sind insbesondere für Grundwassergütemessstellen als Planungsgrundlage für die Routinebeprobung verschiedene Vorgaben bzw. Erwartungswerte zu ermitteln. Dazu zählen:

- Entnahmeort, Entnahmestelle mit Messstellenummer;
- Datum, Uhrzeit;
- Probennahmetechnik;
- Einhängtiefe der Pumpe;
- Förderrate, Förderdauer;
- Absenkung und Wiederanstieg (betrifft nur GWM) sowie
- hydraulisches Kriterium.

Neben den erwähnten Aspekten sind bei der Erstcharakterisierung auch arbeitsökonomische Aspekte von Interesse. Durch einen Pumpversuch mit gestufter Förderrate (Demonstrativ-

pumpversuch) kann u. a. die optimale Förderrate und das Absenk- bzw. Wiederanstiegsverhalten bestimmt werden. Der Demonstrativpumpversuch lässt dadurch Rückschlüsse auf die Ergiebigkeit der Messstelle zu. Während des Pumpens sind die hydrogeologischen Vor-Ort-Gegebenheiten zu beachten. Die Förderung von Feststoffen sollte vermieden werden.

Als Berechnungsgrundlage für das Abpumpvolumen V (Liter) wird durch DVGW (2010) das mindestens 1,5-fache des Volumens eines Kreiszyinders empfohlen, welches sich gemäß folgender Formel aus dem Bohrlochdurchmesser d_{BL} (dm) und der wassererfüllten Filterkieslänge l_F (dm) ergibt:

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

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. Zudem sei darauf hingewiesen, dass das hydraulische Kriterium bei Messstellen mit im Filterbereich fluktuierenden Wasserständen nicht konstant ist. Liegen zu einer Messstelle keine validen und vollständigen Angaben zu einem Pumpversuch in den Bestandsunterlagen vor und sind diese auch nicht andernorts archiviert, sollte der Pumpversuch durchgeführt und entsprechend dokumentiert werden.

4.2.7 Dokumentation Beprobung (26)

Neben der hydraulischen Charakterisierung ist bei Grundwassergütemessstellen auch eine hydrochemische Charakterisierung - möglichst zeitnah zum Bau der Messstelle als sog. „Erstcharakterisierung“ - durchzuführen und in den Unterlagen zu dokumentieren. Inhaltlich zählen dazu:

- Entnahmeort, Entnahmestelle mit Messstellenummer;
- Datum, Uhrzeit;
- Probennahmetechnik;
- Einhängtiefe der Pumpe;
- Förderrate, Förderdauer;
- Absenkung und Wiederanstieg (betrifft nur GWM);
- zeitlicher Verlauf der hydrochemischen Leitkennwerte (Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoff, pH-Wert und Redoxspannung);
- organoleptische Parameter inkl. Bodensatz sowie
- Analyseergebnisse der Haupt- und Nebeneinhaltsstoffe (zur Erstellung einer Ionenbilanz mit den u. g. hydrochemischen Parametern).

Prinzipiell wird bei Grundwassermessstellen und Brunnen die Probe als Pumpprobe gewonnen. Bei Quellen, Sickerstollen wird die Grundwasserprobe als Schöpfprobe gewonnen, bei Entnahmehäfen im Betrieb als Zapfhahnprobe.

Vor einer Probennahme ist bei Grundwassermessstellen durch Abpumpen das Standwasser zu entfernen, da dieses bei direkter Entnahme einer Grundwasserprobe einen hydrochemisch verfälschenden Effekt hätte. Bei Brunnen mit festinstallierter Pumpe erfolgt die Probennahme

über einen Zapfhahn. Die Pumpe des Brunnens muss sich in Betrieb befinden (DIN 2017). Andernfalls ist sie eine ausreichende Zeit vor der Probennahme zu aktivieren.

Die technischen und hydraulischen Randbedingungen des der Beprobung vorangehenden Pumpversuchs sollten an die Ergebnisse der hydraulischen Erstcharakterisierung angepasst werden (vgl. Kap. 4.2.6). Beim Pumpversuch muss neben dem hydraulischen Kriterium auch eine Beharrung erreicht werden. Diese drückt sich durch einen konstanten Wasserspiegel aus. Nach LAWA (1995) sollte die Probennahme zudem erst erfolgen, wenn die hydrochemischen Leitkennwerte konstant sind. Die Messwertkonstanz gilt als gegeben, wenn sich innerhalb von 5 Minuten die elektrische Leitfähigkeit um nicht mehr als 1 % vom Endwert, die Temperatur um nicht mehr als 0,1 K und der pH-Wert um nicht mehr als 0,1 Einheiten verändern.

Die W 112 (DVGW 2011) führt das jedoch nicht mehr als Pflicht-, sondern nur noch als optionales Kriterium für den Probennahmezeitpunkt auf. Als Orientierungshilfe für zukünftige Beprobungen empfiehlt es sich aufgrund möglicher hydrochemischer Heterogenitäten im Grundwasserleiter unbedingt, den zeitlichen Verlauf der Leitkennwerte weiter festzuhalten und den geeigneten Zeitpunkt zur Probennahme messstellenspezifisch festzulegen. In der Regel wird zum Abpumpen eine Förderdauer von 15 Minuten bis 2 Stunden benötigt. Für eine hydrochemische Erstcharakterisierung sollten außerdem die organoleptischen Parameter Trübung, Farbe und Geruch erhoben werden.

Darüber hinaus sollte dokumentiert werden, ob und wie stark ein Bodensatz vorhanden ist. Zur Ersterkundung der Grundwasserbeschaffenheit des verfilterten Grundwasserleiters gehört ebenso die Analyse von einem - je nach Zielstellung - festgelegten Parameterspektrum. Als Grundprogramm eignet sich die Analyse aller Parameter, die zu der Berechnung einer analytischen Ionenbilanz erforderlich sind, also die Haupt- und Nebeneinhaltsstoffe des Grundwassers (Ca, Mg, Na, K, NH₄, Fe, Mn, HCO₃, Cl, SO₄, o-PO₄, NO₂, NO₃). Diese Informationen sind zur hydrochemischen Erstcharakterisierung der Messstelle und ggf. für spezielle Fragestellungen (z. B. geogene Versalzung) von Bedeutung.

Werden Messstellen Dritter in das WRRL-Messnetz integriert und sollen diese künftig durch das LANUV überwacht werden, sollen die Daten der Erstbeprobung sowie nachfolgender Probennahmen beim Betreiber eingeholt und lückenlos in HygrisC erfasst werden. Die Ergebnisse des Abgleichs dieser Informationen mit den Daten aus dem aktuellen Monitoring sind für die weitere Beurteilung der Messdaten und Durchführung der Proben von Interesse.

4.2.8 Vervollständigung der Bestandsunterlagen (27)

Für die vorangegangenen Kriterien wurden bereits ausführlich die inhaltlichen Anforderungen an die jeweilige Dokumentation beschrieben. Tabelle 4-6 zeigt neben den erwähnten Dokumenten auch noch weitere notwendige Informationen, um eine Messstelle vollständig charakterisieren zu können.

Nach Fertigstellung des Baus einer Messstelle muss bei der Abnahme die Messstellentiefe und der Ruhewasserspiegel gemessen werden. Auch die Durchgängigkeit der Rohre für die Pumpe muss mit einem Prüfkörper getestet werden. Bei der Aufnahme von Quellen bzw. Stollen in das Messnetz ist die Schüttung zu messen und zu dokumentieren. Dies dient auch der hydraulischen Erstcharakterisierung der Quelle bzw. des Stollens.

Daneben ist zu allen WRRL-Grundwassergütemessstellen die Richtung des Grundwasserzustroms und die dominierende Landnutzung im Zustromgebiet in HygrisC erfasst und wird bei

der Messnetzkonfiguration berücksichtigt (vgl. Monitoringleitfaden Grundwasser, LANUV 2018 in prep.). Ein direkter Abgleich vor Ort ist jedoch nicht möglich, da der Ort der Messstelle nicht unbedingt mit dem prägenden Einfluss im Zustromgebiet übereinstimmt (vgl. Kapitel 3.3.5). Auffälligkeiten, die ein Kontaminationsrisiko oder eine Landnutzungsänderung vor Ort bzw. in Zustromrichtung anzeigen, sollten jedoch bei einer Befahrung dokumentiert und anschließend mit den Messstellenunterlagen abgeglichen werden.

Darüber hinaus sollte für jede Messstelle der Messstellenstandort mit typischerweise drei Aufnahmen fotografisch dokumentiert sein:

- 1) Eine frontale Nahaufnahme der Messstelle (mit geöffneter Abschlusskappe);
- 2) Eine charakteristische Fernaufnahme der Messstelle mitsamt seiner Umgebung zwecks erleichterter Auffindbarkeit sowie
- 3) Eine Aufnahme mit der Messstelle im Vordergrund und des bekannten Grundwasserzuströmgebietes im Hintergrund.

Zudem sollten zu jeder Messstelle ein Lageplan und eine -beschreibung vorliegen. Beide Informationen sollten der Erleichterung der Auffindbarkeit dienen. Besonderheiten der Zuwegung (z. B. Schranke) sollten auch angegeben sein. Liegen die genannten Angaben nicht oder nur teilweise vor, ist zunächst zu prüfen, ob die Daten archiviert vorliegen. Andernfalls sind die Informationen durch eine Befahrung vor Ort zu erheben und in den entsprechenden Datenfeldern in HygrisC und im Messstellenpass zu dokumentieren.

4.2.9 Eignungsprüfung in vorgegebenem Turnus und zugehörige Dokumentation (28)

Funktions- und Eignungsprüfungen an Messstellen können anlassbezogen oder planmäßig durchgeführt werden. Jede komplexe Prüfung ist in fünf verschiedene Prüfverfahren gegliedert. Jede dieser Untersuchungen sollte - sofern sie planmäßig ist - in einem vorgegebenen Turnus erfolgen. Die Untersuchungen und der nach DVGW (2012) empfohlene Turnus sind in Tabelle 4-8 zusammengestellt.

Tabelle 4-8: Empfohlener Turnus für verschiedene Untersuchungen einer Eignungsprüfung an Grundwasserstands- und -gütemessstellen (DVGW 2012)

Prüfverfahren	Turnus [a]
Prüfung und Abgleich der Bestands- und Archivunterlagen	10
Visuelle Bewertung vor Ort (Bauwerk und Umfeld der Messstelle)	5
Lage- und Höhenkontrolle (Koordinaten, Messpunkthöhen) (Bergsenkungsgebiete: höhere Frequenz)	10
Hydraulische Tests wie Auffüllversuche oder Pumpstest (Demonstrativpumpversuch)	5
Kamerabefahrung (in Anlehnung an DVGW 2012)	10

Auffülltests dienen der Bewertung der hydraulischen Anbindung der Messstelle an den Grundwasserleiter. Methodisch durchzuführen ist der einfach durchzuführende Test nach den Vorgaben des Anhangs A 1.3 in DVGW (2012). Ein Nachteil des Verfahrens ist, dass das Ergebnis

nicht eindeutig interpretierbar ist. Fällt er negativ aus, ist die Anbindung an das Gebirge zu-
meist wegen geschlossener Filterschlitzte nicht gegeben, so dass (mindestens) eine Regene-
rierung und anschließende Wiederholung des Versuchs notwendig ist.

Fällt er positiv aus, kann dies jedoch auch durch undichte Rohrverbindungen infolge von Alte-
rungsprozessen induziert sein, so dass eine gesicherte Aussage zum Zustand der Rohre nur
durch einen Pumpversuch oder entsprechende geophysikalische Messung (z. B. Flowmeter)
erreicht werden kann.

Dennoch können negative Auffülltests als erste und kostengünstige Maßnahmen bei Grund-
wasserstands- und -gütemessstellen orientierende Hinweise zum Zustand der Bauwerke, ins-
besondere zur hydraulischen Funktion der Filterschlitzte geben, die dann gezielt durch entspre-
chende Folgemaßnahmen untersetzt werden müssen.

Die genannten Prüfverfahren können auch durch weitere geophysikalische Untersuchungen
ergänzt werden (z. B. Kamerabefahrungen und SAL-TEMP-Messung). Aus den Bestandsun-
terlagen muss die Aktualität der Untersuchung hervorgehen. Geht aus den Bestandsunterla-
gen hervor, dass eine der Untersuchungen nicht turnusgemäß stattgefunden hat, ist die aus-
stehende Untersuchung zu planen und umzusetzen.

4.3 Anforderungen hinsichtlich des Betriebs der Messstelle

Bei Funktionsprüfungen sowie aus dem routinemäßigen Betrieb der Grundwassermessstellen innerhalb des Monitorings ergeben sich die in Tabelle 4-9 dokumentierten elf Anforderungen:

Tabelle 4-9: Übersicht der 11 QS-Prüfkriterien zu Anforderungen an den Betrieb der Messstelle
(Abkürzungen s. Tabelle 4-4)

Nr.	Mess- netz	GWM- Art	Kurzbezeichnung des Kriteriums	Fachliche stichwortartige Erläute- rungen	Primär- quelle
29	S/G	GWM, B, Q	Keine terminbezogenen Auffälligkeiten im Umfeld vorhanden	im Umfeld (Landnutzung, Messstellenbeeinflussung, Anfahrbarkeit)	LAWA (1999)
30	S/G	GWM, B, Q	Keine terminbezogenen Auffälligkeiten am Bauwerk vorhanden	am Bauwerk (Auffindbarkeit, Schäden)	HYDOR (2018)
31	(S)/G	GWM	Uneingeschränkte Durchgängigkeit der Rohre bis zur Sohle	nach DN-Angaben im Ausbauplan mit Prüfkörper (Pumpen-Dummy)	HYDOR (2018)
32	S/G	GWM	Keine hydraulisch relevante Auflandung	Ist-Tiefe (gemessen) entspricht Soll-Tiefe (nach Ausbauplan)	HYDOR (2018)
33	S/G	GWM,	Terminbezogener Ruhewasserspiegel plausibel	messstellenbezogen (z. B. Einhaltung Min/Max der Zeitreihe)	HYDOR (2018)
34	S/G	Q	Terminbezogene Quellschüttung plausibel	messstellenbezogen (z. B. Einhaltung Min/Max der Zeitreihe)	HYDOR (2018)
35	G	GWM	Vor-Ort-Parameter plausibel	messstellenbezogen (z. B. Einhaltung Min/Max der Zeitreihe)	HYDOR (2018)
36	S/G	GWM	Kein abgesenkter Wasserspiegel im Filterbereich	Einhaltung von Mindestwassersäule	HYDOR (2018)
37	S/G	GWM	Ausreichender Nachlauf in wirtschaftlich realisierbarer Förderdauer	entspricht hydraulischem Kriterium	HYDOR (2018)
38	G	GWM	Konstanz der Vor-Ort-Parameter gegeben (hydrochemisches Kriterium)	bei Realisierung der wirtschaftlich vertretbaren Entnahmemenge	AK GWB (2012)
39	G	GWM	Organoleptische Parameter unauffällig (Ausnahme für geogen bedingte Organoleptik)	keine unerwartete Trübung, farbloses und geruchloses Grundwasser nach dem Pumpen	HYDOR (2018)

4.3.1 Keine terminbezogenen Auffälligkeiten im Umfeld vorhanden (29)

Der Standort und das Umfeld aller Messstellenarten müssen folgende vier Aspekte einhalten:

1. Uneingeschränkte Anfahrbarkeit,
2. Gefahrlose Messung möglich,
3. Standort unbeeinflusst sowie
4. Keine relevante Änderung der Landnutzung seit der letzten Aufsuchung.

Die beiden erstgenannten Aspekte sind im Detail durch die QS-Kriterien 1 und 2 beschrieben und für den wirtschaftlichen Ablauf der Arbeiten unverzichtbar. Ob das Umfeld eines Standortes hingegen als „beeinflusst“ zu bewerten ist, sollte zunächst im Ergebnis der Aufsuchung voreingeschätzt werden, bevor es nach den Hinweisen im Kriterium 3 mit den Daten der Messstelle ggf. nachvollzogen wird, z. B. wegen auffälliger Grundwasserstände oder hydrochemischer Vor-Ort-Parameter.

Primär zu beurteilen ist das punktbezogene, also direkte Umfeld der Messstelle, welches im Vergleich zur letzten Aufsuchung durch den Abgleich mit Fotos und/oder Einträgen bzw. Hinweisen in der Datenbank bewertet werden sollte. Das betrifft vor allem Messstellen im Bereich von Siedlungen, wo zumeist eine intensive Nutzung des Umfeldes vorliegt, die auch oft kurzfristigen Änderungen unterworfen sein kann.

Insbesondere im hydraulischen Zustromgebiet der Messstelle, also auch im weiteren Umfeld, sollten zudem signifikante Änderungen der Landnutzungen registriert werden. Von Bedeutung kann hier z. B. ein erkennbarer Grünlandumbruch innerhalb der landwirtschaftlichen, Kahlschläge oder Aufforstungen in der forstwirtschaftlichen Nutzung oder ein kompletter Wechsel von Landnutzungsformen sein, etwa die Umwandlung von Grün- oder Brachland in Bauland sowie der Bau von Verkehrsinfrastruktur-Einrichtungen. Diese Änderungen müssen sich nicht kurzfristig auf das Grundwasser auswirken, können aber mit zeitlichem Verzug - entsprechend der standörtlichen Verweilzeiten des Sickerwassers - erheblichen Einfluss ausüben.

4.3.2 Keine terminbezogenen Auffälligkeiten am Bauwerk vorhanden (30)

Aktuelle Auffälligkeiten am Bauwerk der Messstelle beziehen sich auf die georeferenzierte und in Kartenwerken dokumentierte Lage sowie den oberirdisch erkennbaren Abschluss.

Relevante Abweichungen von der dokumentierten Lage und Höhendifferenz (Messpunkthöhe minus Geländehöhe) können bei einer Befahrung zumindest „provisorisch“ (z.B. GPS; Zollstock) festgestellt werden. Bei Abweichungen von mehr als fünf Metern in der Lage bzw. mehr als fünf Zentimetern in der Höhe von den in der Datenbank hinterlegten Werten sollte anschließend überprüft werden, ob eine Verwechslung möglich ist. Ist dieses nicht der Fall, sollte eine geodätische Vermessung mittels markscheiderischen Nivellements durchgeführt werden, da die Daten bei einer Abweichung in obiger Größenordnung nicht den qualitätsgerechten Anforderungen genügen. Bei Grundwasserstandsmessstellen müssen die Messpunkthöhen (Rohr-oberkanten) mit einer Höhengenaugigkeit von ± 1 cm eingemessen sein. Veränderungen werden in der Datenbank inklusive des Vermessungsprotokolls angepasst.

Das Abschlussbauwerk einer Grundwassermessstelle selber muss in jedem Fall allen im QS-Kriterium 5 genannten Anforderungen entsprechen. Vor allem die Abschlusskappen beim oberirdischen Abschluss sind oft Beschädigungen und/oder betriebsbedingtem Verschleiß nach einigen Jahren ausgesetzt. Die Kappen müssen dauerhaft verschleißbar und dürfen für Dritte nicht zugänglich sein, da das Bauwerk einen unmittelbaren Grundwasserzugang ermöglicht, mit allen daraus resultierenden Risiken und Gefahren. Defekte und/oder nicht vorhandene Kappen müssen daher kurzfristig erneuert werden. Das betrifft auch Schäden am Aufsatz und/oder Schutzrohr, welche die gleichen Konsequenzen haben können. Von geringerer Bedeutung sind hingegen Schäden an Schutzdreiecken oder Sichtstangen, die dennoch im Sinne der prophylaktischen Schadensbegrenzung ebenfalls möglichst bald beseitigt werden sollten.

Beim Unterflurausbau sollte darauf geachtet werden, dass in der Hohlraumkammer („Brunnenstube“) kein Überflutungswasser steht, da hierdurch die Gefahr des Eindringens in die Messstelle selber und damit die Verunreinigung des Grundwassers droht. Neben einer akuten Beseitigung muss dann auch die Straßenkappe repariert oder erneuert werden.

Für Quellen gelten diese Anforderungen entsprechend. Vor allem bei gefassten Quellen muss auf Besonderheiten im Vergleich zur letzten Messung geachtet werden, z. B. hinsichtlich des freien, nicht durch Verkrustungen am Rohr gestörten Ausflusses des Quellwassers.

4.3.3 Uneingeschränkte Durchgängigkeit der Rohre bis zur Sohle (31)

Die mittels eines an den Rohrinnendurchmesser angepassten Pumpendummys festgestellte, uneingeschränkte Durchgängigkeit der Rohrwände bis zur in der Datenbank dokumentierten Sohle der Grundwassermessstelle ist eine wesentliche Voraussetzung für die Nutzung

des Bauwerkes bzw. die Verwendbarkeit der dort erhobenen Daten. Ist diese nicht gegeben und ist nicht offenkundig erkennbar, worin der Grund dafür liegt, sollte zunächst eine Kamerabefahrung durchgeführt und die Ursache der nicht vorhandenen Durchgängigkeit identifiziert werden.

Durch die Alterung einer Grundwassermessstelle oder durch äußere Gewalteinwirkung können die Gründe für den Mangel vielfältig sein. Das QS-Schema 31 führt die vier wesentlichen Ursachen auf:

1. Bei Rohrdeformationen im Vollrohrbereich ist zunächst entscheidend, ob der verbleibende Durchmesser des Rohres an der Schadstelle den weiteren Einbau einer Pumpe auch in größeren Tiefen erlaubt. Bei Nutzung einer 2"-Pumpe müssen das also mindestens 50 mm sein, bei größeren Pumpen entsprechend mehr. Ist das gegeben, erfolgt ein Vermerk in der Datenbank als zunächst wirtschaftlichste Variante. Ist das jedoch nicht gegeben, sollte die Aussonderung aus dem Messnetz erfolgen, da eine aufwändige Sanierung des Rohrstrangs bei Grundwassermessstellen - im Gegensatz zu Förderbrunnen - nicht wirtschaftlich durchgeführt werden kann. Deformationen des Schutzrohres hingegen müssen nicht zu einer Aussonderung führen, da diese mit oft einfachen Mitteln repariert werden können bzw. dieses ausgetauscht werden kann.
2. Bei - anorganisch und/oder organisch bedingten - Verkrustungen ist oft eine mechanische und/ oder hydromechanische Reinigung nach W 135 (DVGW 1998 / 2017) erfolgreich und sollte daher mit anschließender Erfolgskontrollmessung durchgeführt werden. Sie ist jedoch nicht nachhaltig, wenn die Ursachen (z. B. nicht optimal angepasster Durchmesser der Schüttgüter im Ringraum) nicht behoben werden können. Aus diesem Grund ist mit zeitlichen Wiederholungen zu rechnen. Diese sind kostenseitig zu kalkulieren, ggf. ist eine Aussonderung in Erwägung zu ziehen.
3. Bei Fremdkörpern im Rohr - oberflächennah z. B. Wurzeln oder tiefer eingebrachte Fremdgegenstände (Steine, Getränkebüchsen, Plastikmüll etc.) - sollte eine Entfernung durch Freischnitt oder durch Fangarbeiten versucht werden. Diese können manchmal mit einfachen Mitteln erfolgreich sein, z. B. Bergung eines Steigrohres, das vorab durch eine Kamerabefahrung erkannt wurde. Auch dann sollte jedoch anschließend eine geophysikalische Kontrollmessung oder eine Kamerabefahrung durchgeführt werden, um ggf. induzierte Schäden festzustellen und in der Datenbank zu dokumentieren bzw. Folgearbeiten einzuleiten. Von besonderer Bedeutung ist das Risiko von hydraulischen Kurzschlüssen zwischen separierten Grundwasserleitern, die bei einem Rohrbruch eintreten können. In manchen Fällen können Fremdkörper auch eine unmittelbare Gefährdung des Grundwassers darstellen: in Bayern z. B. wurde durch eine Kamerabefahrung ein Mobiltelefon an der Sohle der Messstelle identifiziert (HYDOR 2013), das bei längerem Verbleib bzw. abhängig von den Randbedingungen der Probennahme hydrochemische Anomalien verursachen kann.
4. Sehr oft werden Auflandungen bis in den Filterbereich hinein durch die Tiefenmessungen festgestellt. Hier gelten dann die Maßnahmen gemäß des im Folgenden beschriebenen Kriteriums.

Nicht gültig sind die beschriebenen Kriterien für Quellen. Für Brunnen gelten die Ausführungen nur dann, wenn die Zugänglichkeit des Bauwerkes und die Möglichkeit der technischen Durch-

führung der betreffenden Maßnahmen gegeben ist, also kein stationärer Pumpeneinbau vorhanden ist. Das ist im Gütemessnetz fast nie der Fall, zudem liegt die Durchführung der beschriebenen Maßnahmen im wirtschaftlichen Interesse des Betreibers, so dass von einem ordnungsgemäßen Betrieb nach den Regeln der Technik ausgegangen werden kann.

4.3.4 Keine hydraulisch relevante Auflandung (32)

Auflandungen sind zumeist anorganische Ablagerungen durch Feststoffe an der Sohle der Grundwassermessstellen, also auf der Bodenkappe, die sich aus dem in den Rohren befindlichen Wasser absetzen. Verursacht werden sie entweder durch nicht fachgerechten Bau der Messstelle, z. B. durch nicht optimal angepasste Filterrohre und Schüttkorngüter mit dadurch induziertem Einströmen von Feststoffen, oder durch Rohrleckagen mit dann oft starkem Eindringen von Feststoffen.

Zunächst wird die aktuelle Ist-Tiefe mit der Soll-Tiefe aus der Datenbank durch eine einfache Tiefenlotung festgestellt. Nicht geeignet ist dafür ein gewöhnliches Kabellichtlot zur Messung des Grundwasserstandes, da vor allem bei größeren Tiefen und „weichen“ Auflandungen die Oberkante des Sedimentes damit nicht zweifelsfrei festgestellt werden kann. Verwendet werden sollte ein beschwertes Tiefenlot, z. B. ein an den Rohrdurchmesser angepasster Pumpendummy aus Stahl. Werden damit Abweichungen der Ist-zur Soll-Tiefe von nur wenigen Zentimetern festgestellt, sind keine Maßnahmen notwendig. Bei größeren Abweichungen der Ist-Tiefe müssen jedoch geeignete Maßnahmen durchgeführt werden.

Sind solch relevante Auflandungen an der Sohle der Messstelle bis in den Filterbereich hinein vorhanden, muss versucht werden, diese zu beseitigen, da ansonsten die Funktionsfähigkeit der Messstelle gefährdet wird. Unter „relevant“ wird 25 % der betroffenen Filterlänge verstanden, bei zwei Metern Filterlänge wären das also 50 cm, die für den freien Grundwasserzutritt dann nicht mehr zur Verfügung stehen. Das ist vor allem bei gering ergebnisreichen Messstellen von Bedeutung. Hier sollte dann eine Entsandung nach Maßgabe der W 130 zur Brunnenregenerierung (DVGW 2007) bzw. der W 135 zur Regenerierung (DVGW 1998 / 2017) mit dem optimal auf die Messstelle angepassten Verfahren durchgeführt werden, z. B. mit dem Lufthebe- (synonym: Airlift-) Verfahren (s. dazu DVGW 1998).

Von Bedeutung bei der Auswahl des Verfahrens ist die Mächtigkeit der Wassersäule im Rohr. Bei Wassersäulen von weniger als etwa 20 Meter im Rohr ist das Einpressen der Druckluft durch Lufthebeverfahren in die Messstelle nicht erfolgreich, dieser Fall tritt bei sehr vielen oberflächennah ausgebauten Gütemessstellen mit einer Gesamtlänge der eingebauten Rohre von weniger als 20 Meter sehr häufig auf. Ein Stauchbohrer hingegen kann unter Einsatz einer Ventilbüchse und wechselseitigem Einführen von Luft bereits dann zum Einsatz für die Entsandung kommen, wenn eine Mindestwassersäule von 2 Meter im Rohr gegeben ist. Bei diesem alternativen Verfahren kommt vor allem dem Druckspülen mit Wasserdüsen bei hoher Spülgeschwindigkeit besondere Bedeutung zu.

Kann die Auflandung signifikant verringert werden, wird dieses wie beim Klarpumpen durch den Nachweis der technischen Sandfreiheit mit dem Imhoff-Trichter im laufenden Pumpenstrom am Ende des Pumpens dokumentiert und eine erneute Tiefenmessung vorgenommen.

Sind diese hydraulischen Maßnahmen hingegen nicht erfolgreich, muss durch weitere Messungen nach QS-Kriterium 31 geklärt werden, ob die Ursachen ggf. anderer Natur sind (z. B.

Rohrschäden oder Fremdkörper) und die Messstelle ggf. nach Identifizierung der Ursache aus dem Messnetz ausgesondert oder fachgerecht zurückgebaut werden muss.

Nicht gültig sind die beschriebenen Kriterien naturgemäß für Quellen. Für Brunnen gelten die in Kapitel 4.3.3 beschriebenen Ausführungen.

4.3.5 Plausibilität des aktuellen Ruhewasserspiegels (33)

Der aktuell in einer Messstelle gemessene Ruhewasserspiegel ist ein erster - jedoch keinesfalls hinreichender - Indikator zur Feststellung möglicher Mängel am Bauwerk. Er sollte im Vergleich zu den historisch gemessenen Wasserständen plausibel sein. Die Plausibilität kann optimal standort- und zeitdifferenziert im Vergleich zum letzten Messwert bzw. allen bisher diesbezüglich gemessenen Differenzen ermittelt werden. Dieser Vergleich ist besser als der reine Vergleich mit Maximalwerten wie z. B. dem höchsten bisher beobachteten Grundwasserstand (HGW). Da jede Messstelle ein eigenes hydraulisches Verhalten aufweist, können nicht von anderen Standorten - z. B. im gleichen Grundwasserkörper - immer zutreffende Analogieschlüsse gezogen werden.

Ein mögliches und ggf. automatisierbares Kriterium zur Ableitung plausibler Werte ist beispielsweise die sog. „Bewegungsgeschwindigkeit“ des Grundwasserstandes. Das sind vertikale und zeitbezogene Änderungen der gemessenen Potentiale in der Einheit cm/d (aktueller Wert minus letzter Messwert). Sie können für die historischen Messwerte einfach und auch bei unterschiedlichen Messfrequenzen berechnet werden, wenn die zeitlichen Abstände zwischen den Messterminen nicht zu groß sind. Betragen sie bei Gütemessstellen mehrere Monate, ist das Verfahren nicht anwendbar.

Bei den häufiger gemessenen Wasserstandsmessstellen dagegen und vor allem beim Einsatz von Datenloggern sind die Differenzen der Messwerte sinnvoll ermittelbar. Sie geben Aufschluss über die hydraulische Variabilität des Grundwassers innerhalb eines hydrologischen Jahres und unterscheiden sich zwischen Locker- und Festgesteinen erheblich (z. B. wegen hoher kurzfristiger Potentialänderungen in Kluft- und Karstgesteinen). Aber auch innerhalb des Lockergesteins unterscheiden sich die Werte oft deutlich, da z. B. in niederungsgeprägten Grundwasserleitern mit Anschluss an die oberirdischen Gewässer die Schwankungsamplituden deutlich gedämpfter ausgeprägt sind als in den Neubildungsgebieten nahe der Wasserscheide mit erheblich stärkerem Einfluss der Niederschläge.

Sind diese Daten für die Messstelle berechnet, kann der aktuell erhobene Messwert in Bezug zu einem rangstatistisch festgelegten Schwellenwert der Bewegungsgeschwindigkeit gesetzt werden. Bei einer langjährigen Messreihe mit sehr vielen terminbezogenen Einzelmesswerten sollte der aktuelle Wert der (abgeleiteten) Bewegungsgeschwindigkeit z. B. innerhalb des 99-Perzentilwertes sein (Hannappel & Tiemer 1999), da dann die Wahrscheinlichkeit eines für den Standort untypisch hohen oder niedrigen Wasserstandes sehr niedrig ist. Liegt der Wert jedoch darüber, d. h. 99 von 100 Messungen zeigten bisher niedrigere Bewegungsgeschwindigkeiten an, wird der Wert als unplausibel markiert. Ist das der Fall, wird eine Wiederholungsmessung durchgeführt, um ihn zu verifizieren. Bestätigt er sich, kann eine Fehlmessung oder eine hydraulische Beeinflussung vorliegen, die nach den im QS-Kriterium 33 aufgeführten Maßnahmen hinsichtlich der Ursachen weiter identifiziert und beseitigt werden sollte.

Nicht gültig sind die beschriebenen Kriterien für Quellen (zur Schüttung, s. Kap. 4.3.6). Für Brunnen gelten die in Kapitel 4.3.3 beschriebenen Ausführungen.

4.3.6 Plausibilität der aktuellen Quellschüttung (34)

Die Quellschüttung unterliegt jedoch naturgemäß deutlich größeren zeitlichen Variationen als der Ruhewasserspiegel in einer Messstelle, da der kurzfristige, witterungsbedingte Einfluss ungleich größer ist. Der Parameter Schüttung (z. B. in Liter/min) kann also ebenfalls verwendet werden, setzt jedoch auch zeitlich möglichst hochaufgelöste Messungen der Quellschüttung voraus.

Fachlich angebracht ist dennoch die Verwendung standortbezogener Kennwerte der Schüttung der Quelle in Abhängigkeit von der saisonalen Variabilität, also monats- oder quartalsbezogen. Bedingt können Niederschlagsdaten einer DWD-Station in der Nähe zur Prüfung der Plausibilität herangezogen werden. Abgeleitet werden sollte eine Spannweite der „von-bis-Plausibilität“, also einer unteren und oberen Schüttungsmenge genauso wie eine absolute untere Schüttungsmenge, um die Verwendungsmöglichkeit der Probe bzw. grundsätzlich der Quelle für das weitere Monitoring zu überprüfen. Quellen mit konstant über verschiedene Jahreszeiten bzw. Beprobungen sehr niedrigen Schüttungen sind für das Messnetz nicht geeignet, da dann die Proben einer starken Beeinflussung durch das oberflächennah zuströmende Sickerwasser und einer zu ausgeprägten Zufälligkeit im Hinblick auf die Repräsentativität für die beobachteten Grundwasserkörper unterliegen.

4.3.7 Plausibilität der hydrochemischen Vor-Ort-Parameter (35)

Zur Sicherstellung der Effektivität des Abpumpvorgangs ist es erforderlich, physikalisch-chemische Parameter während des Abpumpens möglichst kontinuierlich zu messen. Notwendig ist die Messung folgender fünf Parameter: (1) elektrische Leitfähigkeit, (2) Temperatur, (3) pH-Wert, (4) gelöster Sauerstoff und (5) Redoxspannung. Zur Messung der ersten vier Parameter enthält der Leitfaden der LUBW (2012) detaillierte Beschreibungen und technische Vorgaben, auf deren Einhaltung zu achten ist. Hinsichtlich der Messung der Redoxspannung muss darauf geachtet werden, dass während des gesamten Abpumpvorgangs der Sauerstoffausschluss und ein konstanter Durchfluss im Messgerät von 0,6 l/min eingehalten wird (Seeburger & Käss 1989).

Die Messungen erfolgen zweckmäßigerweise kontinuierlich in einer laminar durchströmten geschlossenen Messstrecke oder Messzelle, in der die Elektroden fixiert sind, um den Kontakt mit der Atmosphäre zu vermeiden (DIN 2017). Falls keine kontinuierliche Messung möglich ist, sollten die Vor-Ort-Parameter mindestens alle fünf Minuten gemessen und aufgezeichnet werden. Die ermittelten Werte sollten einerseits im zeitlichen Verlauf der Probennahme konstant (s. QS-Kriterium 38), aber auch plausibel im Vergleich zu den in der Vergangenheit an der konkreten Messstelle erhobenen Daten sein. Diese historischen Daten sind von Bedeutung, um standortbedingte Schwankungen berücksichtigen zu können; beim Sauerstoff und Redoxpotenzial kann die Erreichung der Wertekonstanz in der Praxis aus verschiedenen Gründen und auch standortbedingt schwierig sein (vgl. Kap. 4.3.10).

Das Kriterium thematisiert also im Gegensatz zu QS-Kriterium 38 messstellenkonkrete Absolutwerte bzw. -konzentrationen der Vor-Ort-Parameter. Hierfür werden die am Ende der Probennahme nach Erreichen der Konstanz gemessenen Werte im Vergleich zu den bisher erhobenen Altdaten herangezogen. Bei einer seit vielen Jahren betriebenen Messstelle sind diese im Hinblick auf das im Gebirge vorhandene und entnommene Grundwasser aussagekräftig und repräsentativ. Sie sollten durch die aktuell erhobenen Messwerte nicht über- bzw. unterschritten werden, da in diesem Fall eine Beeinflussung durch temporäre (z. B. saisonale)

und/oder lokale Besonderheiten nicht ausgeschlossen werden kann. Das sog. „Min-/Max“-Kriterium ist also nicht eingehalten, wenn der aktuelle Messwert außerhalb der (ggf. um Ausreißer bereinigten) Spannweiten der Altdaten liegt. Bei einer nur geringfügigen Über- bzw. Unterschreitung und einer kurzen Zeitreihe der Altdaten kann eine Unsicherheitstoleranz zur Anwendung kommen, die durch die wiederholten Probennahmen überprüft wird. Liegen die Werte außerhalb des erwarteten Bereiches, müssen die im Fließschema dokumentierten Maßnahmen durchgeführt werden, um die Ursachen aufzuklären bzw. notwendige Konsequenzen zum weiteren Umgang mit der Messstelle zu ziehen.

Die Anwendung der im Fließschema dargestellten Maßnahmen ist im engeren Sinn nur für Messstellen und für Quellen gültig, für letztere technisch bedingt auch nur eingeschränkt. Für Förderbrunnen gelten die Anforderungen ebenfalls, die Anwendung der Maßnahmen während der Probennahme ist jedoch abhängig von der Zugänglichkeit des Bauwerkes bzw. von der Art der Probennahmen.

4.3.8 Kein abgesenkter Wasserspiegel im Filterbereich > 25 % (36)

Das QS-Kriterium 18 beinhaltet bereits die Notwendigkeit, dass der Ruhewasserspiegel in der Messstelle vor der Probennahme oberhalb der Filteroberkante liegen sollte, um eine Belüftung der Filterstrecke mit möglicherweise negativen Auswirkungen auf das Bauwerk und ggf. die Grundwasserbeschaffenheit zu vermeiden. Voraussetzung zur Anwendbarkeit des Kriteriums ist die zuverlässige Kenntnis über die exakte Lage der Filteroberkante anhand der originalen Ausbauezeichnung (Primärinformation) oder einer geophysikalischen Nachvermessung (Sekundärinformation), z. B. einer Kamerabefahrung.

Zusätzlich dazu sollte auch während der Probennahme der Wasserspiegel nicht zu stark in den Filterbereich hinein abgesenkt werden, um die Probennahmebedingungen nicht zu erschweren (u. a. soll die Pumpe nicht in den Filterbereich eingehängt werden). Wird der Toleranzwert von 25 % der Filterlänge - bei 2 Meter wären dann also noch 1,5 Meter im wasser-gesättigten Bereich - jedoch überschritten, muss die Entnahmerate im zulässigen Bereich gedrosselt werden, um den Absenkungsbetrag zu reduzieren. Gelingt das nicht, ist aber der belüftete Anteil der Filterstrecke noch unterhalb von 50 % und kann eine Grundwasserprobe erfolgreich entnommen werden, sind die daraus resultierenden Daten einer gründlichen Prüfung hinsichtlich auffälliger Veränderungen betroffener, redoxsensitiver Milieuparameter (z. B. Eisen, Mangan, andere anorganische Spurenelemente) wie auch des abgesenkten Wasserspiegels zu unterziehen.

Bei einer Filterbelüftung infolge eines abgesenkten Ruhewasserspiegels im Bereich von mehr als 50 % bezogen auf die Filterlänge ist eine regelmäßige Kontrolle ggf. möglicher Verockerungen oder anderer Sekundärschäden an den Filterrohren empfehlenswert. Eine Kamerabefahrung ist dabei erste Wahl für einen qualitativen Eindruck, sollte aber ggf. durch vertiefende geophysikalische Messungen hinsichtlich der noch vorhandenen hydraulischen Durchgängigkeit der Filterschlitzte ergänzt werden (z. B. Flowmeter- oder Kaliberlog). Bei negativen Ergebnissen sollte geprüft werden, ob eine (ggf. hydrochemische) Regenerierung nach W 130 (DVGW 2007) erfolversprechend ist oder die Messstelle aus wirtschaftlichen Gründen aus dem Messnetz ausgesondert werden sollte.

Nicht gültig sind die Kriterien für Quellen. Für Brunnen gelten die gleichen Kriterien, Brunnen liegen aber nicht im Zuständigkeitsbereich des LANUV (s. auch Kapitel 4.3.3).

4.3.9 Ausreichender Nachlauf in einer wirtschaftlich realisierbaren Förderdauer (37)

Während der Probennahme bei in Lockersedimenten ausgebauten Messstellen ist das notwendige Entnahmeevolumen im Ergebnis der Anwendung des „hydraulischen Kriteriums“ (DVGW 2010) zu erreichen. Bei einer ausreichenden hydraulischen Ergiebigkeit des porösen Grundwasserleiters wird der Nachlauf des Wassers beim Pumpen ausreichend hoch sein, um die Probennahme in wirtschaftlich vertretbaren Zeiträumen abschließen zu können.

Bei geringer ergiebigen Sedimenten jedoch muss die Pumprate abgesenkt werden, um den Nachlauf zu gewährleisten und die Messstelle nicht trocken fallen zu lassen. Kann das notwendige Entnahmeevolumen auch bei einer minimal realisierbaren Entnahmemenge von zwei Litern pro Minute (entspricht 0,12 m³/h) noch in vier Stunden Pumpvorgang bei gleichzeitigem Eintreten einer Beharrung des abgesenkten Wasserspiegels im Rohr erreicht werden, ist das QS-Kriterium 37 erfüllt.

Führt auch diese minimale Entnahmerate zu einer zu starken Absenkung des Wasserspiegels, wird der Pumpversuch vor Erreichung des notwendigen Entnahmeevolumens abgebrochen und an den beiden folgenden Kalendertagen wiederholt, um damit summarisch dem Rohr dieses Volumen entnommen zu haben (LANUV 2017). Voraussetzung ist, dass die Beharrung im Rohr erreicht ist.

Ist auch damit kein Erfolg erreichbar, muss die Messstelle einer mechanischen Reinigung und/oder einer Regenerierung (z. B. mittels Airlift) unterzogen werden, um die hydraulische Ergiebigkeit zu erhöhen. Kann dies erreicht werden und zeigen auch die Vor-Ort-Parameter bei der Probennahme die notwendige Konstanz, kann die Messstelle zukünftig weiter beprobt, sollte aber hinsichtlich der Ergiebigkeit auch zukünftig überprüft werden. Bringt die Reinigung keine Verbesserung oder sind auch die Vor-Ort-Parameter nicht konstant, sollte die Messstelle aus dem Messnetz ausgesondert werden. Ausnahme: der geringe Nachlauf ist standörtlich (geogen) bedingt, das kann durch den Abgleich mit dem Erstpumpversuch sowie der Zuordnung eines k_f -Wertes anhand der lithologischen Angaben zum Filterbereich im Ausbauplan (z.B. über eine Zuordnung nach Angaben der Hydrogeologischen Karte) verifiziert werden. Ist der standörtlich zu erwartende und bei der Probennahme festgestellte k_f - Wert $< 10^{-6}$ m/s, (entsprechend z.B. Tonstein bzw. -mergel) so ist der geringe Nachlauf zwar nicht durch eine Funktionseinschränkung der Messstelle bedingt, jedoch sollte in diesem Falle trotzdem die hydrogeologische Repräsentativität der Messstelle im Grundwasserkörper überprüft werden, da die hydraulische Möglichkeit der Verwendung einer Messstelle mit einem Filterausbau in einem Nicht- oder Geringleiter (z.B. Tonstein bzw. -mergel) abhängig von der Fragestellung (Zielhorizont im jeweiligen GWK; wasserwirtschaftliche Bedeutung?) ggf. zu hinterfragen ist.

Nicht gültig sind die beschriebenen Kriterien für Quellen. Für Brunnen gelten die in Kapitel 4.3.3 beschriebenen Ausführungen.

4.3.10 Konstanz der Vor-Ort-Parameter gegeben: hydrochemisches Kriterium (38)

Die Konstanz der Leitkennwerte zeigt ein konstantes Mischungsverhältnis aller durch den Abpumpvorgang erfassten Wässer an und gibt einen Hinweis auf das Erreichen eines sinnvollen Abpumpvolumens. Schwankungen der Werte nach längerem Abpumpen und teufenkorrekt eingebauter Pumpe weisen auf ungewöhnliche Beschaffenheitsänderungen hin, die sich auch

mit der Grundwasserströmung ausbreiten können. Ursache solcher Beschaffenheitsänderungen können Kurzschlussströmungen zwischen Grundwasserleiterbereichen mit unterschiedlicher Beschaffenheit durch die Filterschüttung der Messstelle oder über defekte Rohrdichtungen des Standrohrs sein.

Die Konstanz der Kennwerte ist nach der W 112 (DVGW 2011) kein Pflichtkriterium (s. Kapitel 4.2.7) mehr, fachlich begründet ist das dort nicht und in der Routinebeprobung der WRRL-Messnetze wird dieses Kriterium in vielen Fällen weiterhin verwendet (z. B. in Sachsen-Anhalt, Sachsen und Brandenburg, mdl. Informationen). Gemessen werden sollten die Vor-Ort-Parameter weiterhin auf jeden Fall.

Beachtet werden muss, dass eine hydrogeochemische Homogenität im Grundwasserleiter nicht immer gegeben ist. Vor allem im Bereich von Schadstoff-Punktquellen sind die hydrochemischen Gradienten oft recht steil. Auch die laminare Strömung des Grundwassers sorgt oft für ausgeprägte Differenzierungen. Die Entscheidung zum optimalen Probennahmezeitpunkt wird erst bei einer Konstanz der Werte getroffen, das sollte der Regelfall sein (s. auch die Arbeitsanweisung zur Probennahme von Grundwasser, LANUV 2017).

Tritt diese jedoch dauerhaft und bei wiederholten Beprobungen nicht ein, sollte nach den Gründen gesucht und eine geophysikalische Untersuchung durchgeführt werden. Nur wenn dabei Hinweise auf Undichtigkeiten der Rohre oder inhomogene Schichtung des Grundwasserleiters festgestellt werden, sollte die Messstelle - aufgrund der nicht gegebenen Repräsentativität des beobachteten Horizontes für den Grundwasserkörper - aus dem Messnetz ausgesondert oder zurückgebaut werden.

Die Feststellung der Konstanz der Werte mit Hilfe volumenbezogener Messwertunterschiede ist von der Förderrate unabhängig und gestattet den direkten Vergleich unterschiedlicher Probennahmen. Der Verlauf der Leitkennwerte während des Abpumpvorganges soll kontinuierlich aufgezeichnet und als Anlage dem Probennahmeprotokoll beigefügt werden. Ist eine automatische Aufzeichnung durch die Messtechnik nicht möglich, sind die Leitkennwerte in der Anlage des Probennahmeprotokolls manuell zu erfassen. Die Entwicklung der Leitkennwerte sollte durch Einzelmesswerte hinreichend genau belegt werden. Die zum Zeitpunkt der Entnahme der Grundwasserprobe ermittelten Daten sind in das Probennahmeprotokoll in eine gesonderte Tabelle zu übernehmen.

Die gewünschte Konstanz der Leitkennwerte ist nach AK GWB (2003) erreicht, wenn innerhalb eines abgepumpten Wasservolumens von 50 Liter folgende Messwertunterschiede unterschritten werden:

1. elektrische Leitfähigkeit $\pm 0,5 \%$,
2. Temperatur $\pm 0,1 \text{ K}$,
3. pH-Wert $\pm 0,1$ und
4. Sauerstoffkonzentration $\pm 0,1 \text{ mg/l}$.

Diese Spannweiten sind z. T. schärfer als im AQS-Merkblatt P-8/2 der LAWA (1995), haben sich jedoch in der Praxis des Routine-Monitorings der Länder in Ostdeutschland im Locker- und Festgestein bewährt. Bei der elektrischen Leitfähigkeit kann auch die in der AA des LANUV (2017) genannte Spannweite von 1 % Abweichung als ausreichend erachtet werden. Zur

Redoxspannung (bzw. dem daraus zu berechnenden Redoxpotential) gibt es in der Literatur keine empfohlenen Referenzwerte, auf eine Empfehlung wird aufgrund der bekannten Variabilität des Kriteriums verzichtet. Geachtet werden sollte jedoch darauf, dass die gemessenen Potentiale bei der Probennahme im Verlauf der zeitlichen Messung „ruhiger“ geworden sind, also eine Zunahme der Messwertkonstanz erkennbar und der Abgleich mit historischen Daten plausibel ist.

Anzumerken ist jedoch, dass der Sauerstoffgehalt sehr oft größeren Schwankungen unterworfen sein kann, so dass eine Differenz bzw. Abweichung von 0,1 mg/l nicht unbedingt als unplausibel interpretiert werden muss. Das wurde anhand aktueller Untersuchungen bei Messstellen des Landesmessnetzes in Sachsen bestätigt (Hamann 2016). Die Ableitung neuer Toleranzbreiten sollte bei Bestätigung bzw. einer zukünftigen Übernahme in das Regelwerk auch im Rahmen einer Aktualisierung des Leitfadens implementiert werden.

4.3.11 Organoleptische Parameter unauffällig (39)

Bei einer Grundwasserprobennahme von Messstellen werden in qualitativer Form die vier Parameter (1) Farbe, (2) Trübung, (3) Geruch und (4) Bodensatz aufgenommen. Die Arbeitsanweisung zur Probennahme von Grundwasser (LANUV 2017) sowie das darin enthaltene Protokoll regeln im Detail das technische Vorgehen sowie die Dokumentation der erhobenen Daten.

Organoleptische Auffälligkeiten im entnommenen Förderstrom während der Probennahme des Grundwassers können zur Beurteilung der Probennahme hilfreich sein (DIN 2017), sie können bereits durch die optisch oder geruchlich festgestellten Befunde erkannt werden und zur Beurteilung der Messstelle hilfreich sein.

Die Dokumentation der Werte erfolgt nach der Arbeitsanweisung des LANUV (2017) bzw. dem dort in Kapitel 10.2 genannten Probennahmeprotokoll. Die Parameter *Geruch*, *Färbung* und *Bodensatz* werden nach dem dort aufgeführten Klassifizierungsschlüssel manuell erfasst: Geruch in 16 Kategorien, Geruchsstärke vierfach, Färbung elffach und Bodensatz ja/nein. Die Trübung wird zusammen mit der Lufttemperatur und den fünf Vor-Ort-Parametern mit einer Sonde erfasst.

Diese Art der Datenerfassung ist ausreichend und sollte beibehalten werden. Ergänzend dazu könnten auch Farbe und Geruch in der zeitlichen Abfolge zusammen mit den Abstichdaten erhoben werden.

Sind die erhobenen Parameter im Vergleich mit den in der Vergangenheit an der Messstelle erhobenen Daten auffällig (z. B. mehr als eine Ausprägung abweichend, also „starke“ statt „schwache“ Färbung), sollten die im Fließschema dokumentierten Maßnahmen durchgeführt werden, um die Ursachen aufzuklären. Das betrifft auch den Einsatz von Kamerabefahrungen bei zunächst unklarer Herkunft der Auffälligkeiten. Erst wenn eindeutig erwiesen ist, dass z. B. Trübungen nicht geogen, sondern durch einen nicht fachgerechten Ausbau bedingt sind und diese auch nicht durch Regenerierungsarbeiten behoben werden können, muss die Messstelle ausgesondert werden.

Für Quellen gelten die nachfolgend genannten Kriterien nicht, für Zapfhahnproben von Brunnen in eingeschränkter Form jedoch auch, nur der Bodensatz kann i.d.R. hier nicht kontrolliert werden.

5. Maßnahmen zur Überprüfung und Gewährleistung der Qualität

5.1 Vorbemerkungen

Jede Grundwassermessstelle soll vor ihrer Aufnahme in das WRRL-Messnetz hinsichtlich der im Kapitel 4 formulierten, sowie nach Zweckmäßigkeit und Messstellenart differenzierten QS-Kriterien überprüft werden, da die Einhaltung dieser Kriterien im bautechnischen und fachlichen Sinn grundlegend für die dauerhafte Funktionstüchtigkeit und Eignung einer Messstelle im Kontext des WRRL-Monitoring sind. Die Ergebnisse der Qualitätsprüfungen sollen in einem Messstellenpass (s. Kapitel 5.4) dokumentiert werden.

Die Qualifizierung zur Eignung als WRRL-Messstelle erfordert zusätzlich zu diesen baulich-technischen QS-Kriterien die Berücksichtigung von Kriterien, die jedoch nicht Gegenstand dieses Leitfadens sind. Genannt sei z. B. die Repräsentanz der Verteilung der Landnutzungsarten im Zustromgebiet der Messstelle im Vergleich zur äquivalenten Verteilung im Grundwasserkörper. Hierzu enthält der Monitoring-Leitfaden (LANUV 2018) sowie diverse Dokumente der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (u. a. LAWA 2005, LAWA 2008), die hier nicht erschöpfend aufgeführt werden, dezidierte Vorgaben. Gleiches gilt für die flächenmäßige Verteilung der hydrogeologischen Bezugseinheiten im Grundwasserkörper.

Die Eignung einer ungeprüften Messstelle wird im Rahmen einer Eignungsprüfung - nach dem in der „Musterleistungsbeschreibung: Eignungsprüfung“ (HYDOR 2018) beschriebenen Vorgehen - untersucht und abschließend festgestellt. Das vorliegende QS-Handlungskonzept legt dafür sowohl Eignungskriterien fest, als auch verschiedene Prüfverfahren. Eignungsprüfungen können anlassbezogen oder planmäßig durchgeführt werden. Die planmäßige Durchführung und die Dokumentation einer Eignungsprüfung wird als separates QS-Kriterium geführt.

Wie in Kapitel 4.2.9 genannt, sollte eine komplexe Eignungsprüfung der baulich-technischen Funktionsfähigkeit folgende Prüfverfahren umfassen:

- Prüfung der Bestandsunterlagen auf Aktualität und Vollständigkeit,
- Visuelle Bewertung vor Ort: Identifizierbarkeit und Anfahrbarkeit bzw. Zugänglichkeit, Aufnahme des bauwerklichen Zustands, Messung Ruhewasserspiegel bzw. Quellschüttung, Prüfung der Rohrdurchgängigkeit, Tiefenlotung,
- Lagekontrolle (Rechts- und Hochwert, ggf. Messpunkthöhe),
- Pumptest,
- Geophysikalische Ausbaukontrollmessungen inkl. Kamerabefahrungen (nach Bedarf),
- Prüfung der Landnutzung im Nahbereich oder im Zustromgebiet (letzteres nur wenn ausgewiesen).

Aus der Veranlassung, Durchführung und Auswertung einer Eignungsprüfung ergeben sich in Abhängigkeit des Ergebnisses verschiedene Handlungsoptionen.

Eine Erläuterung zu den verschiedenen zuständigen Akteuren und dem Bearbeitungsprocedere im Bereich des Messstellenbetriebes, der Messnetz- und Datenpflege wurde bereits in den Kapiteln 2.2 und 2.3 gegeben. Im Folgenden gibt es dazu weitere auf das Thema Eignungsprüfung zugeschnittene Ausführungen.

Grundsätzlich sollte bei der Durchführung aller Maßnahmen, die im Zusammenhang mit einer Eignungsprüfung oder der Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit stehen (Sanierungs- und Regenerierungsarbeiten) nur Personal eingesetzt werden, welches den berufsständigen Anforderungen hinsichtlich der qualifizierten Aus- und regelmäßigen Fortbildung entspricht. Nur gemäß den technischen Anforderungen geschultes Personal kann die Aufgaben erfüllen.

5.2 Turnusmäßige Eignungsprüfung

Eine Eignungsprüfung sollte turnus- bzw. planmäßig durchgeführt werden. Die Prüfung erfolgt in einem zeitlich fixierten Turnus. Dabei kann man zwischen einer einfachen Eignungsprüfung, die im Rahmen der routinemäßigen Probennahme (i.d.R. jährlich) erfolgt und einer aufwändigeren Eignungsprüfung, die in einem Turnus zwischen fünf bis zehn Jahren erfolgen kann, unterscheiden. Bei der zuerst genannten können Synergieeffekte genutzt werden, wenn eine entsprechende Dokumentation (s. Kapitel 6) und Auswertung (z. B. Veränderung im zeitlichen Ablauf) erfolgt.

Werden im Rahmen der routinemäßigen Aufsuchung (Grundwasserstandsmessung oder Probennahme) Mängel festgestellt, so sollten unabhängig von den in Kapitel 6.2.9 beschriebenen Zeitintervallen entsprechende Funktionskontrollen bzw. QS-Maßnahmen durchgeführt werden. Damit ist es jederzeit möglich, für eine einzelne Messstelle kürzere Intervalle für die nächste Kamerabefahrung festzulegen. Dasselbe gilt auch, wenn frühere Befahrungen entsprechende Erkenntnisse lieferten. Gegenstand dieser Überprüfungen ist auch die Kontrolle ggf. notwendiger Verkehrssicherungspflichten (s. Kapitel 6.1.2) bzw. Änderungen derselben, z. B. im Zuge der Neuanlage von Verkehrswegen.

Dieses Vorgehen entspricht auch dem Vorgehen in anderen Bundesländern (z. B. Bayern, Sachsen-Anhalt) und steht in Übereinstimmung mit den im Anhang B der W 129 (DVGW 2012) getroffenen Aussagen zu den Zykluszeiten der routinemäßigen Überwachungsmaßnahmen bei „bedeutenden“ Messstellen der Landesmessnetze.

Inhalt und Turnus einer umfassenden Eignungsprüfung sind unter Kap. 4.2.9 angeführt. Die vor Ort durchgeführten Maßnahmen haben eine zentrale Bedeutung. In Vorbereitung der Eignungsprüfung vor Ort und zum Abgleich der vorgefundenen mit den in der Datenbank dokumentierten Werten („Soll-Ist“-Abgleich) sollte den Vor-Ort-Prüfern eine standardisierte Messstellendokumentation (nach Kapitel 6) übergeben werden. Für diese Dokumentation relevant sind:

- Messstellename, -nummer,
- Koordinaten, Lagebeschreibung, TK 25 Blatt,
- Messstellenart,
- Baujahr,
- Monitoringstatus (Güte, Stand), Messprogramm,
- Eigentümer, Betreiber (ggf. Kontaktdaten),
- ggf. probennahmespezifische Hinweise (u.a. Beprobungszeitpunkt, Vorhandensein Datenlogger, Hinweise zu Messstellenverschluss),
- ROK, GOK (in m NHN),
- Soll-Tiefe (in m u. ROK),

- Filteroberkante, -unterkante (in m u. ROK),
- ggf. Mehrfachverfilterung,
- Ausbaudurchmesser (in mm),
- Filterkiesoberkante, -unterkante (in m u. GOK),
- Bohrlochdurchmesser (in mm),
- Filter-, Rohrmaterial,
- Petrografie im Filterausbau, Durchlässigkeitsbeiwert,
- Richtung Grundwasserzustrom, dominierende Landnutzung,
- Fördermenge (hydraulisches Kriterium), Förderrate, Einhängtiefe der Pumpe,
- fotografische Dokumentation (Nahaufnahme der Messstelle, Aufnahme der Umgebung zur Lage der Messstelle und Aufnahme des bekannten Grundwasserzustromgebietes),
- Lageplan (mit Angabe der geohydraulischen Position) sowie
- Schichtenverzeichnis, Ausbauplan, ggf. letzter Abnahmebericht.

Im Rahmen des Regelbetriebes - bei jeder routinemäßigen Probennahme bzw. ein- bis zweimal jährlich bei der Wasserstandsmessung oder anderen planmäßigen Arbeiten - sollte eine einfache Eignungsprüfung inkl. Dokumentation und Rückführung in die Datenbank durchgeführt werden. Sie sollte ohne größeren technischen und zeitlichen Aufwand durchführbar sein. Hierbei sind terminbezogene Auffälligkeiten im Umfeld der Messstelle, am Bauwerk oder bei der Probennahme zu dokumentieren. Auch hier sollte ein einfacher „Soll-Ist“-Abgleich auf Basis einer standardisierten Messstellendokumentation (vgl. obige Aufzählung), die dem Probennehmer als Handreichung dient, erfolgen. Etwaige festgestellte Abweichung zwischen Soll- und Ist-Zustand und Funktionsstörungen (Probennahmeabbrüche) sind im Probennahmeprotokoll - sofern möglich - standardisiert zu vermerken (s. Kapitel 5.4) und anschließend in HygrisC zu erfassen.

Für eine qualitätsgesicherte Probennahme ist im LANUV die Arbeitsanweisung des LANUV zur Probennahme von Grundwasser verbindlich zu berücksichtigen (LANUV 2017). Die Probennahmeprotokolle werden im LIMS erfasst. Die jeweiligen Meldungen sind durch das Personal des jeweiligen Fachbereiches auszuwerten (z. B. Probennahmeabbrüche und trocken gefallene Messstellen) und schließlich in HygrisC zu dokumentieren (s. Kapitel 7.2).

Mindestens einmal pro Überwachungszyklus, besser jedoch einmal jährlich muss auch eine Prüfung auf Vollständigkeit der Daten sowie eine Ursachenforschung bei Datenlücken erfolgen. In Abhängigkeit der Qualität der Meldung sind entsprechende Untersuchungen bzw. Maßnahmen einzuleiten. Infolge der Meldung kann auch eine anlassbezogene komplexe Eignungsprüfung initiiert werden.

Aufschluss über die Funktionstüchtigkeit einer Messstelle geben gleichfalls verschiedene Indikatoren, die im Routinebetrieb durch Abgleich aktuell erhobener und historischer Daten regelmäßig überprüft werden sollten. Zu diesen Indikatoren zählen:

- unplausible Wasserstände/ Quellschüttung,
- unplausible hydrochemische Vor-Ort-Parameter bzw. Konzentrationen der Haupt- und Nebenelemente des Grundwassers,
- organoleptische Auffälligkeiten (insbesondere Trübungserscheinungen),

- hydraulisch relevante Differenz zwischen Ist- und Soll-Tiefe und
- Ruhewasserspiegel unterhalb Filteroberkante.

Weiterhin ist die Integration der „watch-dog“-Funktion im Rahmen des beim LANUV eingesetzten, kommerziellen oriWell®-Systems⁶ bei der routinemäßigen Probennahme mit festgelegten Toleranzwerten zu den hydrochemischen Vor-Ort-Parametern in dem System möglich, so dass automatisch eine Meldung erfolgt, wenn Werte als unplausibel eingestuft wurden oder andere Auffälligkeiten identifiziert werden konnten.

5.3 Anlassbezogene Eignungsprüfung

Zeigen sich anhand des Regelbetriebes bzw. des Vergleiches von aktuell erhobenen mit bisher bekannten Daten aus der Datenbank („Soll-Ist“-Vergleich) oder durch Hinweise Dritter (z. B. im Ergebnis der pilothaften Untersuchungen im Jahr 2016) potentielle Mängel des bautechnischen Zustandes kann eine Eignungsprüfung auch außerhalb des planmäßigen Turnus (s. Kapitel 4.2.9) erforderlich sein. Das ist dann eine anlassbezogene Eignungsprüfung. Einfaches Beispiel dazu: Die tiefengelotete Sohle der Messstelle ist um mehrere Meter flacher als bisher bekannt. Hier könnte also ein massiver Sandeintrag vorliegen.

Auslöser für eine anlassbezogene Eignungsprüfung können vielfältig sein. Sie umfassen - bezogen auf die konkrete Fragestellung - diejenigen QS-Kriterien, die in Kapitel 4.3 angeführt werden. Grundsätzlich hängt die Veranlassung von dem jeweiligen Problem ab. Eine fehlende Zugänglichkeit oder Durchgängigkeit können durch Freischneiden oder Fangarbeiten leicht behoben werden. Bei einem Probennahmeabbruch aufgrund einer geringen Ergiebigkeit oder bei gravierenden Hinweisen bzw. Zweifeln Dritter an der Funktionsfähigkeit der Messstelle ist hingegen die Ursache weitergehend zu prüfen, ggf. mit einem Leistungs- bzw. Demonstrativpumpversuch oder einer komplexen Eignungsprüfung, die z. B. auch die Klärung geogener Ursachen in gering ergebnisreichen Horizonten zum Thema hat bzw. ausschließt.

Die Notwendigkeit einer anlassbezogenen Eignungsprüfung kann sich nicht nur vor Ort, sondern auch nachträglich im Zuge der Sichtung und Bewertung der an der Messstelle erhobenen Daten ergeben. Auffällig hohe Konzentrationen von Indikatorparametern des anthropogenen Einflusses z. B. können auf kurzfristig eingetretene Defekte hinweisen (z. B. sprunghaft angestiegene Nitratwerte bei tief ausgebauten Messstellen infolge von Rohrleckagen).

Der Grund für eine anlassbezogene Eignungsprüfung sollte für die Bearbeiter klar dokumentiert werden, damit auf diesen ein besonderer Fokus bei der Eignungsprüfung vor Ort gelegt werden kann.

5.4 Dokumentation im Rahmen einer einfachen oder komplexen Eignungsprüfung

Sowohl die einfache als auch komplexe Eignungsprüfung sind standardisiert und HygrisC-konform mit dem jeweiligen Anlass zu dokumentieren (s. auch Kapitel 6). Das LANUV-Messstellendokument für Probennehmer (s. Kap. 6) eignet sich für die Dokumentation einer einfachen Eignungsprüfung im Rahmen einer regulären Probennahme oder sonstigen Befahrung. Für Messstellen, die ausschließlich zur Wasserstandsmessung genutzt werden, kann das Dokument ebenfalls genutzt oder angepasst werden.

⁶ <https://www.origmbh.de/de/grundwasser/grundwasserprobennahme.html>

Für die Dokumentation einer umfassenden Eignungsprüfung (z.B. durch eine Fremdfirma) ist die Erstellung eines sog. „Messstellenpasses“ (vgl. Kapitel 6.4) als statisches Dokument vorgesehen. Dieser Messstellenpass soll in der Datenbank archiviert werden und kann - soweit jeweils aktuell vorhanden - auch als Messstellendokumentation für die jeweiligen Bearbeiter vor Ort dienen. Insbesondere kann er zur Dokumentation der WRRL-Eignungskriterien herangezogen werden. Abgesehen davon kann zu jeder beliebigen Gütemessstelle ein aktuelles „Messstellendokument für Probennehmer“ als Report aus HygrisC generiert werden, das jeweils aktuell alle wichtigen für eine Probennahme relevanten Daten zusammenfasst. Bei seiner Befahrung und Probennahme sollte der Probennehmer oder sonstige Vor-Ort-Prüfer folgende Punkte beachten bzw. dokumentieren, sofern diese in den Unterlagen noch nicht vermerkt oder aktuell nicht (mehr) zutreffend sind:

- eingeschränkte Anfahrbarkeit/Zugänglichkeit,
- Messung nicht gefahrlos möglich,
- hydrochemische bzw. hydraulische Beeinflussung des Standortes,
- Änderung der Landnutzung,
- Schäden an Abschlussbauwerk (Abschlusskappe, Schutzrohr, Kennung etc.),
- abweichende Lage bzw. Höhe,
- Eingeschränkte Durchgängigkeit der Rohre,
- Wasserspiegelabsenkung in Filterbereich^{7/} messtechnisch quantifizierbare Quellschüttung,
- geringe Ergiebigkeit sowie
- fehlende Konstanz der Vor-Ort-Parameter.

Jeder dieser Punkte sollte im Protokoll separat mit angeführt werden (Anm.: trifft auf die letzten vier Parameter im aktuellen Protokoll des LANUV bereits jetzt zu), so dass der Probennehmer diese einzeln beachtet und vor Ort durch ein Ankreuzen und ggf. eine Spezifizierung protokolliert. Dieses Verfahren erleichtert eine standardisierte Auswertung.

Die Ergebnisse einer Eignungsprüfung werden in die Datenbank überführt und stehen dort aktuell für die nächste Probennahme zur Verfügung. Der Messstellenpass selber trägt ein Datum und muss nicht bei jeder Änderung eines technischen Details am Bauwerk aktualisiert werden. Dies erfolgt vielmehr anlassbezogen nach einigen Jahren.

5.5 Ergebnis einer Eignungsprüfung

Das Ergebnis einer Eignungsprüfung kann verschiedene Ausprägungen haben und beschreibt einerseits die prinzipielle Eignung einer Messstelle für das WRRL-Grundwassergüte- und/ oder Wasserstandsmessnetz (HygrisC: WRRL_Eignung). Andererseits wird im Rahmen der Eignungsprüfung der Status einer Messstelle in Bezug auf ihre Funktionstüchtigkeit ausgewertet (HygrisC: Monitoringstatus). Hierbei ist von Relevanz, ob an einer Messstelle fachlich korrekte Proben entnommen werden können, bzw. ob der Wasserstand bzw. die Schüttung gemessen werden können. Erfüllt eine Messstelle die im QS-Handlungskonzept formulierten und

⁷ Zusätzlich hilfreich für die Einschätzung der Funktionsfähigkeit der Messstelle wäre die Dokumentation des zeitlichen Verlaufs des abgesenkten Wasserspiegels während der Pumpphase sowie des für Pumpversuchsauswertungen wichtigen Wiederanstieges in der ersten Phase nach Abschaltung der Pumpe (z. B. 15 min) analog zur zeitlichen Entwicklung der Konzentrationen der Vor-Ort-Parameter

für die Messstelle relevanten Anforderungen, gilt die Messstelle als für die Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit und -menge geeignet sowie funktionstüchtig.

Ist hingegen eine dieser Anforderungen nicht erfüllt, so ist sie dadurch nicht zwingend „ungeeignet“, sondern es erfolgt eine einzelfallbezogene Prüfung gemäß Anhang 1 unter Einbeziehung der vorliegenden Informationen und Messdaten an der jeweiligen Messstelle. So führen beispielsweise bei Bestandsmessstellen insbesondere technische Defekte oder Störungen mit Auswirkung auf die Grundwasserbeschaffenheit zum Ausschluss, während bei einer Prüfung zur Aufnahme einer neuen Messstelle in das WRRL-Messnetz eine umfänglichere Eignungsprüfung einschließlich Dokumentation, Ausbau und Lage notwendig ist, bevor deren „Eignung“ anhand der QS-Kriterien attestiert werden kann. Im Folgenden werden einige Erfahrungen und Hinweise aus der bisherigen Erprobungsphase des Zeitraums 2016/2017 wiedergegeben. Diese bisher erprobten Vorgehensweisen sollen Anhaltspunkt und Orientierung für die weitere Anwendung leisten und können jederzeit fortentwickelt werden.

Die aktuelle Funktionstüchtigkeit wird derzeit in HygrisC mithilfe des Merkmals „Monitoringstatus“ in der Grundwasserdatenbank erfasst. Hinsichtlich des sog. „Monitoringstatus“ in HygrisC gelten folgende Merkmalsausprägungen und Definitionen:

- *monitoringfähig*: Messstelle ist monitoringfähig,
- *vorübergehend nicht monitoringfähig*: wird automatisch gesetzt, wenn ein Probennahmeabbruch vorliegt oder wenn eine Messstelle zum planmäßigen Zeitpunkt einer Abstichmessung trocken ist,
- *weiterhin nicht monitoringfähig*: wird manuell gesetzt, wenn sich bei der weiteren Prüfung herausstellt, dass Probennahmen und Wasserstandsmessungen bis auf weiteres nicht durchgeführt werden sollen, weil zunächst Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit notwendig sind.

Das Eingabefeld „WRRL-Eignung“ ist im Gegensatz zum Monitoringstatus statisch und kann auch unabhängig vom aktuellen Monitoringstatus eingestuft werden. Umgekehrt kann genauso verfahren werden.

Eine Messstelle kann zwar unabhängig von einem noch ausstehenden Handlungsbedarf sowohl als „geeignet“ als auch als „monitoringfähig“ eingestuft werden. Nach einer ggf. positiven Eignungsprüfung sollten Messstellen jedoch als „vorübergehend“ bzw. „weiterhin nicht monitoringfähig“ eingestuft werden, wenn vor einer weiteren Probennahme bzw. Messung noch Maßnahmen - etwa zur Herstellung der freien Zugänglichkeit - oder zunächst weiterführende Untersuchungen erforderlich sind. Der weitergehende Handlungsbedarf wird dann in der Datenbank ebenfalls dokumentiert. Ein solcher Handlungsbedarf im Zusammenhang mit einer Eignungsfeststellung kann zum Beispiel sein:

- Kamerabefahrung oder andere geophysikalische Verfahren aufgrund von Verdacht auf Beschädigung oder einer hydraulischen Kurzschlussverbindung,
- Überprüfung hydrochemischer oder hydraulischer Beeinflussung, ggf. Beseitigung,
- Beseitigung von Rohrhindernissen,
- Regenerierungsverfahren,
- mechanische Reinigung (bei erheblicher Beeinträchtigung, z. B. der Kontakt zum Grundwasserleiter nicht mehr gegeben),

➤ verschiedene Sanierungsmaßnahmen am Bauwerk (z. B. defekter Messstellenabschluss).

Der Anlass der aufgeführten Maßnahmen kann vorübergehend funktionsbeeinträchtigend sein oder ggf. Einfluss auf die an dieser Messstelle erhobenen Messdaten haben. Das Ergebnis der Überprüfungen und Maßnahmen kann sich daher sowohl auf die Einstufung der „Monitoringfähigkeit“ als auch auf die prinzipielle „Eignung“ für ein WRRL-Messnetz auswirken. Dies wird entsprechend unterschieden und dokumentiert.

Ist die Durchführung mehrerer Untersuchungen bzw. Maßnahmen erforderlich, ist die Reihenfolge der Bearbeitung unter dem Aspekt bestehender Risiken (z. B. durch Fremdwasserzutritte) und der Wirtschaftlichkeit festzulegen. Beispielsweise wäre die Durchführung einer mechanischen Reinigung vor der Klärung im Rahmen einer Einzelfallprüfung, ob durch die Messstelle ein WRRL-Zielhorizont untersucht wird, nicht kosteneffizient. Denn die Einzelfallprüfung kann die Aussonderung der Messstelle aus den WRRL-Messnetzen zur Folge haben.

Der Erfolg von Regenerierungs- oder auch Sanierungsmaßnahmen ist in jedem Fall zu untersuchen. Nach Abschluss und ggf. Erfolgskontrolle der beschriebenen Untersuchungen bzw. Maßnahmen muss der Monitoringstatus und ggf. der weitere Handlungsbedarf der Messstelle wiederholt überarbeitet werden. Ggf. sind auch weitere Untersuchungen bzw. Maßnahmen notwendig. Schlussendlich kann sich hiernach eine Messstelle hinsichtlich ihrer Funktionstüchtigkeit als monitoringfähig oder nicht monitoringfähig erweisen (Monitoringstatus). Ebenfalls wird die Eignung als WRRL-Messstelle abschließend verifiziert und ggf. neu eingestuft.

Generell muss vor der Durchführung von verschiedenen Untersuchungen und Maßnahmen an der Messstelle bei nicht landeseigenen sowie bei Messstellen auf Privatgrundstücken geprüft werden, ob ein aktueller Gestattungsvertrag vorliegt. Andernfalls ist die Gestattung seitens des Eigentümers des Grundstückes bzw. der Messstelle zunächst einzuholen.

Eine Messstelle ist theoretisch funktionstüchtig und zur Beprobung bzw. Messung des Wasserstands/der Schüttung geeignet (d.h. „monitoringfähig“) sofern nur folgende Maßnahmen vorgesehen sind:

- Kamerabefahrung aufgrund von fehlenden Stammdaten bzw. planmäßig,
- geophysikalische Verfahren aufgrund von fehlenden Stammdaten,
- Überflur-Messstelle: Anbringen Kennung, Schutzdreieck bzw. Sichtstange,
- Unterflur-Messstelle: Einbringen Abflussrohr zwecks Entwässerung (sofern keine Hinweise auf eine Kontamination anhand hydrochemischer Werte vorliegen) sowie eine
- geodätische Vermessung.

Jedoch ist auch hier zu beachten, dass eine Messstelle z. B. aufgrund fehlender Stammdaten nicht vollständig anhand der QS-Kriterien bewertet werden kann (z. B. aufgrund einer nicht eindeutigen Identifizierung) und sich die Messstelle nach der Untersuchung und deren Auswertung ggf. als ungeeignet - etwa auch hinsichtlich ihrer Rolle im Messnetz - erweisen kann. Bei noch ausstehenden Untersuchungen bzw. Maßnahmen sind solche Defizite bei der Interpretation der dort gewonnenen Daten ggf. zu berücksichtigen. Daher ist es empfehlenswert zu dokumentieren, dass die Eignungsprüfung z. B. noch nicht vollständig abgeschlossen ist oder die Messstelle hinsichtlich bestimmter QS-Kriterien Mängel aufweist.

Gleiches gilt für Messstellen, bei denen eine aktuelle oder anlassbezogene Eignungsprüfung und Erstellung eines neuen Messstellenpasses noch bevorsteht.

6. Messstellendokumente und Reports in HygrisC

Die stetige Pflege der Daten und Bestandsunterlagen ist wichtig, damit der Zustand des Messstellennetzes für alle Beteiligten aktuell einsehbar und für Planungszwecke auswertbar ist. Die Pflege erfolgt auf der Grundlage von Messstellendokumenten, die aus HygrisC ausgegeben werden können und alle relevanten verfügbaren Informationen zur Probennahme bzw. Wasserstandsmessung enthalten.

Für eingehende Eignungsprüfungen stehen beim LANUV Standardformulare zur Durchführungsdokumentation zur Verfügung. Komplettiert wird dieses Kapitel mit den Vorgaben zur Erstellung von Messstellenpässen im Zuge der umfänglichen Eignungsprüfung von Messstellen für das WRRL-Messnetz.

6.1 Messstellendokument für Probenehmer

Aus HygrisC heraus können Reports erstellt werden, die alle erforderlichen Informationen für den Besuch einer Messstelle (zwecks Durchführung einer Funktionsprüfung, Probennahme oder anderer Maßnahmen) enthalten. Die Verwendung dieser Dokumente leistet einen wesentlichen Beitrag zu einem qualitätsgesicherten und effizienten Probennahme- und Messstellenbetrieb und wurde daher verbindlich im LANUV eingeführt. Im Folgenden werden die grundsätzlichen Bearbeitungsschritte beschrieben. Die genaue Bedienung der jeweils aktuellen HygrisC Version ergibt sich aus den Benutzerhandbüchern von HygrisC.

Für die Durchführung einer Probennahme eignet sich das **Messstellendokument für Probenehmer** („digitale Probennahmeakte“).

Dieser Report enthält:

- Stammdateninformationen wie Lage, Gelände- und Messpunkthöhe, Fotos, Karten und Ansprechpartner,
- Informationen zum aktuellen Monitoringstatus, zum Messturnus und zur Messnetzzugehörigkeit
- Ausbaudaten (Ausbaudurchmesser, Filterkieslage, Tiefe Sohle etc.), Schichtenprofile, Pumpversuche sowie
- Informationen zur letzten Probennahme (verwendete Pumprate und resultierende Pumpdauer, Einbautiefe Pumpe, gemessene Vor-Ort-Ergebnisse) und die Ganglinie des Wasserstandes.

Das Messstellendokument für Probenehmer kann für eine oder mehrere Messstellen ausgegeben werden. Hat man in HygrisC bereits eine Messstelle selektiert wählt man im Menü den Punkt → *Zusammenfassungen* → *für Probenehmer* aus und erhält ein PDF-Dokument.

Befindet man sich in einer Trefferliste mit mehreren Messstellen kann der Button → „*PN-Doku*“ angeklickt werden. Je nach Anzahl der enthaltenen Messstellen erfolgt die Erstellung eines oder mehrerer ZIP-Archive, die zum Download bereitgestellt werden.

Das Messstellendokument enthält auch ein leeres Textfeld für eigene Notizen, Ergänzungen zu Stammdaten und Änderungsvorschläge für die Messstellendokumentation in HygrisC. Das Messstellendokument für Probenehmer wird mit Datum, Name und Unterschrift versehen und

an den zuständigen Fachbereich übermittelt. Dieser befindet anschließend, ob ggf. eingetragene Änderungsvorschläge in HygrisC aufgenommen werden.

6.2 Befahrungsprotokolle der Messnetzbetreuer/ Grundwasserstands-Beobachter

Analog zum Messstellendokument für Probennehmer kann für Wasserstandsmessstellen auch ein „Befahrungsprotokoll“ für Messnetzbetreuer und Grundwasserstands-Beobachter zur Feststellung des Monitoringstatus (s. Kapitel 7.4) verwendet oder in adaptierter Form weiterentwickelt werden. Es enthält - vergleichbar mit dem Messstellendokument für Probennehmer - alle erforderlichen Informationen zu diesem Zweck der Befahrung, insbesondere die Informationen, die im Rahmen der QS-Kriterien relevant sind.

Das Messstellendokument für Wasserstandsmessungen kann ebenfalls für eine oder mehrere Messstellen ausgegeben werden. Hat man in HygrisC bereits eine Messstelle selektiert wählt man im Menü den Punkt → *Zusammenfassungen* → *für Wasserstandsmessung (neu)* aus und erhält ein PDF-Dokument.

Befindet man sich in einer Trefferliste mit mehreren Messstellen kann der Button → *„WST-Doku“ (neu)* angeklickt werden. Je nach Anzahl der enthaltenen Messstellen erfolgt die Erstellung eines oder mehrerer ZIP-Archive, die zum Download bereitgestellt werden.

6.3 Weitere Standardformulare zur Dokumentation von Maßnahmen

Eignungsprüfungen und andere Maßnahmen sollen angemessen dokumentiert werden. Zum einen ist ein Eintrag im neuen Modul Maßnahmen/ Funktionsprüfungen vorzunehmen.

Des Weiteren wird in Abhängigkeit vom Maßnahmentyp die Dokumentation bestimmter Daten (Stammdaten, Messwerte) und im Zuge der Maßnahmendurchführung auszufüllender Dokumente/ Protokolle erwartet. Hierfür werden folgende Standardformulare und Vorlagen vom LANUV bereitgestellt:

- Standardformular Messstellenpass.docx,
- Standardformular Auffüllversuch.xlsx,
- Standardformular Gestattungsvertrag_Neubau/vorhandene_Mst.docx,
- Standardformular Nivellement.xlsx für geodätische Höhenvermessung,
- Standardformular Koordinaten und Lageplan.xlsx für geodätische Lagevermessung,
- Checkliste Abnahme Neubau.xlsx,
- Standardformular Kamerabefahrung.xlsx,
- Standardformular Abnahmebericht (in Arbeit),
- Standardformular Pumptest (in Arbeit),
- Standardformular Regenerierung/ Sanierung/ Reparatur (in Arbeit).

6.4 Angaben zur Erstellung der Messstellenpässe

Die Messstellenpässe beinhalten alle hydrogeologisch wesentlichen Unterlagen (u. a. Dokumentation von Ausbauplänen, Schichtenverzeichnissen, Lageplänen, Grundstücksinformationen und Daten zur Beurteilung des aktuellen Status der Grundwassermessstelle. Im Zuge der pilothaften Untersuchungen 2016 wurden sie für 300 Messstellen des WRRL-Messnetzes auf Basis von Bestandsunterlagen (z. B. Schichtenverzeichnis und Ausbauplan) sowie Ergebnissen von Untersuchungen vor Ort erstellt (z. B. Fotos, Pumpversuchsauswertung).

Diese Ergebnisse stehen digital als Bilddokumente innerhalb von HygrisC zur Verfügung. Sie wurden im Ergebnis der Arbeiten zur „Pilotierung“ (HYDOR 2018) zu einem PDF-Dokument als Report aggregiert.

Es sind:

1. Zusammenstellung der wichtigsten Stammdaten,
2. Fotos der Messstelle (Nahaufnahme, repräsentatives Lagefoto, Foto in Richtung des abgeleiteten geohydraulischen Grundwasserzustromes),
3. Lageplan mit Angaben zur Hydrodynamik und Fließrichtung,
4. Schichtenverzeichnis und/oder Ausbauplan,
5. Zusammenstellung geohydraulischer Randbedingungen für die Durchführung eines Pumptests bzw. einer Regenerierung,
6. Technische Dokumentation des Pumptests und grafische Darstellung der Absenkung und des Wiederanstieges,
7. Dokumentation der zeitlichen Entwicklung der Konzentrationen der Vor-Ort-Parameter und Dokumentation der organoleptischen Parameter während der Durchführung eines gestuften Pumptests u. a zur Regenerierung.

7. Datenpflege in HygrisC und Workflow

Die Erfassung des Zustandes und ggf. des Handlungsbedarfs an einer Grundwassermessstelle, sowie die Erfassung der Eignung für das WRRL-Messnetz und die Aufnahme bzw. der Ausschluss einer Messstelle aus dem WRRL-Messnetz kann von dem dazu berechtigten Personenkreis direkt in HygrisC vorgenommen werden. Damit der Zustand des Messstellennetzes für alle Beteiligten aktuell einsehbar und für Planungszwecke auswertbar ist, muss die Pflege im Rahmen des qualitätsgesicherten Betriebs zeitnah und durchgängig erfolgen. Hinsichtlich einer aktiven und verantwortlichen Beteiligung aller Akteure an der Umsetzung und ggf. Fortschreibung der Konventionen zur Messstellen- und Messnetzpflege, Eignungsfeststellung und -erfassung wird auf die getroffenen Vereinbarungen des sog. Schnittstellenpapiers (Erlass des MULNV vom 3.1.2018; MULNV 2018) verwiesen.

7.1 Zustand und Maßnahmenbedarf einer WRRL-Messstelle in HygrisC

Die Dokumentation der Maßnahmendurchführung erfolgt künftig im Formular Maßnahmen/Funktionsprüfungen durch autorisierte HygrisC-Benutzer. Das Modul befindet sich zum Zeitpunkt der Leitfadenerstellung noch in Entwicklung. Die Bedienung ist dem Benutzerhandbuch von HygrisC⁸ in der jeweils aktuellen Fassung zu entnehmen. Darüber hinaus werden Workshops und Informationsveranstaltungen am LANUV durchgeführt. Tabelle 7-1 enthält Informationen zur Durchführung der Maßnahme, Funktionsprüfung oder anderer Untersuchungen, deren Dokumentation in HygrisC erwartet wird (vorbehaltlich möglicher Änderungen bei der Implementierung), sie werden im Folgenden erläutert.

Tabelle 7-1: Datenfelder zur Dokumentation der Durchführung von Maßnahmen

Feldbezeichnung	Fachliche Beschreibung
Messstellenummer	Messstellenummer
Maßnahmentyp	gemäß Maßnahmenkatalog (s. Anhang 3), z.B. Kamerabefahrung
Grund für Maßnahme	z. B. bekannter Mangel oder „Routineprüfung“
Stand der Planung	z. B. übergeben an Fa XY (Mai 2018)
Beschreibung Maßnahme	Beschreibung der durchgeführten Maßnahme
Ergebnis der Maßnahme	Beschreibung des Ergebnisses der Maßnahme
Datum/Uhrzeit Maßnahme erledigt	Datum/ Uhrzeit der Durchführung der Maßnahme
Monitoringstatus Güte	hier kann ein neuer Monitoringstatus für Beprobung nach der Eignungsprüfung Vor-Ort gesetzt werden
Monitoringstatus Wasserstand	hier kann ein neuer Monitoringstatus für Wasserstandsmessung nach der Eignungsprüfung Vor-Ort gesetzt werden
weiterer Handlungsbedarf	weiterer Handlungsbedarf nach Durchführung der Maßnahme [ja/nein]
Erläuterung Abbruch	Art und Grund des Abbruchs, z. B. Probennahmeabbruch
Beschreibung Handlungsbedarf	Erläuterung Mängel und weiterer Handlungsbedarf
Institution Verantwortlich	z. B. LANUV, FB52
Institution Technische Ausführung	Name der ausführenden Institution, z. B. Firmenname
Dokumente	mitgeltende Protokolle gemäß Kapitel 6.3. Es können mehrere Dokumente (z. B. Fotos) hinterlegt werden

⁸ lanuv.nrw.de/gispublic/hygrisc_cms/db/NetHelp4Datenpflege/index.html#!sd260manahmenfunktionsprufungen.html

Das Maßnahmentool wird hauptsächlich beim LANUV zur Planung und Erfassung von Maßnahmen an Messstellen verwendet, für deren Überwachung und Maßnahmenumsetzung das LANUV zuständig ist. Es steht im Rahmen der Rollen- und Messstellenbezogenen Schreibrechte in HygrisC aber auch zur Nutzung für Messstellen Dritter (Betreibermessstellen) durch die jeweils schreibberechtigte bzw. für die Überwachung zuständige Behörde zur Verfügung.

Die Festlegung der Pflichtfelder und konditionalen Pflichtfelder wird sich im Zuge der Implementierung konkretisieren. Im Rahmen des DV-Konzeptes (Anhang 4) zur Realisierung des Moduls wurde spezifiziert, dass:

- eine Maßnahme mit wenigen Informationen geplant werden kann (z. B. indem man an einer Messstelle lediglich den Maßnahmentyp „Funktionsprüfung-Allgemein“ einer erforderlichen Maßnahme festlegt),
- eine Maßnahme als erledigt gilt, wenn „Datum/ Uhrzeit Maßnahme erledigt“ gesetzt ist,
- zum erfolgreichen Speichern erledigter Maßnahmen zusätzliche Informationen ausgefüllt werden müssen (z. B. weiterer Handlungsbedarf),
- der aktuelle **Monitoringstatus** mit der Eintragung der letzten erledigten Maßnahme kontextuell übereinstimmt,
- für den **Handlungsbedarf**⁹ alle bestehenden Handlungsbedarfe, die noch auf „ja“ gesetzt sind, bzw. noch offene geplante Maßnahmen, maßgeblich sind (daraus folgt, dass beim Beseitigen von Handlungsbedarf ggf. auch historische Einträge, mit vergleichbarem Handlungsbedarf auf „nein“ zu setzen sind),
- aus fachlichen Gründen eine neue Maßnahme geplant werden muss, wenn ein Handlungsbedarf angezeigt ist oder der Monitoringstatus „nicht monitoringfähig“ anzeigt bzw. eine Eignungsprüfung angefordert ist,
- der Maßnahmenkatalog eine dreiteilige Struktur aufweist.

Der **Maßnahmenkatalog** (s. Anhang 3) enthält die Liste der aktuell 58 Maßnahmentypen inkl. ihrer fachlichen Beschreibung. Die Maßnahmentypen sind in Maßnahmenkategorien zusammengefasst, damit die Maßnahmentypen leichter ausgewählt und Maßnahmenkategorien besser ausgewertet werden können. Es sei darauf hingewiesen, dass diese Maßnahmenkategorisierung nicht mit der im Kapitel 8.2 aufgezeigten Kategorisierung übereinstimmt. Auf der obersten Ebene werden folgende Kategorien unterschieden:

- F = Funktionsprüfung, z. B. Auffüllversuch,
- EM = Einfache Maßnahme zur Instandhaltung/-setzung, z. B. Abschlusskappe reparieren,
- U = Untersuchung, z.B. Kamerabefahrung,
- KM = Komplexe Maßnahme zur Instandhaltung/Instandsetzung bis zum Rückbau, z. B. Regenerierung
- EP = Einzelfallprüfung, z.B. Messdatenkontrolle Auflandung
- SO = Sonstiges, z.B. Vervollständigung Messstellenunterlagen.

⁹ Erläuterung der Begriffe s. Glossar

Die Kategorien folgen dabei einer fachlichen Logik, nach der an Messstellen zur Erhaltung/Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit zunächst Funktionsprüfungen durchgeführt werden und anschließend ggf. dann (weitergehende) Untersuchungen, einfache oder komplexe Maßnahmen folgen. Weitere Festlegungen sind dem HygrisC-Benutzerhandbuch¹⁰ zu entnehmen. Pro Maßnahmentyp werden über die Durchführungsdokumentation hinaus i. d. R. konkrete Ergebnisse erwartet. Dabei wird zwischen Daten und Dokumenten unterschieden (s. Tabelle 7-2).

Tabelle 7-2: Erwartete Ergebnisse nach Durchführung einer Maßnahme pro Maßnahmentyp [offen steht für keine Erwartungen].

Maßnahmentyp lang	Erwarteter Dokumenttyp	Erwartete Daten
F-Befahrung-Allgemein	diverse Dokumentationen, je nach Umfang	relevante Stammdaten und Messwerte
F-Funktionsprüfung-Allgemein	Messstellenpass (gemäß Leitfaden) bzw. diverse Dokumentationen je nach Umfang	relevante Stammdaten und Messwerte
F-Auffüllversuch-Allgemein	Auffüllversuch (gemäß LANUV Vorlage)	offen
F-Doku_Lage_Foto-Allgemein	Lageplan, Foto	Stammdaten, Hinweis zur Lage
F-Freie_Durchgängigkeit-Allgemein	offen	offen
F-Lagekontrolle-MPH_GOK	offen	Stammdaten MPH/GOK
F-Lagekontrolle-Rechts_Hoch	offen	ggf. Stammdaten XY
F-Landnutzung_EZG-Allgemein	ggf. Foto	Stammdaten, Landnutzung
F-Tiefenlotung-Allgemein	offen	Ist-Tiefe
F-Pumpversuch-Demonstrativpumpversuch	Demonstrativpumpversuch	offen
F-Pumpversuch-Mehrfachpumpversuch	Routinepumpversuch	offen
F-Pumpversuch-Routinepumpversuch	Routinepumpversuch	offen
F-Wasserstand-Allgemein	offen	Abstich
F-Probennahme-Allgemein	offen	Probennahmedaten
EM-Beseitigung_Rohrhindernisse-Fangarbeiten	offen	offen*
EM-Rohrhindernisse-Freischchnitt_Wurzeln	offen	offen*
EM-Identifizierbarkeit-Kennung_Anbringen	Foto	offen
EM-MST_Abschluss-Unterflur	offen	offen
EM-MST_Abschluss-Abschlusskappe	Foto	offen
EM-MST_Abschluss-Schutzdreieck	Foto	offen
EM-MST_Abschluss-Schutzrohr	Foto	offen
EM-MST_Abschluss-Straßenkappe	Foto	offen
EM-Sichtbarkeit-Freischneiden	(ggf. Foto)	offen*
EM-Sichtbarkeit-Sichtstange	Foto	offen
EM-Sonstiges-Allgemein	Offen	offen*
EM-Herstellen_Zugänglichkeit-Allgemein	(ggf. Foto)	offen

10 lanuv.nrw.de/gispublic/hygrisc_cms/db/NetHelp4Datenpflege/index.html#!sd260manahmenfunktionsprfungen.html

Maßnahmentyp lang	Erwarteter Dokumenttyp	Erwartete Daten
KM-Regenerierung-Entsanden_Luft- hebeverfahren	Regenerierung	offen
KM-Regenerierung-Entsanden_ Stauchbohrer	Regenerierung	Ist-Tiefe
KM-Neubau-Allgemein	diverse: Messstellenpass, Abnah- mebericht gemäß Checkliste Ab- nahme	offen
KM-Regenerierung-Innendruckspü- lung	Regenerierung	offen
KM-Regenerierung-mechani- sche_Reinigung	Regenerierung	offen
KM-Rückbau-Allgemein	Rückbauprotokoll	Turnus 99
U-Geophysik-Allgemein	GeophysikAusbaukontrollmessung	offen
U-Geophysik-Kontrolle_Ausbauzu- stand_Verdacht	GeophysikAusbaukontrollmessung	offen
U-Geophysik-SAL/TEMP	GeophysikAusbaukontrollmessung	offen
U-Geophysik-Ausbaudaten_nacher- fassen	GeophysikAusbaukontrollmessung	Ausbaudaten
U-Kamerabefahrung-allgemein	Kamerabefahrung	Ergebnis der Maßnahme
U-Kamerabefahrung-Routineprü- fung	Kamerabefahrung (gemäß LANUV Vorlage)	Ergebnis der Maßnahme
U-Kamerabefahrung-Ausbauda- ten_nacherfassen	Kamerabefahrung (gemäß LANUV Vorlage)	Ausbaudaten
U-Kamerabefahrung-Kontrolle_Aus- bauzustand_Verdacht	Kamerabefahrung (gemäß LANUV Vorlage)	Ergebnis der Maßnahme
U-Vermessung_Geodäsie- MPH_GOK	Nivellement (gemäß LANUV Vor- lage)	MPH, GOK
U-Vermessung_Geodäsie- Rechts_Hoch	Lageplan (gemäß LANUV Vor- lage)	Koordinaten
SO-Aussonderung-Gütemessnetz	offen	Messnetz
SO-Aussonderung-Wasserstand	offen	Messnetz
SO-Aussonderung-Allgemein	offen	Messnetz
SO-Einzelfallprüfung-Allgemein	offen	Ausbaudaten
SO-Ersatzmessstelle-Allgemein	Bericht	offen
SO-Gestattung-Allgemein	Gestattungsvertrag (gemäß LA- NUV Vorlage)	Freigabe für Veröffentlichung
EP-Messdatenkontrolle-Auflandung	offen	offen
EP-Messdatenkontrolle-Ergiebigkeit	offen	offen
EP-Messdatenkontrolle-Hydroche- mie	offen	offen
EP-Messdatenkontrolle-Organolpe- tik	offen	offen
EP-Messdatenkontrolle-Wasser- stand	offen	offen
SO-Messstellenunterlagen-Vervoll- ständigung	offen	Stammdaten
SO-Herstellung_Sicherheit-Allge- mein	Foto	offen**
SO-Stammdatenpflege-Stammda- tenvervollständigung	offen	Stammdaten

*: ggf. Aktualisierung hinsichtlich des Monitoringstatus (wieder monitoringfähig)

** : Hinweis für Probennehmer zum Arbeitsschutz

Als Dokumente können durchgeführten Maßnahmen z. B. Protokolle oder Fotos beigelegt werden. Sie sollten einer klar zuordenbaren Dateibezeichnung folgen, z. B. über <Messstellennummer>_<DatumUhrzeit>_<Dokumenttyp>_<ldNr>.jpg

Das bevorzugte Format für die Protokolle/ Dokumentationen ist JPG oder PNG in lesbarer Auflösung. Beim mehrseitigen Messstellenpass wird ein PDF erwartet. Die Dokumente werden ebenfalls durch autorisierte Nutzer in HygrisC hochgeladen.

Bei den Daten werden Messdaten bzw. die Mitteilung von Abweichungen im Vergleich zu den Inhalten des Messstellendokuments (oder vergleichbarer vom LANUV bereitgestellter Dokumente) erwartet. Die Daten können von autorisierten Benutzern direkt in HygrisC eingegeben werden oder alternativ in Form von Exceltabellen (mit Messstellen als Zeilenkopf und unterschiedlichen Datenfeldern als Spaltenkopf) dem LANUV oder einem anderen Nutzer mit HygrisC Schreibrechten zur Verfügung gestellt werden.

7.2 Eignung einer Messstelle für das WRRL-Messnetz in HygrisC

Die Durchführung der Eignungsprüfung für eine Messstelle des Gütemessnetzes erfolgt entlang der 39 Qualitätskriterien (s. Kapitel 6). HygrisC stellt zur Unterstützung geeignete Dokumente und Auswertungen, die sich z. T. noch im Aufbau befinden, zur Verfügung:

- der Messstellenpass (soweit vorhanden), der das Befahrungsprotokoll einer bereits durchgeführten Eignungsprüfung mit unterschiedlichen Stammdaten (Lageinformationen, Ausbaudaten, Angaben zur Hydrogeologie etc.), Probennahmedaten (Pumpversuchsdaten etc.) und Dokumenttypen (Lageplan, Schichtenverzeichnis/Ausbauplan, Fotos) über die Messstellen zusammenfasst; Ziel ist, dass jede WRRL-Gütemessstelle stets einen aktuellen Messstellenpass (Eignungsprüfung) erhält (statisch hinterlegtes PDF in HygrisC abgelegt),
- das Messstellendokument für Probenehmer (Probennahmeakte) als alternative Informationsquelle, das ebenfalls unterschiedliche Stammdaten (Lageinformationen, Ansprechpartner, Ausbaudaten etc.) Probennahmedaten (Monitoringstatus, hydraulisches Kriterium, Probennahmevermögen/-dauer, Vor-Ort-Ergebnisse, Ganglinie Wasserstand etc.) und Dokumenttypen (Lageplan, Schichtenverzeichnis/Ausbauplan) über die Messstellen zusammenfasst (dynamisch von Hygris C generierter Report),
- diverse Datenbankauswertungen für die Qualitätssicherung und Eignungsprüfung bzgl. der einzelnen Messstellen des WRRL-Messnetzes (Güte, Wasserstand).

Die Ausgestaltung der unterstützenden DB-Auswertungen erfolgt iterativ und wird im Laufe des Produktivbetriebs optimiert.

Die Änderung der **Eignung**¹¹ für das WRRL-Gütemessnetz in HygrisC erfolgt aktuell über

*EG-WRRL → GWK → 3. Monitoringzyklus → Chemie → Eignung der Messstellen*¹².

Die Möglichkeiten, eine WRRL-Eignung zu ändern, sind streng festgelegt über einen Workflow, der zwischen den Bezirksregierungen und dem LANUV vereinbart wurde. Der Workflow umfasst folgende 10 Zustände, mit dem Ziel längerfristig Klarheit darüber zu bekommen, ob

¹¹ grundsätzliche fachliche Eignung und Zweckmäßigkeit einer Messstelle als WRRL-Messstelle (zur Wasserstandsmessung und/oder Probennahme) auf der Grundlage der Prüfkriterien. s. Kapitel 6

¹² in diesem Bereich erfolgt auch die Pflege des Messnetzes

eine Messstelle nach Prüfung (mit Datum-Angabe) geeignet bzw. „...ungeeignet“ ist und anhand welcher Kriterien dies festgestellt wurde:

- „unbekannt“, wird beim Anlegen der Messstelle gesetzt,
 - „zur Prüfung vorgemerkt“ (BezReg, LANUV),
 - „zur Prüfung (beim LANUV) vorgeschlagen“ (BezReg, LANUV),
 - „zur Nach-Prüfung vorgeschlagen“ (BezReg, LANUV),
 - „Auftrag zu Prüfung abgelehnt“ (nur LANUV),
 - „nach Prüfung geeignet“ (LANUV, BezReg*),
 - „nach Prüfung ungeeignet“ (LANUV; BezReg*),
 - „nach Prüfung ungeeignet/vorübergehend im Messnetz“ (LANUV),
 - „geeignet nach alter Nomenklatur“,
 - „ungeeignet nach alter Nomenklatur“,
- (* = nur bei Betreibermessstellen)

In der Praxis wird vor einer Aufnahme in das WRRL-Messnetz das LANUV um eine entsprechende Eignungsprüfung gebeten. Dieser Workflow wurde daher in HygrisC abgebildet. Die Einträge erfolgen jeweils mit Historie und Eintragsdatum, um aktuelle Daten auswerten zu können und um zukünftige Doppelarbeiten zu vermeiden. Bei bedeutenden Zustandsänderungen wird jeweils eine automatisierte Mail zwischen BezReg und LANUV erzeugt.

Typische Workflows sind dabei:

„unbekannt“ → BezReg/LANUV → „Zur Prüfung vorgemerkt“ oder „...vorgeschlagen“
→ BezReg*/LANUV → „Nach Prüfung geeignet“ bzw. „... ungeeignet“ bzw. ...
„ungeeignet, vorübergehend im Messnetz“.
(* = nur bei Betreibermessstellen)

oder:

„geeignet...“ bzw. „ungeeignet nach alter Nomenklatur“
→ BezReg/LANUV → „Zur Prüfung vorgemerkt“ oder „...vorgeschlagen“
→ BezReg*/LANUV → „Nach Prüfung geeignet“ bzw. „... ungeeignet“ bzw. ...
„ungeeignet, vorübergehend im Messnetz“
(* = nur bei Betreibermessstellen)

Weitere beispielhafte Workflow-Regeln sind:

- Das LANUV kann die Eignung auf „Prüfauftrag abgelehnt“ setzen, wenn Messstellen „zur Prüfung/ Nach-Prüfung vorgeschlagen“ sind,
- Für Betreiber-Messstellen können Bezirksregierungen Messstellen direkt in Richtung „nach Prüfung geeignet“ bzw. „...ungeeignet“ qualifizieren.

Die Feststellung der Eignung ist die Voraussetzung zur Aufnahme / zum Verbleib einer Messstelle im jeweiligen WRRL-Messnetz.

Weitere Festlegungen sind dem HygrisC-Anwenderhandbuch zu entnehmen, download unter: (<http://www.elwasweb.nrw.de/elwas-hygrisc/NetHelp/index.html#!Documents/berhygrisc.htm>).

7.3 Eignung einer Messstelle für das WRRL-Wasserstandsmessnetz in HygrisC

Die Durchführung der Eignungsprüfung für eine Messstelle des Wasserstandmessnetzes erfolgt analog zum Güte-Messnetz (oberer Mechanismus) und ebenfalls entlang der 39 Qualitätskriterien. HygrisC stellt zur Unterstützung analog zur Güte geeignete Dokumente und Auswertungen, die sich noch im Aufbau befinden, zur Verfügung.

Die Änderung der Eignung für das WRRL-Wasserstandsmessnetz erfolgt aktuell über

EG-WRRL → GWK → 3. Monitoringzyklus → Wasserstand → Eignung der Messstellen.

Die Möglichkeiten, eine WRRL-Eignung zu ändern, unterliegen demselben Workflow wie bei der Güte. Weitere Festlegungen sind dem HygrisC- Anwenderhandbuch zu entnehmen.

7.4 Aufnahme einer Messstelle in das WRRL-Messnetz in HygrisC

Um eine Messstelle in das WRRL-Güte-/WRRL-Wasserstandsmessnetz in HygrisC aufzunehmen, muss sie elementare Voraussetzungen erfüllen. Sie darf z. B. nicht den Turnus „inaktiv“ (98), nicht mehr vorhanden (99), oder die Eignung „ungeeignet“ oder „nach Prüfung ungeeignet“ aufweisen. Es ist jedoch möglich, dass sich die Messstelle im Monitoringstatus „vorübergehend nicht monitoringfähig“ oder „weiterhin nicht monitoringfähig“ befindet.

Erfüllt eine Messstelle nach entsprechender fachlicher Beurteilung die erforderlichen Voraussetzungen (s.o: Eignungsfeststellung), so kann sie ins Messnetz aufgenommen werden. Die Aufnahme in das WRRL-Messnetz erfolgt i. d. R. nur durch die zuständigen Bezirksregierungen. Bei im Auftrag der Bezirksregierungen für das WRRL -Messnetz neugebauten Grundwassermessstellen übernimmt dies ausnahmsweise das LANUV. Die aufnehmende Partei informiert die jeweils andere Partei über den Vorgang.

In HygrisC erfolgt die Aufnahme über

EG-WRRL → GWK → 3. Monitoringzyklus → Chemie/Menge → Eignung der Messstellen → Messnetz Chemie/Wasserstand.

Im Falle des Gütemessnetzes kann eine Messstelle als Überblicksmessstelle, als operative Messstelle oder für beides („Überblick und operativ“) qualifiziert werden. Beim Wasserstandsmessnetz gibt es keine Differenzierungen.

7.5 Ausschluss einer Messstelle aus dem WRRL-Messnetz

Eine Messstelle kann unabhängig von der Eignungseinstufung oder dem aktuellen Monitoringstatus jederzeit ausgeschlossen werden, wenn es dafür fachliche Gründe - beispielsweise nach den Empfehlungen des Monitoringleitfadens Grundwasser - gibt.

Der Ausschluss in Hygris C erfolgt durch autorisierte Nutzer (im Wesentlichen die Bezirksregierungen) auf ähnliche Weise wie die Aufnahme einer Messstelle ins Messnetz) über:

EG-WRRL → GWK → 3. Monitoringzyklus → Chemie/Menge → Eignung der Messstellen → Messnetz Chemie/Wasserstand → aus Messnetz entfernen

Auch hier informiert die „ausschließende“ Partei die jeweils andere Partei. Diese Methodik ist im Zuge der Pilotierung zum zukünftigen QS-gesicherten Routinebetrieb gemeinsam mit dem LANUV und den Anwendern erprobt worden und soll künftig Anwendung finden.

8. Ableitung von Empfehlungen des QS-Handlungskonzeptes für Pilotmessstellen

In 2016 pilothaft durchgeführte Qualitätskontrollen an WRRL-Grundwassermessstellen bildeten die Basis für das im Leitfaden (Kapitel 4-6) vorgestellte Konzept für zukünftige Qualitätssicherungsmaßnahmen. Im Folgenden werden diese Arbeiten mit den wichtigsten, für die zukünftige Anwendung hilfreichen Erkenntnissen aus der praktischen Anwendung zusammengefasst. Der Abschlussbericht (HYDOR 2018) enthält zudem eine ausführliche Beschreibung der Arbeiten mit weiterführenden Fallbeispielen und praxisbezogenen Hinweisen.

Zunächst wurde eine „Ist-Analyse“ des gesamten Messnetzes durchgeführt, die zur Auswahl der 300 Aufschlüsse (Messstellen, Quellen und Brunnen, im Folgenden vereinfacht: „Messstellen“) führte, welche dann Eignungs- bzw. Funktionsprüfungen unterzogen wurden.

Basis für die Ist-Analyse bildeten 1583 aktive Messstellen (Stand März 2016). Eine Vorauswahl fand dahingehend statt, dass nur Messstellen aus dem WRRL-Gütemessnetz auf ihre Eignung und Funktion hin geprüft werden sollten, die durch das LANUV überwacht werden (1105 Messstellen). Mit Stammdaten und Hinweisen aus dem Probennahmebetrieb sowie sonstigen Einstufungen des LANUV wurden Selektionskriterien für die Pilotierung festgelegt. Abbildung 8-1 zeigt das Fließschema, mit dem die Auswahl der Pilotmessstellen erfolgte. Das Auswahlschema kann auch für weitere Funktionsprüfungen herangezogen werden.

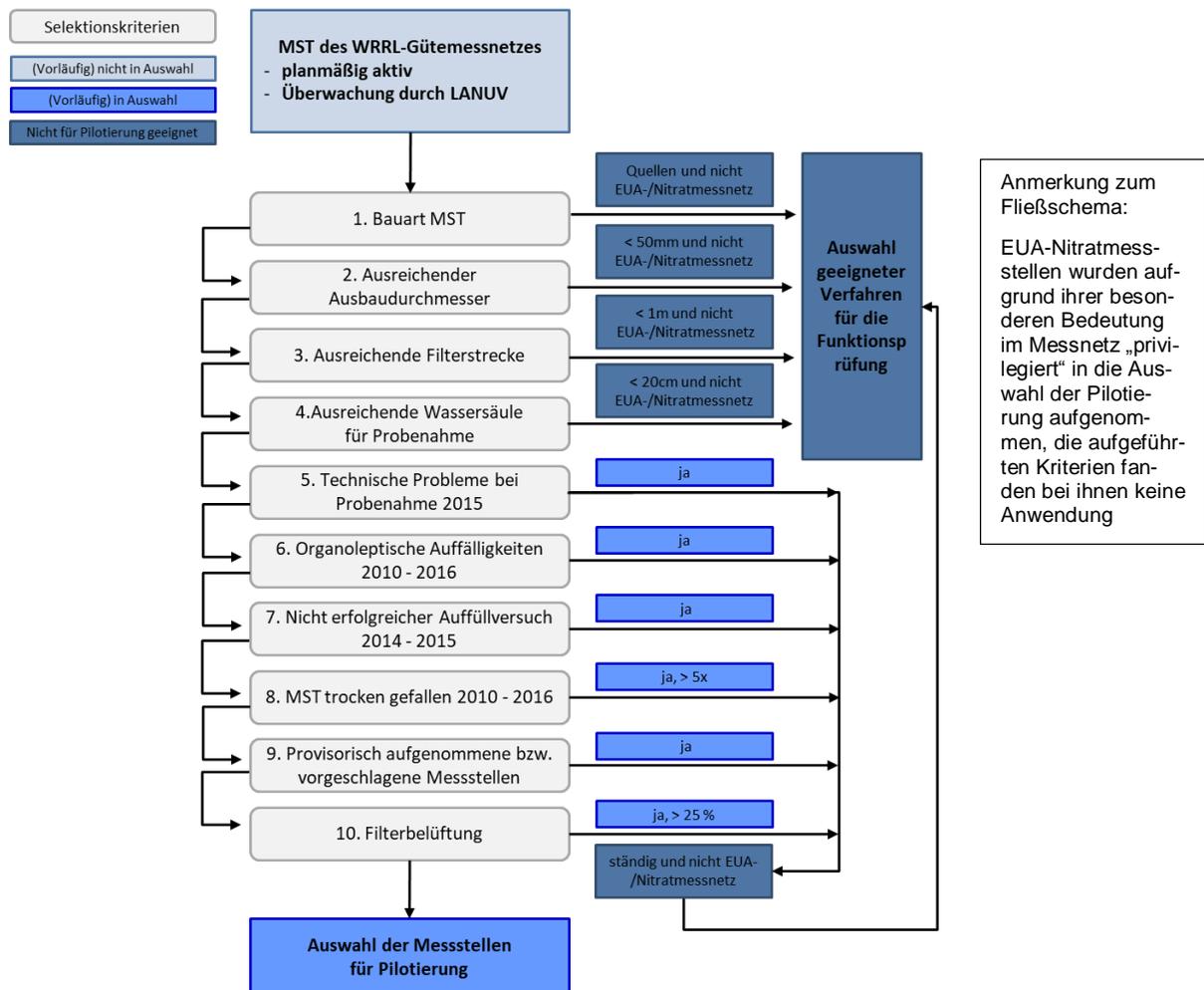


Abbildung 8-1: Fließschema des Selektionsalgorithmus zur Auswahl von Messstellen für die im Jahr 2016 vorgenommene „Pilotierung“ (zu Details s. HYDOR 2018)

Mittig sind die zwölf Selektionskriterien aufgeführt, mithilfe derer die Messstellen des Grundwassergütemessnetzes in drei verschiedene Kategorien (Auswahl für Pilotierung, nicht in Auswahl für die Pilotierung, nicht für die Pilotierung geeignet) aufgeteilt wurden. Die Anzahl der Messstellen, die sich sukzessiv für die Pilotierung geeignet zeigten, sind hellblau hinterlegt und rechts zu finden. Die Anzahl der Messstellen, die sich für die Pilotierung als nicht geeignet erwiesen, sind dunkelblau markiert und auch rechts aufgeführt. Links ist hellblau eingefärbt jeweils die Anzahl der Messstellen zu finden, die sich gemäß den bisher aufgeführten Selektionskriterien als unauffällig erwiesen haben.

8.1 Während der Pilotierung durchgeführte Maßnahmen und Ergebnisse

Die Pilotierung umfasste im Wesentlichen die Durchführung einer Befahrung und Funktionsprüfung an ausgewählten Messstellen des WRRL-Grundwassergütemessnetzes vor Ort. Es sollten daran diverse Maßnahmen hinsichtlich der Eignungsfeststellung erprobt und dokumentiert sowie Messstellenpässe erstellt werden. Aus dem Pool der für die Pilotierung ausgewiesenen 341 Messstellen, wurden 300 Messstellen für eine Befahrung ausgewählt, darunter 200, bei denen zusätzlich eine Funktionsprüfung durchgeführt wurde. Die Inhalte und Anforderungen an die Arbeiten des Pilotvorhabens richteten sich größtenteils an den in DVGW (2012) beschriebenen notwendigen oder möglichen Maßnahmen bei einer planmäßigen oder anlassbezogenen Eignungsprüfung aus. Abbildung 8-2 stellt die einzelnen Arbeiten vor. Ergänzend fanden noch kleinere Sanierungsmaßnahmen vor Ort statt. Der Befahrung und Funktionsprüfung vorangestellt war die Prüfung der Bestandsunterlagen auf Plausibilität und Vollständigkeit sowie die Erstellung von Messstellenpässen, die im Zuge der Pilotierung fortgeschrieben wurden.

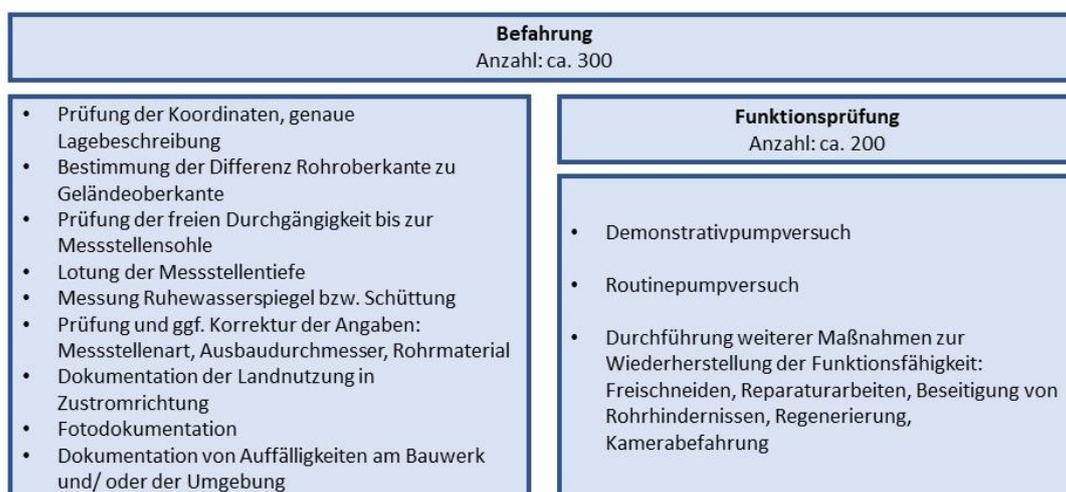


Abbildung 8-2: Übersicht zu während der Befahrung und Funktionsprüfung durchgeführten Arbeiten

Durch die Befahrung sollten Auffälligkeiten am Bau und Umfeld dokumentiert, erste Hinweise einer möglichen Funktionsbeeinträchtigung der Messstelle ermittelt und ein Datenabgleich zwischen Ist-Zustand und der Dokumentation in HygrisC vorgenommen sowie eine Lagekontrolle durchgeführt werden. Die Funktionsprüfung bestand in der Regel in einer einfachen Regenerierung (Demonstrativpumpversuch) und einem anschließenden Pumpversuch unter Einhaltung des hydraulischen und hydrochemischen Kriteriums (Routinepumpversuch). Hier wurden zusätzlich auch die organoleptischen Eigenschaften (Trübung, Färbung, Geruch) erhoben.

Die Ergebnisse wurden hinsichtlich verschiedener Aspekte ausgewertet. Beispielhaft sind an dieser Stelle die Ergebnisse zu den Mängeln „Auflandung“ und „Filterbelüftung bei Ruhewasserspiegel“ aufgeführt.

Für die Feststellung, ob eine hydraulisch relevante Auflandung vorliegt, wurden die Messstellen zunächst folgendermaßen klassifiziert:

- 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

Die Klassifikation über die Filterstrecke wurde gewählt, da bei kurzen Filterstrecken bereits eine geringe Abweichung der Ist-Tiefe von der Soll-Tiefe eine deutliche Beeinträchtigung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Grundwassermessstelle darstellen kann. Ein weiteres Kriterium zur Feststellung möglicher Einschränkungen der Funktionsfähigkeit einer Grundwassermessstelle ist die relative Lage des Ruhewasserspiegels in Bezug zur Filterstrecke. Wiederkehrende bzw. anhaltende Absenkungen des Wasserspiegels in den Filterbereich können zu Verockerungen durch atmosphärischen Eintrag führen und das Einspülen von Feststoffen begünstigen (Toussaint 1994). Zur klassifizierenden Bewertung 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.

Bei einer starken Auflandung ist die Funktionsfähigkeit einer Grundwassermessstelle bereits deutlich beeinträchtigt. Jedoch nur jeweils 2 % der Messstellen wiesen mit einer sehr starken Auflandung bzw. einer Lage der Filteroberkante unterhalb der Ist-Tiefe eine sehr starke Beeinträchtigung auf. Im Fall einer dieser Messstellen ergab die anschließende Kamerabefahrung, dass die Ist-Tiefe durch die Oberkante eines Fremdkörpers begrenzt wurde. Entsprechend stark beeinträchtigte Messstellen wurden zwischenzeitlich aus dem Messnetz ausgesondert oder weiterführenden Maßnahmen unterzogen.

Die Auswahl der Messstellen für die im Jahr 2016 durchgeführten Pilotmaßnahmen erfolgte problemorientiert, um das QS-Handlungskonzept an interessierenden Fallgestaltungen zu erproben und zeitnahe Lösungen für konkret aufgetretene Auffälligkeiten herbeizuführen. Infolgedessen war die getroffene Auswahl nicht repräsentativ für das heutige WRRL-Grundwassermessstellennetz.

8.2 Resultierende Handlungsempfehlungen und Maßnahmenkategorisierung

Im QS-Handlungskonzept (s. Anhang 1) sind 39 Kriterien aufgeführt, die der Beurteilung und Maßnahmenplanung bei festgestellten Auffälligkeiten an Grundwassermessstellen sowie zur erstmaligen oder anlassbezogenen Eignungsfeststellung und somit zur Qualitätssicherung der WRRL-Grundwassermessstellen dienen. Diese Kriterien sind nicht als ja-/nein-Kriterien, sondern als ermessensleitende Prüfkriterien zu verstehen, die jeweils in einer gesamtheitlichen Beurteilung der jeweiligen Messstelle unter Berücksichtigung diverser Faktoren münden. Die Anwendung dieser Prüfkriterien wurde anhand der o.g. „Pilotmessstellen“ im Jahr 2017 zunächst erprobt und unter Einbeziehung der gewonnenen Erkenntnisse weiter entwickelt.

Die pilothafte Anwendung der Kriterien führte zu einzelfallbezogenen Handlungsempfehlungen



Abbildung 8-3: Zusammenfassung der Einzelmaßnahmen zu acht Maßnahmenkategorien, die miteinander verknüpft sind, da aus einer Einzelmaßnahme einer Kategorie eine weitere Maßnahme einer anderen Kategorie resultieren kann

Maßnahmekategorien sind somit auch für Planungsfragen von Relevanz und wurden daher auch bei der Erarbeitung des „Maßnahmentools“ in HygrisC (Kapitel 7) zugrunde gelegt.

Maßnahmekategorien, die sich aus der Anwendung des QS-Handlungskonzepts regelmäßig ergeben können:

In der Kategorie „**Vorbereitung Eignungsprüfung**“ sind 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. Wie bei den Pilotmessstellen werden anhand der QS-Kriterien die Messstellen aus dem gesamten Messnetz identifiziert, bei denen erhebliche Mängel vorliegen und bei denen eine Prüfung zur Eignung der Messstelle zeitnah erfolgen sollte. Auch sollten bei diesem Schritt bereits Messstellen zur Aussonderung oder zum Rückbau vorgesehen werden, wenn sie beispielweise nicht den baulichen Anforderungen genügen. Die Prüfung der

Aggregierend lassen sich die empfohlenen Einzelmaßnahmen acht verschiedenen Kategorien zuordnen. Zu den ersten fünf der acht Kategorien wurden jeweils Musterleistungsbeschreibungen und -verzeichnisse für die zukünftige Anwendung erstellt (HYDOR 2018). Diese acht Kategorien können für Planungszwecke inhaltlich und fachlich durch unterschiedliche Komplexität und Kompetenzbereiche voneinander abgegrenzt werden.

In Abbildung 8-3 sind die Kategorien in einer bestimmten Reihenfolge miteinander verknüpft, die den möglichen Ablauf einer Eignungsprüfung und den iterativen Prozess widerspiegeln. Diese

Bestandsunterlagen und der Gestattungsverträge auf Vollständigkeit und Aktualität sowie die Vorbereitung von Messstellenpässen zählen als vorbereitende Maßnahmen.

Die „**Eignungsprüfung Vor-Ort**“ umfasst eine Befahrung und einen ggf. gestuften Pumpversuch. Bei Messstellen ohne bisherige Auffälligkeiten bei den Probennahmen im Regelbetrieb - also ohne organoleptische Anomalien, mit nicht zu starken Absenkungen des Ruhewasserspiegels und einer aus den bisherig realisierten Förderraten vertretbaren Förderdauer zur Einhaltung des hydraulischen Kriteriums - genügt ein Routinepumpversuch ohne gestufte Entnahme. Sind derartige Auffälligkeiten jedoch bekannt oder zeigen sich aktuell, sollten gestufte - erhöhte oder erniedrigte - Förderraten im Sinne eines Leistungs- bzw. Demonstrativpumpversuches getestet werden. Diese dienen dann der Optimierung des zukünftigen Routinebetriebes und zugleich einer einfachen hydraulischen Regenerierung.

Zur Kategorie „**Auswertung der Eignungsprüfung**“ zählt die Auswertung der Vor-Ort-Eignungsprüfung anhand der QS-Kriterien. Daraus ergeben sich weitere Handlungsempfehlungen, die in alle nachfolgenden Maßnahmenkategorien münden können. Das Ergebnis der Eignungsprüfung vor-Ort wird u. a. in einem Messstellenpass dokumentiert.

Zu der Kategorie „**Geophysik**“ zählen Kamerabefahrungen und andere geophysikalische Messungen, die planmäßig oder anlassbezogen angeordnet werden. Im Ergebnis können sanierende und regenerierende Maßnahmen empfohlen werden. Jedoch kann aufgrund der neuen Datenlage gleichfalls die Aussonderung oder der Rückbau einer Messstelle folgen.

Unter die Kategorie „**Regenerierung und Sanierung**“ fallen verschiedene hydraulische und bauliche Maßnahmen, vor allem die mechanische Reinigung und verschiedene regenerierende Maßnahmen (z. B. Kolben, Lufthebeverfahren) mit anschließender Erfolgskontrolle.

Die Aussonderung bzw. der Rückbau von Messstellen können einerseits in einen Ersatzneubau münden, andererseits kann auch nach Ersatzmessstellen bei diversen Betreibern gesucht werden. Diese Maßnahmen wurden unter die Kategorie „**Rückbau/Aussonderung und Ersatzneubau bzw. Suche einer Ersatzmessstelle**“ zusammengefasst. Vor der Übernahme einer Ersatzmessstelle ist diese wiederum auf ihre Eignung zu prüfen.

Die Vermessung der Lage bzw. Höhe, welche z. B. aufgrund abweichender Ergebnisse bei der Lagekontrolle im Rahmen der Vor-Ort-Eignungsprüfung empfohlen wird, gehört zur separaten Kategorie „**Geodätische Vermessung**“. Bei zukünftigen Sanierungen der Messstellenabschlüsse ist diese Maßnahme als weiterer Handlungsbedarf in HygrisC vorzumerken.

Zu der Kategorie „**Messdatenkontrolle**“ zählt vor allem die regelmäßige Untersuchung von Indikatorparametern (Trübung, Ergiebigkeit etc.) bei Messstellen, deren Ausbau nicht vollständig bekannt oder nicht regelgerecht ist und bei denen bisher keine Auffälligkeiten in Bezug auf die Indikatorparameter vorliegen. Diese Messstellen befinden sich in einem „Beobachtungsstatus“. Sobald einer der Indikatoren als „auffällig“ eingestuft wird, ist eine Eignungsprüfung anzuordnen (s. Kapitel 5).

8.3 Handlungsempfehlungen für „Regenerierung und Sanierung“ sowie „Geophysik“

Für jede einzelne Messstelle der Pilotierung wurden die 39 QS-Kriterien anhand der Entscheidungsbäume ausgewertet und eine Handlungsempfehlung ausgesprochen oder festgehalten,

dass kein Handlungsbedarf besteht. Für die Kategorien „Regenerierung und Sanierung“ sowie „Geophysik“ wird das nachfolgend exemplarisch erläutert.

Entspricht beispielsweise das Abschlussbauwerk einer Messstelle nicht den baulichen Anforderungen, die in verschiedenen Regelwerken beschrieben sind und auch in dem QS-Handlungskonzept dokumentiert sind (s. Anhang 1), ist es durch entsprechende **Sanierungsmaßnahmen** Instand zu setzen. Ursächlich für die einzuleitenden Maßnahmen können sowohl Alterungsprozesse und Schäden am Bauwerk sein als auch das Erfordernis der Anpassung an die Regeln der Technik. Zu diesen Maßnahmen zählen u. a. die Reparatur bzw. der Austausch der Abschlusskappe, das Anbringen einer Kennung oder generell die Beseitigung von Schäden. Fangarbeiten oder das Freischneiden der Messstelle, um die Zugänglichkeit wiederherzustellen, können im weiteren Sinne auch zu Instandsetzungsarbeiten gezählt werden.

Durch **Regenerierungsmaßnahmen** können leistungsmindernde Ablagerungen entfernt bzw. die ursprüngliche Ergiebigkeit wiederhergestellt werden, ohne bauliche Änderungen (Sanierung) vornehmen zu müssen. Bewährt haben sich dafür die mechanische Reinigung und die Entsandung. 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. Eine mechanische Reinigung wird vor allem aufgrund organoleptischer Auffälligkeiten vorgeschlagen. 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.

Geophysikalische Verfahren, zu denen auch die Kamerabefahrung zählt, können unterschiedlichen Untersuchungszielen dienen und haben in Abhängigkeit des gewählten Messverfahrens verschiedene Aussagemöglichkeiten und Anwendungsgrenzen. 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. Eine Kamerabefahrung kann anlassbezogen durchgeführt werden, wenn ein Verdacht auf Beschädigung vorliegt oder die Stammdaten zu vervollständigen sind. Planmäßig ist die Kamerabefahrung bei einer Grundwassermessstelle im Rahmen einer Eignungsprüfung in einem Zyklus von 10 Jahren anzusetzen.

Exemplarisch sei eine Messstelle genannt, bei der die Ursache einer Auflandung mithilfe einer Kamerabefahrung im Zuge der Pilotierung untersucht wurde. Im Ergebnis konnte die Auflandung auf ein schadhaftes Rohr sowie (vermutlich) alterungsbedingt geweitete Filterschlitz zurückgeführt werden, die das kontinuierliche Eindringen von Feinsand in das Messstellenrohr bewirkt haben.

Ein aufwändiges Entsandungsverfahren wäre bei einer solchen Messstelle also nicht nachhaltig und aufgrund der geringen Tiefe auch nicht wirtschaftlich, so dass eine Aussonderung aus dem Messnetz und ein fachgerechter Rückbau (BuE HH 2015) inkl. Ersatzneubau am Standort mit Filterausbau im gleichen Grundwasserleiter empfohlen wurde.

8.4 Fazit der Pilotmaßnahmen

Die Überwachung des Grundwassers ist eine komplexe Angelegenheit. Erforderlich sind neben einer qualitätsgesicherten Probennahme und Analytik auch eine entsprechend qualitätsgerechte Messstellenauswahl, die u.a. Anforderungen an den Ausbau und bautechnischen Zustand der Messstellen umfasst. Regelmäßige Prüfungen und Maßnahmen zur Instandhaltung der Messstellen sind daher lohnende Arbeiten, insbesondere um die Lebensdauer der Messstellen und Qualität der Ergebnisse zu erhöhen bzw. dauerhaft zu sichern. Der möglichst langfristige Erhalt von Messstellen ist darüber hinaus zur Ermittlung anthropogener Veränderungen der Grundwasserqualität und -quantität (Trendfeststellung) von wesentlicher Bedeutung.

Die Erkenntnisse aus der Erprobung eines zunächst vorläufigen QS-Handlungskonzeptes an ca. 300 WRRL-Grundwassermessstellen in NRW im Jahr 2016 („Pilotierung“) unter Berücksichtigung des in Normen, Regelwerken, Leitfäden und Fachveröffentlichungen abgelegten Expertenwissens führte nach der Erprobung zur Ableitung von 39 regelbasierten QS-Prüfkriterien, die sich auf die Bereiche Dokumentation, Ausbau und Funktionstechnik beziehen. Es wurde ein Prüfschema für die WRRL-Messstellen sowie ein Schema zur Dokumentation dieser Prüfungen (Messstellenpass) erarbeitet.

Die Prüfkriterien und Anforderungen an die Dokumentation sind in dem vorliegenden QS-Leitfaden näher dargestellt. In den ergänzenden Fließschemata zu diesen 39 Kriterien (Anhang 1 des Leitfadens) wird näher aufgezeigt, wie mit technischen Auffälligkeiten im laufenden WRRL-Messnetzbetrieb umgegangen werden kann und welche Maßnahmen im Falle einer festgestellten Auffälligkeit zielführend sein können.

Die Anwendung entsprechender QS-Kriterien bei der Aufnahme von Messstellen in das WRRL-Messnetz sowie zur Feststellung der Funktionstüchtigkeit im Regelbetrieb trägt sowohl zur verbesserten Ergebnisqualität als auch zur verbesserten Wirtschaftlichkeit im Messnetzbetrieb in puncto Effizienzgewinn, Langlebigkeit der Messstelle, Reduzierung der Probleme bei Probennahmen/ Probennahmeabbrüchen etc., bei. Dazu soll der Leitfaden einen wichtigen Beitrag leisten.

9. Literatur

9.1 Veröffentlichte Dokumente (Literatur)

- Adam, C., Gläßer, W. & B. Hölting (2000): Hydrogeologisches Wörterbuch.- Enke-Verlag, Stuttgart.
- Baumann, K. (2011): Detailausbaukontrolle einer Grundwassermessstelle mit bohrlochgeophysikalischen Methoden- bbr 04/2011, S 46-52.
- Dehnert, J., Kuhn, K., Grischek, T., Lankau, R., Nestler, W. (2001): Verschleppung von Wasserinhaltsstoffen durch vertikale Strömungen in vollverfilterten Grundwassermessstellen. In: Dechema e.V. (Hrsg.): 3. Symposium Natural Attenuation-Umsetzung, Finanzierung, Perspektiven Frankfurt a.M.
- Fuchs, S. (2010): Deterministische k_r -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.
- Hannappel, S. & K. Tiemer (1999): Redundanzprüfungen von Grundwasserstandsdaten als Arbeitsmethode zur Optimierung von Grundwassermessnetzen.- Proceedings Dresdner Grundwasserforschungszentrums, Heft 17, 7. Grundwasserforschungstage, Dresden
- Hannappel, S., Schöttler, M. & G. Lemke (2014): Methoden zur Fundstellenaufklärung diffuser Nährstoffeinträge in das Grundwasser - Möglichkeiten und Grenzen.- KW, Heft 8/14 (7), Hennef.
- Kunkel, R. und F. Wendland (1999): Das Weg-/Zeitverhalten des grundwasserbürtigen Abflusses im Elbe-einzugsgebiet.- Hrsg.: FZ Jülich, Reihe Umwelt, Band 19, ISBN 3-89336-249-5.
- Leson, M. & F. Wisotzky (2012): Hydrogeochemische Untersuchungen von Nitrateinträgen in das Grundwasser und möglichen Denitrifikationsprozessen.- Grundwasser - Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie DOI 10.1007/s00767-012-0196-y.
- Leuchs, W. & P. Obermann (1991): Grundsätzliche Überlegungen zur Probenahme von Grundwasser insbesondere bei tiefenspezifischer Probenahme.- LWA-Materialien 1/91, S. 47-73, Düsseldorf.
- Mäurer, D., Wisotzky, F., Becke, N. (2009): Ausbau und Nutzung einer tiefen Multi-Level-Messstelle am Niederrhein. Wasser Abfall 7-8, 10-15.
- Schirmeister, W. (1975): Zur Abschätzung von Durchlässigkeitsbeiwerten. Z. A. Geol. 21(9), 427-238.
- Seeburger, I., Käss, W. (1989): Redoxpotential-Messungen im Grundwasser. DVWK-Schriften, H. 84.
- Selent, K. (2018): Die Probenahme von Grundwasser.- Horchler, D., Donder, M. & K. Selent, in: Die Probenahme von Wasser - Ein Handbuch für die Praxis, 2. Auflage, DIV Verlag, Essen (im Druck)
- 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.
- Voigt, H.-J., Bamberg, H., Garling, F., Hauthal, U., Müller, A. (1987): ZGI: Hydrogeologisches Kartenwerk 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.
- ad-hoc-AG Hydrogeologie (1997): Hydrogeologische Kartieranleitung.- Geologisches Jahrbuch Reihe G, Band G 2, Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- AK GWB (2017): Merkblatt Funktionsprüfung an Grundwassermessstellen.- Hrsg.: 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. Entwurf November 2017.
- AK GWB (2012): Merkblatt Bau von Grundwassermessstellen.- Hrsg.: Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung (online veröffentlicht).

- AK GWB (2003): Handbuch Grundwasserbeobachtung Teil 5 Grundwasserprobennahme.- Hrsg.: Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung.- Stand Mai 2003 (online veröffentlicht).
- ATV-DVWK (2002): Merkblatt M 604, Messeinrichtungen an Quellen; Abwassertechnische Vereinigung - Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Bonn.
- BuE HH (2015): Sanierung und Rückbau von Grundwassermessstellen.- Merkblätter zur Qualitätssiwa
- DIN (1985): DIN 38402-13: Probenahme aus Grundwasserleitern (A 13), Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Allgemeine Angaben (Gruppe A), Normenausschuss Wasserwesen, Dezember 1985, Beuth-Verlag, Berlin.
- DIN (1992): DIN 4049-1: Hydrologie-Grundbegriffe, Dezember 1992, Beuth-Verlag, Berlin.
- DIN (2006): DIN 4023: 2006-02 - Geotechnische Erkundung und Untersuchung, zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen, Februar 2016, Deutsches Institut für Normung, Beuth-Verlag, Berlin.
- DIN (2014): DIN 4924: Sande und Kiese für den Brunnenbau, Anforderungen und Prüfverfahren, Deutsches Institut für Normung, Berlin
- DIN EN ISO (2016): DIN EN ISO 14688-1 und 2: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung und Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen, Juli 2016, Berlin (Entwurf).
- DVGW (2003a): 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 (2003b / 1988): Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen; -Arbeitsblatt W 121, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- DVGW (2005a): 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 (2005b): Planung, Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen bei der Wassererschließung, Arbeitsblatt W 111, wvgw Gas und Wasser mbH, Bonn.
- DVGW (2007): Brunnenregenerierung Arbeitsblatt W 130, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- DVGW (2011): 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 (*Anm.: dieses und andere Arbeitsblätter sind inhaltsgleich auch von der DWA herausgegeben; das wird nicht gesondert aufgeführt*).
- DVGW (2016): Risikobasiertes Grundwassermonitoring für Wasserschutzgebiete, DVGW-FKZ W 01-01-10-F (F. Haakh, C. Heß, M. Kaupe, J. Rieß & W. Nowack), Juni 2016, Bonn.
- DVGW (2017 / 1998): Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen; Arbeitsblatt W 135, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- DWA (2013): Möglichkeiten der Effizienzkontrolle von Maßnahmen zur grundwasserschonenden Bodennutzung am Beispiel des Stickstoffs. Hrsg.: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Merkblatt M 911, Hennef (*Anm.: inhaltsgleich DVGW s.o. DVGW 2012*).
- DWA (2015): Stickstoffumsatz im Grundwasser. Hrsg.: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., DWA-Themenband T2-2015 (Sprecher: N. Cremer), Hennef.
- Ertftverband (2015): Nitrat im Grundwasser, Konzentrationsniveau, Abbauprozesse und Abbaupotenzial im Tätigkeitsbereich des Ertftverbandes.- Autor: N. Cremer (online veröffentlicht).
- LAWA (1982): Grundwasser - Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 1: Grundwasserstand.- Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- LAWA (1993): Grundwasser - Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 3: Grundwasserbeschaffenheit.- Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- LAWA (1995): Grundwasser - Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 4: Quellen.- Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- 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 (2008): Fachliche Umsetzung der Richtlinie zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung.- LAWA-Ausschuss „Grundwasser und Wasserversorgung, 31.01.2008.
- LBEG (2015): Symbolschlüssel Geologie, Symbole für die Dokumentation geologischer Feld- und Aufschlussdaten. Hrsg.: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Juli 2015, Hannover.
- LUBW (2012): Leitfaden Grundwasserprobennahme, Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg. Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Februar 2013, 1. Auflage (online veröffentlicht).
- LUBW (2017): Ergebnisse der Beprobung 2016, Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg. Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Juli 2017.
- LHW (2009): Projektbericht Eignungsprüfung zur Auswahl von ungefassten Quellen als Wassergütemessstellen.- Hrsg.: Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (Autoren: Göttelmann & Ross GbR, Staufen), <https://lhw.sachsen-anhalt.de/>, Magdeburg.
- LM AT (2009): Richtlinie für die Errichtung und Beobachtung von Quellmessstellen in Österreich.- AG Quellbeobachtung des hydrographischen Dienstes in Österreich.- Hrsg.: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, das Lebensministerium (online)
- 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 (online veröffentlicht).
- RSA 95 (1995). RSA - Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen - Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr.

9.3 Unveröffentlichte Dokumente (LANUV, MULNV und weitere)

- DIN (2017): DIN 38402-13: Probenahme aus Grundwasserleitern (A 13).- DIN-Arbeitskreis Probenahme NA 119-01-03-01-01 AK N 702 mit Beiträgen von Dieter Horchler und Klaus Selent (Oktober 2017, unveröff.)
- Hamann, F. (2016): Robuste Indikatoren zur Festlegung der Notwendigkeit und des Umfangs von Funktionsfähigkeitsprüfungen an Grundwassermessstellen.- Bachelorarbeit TU Dresden.
- HYDOR (2013): Qualitätssicherung an Grundwassermessstellen. Bericht der HYDOR Consult GmbH an das Bayerische Landesamt für Umwelt, Berlin (unveröff.).
- HYDOR (2017): Vervollständigung bewertungsrelevanter Stammdaten an WRRL-Grundwassergütemessstellen.- Bericht HYDOR Consult GmbH an das LANUV NRW, Juni 2017, Berlin (unveröff.).
- HYDOR (2018): Ist-Analyse, Ermittlung und Beseitigung von Defiziten und Einführung einer Qualitätskontrolle der WRRL-Grundwassermessnetze Nordrhein-Westfalens.- Abschlussbericht der HYDOR Consult GmbH und der ahu AG an das LANUV NRW, Az.: 12965/52/ÖA, Mai 2018, Berlin (unveröff.).
- LANUV (2016): Managementhandbuch des LANUV NRW. Stand: 30.08.2016
- LANUV (2017): Arbeitsanweisung Probenahme von Grundwasser.-630-PFB-AA-007, Düsseldorf.
- LANUV (2018): Leitfaden Monitoring Grundwasser.- Unveröffentlichter Entwurf der Fortschreibung des Leitfadens MUNLV (2008), Düsseldorf (in Vorbereitung).
- LAWA (2013): LAWA-Arbeitshilfe zur Umsetzung der EG-WRRL: Teil 3, Kapitel II.1.2 (Bestandsaufnahme Grundwasser), Bayerisches Landesamt für Umwelt, Stand 18.06.2013
- LfW (2004): Fernsehbegehungen von Grundwassermessstellen.- Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Materialien 116, Oktober 2004, München.
- MULNV (2018): Organisation der Aufgaben zur Umsetzung der WRRL im Bereich Grundwassermessnetze, Monitoring und Bewertung, Schnittstellen zwischen Bezirksregierungen und LANUV.- Erlass 03.01.2018

Anhang 1:

**Fließschemata der 39 Prüfkriterien zur Qualitätssicherung an
Grundwassermessstellen, Quellen und Brunnen sowie zur Ablei-
tung von Handlungsempfehlungen**

Prüfkriterien für WRRL-Wasserstands- und Güte-Messstellen

1)

Anforderungen
an Lage und
technische
Bauausführung

2)

Anforderungen
an Erst- und
Bestands-
dokumentation

3)

Anforderungen
an den Regel-
Betrieb

Übersicht zu den 39 Prüfkriterien

Teil 1: Lage und bautechnische Anforderungen

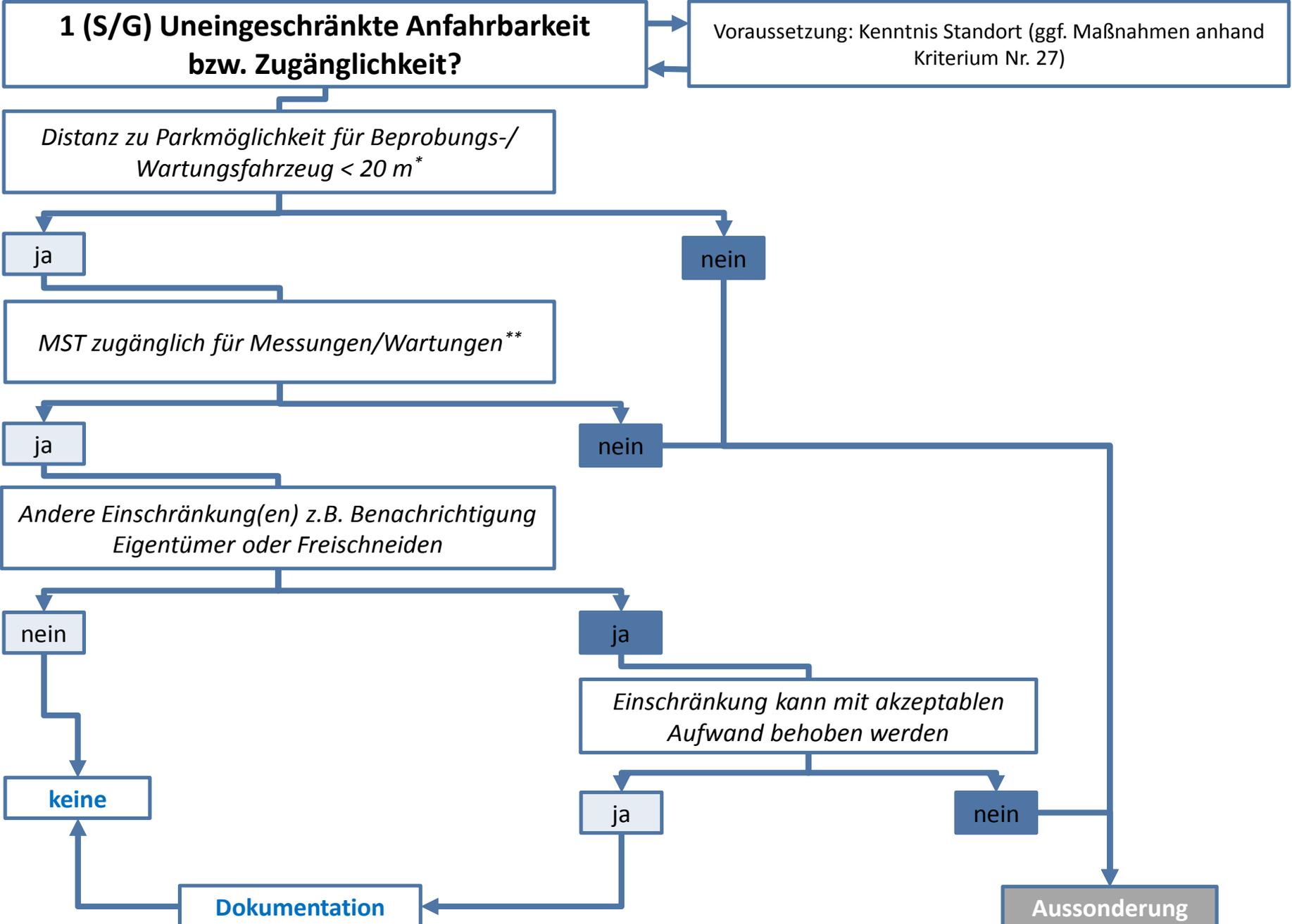
Nr.	Für?	Kurzbezeichnung des Kriteriums
1	S/G	Uneingeschränkte Anfahrbarkeit
2	S/G	Gefahrlose Messung möglich
3	S/G	Keine Beeinflussung des Standorts
4	G	Bauart der Messstelle regelgerecht
5	S/G	Abschlussbauwerk regelgerecht
6	S/G	Ausbaudurchmesser regelgerecht
7	G	Filterlänge und -material regelgerecht
8	S/G	Verfilterung im Zielhorizont (WRRL)
9	S/G	Keine Mehrfachverfilterung
10	S/G	Verhältnis Filterschlitzweite / Schüttkorndurchmesser / Lithologie regelgerecht
11	S/G	Verfüllung regelgerecht
12	S/G	Zentrierung der Vollrohre vorhanden
13	S/G	Abdichtung zur Geländeoberkante regelgerecht
14	S/G	Einbau Gegenfilter regelgerecht
15	S/G	Einbau Tonsperre regelgerecht
16	S/G	Ausreichende Überschüttung vorhanden
17	G	Kein Sumpfrohr bzw. Schlammfang vorhanden
18	S/G	Ruhewasserspiegel oberhalb Filteroberkante
19	G	Quellschüttung vorhanden

Teil 2: Erst- und Bestandsdokumentation

Nr.	Für?	Kurzbezeichnung des Kriteriums
20	S/G	Gestattungsvertrag vorhanden
21	S/G	Abnahmeprotokoll vorhanden
22	S/G	Protokoll zur geophysikalischen Ausbaukontrollerstmessung
23	S/G	Protokoll zur geodätischen Erstvermessung
24	S/G	Geologisches Schichtenverzeichnis, Ausbauplan vorhanden
25	S/G	Dokumentation Geohydraulischer Erstpumpversuch vorhanden
26	S/G	Dokumentation Klarpumpen vorhanden
27	G	Dokumentation Erstbeprobung vorhanden
28	S/G	Eignungsprüfung in vorgegebenen Turnus durchgeführt und dokumentiert

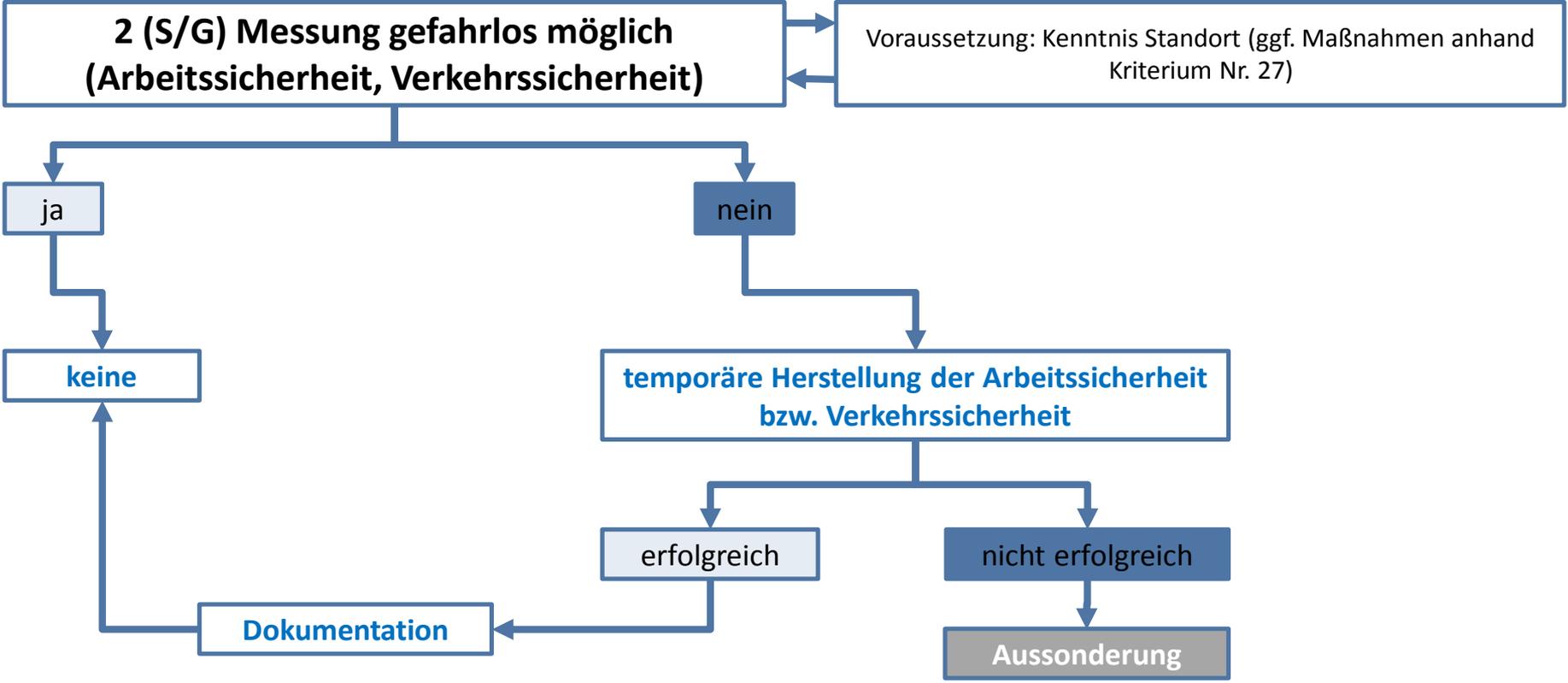
Teil 3: Regelbetrieb

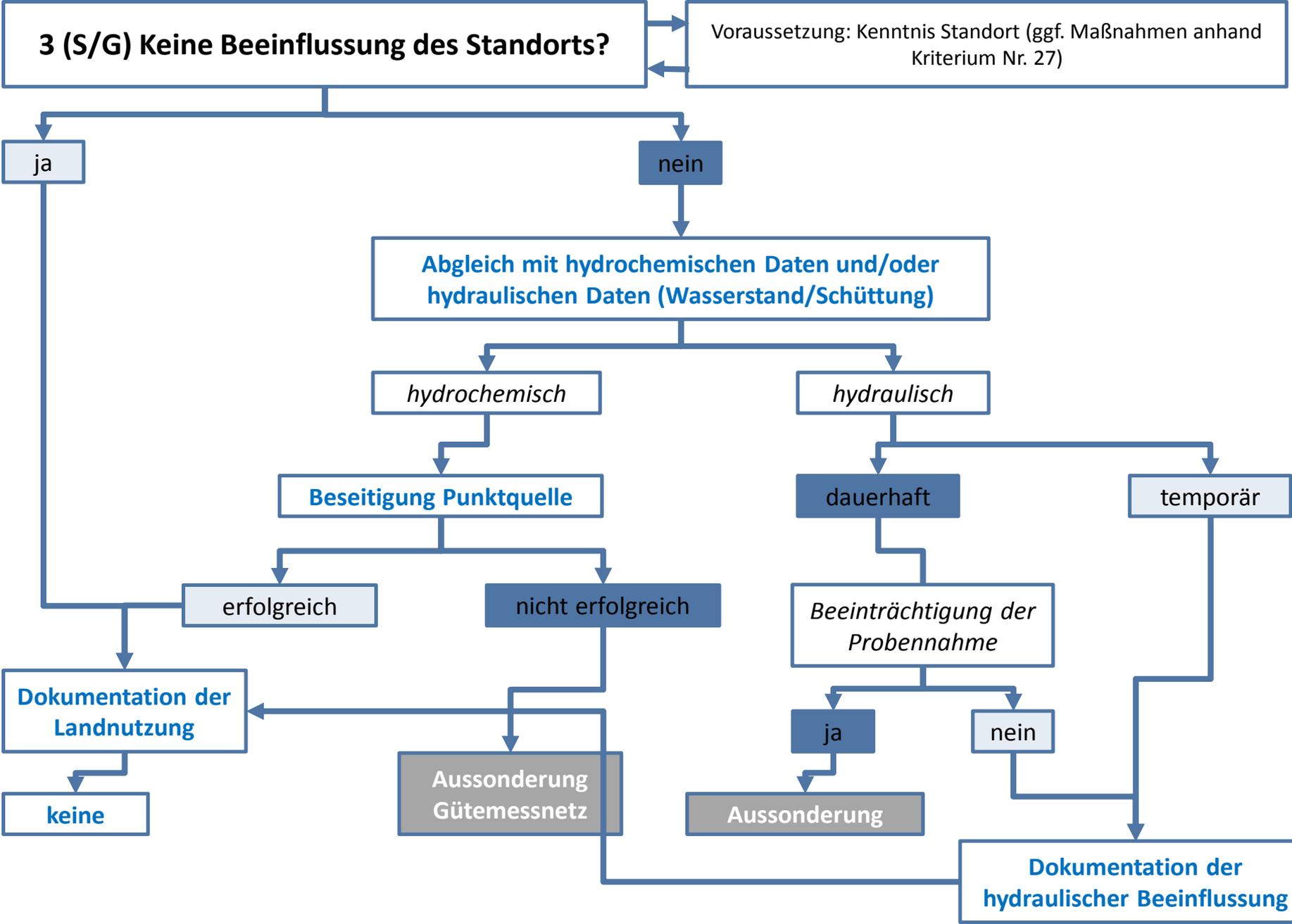
Nr.	Für?	Kurzbezeichnung des Kriteriums
29	S/G	Keine terminbezogenen Auffälligkeiten im Umfeld vorhanden
30	S/G	Keine terminbezogenen Auffälligkeiten am Bauwerk vorhanden
31	S/G	Uneingeschränkte Durchgängigkeit der Rohre bis zur Sohle
32	S/G	Keine hydraulisch relevante Auflandung
33	S/G	Terminbezogener Ruhewasserspiegel plausibel
34	G	Terminbezogene Quellschüttung plausibel
35	G	Vor-Ort-Parameter plausibel
36	S/G	Kein abgesenkter Wasserspiegel im Filterbereich
37	S/G	Ausreichender Nachlauf innerhalb wirtschaftlich realisierbarer Förderdauer
38	G	Konstanz der Vor-Ort-Parameter gegeben (Hydrochemisches Kriterium)
39	G	Organoleptische Parameter unauffällig



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

**Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen





3 (S/G) Keine Beeinflussung des Standorts?

Voraussetzung: Kenntnis Standort (ggf. Maßnahmen anhand Kriterium Nr. 27)

ja

nein

Abgleich mit hydrochemischen Daten und/oder hydraulischen Daten (Wasserstand/Schüttung)

hydrochemisch

hydraulisch

Beseitigung Punktquelle

dauerhaft

temporär

erfolgreich

nicht erfolgreich

Beeinträchtigung der Probennahme

ja

nein

Dokumentation der Landnutzung

keine

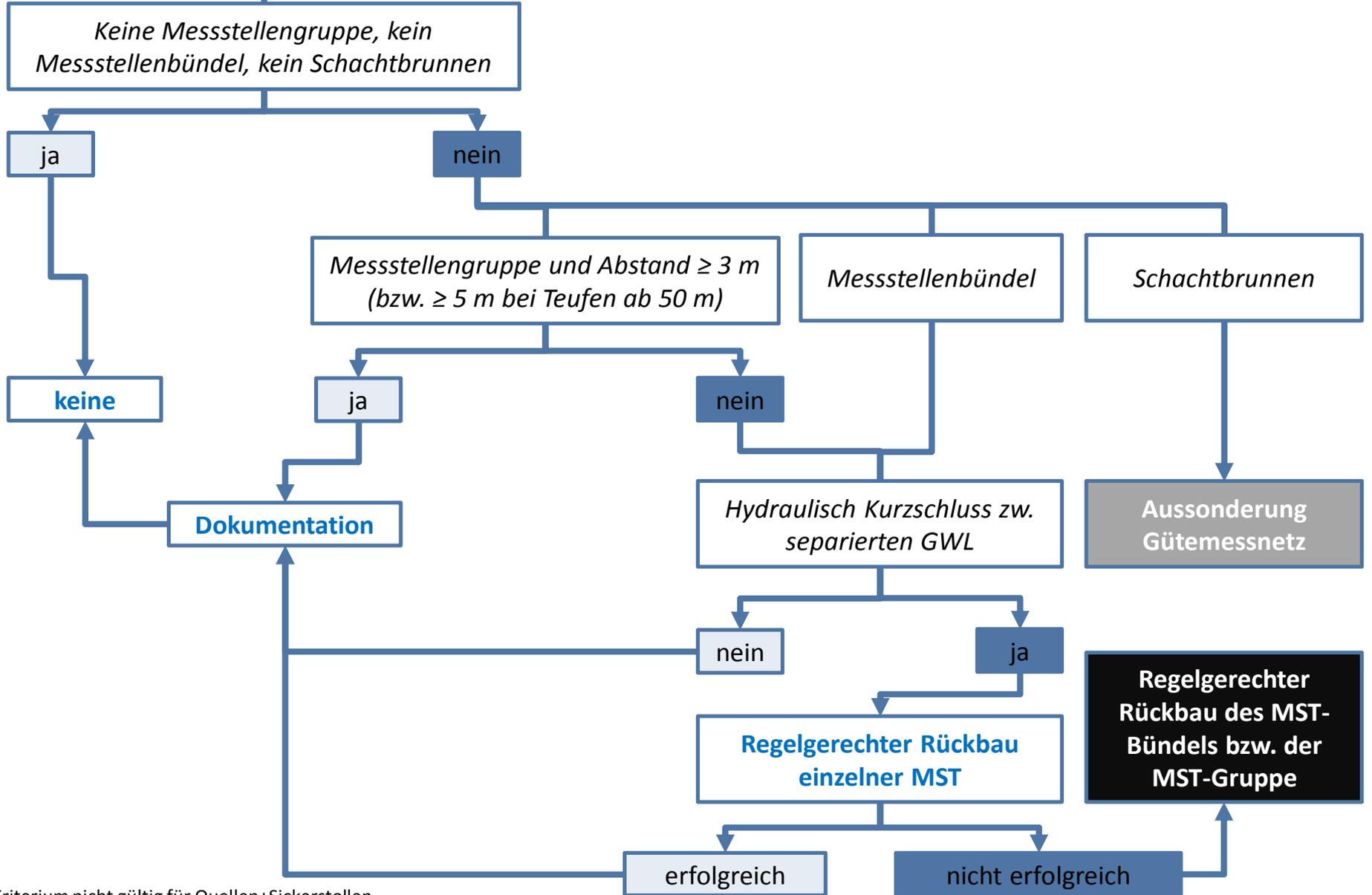
Aussonderung Gütemessnetz

Aussonderung

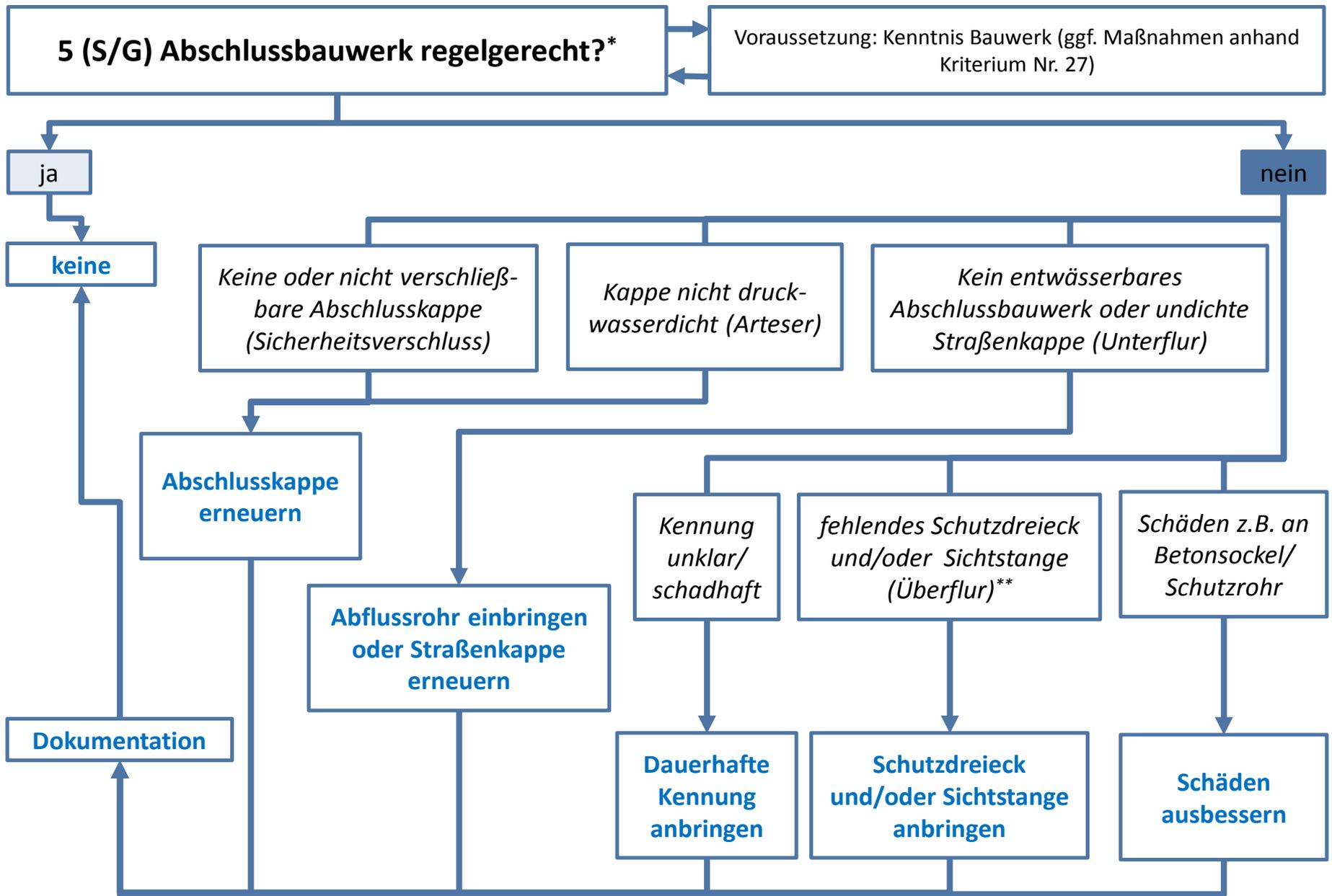
Dokumentation der hydraulischer Beeinflussung

4 (S/G) Bauart der Messstelle regelgerecht*

Voraussetzung: Kenntnis Standort, Bauart, Filterlage(n) und Lithologie (ggf. Maßnahmen anhand Kriterium Nr. 23 und/oder 27)

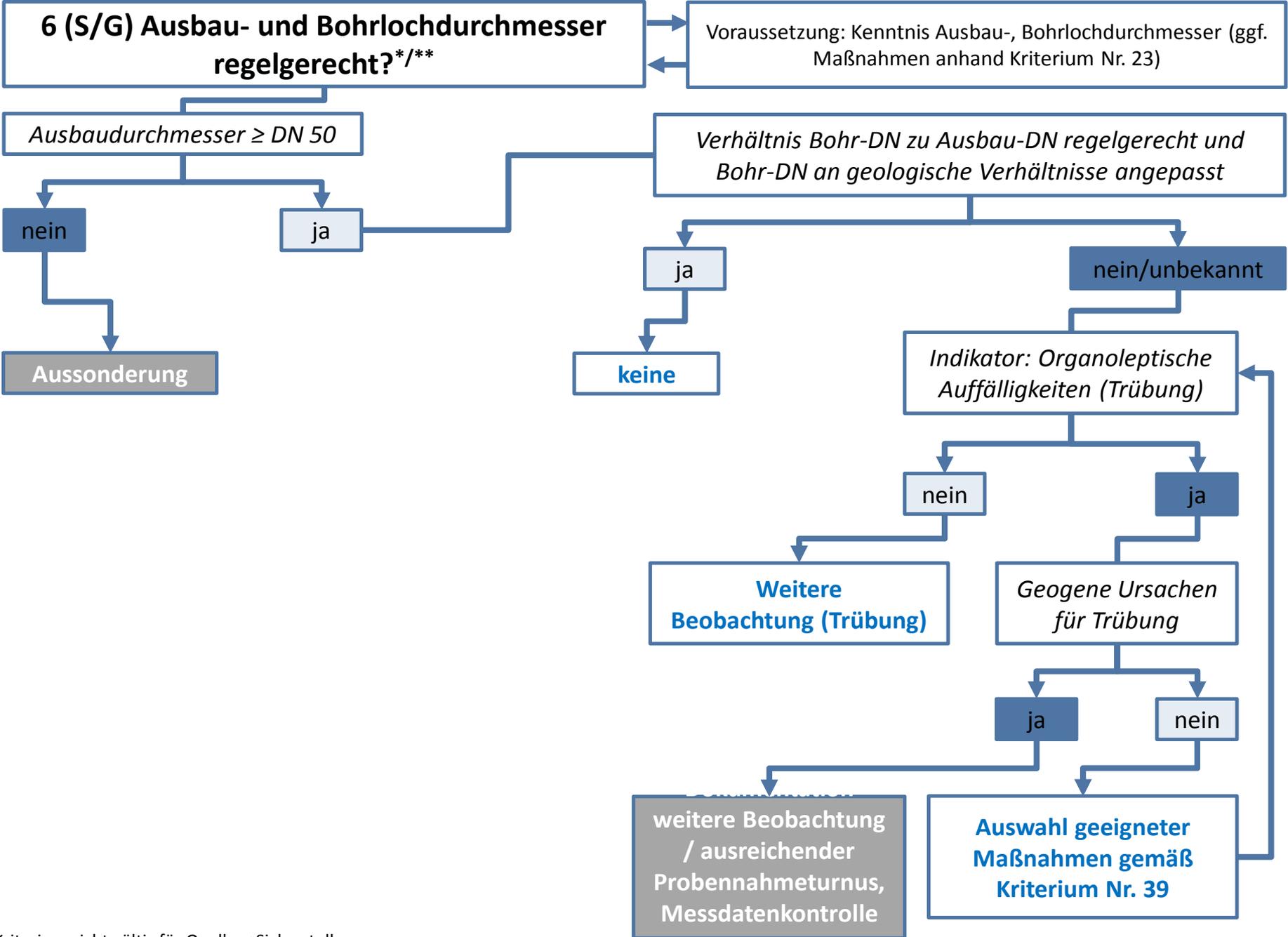


*Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstellen

** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen



Voraussetzung: Kenntnis Ausbau-, Bohrl Lochdurchmesser (ggf. Maßnahmen anhand Kriterium Nr. 23)

Ausbaudurchmesser ≥ DN 50

nein

ja

Aussonderung

Verhältnis Bohr-DN zu Ausbau-DN regelgerecht und Bohr-DN an geologische Verhältnisse angepasst

ja

nein/unbekannt

keine

Indikator: Organoleptische Auffälligkeiten (Trübung)

nein

ja

Weitere Beobachtung (Trübung)

Geogene Ursachen für Trübung

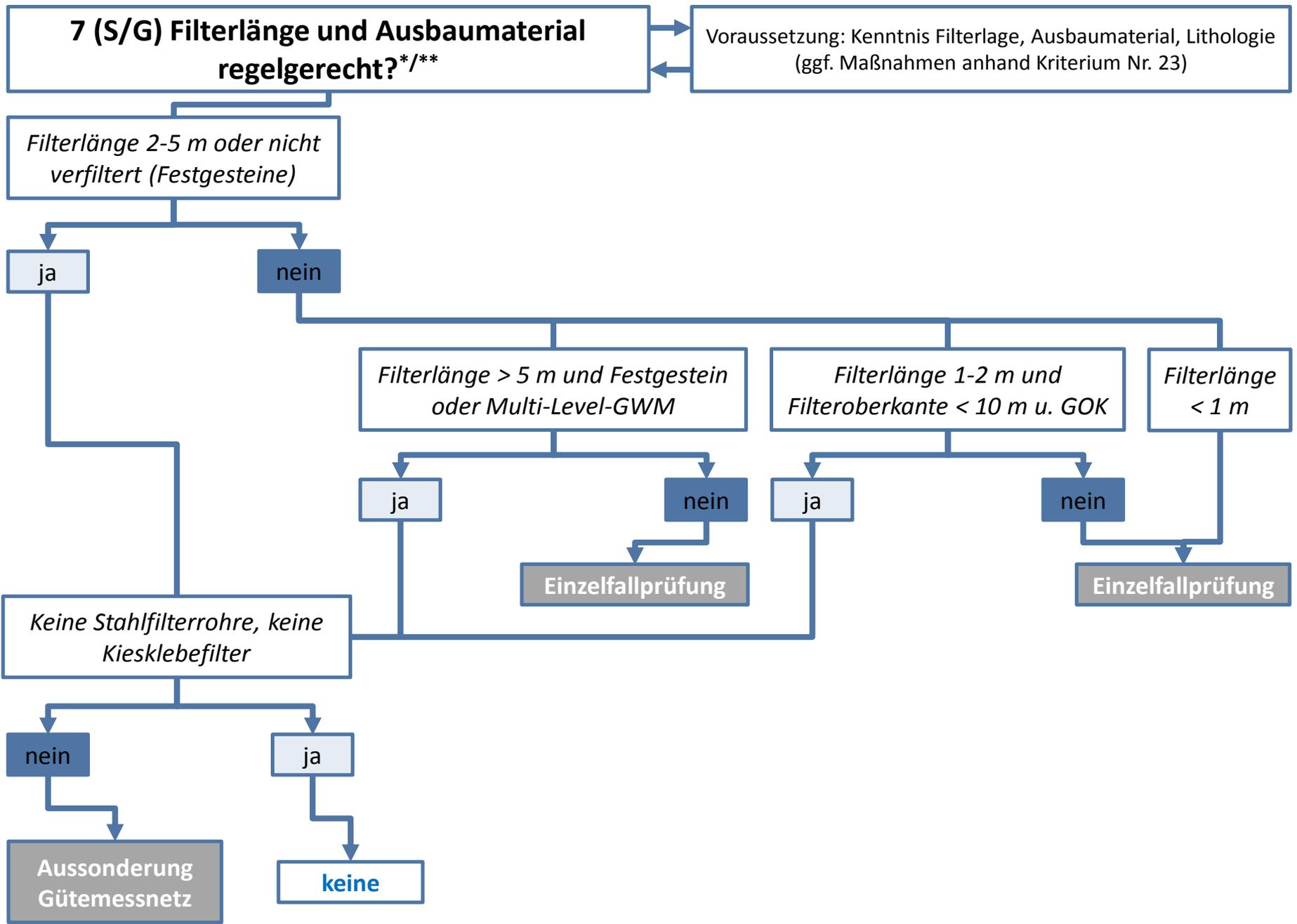
ja

nein

weitere Beobachtung / ausreichender Probennahmeturnus, Messdatenkontrolle

Auswahl geeigneter Maßnahmen gemäß Kriterium Nr. 39

* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen
 ** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

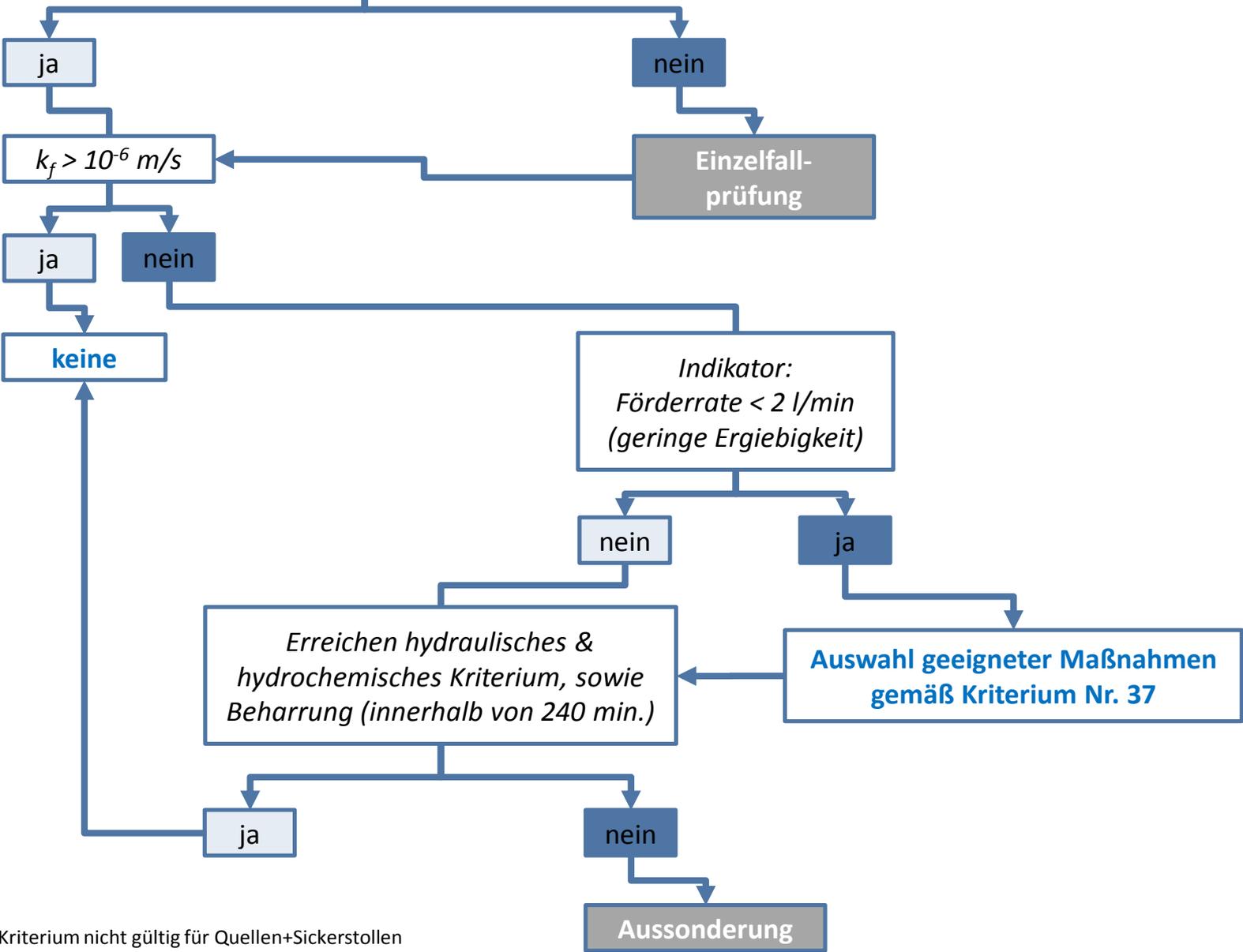


* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

8 (S/G) Verfilterung in einem geeigneten Zielhorizont (WRRL)?^{*/}**

Voraussetzung: Kenntnis Filterlage, Lithologie; Erstcharakterisierung Pumpversuch und Beprobung (ggf. Maßnahmen anhand Kriterium Nr. 23 und/oder 25)



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen
** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

9 (S/G) Keine Mehrfachverfilterung in verschiedenen Stockwerken?*/**

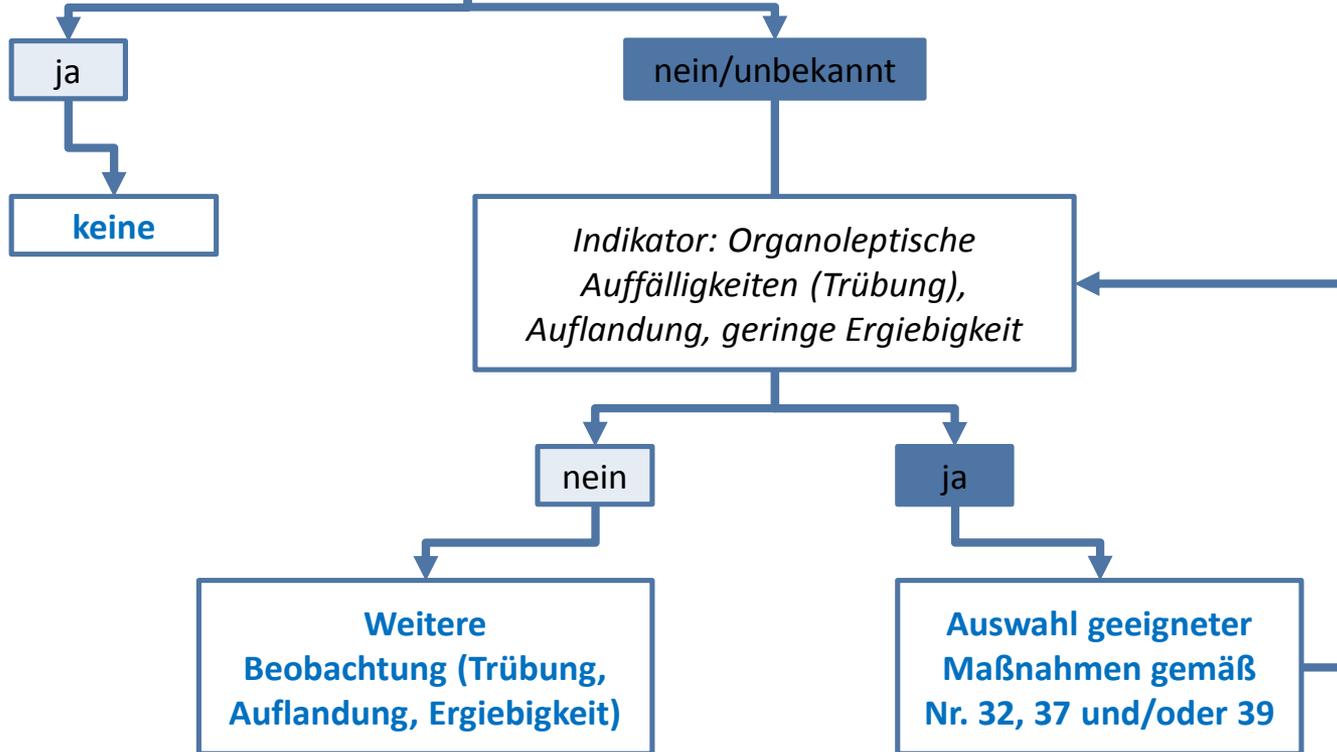
Voraussetzung: Kenntnis Filterlage, Lithologie (ggf. Maßnahmen anhand Kriterium Nr. 23)



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

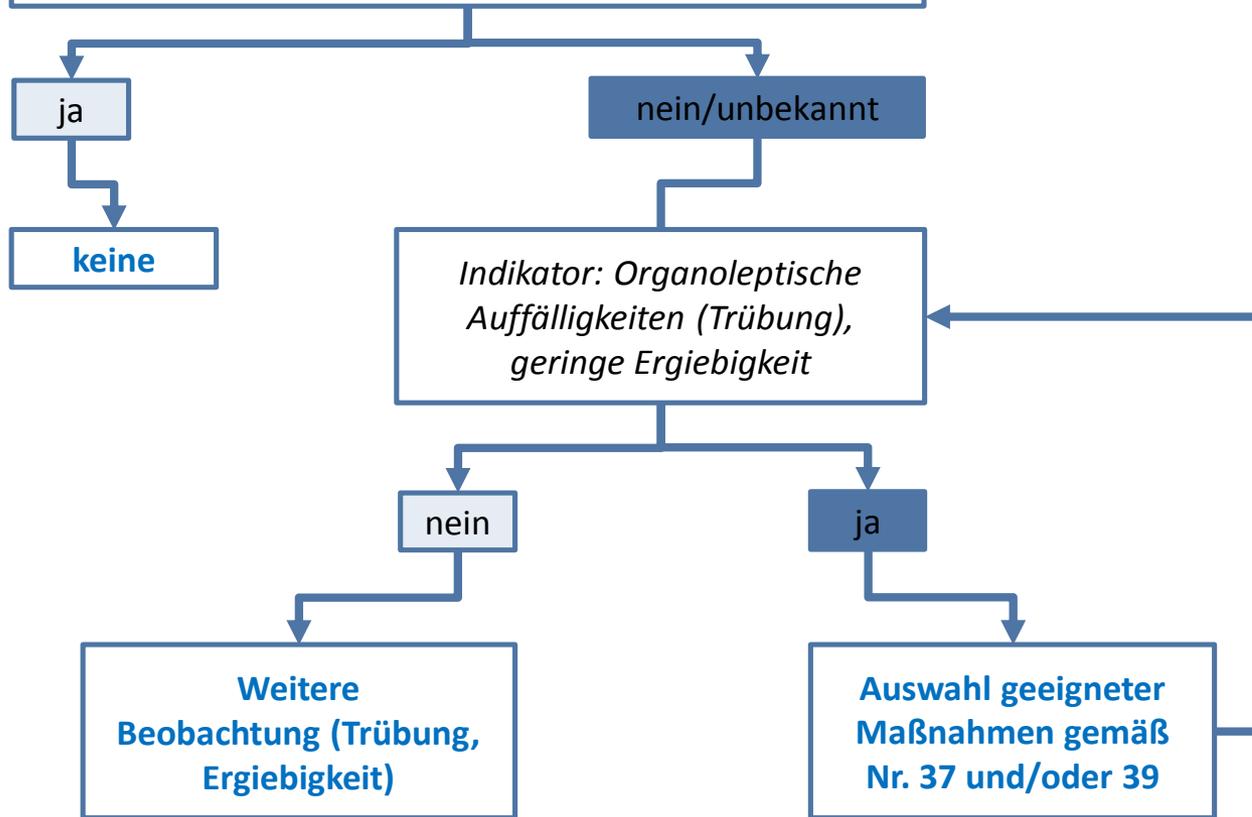
10 (S/G) Verhältnis Filterschlitzweite/ Schüttkorndurchmesser/ Lithologie regelgerecht?*/**



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

**11 (S/G) Beschaffenheit der Verfüllung
regelgerecht (Quarzsand, kein Bohrgut)?^{*/**}**



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstellen

** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

12 (S/G) Ausreichende Überschüttung vorhanden ($\geq 2m$)?*/**

ja

keine

nein/unbekannt

Indikator: Organoleptische Auffälligkeiten (Trübung), geringe Ergiebigkeit

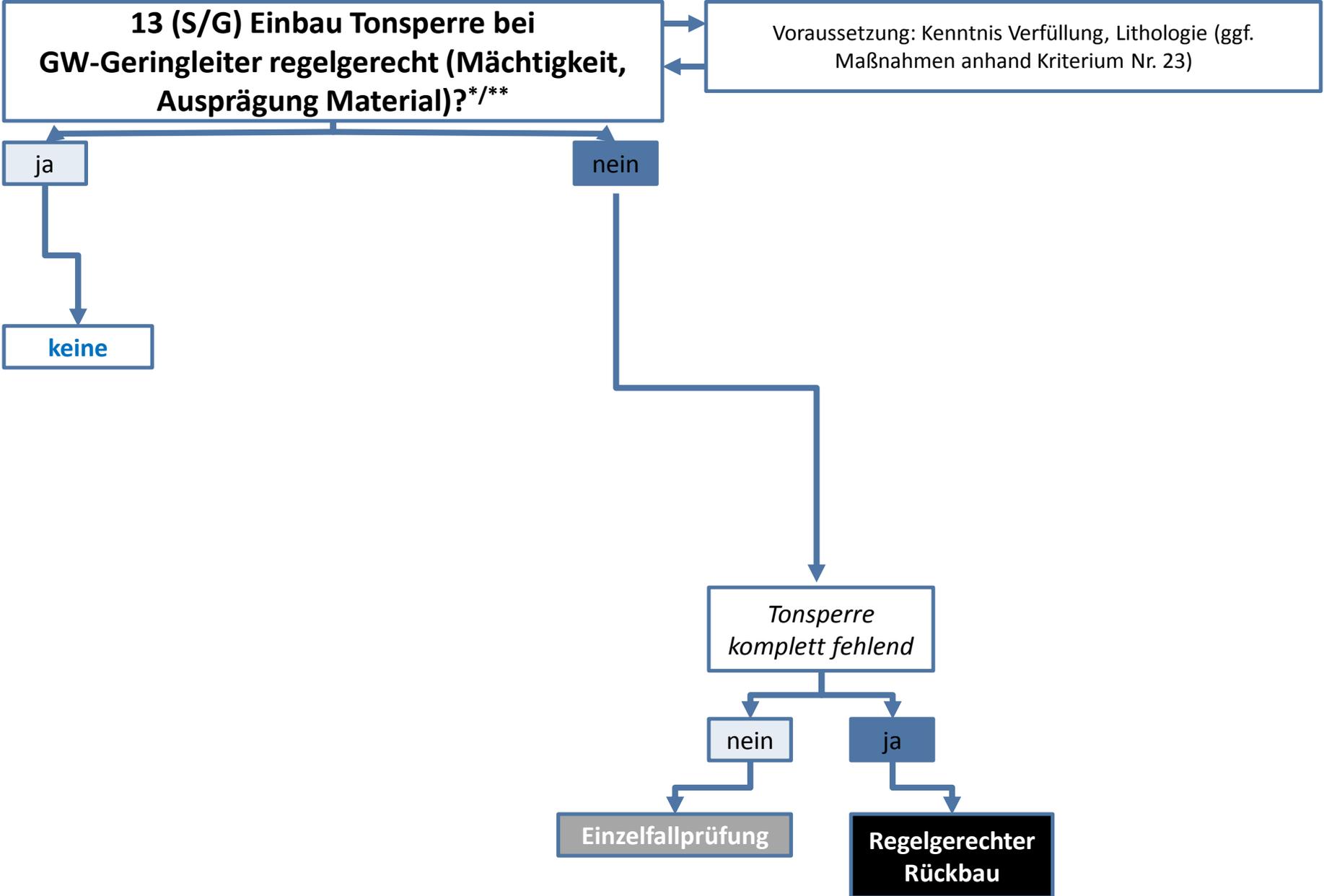
nein

ja

Weitere Beobachtung (Trübung, Ergiebigkeit)

Auswahl geeigneter Maßnahmen gemäß Nr. 37 und/oder 39

* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen
** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

14 (S/G) Einbau Gegenfilter regelgerecht?*/**

*Absperrmaterialien vorhanden, Filterkies
Schüttkorndurchmesser > 2mm, und Mächtigkeit
Gegenfilter ≤ 1 m*

ja

keine

nein/unbekannt

*Indikator: Organoleptische
Auffälligkeiten (Trübung),
geringe Ergiebigkeit*

nein

**Weitere Beobachtung
(Trübung, Ergiebigkeit)**

ja

**Auswahl geeigneter
Maßnahmen gemäß
Kriterium Nr. 37 und/oder 39**

* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

15 (S/G) Abdichtung zur Geländeoberkante regelgerecht?*/**

Voraussetzung: Kenntnis Abdichtung zur GOK (ggf.
Maßnahmen anhand Kriterium Nr. 23)

*Abdichtung ≥ 1 m und
Dichtungsmaterial regelgerecht*

ja

keine

nein

*Abdichtung < 1 m und
Dichtungsmaterial regelgerecht*

ja

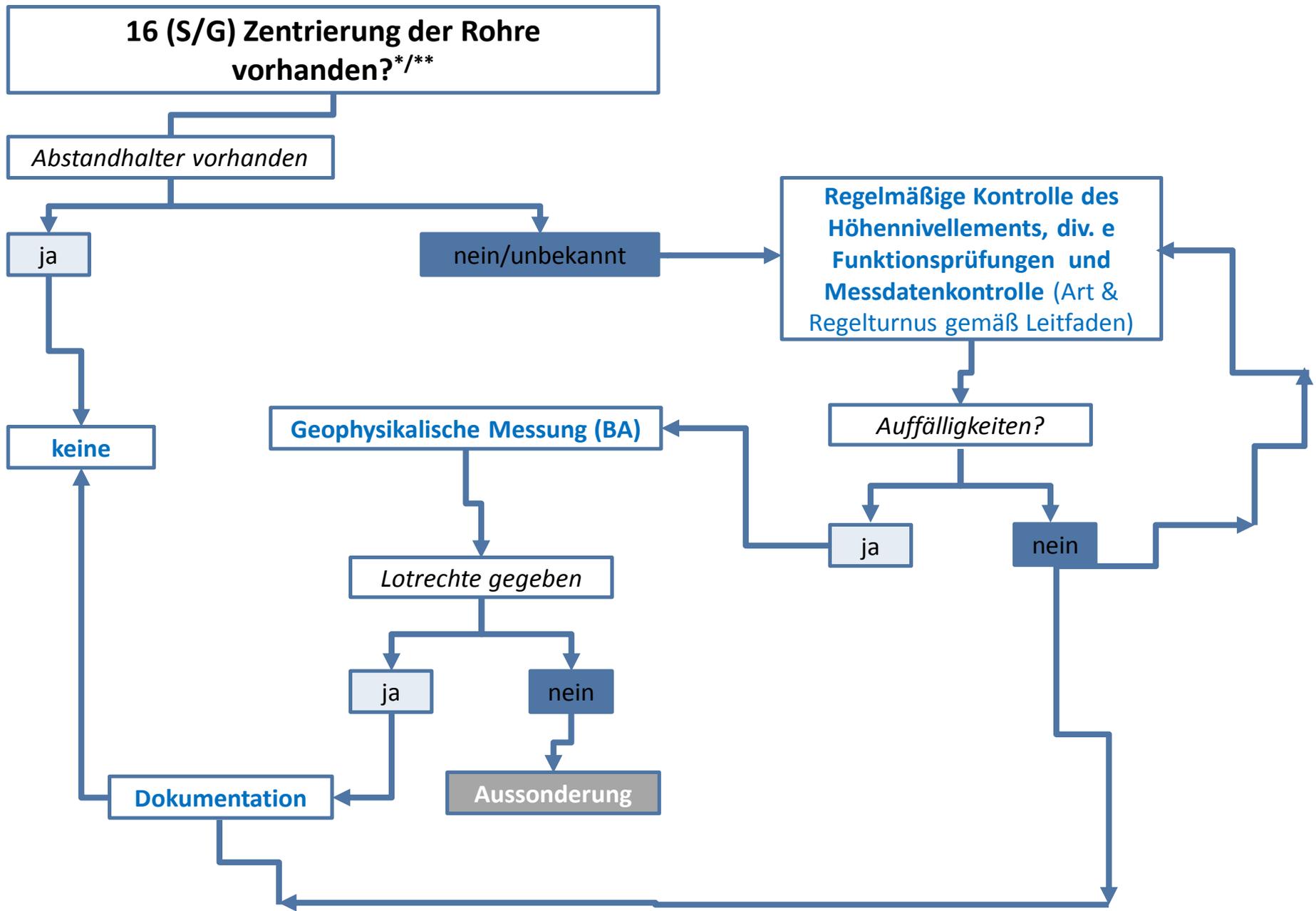
Einzelfallprüfung

nein

**Regelgerechter
Rückbau**

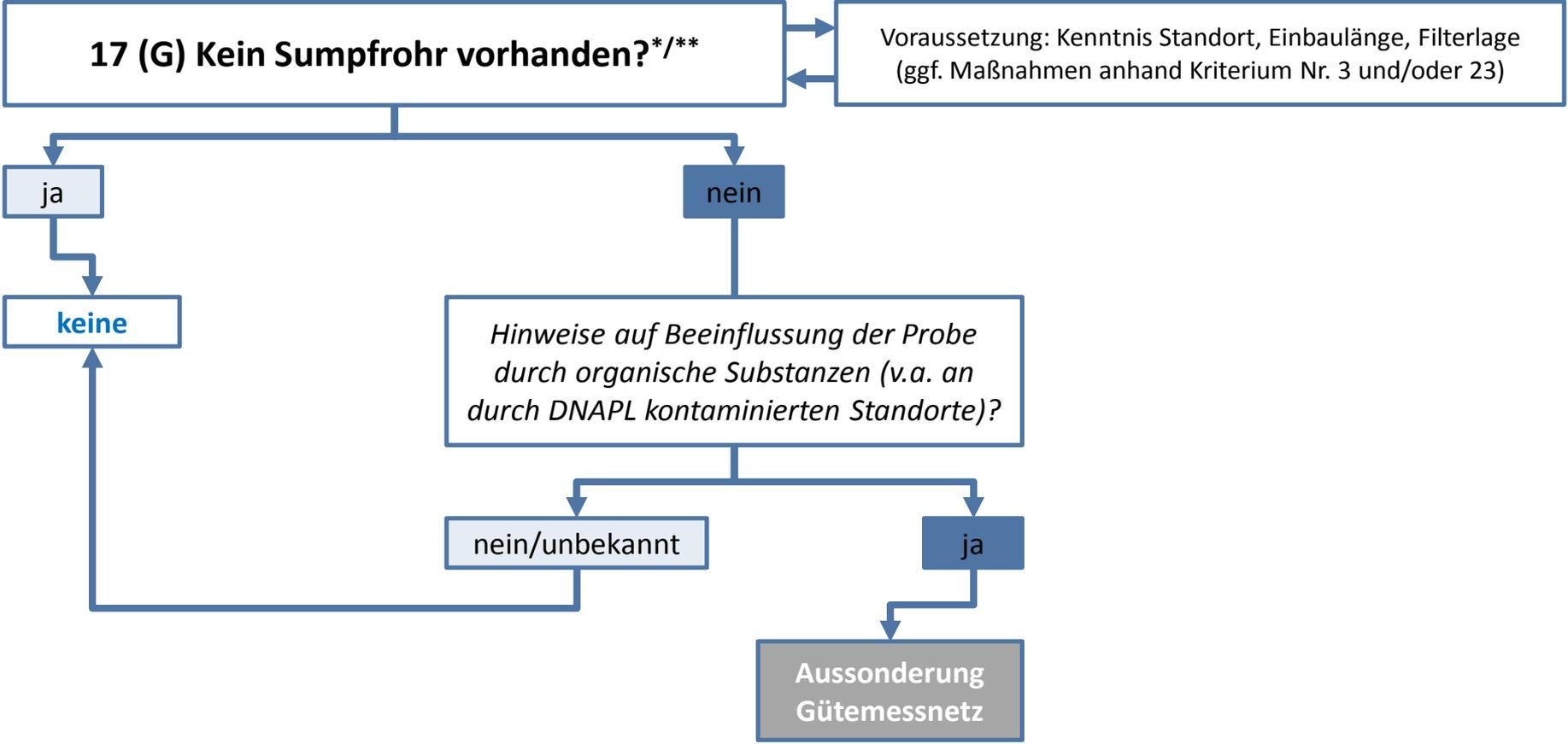
* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstellen

** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

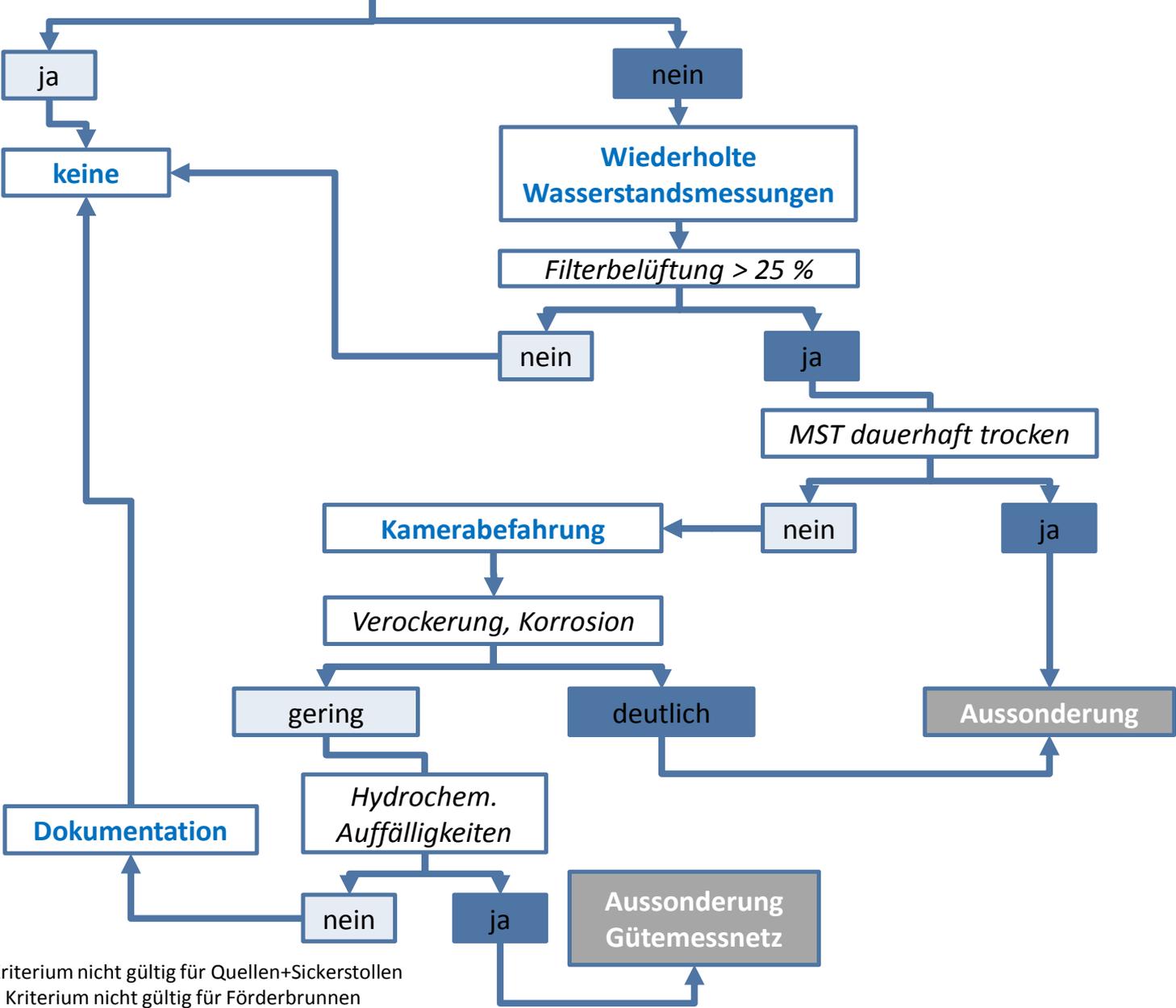
** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen



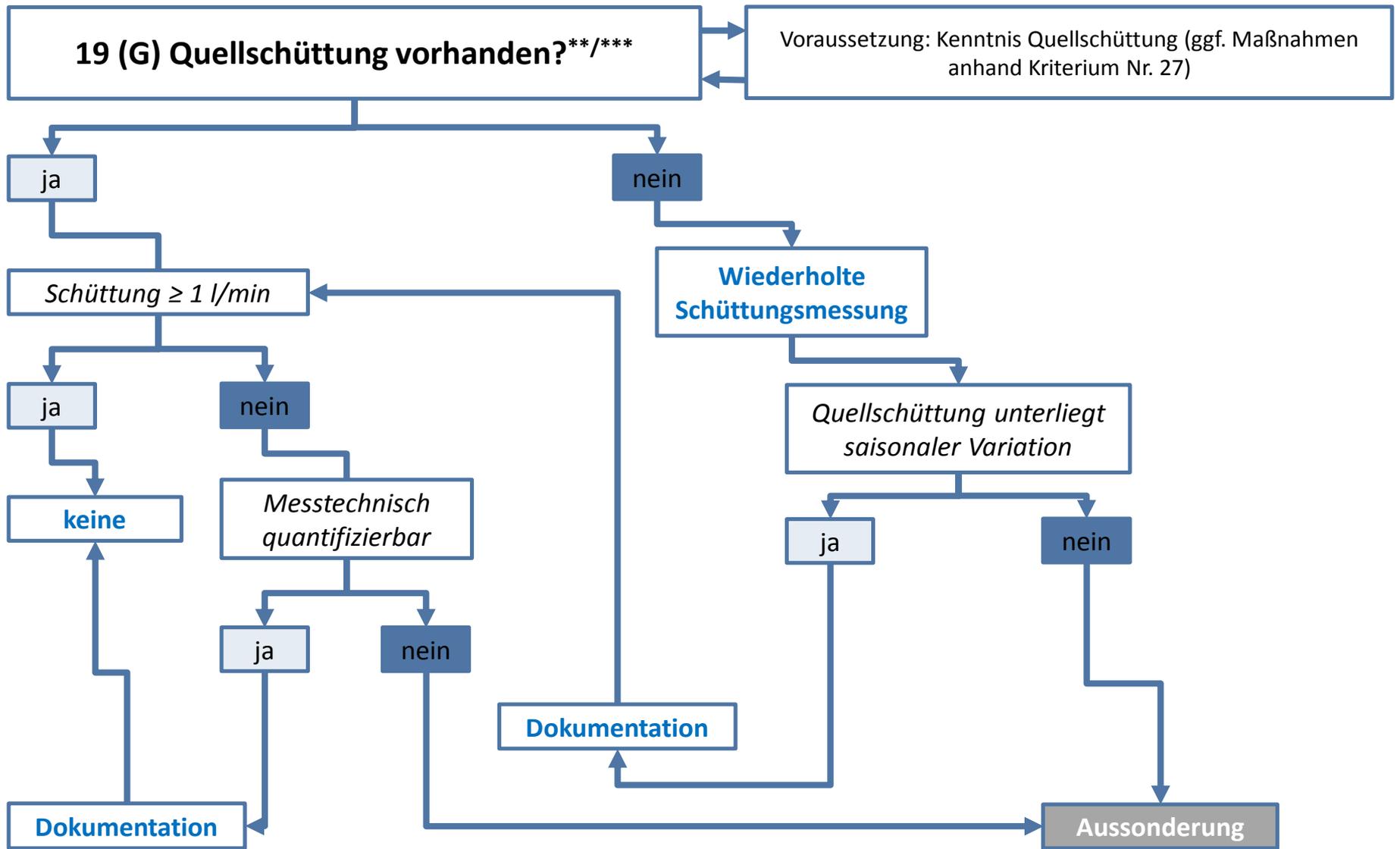
* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen
 ** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

18 (S/G) Ruhewasserspiegel oberhalb Filteroberkante (poröse GWL)*/**

Voraussetzung: Kenntnis Ruhewasserspiegel, Filterlage (ggf. Maßnahmen gemäß Kriterium 23 und/oder 27)



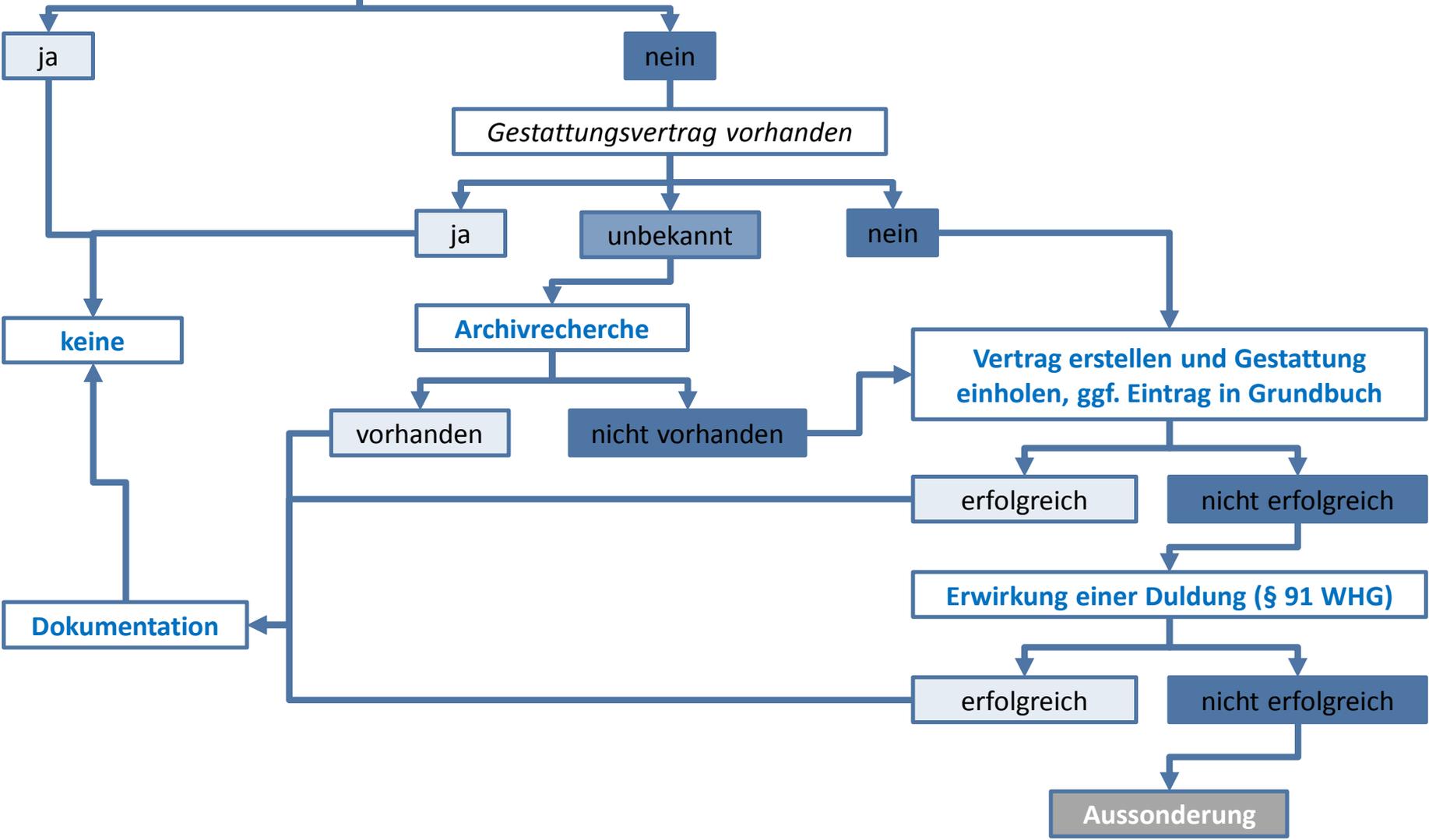
* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen
** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

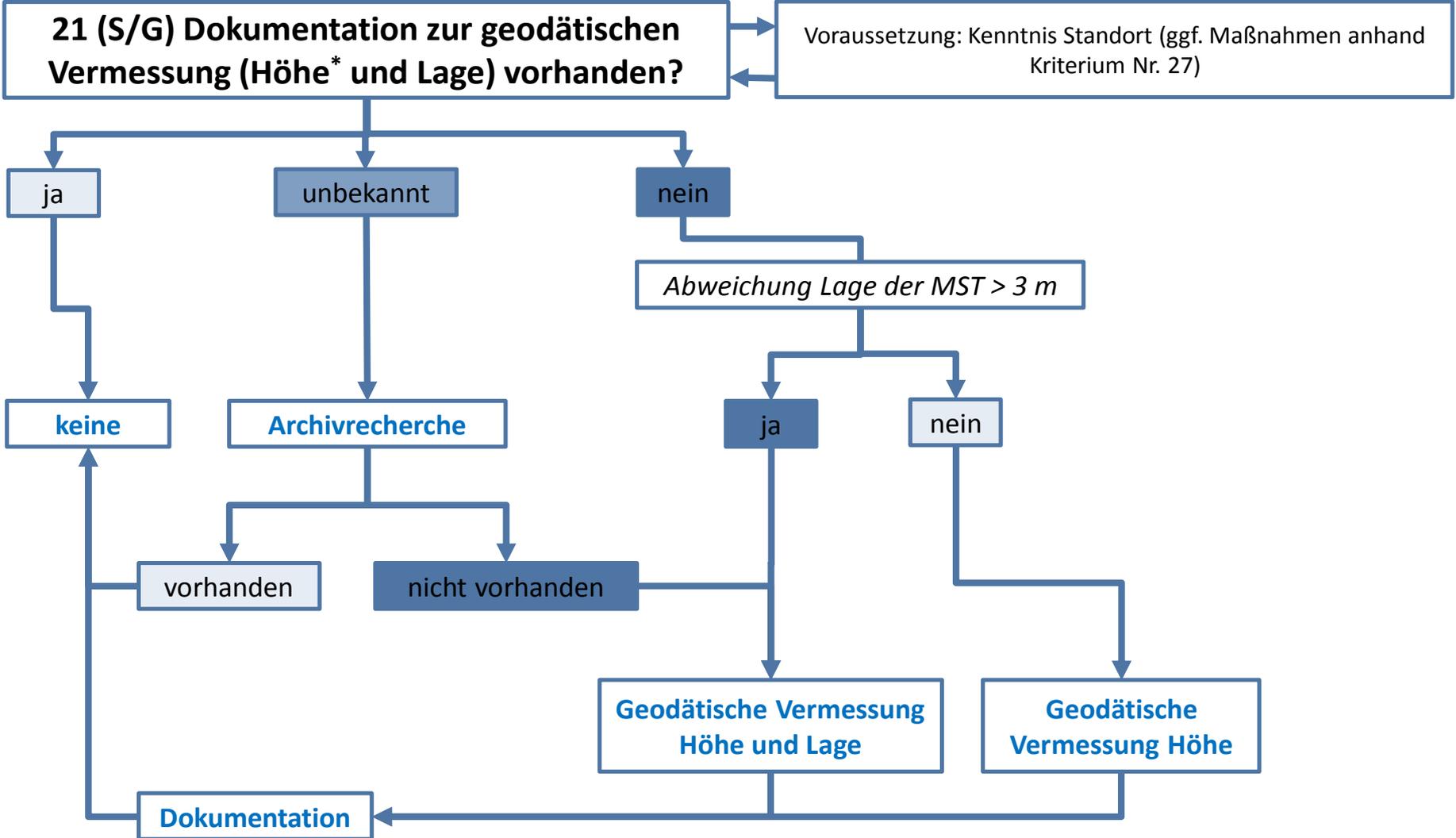


** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen
 *** Kriterium nicht gültig für Grundwassermessstellen

20 (S/G) Gestattungsvertrag vorhanden?

Kein Fremdgrundstück oder Betreibermessstelle

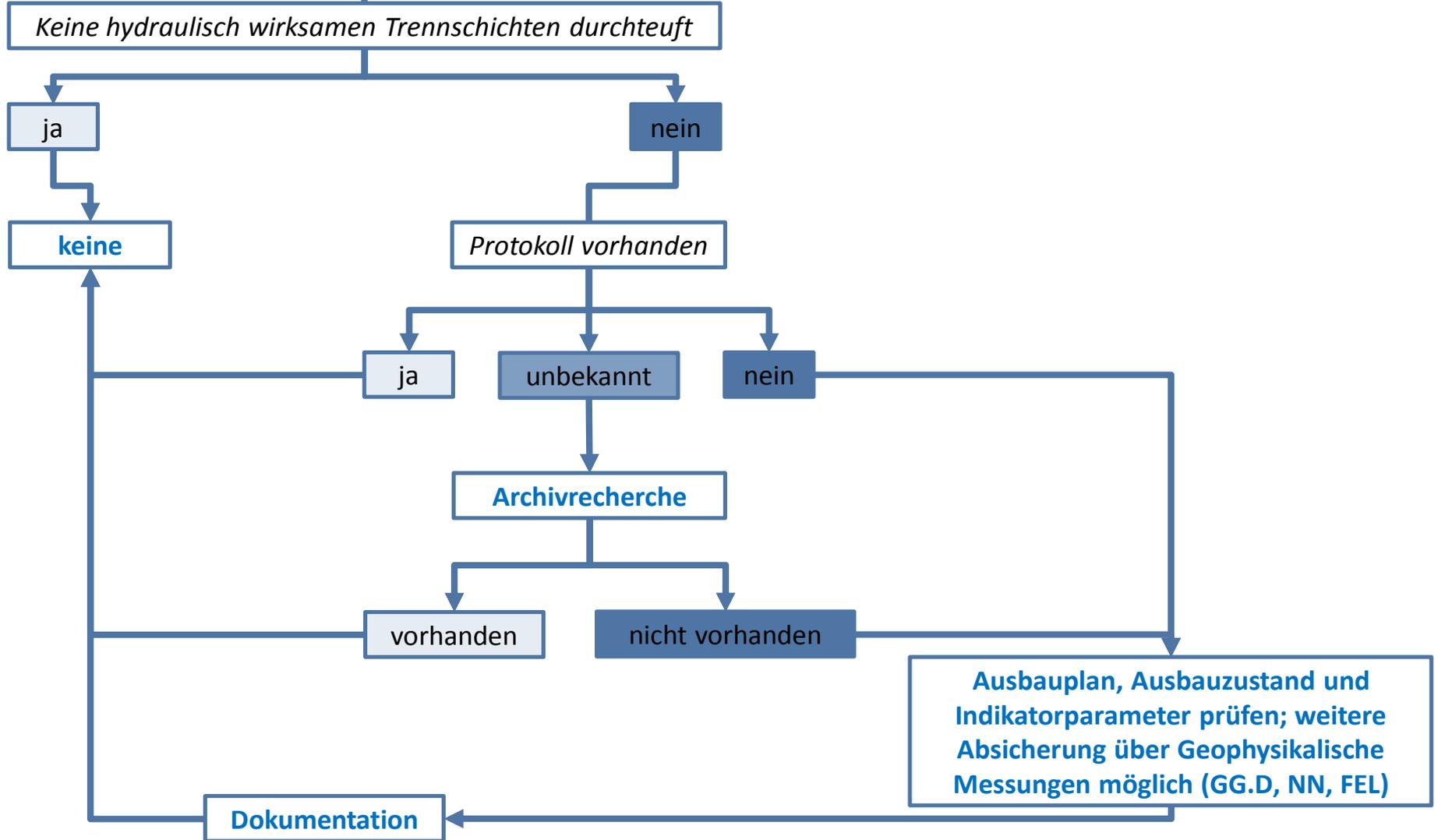




* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

22 (S/G) Dokumentation zur geophysikalischen Ausbaukontrollmessung vorhanden?*/**

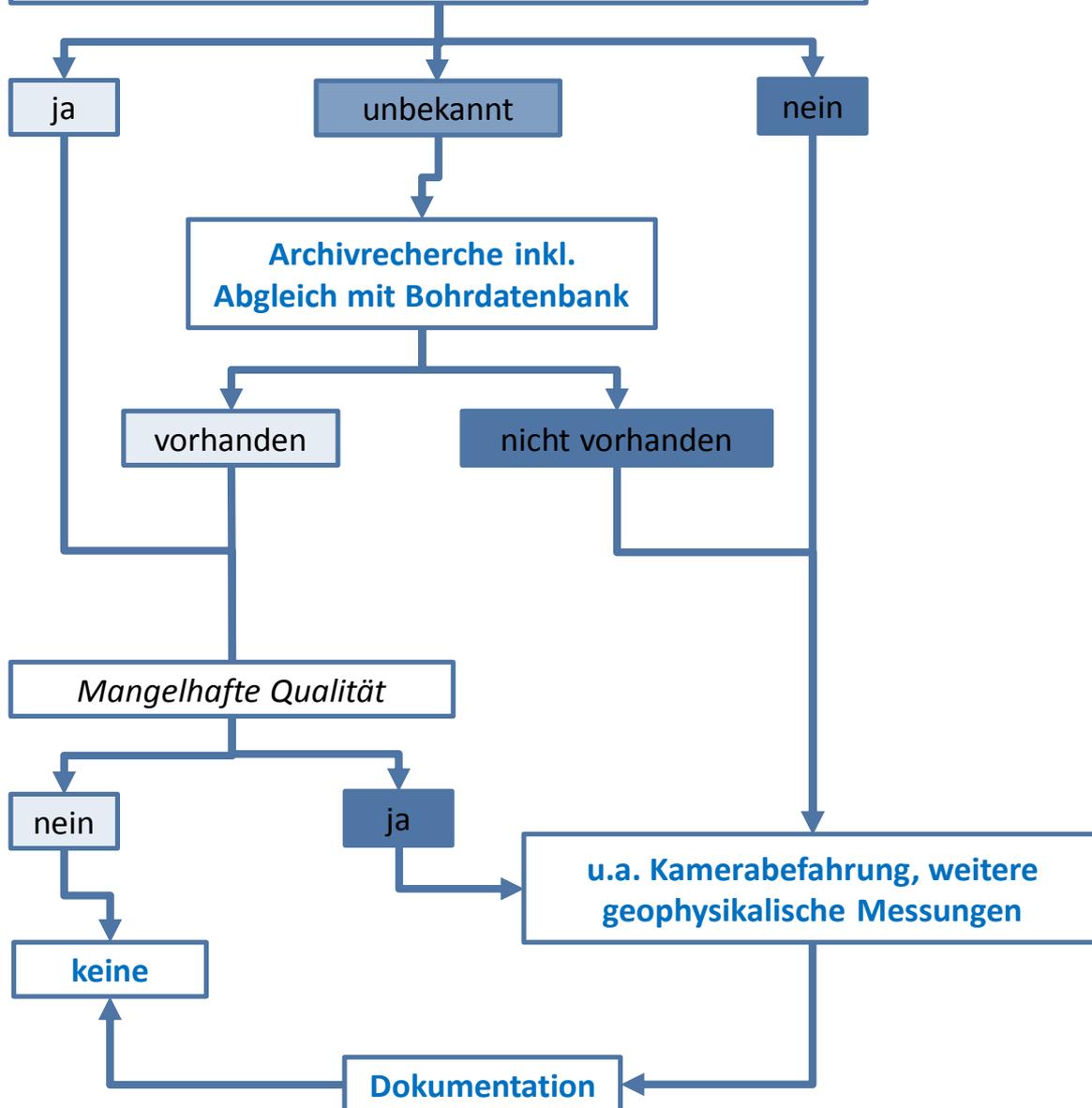
Voraussetzung: Kenntnis Lithologie
(ggf. Maßnahmen gemäß Kriterium 24)



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

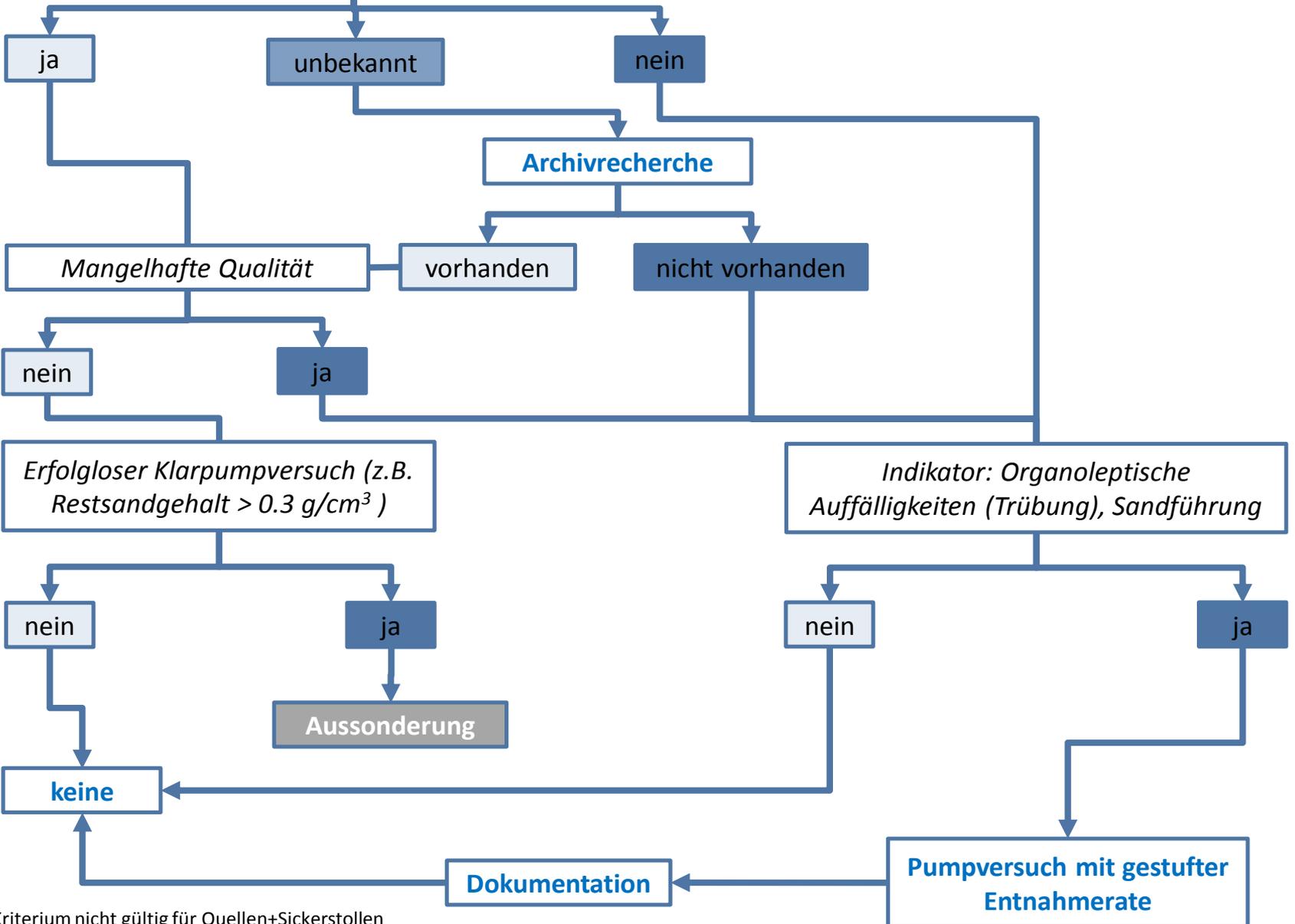
23 (S/G) Geologisches Schichtenverzeichnis, Ausbauplan vorhanden?*/**



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

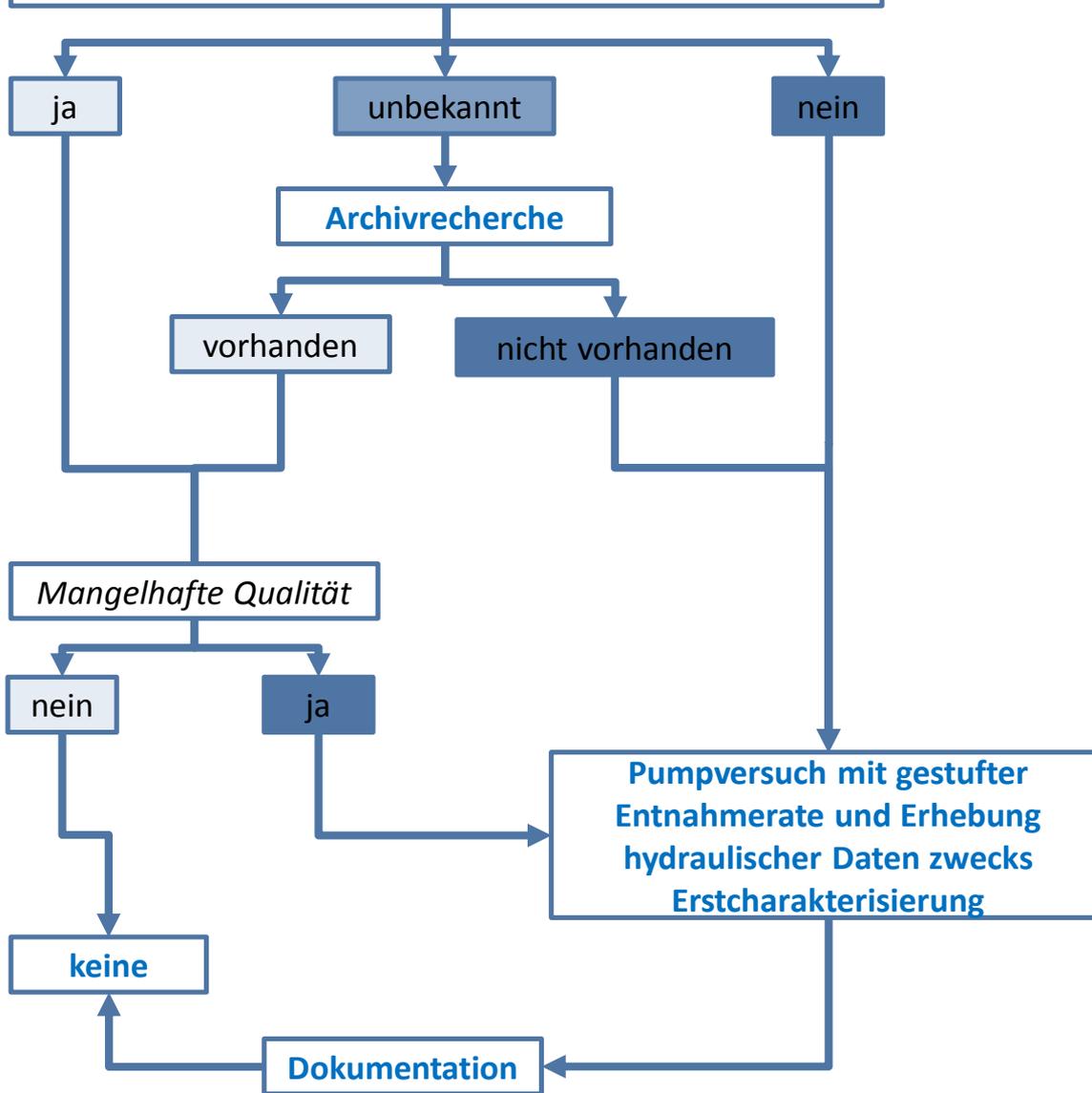
** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

**24 (S/G) Dokumentation Klarpumpen
vorhanden?*/****



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen
** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

25 (S/G) Dokumentation geohydraulischer Pumpversuch vorhanden?*/**



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

**26 (G) Dokumentation Erstbeprobung
vorhanden?**

ja

unbekannt

nein

Archivrecherche

vorhanden

nicht vorhanden

Mangelhafte Qualität

nein

ja

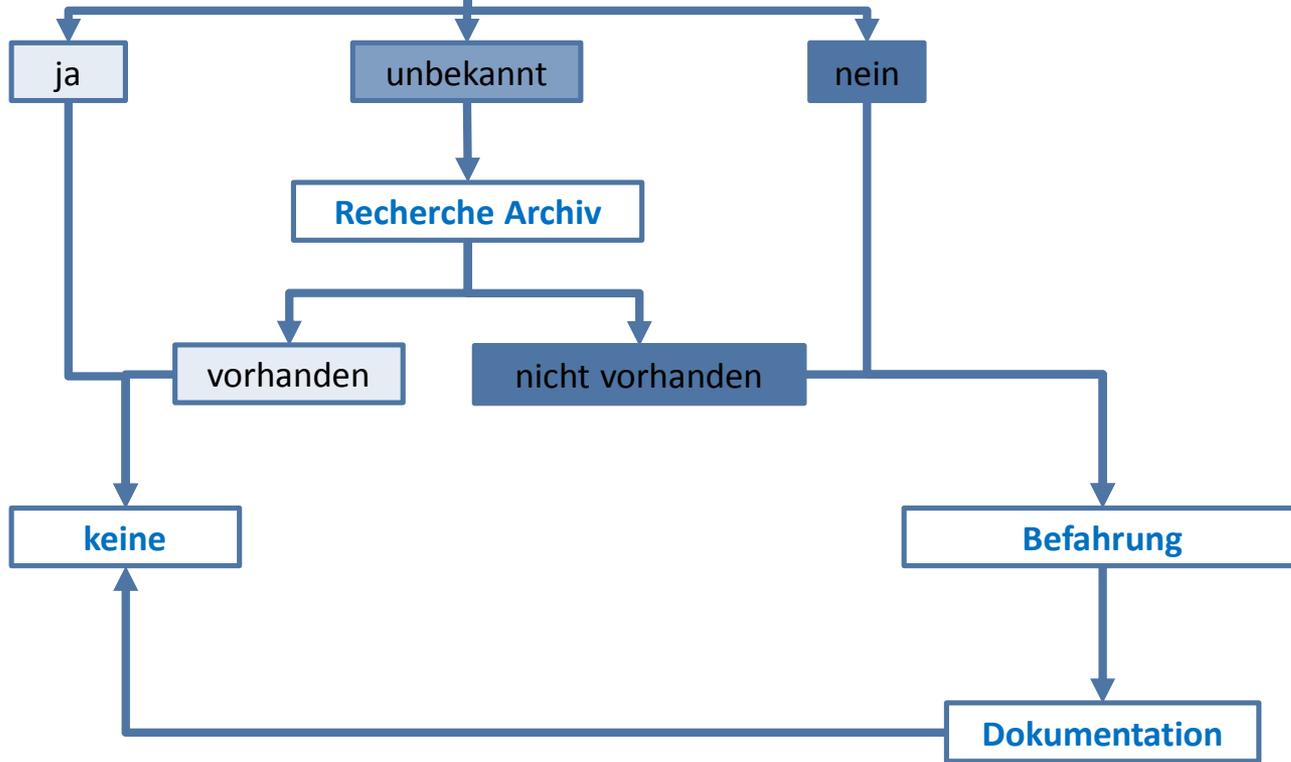
**Pumpprobe bzw.
Schüttungsprobe mit Erhebung
hydrochemischer Daten zwecks
Erstcharakterisierung**

keine

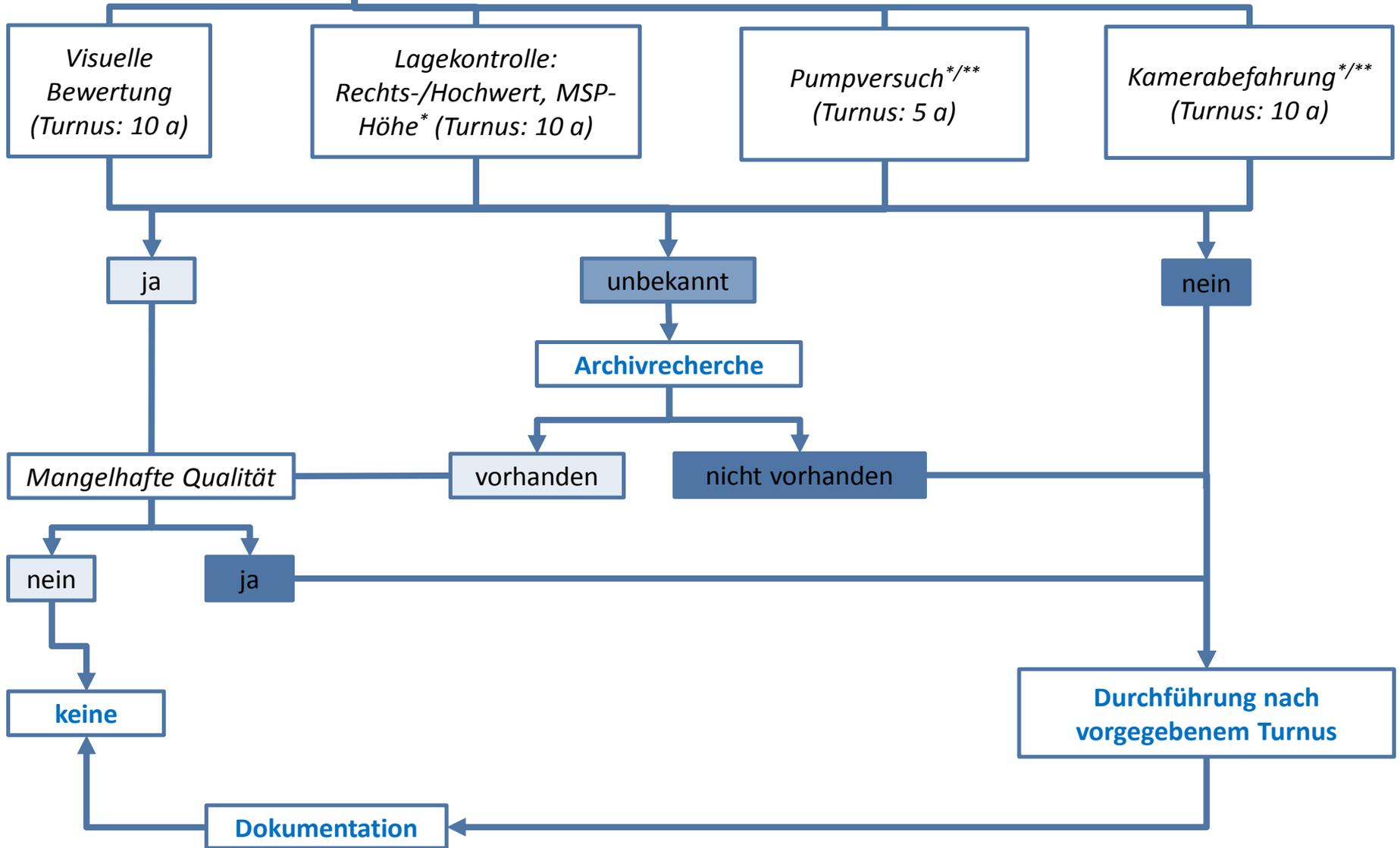
Dokumentation

27 (S/G) Vervollständigung der Bestandsunterlagen gegeben?

Relevante Angaben zur Messstelle (u.a. Ruhewasserspiegel/Schüttung, Landnutzung, fotografische Dokumentation des Standortes)

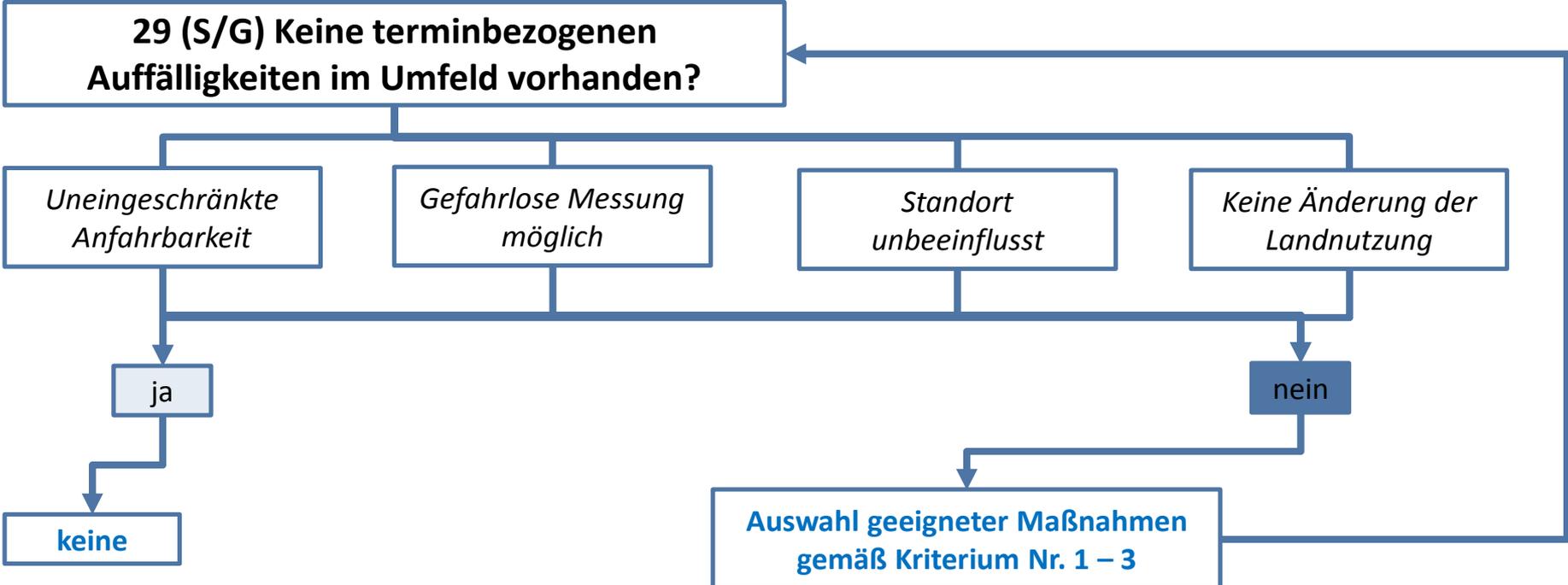


28 (S/G) Eignungsprüfung im vorgegebenen Turnus durchgeführt und dokumentiert?



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen



29 (S/G) Keine terminbezogenen Auffälligkeiten im Umfeld vorhanden?

Uneingeschränkte Anfahrbarkeit

Gefahrlose Messung möglich

Standort unbeeinflusst

Keine Änderung der Landnutzung

ja

nein

keine

Auswahl geeigneter Maßnahmen gemäß Kriterium Nr. 1 – 3

30 (S/G) Keine terminbezogenen Auffälligkeiten am Bauwerk vorhanden?

*Abschlussbauwerk regelgerecht**

ja

nein

keine

Auswahl geeigneter Maßnahmen gemäß Kriterium Nr. 5

Lage der MST um > 3 m abweichend und/oder Differenz zw. ROK und GOK > 5 cm

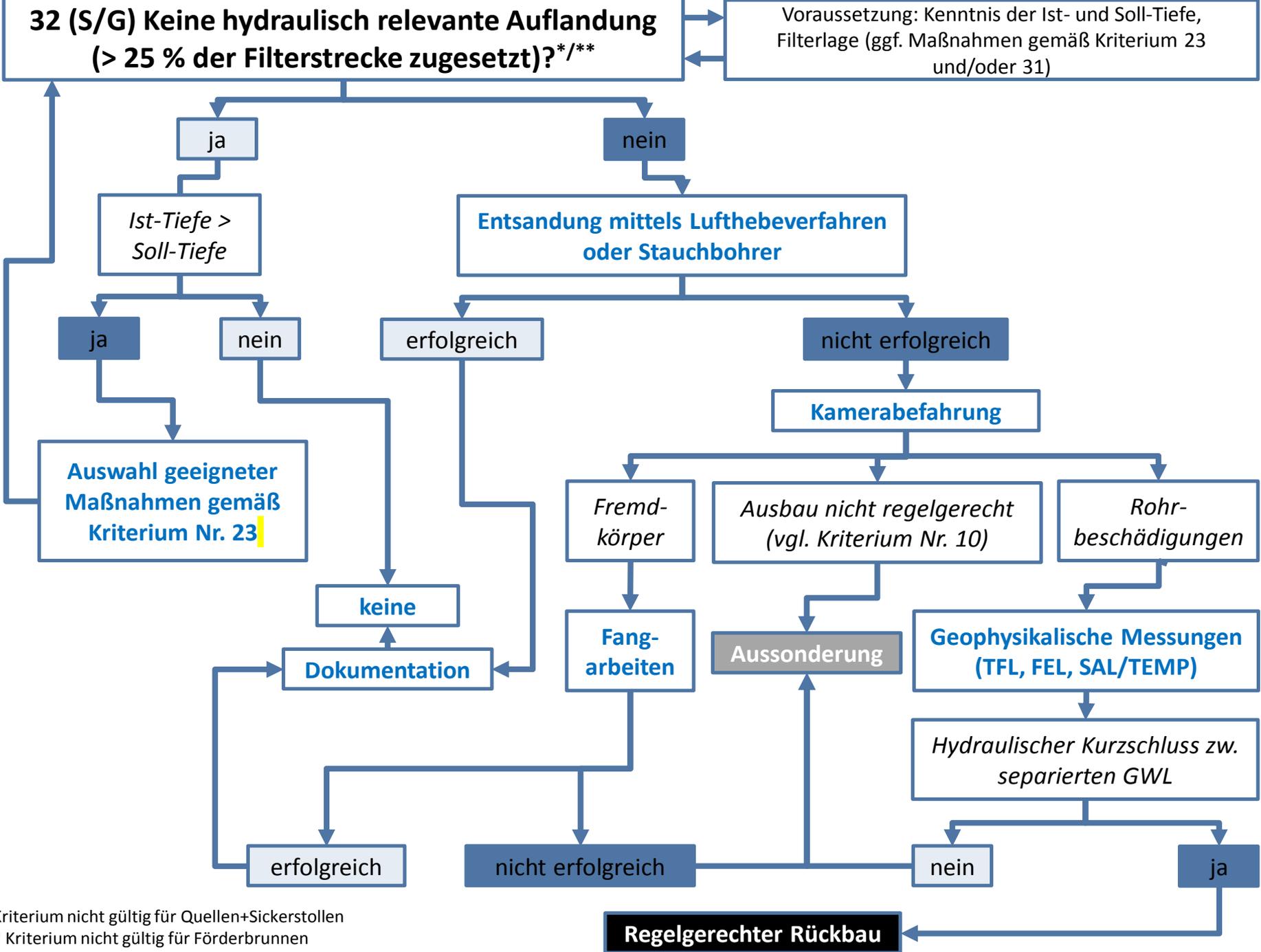
nein

ja

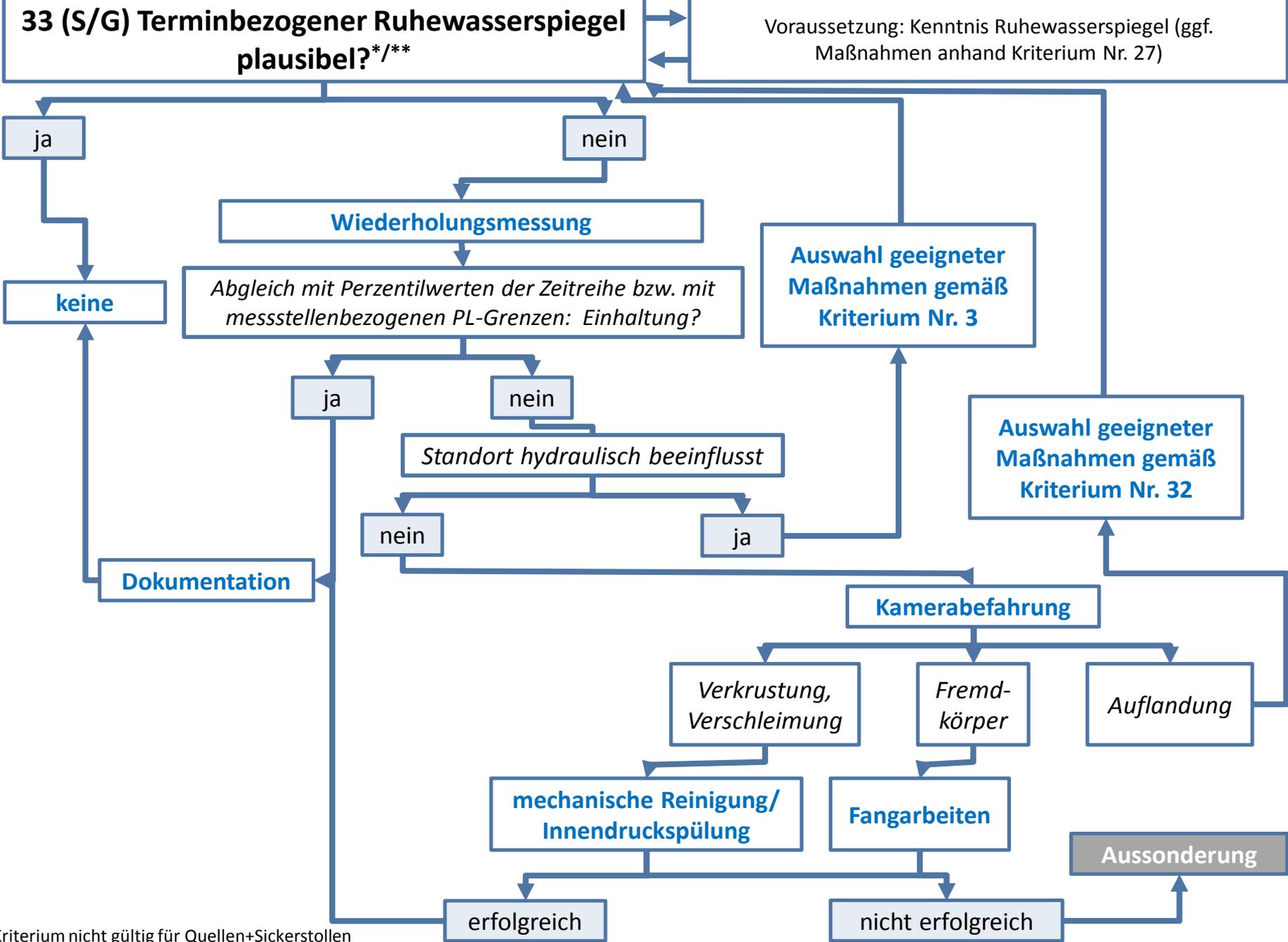
Geodätische Vermessung

Dokumentation

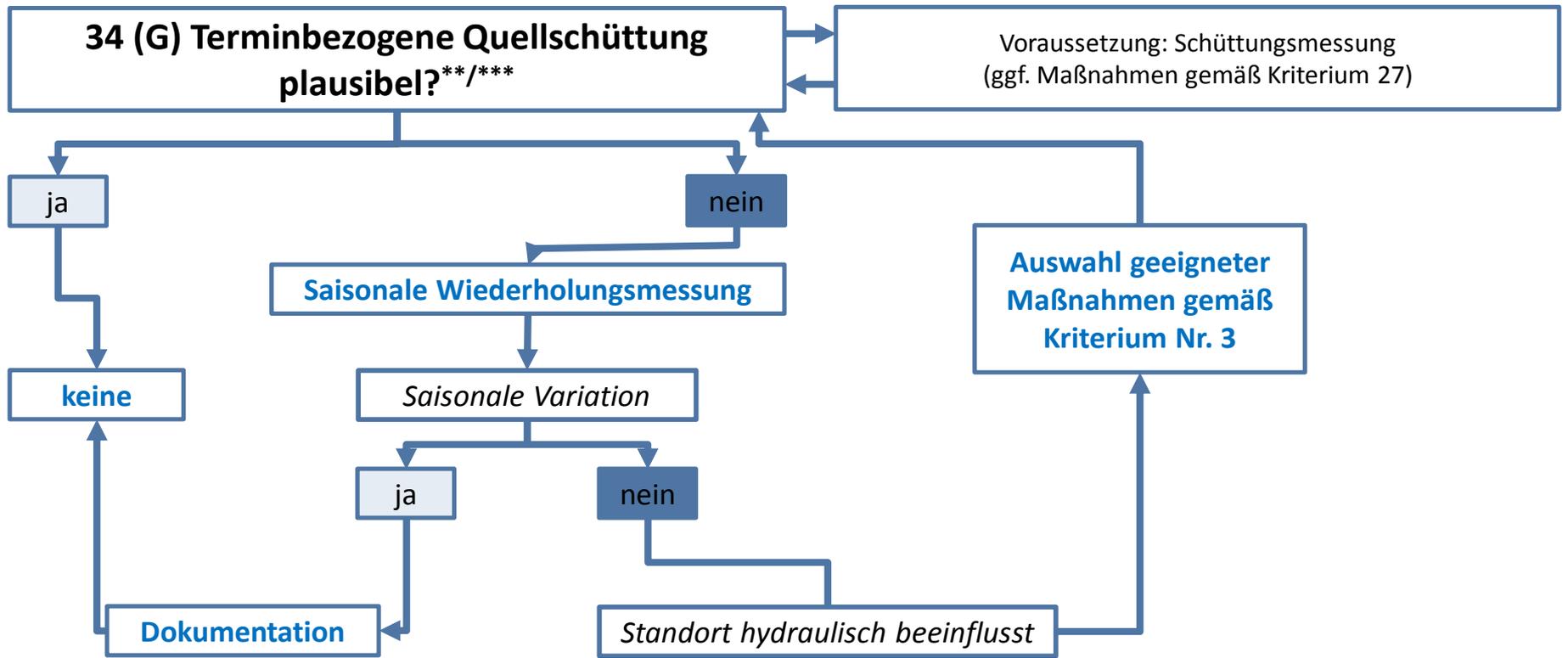
* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen
 ** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

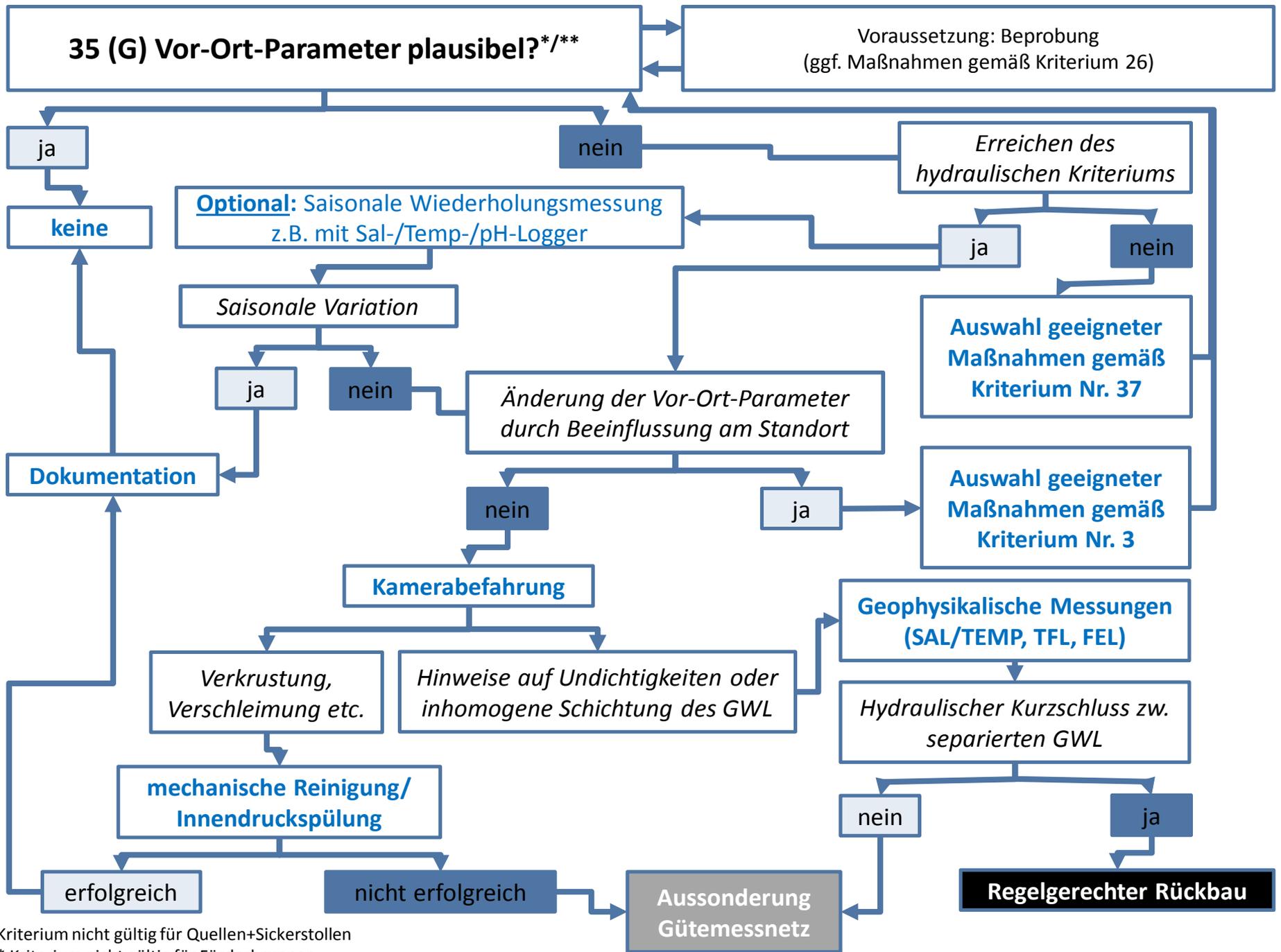


* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen
 ** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen



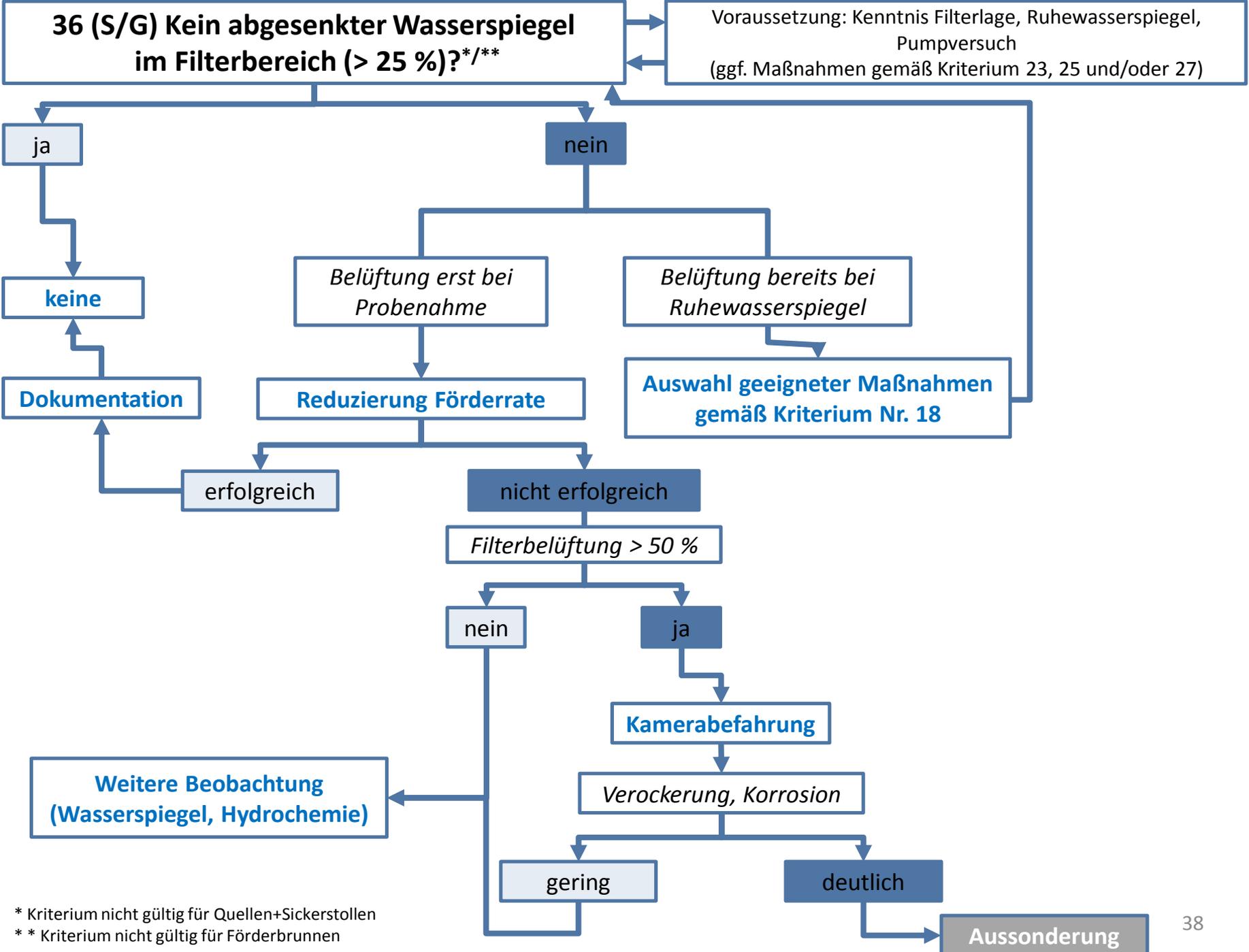
** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

*** Kriterium nicht gültig für Grundwassermessstellen

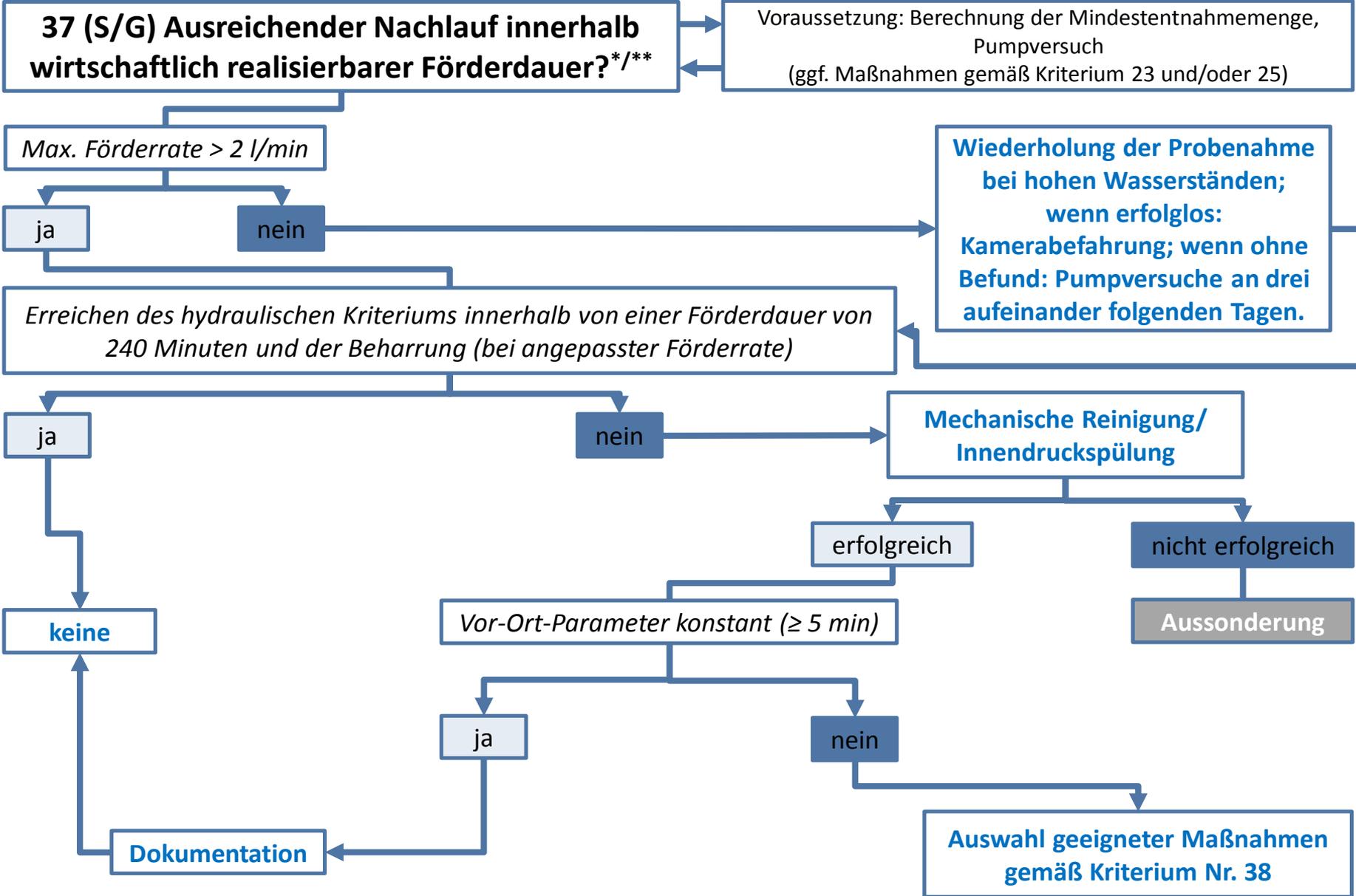


* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

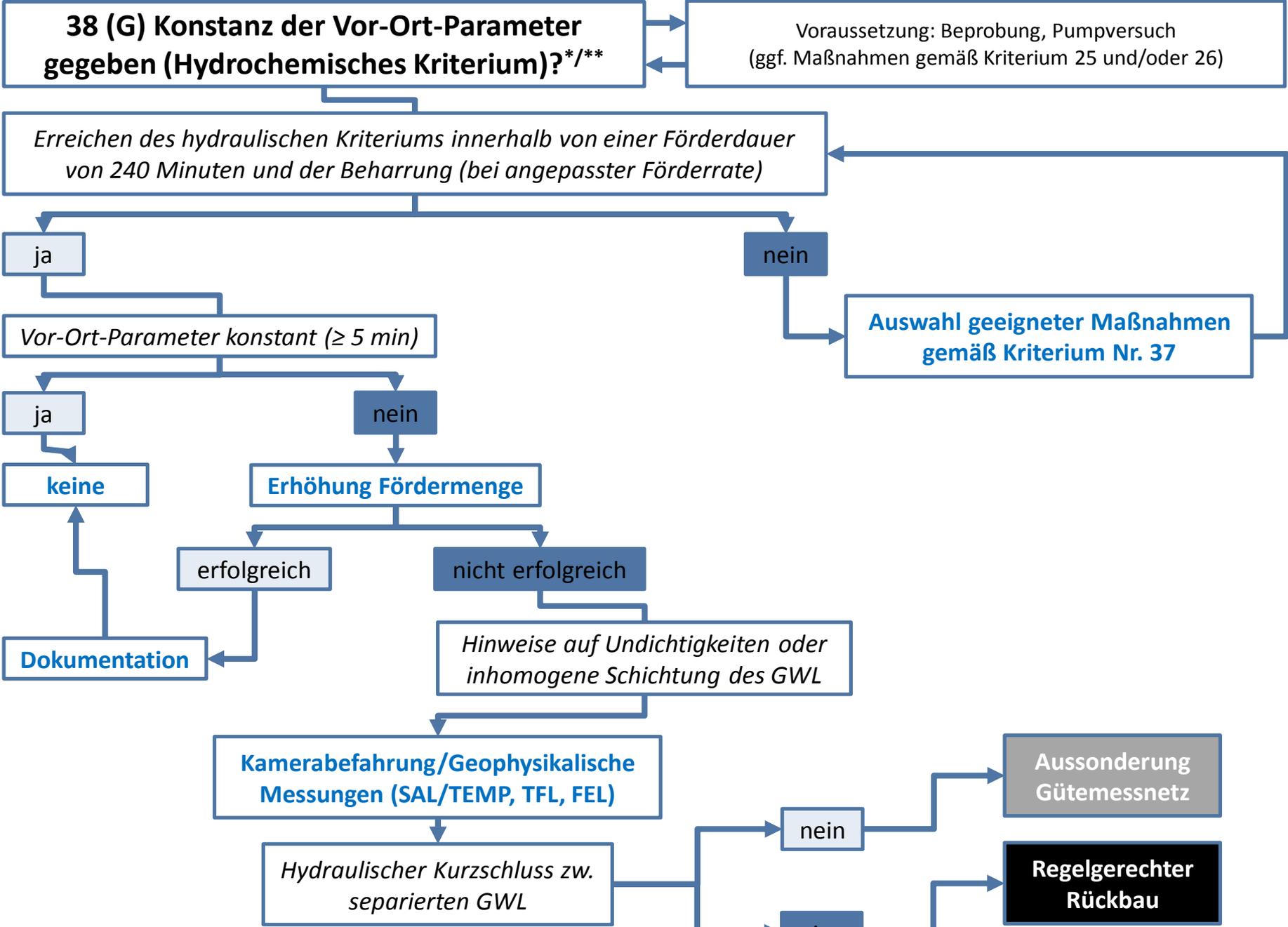
** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen



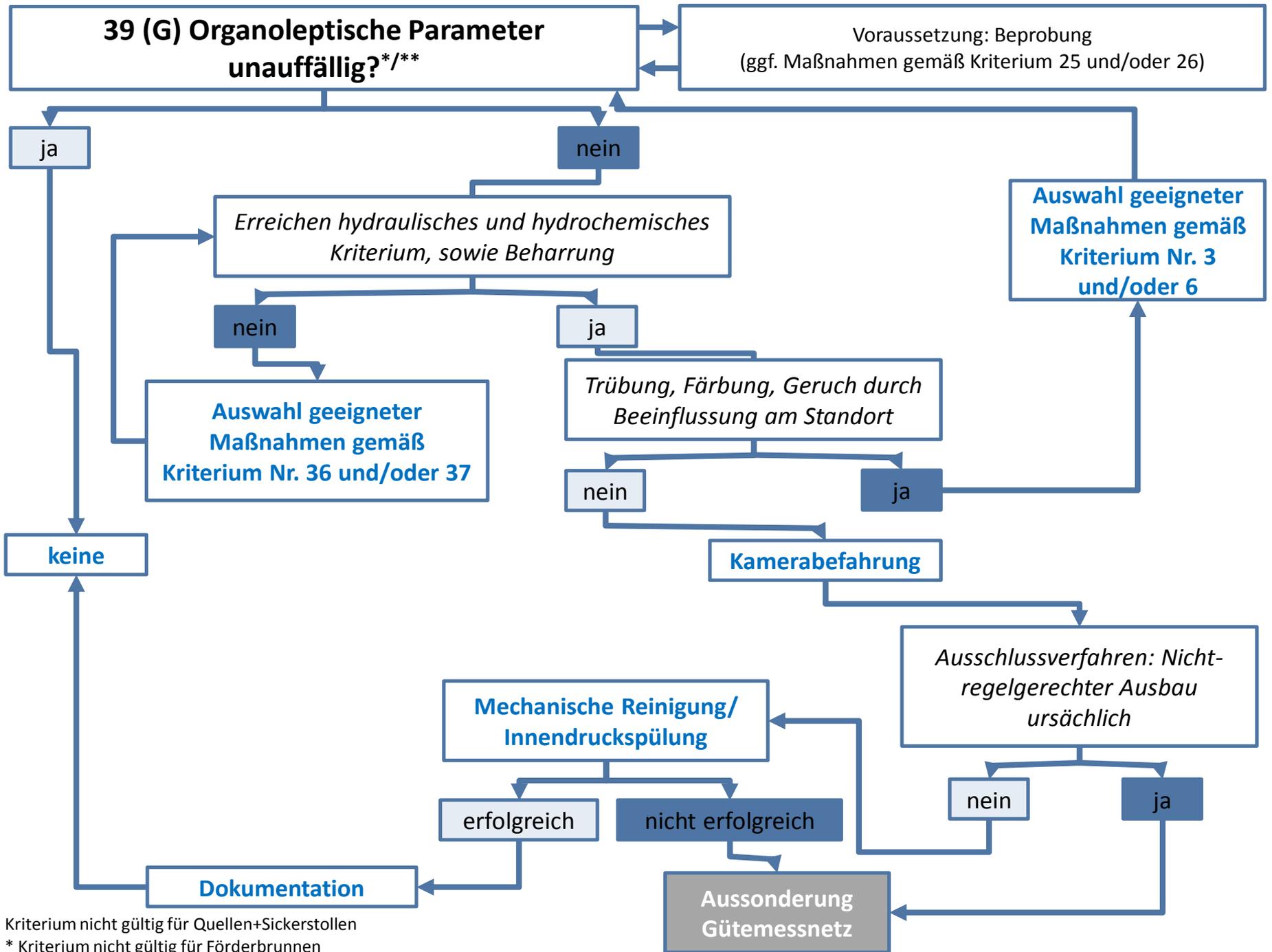
* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen
 ** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen
 ** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen
 ** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen



* Kriterium nicht gültig für Quellen+Sickerstollen

** Kriterium nicht gültig für Förderbrunnen

Anhang 2:

Überblick zu fachlichen Regelwerken der Verbände und Institutionen seit 1985 mit einer groben Klassifizierung im Hinblick auf die Eignung für den Leitfaden

(blau: sehr gut, hellblau: gut)

Titel	Herausgeber	Jahr	Kurzklassifizierung
DIN 38402-13: Probennahme aus Grundwasserleitern (A 13) (Entwurf)	Deutsches Institut für Normung (DIN) e.V.	2017	Entwurfsstadium, u. a. Hinweise zur Bewertung bzw. Auswahl vorhandener Messstellen
Sanierung und Rückbau von Brunnen, Grundwassermessstellen und Bohrungen W 135 (A) (Entwurf)	DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e.V.	2017	Detaillierte Übersicht mit vielen Anwendungsbeispielen im Anhang, primär: Rückbau
Merkblatt: "Funktionsfähigkeitsprüfungen an Grundwassermessstellen" (Entwurf)	Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung, Länder: SN, ST, BB, BE & Forschungseinrichtungen	2017	Entwurfsstadium, wird noch weitergehend bearbeitet
Risikobasiertes Grundwassermonitoring für Wasserschutzgebiete	DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e.V.	2016	Statistische Messnetzanalyse, speziell zugeschnitten auf die Aufgaben in Trinkwasserschutzgebieten
Sanierung und Rückbau von Grundwassermessstellen, Merkblätter zur Qualitätssicherung, Merkblatt Nr. 8	Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie, Hamburg	2015	keine weitergehenden Erkenntnisse im Vergleich zu den Schriften der Verbände
Leitfaden Grundwasserprobennahme	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz BW	2013	sehr detaillierte und umfangreiche Zusammenstellungen des aktuellen Standes der Technik
Merkblatt - Bau von Grundwassermessstellen	Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung, Länder: SN, ST, BB, BE sowie diverse Dritte Einrichtungen	2012	
Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen, DVGW / DWA-Arbeitsblatt W 129 (A) / A 908	DVGW / DWA e.V.	2012	allgemein gehaltener Überblick zu den Einsatzmöglichkeiten verschiedener Verfahren
Qualitätssicherungsmaßnahmen bei innovativen direkten/indirekten Probennahmeverfahren	LUGV Brandenburg	2010	für innovative Probenahme sehr detaillierte und wertvolle Hinweise
Grundsätze der Grundwasserprobennahme aus Grundwassermessstellen, DVGW-Arbeitsblatt W 112 (A)	DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e.V.	2011	Standardwerk mit Vorgaben zur Probennahme
Merkblatt - Rückbau von Grundwassermessstellen	Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung, Länder: SN, ST, BB, BE sowie diverse dritte Einrichtungen	2009	sehr detaillierte und umfangreiche Zusammenstellung des aktuellen Standes der Technik
Leitfaden Monitoring Grundwasser	Ministerium für Umwelt und Naturschutz NRW	2008	inkl. Mindestanforderungen an WRRL-Messstellen; nicht mehr aktuell
Bohrungen zur Erkundung, Beobachtung und Gewinnung von Grundwasser Technische Regel W 115	DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e.V.	2008	Standardwerk mit detaillierten technischen Angaben zu Bohr- und Erkundungsverfahren

Titel	Herausgeber	Jahr	Kurzklassifizierung
Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen - Zusammenstellung von Methoden (W 110)	DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e.V.	2005	sehr detaillierte Angaben zum Einsatz und zu den Grenzen der geophysikalischen Messverfahren
Messnetze zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Wassergewinnungsgebieten W 108	DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e.V.	2003	Hinweise zum technischen Betrieb von Überwachungsmessstellen
Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen, DVGW-Arbeitsblatt W 121	DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e.V.	2003	Standardwerk mit detaillierten technischen Angaben zu Ausbau von Grundwassermessstellen
Grundwasser - Empfehlungen zu Konfiguration von Messnetzen sowie zu Bau und Betrieb von Grundwassermessstellen (qualitativ)	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)	1999	Überblick mit allgemein gehaltenen Hinweisen zum Bau von Messstellen
Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen, DVGW-Arbeitsblatt W 135	DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e.V.	1998	detaillierte Übersicht mit vielen Anwendungsbeispielen im Anhang, primär: Rückbau
Empfehlungen zur Optimierung des Grundwasserdienstes (quantitativ)	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)	1999	grobe Übersicht zu Eignungsprüfungen von Grundwassermessstellen
Planung, Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen bei der Wassererschließung (W 111)	DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e.V.	1997	detaillierte Darstellung zu Durchführung und Auswertungsverfahren für Pumpversuche
Grundwasser - Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 3: Grundwasserbeschaffenheit	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)	1993	detaillierte, aber zumeist nicht mehr aktuelle Hinweise zur qualitativen GW-Beobachtung
Grundwasser - Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 4: Quellen	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)	1995	sehr detaillierte Hinweise zur Einrichtung und zum Betrieb von Quelfassungen
Grundwasser - Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 1: Grundwasserstand	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)	1982	erstmalige Zusammenstellung von Standards zum Betrieb von Grundwassermessstellen
Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen, DVGW-Arbeitsblatt W 121	DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e.V.	1988	Alte (zurückgezogene) Fassung der W 121 mit z. T. wertvollen Hinweisen (z. B. zum Ausbau im Lockergestein)
Grundwasser - Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 2: Grundwassertemperatur	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)	1987	ausschließlich auf Anforderungen zur Messung der Grundwassertemperaturen ausgerichtet
DIN 38402-13: Probennahme aus Grundwasserleitern (A 13)	Deutsches Institut für Normung (DIN) e.V.	1985	primär Hinweise zur PN, aber auch zum Betrieb der Messstellen

Anhang 3:

HygrisC-Maßnahmenkatalog

Die Kürzel in der ersten Hierarchieebene (s. 3. dritte Spalte) stehen für: F= Funktionsprüfung, EM = Einfache Maßnahme, KM = Komplexe Maßnahme, U= Untersuchung, EP = Einzelfallprüfung, SO = Sonstiges.

ID	M.-Art kurz	Maßnahmenart lang	Hierarchieebene 1	Hierarchieebene 2	Hierarchieebene 3	Beschreibung Maßnahme
1	F-Be-Al	F-Befahrung-Allgemein	F	Befahrung	Allgemein	Bestehende HygrisC-Maßnahmenart Ortseinsicht; Befahrung: Im Rahmen einer Eignungsprüfung oder auch einer Probenahme (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 Probenahme. Die grundsätzliche fachliche Eignung einer Messstelle als WRRL Messstelle (Wasserstand, Güte) ergibt sich auf der Grundlage der im QS-Leitfaden beschriebenen Qualitätsanforderungen. 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	Bestehende HygrisC-Maßnahmenart Auffüllversuch Prüfung einer Grundwassermessstelle auf Betriebstauglichkeit durch das Einbringen von Wasser
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).
15	F-Fr-Al	F-Freie_Durchgängigkeit-Allgemein	F	Freie_Durchgängigkeit	Allgemein	Prüfung erfolgt mittels eines an den Rohrinne Durchmesser angepassten Pumpendummy
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

ID	M.-Art kurz	Maßnahmenart lang	Hierarchieebene 1	Hierarchieebene 2	Hierarchieebene 3	Beschreibung Maßnahme
81	F-La-Re	F-Lagekontrolle-Rechts_Hoch	F	Lagekontrolle	Rechts_Hoch	einfache Erfassung der Koordinaten einer Messstelle durch ein GPS-Gerät
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
57	F-Ti-Al	F-Tiefenlotung-Allgemein	F	Tiefenlotung	Allgemein	Lotung der Messstellentiefe
8	F-Pu-De	F-Pumpversuch-Demonstrativpumpversuch	F	Pumpversuch	Demonstrativpumpversuch	Bestehende HygrisC-Maßnahmenart Demonstrativpumpversuch 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.
7	F-Pu-Ro	F-Pumpversuch-Routinepumpversuch	F	Pumpversuch	Routinepumpversuch	bevorzugter hydraulischer Funktionstest und zentraler Bestandteil einer einfachen Funktionsprüfung
88	F-Wa-Al	F-Wasserstand-Allgemein	F	Wasserstand	Allgemein	Messung des Ruhewasserspiegels bzw. der Schüttung im Rahmen einer Befahrung (Eignungsprüfung)
89	F-Pr-Al	F-Probenahme-Allgemein	F	Probenahme	Allgemein	Probenahme Labor zur Überwachung der Güte
28	EM-Be-Fa	EM-Beseitigung_Rohrhindernisse-Fangarbeiten	EM	Beseitigung_Rohrhindernisse	Fangarbeiten	Bergen von Fremdkörpern
29	EM-Ro-Fr	EM-Rohrhindernisse-Freischchnitt_Wurzeln	EM	Rohrhindernisse	Freischchnitt_Wurzeln	Freischnitt des Rohres bei Wurzeleinwuchs
11	EM-Id-Ke	EM-Identifizierbarkeit-Kennung_Anbringen	EM	Identifizierbarkeit	Kennung_Anbringen	Anbringen einer dauerhaften Kennung
27	EM-MS-Un	EM-MST_Abschluss-Unterflur	EM	MST_Abschluss	Unterflur	Instandhaltung des Unterflurausbaus. U.a. Reparatur/Installation eines Abflussrohres zur Entwässerung einer Unterflur-MST
23	EM-MS-Ab	EM-MST_Abschlusskappe	EM	MST_Abschluss	Abschlusskappe	Reparatur/Erneuerung einer Abschlusskappe
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

ID	M.-Art kurz	Maßnahmenart lang	Hierarchieebene 1	Hierarchieebene 2	Hierarchieebene 3	Beschreibung Maßnahme
24	EM-MS-St	EM-MST_Abschluss-Straßenkappe	EM	MST_Abschluss	Straßenkappe	Reparatur/Erneuerung einer Straßenkappe (Unterflur-MST)
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
58	EM-So-All	EM-Sonstiges-Allgemein	EM	Sonstiges	Allgemein	Sonstige einfache Maßnahmen z.B. Beseitigung Unrat an der Geländeoberfläche
12	EM-He-All	EM-Herstellen_Zugänglichkeit-Allgemein	EM	Herstellen_Zugänglichkeit	Allgemein	Herstellung der Zugänglichkeit z.B. durch Freischneiden
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
17	KM-Ne-All	KM-Neubau-Allgemein	KM	Neubau	Allgemein	Neubau einer Messstelle
22	KM-Re-In	KM-Regenerierung-Innendruckspülung	KM	Regenerierung	Innendruckspülung	Innendruckspülung
21	KM-Re-me	KM-Regenerierung-mechanische_Reinigung	KM	Regenerierung	mechanische_Reinigung	mechanische Reinigung mittels Bürsten und Kolben
16	KM-Rü-All	KM-Rückbau-Allgemein	KM	Rückbau	Allgemein	Regelgerechter Rückbau
39	U-Ge-All	U-Geophysik-Allgemein	U	Geophysik	Allgemein	umfasst verschiedene geophysikalische Messungen u.a. GG.D, NN, Bohrlochabweichungsmessung
82	U-Ge-Ko	U-Geophysik-Kontrolle_Ausbauzustand_Verdacht	U	Geophysik	Kontrolle_Ausbauzustand_Verdacht	Anlassbezogene geophysikalische Messung in der ausgebauten Messstelle zur Prüfung des Ausbauszustands, z.B. Muffenverbindungen, Tonabdichtung, Durchgängigkeit Filterschlitze, Fremdwasserzutritt (insbesondere bei konkretem Verdacht)
46	U-Ge-SA	U-Geophysik-SAL/TEMP	U	Geophysik	SAL/TEMP	Temperatur- bzw. elektrische Leitfähigkeits-Log, z.B. hydrochem. Tiefenprofil
83	U-Ge-Au	U-Geophysik-Ausbau-daten_nacherfassen	U	Geophysik	Ausbau-daten_nacherfassen	Geophysikalische Messung zur Nacherfassung fehlender Angaben zum Messstellenausbau und zur Stammdatenergänzung, z.B. Filterlage
38	U-Ka-al	U-Kamerabefahrung-allgemein	U	Kamerabefahrung	allgemein	Kamerabefahrung
84	U-Ka-Ro	U-Kamerabefahrung-Routineprüfung	U	Kamerabefahrung	Routineprüfung	Planmäßige Kamerabefahrung im Rahmen einer Eignungsprüfung zur Kontrolle von Alterungserscheinungen (Empfohlener Turnus: 10 a).

ID	M.-Art kurz	Maßnahmenart lang	Hierarchieebene 1	Hierarchieebene 2	Hierarchieebene 3	Beschreibung Maßnahme
85	U-Ka-Au	U-Kamerabefahrung-Ausbaudaten_nacherfassen	U	Kamerabefahrung	Ausbaudaten_nacherfassen	Kamerabefahrung zur Nacherfassung fehlender Angaben zum Messstellenausbau und zur Stammdatenergänzung, z.B. Filterlage / Filterausbau
86	U-Ka-Ko	U-Kamerabefahrung-Kontrolle_Ausbauzustand_Verdacht	U	Kamerabefahrung	Kontrolle_Ausbauzustand_Verdacht	Anlassbezogene Kamerabefahrung aufgrund eines Verdachtes auf Beschädigung.
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
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
18	SO-Au-All	SO-Aussonderung-Allgemein	SO	Aussonderung	Allgemein	Generelle Aussonderung der Messstelle aus dem WRRL-Messnetz oder aus dem LGD-Messnetz bzw. sonstige Messnetze
56	SO-Ei-All	SO-Einzelfallprüfung-Allgemein	SO	Einzelfallprüfung	Allgemein	Durch eine Einzelfallprüfung wird festgestellt, ob der Ausbau einer Messstelle den Anforderungen gemäß QS-Kriterien trotz Abweichungen zu den Regelwerken genügt.
87	SO-Er-All	SO-Ersatzmessstelle-Allgemein	SO	Ersatzmessstelle	Allgemein	Suchen einer Ersatzmessstelle
54	SO-Ge-All	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)
33	SO-He-All	SO-Herstellung_Sicherheit-Allgemein	SO	Herstellung_Sicherheit	Allgemein	Maßnahmen zur Herstellung oder Verbesserung der Arbeitssicherheit (ggf. unter "Einfache Maßnahmen - Sonstiges")
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)
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.

ID	M.-Art kurz	Maßnahmenart lang	Hierarchieebene 1	Hierarchieebene 2	Hierarchieebene 3	Beschreibung Maßnahme
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.
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.
49	EP-Me-Or	EP-Messdatenkontrolle-Organoleptik	EP	Messdatenkontrolle	Organoleptik	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.
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.

ANHANG 4:

DV-Konzept für die zukünftige Dokumentation von Qualitätskontrollen, festgestellten Mängeln und erforderlichen Maßnahmen

Auftraggeber:

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Ansprechpartner:

Dr. Sabine Bergmann
Peter Gaschick-Wolff
Martin Staedtler

Bearbeitung:



ahu AG Wasser Boden Geomatik, Aachen

Ansprechpartner:

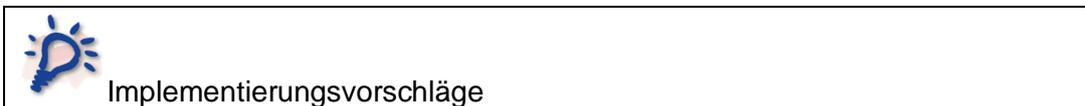
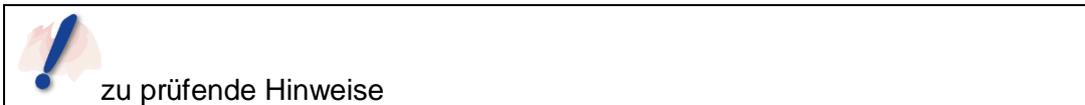
Wolfgang Kappler (w.kappler@ahu.de)
Jochen Köhne (j.koehne@ahu.de)

Vorbemerkungen

Das vorliegende Dokument unterbreitet konkrete Vorschläge für die Anpassung bestehender und die Implementierung neuer DV-Elemente zur Qualitätskontrolle der WRRL-Grundwassermessnetze in Nordrhein-Westfalen.

Es bildet den Anhang 4 des „Leitfadens zur Anwendung von Qualitätsanforderungen an Grundwasserstands- und -gütemessstellen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Nordrhein-Westfalen“. Dieser wurde im Rahmen des Projektes „Ist-Analyse, Ermittlung und Beseitigung von Defiziten und Einführung einer Qualitätskontrolle der WRRL-Grundwassermessnetze Nordrhein-Westfalens“ durch die HYDOR Consult GmbH erarbeitet.

Folgende Markierungen werden verwendet:



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Einleitung	3
2 Anforderungen an das kleine DV-Konzept	3
3 Fachtechnischer Abriss	4
4 Nicht funktionale Anforderungen, allgemeine Ergebnisse der Analyse	5
5 Akteure, Rollen und Berechtigung	6
6 Funktionale Anforderungen / Anwendungsfälle	8
7 Anpassungen bestehender Datenobjekte	9
7.1 Anpassungen im Bereich Funktionsprüfungen und Maßnahmen zur Sicherung/Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit	11
7.1.1 Bestehendes Element „Monitoringstatus“	11
7.1.2 Bestehendes Element „WRRL_Eignung“ aus Stammdaten	13
7.1.3 Bestehendes Element „Turnus“ aus Stammdaten	14
7.1.4 Bisheriges Element „Untersuchungen“	15
7.1.5 Spezifizierte Qualitätsanforderungen für die Maßnahmen/Funktionsprüfungen	16
7.1.6 Implementierungsvorschlag Maßnahmen/Funktionsprüfungen	19
7.2 Anpassungen im Bereich Eignungsprüfung	24
7.2.1 Anpassungen im Bereich Messstellen-Stammdaten	28
7.2.2 Anpassungen im Bereich Dokumente	32
7.2.3 Anpassungen im Bereich Probennahmedaten und Wasserstandsmessungen	35
8 Auswertungen zur Funktions- und Eignungsprüfung	36
8.1 Auswertung QS WRRL Liste der Messstellen mit Monitoringstatus und Handlungsbedarf	37
8.2 Weitere Auswertungen	38
9 Literatur / Mitgeltende Unterlagen	39

1 Einleitung

Die Messnetze zur Überwachung der Verpflichtungen gemäß Wasserrahmenrichtlinie (hier: GrwV §9 Abs.1) erfüllen einen wichtigen Dienst zur Überwachung des guten mengenmäßigen und chemischen Zustandes der Grundwasserkörper. Sie spielen daher eine zentrale Rolle für das Grundwassermonitoring.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes sollen Konzepte zur Verbesserung der Qualitätskontrolle an den WRRL-Grundwasser-Messnetzen erarbeitet werden. Dies betrifft auch die bestehenden Datenverarbeitungsverfahren und Prozesse zur Verwaltung der Grundwassermessstellendaten.

Ziel des vorliegenden DV-Konzeptes ist es, einen angemessenen technischen, organisatorischen und inhaltlichen Vorschlag zu entwickeln, mit dem die Qualitätskontrolle der Messstellen optimal und praktikierbar unterstützt wird, so dass eine effiziente Verbesserung des Messnetzes erreichbar wird. Dabei liegt ein Hauptaugenmerk darauf, bereits bestehende IT-Komponenten und organisatorische Rahmenbedingungen angemessen zu berücksichtigen.

2 Anforderungen an das kleine DV-Konzept

Das kleine DV-Konzept für das Datenmanagement dient

- der Dokumentation der Organisationsabläufe,
- der Dokumentation der Maßnahmen,
- der Fortschreibung des Messstellenzustandes und
- der Abbildung eines digitalen Workflows.

Ziel ist es, die Erfüllung der Eignungskriterien für das WRRL – Messnetz in HygrisC dokumentieren zu können.

Funktionsprüfungen, festgestellte Mängel und der Stand der Maßnahmenumsetzung sollen erfasst werden können. Der Anspruch an die Datendokumentation und Rückführung bzw. Rückführbarkeit in die Grundwasserdatenbank gilt auch für die Ergebnisse der Arbeiten des vorliegenden Projekts. Die Implementierung ist jedoch nicht Gegenstand des Vorhabens.

Des Weiteren gilt:

- Die Regeln des ELWAS Soll-Konzeptes sollen eingehalten werden.
- Die wesentlichen Anwendungsfälle sollen identifiziert und dokumentiert werden.
- Ein Architekturvorschlag soll erstellt werden.
- Die Interaktion mit HygrisC soll beschrieben werden.

- Die „Empfehlungen zur Konzeption kleiner DV-Verfahren“ des MKULNV NRW (Stand 08/2014) sind zu beachten.
- Die Schnittstellen zu HygrisC auf Datenbankebene müssen durch PostgreSQL bestimmt werden.
- Das LANUV-Konzept für die Beschreibung der Systemarchitektur der IT-Konferenz 2011, UAG (4) Software-Dokumentation ist zu berücksichtigen.

Entsprechend diesen Vorgaben werden folgende Ergebnisse erwartet („Grobollkonzept“ im Sinne der Anlage 2 der Ausschreibung):

- Beschreibung von Fachobjekten/Fachdatenmodellen,
- Grundlegende Beschreibungen von Masken/Bedienelementen,
- Inhalte der Messstellendokumente / Formulare,
- Systemeinführungs-/Migrationskonzept,
- Anforderungsanalyse mit einer Liste der nicht funktionalen Anforderungen und Beteiligten/Akteure, die beim späteren Betrieb etwas mit dem IT-Verfahren zu tun haben,
- die Beteiligten sind mit einer kurzen Rollenbeschreibung zu dokumentieren,
- funktionale Anforderungen und Anwendungsfälle sind auszuarbeiten.

Folgende Arbeitspakete ergeben sich aus der Leistungsbeschreibung

Bestandsaufnahme der Infrastruktur rund um HygrisC in Bezug auf obige Zielstellung im Hinblick auf Technik, Organisationsabläufe/Prozesse und Fachinhalte (Mechanismen in Produktion bzw. in Planung, mögliche bzw. nicht zulässige Mechanismen, Bestehendes Objekt-/Datenmodell).

Analyse der Anforderungen (funktionale bzw. nicht-funktionale Anforderungen, Akteure, Zielbild) aus fachtechnischer Sicht zur Validierung der Erfordernisse im Hinblick auf eine sinnvolle fachliche und technische Einpassung der Empfehlungen.

Grobollkonzeption von Datentransfermechanismen und Spezifikation der gutachterseitigen Komponenten sowie ggf. erforderlicher Anpassungen auf Seiten von HygrisC gemäß der „Empfehlungen für die Konzeption bei kleineren DV-Verfahren“.

Das Fachkonzept dokumentiert die Herleitung von der Zielsetzung über die Anforderungsanalyse bis zum Grobollkonzept im Sinne „Empfehlungen für die Konzeption bei kleineren DV-Verfahren“.

3 Fachtechnischer Abriss

Im Rahmen des Projektes sind Grundwassermessstellen hinsichtlich ihrer Funktionstüchtigkeit und Eignung für das jeweilige WRRL-Grundwassermessnetz zu prüfen. Dieser Zustand (baulicher Zustand, Eignung und Funktionsfähigkeit, erforderliche Maßnahmen und durchgeführte Maßnahmen sowie deren Ergebnis) ist zu

dokumentieren, so dass die erbrachten Tätigkeiten nachvollzogen werden können und die Qualität der Informationen zu den Grundwassermessstellen und der Maßnahmen steigt. In Folge sollten auch die Auswertungen zum Grundwasserzustand verbesserte Ergebnisse liefern, um schließlich eine bessere Handhabe für die qualitätsgesicherte und repräsentative Überwachung des Grundwassers gemäß den Zielen und Anforderungen der Grundwasserverordnung und Wasserrahmenrichtlinie zu erhalten.

Die zu transportierenden Informationen können z.B. kategorisiert werden in

1. unveränderliche Informationen (z.B. Messstellen-Identifikator),
2. Korrektur/Aktualisierung bestehender Einträge (z.B. Lage, Behebung eines bestehenden Mangels) und
3. neue Einträge (z.B. neue Begehung, Probennahme, neuer Mangel).

Gegenstand der Betrachtung sind folgende Daten:

- Stammdaten (Bezeichnung, Koordinaten, Ausbaudaten, Lage etc.),
- Begehungsprotokoll/-Dokumentation (Begehungsbedingungen, Vor-Ort-Bedingungen, Fotos, Lageplan etc.),
- Technischer Zustand, Funktionstüchtigkeit und Beprobbarkeit/Monitoringfähigkeit der Messstellen,
- Fachliche Eignung der Messstellen für das WRRL-Messnetz,
- Prüfung und Aufnahme in das / Ausschluss aus dem jeweiligen WRRL-Messnetz,
- Probennahmen und Messungen an der Messstelle,
- Funktionsprüfungen,
- Festgestellte Mängel und daraus abzuleitende geplante Maßnahmen und
- Dokumentation der Maßnahmen und des Maßnahmenergebnisses und ggf. des weiteren Handlungsbedarfs.

4 Nicht funktionale Anforderungen, allgemeine Ergebnisse der Analyse

Neben der Gewährleistung einer ausreichenden Detaildokumentation strebt das vorliegende DV-Konzept v.a. auch ein angemessenes und robustes Prozessmodell an. Besonderer Aufmerksamkeit bedürfen die Daten, die an bestehende Sachverhalte anknüpfen bzw. diese fortführen (z.B. Dokumentation der Durchführung neuer Maßnahmen zur Behebung bestehender Mängel).

Im Rahmen der Anforderungsanalyse wurden typische technische Möglichkeiten zur Datenerhebung und zum Transfer hinsichtlich ihrer Eignung geprüft:

- Datenerfassung mit Office-Bordmittel und Datensablonen (z.B. Formatierte Vorstrukturierte CSV-, Excel-Dokumente o.ä.),
- Eingabe von Daten/Informationen in eine HygrisC-fremde Erfassungsinstanz auf eigenem PC und anschließendem Transfer an das LANUV,

- Eingabe von Daten/Informationen in eine Erfassungsinstanz auf zentralem Server,
- Direkte, zentrale Eingabe von Informationen in HygrisC für autorisierte Bereiche.

Als Ergebnis der Analyse kann festgelegt werden, dass:

- die Daten weiterhin direkt in HygrisC eingegeben werden sollen (gebunden an Schreibrechte);
- alternativ dazu die bestehenden Importschnittstellen für Stammdaten, Grundwasserstände, Probennahmen und Analytikergebnisse weiterhin genutzt werden können (CSV, XML);
- für zusätzliche Importschnittstellen auf vergleichbare einfache Formate gesetzt werden soll, da diese mit vorhandenen Werkzeugen seitens der Datenlieferanten bedient werden können;
- mobile Datenerfassung derzeit nicht betrachtet werden muss.

5 Akteure, Rollen und Berechtigung

Akteure und vornehmliche Aufgaben bei Begehungen, Messdatenerhebung und Datenmanagement können wie in Tabelle 1 beschrieben werden.

Tabelle 1: Akteure und Aufgaben

Akteur	Aufgaben Messdatenerhebung / Datenmanagement
LANUV FB 52 GW-Management	Koordinierung WRRL-Monitoring, Datenpflege und Qualitätssicherung in HygrisC
LANUV FB 56 WaWi Datenverbund	Datenmanagement, HygrisC
LANUV FB 51 (Hydrologie, Messnetz)	Wasserstandsmessung, Durchführung von Funktionsprüfungen, Dokumentation von Mängeln, Mängelbehebung, Datenpflege
LANUV Abt. 6 Zentrale Umweltanalytik Labor (Probennahme, Analytik)	Probenehmer, Bereitstellung von LIMS Daten, Probendaten und Probennahmeinformationen
Bezirksregierungen	Datenpflege (WRRL-Messstellen/Messnetz)
Kommunen	Datenpflege, sofern berechtigt
Externe Dienstleister, Labore, Bohrfirmen / Messstellensanierer	Probenehmer und Datenlieferanten, keine direkte Pflege in HygrisC

Tabelle 2 weist die Schreibrechte aus. Sie gelten für alle Daten, die zu einer Messstelle gehören (z.B. Stammdaten, Wasserstände, Probennahme/Analytik, Dokumente)

Tabelle 2: Tabelle Akteure und Schreibrechte (X)

	Landesei- gene (/LGD-) Messstellen	Betreiber- messstellen von Massen- lieferanten	Messstellen Kommunen	Sonstige Be- treibermess- stellen
LANUV	X	X	(X für WRRL- MST)	(X für WRRL- MST)
Bezirksre- gierungen	(X für WRRL- MST)	(X für WRRL- MST) Neue anlegen	(X für WRRL- MST)	(X für WRRL- MST)
Kommunen			X	X nach Zu- ständigkeit gemäß ZustVU [8]

Systeme

Die in Tabelle 3 verzeichneten Systeme sind für den Projektgegenstand relevant.

Tabelle 3: Relevante DV-Systeme

System	Relevanz
HygrisC	Datenführendes System für die Grundwasserdaten und zur Bewertung des Messstellenzustandes
LIMS	Datenlieferndes System für Probennahmen, Analytik und Probenabbruch
ELWAS	Zentrales IT-Verfahren, das die Regeln für die nachrangigen Systeme vorgibt
Geodin	Datenführendes System für die originalen Ausbaudaten und zur Generierung von Ausbauplänen und Schichtenverzeichnissen

6 Funktionale Anforderungen / Anwendungsfälle

Im Rahmen der Anforderungsanalyse wurden die in **Tabelle 4** gelisteten Anwendungsfälle zusammengetragen.

Tabelle 4: Anwendungsfälle

Nr.	Anwendungsfall	Stammdaten	Dokumente	Wasserstand	Wasserqualität	Maßnahmen/Funktionsprüfung	Akteure
1	Pflege Stammdaten inkl. Eignungsdaten	X					Schreibberechtigte
2	Übernahme Stammdaten aus Begehungsergebnissen	X					Schreibberechtigte
3	Pflege von Dokumenten		X				Schreibberechtigte
4	Pflege Probennahmedaten/Abstiche (nach Beprobung/Messung) oder Einspielen Daten Dritter			X	X		Schreibberechtigte
5	Planung Maßnahmen/Funktionsprüfungen					neu	FB 52, FB 51
6	Pflege durchgeführter Maßnahmen/Funktionsprüfungen					neu	FB 52, FB 51
7	Ausgabe Messstellendokument für Probenehmer	X	X	X	X	X	HygrisC Nutzer, Probenehmer, ggf. Dritte
8	Auswertungen für die Funktions- und Eignungsprüfung	neu	neu	neu	neu	neu	FB 52, FB 51, Bez.Reg., Probenehmer

7 Anpassungen bestehender Datenobjekte

Im Zentrum der Anpassungen stehen alle Elemente, die zum Komplex Funktionsprüfung und Eignung inkl. der dafür erforderlichen Dokumentationen gehören. Gemäß DVGW W 129 (A) [7] umfasst die Eignungsprüfung an Grundwassermessstellen (Wasserstandsmessung und/oder Probennahme) sowohl die grundsätzliche Zweckmäßigkeit (Eignung) als auch die aktuelle Funktionstüchtigkeit.

Um die Eignung und Tüchtigkeit der Messstellen sicherzustellen, sind Funktionsprüfungen und Maßnahmen zu planen, durchzuführen und auf auswertbare Art zu dokumentieren. Ist eine Messstelle gemäß festgesetzter Qualitätsanforderungen für ein (WRRL-) Messnetz grundsätzlich geeignet, so ist in einem weiteren Schritt ihre Funktionstüchtigkeit routinemäßig oder auch anlassbezogen zu prüfen. Die Prüfung kann im Rahmen von routinemäßigen Messungen, Probennahmen oder expliziten Funktionsprüfungen erfolgen.

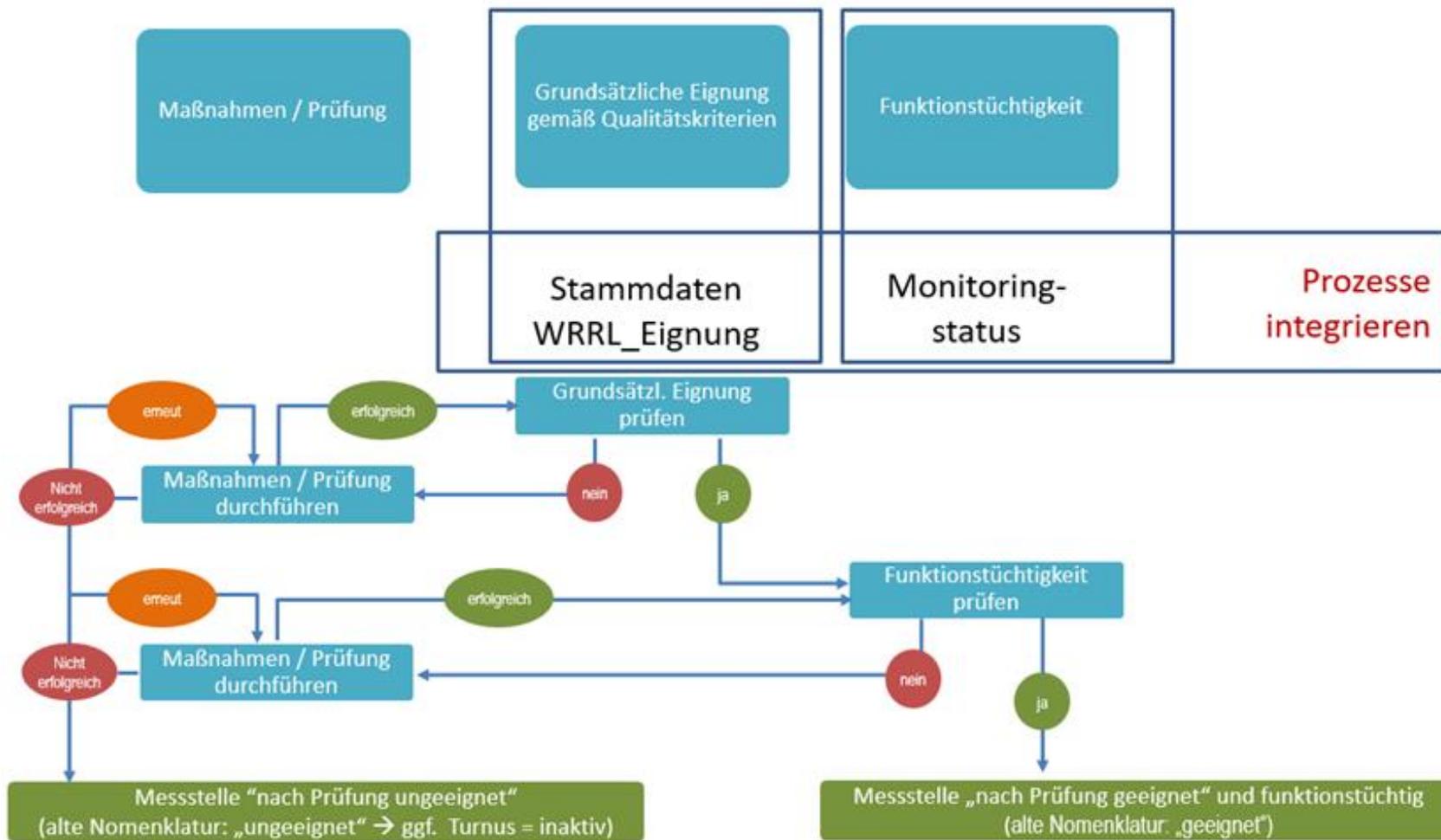
Funktionsprüfungen und Maßnahmen werden dabei in der Regel solange geplant und durchgeführt bis Klarheit darüber besteht, ob die Messstelle für das Messnetz geeignet ist oder nicht (s. **Abbildung 1**). Hinweise auf einen möglichen Handlungsbedarf sind in geeigneter Form in den Prozess der Qualitätsprüfung einzubeziehen, damit die Instandhaltung des Messnetzes optimal organisiert werden kann.

Da Maßnahmen / Funktionsprüfungen für die Qualitätskontrolle des WRRL-Messnetzes in einer neuen Ausführlichkeit in HygrisC abgebildet werden sollen, macht das Konzept Vorschläge, wie bereits bestehende Strukturen aufgewertet werden können. In der Regel geht es dabei um Ergänzung der vorhandenen Elemente im Sinne der Integration isolierter Dokumentationsstränge (Turnus, Eignung und Messstellenstatus). Im Falle redundanter Strukturen wird auch deren fachlich korrekte Auflösung vorgeschlagen. Ein durchgreifendes Refactoring soll dabei vermieden werden.

In diesem Konzept werden vorgeschlagene Anpassungen in folgender Reihen-

folge beschrieben und jeweils in  → Implementierungsvorschlägen zusammengefasst:

- Bereich Funktionsprüfung / Maßnahmen zur Sicherung oder Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit
- Bereich Eignung der Messstellen nach Qualitätsanforderungen (Stammdaten),
- Weitere Bereiche der Stammdaten,
- Bereich Probennahme inkl. Pumpversuche,
- Auswertungen.



➤ **Abbildung 1:** Zusammenhang zwischen grundsätzlicher Eignung, Funktionstüchtigkeit und Maßnahmen/Funktionsprüfungen

7.1 Anpassungen im Bereich Funktionsprüfungen und Maßnahmen zur Sicherung/Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit

7.1.1 Bestehendes Element „Monitoringstatus“

Im Rahmen der Probennahme wird durch die Abt. 6 des LANUV bereits erfasst, wenn ein Probennahmeabbruch erfolgt. Um sprachliche Kollisionen mit der WRRL-Eignung zu umgehen, wird vorgeschlagen, die bestehenden Schlüsselbezeichnungen zu ändern gemäß **Tabelle 5**.

Tabelle 5: Monitoringstatus: neue Schlüsselbezeichnungen im Vergleich zum bisherigen Messstellenstatus:

sv_name (alt)	se_text (alt)	se_beschreibung (alt)	sv_name (neu)	se_text (neu)	se_beschreibung (neu)
mst_status	Messstelle geeignet	Messstelle (wieder) geeignet	mon_status	monitoringfähig	Messstelle (wieder) monitoringfähig
mst_status	vorübergehend ungeeignet	Messstelle ungeeignet auf Grund eines Abbruchs der Probennahme	mon_status	vorübergehend nicht monitoringfähig	Messstelle nicht monitoringfähig aufgrund eines Abbruchs oder Messausfalls
mst_status	weiterhin ungeeignet	nach fachlicher Prüfung: Messstelle weiterhin ungeeignet	mon_status	weiterhin nicht monitoringfähig	nach fachlicher Prüfung: Messstelle weiterhin nicht monitoringfähig

Durch einen Probennahmeabbruch wird der Monitoringstatus in HygrisC auf „vorübergehend nicht monitoringfähig“ gesetzt. Der Monitoringstatus wurde bisher v.a. hinsichtlich der Beprobbarkeit für die Güte benutzt (HygrisC Tabelle TGWSD250).

Die Qualifizierung Monitoringstatus ist bisher primär dazu bestimmt, die Beprobbarkeit einer Messstelle zu Güteuntersuchungen zu dokumentieren.

Grundsätzlich besteht die Notwendigkeit, auch die Durchführbarkeit von Wasserstandsmessungen zu dokumentieren. Dabei kann festgehalten werden, dass bei einer Messstelle, die beprobt werden kann, auch Wasserstandsmessungen durchgeführt werden können (Ausnahmen: Brunnen, Quellen).

Umgekehrt können Messstellen, an denen Wasserstandsmessungen durchgeführt werden können, nicht zwingend beprobt werden, da z.B. die Pumpengängigkeit eingeschränkt sein kann.

In Abstimmung mit den zuständigen Vertretern der Bezirksregierungen wurde festgelegt, dass zwei getrennte Felder für Wasserstand und Güte eingeführt werden sollen. Um die Bedeutung des Terminus klarer zum Ausdruck zu bringen wurde vorgeschlagen, den ehemaligen „Messstellenstatus“ in „Monitoringstatus (Güte)“ umzubenennen und den Monitoringstatus Wasserstand in der entsprechenden Stammdatentabelle für Wasserstands-Attribute zusätzlich einzuführen.

Der Monitoringstatus wird bei Bedarf auch nach Durchführung von Maßnahmen/Funktionsprüfungen dokumentiert und ggf. verändert. Es sind daher geeignete Mechanismen in der Geschäftslogik zu implementieren, die die beiden Datentabellen konsistent halten bzw. die eine Auflösung der Tabelle Monitoringstatus (TGWSD250) in die Tabelle Maßnahmen/Funktionsprüfung (TGWSD260) bewirken. Hierfür wird empfohlen, den Probennahmeabbruch nur noch als Funktionsstörung an einer Maßnahme „F-Probennahme-Allgemein“ in HygrisC zu dokumentieren.



Daraus resultieren folgende → Implementierungsvorschläge:

- Umbenennung des Messstellenstatus in Monitoringstatus samt der Schlüsselbegriffe,
- Anpassung des Reports Messstellendokument für Probennehmer (Digitale Probennahmeakte): Übernahme des Begriffs Monitoringstatus,
- Zusätzliches Feld für die Dokumentation des „Monitoringstatus Wasserstand“,
- Ggf. entsprechende Anpassung aller Quellcodeverweise zu „mst_status“,
- Implementierung geeigneter Mechanismen zur Synchronisierung des Monitoringstatus in den Tabellen TGWSD250 und TGWSD260 bzw. Auflösung der Tabelle Monitoringstatus (TGWSD250) in Tabelle Maßnahmen/Funktionsprüfung (TGWSD260).

7.1.2 Bestehendes Element „WRRL_Eignung“ aus Stammdaten

Die grundsätzliche Eignung der Messstellen zum WRRL-Messnetz wurde bei der Einführung der Wasserrahmenrichtlinie im Feld WRRL-Eignung dokumentiert (Tabelle 6).

Für die WRRL-Eignung gab es bislang die in Tabelle 6 gelisteten Ausprägungen.

Tabelle 6: Listenausprägungen im Feld WRRL_Eignung
(Tabellen TGWSD010 Güte, TGWSD020 - Wasserstand).

dplgdn_t99_schlüssel			
sv_name	se_text	se_beschreibung	se_nr
wrrl_eignung	-	keine Angabe	0
wrrl_eignung	geeignet	geeignet	1
wrrl_eignung	ungeeignet	ungeeignet	2

Im Laufe des Projektes wurde ein Vorschlag ausgearbeitet, der Tabelle 7 auf zehn Einträge erweitert und mit einem Workflow hinterlegt, der genau regelt, welche Zustände der Eignung aufeinander folgen dürfen. Hinzu kommt, dass die Bezirksregierungen informiert werden, wenn eine Messstelle aus dem Messnetz herausgenommen werden soll, weil diese nach Prüfung ungeeignet ist. Im Gegenzug wird das LANUV informiert, wenn für eine Messstelle der Eintrag „Zur Prüfung beim LANUV vorgeschlagen“ gesetzt wird.

Die Liste umfasst nunmehr folgende Einträge:

- [0] Unbekannt
- [1] Geeignet nach alter Nomenklatur
- [2] Ungeeignet nach alter Nomenklatur
- [3] Zur Prüfung beim LANUV vorgeschlagen
- [4] Zur Nach-Prüfung vorgeschlagen
- [5] Nach Prüfung geeignet
- [6] Nach Prüfung ungeeignet/vorübergehend im Messnetz
- [7] Nach Prüfung ungeeignet
- [8] Zur Prüfung vorgemerkt
- [9] Auftrag zur Prüfung abgelehnt

Daraus resultieren für die Eignung eine deutlich stärkere Veränderlichkeit der Einstufung und damit evtl. auch die Notwendigkeit einer Historisierung. Die Einstufungen erfolgen für die beiden Messnetze (Güte, Wasserstand) voneinander unabhängig. Näheres wird im HygrisC-Handbuch ausgeführt.

Eine Datenbankauswertung sollte erstellt werden, die die unterschiedlichen Datenelemente (Eignung, aktueller Monitoringstatus/Handlungsbedarf) einander gegenüberstellt, so dass die Qualitätskontrolle erleichtert wird (s. Kapitel 8.1).



Daraus resultieren folgende → Implementierungsvorschläge:

- Der Vorschlag zur Erweiterung der Listeneinträge Eignung ist - wie vorgeschlagen – zu übernehmen.
- Um den Zustand des WRRL-Messnetzes einfach überprüfen zu können, wird eine Auswertung vorgeschlagen, die für alle Messstellen WRRL-Eignung, Monitoringstatus und Handlungsbedarf liefert. Sie dient den zuständigen Bearbeitern zur Qualitätssicherung, d.h. die Prüfung der Plausibilität erfolgt durch die Nutzer.

7.1.3 Bestehendes Element „Turnus“ aus Stammdaten

Neben der Eignung einer Messstelle wird unter dem Feld Turnus aktuell zusätzlich dokumentiert, ob eine Messstelle inaktiv ist oder gar nicht mehr besteht (s. **Tabelle 7**).

Tabelle 7: Listenausprägungen im Feld Turnus
(Tabellen TGWSD030 Güte, nicht historisiert; TGWSD080 Wasserstand, historisiert)

dplgdn_t99_schlüssel			
sv_name	se_text	se_beschreibung	se_nr
turnus	-	keine Angabe	0
turnus	Einzelmessung	Einzelmessung	7
turnus	täglich	täglich	2
...			
turnus	jährlich	jährlich	10
turnus	Messstelle inaktiv	Messstelle inaktiv	98
turnus	Messstelle besteht nicht mehr	Messstelle besteht nicht mehr	99

Die Angaben zum Turnus werden für Wasserstand und Güte getrennt erfasst, wobei der Turnus „Messstelle besteht nicht mehr“ übereinstimmen muss.



Zu beachten ist, dass der Turnus im Falle des Wasserstandsmessnetzes historisiert geführt wird, während im Falle der Güte darauf verzichtet wird. Eine weitergehende Ummodellierung scheint unverhältnismäßig.



Daraus resultieren folgende → Implementierungsvorschläge:

- Widersprüche zwischen Turnus 98 bzw. 99 und der Messnetzzugehörigkeit müssen programmatisch verhindert werden.

7.1.4 Bisheriges Element „Untersuchungen“

Im Projektverlauf wurde eine erste prototypische Entwicklung zur Erfassung von Maßnahmen zur Instandhaltung/Instandsetzung durchgeführt (s. **Abbildung 2**). In der bisherigen Implementierung wurden an Messstellen Datum, Maßnahmentyp und ein möglicher Handlungsbedarf dokumentiert. Die Aspekte sollten um Funktionsprüfungen, andere Untersuchungen und zusätzliche Datenfelder erweitert werden.

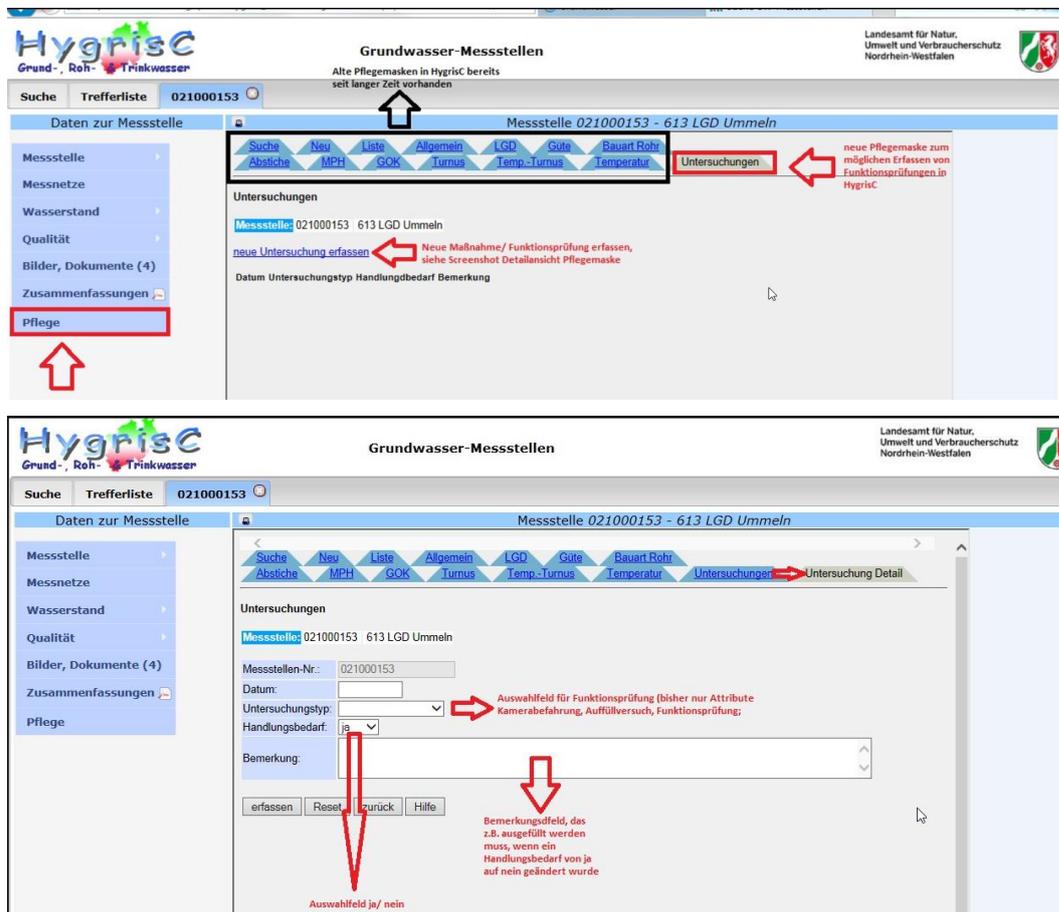


Abbildung 2: Bisheriger Stand (12/2017) der Formulare für die Dokumentation von Maßnahmen/Funktionsprüfungen

7.1.5 Spezifizierte Qualitätsanforderungen für die Maßnahmen/Funktionsprüfungen

Für die Implementierung des Objektes Maßnahmen/Funktionsprüfungen bestehen folgende Anforderungen:

- An Messstellen sollen Funktionsprüfungen und Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen (im folgenden kurz „Maßnahmen“) sowie andere Untersuchungen hinreichend gut dokumentiert werden.
- Der fließende Übergang zwischen der Planung einer Maßnahme, ihrer Durchführung und der Planung/Durchführung von Folgemaßnahmen soll angemessen abgebildet werden.
- Es gibt unterschiedliche Prozesse, die zur Planung oder Durchführung von Maßnahmen und Funktionsprüfungen führen (z.B. unzureichender Monitoringstatus, Prüfung der WRRL-Eignung).
- Das Objekt Maßnahmen/Funktionsprüfungen soll schlank und praktikabel implementiert werden, damit der Aufwand der Dokumentation überschaubar bleibt.
- Die Eintragungen sollen nachvollziehbar und identifizierbar sein (wer, wann, was; welches Ergebnis und welche Auswirkungen hat die jeweilige Maßnahme auf den Handlungsbedarf, Monitoringstatus, WRRL-Eignung, Messnetzzugehörigkeit oder Turnus).
- Es soll auswertbar sein, an welchen Messstellen Handlungsbedarf besteht, welche Maßnahmen/Funktionsprüfungen anstehen etc.
- Letzteres soll auch nach Maßnahmenkategorien möglich sein, um Planungen effizient zu unterstützen.

Folgende Anwendungsfälle (Use Cases – UC) wurden exemplarisch analysiert; sie haben den Zweck, erforderliche Maßnahmen an Messstellen planen und ihre Durchführung dokumentieren zu können (anlassbezogen oder routinemäßig):

UC1: Initiale Funktionsprüfung mit Folgemaßnahmen (s. Abbildung 3)

Eine Messstelle wird beispielsweise gemäß des Datenbank Eintrags WRRL-Eignung „zur Prüfung vorgeschlagen“. Es wird ein Eignungs- und Funktionstest gemäß der fachlichen Vorgaben des Leitfadens (Anhang I) durchgeführt. Es ergeben sich dabei resultierende Folgemaßnahmen (Handlungsbedarf = „ja“), die teilweise direkt erledigt werden können (Datum erledigt eintragen) oder aber als geplante Maßnahmen ins System eingegeben werden.

UC2: Probennahmeabbruch (Labor) (s. Abbildung 4)

Es wird ein Abbruch der Probennahme durch das Labor (Abt. 6) über die Schnittstelle LIMS – nach HygrisC gemeldet und führt zur Einstufung Monitoringstatus

Messstelle „nicht monitoringfähig“. Diese Information kann z.B. vierteljährlich gepoolt ausgewertet werden. Dies kann zur Planung geeigneter Maßnahmen und Änderung von Monitoringstatus und Handlungsbedarf führen.

UC3: Meldung Dritter (s. Abbildung 5)

Hinweise von Funktionsbeeinträchtigungen können auch durch Dritte an Schreibberechtigte herangetragen werden, die diese in Form einer Maßnahme (z.B. „Ortseinsicht“) dokumentieren können. Dazu wird weiterer Handlungsbedarf (=„ja“) vermerkt bzw. eine oder mehrere resultierende Folgemaßnahmen geplant (z.B. Funktionsprüfung).

UC4: Prüfung aufgrund Aktenlage (s. Abbildung 6)

Auch die Datenlage kann Hinweise liefern, dass die Funktion der Messstelle beeinträchtigt ist. Liegen die Daten digital in HygrisC, sind entsprechende Auswertungen denkbar, mithilfe derer bestimmte Maßnahmen vorgeschlagen werden. Dies ist z.B. für die Daten aus den Probennahmeprotokollen der Fall. Hier können Veränderungen der Grundwasserspiegelabsenkung bei der Probennahme oder Veränderungen von Färbung, Trübung etc. herangezogen werden, um Maßnahmen zu planen.

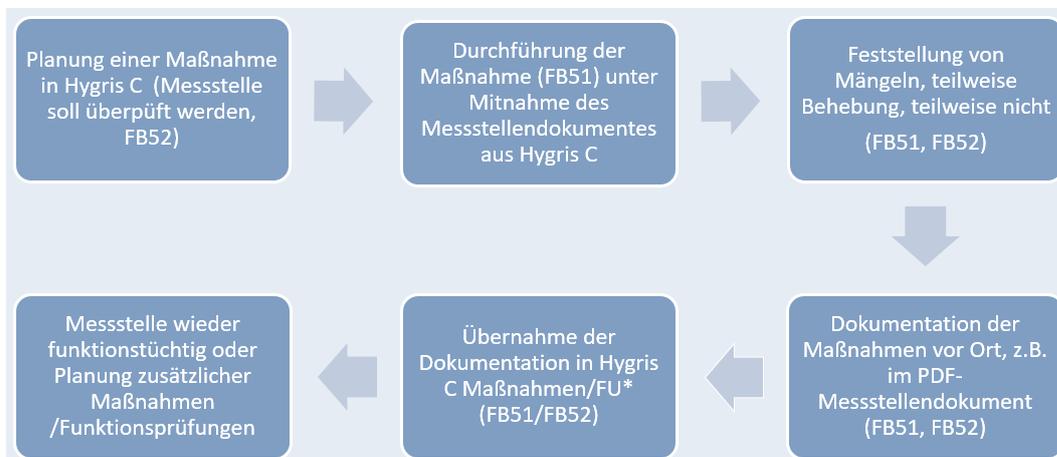


Abbildung 3: Workflow für UC 1: Initiale Maßnahme/Funktionsprüfung (* Modul Maßnahmen/Funktionsprüfungen)

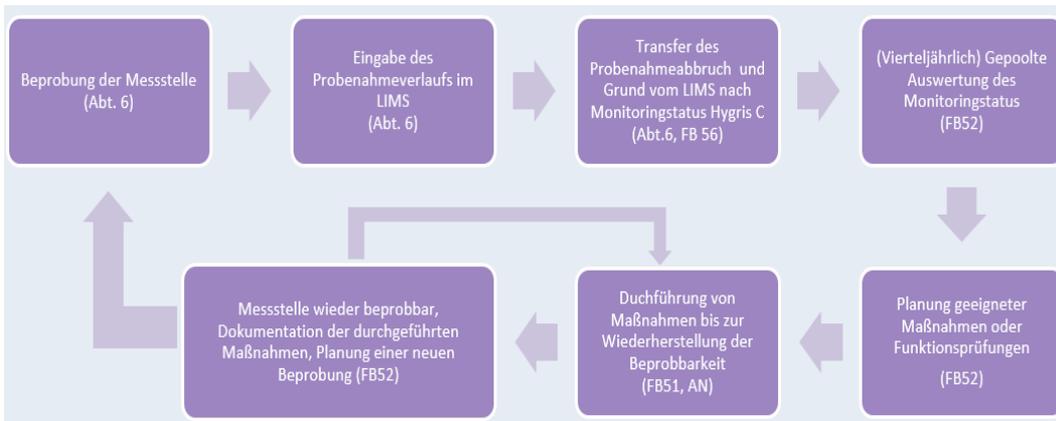


Abbildung 4: Workflow für UC 2: Probenahmeabbruch Labor



Abbildung 5: Workflow für die UC 3: Beobachtung Dritter

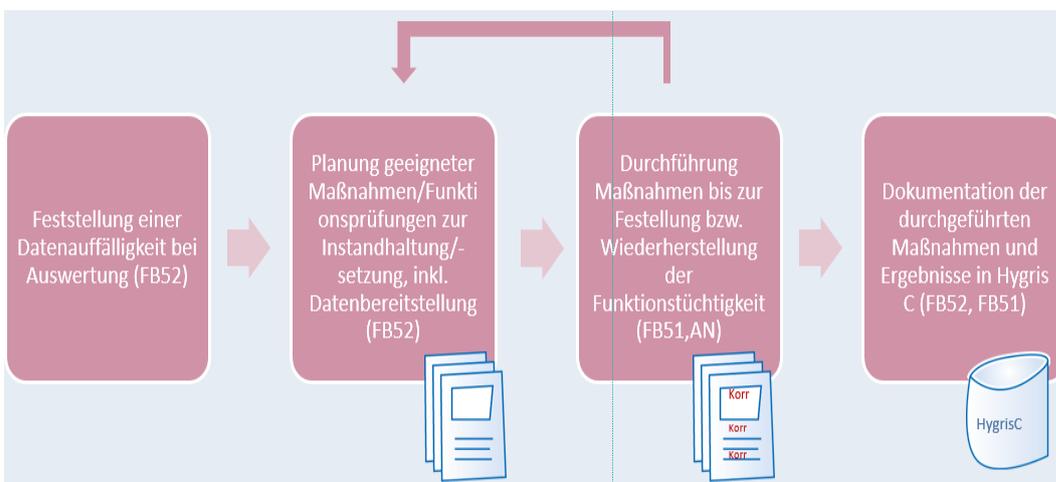


Abbildung 6: Workflow für die UC 4: Datenauffälligkeiten

7.1.6 Implementierungsvorschlag Maßnahmen/Funktionsprüfungen

Die Implementierungsvorschläge umfassen die Datenbankaspekte, Geschäftslogik sowie die Benutzeroberfläche.

Erläuterung Benutzeroberfläche (GUI)

Abbildung 7 stellt eine beispielhafte Benutzeroberfläche für die Pflege der Funktionsprüfungen dar (gemäß UC1). Das Beispiel dient der Beschreibung sinnvoller Oberflächenelemente und Funktionen. Sie kann als Orientierung für eine mögliche Implementierung herangezogen werden.

Die Ansicht Maßnahmen/Funktionsprüfung besteht aus

- einem Informationsbereich „Stammdaten Grundwassermessstelle“ mit Hinweisen zu Messnetz, Eignung, Monitoringstatus und Turnus,
- einer Übersichtstabelle mit allen durchgeführten und geplanten Maßnahmen/Funktionsprüfungen der Messstelle (ggf. mit Scroll-Balken vertikal und horizontal),
- Pflegeformular zum Eintrag der Maßnahmen/Funktionsprüfungen.

Für die Dokumente ist ein zusätzliches Pflegeformular zu implementieren, welches die Referenz zu Maßnahmen/Funktionsprüfung (fp_id) herstellt.

Stammdaten		Bezeichnung		Nummer	
Grundwassermessstelle		<Messstellenbezeichnung>		<Messstellenummer>	
Wstand	WRRL-Messnetz: <WStand>	Eignung WRRL_WStand (GWSD20)	aktueller Monitoringstatus WStand (vorgeschlagen)		Turnus WStand
Güte	WRRL-Messnetz: <Güte>	Eignung WRRL_Güte (GWSD30)	aktueller Monitoringstatus Güte (vorhanden)		Turnus Güte

FP_ID	Datum Planung	Maßnahmentyp	Grund für / Zustand vor Begehung	Beschreibung Prüfung/Maßnahme	MassnahmeErledigtDatum	Monitoringstatus Güte nach Begehung	Monitoringstatus WST nach Begehung	weiterer Handlungsbedarf [ja/nein]	Erläut. Abbruch, Handlungsbed	Institution Verantwortlich
51	01.03.2016	F-Funktionsprüfung-allgemein		alles gemäß Leitfaden geprüft	31.3.16 13:30	vorübergehend ungeeignet	Messstelle geeignet	ja	verschleimt, Deckel gebrochen	LANUV, FB51
52	31.03.2016	EM-MST_Abschluss-Abschlusskappe	Deckel gebrochen	Deckel ausgetauscht	31.3.16 13:45	vorübergehend ungeeignet	Messstelle geeignet	ja	weiter verschleimt	LANUV, FB51
53	31.03.2016	KM-Regenerierung-Innendruckspülung	Verschleimung							

Pflegeformular		Format
FP_ID	51	ID
Datum Eintragung	01.03.2016	Auto
Maßnahmentyp	F-Funktionsprüfung-Allgemein	3-gliedrige Auswahlliste oder Suchfeld
Grund für / Zustand vor Begehung	Erstüberprüfung	Text
Stand der Planung	übergeben an Fa XY (Mai 2018)	Text
Beschreibung der Prüfung/Maßnahme	routinemäßige Überprüfung der Messstelle	Text
DatumUhrzeit Maßnahme erledigt	31.3.16 13:30	Datum/Zeit
Monitoringstatus Güte nach Begehung	vorübergehend ungeeignet	Auswahlliste
Monitoringstatus WST nach Begehung	Messstelle geeignet	Auswahlliste
weiterer Handlungsbedarf [ja/nein]	ja	Auswahlliste
Erläuterung Abbruch, weiterer Handlungsbedarf	Verschleimung vorhanden, Deckel gebrochen	Datum
Institution Verantwortlich	LANUV, FB51	Auswahlliste
Mitgelt. Unterlagen (Dokument/ Foto)	... (eigenständiges Formular)	Link zu eigenständigem Formular

Abbildung 7: Formular zur Pflege der Maßnahmen/Funktionsprüfungen (Entwurf)

Erläuterung Datenbankaspekte – neue Datenfelder

Abgesehen von den Dokumenten haben alle im Pflegeformular ausgewiesenen Felder eine 1:1 Kardinalität zu einer Maßnahme, d.h. sie können in der künftigen Tabelle Maßnahmen/Funktionsprüfungen (gwsd260; vormals: „Untersuchung“) gespeichert werden.

Pro Maßnahme können mehrere Dokumente vorliegen, z. B. Fotos, graphische Auswertungen zu Pumpversuch etc. Die Referenzen zwischen Maßnahmen und Dokumenten (an Messstellen) sind daher in geeigneter Form zu speichern. Die zusätzlichen Auswahllisten-Einträge können in den entsprechenden Schlüssel Tabellen ergänzt werden. Tabelle 8 weist die benötigten Datenbankfelder aus, die gemäß der in HygrisC bestehenden Datenbank-Konventionen in vergleichbarer Form auszuformulieren sind.

Tabelle 8: Ausgewiesene Felder zur Dokumentation von Maßnahmen/Funktionsprüfungen. Beschreibung zeigt den Wortlaut der Pflegeformulare und Felddatentyp zeigt den Datentyp für die Datenbanktabelle an. Die Bezeichnung des Feldes in der Datenbank ist nicht ausgewiesen.

Beschreibung	Felddatentyp	Beispiel
ID der Maßnahme/Funktionsprüfung	integer	51
Eintragsdatum	datetime	01.03.2016 8:36
Maßnahmentyp	Liste	Gemäß Maßnahmenkatalog
Grund für Maßnahme/ Zustand vor Begehung	varchar(255)	Erstüberprüfung
Stand der Planung	varchar(255)	übergeben an Fa XY (Mai 2018)
Beschreibung der Maßnahme/Prüfung	varchar(255)	alles gemäß Leitfaden geprüft
Ergebnis der Maßnahme	varchar(255)	Beschreibung des Ergebnisses
Datum/Uhrzeit Maßnahme erledigt	datetime	23.10.2015
„Monitoringstatus“ Güte (nach Durchführung)	Liste	vorübergehend nicht monitoringfähig
„Monitoringstatus“ WST (nach Durchführung)	Liste	monitoringfähig
weiterer Handlungsbedarf	boolean	ja
Erläuterung Abbruch	varchar(255)	Probennahmeabbruch
Beschreibung Handlungsbedarf	varchar(255)	Deckel muss repariert werden
Institution Verantwortlich	Liste	LANUV, BezReg
Institution technische Ausführung	varchar(255)	Name der ausführenden Institution

Erläuterung der Logik im Modul Maßnahmen/Funktionsprüfungen

Die Implementierung kann in der Geschäftslogik oder Clientlogik umgesetzt werden. Folgende Aspekte gelten:

- Lage 1
- Nachträgliche Korrekturen sind also ebenso möglich wie das Löschen von Maßnahmen.
- Das Löschen von Maßnahmen sollte nur durch ausgewählte Nutzer erfolgen (eintragender Nutzer und besonders Befugte).
- Eine Maßnahme gilt als erledigt, wenn „DatumUhrzeit Maßnahme erledigt“ gesetzt ist. Die Uhrzeit ist von Bedeutung, da an einem Tag mehrere Maßnahmen durchgeführt werden können und der letzte Monitoringstatus für Auswertungen von Bedeutung ist.
- Bei Bedarf sind die Felder „Handlungsbedarf“ und „Institution verantwortlich“ als konditionales Pflichtfeld festzulegen, sobald „Datum Maßnahme erledigt“ gesetzt wird. So darf z.B. „Datum Maßnahme erledigt“ erst gespeichert werden, wenn die genannten Felder ausgefüllt sind. Zusätzlich soll der Nutzer darauf hingewiesen werden, dass historische Eintragungen zum Handlungsbedarf „ja“, die von der gespeicherten Maßnahme betroffen sind, überprüft werden sollen.
- Ist eine Messstelle nicht monitoringfähig ist oder Handlungsbedarf = „ja“ dann muss eine Maßnahme geplant werden. Ein Nutzerhinweis wäre hilfreich.
- Der dokumentierte, aktuelle Monitoringstatus an einer Messstelle ergibt sich logisch aus den letzten Eintragungen für erledigte und ggf. noch geplante Maßnahmen.
- Entscheidend für den weiteren Handlungsbedarf sind alle Maßnahmen. Wenn eine bereits durchgeführte Maßnahme noch Handlungsbedarf anzeigt, besteht weiterer Handlungsbedarf.
- Wenn Handlungsbedarf angezeigt ist, muss eine neue Maßnahme geplant werden
- Die Informationen zu Maßnahmen/Funktionsprüfungen sollen nur Benutzern mit Schreibrechten zur Verfügung stehen. Dazugehörige Dokumente sind für alle Nutzer einsehbar. Ebenso können die enthaltenen Informationen bestimmter Dokumenttypen (z.B. Pumpversuche) in den Messstellendokumenten für Probenehmer ohne Einschränkung Eingang finden.
- Der letzte editierende Nutzer soll erkennbar sein.
- Der Maßnahmenkatalog (s. Anhang 3) ist in 3 Ebenen gegliedert.

Erläuterung Maßnahmenkatalog

Die Gliederung des Maßnahmenkataloges in 3 Ebenen erleichtert die hierarchische Eingabe vom Groben ins Feine und die Auswertung über Kategorien. Der Maßnahmenkatalog umfasst 56 Maßnahmen (s. Anhang 3), die auf der obersten Ebene in die folgenden 6 Typen unterschieden werden (in Klammern sind die Anzahl der Ausprägungen auf der 2. und 3. Ebene):

- Funktionsprüfung (11, 14), z.B. Auffüllversuch,
- Einfache Maßnahme (7, 12), z.B. Abschlusskappe reparieren,
- Komplexe Maßnahme (3, 6), z.B. Regenerierung,
- Untersuchung (3,10), z.B. Kamerabefahrung,
- Einzelfallprüfung (1,5), z.B. Messdatenkontrolle Auflandung,
- Sonstiges (7,9), z.B. Vervollständigung Messstellenunterlagen.

Durch die hierarchische Gliederung ist es möglich, sich einfacher in der Liste der 56 Maßnahmentypen zurechtzufinden. Man wählt beispielsweise zuerst den Typ der ersten, dann der zweiten Eben und dann den Typ der dritten Ebene aus. So hat man pro Auswahl eine Liste von maximal 11 Einträgen zu überblicken. Für den Fall, dass speziell auf der dritten Ebene die genaue Ausprägung der Maßnahme/Funktionsprüfung noch nicht ganz klar ist, kann der Subtyp „allgemein“ oder die wahrscheinlichste Variante gewählt werden. Bei der Dokumentation der Durchführung kann der tatsächliche Subtyp angepasst werden.

Ergänzend soll eine sog. dynamische Freitextsuche implementiert werden. Man tippt in einem Suchfeld eine Zeichenfolge und das System schlägt über Wildcard-Suche entsprechende Treffer vor. So liefert die Zeichenkette „versuch“ vier Maßnahmentypen (Auffüllversuch, Demonstrativpumpversuch, Mehrfachpumpversuch, Routinepumpversuch).

Die Feinspezifikation der Auswahlmechanismen des dreigliedrigen Kataloges kann im Zuge der Implementierung erfolgen.



Zusammengefasst resultieren folgende → Implementierungsvorschläge:

- Benutzeroberfläche für die Pflege der Maßnahmen/Funktionsprüfungen,
- Benutzeroberfläche für die Referenz der Dokumente zu Maßnahmen/Funktionsprüfung,
- Umbenennung und Erweiterung der bisherigen Tabelle „Untersuchung“ um die benannten Attribute,
- Implementierung der erforderlichen Logik zur Bedienung und zum Datenbezug für das Modul Maßnahmen/Funktionsprüfungen.

7.2 Anpassungen im Bereich Eignungsprüfung

Für die grundsätzliche Eignung von Messstellen zum WRRL-Messnetz werden gemäß der entwickelten QS-Prüfkriterien (Anhang 1 in HYDOR (2018)) unterschiedliche Qualitätsanforderungen angelegt:

- Für das Wasserstandsmessnetz: 30 Qualitätsanforderungen
- Für das Gütemessnetz: 39 Qualitätsanforderungen

Viele dieser Qualitätsanforderungen gelten nicht nur für das WRRL Messnetz. Dies wird hier aber nicht separat ausgewiesen.

Anhand der Stammdatendokumentation, der regelmäßigen Monitoringdaten sowie der Eintragungen zu Maßnahmen/Funktionsprüfungen können alle WRRL-Qualitätsanforderungen geprüft werden - vorausgesetzt alle Informationen werden in Hygris C erfasst. Das heißt jedoch nicht, dass die Erfüllung aller Qualitätsanforderungen jederzeit aktuell aus HygrisC heraus abgefragt werden kann. **Tabelle 9** listet die Qualitätsanforderungen für Wasserstand (S) und Güte (G) und zeigt grob an, ob ihre Auswertung analog/händisch, halb automatisierbar oder automatisierbar mit HygrisC erfolgen kann. Halbautomatisierbar bedeutet in diesem Zusammenhang, dass Datenbankabfragen die nötigen Informationen liefern können, um die betrachtete Qualitätsanforderung zu prüfen. Ziel der groben Kategorisierung war es zu analysieren, wo es sich im Sinne einer Arbeitersparnis lohnt, ggf. neue Datenfelder einzuführen.

Die Erweiterung der Datenhaltung wird in den jeweiligen Kapiteln 7.2.1 ff. beschrieben. Mögliche Auswertungen, die die Eignungsprüfung vereinfachen, werden in Kapitel 8 behandelt.

Tabelle 9: Qualitätsanforderungen an Lage und technische Bauausführung, aus Erst- und Bestandsdokumentation und aus Betrieb (aus: Anhang 1, HYDOR 2018)

Nr.	Messnetz	GWM-Art	Kurzbezeichnung des Kriteriums	Analog auswertbar	Halb automatisierbar	Automatisierbar	Hinweis auf erforderliche Eigenschaftsprüfung
1	S/G	GWM, B, Q	Uneingeschränkte Anfahrbarkeit bzw. Zugänglichkeit	x			
2	S/G	GWM, B, Q	Messung gefahrlos möglich	x			
3	S/G	GWM, B, Q	Keine Beeinflussung des Standorts		x		Auffälligkeiten hydrochem. Daten, Wasserstand
4	S/G	GWM, B, (Q)	Bauart der Messstelle regelgerecht		x	x	
5	S/G	GWM, B, (Q)	Abschlussbauwerk regelgerecht	x			
6	S/G	GWM	Ausbau- und Bohrlochdurchmesser regelgerecht		x	x	Trübung
7	G	GWM	Filterlänge und Ausbaumaterial regelgerecht		x		Erreichen Mindestfördermenge, Beharrung
8	S/G	GWM	Verfilterung in einem geeigneten Zielhorizont (WRRL)		x		Erreichen Mindestfördermenge, Beharrung
9	S/G	GWM	Keine Mehrfachverfilterung in verschiedenen Stockwerken		x		
10	S/G	GWM	Verhältnis Filterschlitzweite/ Schüttkorndurchmesser/ Lithologie regelgerecht		x	x	Trübung, Auflandung
11	S/G	GWM	Beschaffenheit der Verfüllung regelgerecht		x	x	Trübung, geringer Wiederanstieg
12	S/G	GWM	Ausreichende Überschüttung vorhanden		x	x	Trübung, geringer Wiederanstieg
13	S/G	GWM	Einbau Tonsperre bei GW-Geiringleiter regelgerecht		x	x	Trübung, geringer Wiederanstieg
14	S/G	GWM	Einbau Gegenfilter regelgerecht		x	x	Trübung, geringer Wiederanstieg

Nr.	Messnetz	GWM-Art	Kurzbezeichnung des Kriteriums	Analog auswertbar	Halb automatisierbar	Automatisierbar	Hinweis auf erforderliche Eignungsprüfung
15	S/G	GWM	Abdichtung zur Geländeoberkante regelgerecht		x	x	
16	S/G	GWM	Zentrierung der Rohre vorhanden		x	x	Stabilität Verrohrung
17	G	GWM	Kein Sumpfrohr vorhanden		x	x	Beeinflussung Probe durch organ. Substanzen (z.B. DNAPL)
18	S/G	GWM	Ruhewasserspiegel oberhalb Filteroberkante (poröse GWL)		x	x	Filterbelüftung (Prozentsatz)
19	G	Q	Quellschüttung vorhanden		x	x	
20	S/G	GWM, B, Q	Gestattungsvertrag vorhanden		x	x	
21	S/G	GWM, B, Q	Protokoll zur geodätischen Vermessung vorhanden		x	x	
22	S/G	GWM	Protokoll geophysikalische Ausbaukontrollmessung vorhanden		x	x	
23	S/G	GWM, B, Q	Geologisches Schichtenverzeichnis, Ausbauplan vorhanden		x	x	
24	S/G	GWM	Dokumentation Klarpumpen vorhanden		x	x	
25	S/G	GWM	Dokumentation geohydraulischer Pumpversuch vorhanden		x	x	
26	G	GWM, B, Q	Dokumentation Erstbeprobung vorhanden		x	x	
27	S/G	GWM, B, Q	Vervollständigung der Bestandsunterlagen gegeben		x	x	
28	S/G	GWM, B, Q	Eignungsprüfung im vorgegebenem Turnus durchgeführt und dokumentiert		x	x	Meldung, wenn z.B. Protokoll Kamerabefahrung bestimmtes Alter hat
29	S/G	GWM, B, Q	Keine terminbezogenen Auffälligkeiten im Umfeld vorhanden	x			

Nr.	Messnetz	GWM-Art	Kurzbezeichnung des Kriteriums	Analog auswertbar	Halb automatisierbar	Automatisierbar	Hinweis auf erforderliche Eignungsprüfung
30	S/G	GWM, B, Q	Keine terminbezogenen Auffälligkeiten am Bauwerk vorhanden	x			
31	(S)/ G	GWM	Uneingeschränkte Durchgängigkeit der Rohre bis zur Sohle	x	x		Soll-Tiefe
32	S/G	GWM	Keine hydraulisch relevante Auflandung	x	x		Soll-Tiefe
33	S/G	GWM,	Terminbezogener Ruhewasserspiegel plausibel			x	
34	S/G	Q	Terminbezogene Quellschüttung plausibel			x	
35	G	GWM	Vor-Ort-Parameter plausibel			x	
36	S/G	GWM	Kein abgesenkter Wasserspiegel im Filterbereich	x	x		Wasserstand
37	S/G	GWM	Ausreichender Nachlauf in wirtschaftlich realisierbarer Förderdauer	x	x		Förderrate
38	G	GWM	Konstanz der Vor-Ort-Parameter gegeben (hydrochemisches Kriterium)	x	x		Konstanz hydrochem. Parameter
39	G	GWM	Organoleptische Parameter unauffällig	x	x		Trübung, Färbung, Geruch

7.2.1 Anpassungen im Bereich Messstellen-Stammdaten

Datenfelder

Tabelle 10 listet die im Bereich Stammdaten vorgeschlagenen Felder für die Abbildung der Qualitätsanforderungen. Nach Prüfung konnten einige Felder neu eingeführt werden (grün). Andere Felder werden als verzichtbar (gelb) angesehen, weil der Aufwand der expliziten digitalen Erhebung groß oder mit Redundanzen verbunden ist. Die grauen Felder können bei Bedarf im Zuge der Implementierung noch aufgenommen werden.

Tabelle 10: Neu vorgeschlagene Stammdatenfelder im Kontext der Qualitätsanforderung (QA) und der beschlossene Umgang mit den Vorschlägen

Nr.	Vorgeschlagenes Datenfeld	Format	Erläuterung / Auswahlliste	Votum LANUV	Begründung/ Kommentar LANUV	Nr. QA
s1	Filteroberkante	m u. GOK		Nein bzw. ist vorhanden	Kann redundanzfrei berechnet werden	
s2	Filterunterkante	m u. GOK		Nein bzw. ist vorhanden	Kann redundanzfrei berechnet werden	
s3	Petrographie Filterausbau	Liste		Wurde bereits neu eingeführt	Feld bereits in HygrisC	10
s4	Schüttkornmesser	mm		Nein	In Ausbauprofil (idR) direkt ablesbar	10
s5	Filterschlitzweite	mm		Nein	In Ausbauprofil (idR) direkt ablesbar	10
s6	Messstellen-gruppe	Liste	Liste: k.A./ja/nein	Nein	Aktuell nicht erforderlich	4
s7	Abstand der Messstelle in Messstellen-gruppe	[m]		Nein	Aktuell nicht erforderlich	4
s8	Messstellen-bündel	Liste	Liste: k.A./ja/nein	Nein	Aktuell nicht erforderlich	4
s9	Abstandhalter	Liste	Liste: k.A./ja/nein; relevant für Zentrierung	Nein	In Ausbauprofil (selten) ablesbar	16
s10	Bindige Deck-schicht	Liste	Liste: k.A./ja/nein	Wurde bereits neu eingeführt	Feld bereits in HygrisC	14,13
s11	GWL Ober-kante	m u. GOK		Wurde bereits neu eingeführt	Feld bereits in HygrisC	
s12	GWL Unter-kante	m u. GOK		Wurde bereits neu eingeführt	Feld bereits in HygrisC	

Nr.	Vorgeschlagenes Datenfeld	Format	Erläuterung / Auswahlliste	Votum LANUV	Begründung/ Kommentar LANUV	Nr. QA
s13	Transmissivität GWL	m ³ /s		Wurde bereits neu eingeführt	Feld bereits in HygrisC	
s14	Porosität	ohne Einheit		Wurde bereits neu eingeführt	Feld bereits in HygrisC	
s15	artesische Verhältnisse	Liste	Liste: k.A./ja/nein	Nein	nicht immer eindeutig; Feld "Grundwasserleiter gespannt" wurde kaum gefüllt	5
s16	Mächtigkeit Gegenfilter	m	Gegenfilter erforderl. bei Tonsperren und Filterkies Schüttkornmesser > 2 mm	Nein	In Ausbauprofil nicht immer einsehbar	14,13
s17	Tonsperre (Stauer)	Liste	(zwischen wasserführenden Horizonten) Liste: nicht notwendig/ausreichend/nicht ausreichend	Wurde bereits neu eingeführt	Feld bereits in HygrisC	13
s18	Oberirdische Tonabdichtung	m	Neudefinition HygrisC-Feld Abdichtung_opt	Wurde bereits neu eingeführt	Feld bereits in HygrisC (allerdings nicht in m)	15
s19	Überschüttung	m	Mindestmächtigkeit von 2 m über Filteroberkante	Nein	In Ausbauprofil nicht immer direkt einsehbar	12
s20	sekundäre Landnutzung	Liste		Wurde bereits neu eingeführt	Feld bereits in HygrisC	27
s21	Richtung Zu-strom	Text		Ja	soll zusätzlich eingeführt werden	27
s22	Historischer Ruhewasserspiegel	m u. ROK		Wurde bereits neu eingeführt	Feld bereits in HygrisC	18

Nr.	Vorgeschlagenes Datenfeld	Format	Erläuterung / Auswahlliste	Votum LANUV	Begründung/ Kommentar LANUV	Nr. QA
s23	Bohrverfahren	Liste	Spül-/Trockenbohrung; relevant für Best. Regelmäßigkeit Bohrloch-/Ausbau-durchmesser	Nein	Nicht relevant bzw. idR nicht dokumentiert	6
s24	Hinterfüllung	Liste	Liste: nicht vorhanden/vollständig/nicht vollständig	Wurde bereits neu eingeführt	Feld bereits in HygrisC	23
s25	Datum_Lagemessung	Datum		Ja	soll zusätzlich eingeführt werden	
s26	rw_methode	Liste	Liste: Methode Lagemessung (GPS bis 2005/akt. Gerät)	Ist bereits vorhanden	Feld bereits in HygrisC	
s27	Genauigkeit_Lagemessung	m	Genauigkeit der Lagemessung [m]	Nein	ergibt sich aus Methode Lagemessung	

Listen-Erweiterungen

Rohrmaterial

Künftig sollen keine weichmacherhaltigen PVC-Rohre mehr verwendet werden. Um im Falle eventuell künftig durchgeführter Sondermessprogramme erkennen zu können, ob Messstellen weichmacherfreie PVC-Rohre haben, soll nach gutachterlicher Empfehlung die Liste „Rohrmaterial“ ebenso wie die Liste „Filtermaterial“ um den Eintrag von Hart-PVC (PVC-U) ergänzt werden, der keinen Weichmacher enthält. Die Eintragung (weichmacherhaltiges) „PVC“ hat zunächst keinen Einfluss auf die Eignung einer WRRL-Messstelle.

Die alte Klasse Polyvinylchlorid ist entsprechend abzuändern, d.h. alle bestehenden Einträge landen in der Kategorie PVC. Falls möglich sollen die Messstellenbetreuer die Einträge anschließend entsprechend in PVC-U einsortieren, sofern dies zutrifft.

Tabelle 11: Rohrmaterialien

dplgdn_t99_schlüssel			
sv_name	se_text	se_beschreibung	se_nr
rohrmaterial	ohne Angabe	ohne Angabe	1
rohrmaterial	Polyvinylchlorid (PVC / PVC-U)	Weich-PVC (PVC-P)	14
...			
rohrmaterial	Kombination mehrerer Materialien	Kombination mehrerer Materialien	24
rohrmaterial	Hart-Polyvinylchlorid (PVC-U)	weichmacherfrei	25

Analog dazu ist der Listeneintrag für Filtermaterial „Polyvinylchlorid (PVC / PVC_U)“ zu ändern in „Polyvinylchlorid (PVC)“ und ein neuer Listeneintrag Hart-Polyvinylchlorid (PVC-U) einzuführen.



Zusammengefasst resultieren folgende → Implementierungsvorschläge:

- Anpassung der Listeneinträge Rohr- und Filtermaterial.

7.2.2 Anpassungen im Bereich Dokumente

Datenfelder

Dokumente haben in HygrisC bisher eine Referenz auf Messstellen, eine Dokumentkategorie sowie ein Erst- und ein Eintragungsdatum. Damit Dokumente auch Maßnahmen/Funktionsprüfungen belegen können, ist eine geeignete Referenz von Funktionsprüfungen über Messstelle zu Dokumenten herzustellen. Diese Referenz ist in einer m:n-Kardinalität zwischen Funktionsprüfung und Dokumenten vorzusehen.

Ausbauprofile, Schichtenprofil und Schichtenverzeichnisse

Schichtenprofil und Ausbauplan werden in neueren Dokumentationen vorwiegend in einem Dokument (=Ausbauprofil) abgebildet. In älteren Dokumenten liegen Schichtenverzeichnisse oft ohne Bohrprofil vor. Insgesamt ergeben sich folgende Dokumenttypen und Konventionen für das Einstellen neuer Dokumente:

1. Ausbauprofile (enthalten Schichtenprofil und Ausbauplan – in älteren Einzelfällen kann auch nur ein Ausbauplan enthalten sein)
2. Schichtenprofil (Bohrprofil ohne Ausbauplan)
3. Schichtenverzeichnis (Liste der Schichten, ohne graphische Darstellung des Bohrprofils).

Tabelle 12: Vorgeschlagene Datenfelder/Dokumente, die als Listenerweiterung Dokumentkategorien umgesetzt werden (sofern Votum akzeptiert, grün), sowie Zuordnung zur Qualitätsanforderung (QA)

Nr.	Vorgeschlagenes Datenfeld/Dokument	Format	Auswahlliste	Votum LANUV	Begründung/ Kommentar	Nr. QA
d1	Protokoll geophysikalische Ausbaukontrollmessung	Dok	Dokumententyp	In Arbeit	In HygrisC über geänderte Dokkat „Geophysikalische Ausbaukontrollmessung“ (bisher Temperaturprofil) auswertbar	21
d2	Protokoll Lagekontrolle oder Nivellement	Dok	Dokumententyp Inhaltl. Erweiterung des Feldes Nivellement	Bereits vorhanden	In HygrisC über Dokkat „Lageplan“ oder „Nivellement“ auswertbar	22
d3	Angaben Erstpumpversuch	Liste	Liste: ja/nein; Historisches Dokument oder Protokoll Funktionsprüfung	Bereits vorhanden	In HygrisC über Dokkat „Abnahmebericht“ oder „Demonstrativpumpversuch“ auswertbar sowie im Messstellendokument für Probenehmer enthalten	24
d4	Angaben Erstbeprobung	Dok	Dokumententyp Historisches Dokument oder Protokoll Funktionsprüfung	Bereits vorhanden	In HygrisC über Dokkat „Abnahmebericht“ auswertbar sowie im Messstellendokument für Probenehmer enthalten	26
d5	Angaben Klarpumpen	Liste	Liste: ja/nein; Historisches Dokument oder Protokoll Funktionsprüfung	In Arbeit	In HygrisC über Dokkat Unterlage oder „Abnahmebericht“ auswertbar	25
d6	Protokoll Kamerabefahrung	Dok	Dokumententyp	Bereits vorhanden	In HygrisC über Dokkat „Kamerabefahrung“ auswertbar	27
d7	Schichtenverzeichnis	Liste	Liste: ja/nein;	Bereits vorhanden	In HygrisC über Dokkat „Schichtenverzeichnis“ bzw. Schichtenprofil auswertbar	23
d8	Ausbaudaten	Liste	Liste: nicht vorhanden/vollständig/nicht vollständig	Bereits vorhanden	In HygrisC über Dokkat „Ausbauprofil“ auswertbar	23

Listen-Erweiterungen

Tabelle 13: Aktuell bestehende Dokumentkategorien

dplgdn_t99_schluesssel				
sv_name	sv_version	se_nr	se_text	se_beschreibung
kategorie	1	0	-	-
kategorie	1	1	Foto	Foto
kategorie	1	2	Lageplan	Lageplan
kategorie	1	3	Ausbauprofil	Ausbauprofil
kategorie	1	4	Bericht	Bericht
kategorie	1	5	Unterlage	Unterlage
kategorie	1	6	Auswertung	Auswertung
kategorie	1	7	Schichtenprofil	Schichtenprofil
kategorie	1	8	Profilschnitt*	Profilschnitt
kategorie	1	9	Gestattungsvertrag	Gestattungsvertrag
kategorie	1	10	Schichtenverzeichnis	Schichtenverzeichnis
kategorie	1	11	Abnahmebericht	Abnahmebericht
kategorie	1	12	Nivellement	Nivellement
kategorie	1	13	Rückbauprotokoll	Rückbauprotokoll
kategorie	1	14	Temperaturprofil**	Temperaturprofil
kategorie	1	15	Kamerabefahrung	Kamerabefahrung
kategorie	1	16	Auffüllversuch	Auffüllversuch
kategorie	1	17	Ortseinsicht	Ortseinsicht
kategorie	1	18	Messstellenpass	Messstellenpass
kategorie	1	19	Routinepumpversuch	Routinepumpversuch
kategorie	1	20	Demonstrativpumpversuch	Demonstrativpumpversuch

Für die Dokumentkategorien sind in Anlehnung an die Festlegungen in **Tabelle 12** und die aktuelle Praxis folgende Änderungen vorzunehmen:

- * „Profilschnitt“ kann gelöscht werden (es liegen bisher kaum Dokumente vor bzw. diese entsprechen nicht einem „Profilschnitt“ und werden umsortiert)
- ** „Temperaturprofil“ wird durch den übergeordneten Untersuchungstyp „Geophysikalische Ausbaukontrollmessung“ ersetzt,
- *** „Nivellement“ wird gesplittet in „Nivellement Höhe“ und „Nivellement Lage“
- „Regenerierung“ wird ergänzt



Auf Wunsch der Bezirksregierungen ist zu prüfen, inwieweit Dokumente hinsichtlich ihrer Verlässlichkeit qualifiziert werden können. Ggf. ist ein entsprechendes Textfeld zu ergänzen und um die maßgeblichen Formulare zu erweitern.



Zusammengefasst resultieren folgende → Implementierungsvorschläge:

- Einführung einer geeigneten Referenz der Dokumente zu Maßnahmen/Funktionsprüfungen,
- die vorgeschlagenen Änderungen an den Dokumentkategorien sollen übernommen werden.

7.2.3 Anpassungen im Bereich Probennahmedaten und Wasserstandsmessungen

Der Monitoringstatus Güte wird u.a. aus einem Probennahmeabbruch (LIMS) abgeleitet, letzterer wird regelmäßig an HygrisC übergeben.

In HygrisC wird der Monitoringstatus künftig abgebildet durch: [kein Eintrag = monitoringfähig]; weiterhin nicht monitoringfähig; vorübergehend nicht monitoringfähig.

Der Monitoringstatus wird um den Monitoringstatus Wasserstand ergänzt. Dieser wird künftig aus dem Eintrag in der Tabelle „Abstich“ abgeleitet. Beispielsweise führt der Eintrag Messstelle „trocken“ oder „-“ zum Monitoringstatus „Wasserstand=vorübergehend nicht monitoringfähig“. Ergänzend soll eine Spalte „Bemerkung zur Abstichsmessung / fehlender Abstich“ hinzugefügt werden.



Zusammengefasst resultieren folgende → Implementierungsvorschläge:

- Einführung eines neuen Messstellendokuments für Befahrungen zu Wasserstandsmessungen mit allen Informationen für die Befahrung bzw. vor-Ort-Prüfung und Informationen zur Messung von Grundwasserständen in Anlehnung an das Messstellendokument für Probenehmer,
- Ergänzung der Tabelle „Abstich“ um „Bemerkung zur Abstichsmessung / fehlender Abstich“.

8 Auswertungen zur Funktions- und Eignungsprüfung

Um die Bereiche Funktions- und Eignungsprüfung gut pflegen zu können und Hinweise auf mögliche Dateninkonsistenzen zu erhalten, werden folgende Auswertungen vorgeschlagen. Sie dienen vorwiegend der Qualitätssicherung des WRRL-Messstellennetzes und werden daher mit „QS WRRL“ gekennzeichnet. Die Auswertungen sollen ihren Bezug zum WRRL-Güte-/bzw. Wasserstandsmessnetz klar ausweisen (z.B. in Form von 2 Spalten). Alternativ können auch getrennte Auswertungen für das WRRL-Güte-/bzw. Wasserstandsmessnetz erstellt werden. Die Auswertungen sollen über einen definierten Menüstrang erreichbar sein:

1. Auswertung QS WRRL Liste der Messstellen mit Monitoringstatus und Handlungsbedarf;
2. Auswertung QS WRRL Liste der offenen, geplanten Maßnahmen und ihrer Details: listet alle relevanten Felder der Tabelle Maßnahmen/Funktionsprüfungen, inkl. Maßnahmentyp, für geplante Maßnahmen an Messstellen;
3. Auswertung QS WRRL Liste der umgesetzten Maßnahmen/Funktionsprüfungen nach Maßnahmentyp mit Messstelle, Durchführungsdatum und Eintragsdatum;
4. Auswertung QS WRRL Detailparameter Lage (Einmessdatum) und Ausbau für die Einschätzung der Eignung gemäß Lage und Ausbau (halbautomatisierbar, s. Tabelle 9);
5. Auswertung QS WRRL Messstellen mit Handlungsbedarf, aber ohne geplante Maßnahmen mit Ausgabe aller Maßnahmen seit der letzten Maßnahme, die Handlungsbedarf anzeigt, sortiert nach Messstelle und Datum/Zeit der Durchführung;
6. Auswertung QS WRRL Liste der neu aufgenommenen/ausgeschlossenen Messstellen aus dem WRRL-Messnetz in bestimmten Zeitraum, selektierbar nach Lage/Zuständigkeit;
7. Auswertung QS WRRL Liste der Messstellen mit auffälligen Probennahmedaten hinsichtlich signifikanter Einträge in den Feldern Trübung, Färbung, Bodensatz, Absenkung Wasserspiegel >2m (TGWQDT20) für die regelmäßige Überprüfung der Funktionstüchtigkeit (weitere Ausbaustufen: Wiederanstieg vollständig? (ja/nein), Pumpdauer > 45 min / >60 min, Förderrate, Probennahme-Zeitpunkt bestimmter Wasserstand oder bestimmte Jahreszeit erforderlich etc.);
8. Auswertung QS WRRL Liste der trockenen Messstellen mit Monitoringstatus Wasserstand („Hinweis Abstich“: Messstellen trocken): gibt zusammenhängende Zeiträume aus (im Zeitraum von – bis...) mit Datum letzte gültiger Wasserstand, Datum erste trockene Messstelle, Datum letzte trockene Messstelle und ggf. auch Anzahl trockene Messstelle in diesem Zeitraum;

8.1 Auswertung QS WRRL Liste der Messstellen mit Monitoringstatus und Handlungsbedarf

Die „Auswertung QS WRRL Liste der Messstellen mit Monitoringstatus und Handlungsbedarf“ ist eine Datenbankabfrage, welche eine Sicht liefert auf aktuellen Monitoringstatus und Turnus für das WRRL-Güte/Wasserstands-Messnetz sowie die Anzahl der offenen, geplanten Maßnahmen. Aktueller Monitoringstatus ist das Ergebnis einer Abfrage auf die letzte durchgeführte Maßnahme/Funktionsprüfung. Die Auswertung könnte folgende Felder aufweisen.

Tabelle 14: Datenfelder der „Auswertung QS WRRL Eignung und Monitoringstatus“

Datenfeld	Felddatentyp	Bemerkung
Messstellenbezeichnung	integer	
Datum letzter Monitoringstatus Wasserstand	datetime	
Letzter Monitoringstatus Wasserstand	Liste	
Datum letzter Monitoringstatus Güte	datetime	
Letzter Monitoringstatus Güte	Liste	
Turnus Wasserstand, letzter Wert	Liste	
Turnus Güte, letzter Wert		
Zugehörigkeit Messnetz Wasserstand	Boolean oder Messnetz	
Zugehörigkeit Messnetz Güte	Boolean oder Messnetz	
Anzahl offene, geplante Maßnahmen/Funktionsprüfungen	Zahl	Optional

* Maßnahme/Funktionsprüfung

** Bei Bedarf können für Wasserstand und Güte auch zwei separate Auswertungen erstellt werden

Die Auswertung liefert zunächst einen Überblick, in dem die Anzahl aller noch durchzuführender Maßnahmen pro Messstelle ausgegeben wird.

Logische Detaillierungen stellen Auswertungen dar, die auf den einzelnen Ebenen des Maßnahmenkatalogs gruppieren und die Anzahl der Maßnahmen pro Ausprägung ausgeben. Dies kann pro Ebene in separaten Auswertungen (A1 -A3) erfolgen und ggf. anschließend in einer Auswertung zusammengefasst werden (B).

Tabelle 15: Auswertung QS WRRL Geplante Maßnahmen, differenziert nach Ebenen

A1

Messstelle	Typ 1. Ebene	Anzahl Typ 1. Ebene	zusätzliche Felder s. Tabelle 15*
1	Einfache Maßnahme	2	
...			

A2

Messstelle	Typ 1. Ebene	Typ 2. Ebene	Anzahl Typ 2. Ebene	zusätzliche Felder s. Tabelle 15*
1	Einfache Maßnahme	MST_Abschluss	2	
...				

A3

Messstelle	Typ 1. Ebene	Typ 2. Ebene	Typ 3. Ebene	Anzahl Typ 3. Ebene	zusätzliche Felder s. Tabelle 15*
1	Einfache Maßnahme	MST_Abschluss	Schutzdreieck	1	
1	Einfache Maßnahme	MST_Abschluss	Abschlusskappe	1	

B

Messstelle	Typ 1. Ebene	Anzahl Typ 1. Ebene	Typ 2. Ebene	Anzahl Typ 2. Ebene	Typ 3. Ebene	Anzahl Typ 3. Ebene	zusätzliche Felder s. Tabelle 15*
1	Einfache Maßnahme	2	MST_Abschluss	2	Schutzdreieck	1	
1	Einfache Maßnahme	2	MST_Abschluss	2	Abschlusskappe	1	

* letztes Datum, letzter Monitoringstatus, letzte Eignung

8.2 Weitere Auswertungen

Die weiteren Auswertungen aus Kapitel 8 können bei der Implementierung vorliegenden DV-Konzept (Kapitel 7) für die Realisierung im Detail spezifiziert werden.

9 Literatur / Mitgeltende Unterlagen

- [1] LANUV (2012): ELWAS-Sollkonzept, Stand: 14.12.2012
- [2] LANUV (2016): HygrisC Datenmodell (Datenmodell_HygrisC_2016.docx)
- [3] LANUV (2017): HygrisC Benutzerhandbuch – Datenpflege (20160307_HygrisC_DB\hy-datenpflege-master.pdf)
- [4] LANUV / FB 52 (2016): Dokumentation von Funktionsprüfungen an Grundwassermessstellen (Funktionsprüfungen_Anforderungen an die Erfassung der Ergebnisse.docx)
- [5] LANUV (2016): Arbeitsanweisung Probennahme von Grundwasser (600-ZUA-AA-007-03 Probennahme von Grundwasser.pdf)
- [6] MULNV (2018): Organisation der Aufgaben zur Umsetzung der WRRL im Bereich Grundwassernetze, Monitoring und Bewertung, Schnittstellen zwischen Bezirksregierungen und LANUV.- Erlass 03.01.2018
- [7] DVGW W 1229 (A) (2012): Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen
- [8] Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz (ZustVU) vom 3. Februar

ANHANG 5:

Zuordnungstabelle Lithologie, Durchlässigkeitsbeiwert, Durchlässigkeitsklassen und Porosität

Zuordnungstabelle Lithologie, Durchlässigkeitsbeiwerte,-klassen und Porositäten für Lockergesteine (Anm.: der zuerst genannte Gemengteil ist der primäre, der als zweites genannte Gemengteil der sekundäre)

Lithologie	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	Durchlässigkeitsklasse	Porosität [%]
T	2,1E-08	sehr gering	3
T, u	2,2E-08	sehr gering	3
T, U	3,0E-08	sehr gering	3
T, fS	1,0E-07	sehr gering	4
T, mS	1,0E-07	sehr gering	4
T, S	1,0E-07	sehr gering	4
L, g	1,0E-07	sehr gering	4
L, x	5,0E-05	mäßig	11
U, T	4,0E-08	sehr gering	3
U, t	5,0E-08	sehr gering	3
U, L	1,0E-07	sehr gering	4
U	1,0E-07	sehr gering	4
U, fS	5,0E-06	gering	7
U, mS	1,0E-05	gering	8
U, s	1,0E-05	gering	8
fS, T	5,0E-05	mäßig	11
fS, t	5,0E-05	mäßig	11
fS, U	2,0E-05	mäßig	10
fS, u	8,0E-05	mäßig	12
fS	1,0E-04	mäßig	13
fS, S	1,0E-04	mäßig	13
fS, ms	2,0E-04	mittel	15
fS, G, u	4,0E-04	mittel	16
fS, gs	7,0E-04	mittel	18
fS, X	8,0E-04	mittel	19
fS, fG	8,0E-04	mittel	19
fS, mG	9,0E-04	mittel	19
fS, G	9,0E-04	mittel	19
mS, T	5,0E-05	mäßig	11
mS, t	5,0E-05	mäßig	11
mS, U	1,0E-04	mäßig	13
mS, u	1,2E-04	mittel	13
mS, fS	4,0E-04	mittel	16
mS	6,0E-04	mittel	18
mS, S	6,0E-04	mittel	18
mS, gS	7,0E-04	mittel	18
mS, fG	8,0E-04	mittel	19
mS, G	9,0E-04	mittel	19
mS, mG	9,0E-04	mittel	19

Lithologie	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	Durchlässigkeitsklasse	Porosität [%]
mS, gG	1,0E-03	mittel	19
gS, u	3,0E-04	mittel	16
gS, fs	5,0E-04	mittel	17
gS, mS	7,0E-04	mittel	18
gS	1,0E-03	mittel	19
gS, fG	1,2E-03	hoch	20
gS, G	1,7E-03	hoch	21
gS, mG	1,7E-03	hoch	21
gS, gG	2,0E-03	hoch	22
S, t	5,0E-05	mäßig	11
S, U	1,0E-04	mäßig	13
S, fs	1,0E-04	mäßig	13
S	6,0E-04	mittel	18
S, fG	8,0E-04	mittel	19
S, mG	9,0E-04	mittel	19
S, G	1,0E-03	mittel	19
fG, T	5,0E-04	mittel	17
fG, U	7,0E-04	mittel	18
fG, fS	8,0E-04	mittel	19
fG, mS	9,0E-04	mittel	19
fG, gS	1,0E-03	mittel	19
fG	1,2E-03	hoch	20
fG, mG	1,5E-03	hoch	21
fG, gG	1,7E-03	hoch	21
fG, X	2,0E-03	hoch	22
mG, u	1,0E-03	mittel	19
mG, fS	1,1E-03	hoch	20
mG, s	1,2E-03	hoch	20
mG, ms	1,2E-03	hoch	20
mG, gs	1,3E-03	hoch	20
mG, gS	1,3E-03	hoch	20
mG, fG	1,4E-03	hoch	21
mG, fg	1,5E-03	hoch	21
mG	1,5E-03	hoch	21
mG, gg	2,0E-03	hoch	22
mG, gG	2,0E-03	hoch	22
gG, fS	1,0E-03	mittel	19
gG, mS	1,5E-03	hoch	21
gG, s	1,5E-03	hoch	21
gG, gS	2,0E-03	hoch	22
gG, fg	2,5E-03	hoch	23
gG, mG	3,0E-03	hoch	24
gG	5,0E-03	hoch	26
G, T	8,0E-04	mittel	19
G, U	9,0E-04	mittel	19
G, fS	1,0E-03	mittel	19

Lithologie	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	Durchlässigkeitsklasse	Porosität [%]
G, mS	1,0E-03	mittel	19
G, s	1,0E-03	mittel	19
G, gs	1,5E-03	hoch	21
G	1,5E-03	hoch	21
G, gG	2,5E-03	hoch	23
G, X	5,0E-02	hoch	26
X, G	5,0E-02	hoch	26
Braunkohle	1,0E-07	gering	8
Braunkohle, mS	1,0E-05	mäßig	13

Zuordnungstabelle Lithologie, Durchlässigkeitsbeiwerte und -klassen für Festgesteine (Teil A)

Lithologie	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	Durchlässigkeitsklasse
Felsschiefer	1,0E-08	sehr gering
Tonschiefer	1,0E-08	sehr gering
Tonstein	1,0E-08	sehr gering
Tonmergelstein, Tonstein	1,0E-08	sehr gering
Tonschiefer, Felsmergel	1,0E-08	sehr gering
Tonstein, Mergelstein	5,0E-08	sehr gering
Tonstein, Schluffstein	5,0E-08	sehr gering
Tonstein, Feinsandstein	1,0E-07	sehr gering
Tonstein, Kalkstein	1,0E-07	sehr gering
Tonstein, Quarzit	1,0E-07	sehr gering
Ton, Mergel	1,0E-07	sehr gering
Tonmergel, Mergelsandstein	1,0E-07	sehr gering
Tonmergelstein	1,0E-07	sehr gering
Tonmergelstein, Feinsandstein	1,0E-07	sehr gering
Tonschiefer, Grauwacke	1,0E-07	sehr gering
Schiefer, Grauwacke	1,0E-07	sehr gering
Schiefer, Kalkstein	1,0E-07	sehr gering
Mergel, Schiefer	1,0E-07	sehr gering
Mergelstein, Schieferton	1,0E-07	sehr gering
Mergeltonstein	1,0E-07	sehr gering
Mergel, Tonstein	1,0E-07	sehr gering
Emscher Mergel	1,0E-08	sehr gering
Mergel, Mergelstein	1,0E-06	gering
Mergel, Kalkstein	5,0E-06	gering
Mergelkalkstein	5,0E-06	gering
Mergel, Sandstein	5,0E-06	gering
Mergelstein, Kalksandstein	2,0E-06	gering
Schluffstein, Tonstein	1,0E-07	sehr gering
Schluffmergelstein	1,0E-06	gering
Schluffstein	1,0E-06	gering
Schluffstein, Sandstein	5,0E-06	gering
Steinmergel, Sandstein	1,0E-06	gering
Sandmergelstein	1,0E-06	gering

Lithologie	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	Durchlässigkeitsklasse
Feinsandstein, Tonmergelstein	1,0E-07	sehr gering
Feinsandstein, Schluffstein	1,0E-06	gering
Sandstein, Tonstein	1,0E-06	gering
Sandstein	3,0E-05	mäßig
Sandstein, Kalkstein	1,0E-04	mäßig
Kalkstein, Tonstein	5,5E-06	gering
Kalkstein, Schluffstein	5,0E-05	mäßig
Kalkstein, Mergel	1,0E-04	mäßig
Kalkstein, Mergelkalkstein	1,0E-04	mäßig
Kalkstein, Mergelstein	1,0E-04	mäßig
Kalkstein, Sandstein	1,0E-04	mäßig
Kalkstein, Kalkmergel	5,0E-05	mäßig
Kalk, Kalkmergel	3,0E-04	mittel
Kreide, Kalkmergel	5,0E-05	mäßig
Kalkmergelstein, Kalkstein	5,0E-04	mittel
Kalkmergelstein	3,0E-04	mittel
Kalkmergel	3,0E-04	mittel
Kalk-Dolomitstein	5,0E-04	mittel
Kalksandstein	1,0E-04	mäßig
Kalkstein	5,0E-04	mittel
Kalkstein, klüftig	1,0E-03	mittel
Dolomit	1,0E-03	mittel
Dolomit, Mergelkalk	1,0E-05	gering
Kalkstein, Grauwacke	1,0E-04	mäßig
Grauwacke	1,0E-05	gering
Tuff, Tuffstein	3,0E-05	mäßig
Basalttuff	3,0E-05	mäßig

Zuordnungstabelle Lithologie und Porositäten für Festgesteine (Teil B)

Stratigraphie	Petrographie	Alter	Kluftanteil (%)	Porenraum	Gesamt- raum	eff. Porosität Nf (Minimum)	eff. Porosität Nf Maximum
Jura	Kalk-, Mergel-, Ton-, Sandstein	Mesozoikum	2,4	< 0.1	2.4	2,4	2,4
Jura	Kalksandstein, Sandstein, z.T. Tonstein	Mesozoikum	1,6	< 0.1	1.6	1,6	1,6
Jura	Kalksandstein, Ton- und Mergelstein	Mesozoikum	2,4	< 0.1	2.4	2,4	2,4
Jura	Kalkstein	Mesozoikum	4,0	< 0.1	4	4,0	4,0
Jura	Kalkstein, Mergelstein	Mesozoikum	3,2	< 0.1	3.2	3,2	3,2
Jura	Kalkstein, Mergelstein, z.T. Sandstein	Mesozoikum	2,3	< 0.1	2.3	2,3	2,3
Jura	Mergelstein, Kalkstein, Sandstein	Mesozoikum	1,4	< 0.1	1.4	1,4	1,4
Jura	Ton- und Mergelstein	Mesozoikum	0,3	1-2	1.03-2.03	1,0	2,0
Jura	Ton- und Mergelstein, z.T. Kalkstein	Mesozoikum	1,1	1-2	2.1-3.1	2,1	3,1
Jura	Ton- und Mergelstein, z.T. Sandstein	Mesozoikum	0,3	1-2	1.3-2.3	1,3	2,3
Jura	Ton- und Tonmergelstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.06-2.06	1,1	2,1
Jura	Ton- und Tonmergelstein, z.T. Kalkmergelstein	Mesozoikum	0,4	1-2	1.04-2.04	1,0	2,0
Jura	Ton- und Tonmergelstein. z.T. Kalksandstein	Mesozoikum	0,8	1-2	1.8-2.8	1,8	2,8
Jura	Tonstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.06-2.06	1,1	2,1
Jura	Tonstein, Mergelstein	Mesozoikum	0,3	1-2	1.3-2.3	1,3	2,3
Jura	Tonstein, z.T. Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.08-2.08	1,1	1,1
Jura	Tonstein. z.T. Feinsandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.07-2.07	1,1	2,1
Jura bis Kreide	Ton- und Mergelstein	Mesozoikum	0,3	1-2	1.3-2.3	1,3	2,3
Kreide	Fein- bis Mittelsand	Mesozoikum	0,0	0	0	0,0	0,0
Kreide	Fein- bis Mittelsand	Mesozoikum	0,0	0	0	0,0	0,0
Kreide	Feinsand	Mesozoikum	0,0	0	0	0,0	0,0
Kreide	Feinsand	Mesozoikum	0,1	1-2	1.1-2.1	1,1	2,1
Kreide	Kalk- und Kalkmergelstein	Mesozoikum	3,6	< 0.1	3.6	3,6	3,6
Kreide	Kalk- und Kalkmergelstein	Mesozoikum	3,2	< 0.1	3.2	3,2	3,2
Kreide	Kalk- und Kalkmergelstein	Mesozoikum	2,7	< 0.1	2.7	2,7	2,7
Kreide	Kalk- und Kalkmergelstein, Tonmergelstein	Mesozoikum	1,9	< 0.1	1.9	1,9	1,9
Kreide	Kalk- und Mergelstein	Mesozoikum	3,2	< 0.1	3.2	3,2	3,2
Kreide	Kalk-, Mergelkalk- und Kalkmergelstein	Mesozoikum	4,4	< 0.1	4.4	4,4	4,4
Kreide	Kalkmergel- und Mergelkalkstein	Mesozoikum	3,7	< 0.1	3.7	3,7	3,7
Kreide	Kalkmergel- und Mergelkalkstein	Mesozoikum	2,4	< 0.1	2.4	2,4	2,4
Kreide	Kalkmergel- und Mergelkalkstein	Mesozoikum	2,3	< 0.1	2.3	2,3	2,3
Kreide	Kalkmergel- und Mergelkalkstein	Mesozoikum	1,9	< 0.1	1.9	1,9	1,9
Kreide	Kalkmergelstein	Mesozoikum	2,8	< 0.1	2.8	2,8	2,8

Stratigraphie	Petrographie	Alter	Kluftanteil (%)	Porenraum	Gesamt- raum	eff. Porosität Nf (Minimum)	eff. Porosität Nf Maximum
Kreide	Kalksandstein	Mesozoikum	2,9	< 0.1	2.9	2,9	2,9
Kreide	Kalkstein	Mesozoikum	4,5	< 0.1	4.5	4,5	4,5
Kreide	Kalkstein	Mesozoikum	4,0	< 0.1	4	4,0	4,0
Kreide	Kalkstein, z.T. Kalkmergelstein	Mesozoikum	4,6	< 0.1	4.6	4,6	4,6
Kreide	Kalkstein, z.T. Mergelstein	Mesozoikum	4,2	< 0.1	4.2	4,2	4,2
Kreide	Konglomerat, Sandstein, z.T. Kalkstein	Mesozoikum	1,6	< 0.1	1.6	1,6	1,6
Kreide	Mergel- und Tonmergelstein	Mesozoikum	0,5	< 0.1	0.5	0,5	0,5
Kreide	Mergel- und Tonmergelstein	Mesozoikum	2,1	< 0.1	2.1	2,1	2,1
Kreide	Mergel- und Tonmergelstein, z.T. Kalkstein	Mesozoikum	1,4	< 0.1	1.4	1,4	1,4
Kreide	Mergelstein, Kalksandstein, Tonstein	Mesozoikum	1,1	< 0.1	1.1	1,1	1,1
Kreide	Sand	Mesozoikum	0,0	0	0	0,0	0,0
Kreide	Sand, Schluff	Mesozoikum	0,0	0	0	0,0	0,0
Kreide	Sandmergelstein	Mesozoikum	0,8	1-2	1.8-2.8	1,8	2,8
Kreide	Sandmergelstein	Mesozoikum	0,8	1-2	1.8-2.8	1,8	2,8
Kreide	Sandmergelstein	Mesozoikum	0,7	1-2	1.7-2.7	1,7	2,7
Kreide	Sandmergelstein	Mesozoikum	0,6	1-2	1.6-2.6	1,6	2,6
Kreide	Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.13-2.13	1,1	2,1
Kreide	Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.12-2.12	1,1	2,1
Kreide	Ton- und Kalkmergelstein	Mesozoikum	0,7	1-2	1.07-2.07	1,1	2,1
Kreide	Ton- und Mergelstein, Sandstein	Mesozoikum	0,4	1-2	1.4-2.4	1,4	2,4
Kreide	Ton- und Mergelstein, Sandstein	Mesozoikum	0,3	1-2	1.3-2.3	1,3	2,3
Kreide	Ton- und Mergelstein, z.T. Kalksandstein	Mesozoikum	0,9	1-2	1.09-2.09	1,1	2,1
Kreide	Ton- und Mergeltonstein	Mesozoikum	0,3	1-2	1.3-2.3	1,3	2,3
Kreide	Ton- und Schluffstein, Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.09-2.09	1,1	2,1
Kreide	Ton- und Schluffstein, Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.08-2.08	1,1	2,1
Kreide	Ton- und Tonmergelstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.06-2.06	1,1	2,1
Kreide	Ton- und Tonmergelstein, Kalkstein, Sandstein	Mesozoikum	1,0	1-2	2-3	2,0	3,0
Kreide	Ton- und Tonmergelstein, Sand und Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.08-2.08	1,1	2,1
Kreide	Ton- und Tonmergelstein, Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.09-2.09	1,1	2,1
Kreide	Ton- und Tonmergelstein, z.T. Kalkmergelstein	Mesozoikum	0,4	1-2	1.4-2.4	1,0	2,0
Kreide	Ton- und Tonmergelstein, z.T. Kalkstein	Mesozoikum	0,8	1-2	1.8-2.8	1,8	2,8

Stratigraphie	Petrographie	Alter	Kluftanteil (%)	Porenraum	Gesamt- raum	eff. Porosität Nf (Minimum)	eff. Porosität Nf Maximum
Kreide	Ton- und Tonmergelstein, z.T. Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.07-2.07	1,1	2,1
Kreide	Ton, Schluff	Mesozoikum	0,0	0	0	0,0	0,0
Kreide	Tonmergel- und Kalkmergelstein	Mesozoikum	0,9	< 0.1	0.9	0,9	0,9
Kreide	Tonmergel- und Mergelkalkstein	Mesozoikum	2,4	< 0.1	2.4	2,4	2,4
Kreide	Tonmergel- und Mergelkalkstein, z.T. Kalkstein	Mesozoikum	1,6	< 0.1	1.6	1,6	1,6
Kreide	Tonmergelstein	Mesozoikum	0,1	< 0.1	0.07	0,1	0,1
Kreide	Tonmergelstein	Mesozoikum	0,1	< 0.1	0.06	0,1	0,1
Kreide	Tonmergelstein	Mesozoikum	0,1	< 0.1	0.06	0,1	0,1
Kreide	Tonstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.06-2.06	1,1	2,1
Kreide	Tonstein, Mergeltonstein	Mesozoikum	0,3	1-2	1.3-2.3	1,3	2,3
Kreide bis Trias	Kalk-, Mergel-, Ton- und Sandstein	Mesozoikum	2,3	< 0.1	2.3	2,3	2,3
Trias	Dolomitstein, Sandstein, Ton- und Schluffstein	Mesozoikum	2,0	< 0.1	2	2,0	2,0
Trias	Dolomitstein, Sandstein, Ton- und Schluffstein	Mesozoikum	2,0	< 0.1	2	2,0	2,0
Trias	Dolomitstein, z.T. Mergelstein	Mesozoikum	4,1	< 0.1	4.1	4,1	4,1
Trias	Kalk- und Kalkmergelstein	Mesozoikum	3,2	< 0.1	3.2	3,2	3,2
Trias	Kalk- und Mergelstein	Mesozoikum	2,5	< 0.1	2.5	2,5	2,5
Trias	Kalk- und Mergelstein, Dolomitstein, Tonstein	Mesozoikum	2,8	< 0.1	2.8	2,8	2,8
Trias	Kalk-, Kalksand- und Kalkmergelstein	Mesozoikum	3,2	< 0.1	3.2	3,2	3,2
Trias	Kalkmergel- und Dolomitmergelstein, Tonstein	Mesozoikum	1,6	< 0.1	1.6	1,6	1,6
Trias	Kalkstein	Mesozoikum	4,5	< 0.1	4.5	4,5	4,5
Trias	Kalkstein	Mesozoikum	4,4	< 0.1	4.4	4,4	4,4
Trias	Kalkstein, Ton- und Mergelstein	Mesozoikum	2,6	< 0.1	2.6	2,6	2,6
Trias	Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.12-2.12	1,1	2,1
Trias	Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.11-2.11	1,1	2,1
Trias	Sandstein, Konglomerat	Mesozoikum	0,6	1-2	1.6-2.6	1,6	2,6
Trias	Sandstein, Ton- und Schluffstein	Mesozoikum	0,8	1-2	1.8-2.8	1,8	2,8
Trias	Sandstein, Ton- und Schluffstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.09-2.09	1,1	2,1
Trias	Sandstein, Ton- und Schluffstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.09-2.09	1,1	2,1
Trias	Sandstein, Ton- und Schluffstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.08-2.08	1,1	2,1
Trias	Sandstein, z.T. Ton- und Schluffstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.11-2.11	1,1	2,1
Trias	Schluff-, Ton- und Mergelstein	Mesozoikum	0,2	1-2	1.2-2.2	1,2	2,2

Stratigraphie	Petrographie	Alter	Kluftanteil (%)	Porenraum	Gesamt-raum	eff. Porosität Nf (Minimum)	eff. Porosität Nf Maximum
Trias	Schluff-, Ton- und Mergelstein, z.T. dolomitisch	Mesozoikum	1,4	1-2	2.11-3.11	2,1	3,1
Trias	Schluffstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.08-2.08	1,1	2,1
Trias	Ton- und Mergelstein, Kalkstein, Sandstein	Mesozoikum	1,5	1-2	2.5-3.5	2,5	3,5
Trias	Ton- und Mergelstein, Sandstein	Mesozoikum	0,2	1-2	1.2-2.2	1,2	2,2
Trias	Ton- und Mergelstein, Sandstein, z.T. Gips	Mesozoikum	0,5	1-2	1.5-1.5	1,5	2,5
Trias	Ton- und Mergelstein, z.T. Sandstein, Kalkstein, Gips	Mesozoikum	0,7	1-2	1.7-2.7	1,7	2,7
Trias	Ton- und Schluffstein, Feinsandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.08-2.08	1,1	2,1
Trias	Ton- und Schluffstein, Mergelstein	Mesozoikum	0,3	1-2	1.3-2.3	1,3	2,3
Trias	Ton- und Schluffstein, Mergelstein, Sandstein	Mesozoikum	0,2	1-2	1.2-2.2	1,2	2,2
Trias	Ton- und Schluffstein, Sandstein, z.T. Kalkstein	Mesozoikum	0,8	1-2	1.8-2.8	1,8	2,8
Trias	Ton- und Schluffstein, z.T. Gips	Mesozoikum	0,4	1-2	1.4-2.4	1,4	2,4
Trias	Ton- und Schluffstein, z.T. Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.08-2.08	1,1	2,1
Trias	Ton- und Tonmergelstein, Dolomitstein	Mesozoikum	1,6	1-2	2.6-3.6	2,6	3,6
Trias	Ton-, Mergel-, Sand- und Kalkstein	Mesozoikum	0,9	1-2	1.09-2.9	1,1	2,1
Trias	Ton-, Tonmergel-, Schluff- und Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.06-2.06	1,1	2,1
Trias	Tonmergelstein	Mesozoikum	0,1	< 0.1	0.06	0,1	0,1
Trias	Tonstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.06-2.06	1,1	2,1
Trias	Tonstein, Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.09-2.09	1,1	2,1
Trias	Tonstein, Sandstein	Mesozoikum	0,1	1-2	1.08-2.08	1,1	2,1
Devon	Diabas	Paläozoikum	1,0	< 0.1	1	1,0	1,0
Devon	Diabastuff	Paläozoikum	1,1	< 0.1	1.1	1,1	1,1
Devon	Dolomitstein, Mergelstein	Paläozoikum	3,0	< 0.1	3	3,0	3,0
Devon	Kalksandstein, z.T. Kalk-, Mergelstein	Paläozoikum	3,6	< 0.1	3.6	3,6	3,6
Devon	Kalkstein	Paläozoikum	4,9	< 0.1	4.9	4,9	4,9
Devon	Kalkstein	Paläozoikum	4,4	< 0.1	4.4	4,4	4,4
Devon	Kalkstein, Mergelstein	Paläozoikum	4,5	< 0.1	4.5	4,5	4,5
Devon	Kalkstein, Mergelstein	Paläozoikum	4,5	< 0.1	4.5	4,5	4,5
Devon	Kalkstein, Sandstein	Paläozoikum	2,7	< 0.1	2.7	2,7	2,7
Devon	Kalkstein, z.T. Mergelstein	Paläozoikum	4,5	< 0.1	4.5	4,5	4,5
Devon	Kalkstein, z.T. Mergelstein	Paläozoikum	4,5	< 0.1	4.5	4,5	4,5

Stratigraphie	Petrographie	Alter	Kluftanteil (%)	Porenraum	Gesamt- raum	eff. Porosität Nf (Minimum)	eff. Porosität Nf Maximum
Devon	Konglomerat	Paläozoikum	1,3	< 0.1	1.3	1,3	1,3
Devon	Konglomerat, z.T. Tonstein	Paläozoikum	0,9	< 0.1	0.9	0,9	0,9
Devon	Quarzkeratophyr	Paläozoikum	1,0	< 0.1	1	1,0	1,0
Devon	Quarzporphyr	Paläozoikum	1,0	< 0.1	1	1,0	1,0
Devon	Sand- und Schluffstein, Kalkstein	Paläozoikum	1,4	< 0.1	1.4	1,4	1,4
Devon	Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.13	0,1	0,1
Devon	Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.13	0,1	0,1
Devon	Sandstein, Ton- und Schluffstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.1	0,1	0,1
Devon	Sandstein. Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.1	0,1	0,1
Devon	Sandstein. Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.1	0,1	0,1
Devon	Schluff- bis Feinsandstein, Kalkstein	Paläozoikum	1,5	< 0.1	1.5	1,5	1,5
Devon	Ton- und Mergelstein, Kalkstein	Paläozoikum	1,4	< 0.1	1.4	1,4	1,4
Devon	Ton- und Mergelstein, Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.09	0,1	0,1
Devon	Ton- und Schluffstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.06	0,1	0,1
Devon	Ton- und Schluffstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.05	0,1	0,1
Devon	Ton- und Schluffstein, Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.1	0,1	0,1
Devon	Ton- und Schluffstein, Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.07	0,1	0,1
Devon	Ton- und Schluffstein, Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.06	0,1	0,1
Devon	Ton- und Tonmergelstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.05	0,1	0,1
Devon	Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.06	0,1	0,1
Devon	Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.05	0,1	0,1
Devon	Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.06	0,1	0,1
Devon	Tonstein, z.T. Kalkstein	Paläozoikum	0,8	< 0.1	0.8	0,8	0,8
Devon	Tonstein, Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.1	0,1	0,1
Devon	Tonstein, Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.07	0,1	0,1
Devon	Tonstein, Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.08	0,1	0,1
Devon	Tonstein, Schluff- und Sandstein	Paläozoikum	0,0	< 0.1	0.04	0,0	0,0
Devon	Tonstein, Schluff- und Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.07	0,1	0,1
Devon	Tonstein, z.T. Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.1	0,1	0,1
Devon	Tonstein, z.T. Sandstein	Paläozoikum	0,8	< 0.1	0.8	0,8	0,8
Devon	Tonstein. Kalkstein	Paläozoikum	1,6	< 0.1	1.6	1,6	1,6
Kambrium	Quarzit. Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.06	0,1	0,1
Kambrium	Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.05	0,1	0,1
Karbon	Grauwacke	Paläozoikum	1,1	< 0.1	1.1	1,1	1,1
Karbon	Kalkstein	Paläozoikum	4,9	< 0.1	4.9	4,9	4,9
Karbon	Kalkstein	Paläozoikum	4,4	< 0.1	4.4	4,4	4,4

Stratigraphie	Petrographie	Alter	Kluftanteil (%)	Porenraum	Gesamt- raum	eff. Porosität Nf (Minimum)	eff. Porosität Nf Maximum
Karbon	Kalkstein, Ton- und Schluffstein, Alaun- und Kieselschiefer, Lydit, Kieselkalk	Paläozoikum	1,6	< 0.1	1.6	1,6	1,6
Karbon	Kalkstein, z.T. Tonstein	Paläozoikum	2,9	< 0.1	2.9	2,9	2,9
Karbon	Quarzporphyr	Paläozoikum	1,0	< 0.1	1	1,0	1,0
Karbon	Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.11	0,1	0,1
Karbon	Sandstein, Schluff- und Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.08	0,1	0,1
Karbon	Schluff- und Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.06	0,1	0,1
Karbon	Schluff- und Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.05	0,1	0,1
Karbon	Schluff- und Tonstein, z.T. Kalkstein	Paläozoikum	0,9	< 0.1	0.9	0,9	0,9
Karbon	Schluff- und Tonstein, z.T. Sandstein, Steinkohleflöze	Paläozoikum	0,9	< 0.1	0.9	0,9	0,9
Karbon	Schluff- und Tonstein, z.T. Sandstein, Steinkohleflöze	Paläozoikum	0,9	< 0.1	0.9	0,9	0,9
Karbon	Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.05	0,1	0,1
Karbon	Tonstein, Kalkstein	Paläozoikum	1,4	< 0.1	1.4	1,4	1,4
Karbon	Tonstein, Schluff- und Sandstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.06	0,1	0,1
Ordovizium	Ton- und Schluffstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.05	0,1	0,1
Ordovizium	Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.05	0,1	0,1
Ordovizium bis Silur	Tonalit	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.06	0,1	0,1
Ordovizium bis Silur	Tonalitporphyr	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.06	0,1	0,1
Ordovizium bis Silur	Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.05	0,1	0,1
Perm	Kalk- und Dolomitstein, Tonstein	Paläozoikum	2,6	< 0.1	2.6	2,6	2,6
Perm	Kalk- und Dolomitstein, Tonstein	Paläozoikum	2,3	< 0.1	2.3	2,3	2,3
Perm	Kalkstein	Paläozoikum	4,3	< 0.1	4.3	4,3	4,3
Perm	Kalkstein	Paläozoikum	4,4	< 0.1	4.4	4,4	4,4
Perm	Kalkstein, z.T. Mergelstein, Dolomit	Paläozoikum	3,4	< 0.1	3.4	3,4	3,4
Perm	Konglomerat	Paläozoikum	1,3	< 0.1	1.3	1,3	1,3
Perm	Konglomerat	Paläozoikum	1,2	< 0.1	1.2	1,2	1,2
Perm	Sandstein, Konglomerat	Paläozoikum	0,6	< 0.1	0.6	0,6	0,6
Perm	Sandstein, Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.07	0,1	0,1
Perm	Sandstein, z.T. Ton- und Schluffstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.1	0,1	0,1
Perm	Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.05	0,1	0,1
Perm	Tonstein, Konglomerat	Paläozoikum	0,4	< 0.1	0.4	0,4	0,4
Silur bis Devon	Tonstein	Paläozoikum	0,1	< 0.1	0.05	0,1	0,1

Stratigraphie	Petrographie	Alter	Kluftanteil (%)	Porenraum	Gesamt- raum	eff. Porosität Nf (Minimum)	eff. Porosität Nf Maximum
Quartär	Basalt	Quartär	1,0	< 0.1	1	1,0	1,0
Quartär	Tuff	Quartär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Basalt	Tertiär	1,0	< 0.1	1	1,0	1,0
Tertiär	Basalt	Tertiär	1,0	< 0.1	1	1,0	1,0
Tertiär	Brekzie	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Brekzie	Tertiär	1,3	< 0.1	1.3	1,3	1,3
Tertiär	Feinsand	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Feinsand	Tertiär	0,1	< 0.1	0.1	0,1	0,1
Tertiär	Feinsand, Schluff	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Feinsand, schluffig	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Feinsand, z.T. tonig	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sand	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sand, Kies	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sand, Kies	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sand, Kies	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sand, Schluff	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sand, Ton	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sand, Ton	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sand, Ton	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sand, Ton, z.T. Braunkohle	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sand, Ton, z.T. Braunkohle	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sand, Ton. Z.T. Braunkohle	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sand. Kies	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Sandmergel	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Schluff, Ton	Tertiär	0,1	< 0.1	0.07	0,1	0,1
Tertiär	Ton, Feinsand	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Ton, Feinsand	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Ton, feinsandig	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Ton, Sand, Kies	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Ton, Schluff	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Ton, Schluff	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Tuff	Tertiär	0,0	0	0	0,0	0,0
Tertiär	Tuff	Tertiär	1,0	1-2	2-3	2,0	3,0
Tertiär	Tuff	Tertiär	0,5	1-2	1.5-2.5	1,5	2,5
Tertiär	Vulkanit	Tertiär	2,0	< 0.1	2	2,0	2,0
Tertiär	Vulkanit	Tertiär	1,5	< 0.1	1.5	1,5	1,5