

Technische Universität Berlin
Fakultät Planen – Bauen - Umwelt
FG Siedlungswasserwirtschaft



Erstellung einer Handlungsanleitung zur Dichtheitsprüfung von abflusslosen Sammel- gruben in Kleingartenanlagen

Auftraggeber:

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt
und Verbraucherschutz
Mecklenburg-Vorpommern

Bearbeiter:

Matthias Barjenbruch
Alexander Wriege-Bechtold
Carsten Buchholz

Berlin, August 2011

Inhaltsverzeichnis:

1	Veranlassung.....	1
2	Normen und technische Richtlinien im Zusammenhang mit der Dichtheitsprüfung von Abwasseranlagen	3
2.1	Definitionen.....	3
2.2	Relevante Normen, Arbeitsblätter und Merkblätter.....	4
2.2.1	DIN EN 1610 – Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen..... DIN 1986-30	4
2.2.2	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 30: Instandhaltung.....	4
2.2.3	DWA Arbeitsblatt A 139 (alt ATV-DVWK-A 139) - Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen	4
2.2.4	ATV Merkblatt M 143 Teil 6 - Dichtheitsprüfung bestehender erdüberschütteter Abwasserleitungen und –kanäle und Schächte mit Wasser, Luftüber- und Unterdruck - Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und –leitungen.....	4
2.2.5	ATV-DVWK Arbeitsblatt A 142 - Abwasserkanäle und –leitungen in Wassergewinnungsgebieten	5
2.2.6	DIN 4261 Teil 1 - Anlagen zur Schmutzwasservorbehandlung	5
2.2.7	DIN EN 12566 Teil1 - Kleinkläranlagen für bis zu 50 EW - Teil 1: Werkmäßig hergestellte Faulgruben.....	6
2.2.8	DIN EN 12566 Teil 3 - Kleinkläranlagen für bis zu 50 EW - Teil 1: Vorgefertigte und/oder vor Ort montierte Anlagen zur Behandlung von häuslichem Schmutzwasser	6
3	Abflusslose Sammelgruben.....	8
3.1	Definition.....	8
3.2	Material und Risiken für Undichtigkeiten	8
3.2.1	Zulässige Materialien.....	8
3.2.2	Risiken für Undichtigkeiten verschiedener Bausubstanz.....	8
3.2.2.1	Allgemeines	8
3.2.2.2	Stahl	8
3.2.2.3	Beton	9
3.2.2.4	Mauerwerk.....	10
3.2.2.5	Kunststoff (PP,PE, GFK)	11
4	Anforderungen an eine Dichtheitsprüfung	13
4.1	Prüfmethoden und Messgeräte	13
4.1.1	Sichtprüfung	13
4.1.2	Pegelabfallprüfungen (Prüfung mit Wasser) /nach GOLDBERG 2008/	13
4.1.2.1	Lasermessung	13
4.1.2.2	Druckänderungsmessung (Prüfung mittels Druckmesssonde (alternative Bezeichnung: Tauchsonde oder Pegelsonde).....	15
4.1.2.3	Ultraschallmesssysteme	15
4.1.2.4	Radarmessgeräte	16

4.1.2.5	Geführte Mikrowellen.....	16
4.1.3	Fazit.....	16
4.2	Personal	17
4.3	Zertifizierung und Sachkundebildung	17
5	Vorschlag für eine Dichtheitsprüfung nach einem vereinfachten Verfahren in Kleingärten in M-V	19
5.1	Allgemeines	19
5.2	Erforderliche Messgenauigkeit	19
5.2.1	Kleinkläranlage KKA 600 (WBK Rostock Plattenwerk Marienehe).....	19
5.2.2	Mehrkammersammelgrube Kunststoff (Eigenbau)	20
5.2.3	Einkammersammelgrube Monolith 3.500 L (Kunststoff).....	20
5.2.4	Einkammersammelgrube Monolith 3.500 L (Beton)	20
5.2.5	Fazit hinsichtlich der erforderlichen Messgenauigkeit	21
5.3	Prüfverfahren.....	21
5.3.1	Vorbemerkungen	21
5.3.2	Vorprüfung	22
5.3.3	Hauptprüfung	23
5.3.3.1	Technische Dichtheitsprüfung	23
5.4	Personenkreis.....	27
5.5	Materialausstattung	28
5.6	Organisation und Umgang mit den Daten	29
5.7	Arbeitsschutz und Unfallverhütung	30
6	Prüfprotokoll	32
6.1	Allgemeines	32
6.2	Mindestanforderungen.....	32
6.3	Beispiel für ein ausgefülltes Prüfprotokoll.....	33
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	35
8	Literatur	37
9	Anhang	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Durch Korrosion geschädigte Sammelgrube aus Stahl	9
Abbildung 2:	links: Zweikammersammelgrube aus Beton , rechts. Einkammersammelgrube aus Beton	10
Abbildung 3:	links: Dreikammergrube aus Mauerwerk rechts. Detailaufnahme eines Behälters	11
Abbildung 4:	Sammelgrube aus PE	11
Abbildung 5:	Beispiel Laserentfernungsmessgerät	14
Abbildung 6:	Beispiel Prüfblase	24
Abbildung 7:	Ablaufplan Dichtheitsprüfung	26
Abbildung 8:	Muster eines ausgefüllten Prüfprotokolls einer Dichtheitsprüfung	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenstellung der geltenden Vorschriften und Grenzwerte für die Dichtheitsprüfungen der relevanten Bauformen und Materialien für das Prüfverfahren Wasser.....	7
Tabelle 2: Aufstellung der geeigneten Personen	27
Tabelle 3: Bewertungsmatrix Zusammenfassung der einzelnen Messverfahren.....	35

1 Veranlassung

In Mecklenburg-Vorpommern regelt ein Erlass des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz auf Basis des Landeswassergesetzes, dass Einleitungen aus unzureichenden Grundstücksentwässerungsanlagen bis spätestens 31.12.2013 zu beenden bzw. an die geltenden Anforderungen anzupassen sind. Dieser Erlass betrifft alle Grundstücksentwässerungen, also auch Kleingärten.

Zur Sicherstellung der Einhaltung dieses Erlasses sollen bestehende abflusslose Sammelgruben bzw. Kleinkläranlagen, die als abflusslose Sammelgruben weiter betrieben werden sollen, auf ihre Dichtigkeit geprüft werden, um nachzuweisen, dass keine unerlaubte Gewässerbenutzung vorliegt.

In der zu erarbeitenden Handlungsanleitung sollen praktikable Dichtheitsprüfungen für abflusslose Gruben in Kleingärten zusammengestellt und beschrieben werden. Die Dichtheitsprüfung nach DIN 1986-30 soll als Basis betrachtet werden. Einfachere Prüfmöglichkeiten mit einem geringeren Aufwand gegenüber der DIN werden erarbeitet und verglichen um eine Bewertung im Vergleich zur Sicherheit des DIN-Nachweises auszuführen. Diese sind mit ihren Vor- und Nachteilen gegenüberzustellen sowie eine Methode vorzuschlagen.

Die Handlungsanleitung soll für den Anwender als Hilfestellung dienen ein geeignetes Verfahren auszuwählen. Hierbei wird auf eine gegenüber der DIN kostengünstigere Variante Wert gelegt.

Die nachfolgend genannten Details sind zu berücksichtigen:

- Randbedingungen (Standort der Abwasseranlage, Grundwasserstand, Witterungsverhältnisse, Trinkwasserschutzgebiet)
- Art des Baukörpers (Größe, Werkstoff, Zustand, Alter)
- Art und Weise der Prüfung (auf Basis von Messgeräten, visuell, mit Wasserfüllung, Messdauer)
- Prüfapparatur (Messeinrichtung, Messgenauigkeit, Vergleichbarkeit zur DIN-Messung)
- Qualifikation des Prüfers (Sachkunde, fachliche Vorkenntnisse, Qualifizierungsbedarf und -möglichkeiten)
- Aufwandsdarstellung (Zeitaufwand, Personenaufwand, grobe Kostenschätzung)

Dabei sind folgende Formulare zu erstellen:

- Prüfprotokoll
- Bestandserfassung

Der Wunsch auftraggeberseitig, ein vereinfachtes Verfahren, dass an die DIN-Verfahren angelehnt ist, zu entwickeln, resultiert aus einer Vielzahl bevorstehender Dichtheitsprüfungen von abflusslosen Sammelgruben unterschiedlichster Bauart in Kleingärten. Da vorhandene Anlagen bislang nur in Ausnahmefällen auf ihre Dichtigkeit hin untersucht wurden, sollen die Eigentümer Dichtigkeitsnachweise vorlegen.

Nach Schätzungen beträgt die Anzahl der Kleingärten in Mecklenburg-Vorpommern ungefähr 80.000. Auch wenn längst nicht alle Gärten über sanitäre Einrichtungen und damit einen Abwasseranfall verfügen, verursacht die Dichtheitsprüfung einen immensen Aufwand.

Durch das Bestreben, die Kosten und den bürokratischen Aufwand für die Durchführung von Dichtheitsprüfungen für die Kleingärtner möglichst gering zu halten, dabei aber eine größtmögliche Prüfdichte, Mängeldetektion und -beseitigung zu erreichen, sind Alternativen zum DIN-Verfahren 1986-30 /DIN 2003/ zu suchen.

Ob für eine Übergangszeit ein vereinfachtes Verfahren (geringere Anforderungen an Ausstattungsaufwand für die Prüfeinrichtung sowie an die Personalqualifikation), ggf. unter Modifizierung der Randbedingungen, sinnvoll für die abflusslosen Sammelgruben in Kleingartenanlagen entwickelt und angewendet werden kann, sollte daher in dieser Studie untersucht werden.

Der hier vorgelegte Abschlussbericht fasst die Ergebnisse der Untersuchungen zusammen.

2 Normen und technische Richtlinien im Zusammenhang mit der Dichtheitsprüfung von Abwasseranlagen

2.1 Definitionen

DIN-Norm

Bei einer DIN Norm handelt es sich um eine vom Deutschen Institut für Normung erarbeitete Norm, die nur oder überwiegend nationale Bedeutung hat. Sie wird unter Leitung eines Ausschusses erarbeitet und ist ein freiwilliger Standard in dem materielle und immaterielle Gegenstände und Verfahren vereinheitlicht sind. Interessierte Gruppen regen die Schaffung einer Norm an. Hierbei ist das Ziel die Übereinstimmung unter allen Beteiligten herzustellen. „Normen erbringen einen hohen betriebs- und volkswirtschaftlichen Nutzen...“ /DIN 2011/

DIN EN-Norm

Bei DIN EN-Normen handelt es sich um deutsche Ausgaben einer europäischen Norm, die unverändert von allen Mitgliedern der gemeinsamen Europäischen Normungsorganisation CEN/CENELEC übernommen wurde.

DWA (früher ATV oder ATV-DVWK)-Arbeitsblatt

Ein Arbeitsblatt der DWA (früher ATV-DVWK oder ATV) beschreibt die zur Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen notwendigen:

- technischen Verfahren,
- Einrichtungen,
- Betriebsweisen und
- Maßnahmen.

Diese allgemein anerkannten Regeln sind in der Anwendung erprobt und haben sich bei der Mehrheit der Praktiker durchgesetzt. Sie stellen technisch einwandfreie und wirtschaftliche Lösungen dar. /DWA 2009/

DWA (früher ATV oder ATV-DVWK)-Merkblatt

Merkblätter geben im Wesentlichen Empfehlungen und Hilfen zur Lösung technischer und betrieblicher Probleme. Unter Umständen werden Arbeitsblätter ergänzt und:

- Verfahren,
- Einrichtungen,
- Betriebsweisen und
- Maßnahmen

beschrieben, die noch nicht – aufgrund fehlender Voraussetzungen - in einem Arbeitsblatt fixiert sind. Merkblätter haben i.d.R. Informationscharakter. Grundsätzlich ist eine spätere Überführung in ein Arbeitsblatt möglich.

Arbeitsblätter und Merkblätter werden von Fachgremien der DWA unter Beteiligung der Fachöffentlichkeit erstellt. Sie sind Ergebnisse ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/ wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit. /DWA 2009/

2.2 Relevante Normen, Arbeitsblätter und Merkblätter

2.2.1 DIN EN 1610 – Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen

Die DIN EN 1610 gilt für i.d.R. erdverlegte Abwasserleitungen und –kanäle. Es werden die Anforderungen an die ordnungsgemäße Planung und den Bau sowie die Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen festgelegt. In dieser DIN sind im Einzelnen u.a.:

- Bauteile und Baustoffe,
- Herstellung der Leitungsgräben und Einbau,
- Anschlüsse von Rohren und Schächten und
- die Prüfung von Rohrleitungen und Schächten nach Verfüllung

geregelt.

Des Weiteren enthält die DIN EN 1610 Angaben über verschiedene Verfahren und Anforderungen für die Prüfung von Freispiegelleitungen und die Prüfung einzelner Verbindungen. Ebenfalls werden Anforderungen an die Qualifikation des ausführenden Personals gemacht. /DIN 1997/

2.2.2 DIN 1986-30

Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 30: Instandhaltung

Die DIN 1986-30 ist Norm für die Instandhaltung für Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Darin wird die Zustandserfassung von Grundleitungen, Schächten, Abwassersammelgruben und Kleinkläranlagen näher beleuchtet. Insbesondere geht es um:

- optische Inspektion,
- Dichtheitsprüfung,
- Schadensdokumentation und Bewertung,
- Sanierung,
- Anlässe und Fristen,
- Prüfmethode und Herkunftsbereiche. /DIN 2003/

2.2.3 DWA Arbeitsblatt A 139 (alt ATV-DVWK-A 139) -

Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen

Das DWA-A 139 gibt ergänzende Hinweise sowie weitergehende Ausführungen zur DIN EN 1610 (siehe Abschnitt 2.2.1). Mit diesem Arbeitsblatt soll den beteiligten Personen das Arbeiten und Auslegen der DIN EN 1610 erleichtert werden. Das bedeutet, die erforderlichen Randbedingungen und Spielräume werden detailliert aufgezeichnet und erläutert. Die in Abschnitt 2.2.1 dargestellten Unterkapitel werden genauer untersetzt. Zusätzlich erfolgen weitergehende Aussagen zu Dichtheitsprüfungen sowie zum Arbeitsschutz. /DWA 2009-1/

2.2.4 ATV Merkblatt M 143 Teil 6 - Dichtheitsprüfung bestehender erdüberschütteter Abwasserleitungen und –kanäle und Schächte mit Wasser, Luftüber- und Unterdruck - Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und –leitungen

Das ATV-Merkblatt M 143 Teil 6 nennt die Anforderungen für Dichtheitsprüfungen bestehender erdüberschütteter Abwasserleitungen und –kanäle und Schächte. Es werden für die Prüfmedien Luft und Wasser die Prüfbedingungen festgelegt. Die Gültigkeit des Merkblattes

steht in Verbindung mit den Merkblättern ATV-M 143 Teil 1 und Teil 2 für die Dichtheitsprüfung an bestehenden Abwasserleitungen und -kanälen, die als Freispiegelleitung betrieben werden, sowie der dazugehörigen Schächte. In diesem Merkblatt werden Einzelheiten zu

- den vorbereitenden Maßnahmen,
- der Anforderungen an die einzusetzenden Geräte,
- der Durchführung der Dichtheitsprüfung,
- den Anforderungen an das eingesetzte Personal,
- der Dokumentation,
- die Dichtheitsrisiken und
- die Dichtheitskriterien

beschrieben.

In der Anlage werden Beispielprotokolle zu verschiedenen Dichtheitsprüfungen dargestellt. /ATV 1998/

2.2.5 ATV-DVWK Arbeitsblatt A 142 -

Abwasserkanäle und –leitungen in Wassergewinnungsgebieten

Liegen Abwasserkanäle und –leitungen in Gebieten, die der Gewinnung von Trinkwasser dienen, müssen diese besondere Bedingungen erfüllen. In diesen besonders schutzwürdigen Bereichen müssen besondere Auflagen eingehalten und Anforderungen hinsichtlich Herstellung und Betrieb dieser Bauteile beachtet werden. Im Arbeitsblatt werden u. a.:

- Definitionen,
- Maßnahmen zum Schutz der Gewässer,
- Rechtsvorschriften
- Aussagen zur Dichtheitsprüfung und
- technische Regeln und Literatur

beschrieben.

Für die Abnahme der Abwasseranlagen wird auf das Arbeitsblatt 139 sowie die DIN EN 1610 verwiesen. Für die verschiedenen Bauteile werden zulässige Wasserzugaben bestimmt (siehe Tabelle 1). /ATV-DVWK 2002/

2.2.6 DIN 4261 Teil 1 - Anlagen zur Schmutzwasservorbehandlung

Die DIN 4261-1 gilt für die mechanische Vorbehandlung von im Trennverfahren (ohne Regenwasser) erfasstem häuslichem Schmutzwasser in Kleinkläranlagen bis zu 50 EW. Diese Kleinkläranlagen sind ebenfalls Regelungsgegenstand der DIN EN 12566-1 und DIN EN 12566-4. Die DIN 4261 Teil 1 ist in die folgenden Hauptkapitel gegliedert:

- Aussagen zur Schmutzwasservorbehandlung,
- Bemessungsgrundlagen für Kleinkläranlagen,
- Allgemeine Baugrundsätze,
- Bemessung und Ausführung,
- Betrieb und Wartung und Typprüfung.

Darin sind auch Bemessungs- und Ausführungsrichtlinien für Ein- und Mehrkammergruben geregelt. Für Schachtbehälter aus Beton und anderen Materialien werden hinsichtlich der Wasserdichtheit zulässige Wasserverluste festgelegt. /DIN 2010/

2.2.7 DIN EN 12566 Teil1 - Kleinkläranlagen für bis zu 50 EW - Teil 1: Werkmäßig hergestellte Faulgruben

Der Anwendungsbereich der DIN EN 12566-1 umfasst Anforderungen an vorgefertigte Faulgruben inklusive der dazugehörigen Ausrüstung, die für bis zu 50 EW genutzt werden. Festgelegt sind:

- Nenngrößen,
- Kennzeichnung,
- Qualitätsbewertung,
- Einbauanleitungen,
- Betriebs- und Wartungsanleitungen.

Die in der Anlage der DIN-Norm festgelegten Prüfgrundsätze dienen allerdings nur für die Prüfung auf einem Prüffeld. /DIN 2004/

2.2.8 DIN EN 12566 Teil 3 - Kleinkläranlagen für bis zu 50 EW - Teil 1: Vorgefertigte und/oder vor Ort montierte Anlagen zur Behandlung von häuslichem Schmutzwasser

Die DIN EN 12566-3 hat einen Geltungsbereich für vorgefertigte und/oder vor Ort montierte Anlagen zur Behandlung von häuslichem Schmutzwasser. Diese Norm beinhaltet Angaben zu:

- Bemessung,
- Anforderungen,
- Berechnung und Prüfverfahren,
- Technische Angaben,
- Konformitätsbewertung,
- Einbauanleitungen,
- Betriebs- und Wartungsanleitungen.

In der Anlage der DIN EN 12566-3 wird auf die Verfahren zur Prüfung auf:

- Wasserdichtigkeit,
- Reinigungsleistung,
- Standsicherheit

eingegangen. Diese sind als Zulassungsgrundsätze für die CE-Kennzeichnung zu verstehen. /DIN 2009/

Eine Übersicht der jeweiligen Prüfkriterien liefert Tabelle 1.

3 Abflusslose Sammelgruben

3.1 Definition

DIN EN 1085 definiert eine Sammelgrube oder Senkgrube als unterirdischen wasserundurchlässigen Behälter ohne Ablauf zur Sammlung von häuslichem Schmutzwasser. Die Sammelbehälter werden direkt auf Grundstücken zur Zwischenspeicherung installiert. Der Inhalt einer Abwassersammelgrube muss regelmäßig abgeholt und gemäß den bestehenden Vorschriften behandelt bzw. entsorgt werden.

3.2 Material und Risiken für Undichtigkeiten

3.2.1 Zulässige Materialien

Abflusslose Sammelgruben können aus wasserundurchlässigem Beton/Stahlbeton (mind. C35) in monolithischer Bauweise oder aus Kunststoff (Glasfaserkunststoff (GFK), Polypropylen (PP), Polyethylen (PE)) hergestellt werden. Teilweise werden sie auch als nichtrostende Stahlbehälter eingesetzt. In einigen Bundesländern sind auch nichtrostende Stahlbehälter zulässig.

Sammelgruben aus Mauerwerk sind im Bestand vorhanden, dürfen aber nicht mehr neu errichtet werden

3.2.2 Risiken für Undichtigkeiten verschiedener Bausubstanz

3.2.2.1 Allgemeines

Aufgrund der unterschiedlichen Baumaterialien, die zur Herstellung der abflusslosen Sammelgruben (hier älterer Bauart oder in Eigenbau errichtet) in den Kleingärten verwendet wurden, zeigt sich die Veränderung der Bausubstanz auf verschiedene Art und Weise: Im Folgenden werden die Ursachen für die Undichtigkeiten von Sammelgruben aus verschiedenen Materialien und mögliche Gegenmaßnahmen zusammengestellt. Die häufigste Ursache ist die Korrosion, die nach DIN EN ISO 8044 /DIN 1999/ wie folgt definiert wird:

„Korrosion ist die Reaktion eines metallischen Werkstoffes mit seiner Umgebung, die eine messbare Veränderung des Werkstoffes bewirkt und zu einer Beeinträchtigung der Funktion eines metallischen Bauteils oder eines ganzen Systems führen kann. In den meisten Fällen ist die Reaktion elektrochemischer Natur, in einigen Fällen kann sie chemischer oder metallphysikalischer Natur sein.“

3.2.2.2 Stahl

Die Zerstörung des Werkstoffes Stahl erfolgt durch den Korrosionsvorgang und äußert sich in großflächigen ‚Roststellen‘. Abhängig von der Qualität des verwendeten Stahls und den Umgebungsbedingungen schreitet die Korrosion mehr oder weniger stark voran und erreicht im Falle des ‚Durchrostens‘ der Behälterwand oder des Behälterbodens den Zustand der maroden Bausubstanz. Ist die Zerstörung des Werkstoffes noch nicht allzu sehr fortgeschritten und das ‚gesunde‘ Material noch ausreichend stark, so kann durch Korrosionsschutzmaßnahmen (Anstrich oder Beschichtung) ein Fortschreiten der Zerstörung verhindert wer-

den. Aus den o. g. negativen Eigenschaften abgeleitet, kann für den Werkstoff Stahl bei der Verwendung für Sammelgruben-Behälter grundsätzlich keine Empfehlung ausgesprochen werden. Bei einem beabsichtigten Weiterbetrieb vorhandener Behälter sind aufgrund der Materialeigenschaften kürzere Wiederkehrintervalle der Dichtheitsprüfung notwendig. Behälter mit ausreichender Wandstärke und aus rostfreiem Stahl (Edelstahl, z.B. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), umgangssprachlich: V4A) sind als Alternative denkbar, jedoch auch sehr teuer und damit meist unwirtschaftlich.



Abbildung 1: Durch Korrosion geschädigte Sammelgrube aus Stahl (Bildquelle: Gürcke)

Die hier bedeutendste Korrosionsart ist die Sauerstoffoxidation. Als Sauerstoffkorrosion bezeichnet man einen Korrosionsvorgang, bei dem ein Metall in Gegenwart von Wasser (Luftfeuchtigkeit) durch Sauerstoff oxidiert wird. Bei dieser Redoxreaktion ist Sauerstoff das Oxidationsmittel.

3.2.2.3 Beton

Die Dauerhaftigkeit von Beton- und Stahlbetonkonstruktionen hängt im Wesentlichen von der Zusammensetzung, der Verarbeitung und den späteren Umwelteinwirkungen sowie von der Nutzung ab. Diese Faktoren beeinflussen somit die langfristige Qualität aller Betonbauteile. Im Falle von Sammelgruben aus Beton stellt die biogene Schwefelsäurekorrosion (BSK) infolge von mikrobiologischen und chemischen Umsetzungsprozessen von Thiobakterien eine der größten Zerstörungsprozesse dar. Diese treten vorwiegend oberhalb des Wasserspiegels und in der so genannten Wechselzone (Wasser-Luft) auf. Dabei zerstört der Biofilm sukzessive die Betonoberfläche und dringt bis in tiefere Regionen vor, sodass der Beton brüchig-marode wird. Die stets wechselnden Füllstände unterstützen diesen Vorgang zusätzlich und Schwallwellen sorgen für ein verstärktes Auswaschen. Bei minderwertigem Beton tritt dieser Vorgang beschleunigt auf. Weiterhin können bei den meist nicht monolithisch hergestellten Betonkörpern vorhandene Fugen angegriffen und ausgespült werden. Das Fort-

schreiten der Betonzerstörung kann z. B. durch Innenbeschichtungen oder Auskleidungen verhindert werden. Hierfür sind Materialien mit DIBt-Zulassung zu verwenden.

Letztendlich können wechselnde Druckverhältnisse, mechanischen Einwirkungen, Wurzeln oder veränderte Grundwasserverhältnisse zusammen mit den o. g. Zerstörungsvarianten zu maroden Behälterwandungen führen. Durch die hohe Druckfestigkeit jedoch sehr geringe Zugfestigkeit von Beton können sich schnell Risse ausbilden. Befindet sich der Beton aufgrund der Vollfüllung der Grube im wassergesättigten Zustand so kann es in den Wintermonaten nach erfolgter Grubenentleerung bis zu einer Frosttiefe von 80 cm außerdem zu Frostschäden kommen.



Abbildung 2: links: Zweikammersammelgrube aus Beton /BARJENBRUCH UND WRIEGE-BECHTOLD 2005/, rechts: Einkammersammelgrube aus Beton (Bildquelle: Gürcke)

3.2.2.4 Mauerwerk

Beim Mauerwerk haben die Fugen das größte Zerstörungsrisiko, da diese bei minderwertiger Mörtelqualität ausgewaschen oder porös werden können. Ziegel und damit auch das Mauerwerk verändern weder durch das eingedrungene Wasser noch durch den Prozess des Austrocknens ihre Form (Quellen oder Schrumpfen), sind beständig gegen chemische Einflüsse und sehr dauerhaft. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass nicht immer hochwertige Ziegel eingesetzt wurden. Am abtrocknenden Mauerwerk sind meist Salzkristall – oder Salpeterausblühungen ersichtlich. Auch beim wassergesättigten Mauerwerk kann es - wie bereits in Abschnitt 3.2.2.3 beschrieben - in den Wintermonaten bis zu einer Tiefe von 80 cm zu Frostschäden kommen. Dies betrifft besonders Ziegel mit geringer Scherbenfestigkeit, geringem Porenvolumen und ungünstiger Porengrößenverteilung. Je nachdem welche Belastungsänderungen auftreten kann es zu Zug- und Schubrisen kommen, welche die Standsicherheit des Baukörpers gefährden. In diese Problematik gliedern sich auch Rissbildungen infolge Bodenbewegungen ein.

Zur Sanierung baustatisch weiterhin nutzbarer Behälter empfiehlt sich nach erfolgter Reinigung und Untergrundvorbehandlung des schadhafte Mauerwerks eine Nachverfugung. Nach ausreichender Trocknung des Mörtels kann u. U. eine geeignete Grundierung oder eine Haftbrücke aufgetragen werden. Als Abschluss erfolgt das Auftragen der Abdichtung.

Diese kann entweder zementgebunden bzw. mineralisch (Dichtschlämme) oder kunststoffbasiert (Bitumen, PUR) bzw. mit Harzen erfolgen.

Für die Beschichtung von tragfähigem Mauerwerk sind ebenfalls DIBt-zugelassene Materialien zu verwenden. Für die Neuerstellung von Sammelgruben ist Mauerwerk nicht mehr zulässig.



Abbildung 3: links: Dreikammergrube aus Mauerwerk /VGF-HRO 2010/
rechts: Detailaufnahme eines Behälters /VGF-HRO 2010/

3.2.2.5 Kunststoff (PP, PE, GFK)

Kunststoff kann durch die chemischen und strukturellen Veränderungen mit fortschreitendem Alter sogenannte Weichmacher verlieren, dadurch verhärten und verspröden und somit im Langzeitverhalten zunehmend zu Brüchen neigen. Licht (UV) und Sauerstoff (Oxidation) führen zu einer beschleunigten Alterung des Kunststoffs durch sog. Photooxidation, wobei bei Erdbehältern bzw. erdüberschütteten Behältern kaum mit einem Einfluss der UV-Strahlung zu rechnen ist. Auch bei Frost neigt, besonders bei zusätzlichen mechanischen Beanspruchungen, Kunststoff schneller zum Bruch. Behälter aus Kunststoff kündigen den Bruch i. d. R. nicht elastisch an, sondern brechen spröde. Somit ist eine marode Bausubstanz schwer im Vorfeld zu erkennen.



Abbildung 4: Sammelgrube aus PE (Bildquelle: Gürcke)

Grundsätzlich muss jedoch festgehalten werden, dass Kunststoff bei fachgerechtem Einbau - auf die Nutzungsdauer der Sammelgrube gesehen - das zuverlässigste und beständigste Material mit den geringsten zu erwartenden Mängeln darstellt.

Zusammen mit weiteren hervorzuhebenden positiven Eigenschaften bzgl. der Bauzeit, den Baukosten, der Anschlussherstellung, des Platzbedarfs, der Variabilität etc. wird der Verwendung dieses Werkstoffes eine ausdrückliche Empfehlung gegeben. Jedoch sei hier auch ein wichtiger Punkt zur Standsicherheit erwähnt: Abhängig von Auflast, Grundwasserverhältnissen und Füllgrad ist ein Aufschwimmen des Behälters möglich. Dem Auftrieb muss mit zusätzlichen Auflasten entgegengewirkt werden. Auch die Befahrbarkeit ist eingeschränkt. Über das Langzeitverhalten von Kunststoff liegen allerdings nur begrenzte Erkenntnisse vor.

4 Anforderungen an eine Dichtheitsprüfung

4.1 Prüfmethoden und Messgeräte

4.1.1 Sichtprüfung

Für die innere Prüfung des allgemeinen Zustandes ist die Sammelgrube zu entleeren und - möglichst mit Hochdruck - zu reinigen. Hierbei sind evtl. nur grobe Fehlstellen oder Manipulationen erkennbar. Mit der Hochdruckreinigung sind jedoch auch Gefahren verbunden, die unbedingt bei der Durchführung zu beachten sind, z. B. aufgewirbelte gesundheitsgefährdende Aerosole und die zusätzliche Schwächung und mögliche Zerstörung des Baukörpers. Für die Prüfung der Dichtheit kann bei der Sichtkontrolle nur die Veränderung des Wasserspiegels bei Vollfüllung beobachtet werden. Dabei sind nur größere Undichtigkeiten erkennbar, bei denen eine signifikante Änderung des Wasserspiegels erfolgt. Dieses Verfahren ist sehr subjektiv und ungenau.

Für die zusätzliche Aufdeckung von offensichtlichen Leckagen und Fehlstellen nach außen müsste die Sammelgrube von allen Seiten freigelegt werden. Dies erfordert einen enormen Aufwand und das Ergebnis erscheint zweifelhaft, da die Behältersohle auf diese Art nicht kontrolliert werden kann. Zu weiteren Problemen gehört die Statik des Behälters (statischer Innendruck bei Vollfüllung und gleichzeitig fehlendem Erddruck von außen). In Anbetracht der Bauart und des Alters des Baukörpers besteht u. U. akute Einsturzgefahr. Die Grundwasserverhältnisse können ein Volllaufen der Baugrube bei gleichzeitiger Erosion des Bodens und eine damit verbundene Einsturzgefahr der Böschung und des Baukörpers auslösen.

Als eigentliches Verfahren zur Dichtheitsprüfung ist das Verfahren der Sichtprüfung ungeeignet.

4.1.2 Pegelabfallprüfungen (Prüfung mit Wasser) /nach GOLDBERG 2008/

4.1.2.1 Lasermessung

Bei der Lasermessung erfolgt eine Abstandsmessung zwischen dem Sensor eines Lasermessgerätes und der Wasseroberfläche. Hierbei unterscheidet man die Laser-Entfernungsmessgeräte und die Laser-Distanz-Messgeräte.

Laser-Distanz-Sensoren haben i. d. R. einen viel geringeren Messbereich (z. B. 5 mm) und sind demzufolge viel genauer, jedoch auch um ein Vielfaches teurer als Laser-Entfernungsmessgeräte.

Die Laser-Entfernungsmessung „basiert auf dem trigonometrischen Prinzip der Triangulation. Bei der Triangulation wird ein Signal ausgesendet und dann von einem etwas vom Sender entfernten Sensor wieder aufgenommen. Die Messung geschieht beim Laser Entfernungsmesser durch die Messung des Eintrittswinkels in den Sensor. Diese Art der Messung ist allerdings nur für relativ kleine Distanzen geeignet. Sollen größere Distanzen gemessen werden, wird die Messung durch eine komplexere Messmethode bewerkstelligt. Bei dieser

Art der Messung werden Laufzeit und Phasenlage des Laserlichts in Verhältnis zueinander gesetzt.

Die handelsüblichen hochqualitativen Laser-Entfernungsmessgeräte bieten eine maximale Messtoleranz von ± 1 mm. Je größer die vorhandene Wasserspiegeloberfläche (im Verhältnis zur benetzten Innenfläche der Sammelgrube) ist, desto genauer müssen die Messungen sein, da ein möglicher Verlust sich in sehr geringen Pegeländerungen niederschlägt. In der Literatur wird daher eine Messgenauigkeit von 0,1 mm empfohlen. /GOLDBERG (2008)/ Sie ist bei Dichtheitsprüfungen mittlerweile auch Praxis. Dies ist eine um Faktor 10 höhere Genauigkeit als Laserentfernungsmessgeräte liefern können. Bei den im Bestand nicht selten vorkommenden Rechteckbehältern mit vergleichsweise sehr großer Wasseroberfläche erscheint diese hohe Genauigkeit auf jeden Fall sinnvoll (siehe Kapitel 5.2).

Laser-Entfernungsmessgeräte mit einer Toleranz von ± 1 bis $\pm 1,5$ mm sind im Handel bereits ab 100 Euro erhältlich (z.B. Dewalt DW030P) und stellen damit eine sehr preiswerte Alternative im Vergleich zu den hochpräzisen und sehr teuren Laser-Distanz-Sensoren dar. Meist sind diese jedoch ohne vorgesehene vertikale Befestigung und ohne Möglichkeit der Fernbedienbarkeit und Dauermessung zur Aufzeichnung einer Ganglinie. Bereits ab ca. 580 Euro sind Geräte mit einem digitalen Zielsucher, Dauermessung und Bluetooth zur Datenübertragung erhältlich und können als Bindeglied zwischen der Laser-Entfernungsmessung und der Laser-Distanz-Messung angesehen werden (z. B. Leica D8). Bei Anfertigung einer geeigneten stabilen Halterung in Verbindung mit einem stabilen Dreibock-Gestell bzw. -Stativ und dem zusätzlichen Einbau in ein Schutzrohr zur Vermeidung von äußeren Einflüssen (v. a. Wind) und einem Schwimmer zur Vermeidung von Laserstrahl-Reflexionsstörungen ist diese Messmethode - abgesehen von der Genauigkeitsfrage - eine einfach zu realisierende und praktikable Lösung.



Abbildung 5: Beispiel Laserentfernungsmessgerät (Fa. Leica Geosystems) Quelle: /LEICA 2011/

4.1.2.2 Druckänderungsmessung (Prüfung mittels Druckmesssonde (alternative Bezeichnung: Tauchsonde oder Pegelsonde))

Hierbei handelt es sich um die bei Behältern am Häufigsten verwendete Methode der Dichtigkeitsprüfung. Man unterscheidet verschiedene Messprinzipien:

- piezoresistiv (Änderung eines elektrischen Widerstandes) und
- kapazitiv (Änderung der Kapazität eines Kondensators).

Die Sonden werden in den gefüllten Behälter eingetaucht und die Füllhöhe (der Wasserstand oberhalb der Sonde) wird gemessen. Der Druck auf die Membran im Inneren der Sonde bewirkt ein elektrisches Signal, welches elektronisch weiterverarbeitet werden kann. Bei Dichtigkeitsprüfungen sind für hohe Messgenauigkeiten von bis zu 0,1 mmWS (= 0,01 mbar) möglichst kleine Messbereiche (z. B. 20 mbar = 20 cm WS) zu wählen. Die Temperatur wird automatisch kompensiert. Bei hochwertigen Messsonden erfolgt ein Druckausgleich gegenüber dem atmosphärischen Druck über einen in das Kabel integrierten Schlauch.

Auch hier ist die Sonde zur Vermeidung von äußeren Einflüssen in eine stabile Halterung einzubauen und stabil an einem Stativ zu befestigen. Die Höhe und damit Eintauchtiefe sollte variierbar sein. Zeitaufwendig ist, dass die Druckmesssonden vor Messbeginn eine ausreichende Kompensationszeit benötigen und in regelmäßigen Abständen mit Testmessungen auf ihre Genauigkeit überprüft werden müssen. /GOLDBERG 2008/

Aufgrund der Komplexität in der Wartung und Bedienung sowie den hohen Gerätekosten ist dies ein sehr anspruchsvolles Verfahren, das zahlreiche Fachkenntnisse erfordert.

4.1.2.3 Ultraschallmesssysteme

In einer bestimmten Frequenz wird bei diesem Messverfahren ein Ultraschall-Impuls ausgesendet, von der Wasseroberfläche reflektiert und trifft nach einer bestimmten Zeit wieder auf das Messgerät. Diese Zeit, bis zum Eintreffen des Reflexionsechos wird gemessen. Aus den Zeit-Messwerten je Sekunde über eine bestimmte Zeitspanne wird ein Mittelwert für den Abstand zwischen Sonde und Wasseroberfläche gebildet. Über den gesamten Prüfzeitraum ergibt sich somit eine auswertbare Ganglinie. Der Sensor wird für die Prüfung etwa 10 cm oberhalb der Wasseroberfläche positioniert. Ein Vorteil dieser Messmethode ist die Unbeeinflussbarkeit durch Temperaturänderungen oder -unterschiede. Einflüsse durch Wind müssen jedoch auch hier verhindert werden. Dies geschieht wie bei der Lasermessung beschrieben z. B. durch ein Tauchrohr (hier jedoch mit trichterförmiger unterer Öffnung). Mit dieser Messmethode können Messgenauigkeiten von 0,1 mm erreicht werden.

Ultraschallsysteme erscheinen wie die Druckmessung aufgrund ihrer Komplexität und Kosten ebenfalls als sehr anspruchsvoll.

Weitere Messsysteme mit eher geringer Anwendungsbreite für die Dichtigkeitsprüfung werden nachfolgend dargestellt.

4.1.2.4 Radarmessgeräte

Beim Radarsensor wird mit hochfrequenten Radar-Impulsen, die von einer Antenne ausgesendet werden, von der Oberfläche des zu messenden Mediums reflektiert und über deren Laufzeit direkt proportional der zurückgelegte Weg ermittelt und auf die Entfernung umgerechnet. Bei bekannter Behältergeometrie lässt sich daraus der Füllstand berechnen. /WIKIPEDIA 2011/ Hier sind Messtoleranzen von $\pm 1\text{mm}$ möglich (z. B. FMR531 von Endress+Hauser).

4.1.2.5 Geführte Mikrowellen

Die hochfrequenten Mikrowellenpulse werden an ein Seil oder Stab gekoppelt. Diese werden entlang der Sonde geführt. Sie werden von der Oberfläche des zu messenden Mediums reflektiert. Die Differenz von Sendezeit und Empfangszeit der ausgesendeten Signale verhält sich proportional zum Füllstand im Behälter und wird daraus berechnet. /VEGA 2011/ Hier sind Messtoleranzen von $\pm 2\text{mm}$ möglich (z.B. Vegaflex 65 von Vega).

Anforderungen an die einzusetzenden Geräte und an die Durchführung der Dichtheitsprüfung finden sich im Übrigen in den folgenden Regelwerken:

- DWA-A 139, Abschnitt 13
- ATV-M 143, Teil 6, Abschnitt 4
- ATV-DVWK-A 142, Abschnitt 3.2.4.3

4.1.3 **Fazit**

Dichtigkeitsprüfungen nach DIN 1986-30 /DIN 2003/ erfolgen i. d. R. mit Messgeräten, welche von der LGA QualiTest GmbH Würzburg für Pegelabfallprüfungen zertifiziert wurden. Diese Messsysteme sind jedoch - aufgrund ihrer hohen Qualität und Messgenauigkeit- sehr teuer.

In Abhängigkeit von der zu messenden Behältergeometrie und der notwendigen Messgenauigkeiten kommen grundsätzlich die Laser-, Druckänderungs- und Ultraschallmessung für die Anwendung in Kleingärten in Betracht.

Ein geeignetes Verfahren muss die folgenden technischen Minimalanforderungen erfüllen:

- Messtoleranz: $\pm 1\text{ mm}$,
- zu befestigen an einem stabilen, fest aufstellbaren Stativ oder ähnlichem, um die Ausgangshöhe zu Messbeginn über den Zeitraum der Messung störungsfrei zu halten,
- einfache Bedienbarkeit,
- Transportierbarkeit,
- geringe Größe,
- geringer Wartungsaufwand,
- kostengünstig.

4.2 Personal

Zur Sachkunde für Dichtheitsprüfungen führt das DWA-Arbeitsblatt A 139 in Abschnitt 13.1 Allgemeines aus: „Das die Prüfungen durchführende Unternehmen muss geeignet sein. Diese Eignung kann nach RAL-GZ 961, Gruppe D oder nach Merkblatt DWA-M 190 nachgewiesen werden... Die Arbeiten müssen von eine/m/r Aufsicht Führenden geleitet werden, der über einschlägige Kenntnisse in der Durchführung von Dichtheitsprüfungen und Messtechnik verfügt. Seine Qualifikation muss nachgewiesen sein (z. B. durch einen Sachkundenachweis nach DWA-Seminar „Sachkunde für die Dichtheitsprüfung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden“ oder vergleichbar).“ /DWA 2009-2/

Das ATV-Merkblatt M 143 ergänzt in Teil 6, Abschnitt 6 Anforderungen an das eingesetzte Personal: „Dichtheitsprüfungen sind nur von Fachleuten durchzuführen, die ihre Befähigung sowie die Eignung der eingesetzten Geräte nachgewiesen haben... Das zur Dichtheitsprüfung verantwortlich eingesetzte Personal soll bau-, betriebs- und materialtechnisches Fachwissen über Abwasserleitungen und -kanäle und eine mindestens einjährige Praxis besitzen. Ein Sachkundenachweis ist zu erbringen. /ATV 1998/

„Die Prüfung darf nur von einem qualifizierten, unabhängigen Fachbetrieb und nicht von der Baufirma selbst durchgeführt werden.“ wird in ATV-DVWK Arbeitsblatt A 142, Abschnitt 3.2.4.3 Prüfungen zur Neubauabnahme beschrieben /ATV-DVWK 2002/

4.3 Zertifizierung und Sachkundeausbildung

In Deutschland gibt es mehrere Institutionen, die Sachkundeschulungen anbieten und Fachbetriebe für die Durchführung von Dichtheitsprüfungen zertifizieren.

Zum Beispiel führt der Verband deutscher Rohr- und Kanaltechnik Kurse zum „Zertifizierten Fachkundigen für KanalDienstleistungen-Dichtheitsprüfung“ (ZFKD-DI Fachkunde) durch. Dazu zählen die Lehrgänge „Dichtheitsprüfung von Großkanälen und Grundstücksentwässerungsleitungen“ oder „Dichtheitsprüfung Grund- und Aufbaukurs“ sowie „Sicherheitsunterweisung gemäß UVV mit Ersthelferlehrgang“. /VDRK 2011/ Der VDRK vergibt kein explizites Gütesiegel Dichtigkeit.

Die DWA führt Kurse zur Erlangung der Sachkunde für die Durchführung von Grundstücksentwässerungsanlagen als 1-wöchige Kurse durch. Dessen Gültigkeit dauert 5 Jahre an und ist danach durch die Teilnahme an einem Weiterbildungskurs zu verlängern.

Die Gütegemeinschaft Güteschutz Kanalbau zum Beispiel erteilt ein Gütezeichen an Unternehmen, die im öffentlichen Bereich tätig sind und u. a. Dichtigkeitsprüfungen ausführen.

Über zertifizierte Unternehmen kann man sich beispielsweise im Internet unter www.kanalbau.com und www.vdrk.de informieren.

Im September 2009 ist seitens der DWA zusätzlich das Merkblatt DWA-M 190 („Eignung von Unternehmen für Herstellung, baulichen Unterhalt, Sanierung und Prüfung von Grundstücksentwässerungen“) veröffentlicht worden. Damit sollen Firmen für einzelne oder mehrere Geschäftsfelder zertifiziert werden. Ein Geschäftsfeld betrifft die Dichtheitsprüfung von Grundstücksentwässerungen. Hier ist eine Rezertifizierung im Abstand von 2 Jahren vorgesehen. Es werden jedoch ausschließlich Anforderungen an Unternehmen gestellt. Die Qualifikationsnachweise müssen gesondert geregelt werden und sind nicht Gegenstand des Merkblattes.

5 Vorschlag für eine Dichtheitsprüfung nach einem vereinfachten Verfahren in Kleingärten in M-V

5.1 Allgemeines

Wie in bisherigen Kapiteln dargestellt, kann eine zuverlässige Dichtheitsprüfung nur mit standardisierten Verfahren sicher durchgeführt werden. In Anbetracht des in Kleingärten bestehenden Nachholbedarfs für eine Erstprüfung der vorhandenen Anlagen wird, ergänzend zu den normgerechten Überprüfungen durch zertifizierte Unternehmen, eine Alternative in Form eines vereinfachten Verfahrens zur Dichtheitsprüfung angestrebt. Dabei soll versucht werden, durch eine Modifizierung der Prüfbedingungen eine hinreichend genaue Feststellung des Anlagenzustandes zu erreichen. Dieses Verfahren soll die genormten Prüfungen nicht dauerhaft ersetzen, sondern sicherstellen, dass in relativ kurzer Zeit eine große Anzahl von Anlagen untersucht werden kann. Ziel ist es insbesondere, die grob mangelhaften Sammelgruben zu identifizieren und ihre umweltschädigende Wirkung schnellstmöglich zu beseitigen.

5.2 Erforderliche Messgenauigkeit

Zur Ermittlung der benötigten Messgenauigkeit wurden exemplarisch vier unterschiedliche Sammelgruben ausgewählt und - nach Dichtsetzung und Nutzung als abflussloser Grube - deren maximal zulässiger Pegelabfall, der zum Bestehen einer Dichtigkeitsprüfung erlaubt wäre, gegenübergestellt.

5.2.1 Kleinkläranlage KKA 600 (WBK Rostock Plattenwerk Marienehe)

Die KKA 600 ist, wie auch Anlagen der Volkswerft Stralsund, vielfach in den Kleingärten vorzufinden. Es handelt sich hierbei um Anlagen aus der Massenproduktion in der DDR. Sie besteht aus 6 Betoneinzelringen. Sie wurde als 2-Kammerfaulgrube für Gartenhäuser explizit entwickelt und war zur Alleinaufstellung vorgesehen. Anschlussmöglichkeiten wurden wie folgt angegeben:

- Vorfluter,
- Sickerschacht,
- Untergrundverrieselung.

Berechnung der Pegeldifferenz:

Maße (BxHxT):	560x1180x1810 mm
benetzte Innenfläche:	ca. 6,9 m ²
maximaler Verlust:	0,1 L/m ²
(nach DIN 1986-30 „Abwassersammelgruben“ /DIN 2003/	
Prüfdauer:	30 min
gesamter möglicher Verlust:	0,69 Liter
freie Wasserfläche:	0,66 m ²
<u>maximal zulässige Pegeldifferenz:</u>	<u>1 mm</u>

5.2.2 Mehrkammersammelgrube Kunststoff (Eigenbau)

Vielfach wurden im Projekt „Umgang mit Abwasser aus Kleingartenanlagen“ /Barjenbruch und Wriege Bechtold (2006)/ Sammelgruben vorgefunden, die aus Gurkenfässern oder ähnlichen Materialien zusammengebaut wurden. Obwohl derartige Anlagen aufgrund ihres Volumens und der bautechnischen Unzulänglichkeiten nicht den Anforderungen an eine abflusslose Sammelgrube genügen, soll nachfolgend auch für derartige Anlagen ermittelt werden, welche notwendige Messgenauigkeit erforderlich wäre, um den Einfluss der verbindenden Rohrleitungen auf die Dichtheit exemplarisch darzustellen.

Anlage besteht aus 3 Fässern a 50 Liter Volumen verbunden durch Überlaufrohre:

Berechnung der Pegeldifferenz:

Maße (DxH): 400x500mm (Öffnung 250mm)

benetzte Innenfläche Fässer: ca. 2,5 m² (3 a 0,82 m²)

Die Fässer müssen nach DIN 1986-30 „Abwassersammelgruben“ /DIN 2003/ – da sie nicht aus Beton bestehen – dicht sein. Das heißt es ist kein Wasserverlust zulässig. Für die verbindenden Freispiegelleitungen wäre eine Dichtetoleranz gegeben.

benetzte Innenfläche Überlaufrohre: 0,05 m² (2*0,025 m²)

maximaler Verlust: 0,2 L/m²

(nach /DIN EN 1610 (1997)/„Freispiegelleitungen und Schächte“)

Prüfdauer: 30 min

gesamter möglicher Verlust: 0,02 Liter

freie Wasserfläche: 0,4 m²

maximal zulässige Pegeldifferenz: 0,5 mm

5.2.3 Einkammersammelgrube Monolith 3.500 L (Kunststoff)

Für zusammengeschlossene Parzellen besteht die Möglichkeit eine größere Sammelgrube zu installieren. Für den Vergleich wurde hier ein Monolith aus Kunststoff mit Dom gewählt. Hier ist seitens der DIN 1986-30 „Abwassersammelgruben“ /DIN 2003/ kein Wasserverlust gestattet.

Maximal zulässige Pegeldifferenz: 0,0 mm

5.2.4 Einkammersammelgrube Monolith 3.500 L (Beton)

Für zusammengeschlossene Parzellen besteht die Möglichkeit eine größere Sammelgrube zu installieren. Für einen weiteren Vergleich wurde hier ein Monolith aus Beton mit Dom gewählt. Der Einstau erfolgt bis in den Dom.

Berechnung der Pegeldifferenz:

Maße (DxH): 2000x1000 (2000x500mm, 500 mm Öffnung)

benetzte Innenfläche: ca. 12,00 m²

maximaler Verlust: 0,1 L/m²

(DIN 1986-30 „Abwassersammelgruben“ /DIN 2003/)

Prüfdauer:	30 min
gesamter möglicher Verlust:	1,2 Liter
freie Wasserfläche:	0,2 m ²
<u>maximal zulässige Pegeldifferenz:</u>	<u>0,6 mm</u>

5.2.5 Fazit hinsichtlich der erforderlichen Messgenauigkeit

Es zeigt sich, dass die erforderlichen Genauigkeiten für die verschiedenen Größenklassen und Beckengeometrien der in den Kleingärten vorhandenen „Sammelgruben“ sehr unterschiedlich sind. Durch eine Verlängerung der Prüfzeiten kann jedoch davon ausgegangen werden, dass Messverfahren mit geringeren Genauigkeiten akzeptable Ergebnisse für eine Erstuntersuchung der Dichtigkeit von abflusslosen Gruben in Kleingartenanlagen erbringen.

5.3 Prüfverfahren

5.3.1 Vorbemerkungen

Ziel dieser Studie ist es, zu überprüfen, inwiefern die Messmethode Pegelabfallprüfung mit Laser-Entfernungsmesser modifiziert werden kann, um für den hier zu betrachtenden Anwendungsfall ein hinreichend genaues Prüfverfahren zu erhalten (Vereinfachtes Verfahren). Hierzu wird vorgeschlagen, für die eigentliche Dichtheitsprüfung (Hauptprüfung) ausschließlich eine Füllstandsänderung als relative Größe zu messen und hierfür ein Messgerät mit einer Genauigkeit von $\pm 1\text{mm}$ zu verwenden, zum Beispiel das Gerät *Leica DISTO D3a*. Dieses wird manuell betätigt. Der Prüfablauf ist so angelegt, dass zu Prüfbeginn eine Anfangsmessung, zu Prüfende eine Abschlussmessung und, da die Prüfzeit mehr als die üblichen 30 Minuten beträgt, dazwischen alle halbe Stunde eine Kontrollmessung vorgenommen wird. Da auch die zugehörige Messzeit nicht digital aufgezeichnet wird, kann keine automatisierte Protokollierung bestimmter Zustände in Echtzeit erfolgen. Diese Forderung, ein Messgerät mit Messwertaufzeichnung und -umwandlung zur Verarbeitung in eine Messwert-Zeit-Ganglinie zu verwenden, dient vor allem dem Ausschluss subjektiver Einflussmöglichkeiten (Manipulation) und damit der Festigung der Plausibilität der Messung. Auch wenn die Gefahr der Einflussmöglichkeiten beim Vereinfachten Verfahren aufgrund des eingesetzten Gerätes nicht ausgeschlossen werden kann, ist dies durch Unzugänglichmachen oder durchgängige Überwachung des Messgerätes während der Messung zu verhindern. Andererseits ist die Messempfindlichkeit hoch genug, um Manipulationen beim Auslesen des Messwertspeichers zu erkennen.

Aufgrund der Genauigkeit des Messgerätes wird es in Abhängigkeit von der Behälterart (Material) und Behältergeometrie zu einer Verlängerung der Messdauer kommen. Diese ist so zu bemessen, dass die maximal zulässige Pegeländerung (Sollwert) in mm größer als die Messtoleranz des Gerätes von $\pm 1\text{mm}$ ist. Die Messzeit sollte i. d. R. 2 Stunden (120 Minuten) nicht überschreiten. Ist auch bei längerer Prüfdauer rechnerisch keine mit der vorgeschlagenen Messgenauigkeit identifizierbare Pegelabsenkung feststellbar, darf die Messdifferenz nur die zulässige Messtoleranz von $\pm 1\text{mm}$ betragen. Bei Gruben die aufgrund ihres Materials keine Undichtigkeit aufweisen dürfen ist die Messzeit ebenfalls auf 2 Stunden

(120 Minuten) festzulegen. Das Messgerät darf in diesem Fall ebenfalls nur eine Differenz im Rahmen der Toleranz anzeigen.

Beispiel:

Die Einkammersammelgrube aus Abschnitt 5.2.4 mit einer benetzter Fläche von ca. 12 m² erlaubt bei dem Material Beton in der DIN 1986-30 einen Wasserverlust von 0,1 l/m² in 30 Minuten. Damit ist der zulässige Wasserverlust 1,2 l. Das bedeutet durch die Füllung der Grube bis in den Dom bei einem Durchmesser von 500 mm eine freie Wasseroberfläche von 0,2 m². Dies ergibt eine zulässige Pegeldifferenz (Sollwert) von 0,6 mm. Bei einer Messtoleranz von ± 1 mm kann dieser Pegelabfall nicht gemessen werden. Durch die Erhöhung der Messdauer um das 4-fache (120 Minuten) lässt sich die Pegeldifferenz auf 2,4 mm (4x0,6 mm) erhöhen und liegt somit im messbaren Bereich.

Für die Prüfung werden die folgenden Prüfschritte vorgeschlagen:

5.3.2 Vorprüfung

Im Übersichts-Ablaufplan (siehe Abbildung 7) ist ersichtlich, dass die Grundvoraussetzung aller Maßnahmen die Begehung oder auch Vorprüfung der Örtlichkeit zur Aufnahme des Ist-Zustandes der Baulichkeit und der damit verbundenen ersten Mängelidentifikation ist. Diese Bestandsaufnahme muss von einem sachkundigen Prüfer vorgenommen werden. Zweckmäßig ist es, dass dies der gleiche Prüfer ist, welcher anschließend oder zu einem späteren Zeitpunkt auch die Dichtheitsprüfung oder Hauptprüfung durchführen wird. Somit wird sichergestellt, dass die Randbedingungen bekannt sind.

Es ist weiter zweckmäßig, dass diese Vorprüfung durch den Verein für alle Mitglieder organisiert wird und die Prüfungen nach einheitlichen Kriterien und in einem abgegrenzten Zeitraum erfolgen.

Wird im Ergebnis dieser Vorprüfung festgestellt, dass die Sammelgrube gravierende bauliche Mängel aufweist (z. B. starke Korrosion, Risse, Löcher, Undichtheiten an Rohrdurchführungen), für die vorhandene sanitäre Ausstattung keine ausreichende Größe hat oder für die Einbaubedingungen nicht geeignet ist (z. B. keine Auftriebssicherheit bei hohem Grundwasserstand), so kann auf die eigentliche Dichtheitsprüfung verzichtet werden. Die vorhandene Anlage ist durch eine neue Anlage zu ersetzen!

Wird die Vorprüfung bestanden, ist die Hauptprüfung zu organisieren.

Die festgestellten Mängel sind schriftlich und gegebenenfalls durch Fotos nachvollziehbar und ausreichend genau zu dokumentieren. Ein Vordruck für die Dokumentation der Vorprüfung wird als sinnvoll angesehen (siehe Abschnitt 6 und Anlage). Aus diesem Protokoll sollte bereits eindeutig hervorgehen, ob nach Meinung des Prüfers ein dringlicher Handlungsbedarf besteht. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, ob sich die Gartenanlage in einem Trinkwasserschutzgebiet befindet.

5.3.3 Hauptprüfung

Die Hauptprüfung beginnt grundsätzlich mit einer eingehenden Sichtprüfung im Sinne des Abschnitts 4.1.1. Eine qualifizierte Inspektion der Sammelgrube und insbesondere der verschlossenen Öffnungen kann nur im abwasserfreien und gereinigten Zustand erfolgen. Das Ergebnis der Sichtprüfung ist zu dokumentieren.

In Zusammenhang mit der Reinigung muss an dieser Stelle der Aspekt der Arbeitssicherheit erwähnt werden. Die von der Grube ausgehende gesundheitliche Gefahr durch fäkale Krankheitserreger darf nicht unterschätzt werden. Aerosole, die sich beispielsweise beim Ausspritzen der Anlage bilden können, können eingeatmet werden und zu schwerwiegenden Erkrankungen führen (siehe Abschnitt 5.7). Es wird empfohlen, eine Reinigung so durchzuführen, wie es ohne Einstieg in die Sammelgrube bestenfalls möglich ist, d.h. beispielsweise mittels Hochdruckreinigungsgerät und langer Spüllanze. Dabei hat sich der Ausführende vor den entstehenden Aerosolen zu schützen (Mundschutz tragen) und auf einen bestimmungsgemäßen Umgang mit dem Gerät zu achten, sodass die Bausubstanz durch den Reinigungsvorgang keinen zusätzlichen Schaden nimmt.

Der Pächter hat für die notwendigen Prüfvoraussetzungen zu sorgen:

- Zugang zum Prüfobjekt ermöglichen und Platz für Prüfapparatur schaffen,
- geöffnete, von Abwasser entleerte, gereinigte und mit Klarwasser neu befüllte Sammelgrube,
- Einstau ≥ 5 cm über Rohrscheitel der Zulaufleitung,
- bei Sammelgruben aus Beton oder Mauerwerk: Einstau mindestens 1 Stunde vor Prüfbeginn (Betonsättigung)

Der Pächter sollte ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass durch eine Behinderung oder gar Verhinderung der Prüfung Kosten entstehen können.

5.3.3.1 Technische Dichtheitsprüfung.

Der Prüfer betritt mit allem Messzubehör das Grundstück und führt eine Kurzbegehung durch, um die geschaffenen Voraussetzungen zu kontrollieren. Sollten die Maße der Behältergeometrie noch nicht im Protokoll der Vorprüfung erfasst worden sein, so sind diese zusammen mit dem aktuellen Pegelstand zu notieren. Wenn ein Verschluss der Zulaufleitung möglich ist, so wird diese vorab mit Hilfe einer Prüfblase/Absperrblase oder mechanischem Sperrstopfen verschlossen, um eventuelle Fehleinleitungen während der Prüfphase zu unterbinden oder Wasserverluste in der Zulaufleitung zu verhindern.

Aufgrund der in Mecklenburg Vorpommern häufig anzutreffenden stark veralteten, teils auch in Eigenbau errichteten Abwassergruben aus DDR-Zeiten, bei denen ein Verschluss durch Prüfblasen o. ä. nicht möglich ist, erfolgt der Einstau ohne Prüfblase, also unter Einbeziehung der Zulaufleitung.



Abbildung 6: Beispiel Prüfblase, Quelle: /ABWASSTERTECHNIK (2011)/

Insgesamt muss festgestellt werden, dass es risikobehaftet ist, eine mit dem Einstieg in eine Sammelgrube verbundene Prüfblase einzubringen.

Wenn alle notwendigen Daten notiert und alle Voraussetzungen geschaffen sind, erfolgen der Aufbau und die Fixierung der Messapparatur. Ist die Wasseroberfläche beruhigt, wird die Startmessung vorgenommen und der aktuelle Pegelstand mit zugehöriger Startzeit notiert. Es wird empfohlen, die Messstelle mit einem großflächigen Schirm oder geeigneter mobiler Überdachung vor Sonneneinstrahlung und Regenwasser zu schützen. Ob der Prüfer für die gesamte Prüfdauer vor Ort sein muss, hat dieser zu entscheiden. Die Gefahr von unvorhersehbaren Vorkommnissen sowie bewussten Manipulationen welche den Prüfablauf beeinflussen können, wird an dieser Stelle angemerkt. Aufgrund der hohen Messgenauigkeit ist eine Manipulation durch Nachfüllen der Grube nahezu ausgeschlossen, wenn das Messgerät für Unbefugte unzugänglich montiert oder vor Fremdeinwirkung geschützt wird. Die Prüfzeit variiert in Abhängigkeit von den eingesetzten Messgeräten. Wie eingangs erörtert, liegt die zulässige Pegeldifferenz bei zahlreichen anzutreffenden Behältern unterhalb der Messgenauigkeit einiger einsetzbarer Messgeräte. Um in diesen Fällen eine akzeptable Sicherheit der Messergebnisse zu erreichen, ist die übliche Messdauer von 30 Minuten entsprechend zu verlängern. Hierdurch verringert sich jedoch auch die maximal mögliche Anzahl der je Prüfer pro Tag zu überprüfenden Anlagen.

Spätestens nach Ablauf der Prüfzeit wird die Endmessung vorgenommen und der Pegelstand mit dazugehöriger Endzeit notiert. Es wird vorgeschlagen, erstmals nach der minimalen Prüfzeit von 30 Minuten und dann jeweils nach weiteren 30 Minuten eine Zwischenmessung vorzunehmen, um grobe Pegelstandsänderungen von > 1 mm schon frühzeitig zu erkennen und die Prüfung abbrechen zu können. Das Protokoll wird vervollständigt und es erfolgt eine Gegenüberstellung von zulässigem und vorhandenem Pegelunterschied. Ist die zulässige Toleranz eingehalten, so werden der Sammelgrube die Dichtheit bescheinigt und ein Termin bis zu dem die wiederkehrende Prüfung erfolgen muss, festgesetzt. Ist das Kriterium der Dichtheit nicht erfüllt, so müssen notwendige Maßnahmen zur Mängelbeseitigung erfolgen. Hierfür ist dem Pächter eine angemessene Frist zur Mängelbeseitigung zu setzen und ein Termin zur Nachprüfung vorzuschlagen. Die Mängelbeseitigung bzw. Sanierungs-

maßnahme sollte von einem Fachbetrieb vorgenommen werden um Gefahren für den Pächter auszuschließen und die Nachhaltigkeit der Sanierungsmaßnahme sicherzustellen. Nach Demontage, Reinigung und sorgfältiger Verpackung der Messapparatur wird die Prüfung als beendet erklärt.

Der Pächter kann nun das Klarwasser aus der Grube u. U. zur Gartenbewässerung (kein Obst und Gemüse zum Verzehr) nutzen. Jedoch ist hierbei zu erwähnen, dass es sich infolge der Restverschmutzung der Sammelgrube nach der Entleerung noch immer um bakteriell belastetes, d. h. krankheitserregendes Wasser handelt, welches nur sehr bedingt zur weiteren Nutzung geeignet ist.

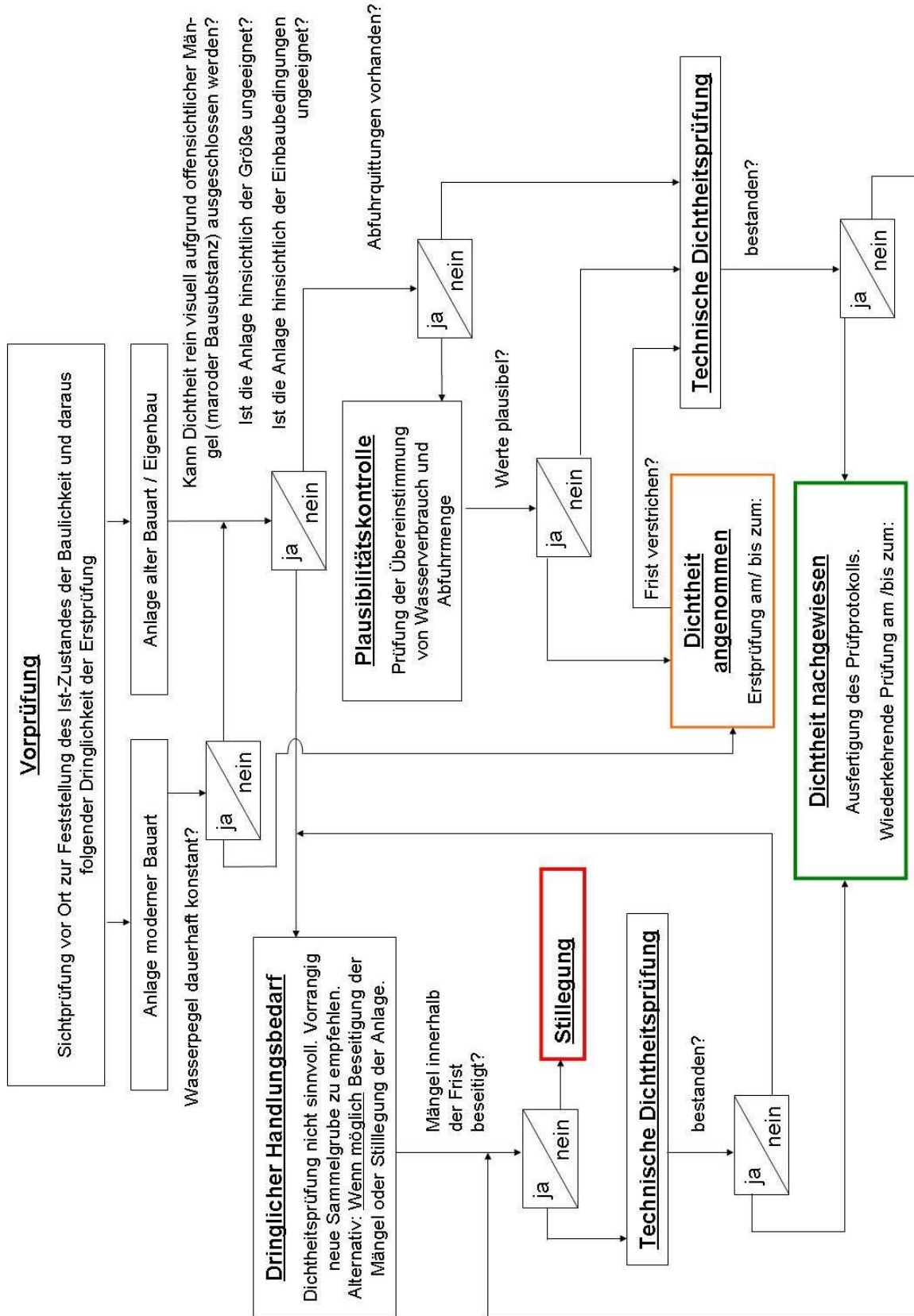


Abbildung 7: Ablaufplan Dichtheitsprüfung

5.4 Personenkreis

In dem persönlichen Gespräch mit dem Leiter der Arbeitsgruppe Abwasser des Landesverbandes der Gartenfreunde Mecklenburg und Vorpommern e. V. Hr. Rainer Espig wurde der Vorschlag unterbreitet, die zukünftigen Prüfer, sofern sie aus dem Kreise der Kleingärtner selbst kommen, aus dem bestehenden vereidigten Schätzerkreis der Gartenvereine zu bilden. Diese vorwiegend ehrenamtlich tätigen Personen/Kleingärtner sind mit den Gegebenheiten in Kleingartenanlagen intensiv vertraut und infolge der Ausübung ihres Amtes zur Sorgfalt und Genauigkeit verpflichtet. Damit könnte eine Alternative zu den zertifizierten Unternehmen angeboten werden, um den anstehenden Arbeitsanfall zu bewältigen.

Für die qualifizierte und verwertbare Dichtheitsprüfung von Sammelgruben in Kleingärten sind jedoch Kompetenzen erforderlich, welche die Theorie und die Praxis gleichermaßen betreffen. Diese Qualifikationen sind in den meisten Fällen in diesem Personenkreis eher nicht vorhanden und müssen erst erworben werden. In der ATV-A 139 /ATV 2009-1/ und ATV-M 143 /ATV 1998/ werden bau-, betriebs- und materialtechnisches Fachwissen über Abwasserleitungen und –kanäle gefordert, welches im erforderlichen Umfang i. d. R. nur bei ausgebildetem Fachpersonal aus dem Bereich Tiefbau, Kanalbau, Rohrleitungsbau, Abwassertechnik, Ver- und Entsorger, Installations- und Heizungsbauer sowie verwandten Branchen zu erwarten ist.

Im speziellen Fall der Dichtheitsprüfung mit Hilfe des vereinfachten Verfahrens werden nur abflusslose Sammelgruben in Kleingärten sowie die Anschlüsse der Zulaufleitungen untersucht. Eine geringere Sachkunde als in dem Merkblatt und Arbeitsblatt der DWA erscheint ausreichend. Sollte der Fall eintreten, dass eine Person des in Frage kommenden Personenkreises aus dem Schätzerkreis eine derartige Ausbildung bereits genossen hat, so kann damit eine ausreichende Qualifikation für die Durchführung einer Dichtheitsprüfung vorliegen, sofern die Ausbildung nicht sehr weit in der Vergangenheit liegt.

Es wird als sinnvoll erachtet, die Vorauswahl der in Frage kommenden Personen derart vorzunehmen, dass die vorhandene, dem Zweck der Dichtheitsprüfung dienliche Qualifikation deutlich herausgestellt wird. Als Beispiel ist in Tabelle 2 eine Möglichkeit der Darstellung aufgezeigt:

Tabelle 2: Aufstellung der geeigneten Personen

Pos.	Name	Ausbildung	weitere Qualifikationen
1	Harald Mustermann	Bauingenieur (Vertiefung Siedlungswasserwirtschaft)	Vermesser
2	Frank Grube	Elektrotechniker	
3	...		

Es ist dafür Sorge zu tragen, dass eine gleichgestellte Qualifikation erworben wird, die es ermöglicht, dass alle Prüfungen bezüglich der Prüfapparatur, des Prüfablaufs und der Proto-

kollierung in vergleichbarer Qualität durchgeführt werden können. An dieser Stelle wird z. B. eine Teilnahme am o. g. DWA-Lehrgang („Dichtheitsprüfung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden“) empfohlen, um sicherstellen zu können, dass die notwendigen, dem aktuellen Stand der allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechenden Kenntnisse sowohl in Theorie als auch in der Praxis eingehend vermittelt wurden und zur Anwendung gebracht werden können. Dies wird anhand des Zertifikates bescheinigt und hat für die Dauer von 5 Jahren auch eine vertretbare Gültigkeitsdauer. Überlegenswert wäre auch ein spezielles Schulungsangebot mit angepasstem Lehrinhalt und in örtlicher Nähe.

Bei der Auswahl der Prüfer sollten u. a. folgende Punkte Beachtung finden:

- Ausbildung,
- technische Fertigkeiten,
- Bereitschaft zur Übernahme der Aufgabe,
- Bereitschaft zur Qualifikation,
- gesundheitliche Eignung,
- zeitliche Kontingenz des Prüfers zur Durchführung der Prüfungen,
- Vertrauenswürdigkeit und Zuverlässigkeit.

Auch eine Übertragung von Prüfaufgaben an die örtlich zuständigen Abwasserentsorger sollte geprüft werden.

5.5 Materialausstattung

Als materialseitige Voraussetzung muss eine Prüfapparatur beschafft werden. Diese sollte ein möglichst hohes aber dennoch angemessenes Maß an Qualität und Genauigkeit besitzen und dabei in einem gesunden Verhältnis zum Preis stehen. Es ist zu prüfen, in welcher Stückzahl und jeweils mit welchen Anbauteilen/Zubehör die Apparaturen zu beschaffen sind, damit die Prüfer ohne Verzögerungen die geplanten und erforderlichen Prüfungen vornehmen können. Zur Minimierung der Kosten bietet sich eine Sammelbestellung an.

Im Zusammenhang mit dieser Handlungsanleitung wurde die Verwendbarkeit des Laser-Entfernungsmessgerätes Leica DISTO D3a getestet. Im Ergebnis kann es für den Prüfzweck als geeignet angesehen werden. Ebenso wären Geräte mit vergleichbaren Eigenschaften geeignet.

Materialliste

Zusammenstellung einer Ausrüstungs- und Materialliste

- a) 'manipulationssicheres' Laser-Entfernungsmessgerät mit Messtoleranz von ± 1 mm (Beispiel: Leica DISTO D3a)
- b) Stativ / Dreibein (z.B. Leica Tri 100 mit Adapter TA360)
- c) Schutzrohr für Lasermessung und schwimmende Zieltafel
- d) unterschiedliche Abdicht-/ Prüfblasen für Durchmesser DN 80 bis DN 200

- e) Sicherheitsausrüstung zum Einstieg in abwassertechnische Anlagen, darunter auch Gaswarngerät
- f) Kladde und Schreibblock für Notizen
- g) Taschenlampe
- h) Spiegel an Teleskop zur Inspektion unzugänglicher Stellen
- i) Fotoapparat (vorzugsweise Digitalkamera)
- j) Zeitmesser (möglichst funkgesteuert und mit Stopp- und Timerfunktion)
- k) Reinigungsgeräte zur Rohrreinigung (Prüfblasen setzen)
- l) Schirm, Zelt o. ä. zur Abdeckung der Grube während der Prüfphase
- m) Handy für Rückfragen oder Notrufabsetzung
- n) evtl. Handwagen für Transport der Arbeitsmaterialien zum Prüfort
- o) Desinfektionsmittel
- p) Arbeitsschutzkleidung
- q) Zollstock / Gliedermaßstab, Maßband



Abbildung 8: Prototyp für die Dichtheitsprüfung abflussloser Sammelgruben in Kleingärten

5.6 Organisation und Umgang mit den Daten

Ein wichtiger Punkt ist die Frage der Organisation und Dokumentation der Prüfungen. Es müssen die Einhaltung der Termine und Fristen überwacht und gegebenenfalls Konsequenzen veranlasst werden. Ergebnisse aus Vorbegehungen, Vorprüfungen und den Dichtheitsprüfungen müssen zuverlässig, nachvollziehbar und dauerhaft niedergeschrieben und erfasst werden. Es handelt sich um eine vertrauensvolle Aufgabe und erfordert diverse Qualifikationen. Daher ist es erforderlich, in den Vereinen geeignete Gartenfreunde für diese Aufgaben zu gewinnen (z. B. als Abwasserbeauftragte).

An dieser Stelle darf der Hinweis auf das Einhalten der gesetzlichen Bestimmungen zum Datenschutz nicht fehlen.

5.7 Arbeitsschutz und Unfallverhütung

In Zusammenhang mit der Reinigung und Prüfung der vorhandenen Abwasserbehälter muss der Aspekt der Arbeitssicherheit erwähnt werden. Die von der Grube ausgehende gesundheitliche Gefahr durch fäkale Krankheitserreger darf nicht unterschätzt werden. Aerosole, die sich beispielsweise beim Ausspritzen der Anlage bilden können, können eingeatmet werden und zu schwerwiegenden Erkrankungen führen. Es wird empfohlen, eine Reinigung so durchzuführen, wie es ohne Einstieg in die Sammelgrube bestenfalls möglich ist, d. h. beispielsweise mittels Hochdruckreinigungsgerät und langer Spüllanze. Dabei hat sich der Ausführende ausdrücklich vor den entstehenden Aerosolen zu schützen (Mundschutz tragen).

Da durch die vorhandenen Gesundheitsgefahren, die im Rahmen einer Dichtheitsprüfung auftreten können, Schädigungen des ausführenden Personals auftreten können, muss in diesem Zusammenhang auf diese Thematik weiter eingegangen werden.

Gefahren, die bei der Dichtigkeitsprüfung bestehen bzw. auftreten können sind u. a.:

- ungesicherte Grabenwände
- brüchige Behälterwandungen (Einsturzgefahr)
- Stromschlag
- Transport von schweren Material/Arbeitsstoffen
- Ertrinken
- Abstürzen
- Entstehen einer explosionsfähigen Atmosphäre
- gesundheitsgefährdende Stoffe.

Die zur Dichtheitsprüfung zu qualifizierenden Personen müssen über den Sicherheits- und Gesundheitsschutz bei der Dichtheitsprüfung anhand einer Gefährdungsbeurteilung aufgeklärt sowie adäquat unterwiesen werden.

Nachfolgend ist eine Auswahl der zum Arbeitsschutz und zur Unfallverhütung für den Bereich Dichtheitsprüfung von abflusslosen Gruben betreffenden Grundsätzen, Regeln und Vorschriften zusammengestellt. Diese erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Vermittlung des Wissens über den Arbeitsschutz und die Unfallverhütung muss Inhalt der Qualifizierung der Prüfer sein.

Sammlung von berufsgenossenschaftlichen Vorschriften und Regelwerken für Kläranlagen:

- Berufsgenossenschaftliche Vorschriften
 - o BGV C5 - Abwassertechnische Anlagen
- Berufsgenossenschaftliche Regeln
 - o BGR 177-1 - Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
 - o BGR 126 - Sicherheitsregeln für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen
 - o BGR 145 - Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen
- Staatliche Vorschriften
 - o CHV 15 - Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen
- Technische Regeln
 - o TRBA 220 Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen
 - o TRBA 400 - Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe

6 Prüfprotokoll

6.1 Allgemeines

Zur Dokumentation der Prüfung wird ein zweiteiliges Prüfprotokoll vorgeschlagen, das sich wie folgt zusammensetzt:

- Teil 1: Vorprüfung
- Teil 2: Hauptprüfung

Wurden beide Prüfungen durchgeführt, ergeben die Protokolle gemeinsam das Prüfprotokoll. Ist zunächst nur die Vorprüfung durchgeführt und erfolgreich abgeschlossen worden, ist in das Protokoll eine Frist für die Durchführung der Hauptprüfung aufzunehmen.

Bei nicht bestandener Hauptprüfung wird auf dem Protokoll ebenfalls die Frist vermerkt, innerhalb derer die Mängel zu beheben und die Sammelgrube instand zu setzen ist und eine neuerliche Hauptprüfung erfolgen muss.

6.2 Mindestanforderungen

Mindestanforderungen an Prüfprotokolle über Dichtheitsprüfungen sind in der ATV-M 143, Teil 6, Abschnitt 7.1 (Allgemeines) und 7.2 (Prüfprotokoll) /ATV 1998/ aufgelistet. Die Anforderungen beziehen sich hier zwar auf Abwasserleitungen, -kanäle und Schächte, können aber gleichwohl analog auf die Prüfung von Sammelgruben übertragen werden und wurden daher für die Erstellung eines Prüfprotokoll-Musters herangezogen.

Das Prüfprotokoll ist für jede Prüfung getrennt zu erstellen und muss zwingend die im Muster enthaltenen relevanten Angaben umfassen. Erläuterungen zu den einzelnen Positionen finden sich in der Anlage.

Um eine optimale und wirtschaftliche Weiterverarbeitung der Daten sicherzustellen, bietet sich der Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung zusätzlich zu dem vor Ort zu erstellenden Prüfprotokoll an.

Prüfprotokoll – Seite 2
 Dichtheitsprüfung für abflusslose Sammelgruben
 angelehnt an die DIN 1986-30, DIN EN 1610, ATV-M 143 Teil 6

Messergebnisse		
Bezeichnung	Zeitpunkt	Pegelstand / Distanz [cm]
Startmessung (0 Min.)	9:20	20,7
1. Kontrollmessung (30 Min.)	9:50	20,7
2. Kontrollmessung (60 Min.)	10:20	20,7
3. Kontrollmessung (90 Min.)	10:50	20,8
Endmessung (120 Min.)	11:20	20,8

Berechnung der Pegeländerung* ¹	
Pegeländerung _{IST} (ΔH_{IST}) = Pegelstand (Startmessung) – Pegelstand (Endmessung)	= <u>1</u> mm
Pegeländerung _{SOLL} (ΔH_{SOLL}) = $A_I [m^2] \cdot \text{Zeit [min]} / 30 \text{ min} \cdot \text{zul. Wasserverlust [l/m}^2] / A_G [m^2]$	= <u>2</u> mm

Prüfergebnis:	
$\Delta H_{IST} > \Delta H_{SOLL} \rightarrow$ <input type="checkbox"/> Prüfung nicht bestanden	$\Delta H_{IST} \leq \Delta H_{SOLL} \rightarrow$ <input checked="" type="checkbox"/> Prüfung bestanden
Mängelbeseitigung und Wiederholungsprüfung bis _____	Wiederholungsprüfung bis <u>26.09.20xx</u>

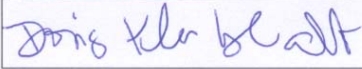

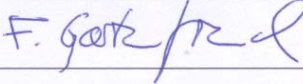
Unterschrift Prüfer 1	Unterschrift Prüfer 2	Unterschrift Pächter
		

Abbildung 9: Muster eines ausgefüllten Prüfprotokolls einer Dichtheitsprüfung

7 Zusammenfassung und Ausblick

Bei der Untersuchung der Dichtigkeit von abflusslosen Sammelgruben gilt es eine Reihe von Normen und technischen Regeln zu beachten. In dieser Studie wurden mehrere Messverfahren hinsichtlich verschiedener Kriterien untersucht. Beim Verfahrensvergleich zeigt sich, dass die Verfahren mit hoher Messgenauigkeit deutlich höhere Kosten aufweisen sowie einen geringeren Zeitaufwand für die Messung benötigen. Sie bedürfen allerdings einer qualifizierten Bedienung.

Tabelle 3: Bewertungsmatrix Zusammenfassung der einzelnen Messverfahren

Messprinzip	Laser-Entfernungs-Messung	Laser-Distanz-Messung	Druckänderungs-Messung	Ultraschall-Messung
Messtoleranz	±1 mm	±0,1 mm	±0,1 mm	±0,1 mm
Zeitaufwand	●●●	●	●	●
Materialaufwand	●●	●●	●●●	●●
Wartungsaufwand	●	●	●●	●
Bedienungsaufwand	●	●●	●●●	●●
Gerätekosten	●●	●●●	●●●	●●●

Legende: ● niedrig, ●● mittel, ●●● hoch

Dem Ziel, für den Anwendungsfall Kleingärten eine material- und kostengünstige Alternative zum DIN-Verfahren vorzuschlagen, konnte mit der Beschreibung des Vereinfachten Verfahrens entsprochen werden. Hierbei werden zwei Prüfschritte unterschieden: Vorprüfung und Hauptprüfung. Bei der Vorprüfung können ungeeignete Anlagen identifiziert und gravierende bauliche Mängel festgestellt und so bereits vor Durchführung der eigentlichen Dichtheitsprüfung über den Fortbestand der Anlage entschieden werden. Hierdurch kann sich der Umfang der notwendigen Hauptprüfungen reduzieren.

Hinsichtlich der Hauptprüfung (eigentliche Dichtheitsprüfung) zeigte sich, dass die erforderlichen Genauigkeiten für die verschiedenen Größenklassen und Beckengeometrien der in den Kleingärten vorhandenen Behälter sehr unterschiedlich sind. Durch eine Verlängerung der Prüfzeiten können Messgeräte mit geringeren Genauigkeiten als teure professionelle Systeme akzeptable Messergebnisse für eine Untersuchung der Dichtigkeit von abflusslosen Sammelgruben in Kleingartenanlagen bringen.

Ausdrücklich erwähnt werden muss, dass das Vereinfachte Verfahren die standardisierten Prüfverfahren nach Norm nicht gleichwertig ersetzen kann. Um aber ein kostengünstiges Verfahren anzubieten, können gewisse Kompromisse eingegangen werden. Außerdem könnte so eine Möglichkeit eröffnet werden, in dem noch zur Verfügung stehenden Zeitraum, eine größere Anzahl von Anlagen zu untersuchen. Damit könnte dem Ziel, die vielfach anzutreffende unzureichende Abwasserbehandlung in Kleingartenanlagen zu beenden, ein entscheidender Schritt näher gekommen werden. Der Eignungs- und Dichtheitsnachweis ermöglicht vielen Kleingärtnern die weitere Nutzung vorhandener Abwassersammelbehälter.

Es sei hier ausdrücklich hervorgehoben, dass diese Alternative (Vereinfachtes Verfahren genannt) nur ein befristetes Verfahren sein kann.

Ob für die Vielzahl der bevorstehenden Prüfungen ein ausreichend großer Personenkreis aktiviert werden kann, der bereit ist, sich in die Materie einzuarbeiten und qualifizieren zu lassen, muss abgewartet werden. Durch die Verlängerung der Prüfdauer erhöht sich der zeitliche Aufwand um etwa das Doppelte. Auf die zahlreich erforderlichen ehrenamtlichen Prüfer kommt neben dem Schulungsaufwand auch ein erheblicher Zeitbedarf für die Prüfungen zu. Auch die psychologische Belastung aus der Aufgabenwahrnehmung und die bestehenden Gesundheitsgefahren beim Umgang mit Abwasser sollten nicht unterschätzt werden.

Prof. Dr.-Ing. M. Barjenbruch

Dipl.-Ing. A. Wriege-Bechtold

C. Buchholz

8 Literatur

Abwassertechnik (2011), URL: http://www.abwassermarkt.de/epages/ATS.sf/de_DE/?ObjectPath=/Shops/ATS/Products/825.14.3015, Letzter Aufruf: 9.Juni 2011

ATV 1998, ATV-M, Teil 6, -Dichtheitsprüfungen bestehender, erdüberschütteter Abwasserleitungen und -kanäle und Schächte mit Wasser, Luftüber- und Unterdruck- Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen, Abwassertechnische Vereinigung e.V., Hennef 1998

ATV-DVWK 2002, ATV-DVWK-A 142, Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten, Abwassertechnische Vereinigung – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Hennef 2002

Barjenbruch, M. und Wriege-Bechtold, A. „Umgang mit Abwasser aus Kleingartenanlagen – Möglichkeiten der Abwasserentsorgung“, Universität Rostock, FG Kulturtechnik und Siedlungswasserwirtschaft, 2006

DIN 1997, DIN EN 1610, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag Berlin, Oktober 1997

DIN 1999, DIN EN 8044, Korrosion von Metallen und Legierungen – Grundbegriffe und Definitionen, DIN Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag Berlin, Oktober 1999

DIN 2003, DIN 1986-30, Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 30: Instandhaltung, Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag Berlin, Februar 2003

DIN 2003-1, DIN 1999-100, Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten - Teil 100: Anforderungen für die Anwendung von Abscheideranlagen nach DIN EN 858-1 und DIN EN 858-2, Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag Berlin, Februar 2003

DIN 2004, DIN EN 12566-1, Kleinkläranlagen für bis zu 50 EW - Teil 1: Werkmäßig hergestellte Faulgruben (enthält Änderung A1:2003); Deutsche Fassung EN 12566-1:2000 + A1:2003, Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag Berlin, Mai 2004

DIN 2009, DIN EN 12566-3, Kleinkläranlagen für bis zu 50 EW - Teil 3: Vorgefertigte und/oder vor Ort montierte Anlagen zur Behandlung von häuslichem Schmutzwasser Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag Berlin, Juli 2009

DIN 2010, DIN 4261-1, Kleinkläranlagen - Teil 1: Anlagen zur Schmutzwasservorbehandlung, Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag Berlin, Oktober 2010

DIN 2011, DIN Deutsches Institut für Normung, URL: <http://www.din.de>, Letzter Aufruf: 20.08.2011

DWA 2009, DWA-Kommentar zum DWA Regelwerk „Grundsätze für die Erarbeitung des DWA Regelwerkes“, Kommentar zum DWA-A 400, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef 2009

DWA 2009-1, DWA-A 139, Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef 2009

DWA 2009-2, DWA-M 190, Eignung von Unternehmen für Herstellung, baulichen Unterhalt, Sanierung und Prüfung von Grundstücksentwässerungen, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef 2009

Goldberg 2007, Goldberg, B., Anlagen zur Grundstücksentwässerung, Dichtigkeitsprüfung - aber wie?, wasserwirtschaft, wassertechnik wwt, 05/2007, huss Medien GmbH, Berlin 2007

Goldberg 2008, Goldberg, B., Dichtigkeitsprüfung von Grundstücksentwässerungsanlagen, Beuth-Verlag, Berlin 2008

Leica 2011, URL: http://www.leica-geosystems.com/de/Leica-DISTO-D8_78069.htm, Letzter Aufruf: 9.Juni 2011

SenGUV (Jahr unbekannt), Abwasserentsorgung in Kleingärten, Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin

VDRK 2011, Verband der Rohr- und Kanal-Technik-Unternehmen e.V., URL: <http://www.vdrk.de>, Letzter Aufruf: 8.August 2011

VGf-HRO 2010 - Verband der Gartenfreunde e.V. Hansestadt Rostock: Vortrag ‚Information der Fachberater‘, 03.09.2010]

wikipedia 2009, URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/F%C3%BCllstandmessung#Radar>, Letzter Aufruf: 9.Juni 2011

vega 2011, URL: http://www.vega.com/de/Fuellstand-Messung_TDR_GWR.htm, Letzter Aufruf: 9.Juni 2011

9 Anhang

Seite 1 - Prüfprotokoll für das ‚vereinfachte Verfahren‘

Prüfprotokoll – Seite 1

Dichtheitsprüfung für abflusslose Sammelgruben
angelehnt an die DIN 1986-30, DIN EN 1610, ATV-M 143 Teil 6

Datum : / /	<input type="checkbox"/> Vorprüfung ¹⁾ <input type="checkbox"/> Hauptprüfung <input type="checkbox"/> Erstprüfung <input type="checkbox"/> Wiederholungsprüfung
Verein :	Garten/Parzellen-Nr.:
Pächter/ Eigentümer :	
Straße/ PLZ/ Ort :	

Prüfer 1	Name:	Zulassungs-Nr.:
Prüfer 2	Name:	Zulassungs-Nr.:

Angaben zum Prüfobjekt²⁾

Werkstoff : Beton Mauerwerk Stahl/Metall Kunststoff sonstige: _____

Bauweise : monolithisch nicht monolithisch

Behandlung: beschichtet unbeschichtet

Baujahr (wenn nachweislich bekannt): _____

Zustand der Sammelgrube:³⁾

Zulauf- oder Ablaufrohr unzureichend angeschlossen Risse oder Löcher brüchiges Mauerwerk

angeschlossene Versickerungsleitung Anlage stark korrodiert

keine potenziellen Undichtigkeiten erkennbar (Risse, kleine Löcher, starke Korrosion)

sonstiges: _____

Ergebnis der Vorprüfung:

keine gravierenden Mängel sichtbar → Vorprüfung **bestanden**

gravierende Mängel erkennbar → Vorprüfung **nicht bestanden**

Mängelbeseitigung und wiederholte Vorprüfung bis _____ Hauptprüfung bis _____

Hauptprüfung⁴⁾

Form der Grundfläche	Durchmesser D [m] bzw. Länge L [m]	benetzte Grundfläche A _G [m ²] (=Pegeloberfläche)	Füllhöhe H _F [m]	Füllvolumen V _F = A * H _F [m ³]	benetzte Innenfläche A _I [m ²]
<input type="checkbox"/> rund	D = m (R=D/2)	A _G = π * D ² / 4 = m ²	m	m ³	A _I = A _G + 2 * π * R * H _F = m ²
<input type="checkbox"/> rechteckig	L1 = m ; L2 = m	A _G = L1 * L2 = m ²	m	m ³	A _I = A _G + 2 * (L1 + L2) * H _F = m ²
<input type="checkbox"/> quadratisch	L = m	A _G = 2 * L = m ²	m	m ³	A _I = A _G + 4 * L * H _F = m ²
<input type="checkbox"/> sonstige		A _G = m ²	m	m ³	A _I = A _G + m ²

Prüfvorgaben:⁵⁾

minimale Füllhöhe: 5 cm oberhalb Rohrscheitel Zulaufleitung (bei Prüfbeginn eingestellt: _____ cm)

Prüfzeit: minimal 30 Minuten, maximal 2 Stunden

zulässiger spezifischer Wasserverlust (je m² benetzter Innenfläche/30 min) : Beton: 0,1 l/m²*30 min
Stahl/ Kunststoff: kein Wasserverlust

Prüfausrüstung:

Prüfmethode: Pegelabfallprüfung

Seite 2 - Prüfprotokoll für das ‚vereinfachte Verfahren‘

Prüfprotokoll – Seite 2

Dichtheitsprüfung für abflusslose Sammelgruben
angelehnt an die DIN 1986-30, DIN EN 1610, ATV-M 143 Teil 6

Messergebnisse: ⁶⁾		
Bezeichnung	Zeitpunkt	Pegelstand / Distanz [cm]
Startmessung (0 Min.)		
1. Kontrollmessung (30 Min.)		
2. Kontrollmessung (60 Min.)		
3. Kontrollmessung (90 Min.)		
Endmessung (120 Min.)		

Berechnung der Pegeländerung: ⁷⁾	
Pegeländerung _{IST} (ΔH_{IST}) = Pegelstand (Startmessung) – Pegelstand (Endmessung)	= _____ mm
Pegeländerung _{SOLL} (ΔH_{SOLL}) = $A_I [m^2] * Zeit [min] / 30 \text{ min} * \text{zul. Wasserverlust [l/m}^2] / A_G [m^2]$	= _____ mm

Prüfergebnis: ⁸⁾	
$\Delta H_{IST} > \Delta H_{SOLL} \rightarrow$ <input type="checkbox"/> Prüfung nicht bestanden	$\Delta H_{IST} \leq \Delta H_{SOLL} \rightarrow$ <input type="checkbox"/> Prüfung bestanden
Mängelbeseitigung und Wiederholungsprüfung bis _____	Wiederholungsprüfung bis _____

Unterschrift Prüfer 1 ⁹⁾	Unterschrift Prüfer 2 ⁹⁾	Unterschrift Pächter ⁹⁾

Bemerkungen zum Prüfprotokoll

- 1) in diesem Feld bitte die Art der Prüfung ankreuzen (Mehrfachnennungen möglich)
bei kombinierter Vor- und Hauptprüfung bitte beides ankreuzen
- 2) sämtliche Angaben zum Prüfobjekt eintragen
- 3) Zustand der Sammelgrube eintragen (Mehrfachnennungen möglich)
Unter sonstiges bitte alle weiteren Beobachtungen eintragen (z.B. hoher Grundwasserstand, Beulen der Anlage, mögliche oberirdische Zuflüsse, ausreichende Größe, Plausibilität hinsichtlich der Entsorgungsmenge etc.)
- 4) Hauptprüfung
 - Wählen der Grubenform,
 - Eintragen der Abmessungen der Grube
 - Berechnung der benetzten Grundfläche ($\pi=3,14$; L= Länge; D= Durchmesser)
 - Messen der Füllhöhe mit Zollstock und Eintragen
 - Berechnung des Füllvolumens nach Formel
 - Berechnung der benetzten Innenfläche
- 5) Prüfvorgaben
 - Eintragen der Füllhöhe
 - aufgrund der Materialart Bestimmen des Wasserverlustes
- 6) Messergebnisse dokumentieren
 - Eintragen von Zeit und Pegelstand (aus Messgerät) der Messungen
- 7) Berechnung der Pegeländerung
 - Da der Einstau nicht bis Oberkante Konus/Schachthals bzw. Abdeckplatte erfolgt sondern ≥ 5 cm über OK Rohrscheitel wird davon ausgegangen, dass die Pegeloberfläche identisch der benetzten Grundfläche (A_G) ist. Sollte sich die Geometrie von Sohle zum Messpegel verändern, so ist die Pegeloberfläche explizit zu berechnen.
 - Berechnung der Soll- und Ist-Pegeländerung

Der zulässige spezifische Wasserverlust wird für die Prüfdauer von 30 Minuten an die Prüfdauer angepasst. Dies erfolgt vereinfacht durch Multiplikation mit Faktor Prüfdauer [min]/30 min.
- 8) Eintragen des Prüfergebnisses sowie der Fristen zur Mängelbeseitigung und Wiederholungsprüfung
- 9) Unterschreiben des Protokolls

Checkliste Durchführung der Dichtheitsprüfung nach dem ‚vereinfachten Verfahren‘

Das Entleeren der Sammelgrube muss vor der Vorprüfung und Hauptprüfung durch ein örtliches Entsorgungsunternehmen erfolgen.

Vorprüfung.

1. Aufnahme der Daten für das Protokoll
 - Verein, Garten bzw. Parzellenummer
 - Name des Pächters/Eigentümers
 - vollständige Adresse
 - Name der oder des Prüfer(s)
2. Überprüfung von Entsorgungsquittungen und Unterlagen zum Ablesen der Wasseruhr
 - Plausibilitätskontrolle
3. Sichtprüfung der Sammelgrube
 - Aus welchem Material ist die Sammelgrube gefertigt?
 - Welche Art einer Sammelgrube liegt vor?
 - Ist die Sammelgrube von innen beschichtet?
 - In welchem Jahr wurde die Anlage errichtet/hergestellt?
 - In welchem Zustand befindet sich die Sammelgrube
4. Entscheidung ob Mängel gravierend bzw. nicht gravierend sind.
5. Festlegen des Termins für die Hauptprüfung bzw. für den Neubau der Anlage.
6. Ausfüllen des Protokolls

Hauptprüfung

7. Aufnahme der Daten für das Protokoll
 - Verein, Garten bzw. Parzellenummer
 - Name des Pächters/Eigentümers
 - vollständige Adresse
 - Name der oder des Prüfer(s)
8. Überprüfung von Entsorgungsquittungen und Unterlagen zum Ablesen der Wasseruhr
 - Plausibilitätskontrolle
9. ggf. Setzen der Prüfblase
10. Auffüllen 5 cm über Oberkante Einlaufrohr
11. Aufbau der Prüfeinrichtung
12. 20 Minuten Beruhigungsphase
13. Beginn der Messung
 - erste Messung
 - zweite Messung nach 30 min
 - ggf. dritte Messung nach 60 min
 - ggf. vierte Messung nach 90 min
 - ggf. fünfte und letzte Messung nach 120 min
14. Eintragen der Messwerte in das Protokoll
15. Entscheidung ob Prüfung bestanden
16. Festlegen des Termins für nächste Hauptprüfung bzw. für die Wiederholungsprüfung.
17. Abbau der Prüfeinrichtung
18. Ende der Prüfung