

[illegible]

Studie

Zustandserfassung von Kleinkläranlagen in Thüringen und Vorschläge für die technische Umsetzung der Anforderungen der Abwasserverordnung

Autoren: Materialforschungs- und -prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar
 Dr.-Ing. W. Kämpfer
 Dipl.-Ing. M. Berndt

Bauhaus-Universität Weimar
Professur Siedlungswasserwirtschaft
Univ. Prof. Dr.-Ing. J. Londong
Dipl.-Ing. J.-M. Kaub

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Zielstellung	6
2 Technische Anforderungen an den Betrieb von Kleinkläranlagen.....	7
2.1 Bautechnische Anforderungen.....	7
2.2 Verfahrenstechnische Anforderungen.....	8
2.3 Allgemeine Ablaufschritte für den funktionsgerechten Betrieb.....	8
3 Betrieb und Überwachung von Kleinkläranlagen	12
3.1 Bestandteile eines ordnungsgemäßen Betriebes	12
3.1.1 Eigenkontrolle	12
3.1.2 Wartung	13
3.1.3 Instandsetzung	13
3.1.4 Fäkalschlammbeförderung	13
3.2 Modelle der Überwachung von Kleinkläranlagen.....	14
3.2.1 Eigenüberwachungsmodell	14
3.2.2 Sachverständigenmodell	15
3.2.3 Kommunalmodell.....	15
4 Bestands- und Zustandserfassung von Kleinkläranlagen in Thüringen	16
4.1 Methodik der Bestandsaufnahme.....	16
4.2 Statistische Bestandserfassung Thüringer Kleinkläranlagen	23
4.3 Bautechnische Zustandserfassung	28
4.3.1 Weitergehende Zustandserfassung	34
4.4 Verfahrenstechnische Zustandserfassung	36
4.4.1 Verfahrenstechnische Zustandserfassung vollbiologischer Kleinkläranlagen ...	36
4.4.2 Bewertung der Ergebnisse.....	47
4.4.3 Empfehlungen.....	48
5 Datenmanagement für die Stammdatenverwaltung, Wartung und Überwachung	48
6 Möglichkeiten der Instandhaltung von Kleinkläranlagen.....	51
6.1 Bautechnische Ertüchtigung	51
6.2 Nachrüstung bestehender Kleinkläranlagen	60
6.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	61
7 Vergleich zu Kosten unterschiedlicher Kleinkläranlagentypen.....	63
8 Literatur	66

Zusammenfassung

Im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt wurde eine Studie zur Bestandserhebung und Zustandserfassung von Kleinkläranlagen im Freistaat Thüringen durchgeführt. Die Studie basiert auf statistischen Analysen der kommunalen Aufgabenträger, auf Vor-Ort-Inspektionen der Kleinkläranlagen in fünf ausgewählten Abwasserzweckverbänden sowie auf weitergehende Erfassungen zum bau- und verfahrenstechnischen Zustand an Einzelanlagen. Im Ergebnis der Bestandsaufnahme und Zustandsbewertung werden Vorschläge für die technische Umsetzung der Anforderungen der Abwasserverordnung aufgeführt.

Ergebnisse der mittels Fragebogen erhobenen statistischen Bestandsaufnahme

Nach der statistisch gesicherten Hochrechnung werden im Freistaat Thüringen derzeit 263.000 Kleinkläranlagen betrieben. Rund 36 % der Einwohner Thüringens (876.000 E) sind an Kleinkläranlagen angeschlossen. Eine Kleinkläranlage wird somit durch das Abwasser von durchschnittlich 3,3 Einwohnern belastet. In den ländlichen Gebieten Thüringens sind nur ca. 50 % der Einwohner an eine öffentliche Abwasserbehandlungsanlage angeschlossen.

Die Kleinkläranlagen lassen sich entsprechend der Art der Ableitung wie folgt differenzieren:

⇒ Einleitung in eine Teilortskanalisation (TOK):	170.965 Anlagen	65,0 %
⇒ Direkteinleiter (Oberflächengewässer / Grundwasser):	74.872 Anlagen	28,4 %
⇒ Einleitung in Kanal zu einer kommunalen Kläranlage (KKA noch nicht stillgelegt):	12.655 Anlagen	4,8 %
⇒ Abflusslose Grube (kein Ablauf vorhanden):	4.714 Anlagen	1,8 %

78 % der direkt in ein Gewässer einleitenden Kleinkläranlagen (Direkteinleiter) leiten in Oberflächengewässer und 22 % durch Versickerung in das Grundwasser ein.

Der überwiegende Teil des Anlagenbestandes sind Kleinkläranlagen ohne Abwasserbelüftung, das heißt ausschließlich Anlagen mit mechanischer bzw. mechanisch-teilbiologischer Behandlung. Nur etwa 1,3 % der Kleinkläranlagen in Thüringen, das sind ca. 3.500 Anlagen, entsprechen dem Stand der Technik. Pflanzenklär- und Teichanlagen weisen einen Anteil unter 0,1 % auf.

60 % des Anlagenbestandes ohne Abwasserbelüftung wurden nach der in der ehemaligen DDR geltenden Norm TGL 7762 erbaut. 12 % der Anlagen weisen eine mechanische oder teilbiologische Reinigungsstufe entsprechend der DIN 4261-1 auf. 29 % der Anlagen ohne Abwasserbelüftung entsprechen weder der DIN- noch der TGL-Norm. Diese Anlagen sind als so genannte Eigenbaulösungen vorrangig in den Baujahren zwischen 1960 und 1980 errichtet worden. Über 90 % der Kleinkläranlagen in Thüringen wurden vor 1990 errichtet und sind damit älter als die normative Nutzungsdauer. Für weniger als 1 % aller Kleinkläranlagen nach DIN 4261 werden Betriebstagebücher geführt und Wartungsprotokolle erstellt.

Die bautechnische Zustandsbewertung des Kleinkläranlagenbestandes zeigt, dass etwa 30 % Anlagen in Thüringen, das sind 80.000 Kleinkläranlagen, auf Grund der Beton- und Stahlkorrosion sowie Rissbildung als dringend sanierungsbedürftig mit sofortigem Handlungsbedarf einzuordnen sind. Nur etwa 18 % der Anlagen sind in einem guten bis sehr guten bautechnischen Zustand. Etwa 50 % der Anlagen sind in einem Instandsetzungszeitraum von 3 bis 5 Jahren bautechnisch zu ertüchtigen.

Ergebnisse der visuellen Vorort-Inspektionen des bautechnischen Zustands

Die weitergehenden Vorort-Inspektionen von Einzelanlagen zeigten darüber hinaus wesentliche sicherheits- und umweltrelevante Auswirkungen der Bauschäden. Hauptschadensursachen sind die durch unzureichende Be- und Entlüftung hervorgerufenen hydrogensulfit- und karbonatisierungsinduzierten Betonkorrosionen, in deren Folge es zu massiven Wandstärkereduzierungen, Rissbildungen und Undichtigkeiten an Stahlbetonbauteilen kommt. Der jeweilige bautechnische Zustand der Vorort inspizierten Kleinkläranlagen wurde in Analogie zur Kanalzustandsbewertung nach ATV M 149 einer Zustandsklasse zugeordnet. Die Vorort-Inspektionen zeigten im Vergleich zur statistischen Bestandsaufnahme noch dramatischere Ergebnisse.

Im Ergebnis der weitergehenden bautechnischen Zustandsbewertung an 160 ausgewählten Anlagen sind 18 % der Zustandsklasse 4 mit sofortigem Instandsetzungsbedarf innerhalb der nächsten 2 Jahre zuzuordnen. Der Zustand von 38 % der Anlagen bedingt einen kurzfristigen bautechnischen Instandhaltungsbedarf innerhalb von 2 bis 5 Jahren. Für 41 % der Anlagen wird ein Instandsetzungszeitraum von 5 bis 10 Jahren kalkuliert. Nur 3 % der untersuchten Kleinkläranlagen sind weitgehend schadens- und mängelfrei.

Ergebnisse der weitergehenden verfahrenstechnischen Zustandserfassung

Im Rahmen der Vor-Ort durchgeführten betrieblichen Zustandsanalyse an 18 ausgewählten Einzelanlagen wurden ausschließlich vollbiologische Kleinkläranlagen nach DIN 4261-2 untersucht. Von diesen 18 Anlagen konnten nur 4 die geltenden Ablaufgrenzwerte der Abwasserverordnung einhalten, d. h. 78 % der untersuchten vollbiologischen Kleinkläranlagen entsprechen nicht dem Stand der Technik. Die Eigenkontrolle und das Bewusstsein der Eigentümer für den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlagen ist grundsätzlich als mangelhaft einzustufen. Betriebstagebücher werden nur in seltenen Fällen geführt, Wartungsprotokolle sind nur lückenhaft vorhanden.

Veröffentlichte aktuelle Untersuchungen von Kleinkläranlagen aus anderen Bundesländern zeigen, dass verfahrensübergreifend etwa 30 % der Anlagen, unabhängig von Bauart und Größe die Schadstoffbelastungsgrenzwerte im Ablauf nicht einhalten.

Bewertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der bautechnischen Zustandserfassung von Kleinkläranlagen und die Auswertung der untersuchten Ablaufwerte von vollbiologischen Kleinkläranlagen weisen darauf hin, dass Kleinkläranlagen aufgrund des schlechten technischen Zustands und mangelhafter Betriebsführung unter den heutigen Randbedingungen in Thüringen nicht als ordnungsgemäße Abwasserbehandlung nach § 18a Abs. 1 WHG (Wohl der Allgemeinheit) und § 18 b WHG (Stand der Technik bzw. allgemein anerkannten Regeln der Technik) gesehen werden können. Zur Verminderung der vorhandenen Gewässerbelastungen durch Kleineinleitungen und zur Sicherung des Konzeptes „Einhaltefunktion“ der Abwasserverordnung sind vorhandene Kleinkläranlagen, die nicht dem Stand der Technik entsprechen, zu sanieren. Neben der Sanierung sind vor allem die Verbesserung der Betriebsführung, z. B. durch Vereinfachung der Eigenkontrolle und Sicherstellung einer qualifizierten Wartung, sowie die Einführung eines praktikablen Überwachungskonzeptes für Kleinkläranlagen dringend erforderlich. Für einen zuverlässigen Betrieb vollbiologischer Kleinkläranlagen werden in der Studie entsprechende Empfehlungen gegeben.

Die Studie beinhaltet außerdem Leitfäden für die Vorgehensweise zur allgemeinen Bestandserfassung, zur bautechnischen- und verfahrenstechnischen Zustandsklassifizierung und -bewertung sowie zur bautechnischen Ertüchtigung bestehender Kleinkläranlagen. Es werden Schadenskataloge und Beispielsammlungen für die Schadensbewertungen verschiedener Bauarten von Kleinkläranlagen vorgestellt. Für die bautechnische Ertüchtigung der Anlagen werden Materialien und Verfahren bewertet.

1 Zielstellung

Mit Änderung der Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer - Abwasserverordnung AbwV vom 15.10.2002 - haben Kleinkläranlagen zukünftig dem Stand der Technik zu entsprechen. Die Abwasserverordnung definiert die Bedingungen, nach denen eine Einleitgenehmigung für Abwässer erteilt wird. Diese Bedingungen orientieren sich an §7a des Wasserhaushaltsgesetzes WHG, wonach für die Einleitung von Abwasser nur dann eine Erlaubnis zu erteilen ist, wenn die Schadstofffracht des Abwassers so gering gehalten wird, wie dies bei Einhaltung der jeweils in Betracht kommenden Verfahren nach dem Stand der Technik möglich ist.

In Thüringen werden derzeit 263.000 Kleinkläranlagen (KKA) und etwa 3.800 Teilsortskanalisierungen (TOK) betrieben. Die überwiegende Anzahl der derzeit vorhandenen Kleinkläranlagen im Freistaat Thüringen wurde vor 1990 auf Grundlage der TGL 7762 oder in sogenannter „Eigenbauweise“ errichtet und entspricht weder den verfahrenstechnischen noch den baulichen Anforderungen für einen sicheren Betrieb. Einen Bestandsschutz für diese DDR-Kleinkläranlagen gibt es mit Aufhebung der Übergangsregelungen nach DIN 4261-11 und DIN 4261-31 seit 1997 nicht mehr. Die nicht mehr geltenden Übergangsregelungen wurden geschaffen, um den Betrieb und die Wartung der bestehenden Kleinkläranlagen aus dem bisherigen Geltungsbereich der TGL 7762 weiterhin zu ermöglichen. So wurde unter anderem vorgeschrieben, dass nach TGL gebaute Mehrkammergruben alle zwei Jahre auf bauliche Mängel durch Inaugenscheinnahme zu überprüfen sind. Weiterhin wurde der Zeitraum für das zeitliche Abziehen von Schlamm aus allen Kammern von Mehrkammer-Absetzgruben, -Ausfallgruben sowie zweistöckigen Kleinkläranlagen vorgegeben.

Analysen aus der Fachliteratur zu bestehenden, vor allem unbelüfteten Kleinkläranlagen zeigen deren schlechten bau- und betrieblichen Zustand. Ursachen für diesen Zustand sind insbesondere Korrosionserscheinungen an Bauteilen und Einrichtungen, die infolge der mehr als 15jährigen Betriebsdauer der Anlagen zu erheblichen Standsicherheitsproblemen, sicherheitstechnischen Problemen infolge Biogasbildungen und Undichtigkeiten führen.

Nach gegenwärtigen Abschätzungen zur Gewässerbelastung durch kommunale Einleitungen von gereinigtem Abwasser im Freistaat Thüringen entfallen etwa 60 % der Frachteinträge auf Teilsortskanalisierungen und etwa 27 % der Gewässerbelastungen auf Direkteinleitungen aus Kleinkläranlagen. Besonders dramatisch im Vergleich zu anderen Bundesländern ist der in Thüringen höchste Pro-Kopf-Anteil an Kleinkläranlagen in Verbindung mit dem weit über die betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer hinausreichenden mittleren Alter dieser Anlagen.

Mit den im Freistaat Thüringen zur Verfügung stehenden Bestandsdaten aus der Thüringer Abwassereigenkontrollverordnung ThürAbwEKVO kann der erforderliche Sanierungsbedarf zur Umsetzung des Anhangs 1 der Abwasserverordnung nur grob eingeschätzt werden. Die derzeitigen Berechnungen zur Anzahl und Verteilung der Kleinkläranlagen in Thüringen basieren auf den von den kommunalen Kläranlagenbetreibern gemeldeten Fäkalschlamm-mengen. Die Gesamtzahl der KKA in Thüringen kann aus der Anzahl an Einwohnern, die nicht an eine kommunale Kläranlage angeschlossen sind, grob abgeschätzt werden.

Zur Novellierung des Thüringer Kleinkläranlagen-Erlasses von 1997 bzw. zur Schaffung einer Thüringer Kleinkläranlagenverordnung ThürKKAVO lagen bisher nur unzureichend aussagekräftige Vergleiche zwischen den geltenden Vorschriften und der momentanen Praxisanwendung vor. Auf Grund der Vielzahl vorhandener Kleinkläranlagen ist eine sofortige Stilllegung ohne Übergangs- und Alternativlösungen ausgeschlossen.

Bis zum 31.12.2015 ist nach den Regelungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie der „gute Zustand“ aller Gewässer im Freistaat Thüringen zu erreichen. Danach werden in Thüringen noch voraussichtlich ca. 70.000 direkteinleitende Kleinkläranlagen betrieben. Durch

diese perspektivisch avisierte Anzahl der Kleinkläranlagen und die kleingliederige Struktur der Abwasserentsorgung in Thüringen ist es notwendig, für den praktischen Vollzug einen Leitfaden für die Erfassung, Beurteilung, Ertüchtigung und Überwachung dieser Anlagen zur Verfügung zu stellen.

Die Erarbeitung von technischen Regelungen in Verordnungen und Erlassen bezüglich KKA in Thüringen waren bezüglich Eigenkontrolle, Wartung, Überwachung und Datenmanagement beratend zu begleiten.

2 Technische Anforderungen an den Betrieb von Kleinkläranlagen

2.1 Bautechnische Anforderungen

Kleinkläranlagen stellen für die dezentrale Abwasserentsorgung im ländlichen Raum und in Stadtrandlagen ein wichtiges Element des Boden- und Gewässerschutzes dar. Neben der Einhaltung der Ablaufwerte und dem sicheren Betrieb ist die bautechnische Gebrauchstauglichkeit dieser Anlagen für den geplanten normativen Nutzungszeitraum nachzuweisen.

Die Gebrauchstauglichkeit von Kleinkläranlagen soll nach Empfehlungen der LAWA 1998 über einen Mindestzeitraum von 10 bis 15 Jahren gegeben sein. Daraus leiten sich die Anforderungen an die zu verwendenden Baustoffe, Dichtstoffe sowie an aktive / passive Korrosionsschutzmaßnahmen ab.

Aus den Erfahrungen der Wartung von Kleinkläranlagen resultiert, dass die spezifischen Betriebsbedingungen in enger Wechselbeziehung zur baulichen Zustandsänderung stehen. Dies betrifft insbesondere die bei unsachgemäßem Betrieb von KKA entstehenden hohen Schadgasanteile an Hydrosulfid und Kohlendioxid, die zu einer beschleunigten Alterung des Baukörpers und der maschinentechnischen Installationen führen.

Die Eigenkontrolle durch den Betreiber und die fachgerechte Wartung bei Kleinkläranlagen nach DIN 4261-02 entsprechen den allgemein anerkannten Regeln der Technik gemäß § 18b (1) WHG. Aus der Fachliteratur ist jedoch bekannt, dass bei den bestehenden, unbelüfteten Systemen, wie Mehrkammerabsetzgruben und Mehrkammerausfallgruben ein alarmierender baulich-verfahrenstechnischer Zustand vorliegt.

Kleinkläranlagen sind Bauprodukte entsprechend Bauregelliste des Deutschen Instituts für Bautechnik Berlin (DIBt). Die gültigen bautechnischen Anforderungen an KKA sind in den technischen Vorschriften der DIN 4261-1: 2002-12, DIN EN 12566-1: 2000-09 sowie DIN EN 12566-3: 2001-10 verbindlich geregelt. Davon abweichende KKA können nach bau- und verfahrenstechnischem Verwendbarkeitsnachweis eine Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung durch das DIBt erhalten. Bestandteil der Bauartzulassung sind in jedem Fall die bautechnischen Prüfungen.

Die speziellen bautechnischen Anforderungen an KKA werden durch die Qualitätsrichtlinien nach DIN 4261-101: 1998-02 sehr detailliert beschrieben. Demnach müssen für die Sicherung der Gebrauchstauglichkeit von KKA über der normativen Nutzungsdauer von 15 Jahren die technischen Anforderungen hinsichtlich:

- Standsicherheit (gegenüber Wasserdruck, Verkehrs- und Erdlasten)
- Wasserdichtigkeit (gegenüber Ex- und Infiltrationen)
- Dauerhaftigkeit gegenüber mechanischen, klimatischen und korrosiven Belastungen

erfüllt werden. In den Qualitätsrichtlinien der DIN 4261-101: 1998-02 sind nachfolgende bautechnische Parameter im Einzelnen spezifiziert:

- Werkstoffanforderungen an Beton, Stahl- und Stahlfaserbeton
- Werkstoffanforderungen an Dichtmittel für Innenauskleidungen und Verbindungen
- Technische Anforderungen an die Wasserdichtheit vor/nach Einbau.

Für die Festlegung der bautechnischen Mindestanforderungen sind für Behälter aus Beton, Stahl- oder Stahlfaserbeton die Expositionsklassen der Bauteile der KKA nach DIN 1045-2: 2001-07 in Verbindung mit EN 206-1: 2001-07 sowie Bauteilkatalog des Deutschen Betonvereins e.V. maßgebend. Relevant ist in diesem Zusammenhang die Zuordnung der wasser-, erd- und luftberührten Bauteile zu den entsprechenden Expositionsklassen. Daraus ergeben sich wiederum spezielle Anforderungen hinsichtlich der Mindestbetondruckfestigkeitsklasse, der Betonüberdeckung, der Mindestzementgehalte, der maximalen Rissbreite sowie Einzelgrenzwerte für die Zusammensetzung der Betone.

Als wesentliche Werkstoffanforderungen gelten die Betondruckfestigkeitsklasse C35/45, die Mindestbetonüberdeckung $c_{\min} = 25$ mm und die Begrenzung der Wasseraufnahme der Bauteile auf maximal 6 Masse-%. Für die Expositionsklassen XA1 und XA2 ergeben sich unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich der Mindestzementmengen und der Zementart. Ebenso detailliert sind die technischen Anforderungen an Dichtmittel aus mineralischen und/oder polymeren Werkstoffen spezifiziert. Die Einhaltung der Qualitätsrichtlinien gewährleistet gemäß dem Stand der Technik derzeit eine betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer von KKA über einen Zeitraum bis zu 15 Jahren.

2.2 Verfahrenstechnische Anforderungen

Wie die Erfassung der in Thüringen vorhandenen Kleinkläranlagen gezeigt hat, handelt es sich größtenteils um Mehrkammerabsetz- bzw. -ausfaulgruben, die als alleinige Abwasserbehandlungsanlagen nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen. Sofern sie jedoch bautechnisch in Ordnung sind, können sie nach DIN 4261 Teil 1 als Anlagen zur Abwasservorbehandlung weiter genutzt werden. Diesen Anlagen wird eine zugelassene vollbiologische Anlage gemäß DIN 4261 Teil 2 nachgeschaltet.

Mit nachfolgendem Ablaufschema in Abbildung 1 lässt sich ermitteln, ob die vorhandenen Anlagen von ihrem Aufbau und ihren Volumina, den Anforderungen der DIN 4261 Teil 1 und 2 entsprechen. Weitere Eingangsgrößen sind neben den Grubendaten auch Angaben über die Anzahl der angeschlossenen Einwohnerwerte und die nachfolgende Anlage.

Auf Nachrüstsätze, die in die vorhandene Grube eingebaut werden, geht das Ablaufschema nicht explizit ein, da sich hierzu nicht ohne weiteres allgemeingültige Aussagen machen lassen. Weitere Angaben zu Nachrüstsätzen finden sich in Kapitel 6.2.

2.3 Allgemeine Ablaufschritte für den funktionsgerechten Betrieb

Für die Sicherstellung eines dauerhaft funktionsgerechten Betriebes von Kleinkläranlagen wurde ein Leitfaden entwickelt, in dem die allgemeinen Ablaufschritte, die jeweiligen Zuständigkeiten, die jeweils notwendigen Betriebsunterlagen und die Verknüpfungen zwischen den Beteiligten untereinander zusammengestellt sind. Der Leitfaden stellt eine allgemeine Handlungsanleitung dar und zeigt, welche Mitwirkungspflichten vorliegen. Das Organigramm für den funktionsgerechten Betrieb von KKA ist in Abbildung 2 enthalten.

Im ersten Schritt ist die Funktions- und Zustandsüberprüfung vor der Inbetriebnahme der Anlage vorzunehmen. Die Ergebnisse sind aufzunehmen, zu protokollieren und bei der zuständigen Wasserbehörde anzuzeigen. In diesem Zusammenhang ist die Kontrolle der Auflagen der wasserrechtlichen Erlaubnis vorzunehmen und das Vorliegen eines Wartungsvertrags zu prüfen.

Zur Sicherstellung des funktionsgerechten Betriebs ist eine entsprechende Mitwirkung durch den Betreiber in Form zyklischer Eigenkontrollen, die sachgerechte Wartung und die unabhängige Überwachung von Eigenkontrolle und Wartung erforderlich.

Die Eigenkontrolle ist im Betriebstagebuch zu dokumentieren. Wesentliche Inhalte der Eigenkontrolle sind Sichtkontrollen der Beschickungs- und Verteilungseinrichtungen sowie des bau- und anlagentechnischen Zustands. Weiterhin müssen die elektrischen Anlagenteile und der Ablauf kontrolliert werden. Werden Störungen festgestellt, ist eine Wartung bzw. Reparatur zu veranlassen. Weitergehende Inhalte zur Führung von Betriebstagebüchern werden in der Regel durch den Anlagenhersteller übermittelt bzw. sind aus den bauaufsichtlichen Zulassungen der KKA zu entnehmen.

Die Wartungsarbeiten umfassen die Gesamtanlage einschließlich aller Anlagenteile. Sie ist von einer Fachfirma durchzuführen. Das Betriebstagebuch ist zu kontrollieren und vorhandene Mängel sind zu beseitigen. Nach der Wartung muss der funktionsgerechte Betrieb der Anlage gewährleistet sein. Die durchgeführten Maßnahmen sind in einem Wartungsprotokoll aufzuführen. Um Unregelmäßigkeiten in der Eigenkontrolle und Wartung auszuschließen, ist eine unabhängige Überwachung zu empfehlen. Die maßgebenden Überwachungsaufgaben sind:

- Kontrolle Zustand und Betrieb der Anlage
- Kontrolle der ordnungsgemäßen Durchführung der Eigenkontrollen, Wartung und Schlammmentleerung
- Kontrolle der aktuellen Wartungsvertrags und Betriebstagebuchs sowie daraus folgender Reparaturen bzw. Wartungsarbeiten
- Überprüfung des Betriebsstundenzählers
- Überprüfung der Umsetzung wasserrechtlicher Bescheide
- gegebenenfalls Bestimmung der Ablaufwerte.

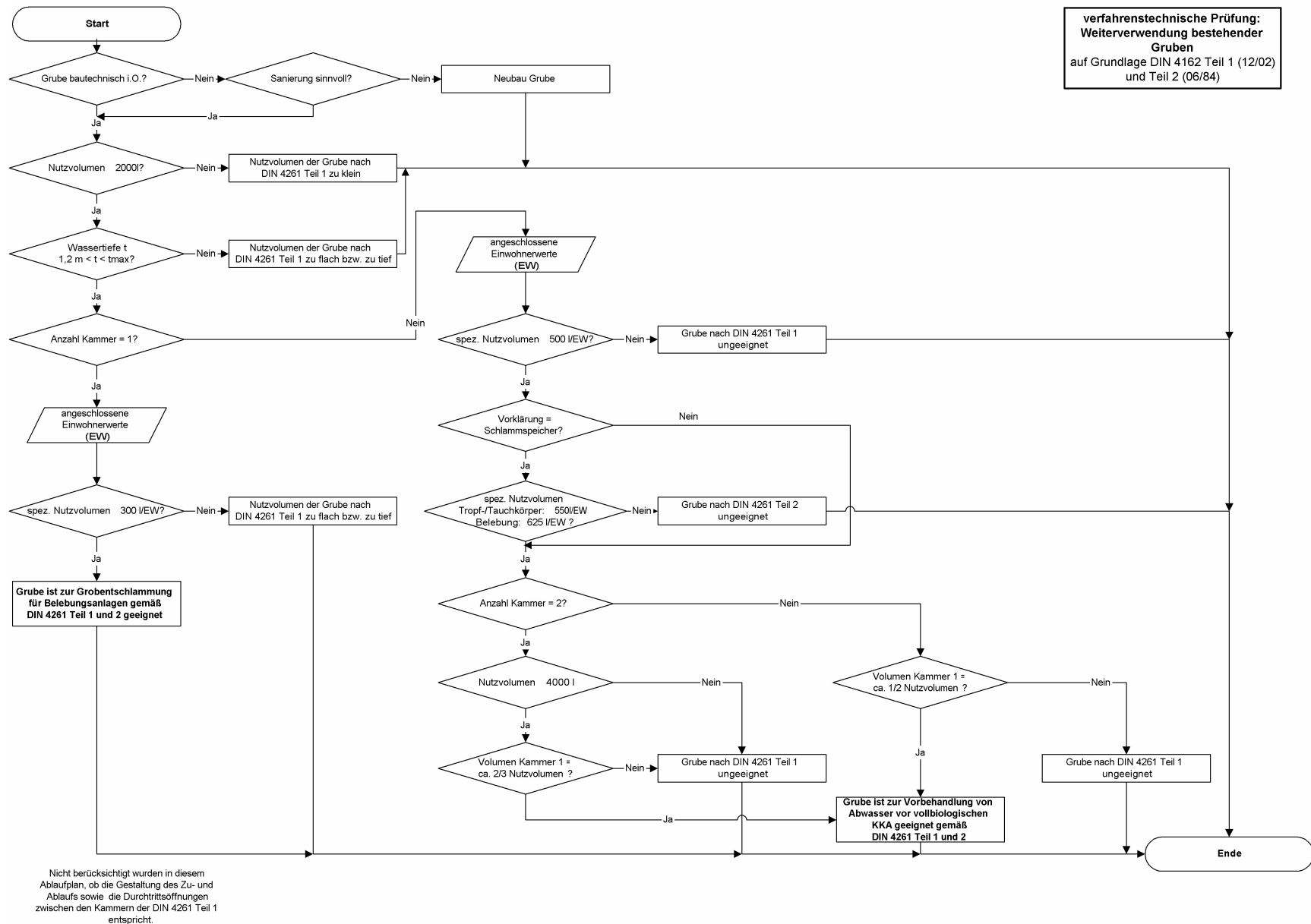


Abbildung 1: Ablaufplan zur verfahrenstechnischen Prüfung der Grube als Vorklärung

3 Betrieb und Überwachung von Kleinkläranlagen

3.1 Bestandteile eines ordnungsgemäßen Betriebes

In Abbildung 3 sind die Informationswege und Tätigkeiten für den Betrieb zusammen mit der Überwachung von Kleinkläranlagen dargestellt.

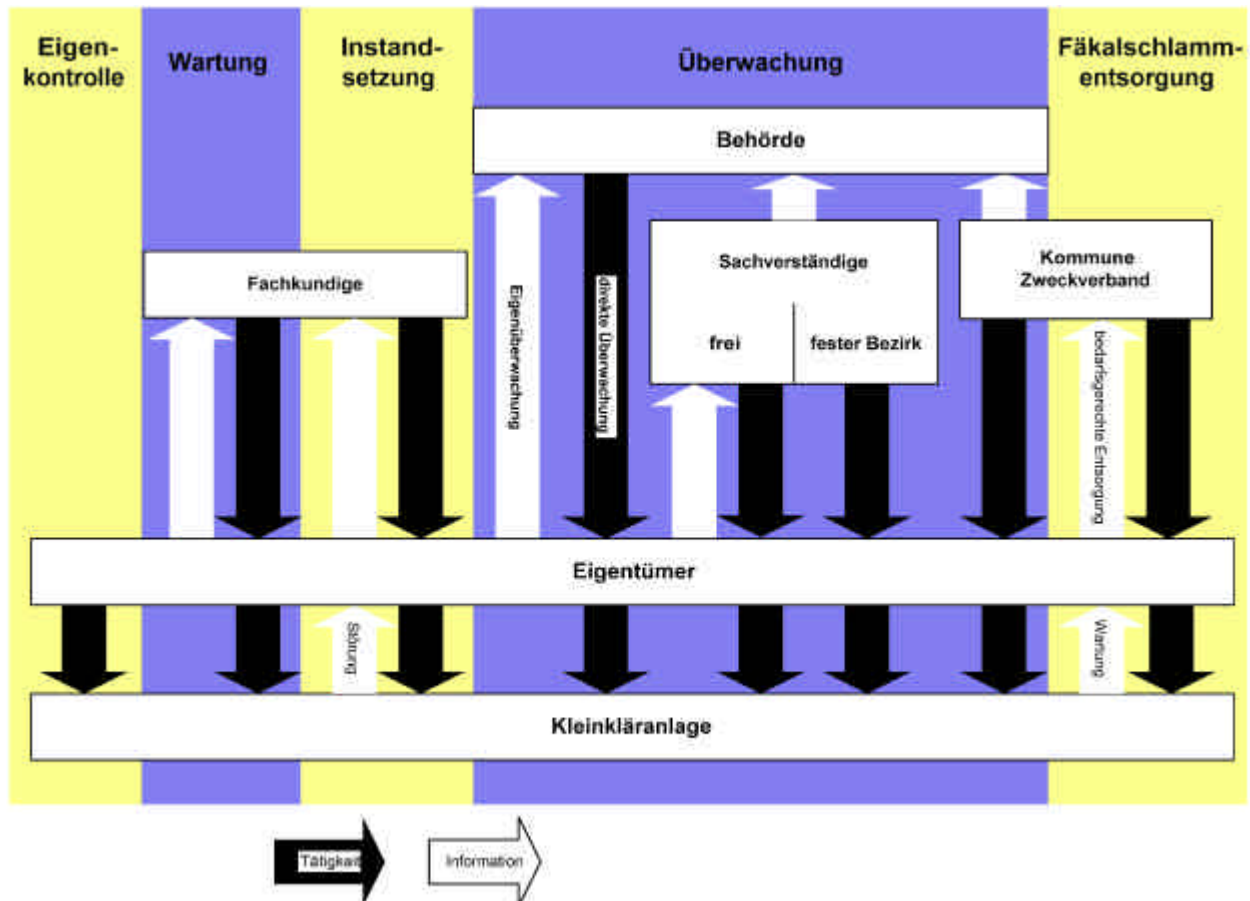


Abbildung 3: Informationswege und Tätigkeiten beim Betrieb und den verschiedenen Überwachungsmodellen von Kleinkläranlagen

Um dauerhaft geforderte Reinigungsleistungen einhalten zu können, ist ein ordnungsgemäßer Anlagenbetrieb aufbauend auf die nachfolgend dargestellten Punkte /5/ notwendig.

3.1.1 Eigenkontrolle

Diese soll in regelmäßigen Abständen vom Betreiber der Anlagen – zumeist Privatpersonen – durchgeführt werden. Die Arbeiten erfordern kein spezielles Fachwissen, sondern beschränken sich auf die Kontrolle der Stromversorgung, der Meldeeinrichtungen und Betriebsstundenzähler (falls vorhanden) an der Steuerung sowie eine Sichtprüfung des Anlagenzustandes. Wichtig ist, dass diese Prüfungen regelmäßig durchgeführt und die Ergebnisse der Prüfung im Betriebsbuch dokumentiert werden. Das Führen eines Betriebsbuches ist nach DIN 4261 Teil 4 vorgeschrieben /32/. Auftretende Störungen sind ins Betriebsbuch aufzunehmen und zeitnah zu beheben, je nach Umfang entweder durch den Betreiber selbst oder durch eine Fachfirma.

Die Eigenkontrolle ist in etwa vergleichbar mit der in DIN 31051 „Grundlagen der Instandhaltung“ erläuterten Inspektion, die dort als *Maßnahme zur Feststellung des Istzustandes einer Betrachtungseinheit* (hier KKA) definiert ist.

3.1.2 Wartung

Weitere Voraussetzung für einen korrekten Anlagenbetrieb ist die sachgerechte Wartung durch einen Fachkundigen. In den meisten Bundesländern muss bzw. soll diese Qualifikation nachgewiesen werden. Im Regelfall erfolgt dies über eine einschlägige Ausbildung in einem technischen Beruf und eine erfolgreiche Teilnahme an einem Weiterbildungskurs zur Wartung von Kleinkläranlagen, wie ihn Fachverbände oder wissenschaftlichen Institutionen anbieten. Da der Betreiber zumeist diese Fachkunde nicht hat bzw. nachweisen kann, wird i.d.R. die Wartung durch einen Dritten durchgeführt.

Die Wartung umfasst Arbeiten zur Aufrechterhaltung der Betriebsfähigkeit und –sicherheit. Angaben zum Umfang der Arbeiten enthält die bauaufsichtliche Zulassung, die Bedienungsanleitung des Herstellers sowie die DIN 4261 /30, 31, 32/. Rein mechanisch arbeitende Anlagen müssen nach DIN 4261 Teil 1 einmal jährlich durch einen Fachkundigen gewartet werden, der Abschluss eines Wartungsvertrages wird vorgeschrieben. Die Wartung beinhaltet bei diesen Anlagen die Beseitigung von Ablagerungen, Verstopfungen und Undichtigkeiten sowie die Messung des Schlammspiegels mit ggf. Veranlassung der Schlammabfuhr. Für technische Anlagen fordert die DIN 4261 Teil 4 darüber hinaus eine umfangreiche Funktionskontrolle der Anlage sowie der maschinen- und elektrotechnischen Einrichtungen. Des weiteren gehört die Bestimmung einiger Abwasserparameter (pH-Wert, BSB₅ usw.) im Anlagenablauf zum Wartungsumfang. Die Wartungsintervalle für technische Anlagen betragen, soweit nicht anders festgelegt, nach DIN 4261 Teil 4 vier Monate, so dass pro Jahr drei Wartungen zu erfolgen haben /32/.

Die Wartung umfasst in keinem Fall die Behebung größerer Schäden an der Anlage, wie z.B. die Reparatur oder den Austausch von elektrischen oder maschinellen Einrichtungen. Nach DIN 31051 „Grundlagen der Instandhaltung“ ist die *Wartung als Maßnahme zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrates* definiert.

3.1.3 Instandsetzung

Die Instandsetzung ist in den die Kleinkläranlagen betreffenden Normen nicht ausdrücklich erwähnt, zählt jedoch zum ordnungsgemäßen Anlagenbetrieb. Wenn während des Betriebes Mängel in der Bau-, Elektro- oder Maschinentechnik aufgetreten, die die Betriebsfähigkeit der Anlage beschränken, so ist eine Instandsetzung notwendig. Die Instandsetzung ist durch einen Fachkundigen durchzuführen und wird im Regelfall gesondert in Rechnung gestellt, da sie den Umfang von Wartungsarbeiten übersteigt. Wie aus anderen Bereichen bekannt, besteht die Möglichkeit, dass Wartungsfirmen auch Verträge anbieten, in denen eventuelle Instandsetzungsmaßnahmen enthalten sind.

Die DIN 31051 „Grundlagen der Instandhaltung“ definiert die *Instandsetzung als Maßnahme zur Rückführung einer Betrachtungseinheit in den funktionsfähigen Zustand*.

3.1.4 Fäkalschlammabfuhr

Der letzte entscheidende Punkt für den ordnungsgemäßen Betrieb einer Kleinkläranlage ist die rechtzeitige Abfuhr des angefallenen Schlammes. Die Entsorgung des Schlammes aus Kleinkläranlagen bzw. dem des Inhaltes aus abflusslosen Gruben obliegt in den meisten Bundesländern den Gemeinden.

Die rechtzeitige Schlammabfuhr ist Voraussetzung dafür, dass in der Vorklärung die im Abwasser enthaltenen Feststoffe sedimentieren. Dazu ist es nach DIN 4261 Teil 1 notwendig, dass bei Einkammer-Absetzgruben bei 70 % und bei Mehrkammerabsetzgruben bzw. –ausfaulgruben bei 50 % Füllung des Nutzvolumens eine Schlammabfuhr durchgeführt wird. Bei den

Mehrkammerausfallgruben ist es wichtig, dass ca. 30 cm des Schlammes als Impfschlamm in der ersten Kammer verbleiben /30/.

In den letzten Jahren wird von einigen Fachleuten eine bedarfsgerechte Schlammabfuhr favorisiert. Diese Art der Abfuhr verursacht einen höheren Aufwand, weshalb viele Gemeinden bzw. Zweckverbände an der Regelabfuhr mit festgelegten Intervallen festhalten.

Ein Kompromiss wäre es, die Abfuhr entsprechend des spezifischen Nutzvolumens pro angeschlossenen Einwohner(-wert) durchzuführen.

Die für diese Studie durchgeführte Zustandserfassung von ausgewählten vollbiologischen, technischen Kleinkläranlagen in Thüringen, die in Kapitel 4.3 ausführlich dargestellt ist, hat gezeigt, dass der Schlüssel zum ordnungsgemäßen Betrieb der Anlagen bei den Eigentümern liegt. Nur wenn diese Ihre Pflichten, wie regelmäßige Eigenkontrollen usw., wahrnehmen, ist davon auszugehen, dass die Anlagen korrekt betrieben werden und die geforderten Ablaufwerte eingehalten werden. Die umfangreichen Pflichten des Betreibers von Kleinkläranlagen sind in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Pflichten des Betreibers von Kleinkläranlagen nach Flasche /55/

Aufgabe/Tätigkeit	VERANTWORTLICHKEITEN				
	Betreiber	Wartungs-firma	Gemeinde	Abfuhrunt-nehmen	Untere Wasser-behörde
Tätigkeiten der Eigenkontrolle incl. Führen des Betriebstagebuchs	E, D, K				
Beauftragung der Wartungsfirma mit Wartung; Abschluss Wartungsvertrag	E, D				
Durchführung Wartung, Wartungsprotokollerstellung und -weitergabe	K	D			
Erhalt des Wartungsprotokolls	I	I	(I)		I
Beauftragung der Firma mit Instandsetzungsarbeiten	E, D				
Durchführung Instandsetzung, Dokumentation	K	D			
Fäkalschlammabfuhr	K		E, K	D	
Überwachung des Betriebes	I				E, D, K
<i>E...Entscheidung D...Durchführung K...Kontrolle I...Info-Anspruch</i>					

3.2 Modelle der Überwachung von Kleinkläranlagen

Die Überwachung von Einleitungen in ein Gewässer liegt bei der zuständigen Fachbehörde, damit ist diese auch für direkteinleitende Kleinkläranlagen zuständig. Um die Überwachung der Anlagen durch die Fachbehörden zu erleichtern, wurden unterschiedliche Modelle entwickelt. Im folgenden werden bezüglich Kleinkläranlagen verschiedene Überwachungsmodelle dargestellt.

3.2.1 Eigenüberwachungsmodell

In diesem Modell ist der Eigentümer im Regelfall verpflichtet die Wartungsberichte mit Ergebnissen von Ablaufbeprobungen an die zuständigen Behörden zu übermitteln. Deuten die Wartungsberichte bzw. die Analyseergebnisse auf einen nicht ordnungsgemäßen Betrieb der

Anlage hin, so schreitet die Behörde ein. Des weiteren besteht für die Behörde jederzeit die Möglichkeit Stichprobenuntersuchungen durchzuführen.

Ein Funktionieren dieses Systems setzt voraus, dass die Eigentümer, die zumeist Laien sind, ihre Funktion als Anlagenbetreiber ernst nehmen. Bei den Behörden setzt dies voraus, dass der Datenbestand von vorhandenen Anlagen sorgsam gepflegt wird, damit diejenigen, von denen keine Berichte eingehen, nicht „in Vergessenheit“ geraten.

3.2.2 Sachverständigenmodell

Die Überwachung der Kleinkläranlage wird durch einen privaten Dritten durchgeführt, der als Vertreter der Behörde fungiert.

Aus diesem Modell haben sich zwei unterschiedliche Teilmodelle entwickelt. Im ersten Teilmodell wird der private Sachverständige nach dem Nachweis seiner Qualifikation durch das jeweilige Bundesland zugelassen. Vom Eigentümer kann er aus einer veröffentlichten Liste ausgewählt und mit der Überwachung seiner Anlage beauftragt werden. Die Anlageneigentümer sind verpflichtet, in einem festgelegten Zeitabstand (z. B. alle zwei Jahre) ihre Anlage von einem zugelassenen Sachverständigen überwachen zu lassen und den Bericht an die Behörden zu übermitteln, die weiterhin die Daten zu den einzelnen Kleinkläranlagen pflegen muss. Da der Anlageneigentümer den Sachverständigen wählen kann, stehen diese untereinander im Wettbewerb.

Ein anderer Weg wäre das zweite Teilmodell, in dem jedem Sachverständigen ein Einzugsbereich zugewiesen wird. Vergleichbar ist dies mit den Schornsteinfegern, die einen festen Kehrbezirk haben, deshalb wird auch bei diesem Modell vom „Schornsteinfeger-Prinzip“ gesprochen. Innerhalb seines Bereichs überwacht der Sachverständige alle Kleinkläranlagen. Er kommt dazu im festgelegten Rhythmus auf die Anlageneigentümer zu. Durch die ausgewiesenen Bezirke stehen die Sachverständigen untereinander nicht im Wettbewerb, dies erfordert vom Gesetzgeber jedoch einen erhöhten regulatorischen Aufwand, wie z.B. der Erlass einer Gebührenordnung, Festlegung der Bezirke. Vorteil dieses Modells ist, dass durch die räumliche Zuordnung von Sachverständigen zu den Anlagen von vornherein eine Kontinuität in der Überwachung geschaffen wird und durch das fehlende Abhängigkeitsverhältnis zum KKA-Betreiber eine objektive Überwachung gewährleistet ist.

Ein Vorteil des Sachverständigenmodells insgesamt ist, dass zudem die Arbeit der Wartungsfirmen überwacht wird. Dies ist wichtig, da viele Anlageneigentümer als Laien die korrekte Durchführung der Wartungsarbeiten nicht gänzlich überblicken können. Nachteilig ist beim Modell mit freien Sachverständigen, dass der Anlagentreiber von sich aus die Überwachung initiieren muss.

3.2.3 Kommunalmodell

Die Überwachung der Kleinkläranlagen kann aber auch direkt den Kommunen übertragen werden. Die Kommunen bzw. deren Zweckverbände sind ohnehin in vielen Bundesländern für die Fäkalschlammabfuhr zuständig. Für den Anlageneigentümer hat dies den Vorteil, dass er neben der Wartungsfirma nur noch einen Ansprechpartner hat. Ein Problem stellen Kleinkläranlagen dar, welche von den Kommunen bzw. Zweckverbänden selbst betrieben werden, in diesen Fällen überwachen Zweckverbände ihre eigenen Anlagen, praktisch also sich selbst.

Unabhängig davon, ob die Behörden die Überwachung nun direkt durchführen oder sich eines der oben vorgestellten Modelle bedienen, sollte die gefundene Lösung einen sicheren Betrieb der Kleinkläranlagen gewährleisten, für den Anlageneigentümer und die überwachende Behörde wenig zusätzlichen Arbeitsaufwand bedeuteten und dabei möglichst geringe finanzielle Aufwendungen nach sich ziehen.

4 Bestands- und Zustandserfassung von Kleinkläranlagen in Thüringen

4.1 Methodik der Bestandsaufnahme

Zur Bestandserfassung und Zustandsklassifizierung bestehender KKA wurde ein detaillierter Fragebogen entwickelt und durch das TMLNU den ca. 150 öffentlichen Aufgabenträgern des Freistaates Thüringen übersandt. Die zurückgesendeten Erfassungsbögen mussten zunächst einer gründlichen Plausibilitätsprüfung unterzogen werden. Daran anschließend erfolgte die iterative Überarbeitung des Datenmaterials durch Rückfragen und die Datenanpassung in enger Zusammenarbeit mit den Zweckverbänden/Gemeinden.

Die Struktur des Erfassungsbogens ist in Abbildung 4 aufgeführt. Der Anteil statistisch auswertbarer Informationen zu Einzelschwerpunkten war sehr unterschiedlich. Während für alle Erfassungsbögen die allgemeinen Bestandsdaten sowie Angaben zu den Behandlungsverfahren und Art der Ableitungen nahezu vollständig vorlagen, war eine Klassifizierung der KKA in Baujahresabschnitte und die Bauzustandsbewertung entsprechend der vorgegebenen Bewertungskriterien nur bei etwa 40 % der Erfassungsbögen möglich.



Abbildung 4: Struktur des Erfassungsbogens zur Bestandsaufnahme und Zustandsbewertung von KKA in Thüringen

Die Zustandserfassung ist in einem Leistungsverzeichnis zu regeln, in dem auch die fachlichen Mindestanforderungen enthalten sein müssen. Bewerber für die Zustandserfassung müssen die erforderliche Sachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit besitzen. Die Inhalte der Leistungsbeschreibung ergeben sich entsprechend Abbildung 5.

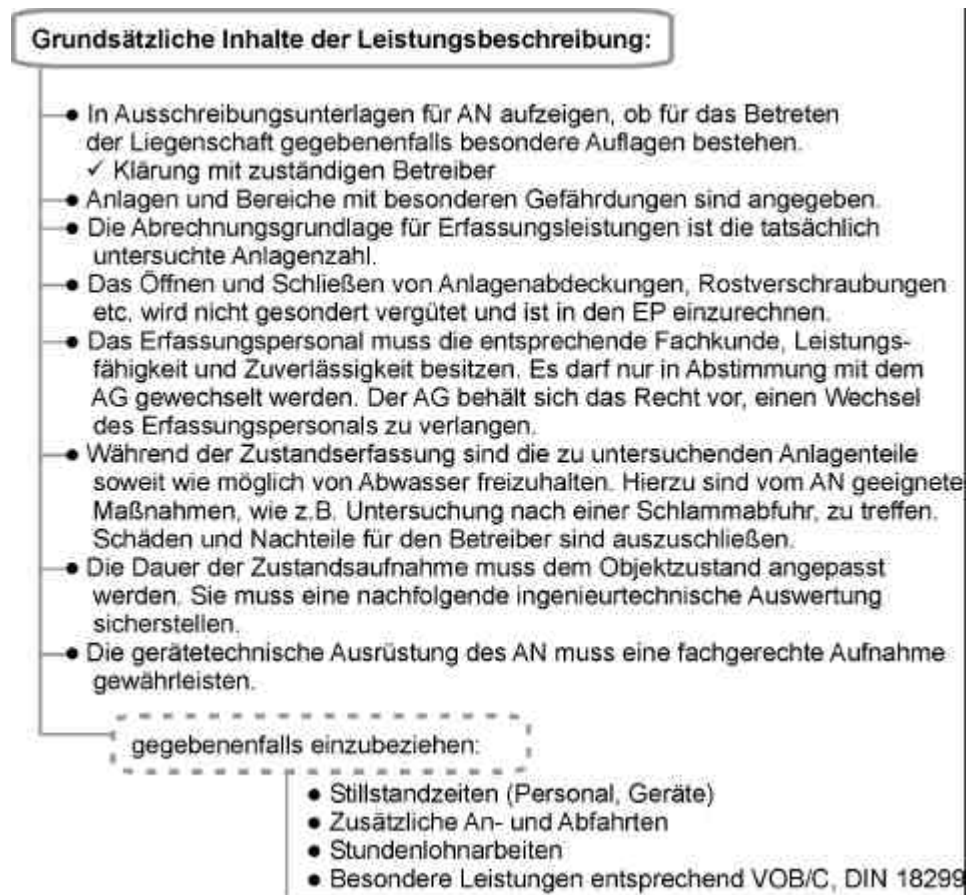


Abbildung 5: Inhalte der Leistungsbeschreibung zur bautechnischen Zustandserfassung von KKA

Mit der standardisierten Schadensklassifizierung ist eine verbandsübergreifende vergleichbare Erfassungen der Anlagen möglich. Der bautechnische Zustand einer Anlage sollte zusätzlich für eine spätere Zustandsbewertung mit Fotos dokumentiert werden.

Die Vor-Ort-Zustandsaufnahmen wurden an 160 KKA in fünf unterschiedlichen regionalen Gebieten Thüringens mit Ortschaften kleiner 5.000 Einwohner durchgeführt. Beurteilt wurde der baulich-betriebliche Zustand der Anlagen während der Entleerung/ Fäkalschlammabfuhr. Welche Anlagen untersucht wurden, ergab sich aus einer dafür erstellten Untersuchungsmatrix. Diese umfasste die folgenden Aufgabenträger:

- Wasser/ Abwasserzweckverband Gotha und Umlandgemeinden
- Abwasserbetrieb Weimar
- Abwasserbetrieb Stadt Blankenhain
- WAE Wasserver- und Abwasserentsorgungsgesellschaft mbH Heiligenstadt (ZVW/A Obereichsfeld)
- Wasser- und Abwasser-Verband Bad Salzungen
- Wasser/ Abwasserzweckverband Arnstadt und Umgebung.



Abbildung 6: Verteilung der Erfassungsgebiete für Vor-Ort-Inspektionen an KKA

Für einzelne ländliche Bereiche im Weimarer Umland kann von einer flächendeckenden Zustandserfassung ausgegangen werden. In den anderen Untersuchungsgebieten wurden die Anlagen im Bestand stichprobenartig inspiziert, bewertet und klassifiziert. Die bau-technische Datenerfassung wurde mittels eines digitalen Erfassungsbogens vorgenommen. Neben der Erfassung allgemeiner Anlagendaten lag der Schwerpunkt der Zustandsbewertung auf der Tragfähigkeit, Wasserdichtigkeit und Korrosion von Einzelbauteilen.

Die Minimalvariante des Erfassungsbogens, entwickelt vorrangig für die Erstbewertung durch Firmen der Fäkalschlamm Entsorgung, ist in der Abbildung 7 dargestellt. Auf der Grundlage eines vorab entwickelten Schadensreferenzkataloges waren Schädigungs- und Korrosionsgrade sowie Zustandsklassen in Analogie zur Kanalzustandsbewertung von dem Begutachter festzulegen.

Die Datenerfassung kann sowohl auf der Basis einer Papierversion als auch digital mittels Laptop oder Palmtop in MS Excel erfolgen. Vorteil der MS Excel-Anwendung ist, dass die Daten direkt in eine Datenbank zur Klassifizierung und Zustandsbewertung eingelesen werden können.

Die bautechnische Zustandserfassung wurde generell während der Fäkalschlammabfuhr durchgeführt. Damit wurde es ermöglicht, eine visuelle Schadensbewertung aller Bauteile sowie Ausrüstungsgegenstände vorzunehmen. Eine bautechnische Bewertung von Undichtigkeiten, Rissen, Verformungen, fehlenden Teilen, Korrosion und Belüftung ist grundsätzlich nur am weitgehend entleerten Behälter möglich.

Um eine einheitliche und komplexe Zustandserfassung zu gewährleisten, wurden ein analoger und digitaler Erfassungsbogen sowie ein Schadensreferenzkatalog entwickelt. Die allgemeine Vorgehensweise der optischen Inspektion entspricht weitgehend den Vorgaben der ATV-M 143-2 für die Zustandserfassung begehbare Abwasserkanäle und Schächte.

Die bei der optischen Inspektion der Anlagen erarbeiteten Zustandsbeschreibungen in Form von Inspektionstexten und numerischen Angaben werden in Standardschadenskürzeln nach DIN EN 13508-2 interpretiert und einer Schadensklasse zugeordnet. Die Schadensklassen 0 (geringfügig) bis 4 (Sofortmaßnahmen) beschreiben Ausmaß und Wirkung des Einzelschadens. Bei der Übernahme von Zustandsklassifizierungen in Datenbanksysteme ist stets ein Plausibilitätsnachweis erforderlich. Die Schadensklassifizierung muss den bautechnischen Zustand eindeutig und vollständig beschreiben.

Der Leitfaden und die entsprechenden Schadensreferenzkataloge für die bautechnische Schadensklassifizierung sind in den nachfolgenden Abbildungen 7 bis 10 zusammengestellt.

Leitfaden für die Wartung und Überwachung		Stand: 10/2004 Version: 01																																																								
Fragebogen zur Durchführung nach der Schlammabfuhr - bautechnische Zustandserfassung und betriebliche Mindestzustandserfassung -		Zuständigkeit																																																								
		Verantwortl.	Mitwirkung Information oder Prüfung																																																							
Betreiber: Betriebstagebuch → wasserrechtliche Erlaubnis →	1 Betreiber-/ Besitzerdaten Datum: _____ Datum der letzten Schlammabfuhr: _____ Kundennummer: _____ Betreiber: Name _____ Vorname _____ Grundstück: Straße, Nr. _____ PLZ, Ort _____ Besitzer: Name _____ Vorname _____ Straße, Nr. _____ PLZ, Ort _____ abgeführte Schlammmenge _____ m³ Anlage schwer zugänglich ☐	zW N	Bt N																																																							
wasserrechtliche Erlaubnis →	2 Grundstücksnutzung angeschlossene Einwohner _____ reines Wohngrundstück ☐ Wohngrundstück mit gewerblicher Nutzung ☐ reines Gewerbegrundstück ☐ nicht ständig bewohnt ☐ (z.B. Garten- oder Erholungsgrundstück)	zW N	Bt N																																																							
Betreiber: Betriebstagebuch/ Gebrauchs- anweisung →	3 Daten zu Zulassung, Bau und Betrieb Überlauf / Ablauf ohne/abflusslos: ☐ Versickerung: ☐ in öffentlichen Kanal: ☐ (TKK) Stilllegung demnächst: ☐ in oberirdisches Gewässer: ☐ in privaten Kanal: ☐ Baujahr _____ baufaufsichtliche Zulassung vorhanden ja ☐ nein ☐ Hersteller _____ Betriebstagebuch vorhanden ja ☐ nein ☐ Typ _____ Wartungsvertrag vorhanden ja ☐ nein ☐ Kammern Anzahl Kammern: _____ / _____ mehrteilige Grube: parallel ☐ in Reihe ☐ Nutzinhalt / Volumen _____ m³ Abmaße _____ m _____ m kleiner 3 m³ ☐ 3 bis 6 m³ ☐ 12 bis 50 m³ ☐ größer 50 m³ ☐ Länge _____ m Durchmesser _____ m Mechanische/teilbiologische Behandlung nicht DIN-TGL gereicht ☐ Mehrkammerabsetz- oder -aufstufgrube ☐ Mechanische/teilbiologische Behandlung + Versickerung ☐ Vollbiologie nach DIN 4261 Teil 2: Tropfkörper- oder Tauchkörperanlage ☐ sonstige Anlagen _____ Pflanzenkläranlage ☐ Teichanlage ☐	zW dB	zW N																																																							
Betreiber: alle Unterlagen zur Reparaturen →	Charakterisierung des Verfahrens- und Bauzustandes <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Bauzustand</th> <th colspan="2">Wandungen</th> <th colspan="2">Decke</th> <th colspan="2">Abdeckung</th> </tr> <tr> <th>Korrosions- klasse</th> <th>Abdeckung</th> <th>Korrosions- klasse</th> <th>Abdeckung</th> <th>Korrosions- klasse</th> <th>Abdeckung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mauerwerk</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Fertigbetondeckel/e</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Ortbetonbauweise</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Segmentsteine</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Schutzanstrich</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>vermutlich undicht</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> </tbody> </table> T) Einstufung in Korrosionsklasse siehe Bildanhang/ Schadenskatalog keine Aussagen möglich (keine Sichtbarkeit) ☐	Bauzustand	Wandungen		Decke		Abdeckung		Korrosions- klasse	Abdeckung	Korrosions- klasse	Abdeckung	Korrosions- klasse	Abdeckung	Mauerwerk	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Fertigbetondeckel/e	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Ortbetonbauweise	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Segmentsteine	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Schutzanstrich	☐	☐	☐	☐	☐	☐	vermutlich undicht	☐	☐	☐	☐	☐	☐	zW N S	S N
Bauzustand	Wandungen		Decke		Abdeckung																																																					
	Korrosions- klasse	Abdeckung	Korrosions- klasse	Abdeckung	Korrosions- klasse	Abdeckung																																																				
Mauerwerk	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																				
Fertigbetondeckel/e	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																				
Ortbetonbauweise	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																				
Segmentsteine	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																				
Schutzanstrich	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																				
vermutlich undicht	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																				
Bestimmungen der ThürKKAVO →	Verfahrenszustand Trennwand überstaut ja ☐ nein ☐ Wasserspiegel abgesunken ja ☐ nein ☐ Verstopfung Zulauf / Ablauf ja ☐ nein ☐ Schwimm Schlamm in 3. Kammer ja ☐ nein ☐ Pumpen funktionsfähig ja ☐ nein ☐ keine Aussagen möglich (keine Sichtbarkeit) ☐	zW N S	S N																																																							
Daten für Untere Wasserbehörde ← Betriebstagebuch ←																																																										
Dokument benötigt → erstellt ←	I = Ingenieurbüro öB = öffentlicher Beseitigungspflichtiger S = Sachverständiger (Fachkenntnisse sind nachzuweisen)	Bt = Betreiber F = Fachbetrieb zW = zuständige Wasserbehörde																																																								

Abbildung 7 : Leitfaden für die visuelle betrieblich-bautechnische Zustandserfassung nach der Schlammabfuhr

Schadensreferenzkatalog zur bautechnische Zustandserfassung -Anlage zum Fragebogen zur Durchführung nach der Schlammabfuhr-

Beton / Stahlbeton		Mauerwerk	
Korrosionsgrad 0			
Betondecke / Betonwand ist augenscheinlich oberflächlich ohne Schädigung.		Die Fugen sind oberflächlich ohne Schädigung. Der Fugenmörtel zwischen den Klinkern ist fest.	
Korrosionsgrad 1			
Die Betonoberfläche weist oberflächlich vereinzelt leichte Absandungen auf. Vereinzelte kleinere Abplatzungen sind in der Feinmörteloberfläche erkennbar. Bei beschichteten Betonwandungen ist die Beschichtung augenscheinlich intakt. Einzelne Fehlstellen sind auszumachen.		Die Fugen sind fest oder oberflächlich bis wenige Millimeter Tiefe auskratztbar. Vereinzelt fehlt oberflächlich Mörtel bis wenige mm Tiefe.	

Abbildung 8 : Schadensreferenzkatalog für den Leitfaden zur visuelle Zustandserfassung nach der Schlammabfuhr

Schadensreferenzkatalog zur bautechnische Zustandserfassung -Anlage zum Fragebogen zur Durchführung nach der Schlammabfuhr-

Beton / Stahlbeton		Mauerwerk	
Korrosionsgrad 2			
Der Beton weist leichte oberflächliche Schäden auf. Vereinzelt liegen Zuschlagkörner frei. Einzelne Zuschlagkörner können abgelöst werden. Bei beschichteten Wandungen ist die Beschichtung an mehreren Stellen abgelöst.		Das Fugenmaterial fehlt bis in einige mm Tiefe und ist weiter auskratzbar. In den Fugen sind teilweise Ausblühungen. Vereinzelte Steine sind durch Abplatzungen oberflächlich beschädigt.	
Korrosionsgrad 3			
Der Beton weist über die gesamte Oberfläche Schäden auf. Zuschlagkörner liegen frei und können von Hand aus der Matrix gelöst werden. Von einer eventuellen Beschichtung sind nur noch Reste vorhanden.		Das Fugenmaterial fehlt bis in eine Tiefe von über einem cm und ist von Hand weiter zu entfernen. Mehrere Steine sind gerissen und die Mehrzahl ist oberflächlich beschädigt.	

Abbildung 9 : Schadensreferenzkatalog für den Leitfaden zur visuelle Zustandserfassung nach der Schlammabfuhr

Schadensreferenzkatalog zur bautechnische Zustandserfassung -Anlage zum Fragebogen zur Durchführung nach der Schlammabfuhr-

Beton / Stahlbeton		Mauerwerk	
Korrosionsgrad 4			
Der Beton weist starke Schädigungen auf. Eventuell vorhandene Bewehrung liegt teilweise frei und ist stark korrodiert. Die Anlage ist nur noch eingeschränkt oder gar nicht funktionsfähig. Die Standsicherheit ist nicht mehr gewährleistet. Im Gasraum starke Korrosion des Stahlträgers.	  	Das Fugenmaterial fehlt bis in mehrere cm Tiefe. Die Mehrzahl der Steine ist geschädigt. Die Funktion und Standsicherheit der Anlage ist nicht mehr gegeben.	 

Abbildung 10 : Schadensreferenzkatalog für den Leitfaden zur visuelle Zustandserfassung nach der Schlammabfuhr

4.2 Statistische Bestandserfassung Thüringer Kleinkläranlagen

Die Datenbasis der statistischen Bestandserfassung repräsentiert 76 % der Gesamteinwohner des Freistaates Thüringen in ländlichen und städtischen Regionen. Die nicht erfassten Anteile betreffen beide Regionen. Eine auf dieser Datenbasis basierende gesicherte statistische Hochrechnung ergibt für den Freistaat Thüringen einen Bestand von derzeit rund 263.000 Kleinkläranlagen. Etwa 867.000 Einwohner leiten in Kleinkläranlagen ein. Die aus den Fragebögen ermittelten Abwasserableitungen des Freistaates Thüringen lassen sich wie folgt klassifizieren:

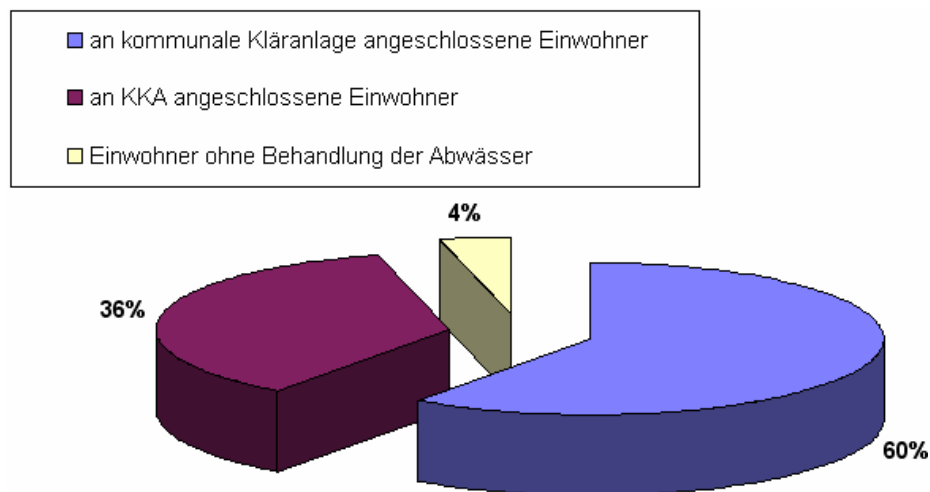


Abbildung 11: Klassifizierung der Abwasserableitungen im Freistaat Thüringen

Bei einer Betrachtung der an Kleinkläranlagen angeschlossenen Einwohner im Zuständigkeitsgebiet des jeweiligen Aufgabenträgers ergibt sich, dass durchschnittlich 3,3 Einwohner an eine KKA angeschlossen sind. Der ermittelte mittlere Anschlussgrad in ländlichen Gebieten beträgt nur etwa 50 %. Detaillierte Differenzierungen zu den aufgeführten Zusammenhängen enthält die Anlage 1.

65 % der Kleinkläranlagen leiten in Teilortskanalisationen (TOK) ein. Der Anteil der Anlagen, welche direkt in Oberflächengewässer oder Grundwasser einleiten, beträgt 28,4 %. Rund 4,8 % aller Anlagen werden in absehbarer Zeit stillgelegt und leiten bereits in eine kommunale Kläranlage ein. Der verbleibende Anteil von 1,8 % entfällt auf abflusslose Gruben. Die entsprechende grafische Darstellung zeigt die Abbildung 12.

Für rund 42 % der Direkteinleiter lassen die Angaben eine weitere Differenzierung zu. Rund 78 % der Anlagen leiten in Oberflächengewässer, wie z.B. in Gräben und Bäche ein. Die verbleibenden 22 % der Direkteinleiter leiten in das Grundwasser ein. Zur Verdeutlichung dient die Abbildung 13.

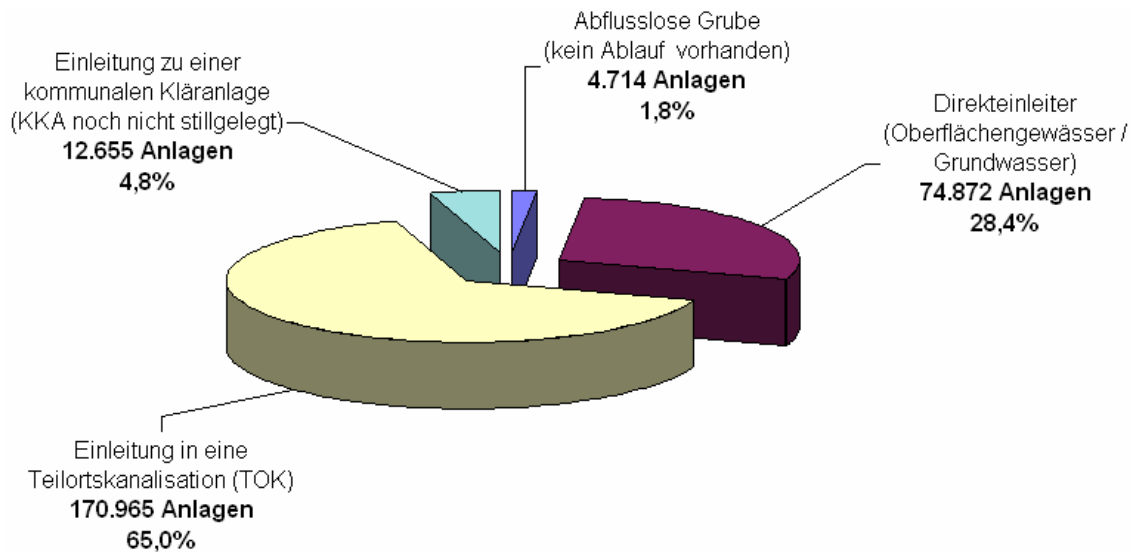


Abbildung 12: Prozentuale Verteilung der Ableitungen aus Kleinkläranlagen im Freistaat Thüringen

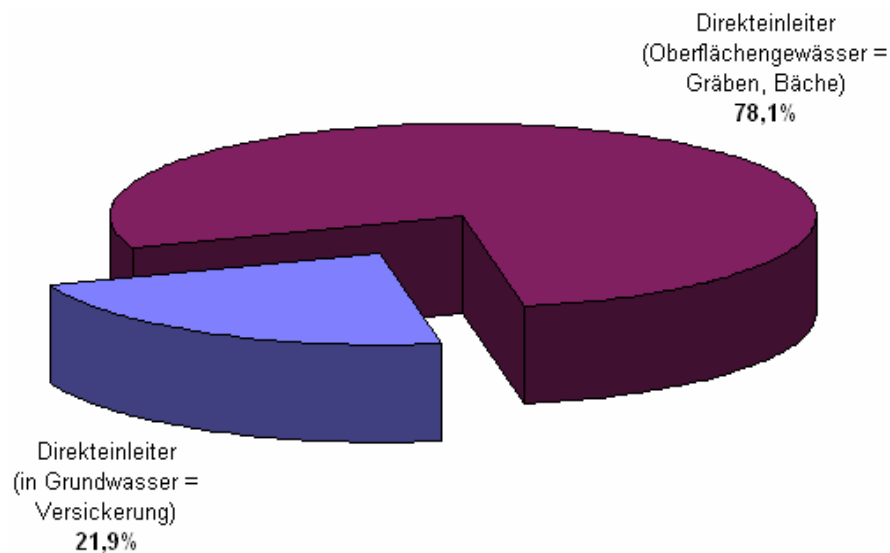


Abbildung 13: Prozentuale Verteilung der Direktteinleiter im Freistaat Thüringen

Die in Betrieb befindlichen Kleinkläranlagen lassen sich nach ihrem Behandlungsverfahren wie folgt unterteilen:

- Anlagen zur mechanischen/teilbiologischen Behandlung
 - nicht DIN-/TGL-gerecht (Ein- / Mehrkammergruben <3m³)
 - Anlagen nach TGL 7762
 - Mehrkammerabsetz- und -ausfallgrube nach DIN 4261 Teil 1
- Anlagen nach DIN 4261-2 (Vollbiologie)
- Sonstige Kleinkläranlagen, wie z.B. Pflanzenklär- und Teichanlagen sowie naturnahe Anlagen.

Die prozentuale Verteilung der Behandlungsverfahren zeigt die Abbildung 14. Signifikant ist, dass der maßgebende Anteil von rund 98,7 % auf unbelüftete KKA entfällt. Unter der Annahme, dass die „sonstigen“ Anlagen die gesetzlichen Ablaufwerte erfüllen, entsprechen nur 1,3 % des Gesamtbestandes der Kleinkläranlagen in Thüringen derzeit dem Stand der Technik.

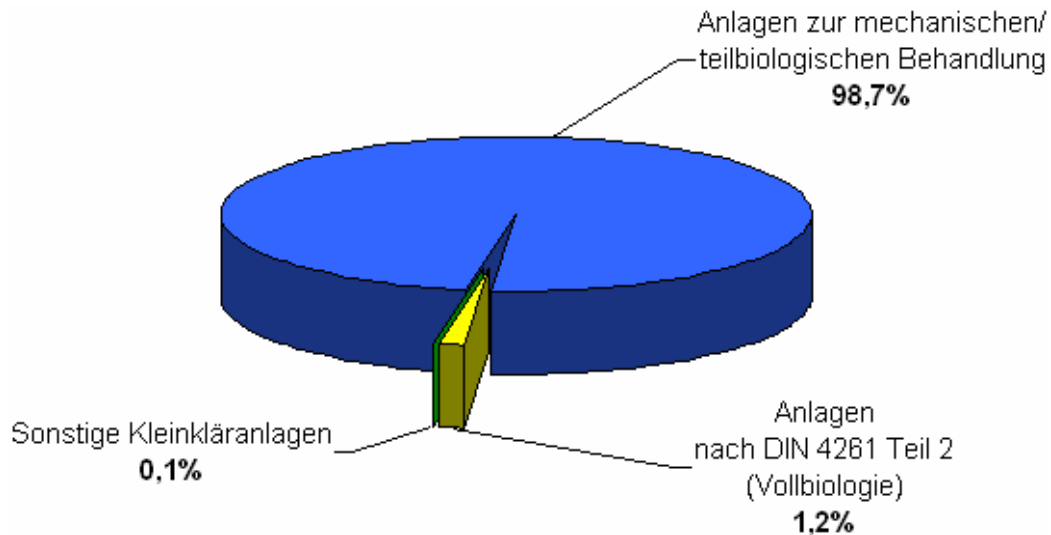


Abbildung 14: Prozentuale Verteilung der Behandlungsverfahren von KKA

Die Unterteilung von KKA zur mechanischen/teilbiologischen Behandlung des Abwassers und deren prozentuale Verteilungen zeigt die Abbildung 15. Die Ergebnisse zeigen, dass nur rund 12 % der KKA der DIN 4261-1 entsprechen.

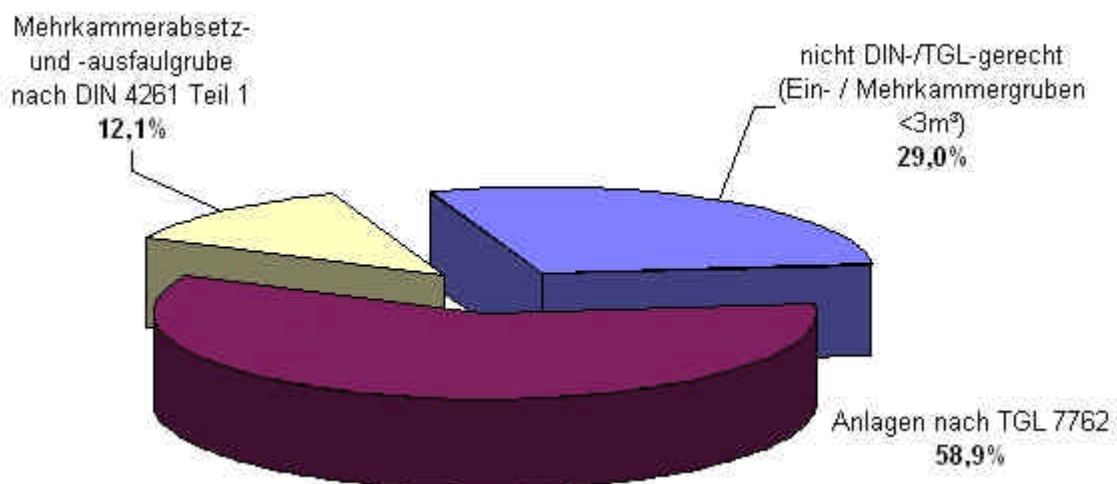


Abbildung 15: Prozentuale Verteilung der mechanischen/teilbiologischen KKA

Für die Anlagen nach DIN 4261-1 und TGL 7762 zeigen die Abbildungen 16 und 17 eine Differenzierung nach der Anlagengröße.

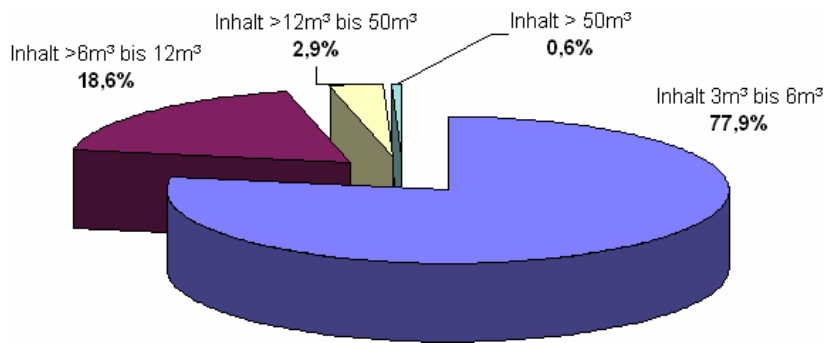


Abbildung 16: Prozentuale Verteilung der Anlagengrößen von KKA nach DIN 4261-1

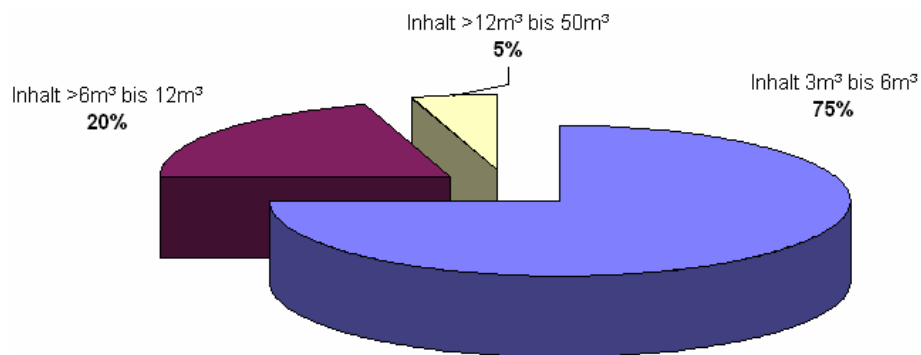


Abbildung 17: Prozentuale Verteilung der Anlagengrößen von KKA nach TGL 7762

Für sonstigen Anlagen wurde die in Abbildung 18 dargestellte Verteilung ermittelt.

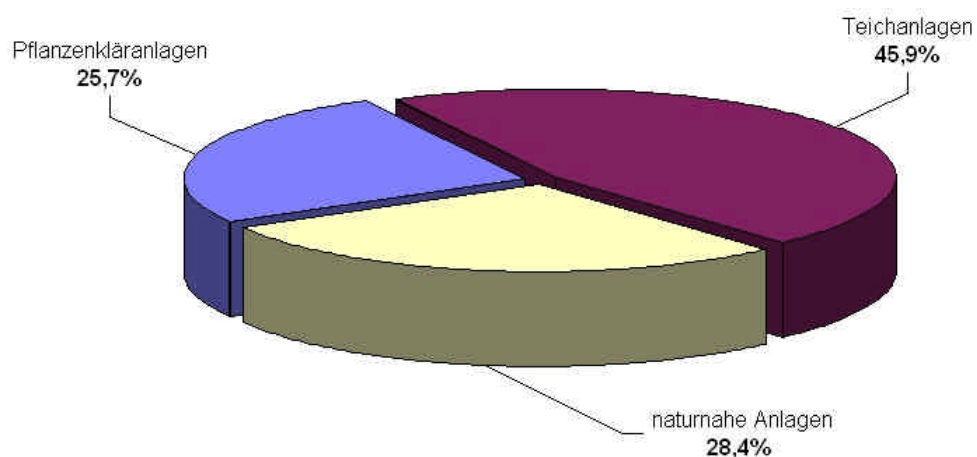


Abbildung 18: Prozentuale Verteilung der Anlagengrößen für sonstige KKA

Für 44 % der angegebenen KKA ließ die Erhebung eine Bewertung des baulichen Zustandes zu. Ergebnis ist, dass rund ein Drittel aller Anlagen als dringend sanierungsbedürftig und/oder undicht (mit sofortigem Handlungsbedarf!) einzustufen sind. Die entsprechende prozentuale Bauzustandsverteilung zeigt die nachfolgende Abbildung 19.

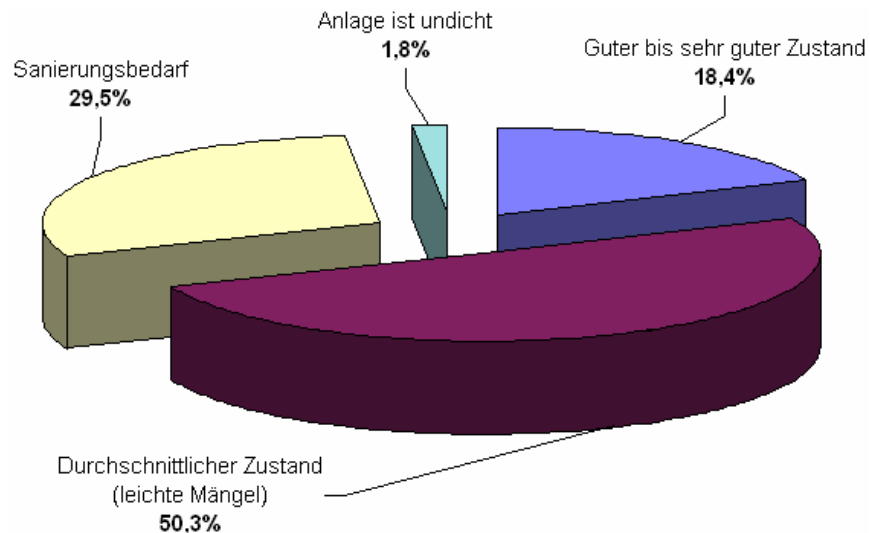


Abbildung 19: Prozentuale Bauzustandsverteilung der bewerteten Kleinkläranlagen

Für weniger als 1 % aller Anlagen mit Teil- oder Vollbiologie werden Betriebstagebücher geführt und Wartungsprotokolle erstellt. In Thüringen fällt eine durchschnittliche Fäkalschlammmenge je angeschlossenen Einwohner und Jahr von 0,68 m³ an. Der überwiegende Anteil der Fäkalschlammabfuhr erfolgt als Regelentleerung in einem Zeitraum von 1 bis 2 Jahren. Dies betrifft sowohl Anlagen mit Teil- als auch Vollbiologie. Zur Verdeutlichung dienen die Abbildungen 20 und 21.

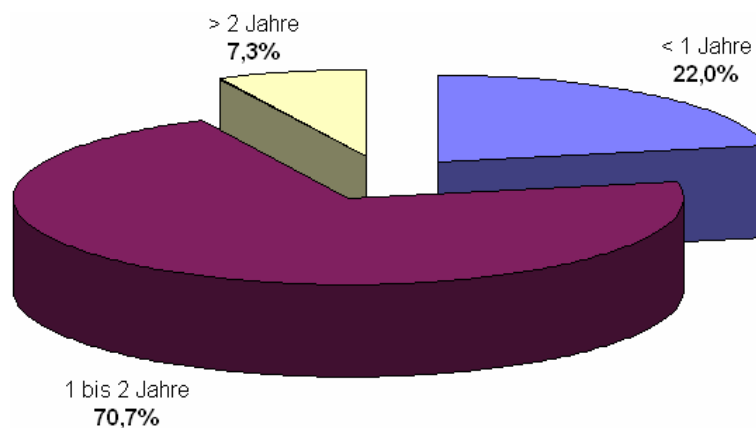


Abbildung 20: Prozentuale Verteilung der Schlammabfuhrzyklen von mechanisch/teilbiologischen KKA

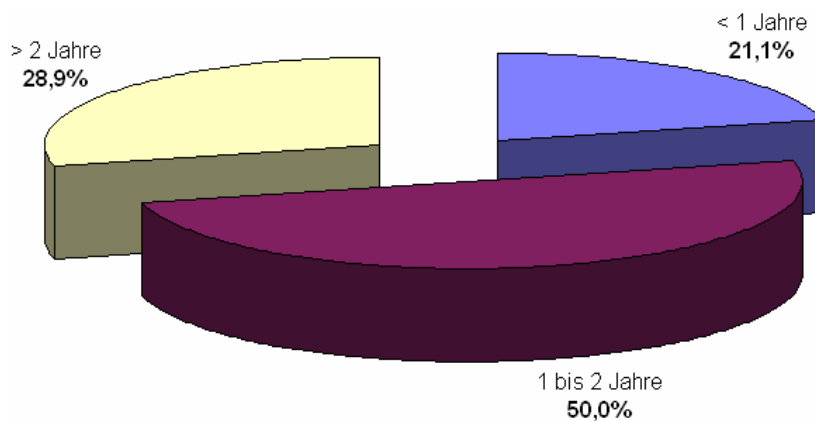


Abbildung 21: Prozentuale Verteilung der Fäkalschlammabfuhr als Regelentleerung von vollbiologischen Anlagen im Freistaat Thüringen

4.3 Bautechnische Zustandserfassung

Die bautechnische Zustandserfassung hat für den fachgerechten Betrieb von KKA eine zentrale Bedeutung. Auf ihrer Basis können Aussagen zur Zustandsbewertung getroffen werden. Sie setzt immer eine grundlegende visuelle Inspektion der Anlage im weitgehend geleerten Zustand voraus. Relevante Schadensbereiche bei KKA sind die in der nachfolgenden Abbildung 22 gekennzeichneten Stellen.

Grundlage der Zustandsklassifizierung ist das Ergebnis einer optischen Inspektion der Anlage. Für die qualitative und quantitative Schadensbeschreibung von Einzelschäden sind Inspektionstexte in Analogie zu DIN EN 13508-2 zu verwenden. Die Vorgehensweise ist in nachfolgender Abbildung 23 dargestellt.

Mit der Maßgabe, dass der größte Einzelschaden eines Bauteiles die jeweilige Schadensklasse ergibt, erfolgt die Zuordnung des Bauteiles zu einer vorläufigen Zustandsklasse. Aus der vorläufigen Zustandsklasse der verschiedenen Bauteile ergibt sich die Grundbewertung für die Gesamtanlage.

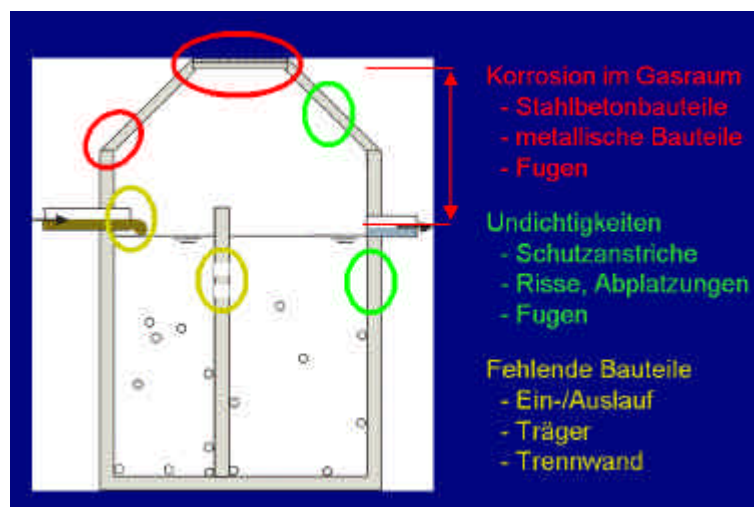


Abbildung 22: Bautechnische Hauptschadensbereiche in KKA

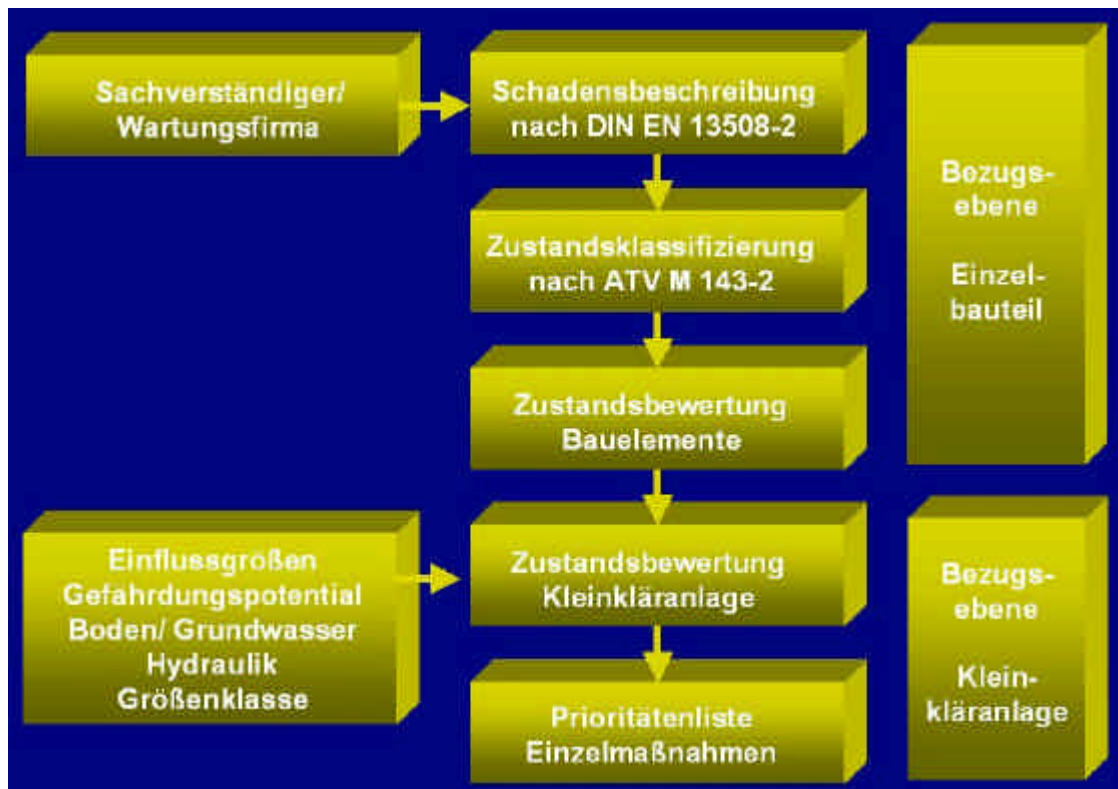


Abbildung 23: Vorgehensweise der bautechnischen Zustandsklassifizierung und -bewertung von Kleinkläranlagen

In die bautechnische Grundbewertung einer KKA gehen neben dem Ergebnis der optischen Inspektion weitere relevante Einflussgrößen ein, die dem besonderen Schutzbedürfnis des Grundwassers Rechnung tragen. Dazu gehören insbesondere die Bodenverhältnisse, die Behältertiefe, die Entfernung zu Trinkwasserschutz-zonen und die Gesamtschadensanzahl.

Unter Berücksichtigung dieser Einflussgrößen wird aus der vorläufigen Zustandsklasse eine endgültige Zustandsbewertung vorgenommen. Die Prioritätenliste für die bautechnische Instandhaltung ergibt sich direkt aus der Zuordnung zur Zustandsklasse. Dementsprechend weisen beispielsweise Anlagen der Zustandsklasse 4 einen sofortigen Handlungsbedarf auf.

Die Vor-Ort-Inspektionen wurden im Rahmen der Fäkalschlammentleerung an 160 Anlagen, vorrangig durch Studenten der Bauhaus-Universität Weimar durchgeführt. Die Abfrage der Bestands-, Zustands- und Schadensdaten erfolgte mittels Erfassungsbogen. Die Bereitschaft der Betreiber zu Datenangabe, Inspektion und Materialbeprobung fiel unterschiedlich aus. Etwa 10 % der Betreiber verweigerten jegliche Auskunft und Bestandsaufnahme. Weitere 20 % waren nur zu einer allgemeinen Zustandserfassung ohne konkrete Angabe von Daten bereit. Bei etwa 40 % der Befragten wurde die Bereitschaft zu einer Zusammenarbeit signalisiert. 30 % standen der Befragung aktiv gegenüber.

Die Mehrheit der KKA-Betreiber stehen Vorort-Inspektionen skeptisch bis ablehnend gegenüber, da sie kostenverursachende Festlegungen seitens der Wasserbehörden und der Zweckverbände befürchten. Einige verweigerten auch die Fotodokumentation, sodass nur allgemeine visuelle Bewertungen durchgeführt werden konnten.

Da das Entleeren der KKA in etwa 20 Minuten abgeschlossen ist, war der Zeitumfang für weitergehende Zustandsbewertungen begrenzt. Die Datenaufnahme war dadurch erschwert, dass die Angaben subjektiv gefärbt waren und nicht ausreichend Zeit für Hintergrundwissen zur Verfügung stand.

Abbildung 24 zeigt die Baujahresverteilung der 160 Vorort-inspizierten Anlagen.

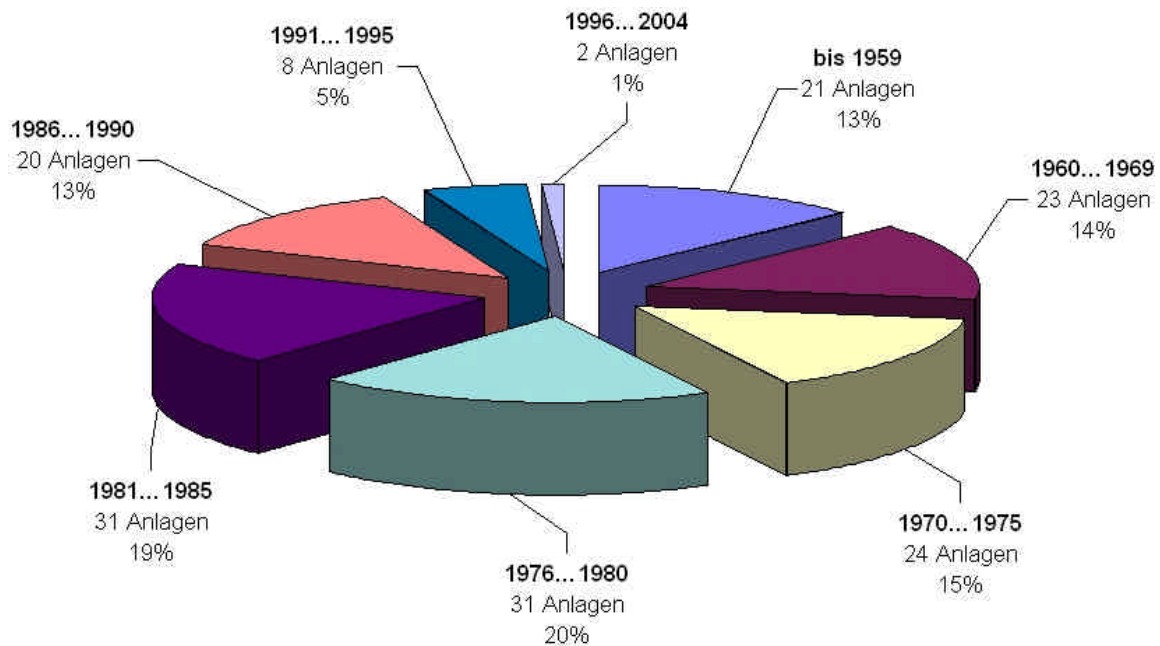


Abbildung 24: Verteilung der Vorort-inspizierten Kleinkläranlagen nach Baujahresabschnitten

Die Abbildungen 25 bis 28 zeigen die Verteilungen der untersuchten KKA in Bezug auf Größenklasse, Nutzungsdauer, angewendete Normen und Typenklassen (Stand 10/2004).

Zwei Drittel der Anlagen wurden nach TGL 7762 errichtet, nur 11 % der untersuchten KKA entsprechen DIN 4261.

Bei der Größenklassenverteilung dominieren Nutzinhalte von 3... 5 m³.

Für 6 % der untersuchten Anlagen liegt die Nutzungsdauer unter 10 Jahren. 12 % der Anlagen werden seit 10 bis 15 Jahren betrieben. 27 % der untersuchten Anlagen weisen eine Nutzungsdauer von größer 15 bis 25 Jahren, etwa 55 % eine Nutzungsdauer von mehr als 25 Jahren auf.

Der überwiegende Anteil der untersuchten KKA sind Mehrkammergruben (MKG) nach TGL 7761, Typ 2 und Typ 3.

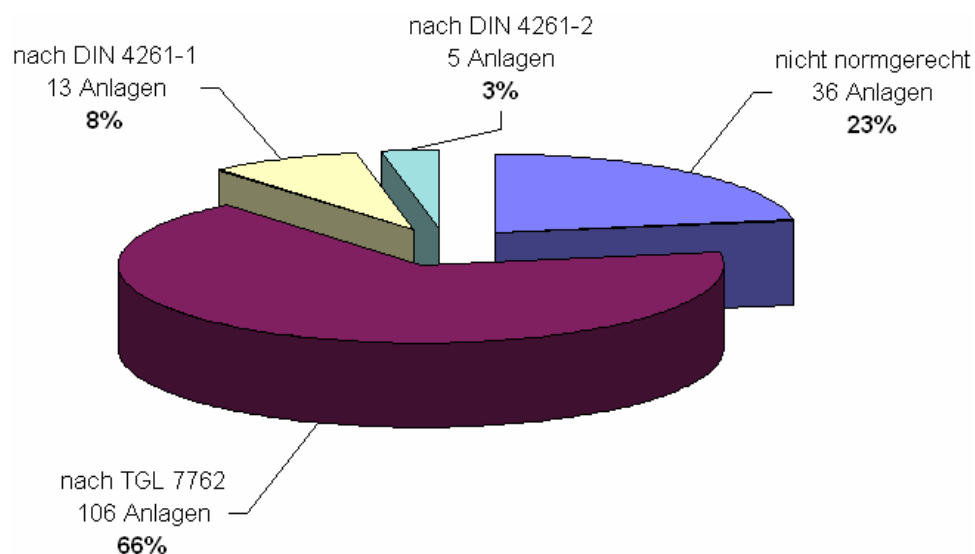


Abbildung 25: Verteilung der Vorort-inspizierten Kleinkläranlagen nach Normen

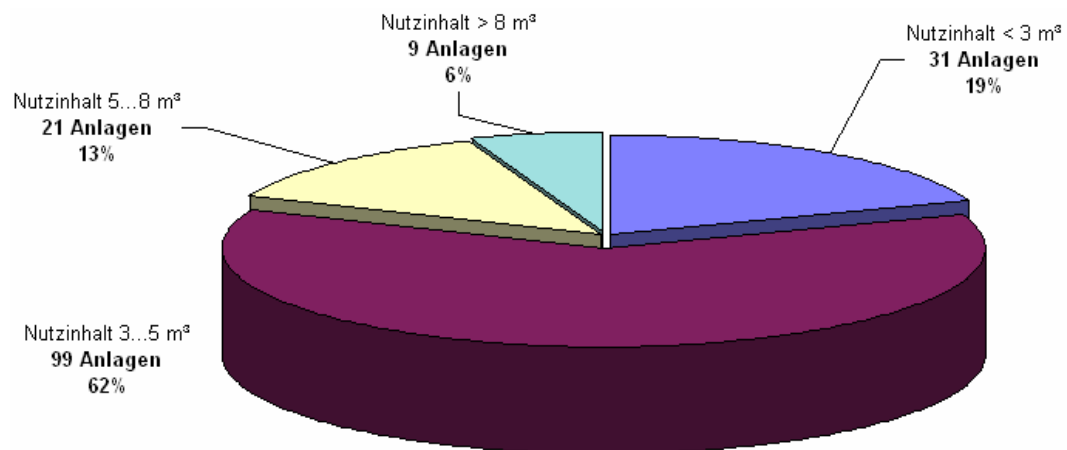


Abbildung 26: Verteilung der Vorort-inspizierten Kleinkläranlagen nach Größenklassen

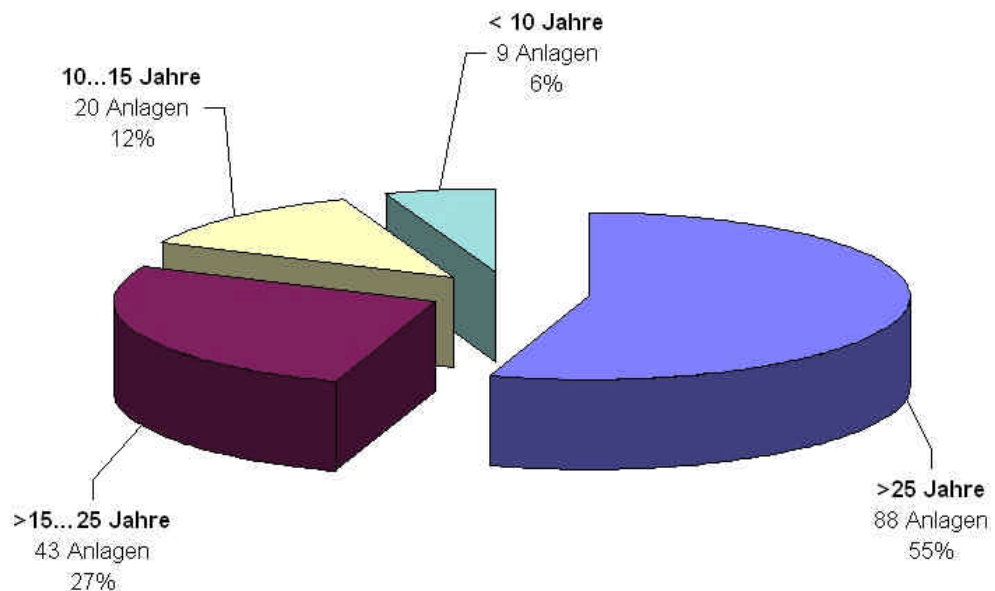


Abbildung 27: Verteilung der Vorort-inspizierten Kleinkläranlagen nach der Nutzungsdauer

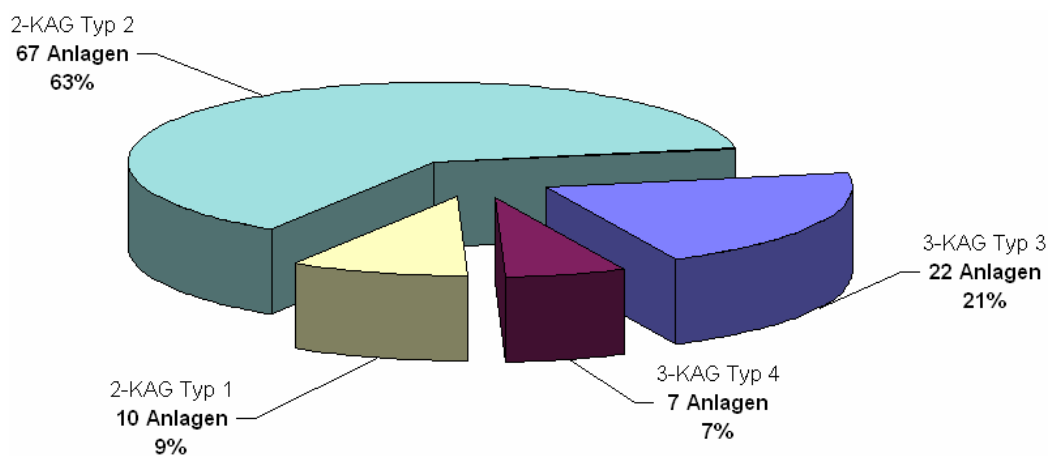


Abbildung 28: Verteilung der Vorort-inspizierten KKA nach Typenreihen der TGL 7762

Die nachfolgenden Abbildungen 29 bis 31 zeigen die Verteilung der Schadensbilder, die sicherheitsrelevanten Auswirkungen der Hauptschäden der untersuchten KKA sowie die Bewertung des bautechnischen Zustands der Gesamtanlage entsprechend der bautechnischen Zustandsklassifizierung.

Bautechnische Hauptschadensursachen mit sicherheitsrelevanten Auswirkungen bestehender KKA sind die hydrogensulfit- und karbonatisierungsinduzierten Korrosionen, insbesondere im Bereich des Gasraumes, die ihrerseits wiederum zu Folgeschädigungen, wie Undichtigkeiten und Rissbildungen führen.

Die sicherheitsrelevanten Auswirkungen bautechnischer Schäden an KKA betreffen die Gebrauchstauglichkeit und in deren Folge die Standsicherheit der Anlagen. Einschränkungen der Gebrauchstauglichkeit bedeuten, dass die zu erwartende Nutzungsdauer von 15 Jahren nicht erreicht wird. Infolge starker mechanisch-chemischer Belastungen sind tragende und für den Betrieb der Anlagen wesentliche Bauteile bereits derart gealtert, dass ein sicherer und schadensfreier Betrieb in diesen Fällen nicht mehr gewährleistet ist.

Für die Auswertung der Zustandsklassen wurden Handlungszeiträume in Analogie zu Schadensbewertungen von Abwasserkanälen und -schächten definiert. Diese Zuordnung ist in der nachfolgenden Tabelle 2 enthalten.

Tabelle 2: Zuordnung von Zustandsklassen zu definierten Handlungszeiträumen

Zustands- klasse	Zustandsbeschreibung	Handlungsbedarf	Handlungszeitraum in Jahren
ZK 0	Zustand weitgehend schadens- und mängelfrei	kein zeitlich absehbarer Handlungsbedarf	Neufestlegung durch Inspektion im Rahmen der Anlagenwartung
ZK 1	Zustand weitgehend schadensfrei, Anzeichen von bautechnischen Mängeln	langfristiger Handlungsbedarf	Neufestlegung durch Inspektion im Rahmen der Anlagenwartung; Handlungszeiträume 8...10 Jahre
ZK 2	Bautechnische Schäden ohne sicherheitsrelevante Auswirkungen	mittelfristiger Handlungsbedarf	Neufestlegung durch Inspektion im Rahmen der Anlagenwartung; Handlungszeiträume 5...8 Jahre
ZK 3	Erhebliche bautechnische Schäden, jedoch ohne unmittelbare sicherheitsrelevante Auswirkungen	kurzfristiger Handlungsbedarf	Handlungszeiträume 2...5 Jahre
ZK 4	Gravierende bautechnische Schäden mit unmittelbaren sicherheitsrelevanten Auswirkungen	sofortiger Handlungsbedarf	sofort, das heißt im Zeitraum < 2 Jahren

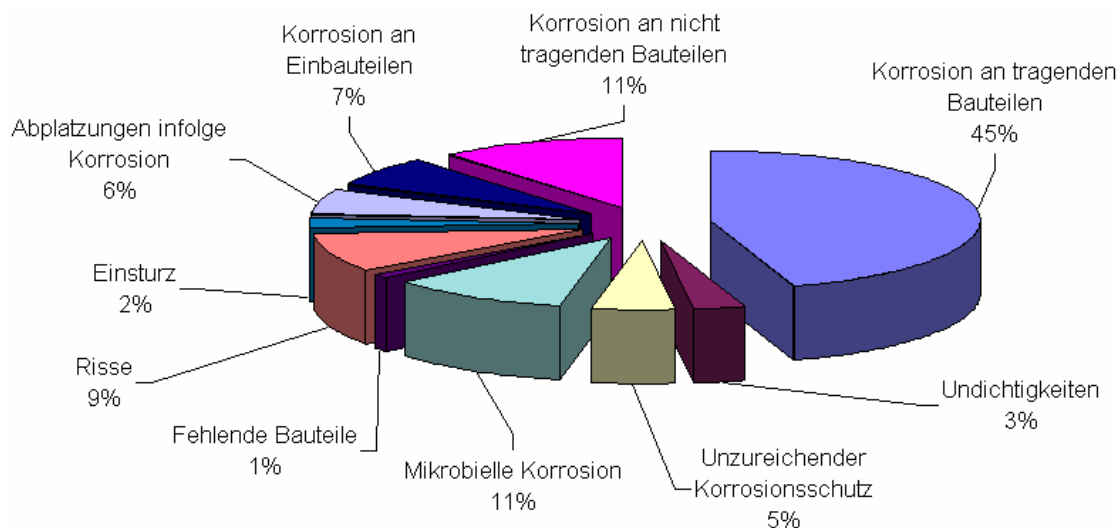


Abbildung 29: Hauptschadensursachen an den Vorort-inspizierten Kleinkläranlagen

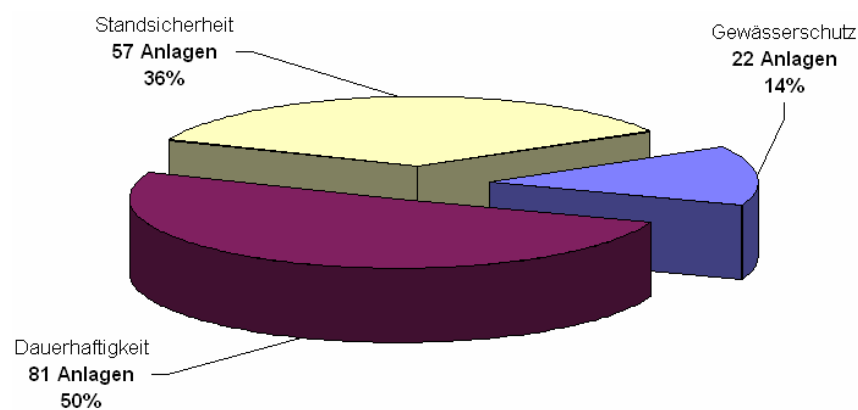


Abbildung 30: Sicherheitsrelevante Auswirkungen von Bauschäden an Kleinkläranlagen

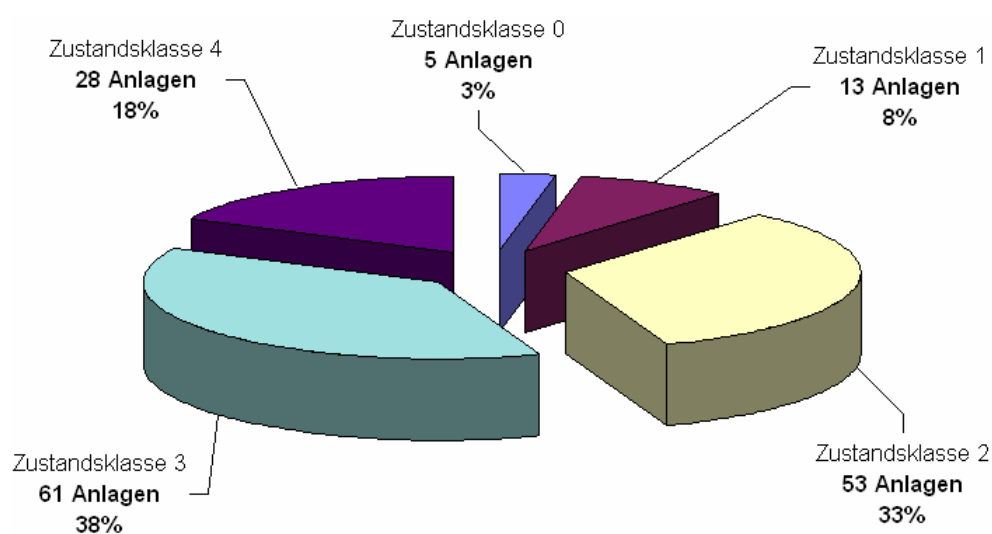


Abbildung 31: Verteilung der Vorort-inspizierten Kleinkläranlagen nach Zustandsklassen

Die Ergebnisse der Vorort-Inspektionen zeigen, dass 56 % der erfassten Kleinkläranlagen erhebliche bautechnische Schäden aufweisen, die kurzfristig behoben werden müssen.

4.3.1 Weitergehende Zustandserfassung

Weitergehende Zustandserfassungen für Kleinkläranlagen beinhalten neben der einfachen Hauptprüfung gemäß DIN 1076 vertiefende Untersuchungen, die in der Regel eine Entnahme von Proben einschließen. Maßgebliche bautechnische Einzelprüfungen an KKA sind:

- Untersuchungen auf Oberflächenveränderungen:
 - Risse, dazu:
 - Rissart (Korrosionsriss, Trocknungsschwinden, Setzung, Trennriss)
 - Rissverlauf, -breite- und tiefe
 - Risszustand (Feuchtegehalt, Verunreinigungen, Kristallbildungen)
 - mechanische Beschädigungen
 - Abplatzungen, Ausblühungen, Kiesnester
 - Durchfeuchtungen, Wasserspuren
 - Verwitterung, Zerstörungen
 - Rostflecke, freiliegende Bewehrung
 - Zustand der Fugen und des Fugenmaterials
- Untersuchung der Betongüte:
 - Karbonatisierungstiefe
 - Bestimmung der Druckfestigkeit (zerstörend mit Bohrkernentnahme / zerstörungsfrei mit Betonprüfhammer)
 - Abreißfestigkeit
 - Chlorid- und/oder Sulfatgehalt
 - Hohlstellen
- Untersuchung der Stahlbewehrung
 - Betondeckung und Stahldurchmesser
 - Korrosionsgrad.

Die Ergebnisse werden tabellarisch und graphisch protokolliert sowie durch Skizzen den Einzelanlagen zugeordnet. Die Ergebnisse der Prüfungen und Überwachungen werden soweit aufgearbeitet, dass eine grundsätzliche bautechnisch-betriebliche Beurteilung der Objekte zum Untersuchungszeitpunkt möglich ist. Entsprechend der Zustandsklassifizierung und Zustandsbewertung erfolgt die Einordnung der Instandhaltungsdringlichkeit nach Zeiträumen. In einigen Fällen kann eine zyklische Zustandsbewertung nach dem Prinzip des Bauwerksmonitorings vorgeschlagen werden. Fotodokumentationen ergänzen die textlich-tabellarische Beschreibung der Schadensbilder und ermöglichen insbesondere spätere Vergleiche und fundierte Folgeprüfungen.

Werden kritische Veränderungen ermittelt, wird dem Betreiber vorgeschlagen, welche Prüfungen aus besonderem Anlass durchgeführt werden können, um Aussagen zu Ausmaß, Umfang und Ursache der Schädigung ableiten zu können. Aus dieser Kenntnis heraus kann die Tragfähigkeit, Wasserdichtheit und Gebrauchstauglichkeit bewertet werden.

An zwei ausgewählten Dreikammergruben nach TGL 7762 (Typ 3/5, Baujahr 1978 und Typ 6/64, Baujahr 1987) wurden sehr umfangreiche weitergehende Zustandsbewertungen von Einzelbauteilen durchgeführt. Beide Anlagen sind aus vorgefertigten Betonformsteinen

hergestellt. Durch Vor-Ort- und Laborprüfungen wurden Festigkeiten, Schädigungstiefen, Struktur- und Gefügeänderungen sowie Betonzusammensetzungen analysiert.

Die Betonformsteine wurden mit unterschiedlichen Zementen in verschiedenen Mischungsverhältnissen hergestellt. Entsprechende Strukturänderungen in den Randzonen der einzelnen Bauteile weisen auf sehr unterschiedliche Schädigungstiefen hin. Hauptschadensbild sind Korrosionsschäden als Folge des biogenen Angriffes saurer Wässers. Im wesentlichen sind als Schadensursachen die Umwandlung/ Bildung von Gips und Ettringit aus der Zementmatrix zu detektieren.

Neben Thiobazillen scheinen auch Nitrifikanten am Schadensprozess beteiligt. Stärkere Korrosionsschäden treten wie erwartet im Gasraum der Anlagen auf. Damit entstehen für den sicheren Betrieb der Anlagen vor allem Probleme hinsichtlich der Tragfähigkeit der Konen und Abdeckelemente. Für die in Thüringen eingesetzten Bautypen 3 bis 6 nach TGL 7762 ist von einer mittleren Nutzungsdauer von maximal 25 Jahren auszugehen. Für die Bautypen 1 und 2 nach TGL 7762 liegen die Nutzungsdauern deutlich niedriger.

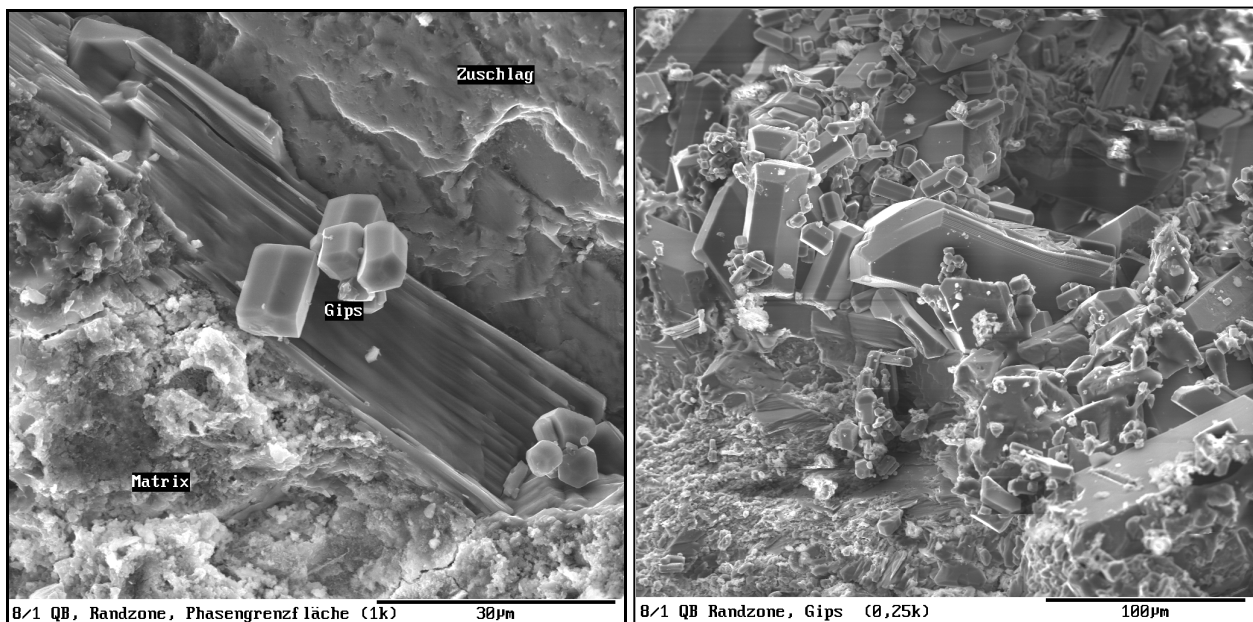


Abbildung 32: Bildung von Gips und Ettringit in der Betonrandzone der luftberührten Behälterinnenwand von KKA nach TGL 7762, Typ 3/5, Baujahr 1978

Die Betondruckfestigkeiten der beiden vertiefend untersuchten KKA lagen mit 30 N/mm² bzw. 45 N/mm² für den Kernbeton noch ausreichend hoch. In den Randbereichen, und hierbei wiederum vorrangig im Gasraum bzw. im Bereich der Wasserwechselzone zeigten jedoch sowohl die Druckfestigkeits- wie auch die Feinstrukturuntersuchungen eine völlige Zerstörung der Betonstruktur in Bauteiltiefen bis zu 15....25 mm.

Dies bedeutet, dass nach 20....25 Jahren Betriebsdauer etwa 25 bis 50 % Querschnittsverlust auf Grund der hohen mechanisch-chemischen Belastungen auftritt. Die Folgen sind stark verminderte Tragfähigkeiten, Undichtigkeiten insbesondere im Fugenbereich sowie Rissbildungen infolge hydrogensulfitinduzierter Korrosion. Die Abbildungen 32 und 33 zeigen die ermittelten Strukturänderungen in der Randzone des Betons.

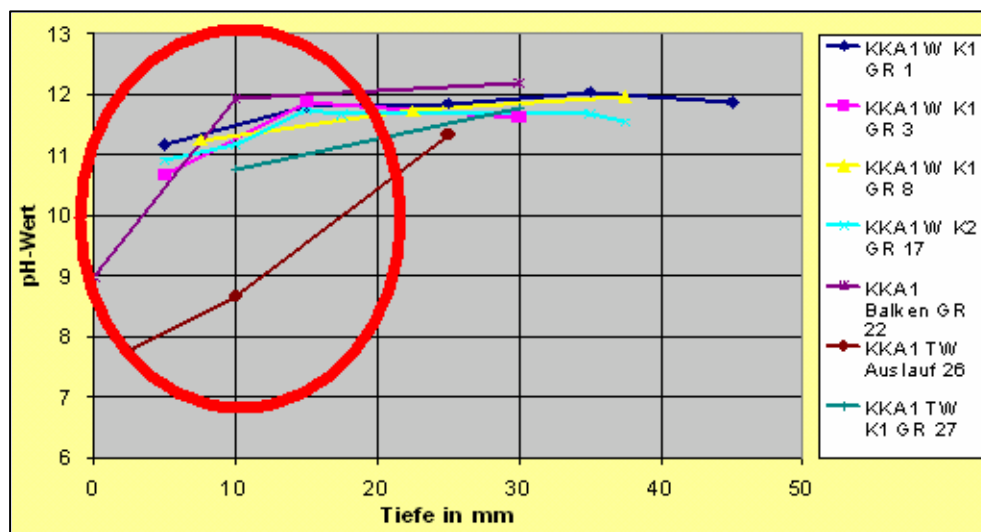


Abbildung 33: Tiefenabhängige Änderung des pH-Wertes in der Betonrandzone

4.4 Verfahrenstechnische Zustandserfassung

4.4.1 Verfahrenstechnische Zustandserfassung vollbiologischer Kleinkläranlagen

4.4.1.1 Einleitung

Der Gesetzgeber hat den Anhang 1 der Abwasserverordnung in der Fassung vom 15. Oktober 2002 /47/ dahingehend geändert, dass auch Kleinkläranlagen unter die gesetzlichen Vorgaben der Abwasserbehandlungsanlagen der Größenklasse 1 (bis 1000 EW) fallen.

Das bedeutet, zur Erfüllung der Anforderungen (= Stand der Technik) sind zukünftig grundsätzlich Anlagen mit vollbiologischer Behandlung des Abwassers zu errichten und zu betreiben. Außerdem wird in Thüringen vorausgesetzt, dass für die Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis grundsätzlich eine bauaufsichtliche Zulassung der Kleinkläranlage durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) vorliegt [Thüringer Kleinkläranlagenerlass, /21/].

Nach der Abwasserverordnung des Bundes ist eine Untersuchung der Ablaufwerte durch staatliche Stellen nicht erforderlich, wenn solche bauaufsichtlich zugelassenen Kleinkläranlagen ordnungsgemäß eingebaut und entsprechend der Zulassung betrieben werden. Die gesetzlich vorgegebenen Ablaufwerte gelten damit als eingehalten (so genannte „Einhaltetiktion“). Bis heute wurden vom DIBt 69 Kleinkläranlagentypen zugelassen. Diese sind unter der Schlüsselnummer Z-55 eingetragen und entsprechend der Verfahrenstechnik weiter klassifiziert /52/.

Diese sind für Kleinkläranlagen unter der Schlüsselnummer **Z-55** zu finden. Im Titel des Zulassungsgegenstandes dieser Anlagen wird weiterhin nach der Verfahrensführung unterschieden:

Z-55.2-	Tropfkörperanlagen
Z-55.3-	Belebungsanlagen
	Belebungsanlagen im Aufstaubetrieb
	Belebungsanlagen mit Aufwuchsträgern
	Belebungsanlagen mit Membranfiltration
	Belebungsanlagen mit schwimmendem Festbett
Z-55.4-	Filteranlagen mit Mehrkammerausfallgruben

Z-55.5-	Scheibentauchkörperanlagen Kombiniertes Tauchkörper-Belebungsverfahren Tauchkörperanlagen Scheibentauchkörper mit Lamellenseparator Rotationstauchkörper
Z-55.6-	Belüftetes Festbett Belebungsanlagen mit Aufwuchskörpern Belüftetes Wirbel-/Schwebebett Belebungsanlage mit getauchtem Festbett Belüftetes getauchtes Festbett

Diese Differenzierung ist deutlich ausgeprägter als die der DIN 4261-Teil 2, die nach Belebungsanlagen, Tauch- und Tropfkörpern unterscheidet. Die als Festbett zugelassenen Anlagen orientieren sich dennoch an den Vorgaben der DIN 4261-Teil 2, da es sich hierbei um Tauchkörperanlagen handelt.

Bei der Zulassung werden Kleinkläranlagen nach DIN EN 12566 und den Zulassungsgrundsätzen des DIBt auf einem Prüffeld unter Alltagsbedingungen betrieben und serienmäßig beprobt. In diesem Praxistest müssen Kleinkläranlagen ihre Reinigungsleistungen unter Beweis stellen. Die Anlage wird dabei über 38 Wochen einem bestimmten Belastungsprofil ausgesetzt, das z.B. hydraulische Stöße (Badewannenstoß), Urlaub, Stromausfall oder erhöhte Zulaufkonzentrationen simuliert (DIN EN 12566-3 Anhang B). Angesetzt wird die „4 von 5 Regel“ in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Anforderungen [AbwV, /47/]. Neben Kohlenstoffabbau kann auf Antrag des Herstellers die weitergehende Reinigungsleistung hinsichtlich Stickstoffumsetzungen und Phosphorelimination während der praktischen Prüfphase untersucht werden. Neu ist auch die Einteilung der Kleinkläranlagen in Leistungsklassen. Die Klasse C entspricht den Mindestanforderungen gemäß Abwasser-verordnung, Anhang 1. Andere Klassen können auf Wunsch des Antragstellers nach Prüfung bescheinigt werden.

Tabelle 3: Ablaufanforderungen der verschiedenen Leistungsklassen /53/

Klasse	C	N	D	+P	+H
CSB [mg/l]	150 ¹ / 100 ²	90 ¹ / 75 ²	90 ¹ / 75 ²		
BSB ₅ [mg/l]	40 ¹ / 25 ²	25 ¹ / 15 ²	25 ¹ / 15 ²		
NH ₄ -N [mg/l]		10 ²	10 ²		
N _{anorg.} [mg/l]			25 ²		
P [mg/l]				2 ²	
Fäkalcoliforme je 100 ml					100 ³
AFS [mg/l]	75 ¹	50 ¹	50 ¹		

¹ Ermittelt aus der qualifizierten Stichprobe

² Ermittelt aus der 24 h-Mischprobe

³ Stichprobe

Phosphatelimination (P) und Hygienisierung (H) sind Bausteine, die den Klassen C (Kohlenstoffelimination), N (Nitrifikation) und D (Denitrifikation) bei Nachweis zugeordnet werden können.

Werden die Anforderungen unter Praxisbedingungen (Prüfbedingungen nach DIN EN 12566) erfüllt und sind Wartung und Betrieb geregelt, erhalten die Kleinkläranlagen die auf fünf Jahre befristete bauaufsichtliche Zulassung /53/.

In Thüringen existieren über 260.000 Kleinkläranlagen von denen in den nächsten Jahren ein großer Teil nicht an zentrale Abwasserreinigungsanlagen angeschlossen werden kann. Nur einen geringen Prozentsatz (unter 2%) stellen derzeit die vollbiologischen Kleinkläranlagen nach DIN 4261 Teil 2 dar. Der größte Teil der Kleinkläranlagen sind Mehrkammerabsetzgruben und Mehrkammerausfällgruben. Diese wurden mehrheitlich schon zu DDR-Zeit nur als „Übergangslösung“ gebaut. Sie entsprechen heute nicht mehr dem Stand der Technik, müssen bautechnisch saniert bzw. erneuert und verfahrenstechnisch erweitert oder nachgerüstet werden. Welche Anlagenstandorte mit KKA als Dauerlösung weiterhin bestehen bleiben, ist aus den Abwasserbeseitigungskonzepten der Gemeinden und Zweckverbände ableitbar. Die existierenden vollbiologischen Anlagen in Thüringen wurden meistens erst ab Mitte der 90iger Jahre im Zusammenhang mit dem Eigenheimbau in neuerschlossenen Baugebieten oder bei der Lückenbebauung errichtet. Deren bautechnischer Zustand stellt derzeit kein Problem dar. Die Leistungsfähigkeit dieser Grundstückskläranlagen ist aber weitgehend unbekannt. Eine entsprechende Datenerfassung und behördliche Überwachung der Abbauleistung der Grundstückskläranlagen fehlt. Trotz „Einhaltetiktion“ der Abwasserverordnung ist der ordnungsgemäße Betrieb der Anlagen überwachungsbedürftig.

Zu diesem ordnungsgemäßen Betrieb gehören:

- die tägliche/ wöchentliche/ monatliche Eigenkontrolle durch den Betreiber,
- die Führung eines Betriebstagebuches durch den Betreiber,
- die Wartung nach Herstellerangaben und DIBt-Zulassung durch Fachfirmen und
- die regelmäßige/ bedarfsgerechte Fäkalienentsorgung

Ziel der Stichprobenuntersuchungen der Bauhaus-Universität Weimar war es, an ausgewählten Beispielen den ordnungsgemäßen Betrieb und in diesem Zusammenhang die Reinigungsleistung vorhandener vollbiologischer Kleinkläranlagen zu überprüfen. Es sollten die Anlagenabläufe mittels Stichproben beprobt und die Eigenkontrolle und Wartung durch Befragung und Einsicht der Betriebstagebücher begutachtet werden. Zusätzlich war die Abwasserzusammensetzung der Zuläufe zur biologischen Stufe (Ablauf Vorklärung) interessant, um Rückschlüsse auf die entsprechende Belastung der untersuchten Anlagen zu ziehen.

4.4.1.2 Überprüfung von ausgewählten Anlagen

Die für die Erfassung ausgesuchten Kleinkläranlagen befinden sich in zwei unterschiedlich organisierten Zweckverbänden Thüringens. Dies sind zum einen in Nordthüringen der Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserentsorgung Obereichsfeld (WAZ) und in Südthüringen der Wasser- und Abwasserverband Bad Salzungen (WVS). Beide Verbände entstanden – neben vielen anderen – Anfang der 90er Jahre durch die Auflösung dreier großer Wasser- und Abwasserverbände, die bis zu diesem Zeitpunkt für ganz Thüringen zuständig waren. Die entstandenen Zweckverbände waren teilweise nur für einige kleine Ortschaften zuständig, andere hatten große Einzugsgebiete mit mehreren Orten und Städten. In der Folgezeit zeigte sich, dass die meisten kleinen Zweckverbände nicht wirtschaftlich arbeiten konnten. Seitdem wurde und wird durch Strukturmaßnahmen versucht, kleine unwirtschaftlich arbeitende Zweckverbände in größeren Strukturen aufgehen zu lassen. Der Beitritt eines kleineren Zweckverbandes ist sehr aufwendig, da in vielen Fällen Angaben über die Investitionen oder die gebauten Betriebsanlagen fehlen. Beispielhaft für einen unter diesen Umständen durch Strukturkonsolidierungsmaßnahmen gewachsenen Zweckverband ist der WAZ Obereichsfeld. Das Einzugsgebiet dieses Verbandes ist größtenteils durch ländliche Strukturen geprägt, die Orte liegen teilweise weit voneinander entfernt, so dass für den Großteil der Ortsteile/ Gemeinden ortsbezogene Lösungen in der Abwasserentsorgung als wirtschaftlich sinnvoll erscheinen. Auch der WVS Bad Salzungen weist ähnlich Strukturen auf. Diesem Verband sind jedoch keine kleineren Zweckverbände beigetreten.

Auswahl der Anlagen

Beide Zweckverbände haben in großen Teilen ein ländlich gegliedertes Verbandsgebiet mit einem Bestand von 10.800 bzw. 7.600 Kleinkläranlagen. Weniger als 0,5 % davon sind als vollbiologische Kleinkläranlagen ausgebildet. Untersucht werden sollten KKA mit bauaufsichtlicher Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt). Dadurch entfielen Anlagen mit naturnaher Abwasserbehandlung (z.B. Bodenfilter u.ä.), da diese bisher immer als Einzellösungen gebaut wurden.

Ausgehend von diesen Überlegungen wurden ausschließlich biologisch-technische Anlagen, sogenannte Kleinkläranlagen mit Abwasserbelüftung, ausgesucht. Ein zusätzliches Kriterium für die Wahl der zu erfassenden Kleinkläranlagen war der Betriebszeitraum der Anlage von mindestens drei Monaten.

Abbildung 34 zeigt die unterschiedliche Verteilung der in den Zweckverbänden vorkommenden Verfahrenstypen im Überblick.

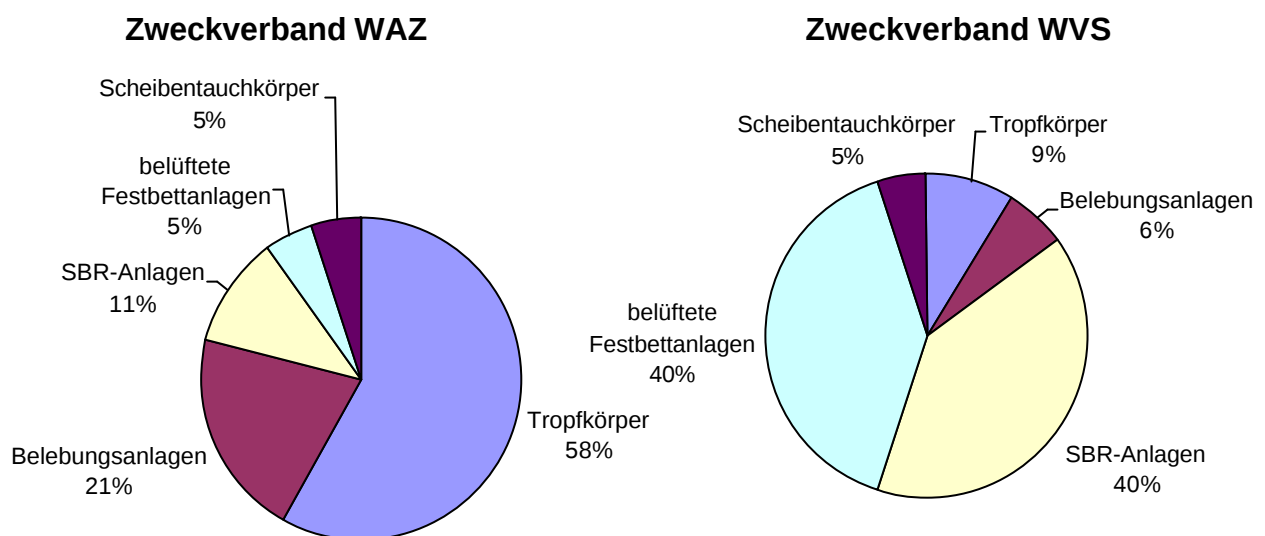


Abbildung 34: Verteilung der Verfahrenstechniken der Anlagen mit bauaufsichtlicher Zulassung in den beiden Zweckverbänden

Die Auswahl der zu untersuchenden KKA erfolgte entsprechend der unterschiedlichen Verteilung in den Verbänden und ist in der Tabelle 5 dargestellt. Die detaillierte Beschreibung der Kläranlagen erfolgt in der Anlage 3.

Tabelle 4: Verteilung der erfassten vollbiologischen technischen Anlagen in den untersuchten Zweckverbänden

	Tropfkörper	Belebungs- anlagen	SBR-Anlagen	Belüftete Festbetten	Scheiben- tauchkörper
WAZ	5	1	1	1	0
WVS	0	1	3	5	1

4.4.1.3 Datensammlung mittels rechnergestützten Erfassungsbogen

Die ausgewählten Anlagen wurden bei einer Vor-Ort-Besichtigung erfasst, Fotos für die Dokumentation aufgenommen und der Eigentümer zum Umgang mit der Kleinkläranlage befragt. Die ermittelten Daten wurden mittels interaktiven rechnergestützten Erfassungsbogen auf Excel-Basis aufgenommen und später ausgewertet.

Der erstellte Erfassungsbogen gliederte sich in die Bereiche:

- Betreiber- / Besitzerdaten
- Grundstücksnutzung und Betriebsbedingungen
- Daten zu Zulassung und Betrieb
- Erfassung der Maßnahmen zur Wartung und Eigenkontrolle
- Rechtliche Rahmenbedingungen
- Betriebsbedingungen
- Funktionsfähigkeit der Anlage / Betriebsprobleme
- Bauzustandserfassung
- Befragung der Kleinkläranlagen-Betreiber
- Fazit zur gesamten Anlage
- Skizze

Eine einfache Handhabbarkeit des Erfassungsbogens sowie die universelle Einsatzmöglichkeit, also die Anwendung auf jeden Verfahrenstyp, waren in diesem Zusammenhang gefordert. Alle erfassten Daten wurden in einer, auch mit dem Programm Excel erstellten, Datenbank abgelegt. Aus dieser war ein erneutes Aufrufen und Bearbeiten der abgelegten Daten innerhalb der Maske des interaktiven Formulars möglich. Eine direkte Bearbeitung der eingegebenen Daten in der Datenbank ist ebenso durchführbar.

Der Erfassungsbogen hat sich bewährt, die Aufnahme der Kleinkläranlagen gestaltete sich damit als einfach. Einige Abfragen wurden nach ersten Tests optimiert.

Ein Muster des Erfassungsbogens ist in der Anlage 2 enthalten.

4.4.1.4 Auswertung der Erfassungsbögen

Die Auswertung der Erfassungsbögen ergab folgendes Bild:

- Lückenhafte Angaben zu Zulassung, Bau und Betrieb

Die Eigentümer der Anlagen wussten teilweise nicht das Baujahr der Anlagen, es fehlten Angaben zur bauaufsichtlichen Zulassung und Eintragungen in den Betriebstagebüchern. Bei letzteren wussten einige Eigentümer nicht einmal von deren Existenz in ihren Unterlagen sowie dem Umgang damit. Da einige Eigentümer der Kleinkläranlagen nur unvollständige Unterlagen zur Hand hatten (teilweise nur einen Prospekt der Anlage), war die Aufnahme der entsprechenden Daten nur durch weitere Recherchen möglich.

- Größtenteils fehlende Wartungsverträge

Trotz gesetzlicher Forderung (Untere Wasserbehörde, DIBt, DIN 4261 - T4) wurden Wartungsverträge nur von der Hälfte der Betreiber abgeschlossen. Die in den eingesehenen Verträgen vorliegenden Wartungsintervalle schwankten zwischen einmal bis zu dreimal im Jahr. Ob und in welcher Qualität die Wartung tatsächlich durchgeführt wurde, konnte nicht beurteilt werden.

- Begrenzte Eigenkontrolle bei privaten Betreibern

Die Eigenkontrolle bestand nur sporadisch aus der Sichtkontrolle der Steuereinheit. Weitergehende wöchentliche und monatliche Kontrollen waren nicht gewährleistet. Die Eigentümer waren nicht entsprechend eingewiesen bzw. Anlagenbeschreibungen lagen größtenteils nicht vor. Die Deckel der meisten Kleinkläranlagen ließen sich nur schwer und nur mit entsprechenden Hilfsmitteln öffnen.

Bei der Bestandserfassung vor Ort zeigte sich auch, dass viele Betreiber bzw. Eigentümer Berührungsangst bzw. Ekel vor Fäkalien haben, und deshalb die Anlagen nicht öffnen. Dies ist im Rahmen der vorgeschriebenen Eigenkontrolle aber notwendig, um Zu- und Ableitungen, Belüftungsbild, Schwimmschlamm Bildung usw. zu kontrollieren.



Abbildung 35: Charakteristische Deckel von Kleinkläranlagen

- Fehlende Analysewerte für die Abläufe bei den meisten Anlagen

Regelmäßige Ablaufuntersuchungen fanden nur bei den Wohngebietskläranlagen der Zweckverbände statt. Die vorgeschriebenen Analysen der Ablaufwerte bei jeder zweiten Wartung, gefordert in der bauaufsichtlichen Zulassung des DIBt /53/ und in der DIN 4261 - T4, wurden nach Auskunft der Eigentümer nicht durchgeführt. Es lagen keine Daten aus der behördlichen Überwachung vor.

- Offensichtliche Betriebsstörungen bei zwei Anlagen

Bis auf zwei Anlagen konnten visuell keine Betriebsprobleme festgestellt werden. Alle anderen Anlagen befanden sich im Normalbetrieb. Aussagen über die Zuverlässigkeit der Reinigungsverfahren konnten auf Grundlage der durchgeführten Sichtprüfungen allein nicht getroffen werden.

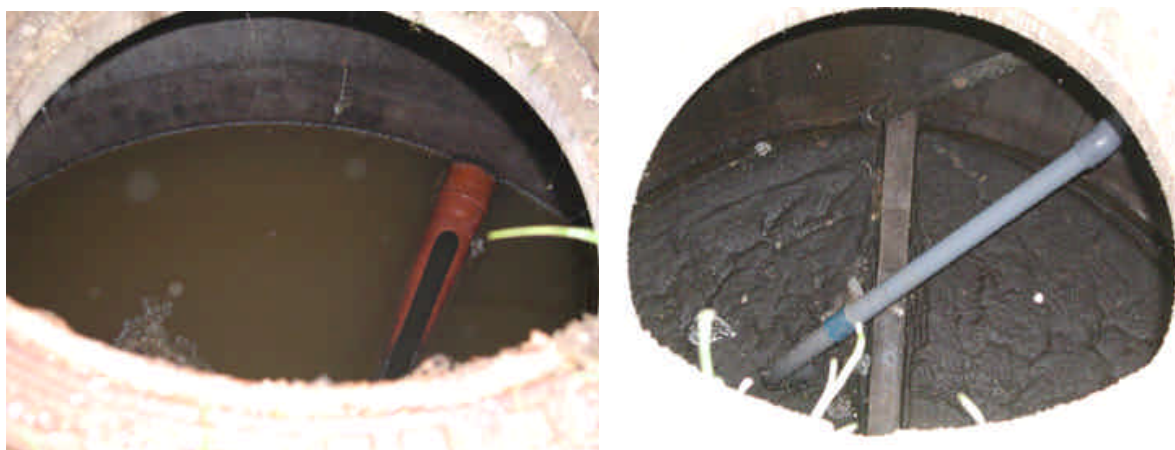


Abbildung 36: Kleinkläranlagen mit visuell feststellbaren Betriebsproblemen

- Keine gravierenden Mängel an der Bausubstanz

Bei der Erfassung der Bausubstanz (Wandungen, Decke und Abdeckung) waren keine gravierenden Probleme sichtbar. Die Mehrzahl der erfassten Anlagen bestand aus Stahlbetonfertigteilen. Problemstellen waren die Deckel – zum Teil ohne Lüftungsschlitze, teilweise zu schwer oder ohne Aufnahmemöglichkeiten für Hebevorrichtungen zum Öffnen.

4.4.1.5 Ergebnisse der Abwasseranalysen

Die verwendeten Analysenwerte sind, bis auf eine Ausnahme, Ergebnisse der Untersuchungen im Labor der Professur Siedlungswasserwirtschaft der Bauhaus-Universität Weimar (BUW).

Probenahmeart und Untersuchungsparameter

Die Probenahme erfolgte durch Mitarbeiter der BUW in Form von qualifizierten Stichproben am Ablauf der Vorklärung (als Zulauf der biologischen Reinigungsstufe) und am Ablauf der Kleinkläranlage. Die Analyse der Summenparameter CSB und BSB₅ erfolgte von den homogenisierten Proben.

Zulaufbelastung

Bei den Untersuchungen im Zulauf der biologischen Reinigungsstufe wurden zum Teil sehr hohe CSB-Konzentrationen ($C_{CSB} > 1000$ mg/l) gemessen. Das entspricht in etwa dem Bemessungswert für Rohabwasser. Ursache war Schlammabtrieb aus teilweise übervollen Vorklärkammern und ein geringer Wasserverbrauch. Laut Statistik liegt dieser in den untersuchten ländlichen Regionen bei 81 bzw. 84 l/E*d.

Es sind aber auch geringe Konzentrationen gemessen worden. Das ist zurückzuführen auf den teilweise geringen Anschlussgrad und dem damit verbundenen großen Vorkläreffekt. Bei der Bewertung der Reinigungsleistung unterschiedlicher Verfahren muss deshalb immer die Belastung mit berücksichtigt werden.

Zur Illustration der unterschiedlichen Zulaufbelastungen sind in Abbildung 37 die Ergebnisse der CSB- und BSB₅-Messungen der beprobten Kleinkläranlagen dargestellt.

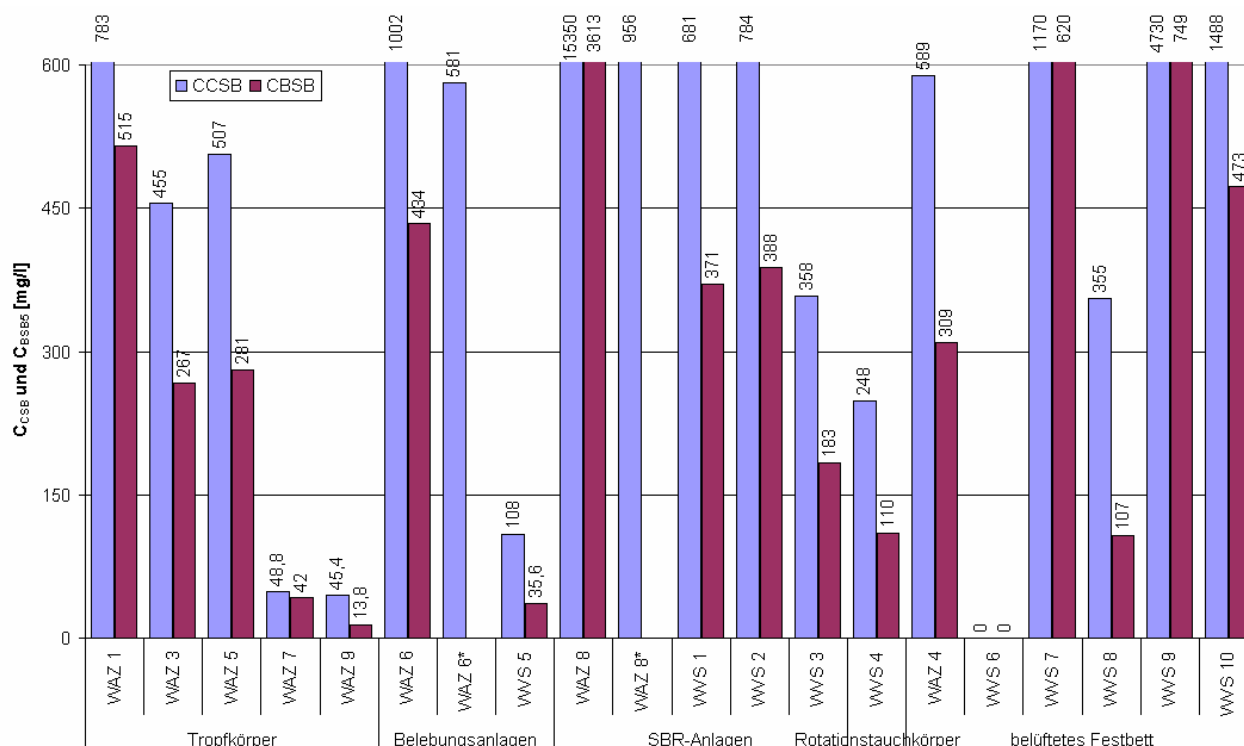


Abbildung 37: CSB- und BSB₅-Konzentrationen im Zulauf der Biologie /57/

Anmerkungen zu Abbildungen 37 und 38:

Die mit * bezeichneten Analysen beinhalten einen nicht repräsentativen hohen Feststoffanteil (z.B. schlechtfunktionierende Vorklärung bei WAZ 6 und 8 bzw. Schlammablagerungen an der NKB-Wandung in WAZ 9). Die dazugehörigen zweiten Analysen wurden von der abgesetzten Proben bestimmt.

Bei den mit „0“ gekennzeichneten Konzentrationen war eine entsprechende Probenahme durch eine starke Schwimmschlammdecke nicht möglich

Ablaufergebnisse

Die Überprüfung der ausgewählten Kleinkläranlagen in den beiden Zweckverbänden zeigte, bis auf zwei Ausnahmen, einen optisch guten technischen Zustand aller Anlagen. Mit Hilfe der Analyse der Ablaufkonzentrationen wurden beim größten Teil der untersuchten Anlagen Grenzwertüberschreitungen festgestellt (Abbildung 38).

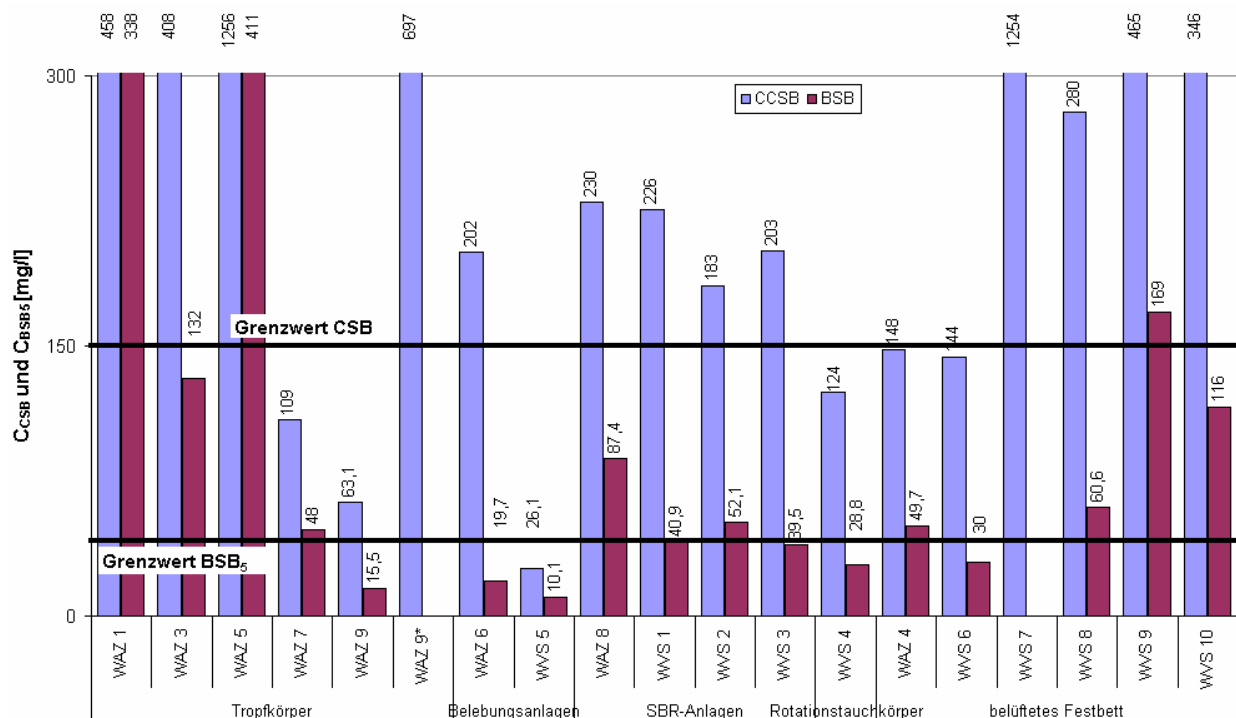


Abbildung 38: CSB- und BSB₅-Konzentrationen im Ablauf der Biologie /57/

Von den untersuchten 18 Anlagen unterschritten 4 Anlagen die Grenzwerte für C_{BSB5} und C_{CSB}. Die schlechten Ergebnisse waren verfahrenübergreifend, auch die Betreuung durch die Zweckverbände stellte keine Garantie für die Einhaltung der Grenzwerte dar.

Die in der Abbildung 39 dargestellten Ablaufergebnisse von Wohngebietskleinkläranlagen stammen aus der Eigenkontrolle. Nur die Werte vom 10.6.04 (WVS) und vom 28.6.04 (WAZ) wurden seitens der BUW ermittelt. Die von den Zweckverbänden betreuten Wohngebietskläranlagen mit 25-50 EW sind tendenziell besser, da eine wöchentliche Kontrolle durch fachkundiges Personal erfolgt. Damit können festgestellte Mängel schneller beseitigt werden. Die vierteljährlichen Ablaufuntersuchungen zeigen geringere Schwankungen durch den gleichmäßigeren Abwasserzufluss (höhere Anschlussgrade) und den größeren Puffer in Vorklärung und Biologie.

Aus den beispielhaft in den Tabellen 5 und 6 dargestellten Zusammenhängen ist erkennbar, dass auch ein vorliegender Wartungsvertrag keine Garantie für die sichere Einhaltung der Grenzwerte ist. Bei allen privat betriebenen Anlagen mit Wartungsverträgen (mit 1-3 Wartungen pro Jahr) wurden Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Einschränkend muss aber festgestellt werden, dass zum Einen ein vorliegender Wartungsvertrag nicht gleichbedeutend mit einer Vertragsdurchführung ist und auch in den lückenhaft vorhandenen Betriebstagebüchern selten

die entsprechenden Wartungsberichte vorlagen. Zum Anderen ist auch bei einer Vertragsdurchführung nicht immer eine ordnungsgemäße Wartung durch den Auftragnehmer garantiert.

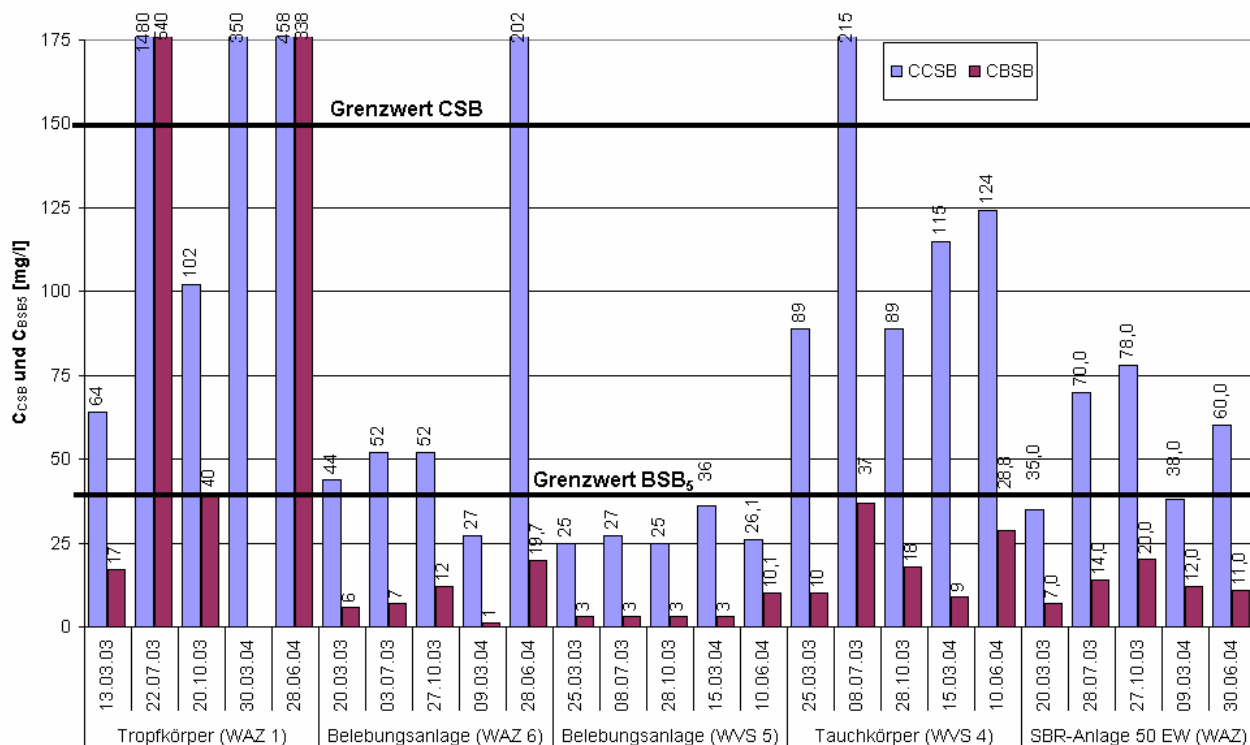


Abbildung 39: CSB- und BSB₅-Ablaufkonzentrationen der von den Zweckverbänden betreuten Wohngebietskläranlagen /57/

Tabelle 5: Belebungsanlagen – Wartungshäufigkeit und Einhaltung der Ablaufgrenzwerte /57/

Anlage	WAZ 6	WVS 5	WAZ 8	WVS 1	WVS 2	WVS 3
Wartungsvertrag ^a	ZV	ZV	Nein	ja	nein	nein
Wartungen pro Jahr	3	3	-	1	-	-
Anforderungen an BSB ₅ eingehalten	ja	Ja	Nein	nein	nein	ja
Anforderungen an CSB eingehalten	nein	Ja	nein	nein	nein	nein

^a ZV...Wartung durch Personal des Zweckverbandes

Tabelle 6: Belüftete Festbettanlagen – Wartungshäufigkeit und Einhaltung der Ablaufgrenzwerte /57/

Anlage	WAZ 4	WVS 6	WVS 7	WVS 8	WVS 9	WVS 10
Wartungsvertrag	nein	Nein	nein	ja	ja	ja
Wartungen pro Jahr	-	-	-	2	1	3
Anforderungen an BSB ₅ eingehalten	nein	Ja	nein	nein	nein	nein
Anforderungen an CSB eingehalten	ja	ja	nein	nein	nein	nein

Das Problem scheint nicht nur in der Häufigkeit sondern auch in der Art der Wartung und der Betriebskontrolle, bzw. im Betrieb selbst zu liegen.

Bestätigt werden diese Ergebnisse durch die Untersuchungen der Kollegen von der Fachhochschule Lausitz, die zu ähnlichen Ergebnissen bei der Auswertung von Wartungsberichten kamen.

Im Land Brandenburg ist die einmalige Wartung der Kleinkläranlagen im Jahr der Regelfall. Nachstehende Abbildung 40 zeigt das Ergebnis dieser Studie.

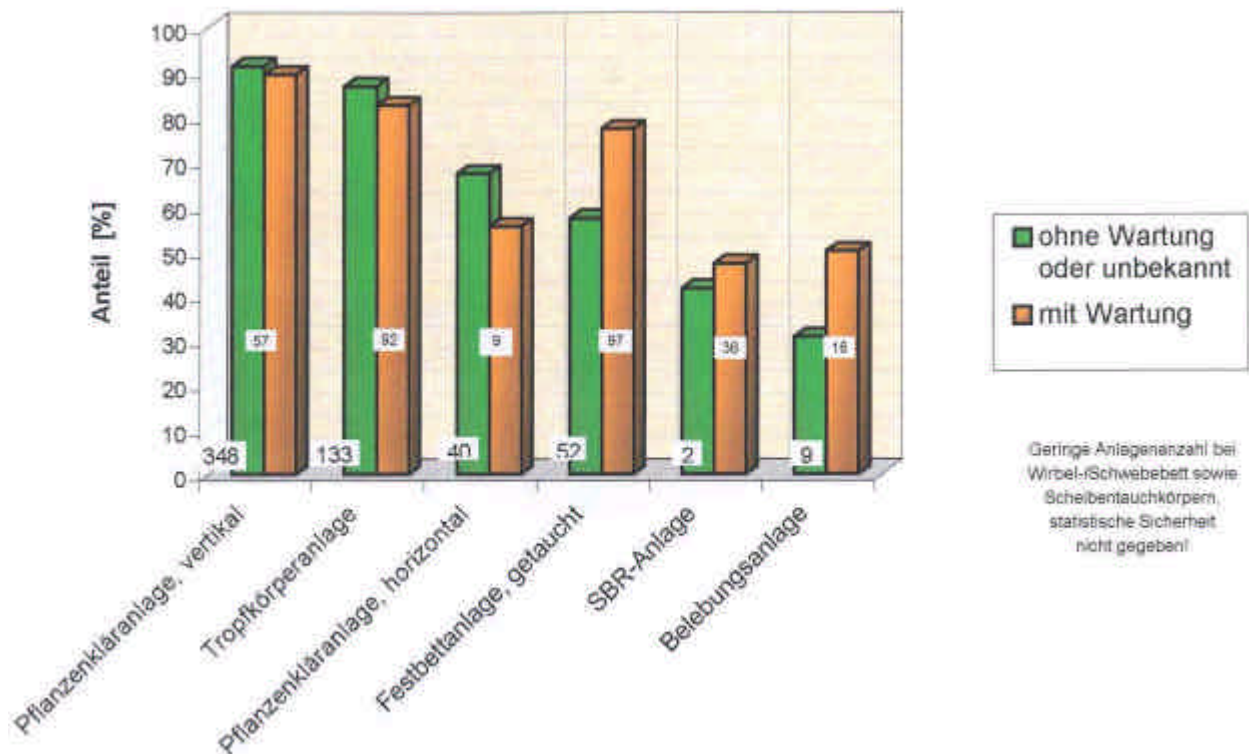


Abbildung 40: Einhaltung der Ablaufwerte bei untersuchten Kleinkläranlagen im Land Brandenburg in Abhängigkeit von der Wartung /61/

Wie schon festgestellt wurde, ist die Eigenkontrolle durch die Eigentümer sehr unzureichend. Neben dem fachgerechten Einbau der Kleinkläranlage, der regelmäßigen Wartung durch einen Fachmann ist eine ordentliche Einweisung der Eigentümer bei Inbetriebnahme der Anlage genauso wichtig, wie die Prüfung der Eigenkontrolle. In den untersuchten Verbandsgebieten findet eine behördliche Überwachung nicht statt, ebenso wenig eine Kontrolle bei Überschreitungen der Grenzwerte der sporadisch eingehenden Wartungsberichte.

Eine Erhebung von Bußgeldern bei wiederholten Verstößen, wie bei Wasserbehörden in Nordrhein-Westfalen praktiziert /54/, wird in Thüringen nicht angewendet.

4.4.1.6 Vergleich der Ablaufanalysen mit der Literatur

In nachstehenden Tabellen 7 und 8 werden die eigenen Untersuchungsergebnisse mit aktuellen veröffentlichten Daten aus den Bundesländern:

- Brandenburg [Straub, 2004],
- Nordrhein-Westfalen [Boller, 2004], [Dohmann, 2004], [Schroer, 1999]
- Niedersachsen [Flasche, 2002], [Kunst, 1998] und
- Baden-Württemberg [Hoheisel, 2000] verglichen.

Es werden dabei nur die CSB-Ablaufergebnisse der entsprechenden technischen Anlagen, wie Tropfkörperanlagen (TK), Belebungsanlagen (BB), Aufstauanlagen (SBR), belüftete (getauchte) Festbetтанlagen (FB) und Rotationstauchkörper (RTK) gegenübergestellt.

Tabelle 7: Anzahl der untersuchten Anlagen in den Literaturangaben
/54/, /55/, /56/, /57/, /58/, /60/, /61/

TYP	BUW [2004]	Boller [2004]	Straub [2004]	Dohmann [2004]	Flasche [2002]	Hoheisel ^a [2000]	Schroer [1999]	Kunst [1998]
TK	5	121	225	39	314	461	136	24
BB	2	35	25	11	75	115	-	4
SB	4	136	59	7	15	-	-	-
R								
FB	6	35	149	6	433	55	43	25
RTK	1	-	9	-	75	39	11	4

Tabelle 8: Vergleich der CSB-Grenzwertüberschreitung in [%] verschiedener technischer Kleinkläranlagen mit Literaturwerten /54/, /55/, /56/, /57/, /58/, /60/, /61/

TYP	BUW [2004]	Boller [2004]	Straub [2004]	Dohmann [2004]	Flasche [2002]	Hoheisel ^a [2000]	Schroer [1999]	Kunst [1998]
TK	60%	30%	16%	23%	16%	13%	16%	23%
BB	50%	k.A.	53%	36%	8%	6%	-	k.A.-
SB	100%	15%	50%	43%	0%	-	-	-
R								
FB	67%	40%	33%	17%	26%	22%	25%	30%
RTK	0%	-	13%	-	21%	8%	10%	k.A.-

^aBSB₅-Grenzwertüberschreitung

Die Vergleichswerte u. a. für die Tropfkörperanlagen sind in den Veröffentlichungen deutlich besser als die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen. Mögliche Ursachen für diese Unterschiede könnten die über einen längeren Zeitraum qualifiziertere Wartung/Überwachung und herstellerbedingte Unterschiede in den anderen Ländern sein. Mehrfach wird aber auch z. B. auf die Störanfälligkeit der Tropfkörperanlagen bei Stoßbelastungen und zu groß dimensionierter Rezirkulation hingewiesen. Zur Illustration der oben aufgeführten Beispielwerte aus der Literatur sind in Abbildung 41 die Ergebnisse aller CSB-Messungen in den Abläufen der beprobten Kleinkläranlagen der Studie in Nordrhein-Westfalen (NRW) dargestellt.

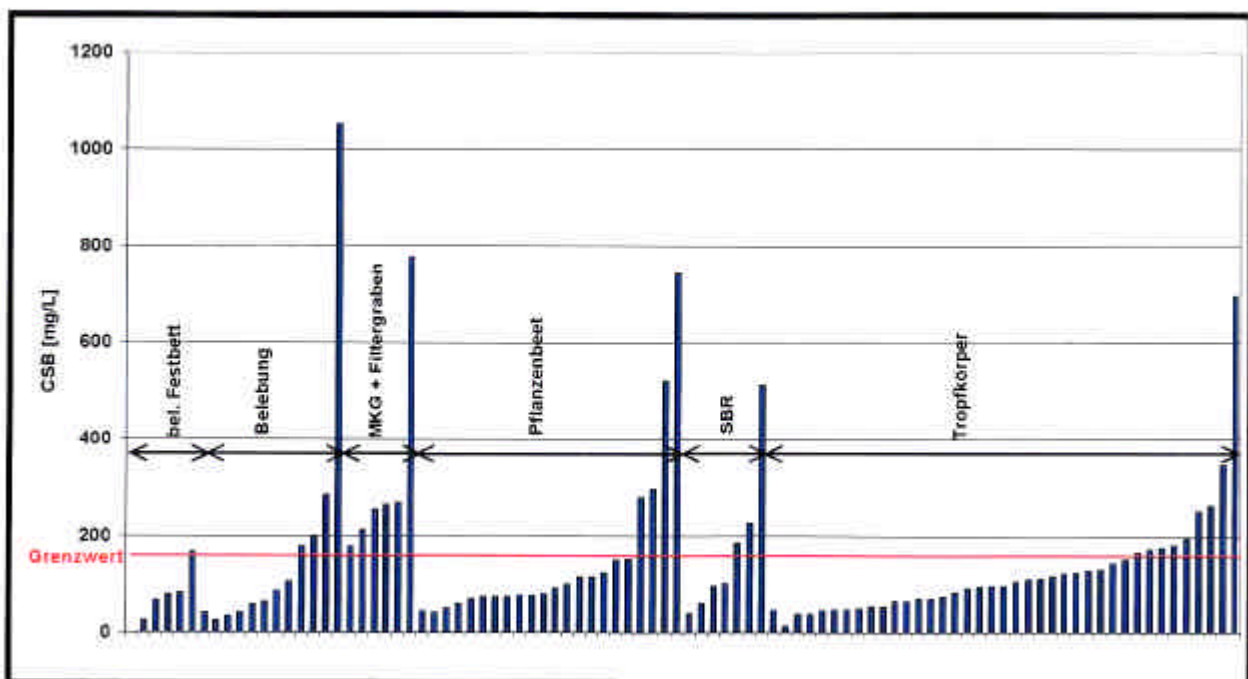


Abbildung 41: Messergebnisse der KKA-Beprobungen in zwei Kreisen in NRW /54/

Nicht zufriedenstellend sind, vor allem in den aktuelleren Untersuchungsergebnissen aus dem Jahr 2004, die Abbauleistungen der kleinen Belebtschlammanlagen incl. SBR-Technologie. Die durchschnittlich geringste Leistungsfähigkeit zeigten die Festbetтанlagen. Die von uns durchgeführten Zulaufuntersuchungen dieses Anlagentyps zeigten aber deutlich, dass für die technischen Anlagen die Belastung einen entscheidenden Grund für die Leistungsfähigkeit darstellt.

Alle getesteten Anlagen haben eine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt, also eine einjährige Prüfung, bestanden. Der Vergleich der Prüfergebnisse verschiedener Verfahren mit Praxisanlagen von FLASCHE /55/ zeigt, dass die Prüfanlagen geringere Ablaufwerte hatten. Allerdings sind Wartungs- und Überwachungsaufwand nicht vergleichbar. Die Kleinkläranlagen auf den Prüffeldern werden optimal betreut. Durch die tägliche Inspektion können Unregelmäßigkeiten eher erkannt und behoben werden. Dies deutet darauf hin, dass ein ordnungsgemäßer Betrieb, so wie er während der Prüfzeit der KKA praktiziert wird, die Leistungsfähigkeit fördert. Dies unterstreicht unsere Feststellung, dass der Eigenkontrolle durch den Eigentümer unter realen Bedingungen eine besondere Bedeutung zukommt.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass bei der Prüfung die Anlagen mit einer Abwassermenge von 150 l/E*d beschickt werden. Im Vergleich lag der Wasserbedarf in den von uns untersuchten Gebieten bei 80 – 85 l/E*d. Bei Betrachtung unserer Ergebnisse muss beachtet werden, dass die Anlagen mittels Stichproben analysiert wurden. Die Beprobung auf den Prüffeldern erfolgt dagegen anhand von 24h-Mischproben.

Eine Einstufung der einzelnen Verfahren hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit kann aufgrund des geringen Datenumfanges und des teilweise unbekannten Umgangs mit den Anlagen nur eingeschränkt vorgenommen werden. Die Aussagekraft der Untersuchungsergebnisse ist eingeschränkt durch die nicht bekannte Bemessung und Auslastung der Anlagen und die nicht erfassten Belastungsschwankungen im Zulauf der Anlagen.

4.4.2 Bewertung der Ergebnisse

Von den 18 untersuchten Kleinkläranlagen in Thüringen halten nur 4 (niedrig belastete) Anlagen die geltenden Ablaufgrenzwerte ein. Auch wenn es sich hierbei um eine kleine Anzahl vollbiologischer Anlagen handelt, lassen diese Stichproben dennoch Rückschlüsse auf die Behandlungsqualität der vollbiologischen Kleinkläranlagen in Thüringen zu. Abhängigkeiten der Funktionsfähigkeit und Zuverlässigkeit von der Wartungsintensität bzw. von der Verfahrenswahl waren allerdings aufgrund der vielfältigen Randbedingungen nicht erkennbar.

Aus aktuellen, im vorangegangenen Kapitel dargestellten Untersuchungen in anderen Bundesländern kann entnommen werden, dass ca. 30% der Anlagen die Grenzwerte nicht einhalten. Auch diese Ergebnisse, die z. T. deutlich besser als die in Thüringen ausgefallen sind, verdeutlichen die vorhandenen (Betriebs-) Probleme bei der Abwasserbehandlung in Kleinkläranlagen.

Aus den Defiziten können folgende grundsätzliche Ansätze abgeleitet werden:

1. Grundsätzlich sollten technische Anlagen mit weniger als 50 EW Anschlussgröße vermieden werden. Dies ist in der Praxis oft nicht möglich.
2. Die DIN 4261 ist im Teil 4 zum Betrieb und der Wartung von Kleinkläranlagen in einigen Punkten dringend überarbeitungswürdig. Exemplarisch werden hier zwei Punkte aufgeführt:
 - a) In der Norm werden nicht alle heute zugelassenen Anlagen berücksichtigt.
 - b) Es ist fraglich, ob die Arbeiten wie die Entfernung von Schwimmschlamm und die Bestimmung des Schlammvolumenanteils von den Eigentümern der Anlage (meist Privatpersonen) durchgeführt werden können.
3. Die gegenwärtige Technik der kleinen Anlagen (4-50 EW) muss so weiterentwickelt werden, dass der private Betreiber – i. d. R. Laien – von Überwachungsfunktionen sowie weiteren Tätigkeiten weitgehend entbunden wird. Ein sicherer Betrieb sollte bei Wartung durch Fachkundige gewährleistet sein.
4. Die derzeitige praktizierte Überwachung ist wenig geeignet, die Einhaltung der Grenzwerte nach der Abwasserverordnung sicherzustellen.

Um einen ordnungsgemäßen Kleinkläranlagenbetrieb zu gewährleisten, werden im nächsten Abschnitt aus unserer Sicht Empfehlungen zum letztgenannten Punkt 3 gegeben.

4.4.3 Empfehlungen

Für den Betrieb von zuverlässigen vollbiologischen Kleinkläranlagen als Dauerlösung ergeben sich aus den vorgenannten Überlegungen folgende notwendige Schritte:

1. Qualifizierte Erfassung und Bewertung der vorhandenen Kleinkläranlagen im jeweiligen Einzugsgebiet, Aufbau einer Datenbank und Abgleich mit vorhandenen Daten der Behörden
2. Festlegung von Übergangslösungen und Abstimmung des aktuellen Abwasserbeseitigungskonzeptes mit der zuständigen Behörde
3. Durchsetzung der Sanierung/ Anpassung der als Dauerlösung verbleibenden Anlagen an den Stand der Technik, beratende Unterstützung der Grundstückseigentümer bei der Planung, Bemessung und Bau der Anlagen durch Fachkundige
4. Ausschreibung und Kontrolle der Fäkalienabfuhr
5. Qualitätssicherung der Wartungsfirmen durch eine notwendige Zertifizierung des Mindestausstattungsgrades, des Mindestausbildungsstandes und regelmäßiger Teilnahme an Fortbildungen
6. Effiziente Prüfung der Wartungsberichte und den darin enthaltenen Bemerkungen zur Eigenkontrolle (Betriebstagebuch) und der Ablaufanalysen durch die zuständigen Behörden bzw. Dritte (Verbände, Sachverständige etc.)
7. Stichprobenhafte Überprüfung der Anlagen durch die zuständigen Behörden oder eines entsprechenden beauftragten Sachverständigen und ggf. Aussprechen von Bußgeldern

Wichtig für alle vorgenannten Schritte ist das Zusammenwirken von Grundstückseigentümern, Gemeinden, Zweckverbänden und den Behörden.

5 Datenmanagement für die Stammdatenverwaltung, Wartung und Überwachung

Für die Durchführung und Kontrolle von Genehmigung, Eigenkontrolle, Wartung, Überwachung (Fremdüberwachung) und Fäkalschlammentsorgung ist ein effizientes, weitgehend auf der Basis elektronischer Datenerfassung und –übermittlung basierendes Informations- und Kontrollsystem zwischen den am Betrieb von Kleinkläranlagen Beteiligten erforderlich.

Für den sicheren Betrieb von KKA ist es zunächst erforderlich, einheitliche Standards für den Umfang, Art und Übergabe von Erfassungs-, Wartungs- und Überwachungsdaten zur Verfügung zu stellen. Notwendig ist dazu ein Datenmanagement auf der Basis eines einheitlichen elektronischen Thüringer KKA-Protokolls. Die Stammdatenverwaltung ist zweckmäßigerweise in Verantwortung der zuständigen Wasserbehörden zu betreiben.

Der Zugriff zum Datenbestand kann klar durch Benutzerprofile beschränkt werden. Die Erstellung von Vorgaben, Auflagen und Terminen kann automatisiert erfolgen und benutzerabhängig erfolgen. Die Überprüfung notwendiger Betriebsabläufe, deren Ergebnisse und daraus notwendige Ableitungen sind zu automatisieren. Behörden, öffentliche Aufgabenträger, Wartende und Sachverständige arbeiten grundsätzlich mit dem gleichen aktuellen Datenbestand.

Datenbank und zugehörige Software sollten benutzerfreundlich und übersichtlich sein. So könnten z.B. durch die Behörde lizenzfreie elektronische Abfragen für die Wartung oder Überwachung zur Verfügung gestellt werden. Diese könnten manipulationsfrei in Anlehnung an eine Microsoft-Excel-Anwendung umgesetzt werden. Vorteil wäre, dass die Abfragen in die Datenbank direkt eingelesen werden können.

Das Datenmanagement muss auf spezielle Anforderungen im Freistaat Thüringen zugeschnitten sein. Die Basis dafür bilden die Ergebnisse der Studie. Das entsprechende Wissen liegt bei der MFPA Weimar/BUW vor. Die nachfolgende Abbildung 43 zeigt den Ausbau und die Struktur eines derartigen Datenmanagements.

Die Sicherstellung eines funktionsgerechten Betriebs ist bereits mit Inbetriebnahme der Anlage zu dokumentieren. Im Rahmen eines Thüringer KKA-Abfrageprotokolls werden Nachweise der Funktions- und Zustandsüberprüfung sowie der Abschluss eines Wartungsvertrags abgefragt und in die Datenbank übernommen. Die Informationen und Anforderungen für Eigenkontrolle, Wartung und Überwachung werden automatisiert und spezifisch für den Ausführenden zusammengestellt. Die am Anlagenbetrieb Beteiligten können zentral Daten abrufen und abgleichen.

Angaben des Betriebstagebuches und Nachweise der Wartungsverträge können als Papierversion oder elektronisch zugesendet werden. Die Datenübernahme erfolgt in Verantwortung der Behörde. Auf Grundlage der aktualisierten Datenbank werden Soll-Ist-Vergleiche geführt und notwendige Informationen an die weiteren Beteiligten zusammengestellt.

Durch die Vorgabe von Abfrageprotokollen werden einheitliche Nachweisführungen in Bezug auf die Überwachung der Eigenkontrolle, die Ergebnisse der Wartung bzw. der Überwachung abgefragt. Dadurch werden objektive Auswertungen und Vergleiche sichergestellt und automatisiert Zeiträume für Wartung und Überwachung zugewiesen.

Das Datenbankmanagement der zuständigen Wasserbehörde vergleicht intern Sollvorgaben mit ermittelten Istzuständen. Interner Vergleiche ergeben dann Vorgaben zu Wartung oder Instandhaltung, wenn baulich-betriebliche Zustände eine Gefahr für die Umwelt darstellen. Die Umsetzung von Vorgaben lässt sich automatisiert abfragen.

Die Erfahrungen zeigen, dass es sinnvoll ist, Einzeldatenbanken mit gleicher Datenstruktur in Eigenverantwortung der Zweckverbände zu betreiben. Diese sind dann zyklisch mit der Stammdatenbank der zuständigen Wasserbehörde zu synchronisieren.

Der funktionsgerechte Anlagenbetrieb lässt sich durch einfache Meßwertaufnahme und Übergabe durch Sonden- und Transpondertechnologie überwachen. Die Datenauswertung und -weiterleitung muss hierbei manipulationsfrei gestaltet werden. Sie kann durch den Wartenden oder Überwachenden erfolgen. Für den Betreiber wäre so eine bedarfsgerechtere Anpassung von Wartung- bzw. Überwachungszyklen an den tatsächlichen Anlagenzustand umsetzbar. Dies würde erhebliche monetäre Einsparungen auf der Betreiberseite ermöglichen.

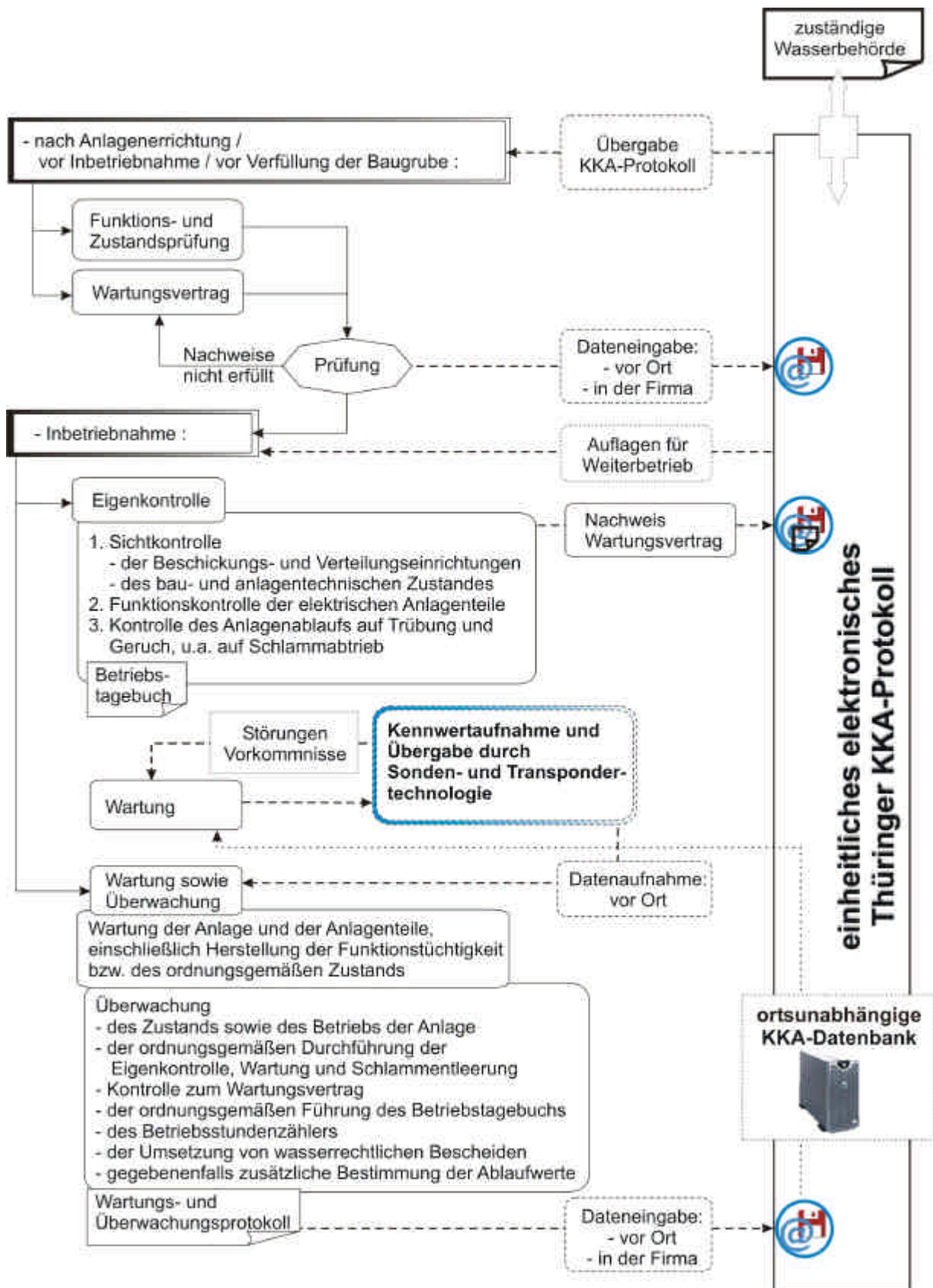


Abbildung 42: Datenmanagement für einen funktionsgerechten Betrieb

6 Möglichkeiten der Instandhaltung von Kleinkläranlagen

6.1 Bautechnische Ertüchtigung

Nach DIN 4261-101 muss eine Kleinkläranlage nach erfolgter bautechnischer Sanierung mindestens den gleichen Anforderungen genügen, die für neu herzustellende Anlage gelten. Dies trifft auch auf die dabei eingesetzten Werkstoffe und Bauteile zu. Die einzusetzenden Bauprodukte und Verfahren müssen nach den Regeln des Bauproduktengesetzes eine bauaufsichtliche Zulassung oder einen Prüfbescheid des Deutschen Instituts für Bautechnik Berlin (DIBt) aufweisen. Zu beachten ist dabei, dass Bauaufsichtliche Zulassungen und Prüfbescheide nur einen begrenzten Gültigkeitszeitraum, in der Regel von fünf Jahren aufweisen.

Die Gliederung der baulichen Instandhaltungsverfahren für Kleinkläranlagen ist eng angelehnt an die bautechnische Sanierung von begehbaren Abwasserkanälen und Schächten, die ausführlich in ATV M 143-1 beschrieben sind. Entscheidend für die Qualität und die Gebrauchstauglichkeit der Instandhaltung ist die sachgerechte Ausführung der Sanierungsmaßnahme. Daher ist bei der Vergabe derartiger Leistungen insbesondere auf die Sach- und Fachkunde, die Leistungsfähigkeit und die Zuverlässigkeit der ausführenden Firma zu achten.

Grundsätzlich wird bei der bautechnischen Instandhaltung von Kleinkläranlagen zwischen Reparatur, Renovierung und Erneuerung unterschieden. Unter Reparatur werden bautechnische Maßnahmen zur Behebung örtlich begrenzter Schäden verstanden. Dazu zählen:

- **Ausbesserungsverfahren**
- **Injektionsverfahren und**
- **Abdichtungsverfahren.**

Reparaturen von außen erfordern die Herstellung einer Baugrube. Reparaturen von innen werden maschinell oder von Hand und/oder unter Verwendung geeigneter Hilfsmittelgeräte durchgeführt.

Für Betreiber einer Kleinkläranlage, die vor der Entscheidung einer bautechnischen Ertüchtigung stehen und eine der vorgestellten Verfahren zur Reparatur, Renovierung oder Erneuerung einsetzen, ist im nachfolgenden Leitfaden der Abbildung 44 eine Handlungsanleitung erarbeitet worden. Darauf aufbauend können Grundsatzentscheidungen getroffen werden, ob und welche der bautechnischen Verfahren zur Ertüchtigung anzuwenden und wirtschaftlich sinnvoll sind.

Grundsätzlich sollte eine Entscheidung über die bautechnische Ertüchtigung sich daran orientieren, ob eine KKA auf der Basis einer Dauerlösung entsprechend Abwasserbeseitigungskonzept und wasserrechtlicher Genehmigungen weiterhin betrieben werden kann. Gehen von der Anlage sicherheits- und /oder umweltrelevante Schäden aus, müssen diese generell kurzfristig beseitigt werden.

Liegen die wasserrechtlichen Nachweise für einen Weiterbetrieb vor, ist zu prüfen, ob die bautechnische Anlage und das Reinigungsverfahren dem Stand der Technik entsprechen. Ergibt eine Prüfung, dass die vorab aufgeführten Parameter nicht erfüllt werden, ist nach Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zu entscheiden, ob die Instandhaltung als Erneuerung oder Ertüchtigung relevant ist. Auf der Grundlage einer vertieften bau- und verfahrenstechnischen Zustandserfassung sind mögliche Instandhaltungsstrategien zu erarbeiten.

Entspricht die Anlage den betrieblichen Anforderungen zum Stand der Technik, sind auf der Grundlage der Kostenermittlungen und der Wirtschaftlichkeitsprüfung entsprechende Sanierungsverfahren auszuwählen.

Ist die betriebliche Ertüchtigung der KKA vorgesehen, ist zu prüfen, welche baulichen Vorleistungen notwendig sind. Zu den Kriterien der Überprüfung zählen z.B. die Dichtheit der Kammern untereinander und der Gesamtanlage. Wird ein Kriterium nicht erfüllt, ist unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten über Sanierung oder Erneuerung, als Vorleistung einer verfahrenstechnischen Ertüchtigung zu entscheiden. Gegebenenfalls muss die Kleinkläranlage erneuert werden. Werden die Kriterien einer betrieblichen Ertüchtigung erfüllt, kann ein zum vorhandenen Anlagentyp entsprechendes Verfahren wirtschaftlich ausgewählt werden.

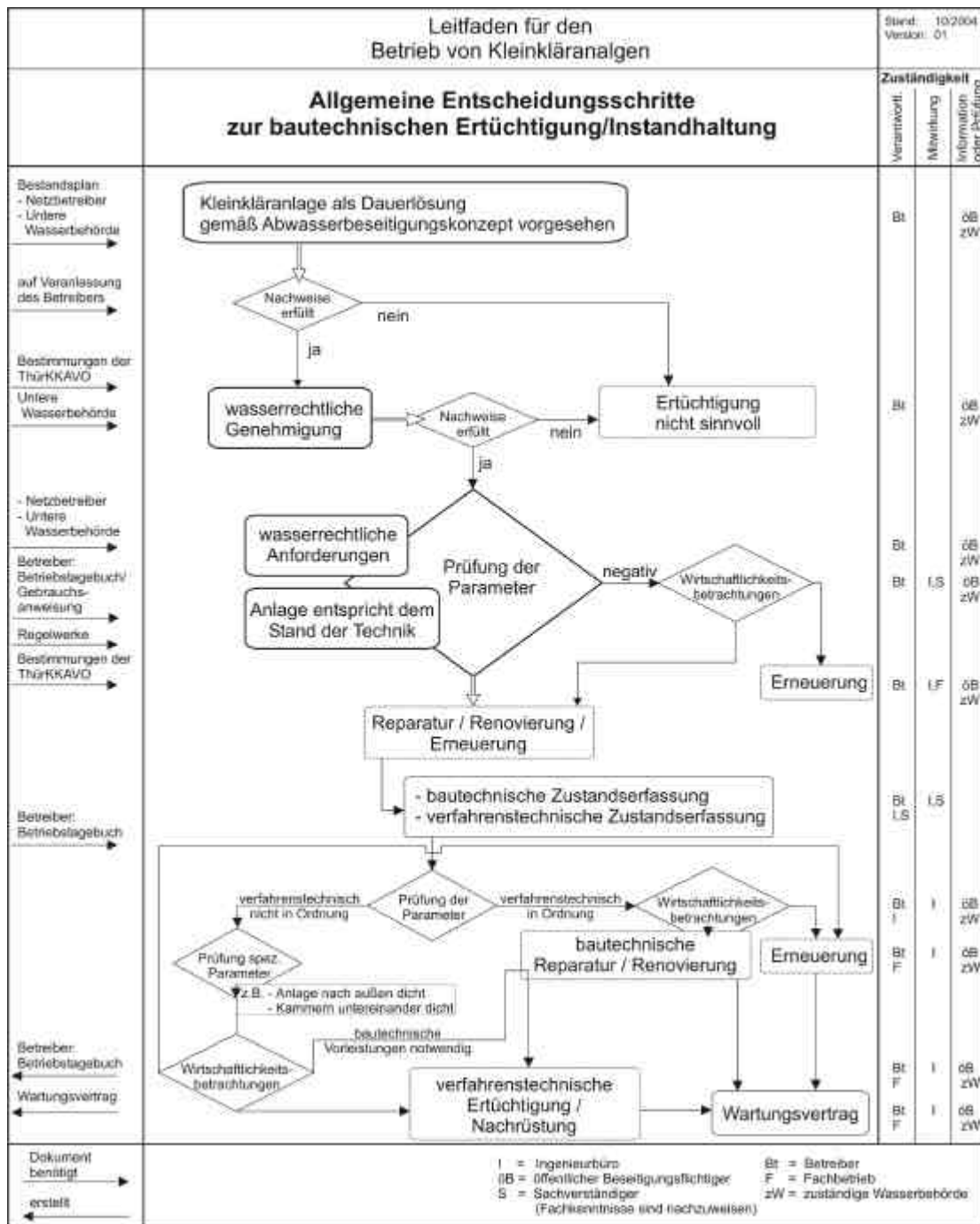


Abbildung 43 Leitfaden - Allgemeine Entscheidungsschritte zur bautechnischen Ertüchtigung/Instandhaltung

Ausbesserungsverfahren dienen zur örtlich begrenzten Ausbesserung oder zum Ersatz von Bauwerksteilen zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit, statischen Tragfähigkeit sowie der Wasserdichtheit. Einen wesentlichen Anteil bei der Reparatur nehmen der Austausch von Schachtkonen und -abdeckungen ein, da diese durch hydrogensulfitinitiierte Korrosion einer extremen chemischen Belastung ausgesetzt sind.

Schäden im Bereich der Behälterabdeckungen betreffen insbesondere Rissbildungen, Korrosion, mechanischen Verschleiß von Auflagerahmen und Deckel, Lageabweichungen und Setzungen. Die Ursachen liegen im korrosiven Angriff sowie im Versagen der Mörtelfugen infolge Salzbelastungen, Temperatur- und Feuchtegradienten sowie Frostbeanspruchungen.

Die Schadensbehebung im Bereich Behälterabdeckung, Rahmen und Schachtkonen kann aus Gründen der Tragfähigkeit nur durch Ersatz erfolgen, wobei in der Regel Abdeckung, Rahmen und Kone als Einheit ausgetauscht werden müssen.

Punktueller Reparaturen dienen der Ausbesserung von Fehlstellen in den Behälter- und Trennwänden, Fugen sowie in den Anschlussbereichen bei:

- partieller Oberflächenkorrosion,
- Absprengungen der Deckschicht infolge Korrosion der Bewehrung,
- mechanischen Beschädigungen,
- Undichtigkeiten.

Die Ausbesserung von Fehlstellen erfolgt durch Vermörtelung, das heißt Schließen und örtlicher Ersatz von Beton und Füllen von Hohlräumen. Reparaturen sind nur im geleerten Behälter möglich. Die Oberflächen sind zu Reinigen.

Unter **Injektion** (Einpressen) wird das Einbringen von Injektionsmitteln oder Füllgut nach ZTV-Riss 93 in Risse und Hohlräume unter Druck über Einfüllstutzen verstanden. Hohlräume können dabei sein:

- Klüfte, Spalten, Risse, Poren und kavernöse Strukturen im angrenzenden Erdreich,
- Spalten, Fugen, Risse und Poren im Behälter,
- Kontaktfugen zwischen Bauwerksteilen und zum umliegenden Erdreich.

Bei der Injektion von Kleinkläranlagenbehältern handelt es sich um Maßnahmen zur örtlich begrenzten Abdichtung und/oder Verfestigung von Lockergestein in der Umgebungszone, von Bauteilverbindungen, Rissen und Poren im Behälterbauteilen sowie zur Verfüllung von Hohlräumen im umgebenden Baugrund.

Das Füllen von Rissen ist vorzusehen, bei:

- Verhindern des Zutrittes von korrosionsfördernden Wirkstoffen durch Risse (Schließen),
- Beseitigen von rissebedingten Undichtigkeiten (Abdichten),
- Herstellen einer zug- und druckfesten Verbindung beider Rissufer (kraftschlüssiges Verbinden),
- Herstellen einer begrenzt dehnfähigen Verbindung beider Rissufer (dehnfähiges Verbinden).

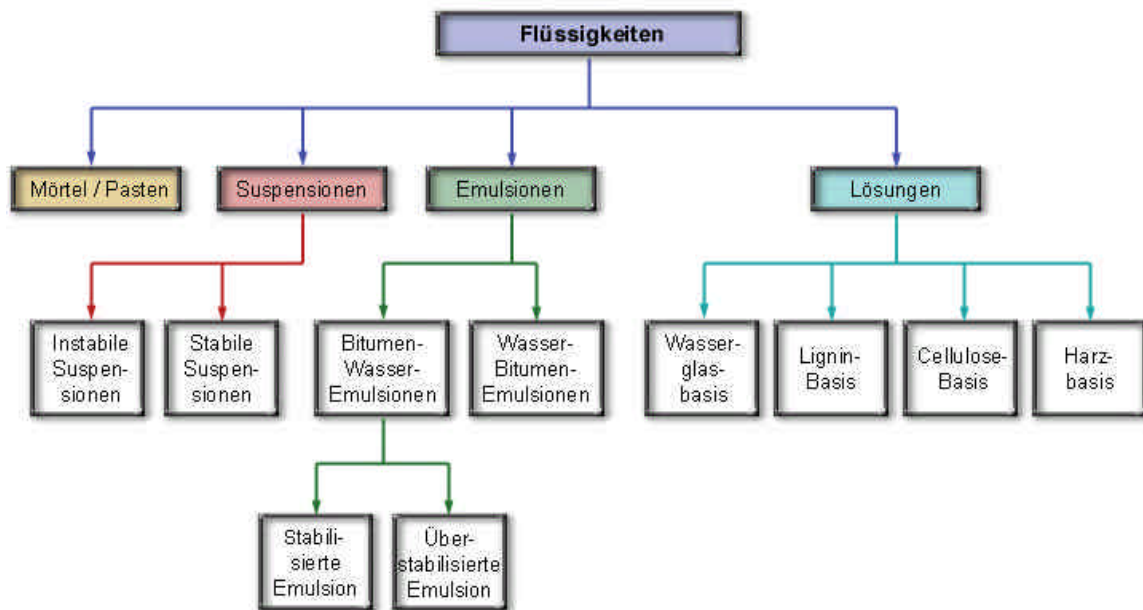


Abbildung 44: Grundsätzlich geeignete Injektionsflüssigkeiten zum Abdichten, Verfüllen und Verfestigen von Kleinkläranlagenbehältern

Eine begrenzt dehnfähige Verbindung ist Voraussetzung einer dauerhaften Abdichtung von Rissen, deren Breite sich ändert. Die zum Füllen von Rissen angewendeten Verfahren werden nach den Drücken zum Einfüllen des Füllgutes wie folgt unterschieden:

- Tränkung (T): Füllen ohne Druck zum Schließen der Risse,
- Injektion (I): Füllen mit Druck über Einfüllstutzen (Injektionspacker).

Als Füllgut für beide Füllarten werden Epoxidharze (EP) und Polyurethanharze (PUR) eingesetzt. Zum Schließen und Abdichten sehr breiter und feuchter Risse eignen sich auch modifizierte Zementleime (ZL). Die Verfahren werden nach Füllgut und Füllart z.B. wie folgt bezeichnet:

- Tränkung mit Epoxidharz: EP-T,
- Injektion mit Epoxidharz: EP-I,
- Injektion mit Polyurethanharz: PUR-I,
- Injektion mit Zementleim: ZL-I.

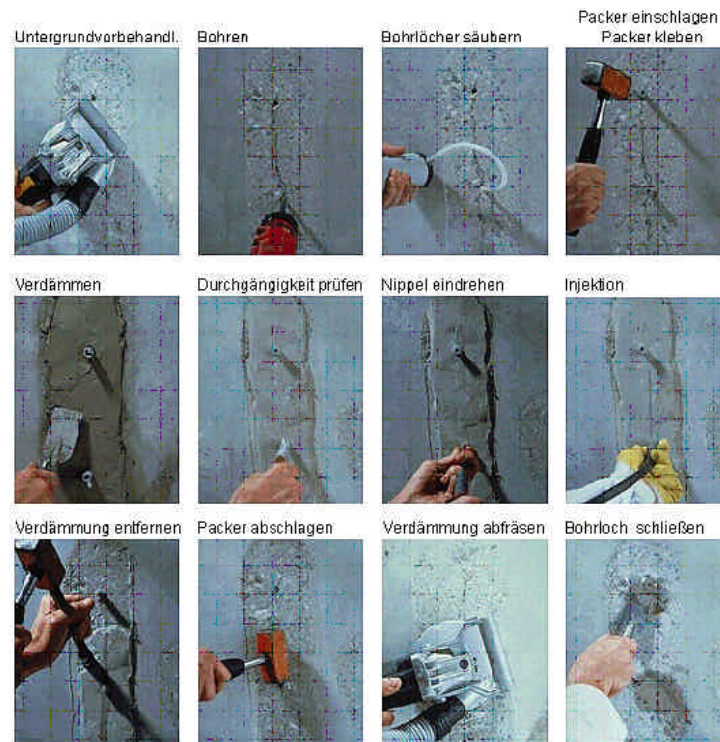


Abbildung 45: Grundsätzlicher Ablauf einer Rissinjektion zum Schließen von Rissen in Behälterwänden einer Kleinkläranlage

Unter **Abdichtung** versteht man örtlich begrenzte Maßnahmen zur Wiederherstellung der Wasserdichtheit und ggf. zur Stabilisierung der Tragfähigkeit. Sie erstrecken sich maßgeblich auf die Abdichtung von Innen durch Betonoberflächenbehandlung, Abdichtung von Fugen und Innenmanschetten.

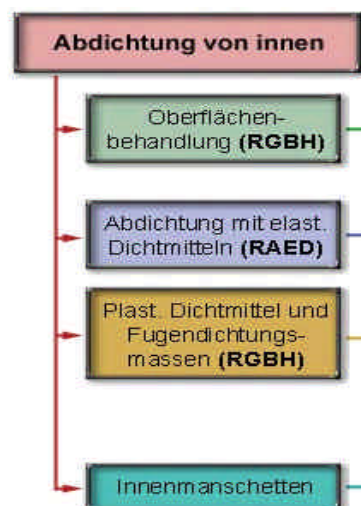


Abbildung 46: Grundsätzliche Abdichtungsverfahren für Kleinkläranlagen

Flächenhafte Durchfeuchtungen an Wänden, Trennwänden, Konen und Abdeckungen von Beton-, Stahlbeton und Mauerwerkskonstruktionen können durch Oberflächenbehandlung abgedichtet werden. Zur Abdichtung gegen nichtdrückendes Grundwasser wird ein flüssiges Verkieselungspräparat auf der Basis von Kieselsäureester eingesetzt.

Die Abdichtung beinhaltet das Aufsprühen des Verkieselungspräparates auf den feuchten, Untergrund und frisch in frisch das Nachschlännen mit einer Dichtungsschlämme. Die geschlännten Flächen werden abschließend nochmals mit dem Kieselsäureester besprüht.

Neuere Betondichtungsmittel auf der Basis von Portlandzement, sehr feinem Silikastaub und verschiedenen patentrechtlich geschützten Chemikalien mit der Bezeichnung Xypex können bei drückendem Grundwasser eingesetzt werden. Das flüssige Material diffundiert in die Betonporen und wandeln den im Beton enthaltenen freien Kalk in unlösliche Kristalle um.

Weitere zur Abdichtung geeignete Systeme sind zementgebundene Dichtungs- oder Sperrschlämme. Sie enthalten neben Zement und Quarzsanden zementreaktive Kunststoff- und Mineralzusätze. Die Schlämme werden in mindestens zwei Arbeitsgängen im Nass-in-nass-Verfahren aufgetragen. Diesbezüglich auf dem Markt befindliche Schlämme sind derzeit Ombran ASP, Ombran B und PCI-Kanadicht.

Bezüglich der Oberflächenverarbeitung, Ausführung, Überwachung, Prüfung und Abnahme der Oberflächenbehandlung gelten das AGI-Arbeitsblatt K 10, das Merkblatt über zement-gebundene starre und flexible Dichtungsschlämme der DBCh sowie die jeweiligen Herstellerangaben.

Die nachträgliche Abdichtung von Fugen und Bauteilverbindungen erfolgt durch Einbau von Abdichtungsstoffen (elastische Dichtmittel und plastische Dichtmittel) entsprechend DIN EN 476 sowie Fugendichtungsmassen.

Die Abdichtungsstoffe müssen die Anforderungen bezüglich

- Wasserdichtheit,
- Dichtheit bei mechanischen Beanspruchungen (Abwinkelung und Scherlast),
- Korrosionsbeständigkeit,
- thermischen Beanspruchungen

erfüllen. Hinsichtlich chemischer Einflüsse müssen Dichtstoffe so hergestellt werden, dass sie den zu erwartenden Angriffen ohne Beeinträchtigung ihrer Funktionsfähigkeit widerstehen.

Elastische Dichtmittel werden durch Verformung in die zu dichtenden Fugen eingebracht. Ihre Dichtwirkung ist abhängig von den durch die Verformung des Dichtmittels entstehenden gummielastischen Rückstellkräften. Eine Voraussetzung für die Dichtwirkung ist die Einhaltung der Mindestverformung zur Erzielung der für das ständige Anpressen an die Fugenwände erforderlichen Vorspannung. Für die konstruktive Ausbildung der Fuge und die Oberfläche der Bauteile im Fugenbereich gilt DIN 18540.



Abbildung 47: Hydrotite-Dichtungsprofile vor und nach dem Quellvorgang

Plastische Dichtmittel nach DIN 4062 sind Systeme, die als Bindemittel Bitumen, Steinkohlenteerpech oder Kunststoff enthalten, und bei Temperaturen um 20 °C verarbeitbar sind. Sie bestehen aus unvernetzten Stoffen, die durch einen Fließvorgang in die zu dichtenden Fugen eingeformt werden.

Ergänzend zu den Dichtstoffen finden zunehmend chemisch vernetzende **Zwei-Komponenten-Fugendichtungsmassen** Anwendung. Sie ergeben homogene, elastische Dichtungen in relativ kurzer Zeit. Dichtstoffe und Fugendichtungsmassen dichten die Fugen durch Haftung an den

Fugenflanken (Adhäsion). Für Fugendichtungsmassen gelten die Bau- und Prüfgrundsätze für Zwei-Komponenten-Dichtstoffe für Abwasseranlagen des Deutschen Institut für Bautechnik Berlin.

Nach den Bau- und Prüfgrundsätzen (BPG) des DIBt dürfen im Bereich von Kleinkläranlagen als Fugendichtstoffe derzeit ausschließlich Polyurethanfugendichtungssysteme verwendet werden. Diese zeichnen sich durch ihre sehr gute Abriebfestigkeit, Chemikalienbeständigkeit und Flexibilität bei tiefen Temperaturen (konstantes Verhalten bei Temperaturwechsel) aus, gleichzeitig besitzen sie gute Beständigkeit gegenüber mikrobiologischen Angriffen.

Für Zwei-Komponenten-Fugendichtungsmassen enthalten die BPG des DIBt Berlin neben den erforderlichen Prüfungen auch Richtlinien für die Verarbeitung, die Bemessung und für die Beschaffenheit der Kontaktflächen. Die Einhaltung der geforderten Eigenschaften der Fugendichtungsmasse ist durch eine Zulassungsprüfung als Voraussetzung für die Erteilung eines Prüfzeichens nachzuweisen und durch eine Überwachung zu sichern.

Örtlich begrenzte Schäden können durch den Einbau von **Innenmanschetten** abgedichtet und statisch stabilisiert werden. Der Einsatzbereich ist verfahrensabhängig und erstreckt sich vorzugsweise auf die Schadensarten:

- Bauteilverbindungen: Undichtigkeiten, Verwurzelung, Versatz
- begrenzte Risse
- begrenzte Abplatzungen.

Bei dem für Stahlbetonbehälter eingesetzten Verfahren wird nach sorgfältiger Reinigung der Oberflächen beiderseits der undichten Stelle eine Elastomer-Dichtungsmanschette von Hand über den abzudichtenden Bereich gelegt und mittels Spannbändern gegen die Wandflächen gepresst.

Unter **Renovierung** versteht man Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen bautechnischen Funktionsfähigkeit von unter vollständiger oder teilweiser Einbeziehung ihrer ursprünglichen Bausubstanz. Zur Durchführung dienen:

- Beschichtungsverfahren und
- Auskleidungsverfahren.

Renovierungsverfahren werden eingesetzt bei örtlich begrenzten, wiederholten Schäden sowie bei umfangreichen Schäden und erstrecken sich immer auf den gesamten Behälter. Die Querschnittsabmessungen des Behälters werden in der Regel jedoch reduziert.

Beschichtungen dienen zur Wiederherstellung des Widerstandsvermögens gegen physikalische, biologische, chemische und/oder biochemische Angriffe von innen und zur Wiederherstellung der statischen Tragfähigkeit sowie der Wasserdichtheit.

Man unterscheidet die Spezialverfahren Auspressverfahren, Verdrängungsverfahren, Aufspritzverfahren und Anschleuderverfahren. Für Beschichtungsverfahren sind eine Vielzahl von Merk- und Arbeitsblättern sowie Richtlinien wie ZTV-SIB 90, DAfStb Richtlinie - Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, DIN 28052 und DIN 28054 gültig.

Beschichtungen werden nach der Schichtdicke unterschieden in Hydrophobierung, Versiegelung, filmbildende Beschichtung und Mörtelbeschichtung. Für die bautechnische Ertüchtigung von Kleinkläranlagen haben ausschließlich Mörtelbeschichtungen Bedeutung. Die Beschichtungen erfolgen hierbei sowohl händisch als auch im Spritzverfahren.



Abbildung 48: Spritzmörtelauftrag im Nassspritzverfahren

Anschleuderverfahren werden zum maschinellen Aufbringen von Zementmörtel- oder Reaktionsharzauskleidungen eingesetzt. Dazu ist in den vergangenen Jahren eine spezielle Maschinenteknik entwickelt worden, die es ermöglicht, innerhalb kurzer Zeit eine vollflächige Beschichtung aufzubringen. Die Beschichtungen werden ausschließlich zur vollflächigen Renovierung von Kleinkläranlagen eingesetzt. Einsatzgrenzen sind spezielle Anforderungen an den Untergrund (Rauigkeit, Feuchtigkeit) und die Umgebungsbedingungen.

Unter **Auskleidung** mit Montageelementen versteht man selbsttragende und nichtselbsttragenden Teil- und Vollauskleidungen mit vorgefertigten Montageelementen. Dabei werden einzelne Auskleidungselemente über Schächte und Öffnungen eingebracht und vor Ort von Hand montiert. Sie dienen zur Wiederherstellung des Widerstandsvermögens gegen physikalische und/oder chemische, biologische und biochemische Angriffe von innen, in Sonderfällen auch der statischen Tragfähigkeit sowie zur Wiederherstellung der Wasserdichtheit. Die Verfahren können üblicherweise bei Schadensarten Anwendung finden, bei denen die Standsicherheit des auszukleidenden Bauwerkes noch gegeben ist und der Querschnitt ausreichend groß ist.

- Gebräuchliche Auskleidungssysteme sind:
- Steinzeug-Plattenelemente
- Platten und Bahnen aus Kunststoff,
- Platten und Bahnen aus Kunststoff mit integrierten Verankerungselementen,
- Glasfaserbeton-Fertigteile mit PVC-U-Stegplatten,
- Hohlkammerstegprofile aus Kunststoff,
- Platten aus Edelstahl.

Die Verankerung der Auskleidungen erfolgt mit Befestigungselementen, wie Schienen und/oder Schrauben und Dübeln oder durch Einbinden von Stegen, Noppen oder Fasern, die Bestandteil der Kunststoffformteile und fest mit diesen verbunden sind (integrierte Verankerungselemente), in die Mörtel hinterfüllung.

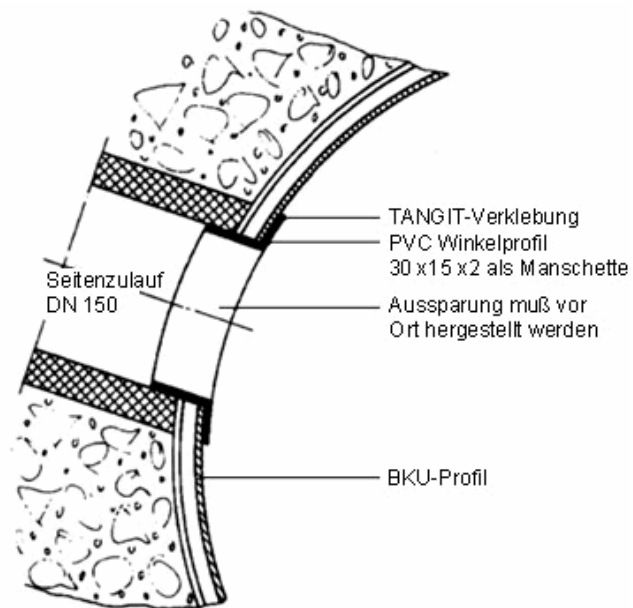


Abbildung 49: BKU-Teilauskleidungssystem mit Anbindung des Seiteneinlaufes

Die nachfolgenden Abbildungen 50 bis 55 zeigen Beispiele der Auskleidung von Stahlbetonbehältern mittels vorgefertigter oder örtlich einzubringender Montageelemente.

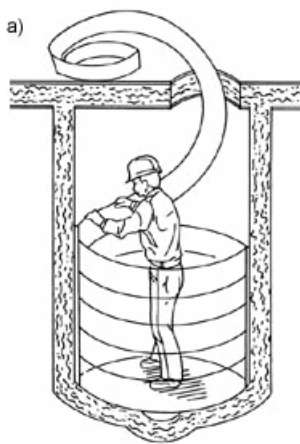


Abbildung 50: Einbringen von Abdichtungsbändern im Wickelverfahren

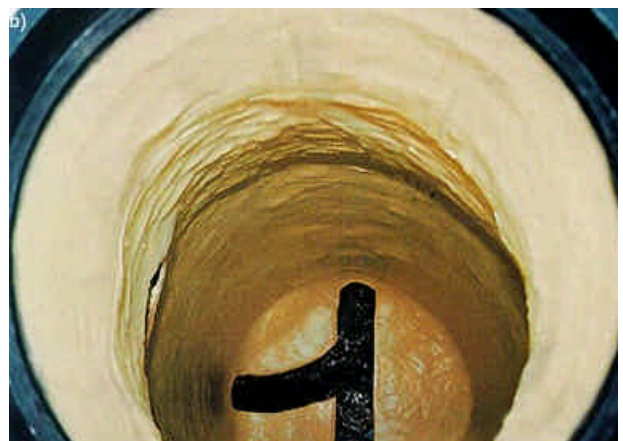


Abbildung 51: Einbringen eines kunstharzgebundenen Inliners in einen Schacht



Abbildung 52: Einbringen vorgefertigter GFK-Elemente in einem Schacht



Abbildung 53: Einbringen von vorgefertigten PVC-Elementen in einen Schacht



Abbildung 54: Auskleidung mit integriertem Verankerungssystem (PEHD)



Abbildung 55: Auskleidung mit GF-UP-Platten

6.2 Nachrüstung bestehender Kleinkläranlagen

Bei bestehenden Mehrkammergruben gibt es die Möglichkeit, sie u.U. mit Nachrüstsätzen zu vollbiologischen Kleinkläranlagen auszubauen. Diese Nachrüstsätze müssen, wie komplette vollbiologische Kleinkläranlagen, eine Zulassung des DiBt in Berlin aufweisen.

Zwei- und Dreikammergruben können zu Membranbelebungs (MBR)- oder SBR-Anlagen umgerüstet werden.

Bei der Umstellung einer Zweikammergrube wird i.d.R. die kleinere Kammer als Vorklärung/ Grobentschlammung und Schlamm-speicher genutzt und die größere Kammer dient als Batch-Reaktor beim SBR-Verfahren bzw. als Bioreaktor mit eingehängter Membran beim MBR-Verfahren.

Bei einer Dreikammergrube wird ähnlich verfahren, wobei hier eine der beiden Kammern direkt als Schlamm-speicher fungiert. Die große Kammer wird wieder als Reaktor genutzt. Aus der Umnutzung der einzelnen Kammern folgt, dass sich gegenüber der Nutzung als Zwei- bzw. Dreikammergrube die Fließrichtung umkehrt. In der bestehenden Grube muss dazu das Zulaufrohr im Grubeninneren verlängert und der bestehende Ablauf muss durch ein Rohrknie höher gesetzt werden. Er dient weiterhin als Notüberlauf für die gesamte Grube. Verfahrensbedingt wird beim MBR- und beim SBR-Verfahren das gereinigte Abwasser aus dem Reaktor in den Ablauf gehoben. Die Fließrichtungsumkehr lässt sich daher bei diesen Verfahren mit vertretbarem Aufwand durchführen.

Beim Einsatz sowohl des SBR- wie des MBR-Verfahrens ist entscheidend, dass die Kammern untereinander dicht sind, da im Betrieb unterschiedliche Wasserspiegeln in den Kammern auftreten. Wichtig ist dabei, dass die inneren Grubenwände dicht und nicht benötigte Verbindungen zwischen den Kammern ordnungsgemäß verschlossen sind. Ist diese Dichtheit nicht gegeben, dann gleichen sich die Wasserspiegellagen zwischen der bzw. den beiden ersten Kammer(n) und der Reaktorkammer aus. In der Belüftungsphase kann es dann durch den zu hohen Wasserspiegel im Reaktor zu einem ungewollten Schlammabtrieb in die kleine(n) Kammer(n) (Grobentschlammung/Schlamm Speicher) kommen, der die Funktion der biologischen Stufe beeinträchtigt. Kurzschlussströme sind nicht auszuschließen.

Bei Dreikammergruben besteht weiterhin die Möglichkeit, diese zu einer belüfteten Festbetтанlage umzurüsten. Dabei wird in die erste kleine Kammer der Grube (2. Kammer in Fließrichtung) das Festbett eingebaut. Die große Kammer (1. Kammer in Fließrichtung) wird weiter als Vorklärunг und Schlamm Speicher genutzt und die zweite kleine Kammer (3. Kammer in Fließrichtung) dient als Nachklärunг. Bei diesem Verfahren wird also die gegebene Fließrichtung der Grube nicht verändert, zudem weisen die drei Kammern einen nahezu einheitlichen Wasserspiegel auf. Die Dichtheit der einzelnen Kammern untereinander muss auch hier, besonders für die Kammer mit dem Festbett, gegeben sein, um Kurzschlussströme zu vermeiden.

Wichtig ist, dass bei den Umrüstungen die in der DIN 4261 Teil 1 und 2 geforderten spezifischen Nutzvolumina eingehalten werden. Ist dies nicht möglich, aber die Grube bautechnisch weiter nutzbar, so kann sie in einer Mehrkammeranlage, z.B. als Vorklärunг und Schlamm Speicher, einbezogen werden.

6.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Für Sanierungsaufgaben geschädigter KKA sind derzeit unter der Schlüsselnummer Z-42 verschiedene Bauprodukte und Bauverfahren mit einer vom DIBt erteilten Allgemeinen Bauaufsichtlichen Zulassung oder einem Prüfbescheid vorhanden. Dazu zählen unter anderem:

- Z-42.2: Innenauskleidungen aus vorgefertigten PVC-, GFK-, PP- oder PE-Elementen
- Z-42.3: Injektionsverfahren und Liningsysteme zur Abdichtung gegenüber Ex- und Infiltrationen
- Z-42.4: Dichtstoffe zum Abdichten von Schachtelementen und Verbindungen
- Z-42.5: Elastomerdichtsysteme als dauerelastische Manschetten zur Abdichtung gegenüber drückendem Grundwasser.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen von Instandhaltungsmaßnahmen basieren auf

- der Ausarbeitung von Sanierungsstrategien
- der Wirtschaftlichkeitsprüfung einzelner Sanierungsverfahren
- der Kostenermittlung der Sanierungsverfahren und
- Vergleich Erneuerung / Sanierung (LAWA Leitlinien).

Entscheidende Kriterien derartiger Betrachtungen sind die normative Nutzungsdauer der Anlagen, die Nutzungsdauer von Sanierungsmaterialien sowie die Kosten für eine Neuinvestitionen und für die Instandhaltung. Für normgerechte Kleinkläranlagen wird derzeit von einer betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer von maximal 15 Jahren ausgegangen. Damit ergibt sich für eine 4-EW-KKA eine mittlere jährliche Abschreibung von 335 Euro entsprechend Tabelle 10.

Neben den direkten Instandhaltungskosten, basierend auf den Material-, Geräte- und Personalkosten für die Sanierung der Anlage sind die indirekten Kosten für die Entleerung, ggf. Wasserhaltung, Reinigung, Trocknung, Oberflächenvorbehandlung, Anbindung von Ein- und

Zuläufen und Baustelleneinrichtung von wesentlicher Bedeutung. Dazu kommt der Zeitfaktor, das heißt die Zeitspanne, in dem die Instandhaltungsmaßnahme abgeschlossen werden kann.

Hierbei sind insbesondere schnell härtende Beschichtungssysteme auf der Basis von Reaktionsharzen oder vorgefertigte Montageelemente auf der Basis von GFK, PVC und PE deutlich im Vorteil gegenüber zementären Sanierungsmaterialien. Andererseits sind die technischen und monetären Anforderungen an die Vorbereitung der Instandhaltungsmaßnahme und die Baustelleneinrichtung in der Regel deutlich höher. Zementäre Sanierungssysteme erfordern eine Aushärtezeit von mindestens 7....14 Tagen, vorgefertigte Montageelemente und Reaktionsharzsysteme können unmittelbar nach dem Aufbringen belastet werden.

Für punktuelle Schäden sind Teilauskleidungen, Teilbeschichtungen und Riss- bzw. Hohlrauminjektionen deutlich wirtschaftlicher als Komplettsanierungen. Aus den Erfahrungen der Instandhaltung von Schächten kann mit den in der nachfolgenden Tabelle 9 genannten mittleren bautechnischen Instandhaltungsaufwendungen gerechnet werden.

Tabelle 9: Monetäre Aufwendungen für die bautechnische Instandhaltung von KKA

Instandsetzungs- verfahren	Einzelverfahren	Baustelleneinrichtung pauschal in Euro	Mittlere Gesamt-kosten/ m ² in Euro
Ausbesserungs-verfahren	zementgebundene Reparaturmörtel	-	25.....35
	Reaktionsharzmörtel		60....120
Injektionsverfahren	EP-Verpressung	250....500	40....70
	PUR-Verpressung		30....60
	ZL-Verpressung		30....40
Abdichtungs- verfahren	Fugenabdichtung/ Bänder	-	140
	Innenmanschetten		140....250
Beschichtungen	Spritzmörtel	400	30....35
Auskleidungen	GFK-Montageelemente	200....1.000	40....120
	PE-Liner		80....250

Für die Instandsetzung einer 4-EW-KKA ist unter den genannten monetären Aufwendungen für einzelne Sanierungsverfahren mit einem mittleren Kostenaufwand von 800....2.500 Euro zu rechnen. Auf Grund der mittleren Investitionskosten von 5.029 Euro/4-EW-KKA (ohne Transport und Einbau) entsprechend der Tabelle 10 für den Neubau wird in den meisten Fällen eine Instandsetzung vorhandener KKA, vor allem in Bezug auf die verbleibende Nutzungsdauer, unwirtschaftlich sein.

7 Vergleich zu Kosten unterschiedlicher Kleinkläranlagentypen

Die nachfolgenden Ausführungen sind das Ergebnis von Literaturrecherchen zu Kosten unterschiedlicher Kleinkläranlagentypen. Die entstehenden Kosten lassen sich grundsätzlich in Investitionskosten und Betriebskosten differenzieren. Die Betriebskosten umfassen vor allem die laufenden Kosten für Wartung, Unterhaltung und Abfuhrgebühren.

Bei einem Vergleich der Kosten sind sowohl die Investitionskosten, als auch die Betriebskosten über die gesamte avisierten Nutzungsdauer maßgebend.

Die nachfolgenden Ausführungen unterliegen konjunkturellen und örtlichen Abhängigkeiten. Sie können jedoch als Anhaltswert für Kostenvergleichsrechnungen angewendet werden.

Tabelle 10: Investitionskosten für Kleinkläranlagen (ohne Transport und Einbau)

Investitionen [€]									
Quelle		Pflanzenkläranlage		Tropfkörper	Festbetтанlage		Belebungs- anlage	SBR-Verfahren	
		/63/	/62/	/63/	/63/	/62/	/63/	/63/	/62/
Neubau (Vorbehandlung + biologische Reinigungsstufe)	4-EW	2.500,- bis 11.265,- Æ 6.883,-	4.200,- bis 6.750,- Æ 5.475,-	4.250,- bis 6.400,- Æ 5.325,-	2.445,- bis 8.025,- Æ 5.235,-	3.400,- bis 5.000,- Æ 4.200,-	3.596,- bis 7.366,- Æ 5.481,-	2.620,- bis 5.250,- Æ 3.935,-	2.800,- bis 4.600,- Æ 3.700,-
	8-EW	3.200,- bis 13.265,- Æ 8.233,-	6.000,- bis 9.250,- Æ 7.625,-	4.580,- bis 6.500 Æ 5.540,-	2.705,- bis 8.880,- Æ 5.793,-	3.800,- bis 5.300,- Æ 4.550,-	4.222,- bis 9.266,- Æ 6.744,-	2.575,- bis 5.900 Æ 4.238,-	3.250,- bis 4.800,- Æ 4.025,-
Nachrüstung (in bestehende Vorbehandlung)	4-EW					2.500,- bis 3.600,- Æ 3.050,-			1.850,- bis 3.200,- Æ 2.525,-
	8-EW					2.500,- bis 3.800,- Æ 3.150,-			2.000,- bis 3.400,- Æ 2.700,-
Vorbehandlung vorhanden (nur biologische Reinigungsstufe in neuen Schacht)	4-EW		2.700,- bis 4.200,- Æ 3.450,-			4.000,- bis 4.450,- Æ 4.225,-			3.900,- bis 4.200,- Æ 4.050,-
	8-EW		3.300,- bis 6.050,- Æ 4.675,-			4.300,- bis 4.850,- Æ 4.575,-			4.100,- bis 4.550,- Æ 4.325,-

Tabelle 11: Betriebskosten von Kleinkläranlagen

Betriebskosten [€/a]											
		Pflanzen- kläranlage	Festbett- anlage	Belebungs- anlage / konven- tionell	Belebungs- anlage / Membran- filter	Belebungs- anlage / SBR- Anlage	Filter- schächte	Tropf- körper	Tauch- körper	Abwasser- teiche	Quelle
Energiebedarf	4-EW	0,- bis 20,- Æ 10,-	70,- bis 100,- Æ 85,-			45,- bis 120,- Æ 83,-					/62/
	4-EW	0,-			55,-	55,-		5,-			/64/
	4-EW			47,-		65,-					/66/
	4-EW			48,-			2,-	17,-	92,-	0,-	/68/
	8-EW	0,- bis 40,- Æ 20,-	140,- bis 200,- Æ 170,-			90,- bis 240,- Æ 165,-					/62/
Wartung	4/8- EW	60,- bis 75,- Æ 68,-	210,- bis 420,- Æ 315,-			210,- bis 420,- Æ 315,-					/62/
	4-EW	210,-			230,-	295,-		265,-			/64/
	4-EW	105,-	218,-	248,-				233,-	248,-	108	/65/
	4-EW			200,-		200,-					/66/
	4-EW		150,- bis 250,- Æ 200,-	150,- bis 250,- Æ 200,-	150,- bis 250,- Æ 200,-	150,- bis 250,- Æ 200,-		150,- bis 250,- Æ 200,-	150,- bis 250,- Æ 200,-		/67/
	4-EW	175,-				350,-	175,-	350,-	350,-		/68/
Instandhaltung	4-EW	20,- bis 50,- Æ 34,-	30,- bis 75,- Æ 53,-			30,- bis 75,- Æ 53,-					/62/
Fäkalschlamm- abfuhr	4-EW	60,- bis 120,- Æ 90,-	60,- bis 120,- Æ 90,-			60,- bis 120,- Æ 90,-					/62/
	4-EW	50,-			25,-	50,-		50,-			/64/
	4-EW			54,-		54,-					/66/
	4-EW	40,-				56,-	40,-	56,-	52,-		/68/
	4-EW	60,-	60,-	60,-	60,-	60,-	60,-	60,-	60,-		/69/
	8-EW	120,- bis 240,- Æ 180,-	120,- bis 240,- Æ 180,-			120,- bis 240,- Æ 180,-					/62/

Tabelle 12: Betriebs- und Überwachungskosten sowie zusätzlich anfallende Kosten von Kleinkläranlagen

Betriebs- und Überwachungskosten [€/a]											
		Pflanzen- kläranlage	Festbett- anlage	Belebungs- anlage / konven- tionell	Belebungs- anlage / Membran- filter	Belebungs- anlage / SBR- Anlage	Filter- schächte	Tropf- körper	Tauch- körper	Abwasser- teiche	Quelle
Energiebedarf und Wartung	4-EW	214,-	379,-	474,-	558,-	292,-	100,-	320,-	480,-		/62/
Betriebsmittel und Wartungskosten (ohne Fäkalschlammabfuhr)	4-EW	90,- bis 610,- Æ 350,-	130,- bis 595,- Æ 363,-	320,- bis 774,- Æ 547,-		130,- bis 438,- Æ 284,-		295,- bis 363,- Æ 329,-			/63/
	8-EW	100,- bis 610,- Æ 355,-	200,- bis 615,- Æ 408,-	345,- bis 814,- Æ 580,-		180,- bis 482,- Æ 331,-		295,- bis 397,- Æ 346,-			/63/
Summe Betriebskosten (Energiebedarf, Wartung, Instandhaltung, Fäkalschlamm)	4-EW	140,- bis 265,- Æ 203,-	370,- bis 715,- Æ 543,-			345,- bis 735,- Æ 540,-					/62/
	4-EW	260,-			310,-	400,-		320,-			/64/
	4-EW			301,-		319,-					/66/
	4-EW	215,-				454,-	217,-	423,-	494,-		/68/
	4-EW	274,-	439,-	534,-	618,-	352,-	160,-	380,-	540,-		/69/
	8-EW	200,- bis 405,- Æ 303,-	500,- bis 935,- Æ 718,-			450,- bis 975,- Æ 713,-					/62/
bauseits bedingte Kosten ¹⁾		bis zu 1500,-	bis zu 1500,-	bis zu 1500,-		bis zu 1500,-		bis zu 1500,-			/63/
Planungskosten		bis zu 500,-	bis zu 500,-	bis zu 500,-		bis zu 500,-		bis zu 500,-			/63/
Begutachtung		400,-	400,-	400,-		400,-		400,-			/63/
Bauabnahme		300,-	300,-	300,-		300,-		300,-			/63/
Überwachung	4-EW	100,-				100,-		100,-	100,-		/68/
	4-EW	60,-	60,-	60,-	60,-	60,-	60,-	60,-	60,-		/69/

¹⁾ wie z.B. Baugrubenaushub, Herstellungskosten für Zu- und Ablaufleitungen, Inspektionsschacht, Einleitungsbauwerk, Baugrubenverfüllung, Geländewiederherstellung, vorübergehende Nutzung / Beeinträchtigung von Nachbargrundstücken usw.

8 Literatur

- /1/ Sander, E.; Rosenzweig, K.
Wasserrecht - Abwasserrecht, Band 1
Berlin Verlag Arno Spitz GmbH, 1999
- /2/ Novellierung der
Thüringer Verordnung über die Eigenkontrolle von Abwasseranlagen (Thüringer
Abwassereigenkontrollverordnung - ThürAbwEKVO)
- /3/ Finke, G.
Kleinkläranlagen; Technik - Recht - Planung - Ausführung - Wartung
ATV-DVWK-Landesverband Nord
- /4/ Selle, O.
Bautechnische Sanierung von Kleinkläranlagen
SPS CONSULT, Forschungs-, Prüfungs- und Gutachtergesellschaft mbH Leipzig
- /5/ Felde, K. von; Burmester, M.
Betrieb und Überwachung von Kleinkläranlagen
Schriftenreihe der Kommunalen Umwelt Aktion U.A.N - Heft 42
Mai 2001
- /6/ Feistel, U.
Zustandsanalyse der Abwasserbehandlungssituation im ländlichen Bereich des
Freistaates Thüringen
Dipolararbeit an der Bauhaus-Universität Weimar, 1997
- /7/ Informationskatalog Abwassertechnik / Arbeitssammlung
Arbeitsmittel PHQ / IS 193
VEB BMK Industrie- und Hafenbau
- /8/ Angebotsprojekt Kleinkläranlage
Typ 1 bis 7 - Anwenderinformationen VEB Projektierung Wasserwirtschaft,
Dezember 1983
- /9/ Informationsblatt Dezentrale Abwasserbehandlung
Kompetenzzentrum für umweltgerechtes Bauen
- /10/ Merkblatt Nr. 10 zu bestehenden Kleinkläranlagen und notwendige
wasserrechtliche Erlaubnis
Landkreis Potsdam-Mittelmark, Umweltamt - Untere Wasserbehörde; Belzig
- /11/ Abwasserentsorgung von Einzelanwesen
-Hinweise zum sachgemäßen Bau und Betrieb von Kleinkläranlagen-
Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft
Stand: Juli 2002 (zurückgezogen)
- /12/ Abwasserbeseitigung im Außenbereich (Kleinkläranlagen)
Merkblätter Nr. 3
Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
- /13/ Heesen, D.
Kontinuierliche Überwachung von Kleinkläranlagen
Materialien Nr. 28; Umweltüberwachung im Spannungsfeld
Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
- /14/ Abwasserbehandlung in Pflanzenkläranlagen
Merkblätter Nr. 23
Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
- /15/ Kleinkläranlagen
Richtlinie für den Einsatz, die Auswahl und die Bemessung von Kleinkläranlagen
Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
Stand: 1995

- /16/ Hinweise zu Grundstückskleinkläranlagen
Genehmigung, Ausführung, Bau, Betrieb und Wartung von grundstückseigenen Kleinkläranlagen
Wasser-/ Abwasserzweckverband Arnstadt und Umgebung
- /17/ Richtlinie über den Einsatz von Kleinkläranlagen
Bekanntmachung des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung Brandenburg
- /18/ Abwasserentsorgung im ländlichen Raum
Förderung von Kleinkläranlagen und kleinen Kläranlagen in Mecklenburg-Vorpommern
Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern, 1999
- /19/ Kleinkläranlagen 2002
Schriftenreihe der Kommunalen Umwelt Aktion U.A.N - Heft 45
November 2002
- /20/ Richtlinie über die Einsatzmöglichkeiten von Kleinkläranlagen zur Abwasserreinigung
Bekanntmachung des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung vom 27. Mai 1994
Amtsblatt für Brandenburg Nr. 60 vom 2 September 1994
- /21/ Erlass zur wasserrechtlichen Zulässigkeit von Einleitungen aus Kleinkläranlagen
Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt
Thüringer Staatsanzeiger Nr. 12; 2004
- /22/ Abwasserbeseitigungspflicht und Befreiung von der Abwasserbeseitigungspflicht - Vollzugshinweise zu § 40 LWaG -
Erlaß der Ministeriums für Bau, Landesentwicklung und Umwelt
Amtsblatt für Mecklenburg-Vorpommern; 1998
- /23/ Verwaltungsvorschrift über allgemein anerkannte Regeln der Technik für die Abwasserbehandlung mittels Kleinkläranlagen
(Kleinkläranlagenvorschrift-Verwaltungsvorschrift - KKA-VwV)
Amtsblatt für Mecklenburg-Vorpommern; Nr. 7; 1994
- /24/ Abwasserbeseitigung über nicht kanalisationsgebundene Grundstücksentwässerungsanlagen - Kleinkläranlagen (KKA) -
Erlaß der Ministeriums für Bau, Landesentwicklung und Umwelt
Amtsblatt für Mecklenburg-Vorpommern; Nr. 37; 1998
- /25/ Kleinkläranlagen als Dauerlösung für die Abwasserbeseitigung für Grundstücke außerhalb im Zusammenhang bebauter Ortsteile
RdErl. des Ministeriums Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft
Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen; Nr. 7; 1995
- /26/ Vollzug des § 151 Abs. 4 und 5 WG LSA - Freistellung von der Abwasserbeseitigungspflicht -
RdErl. des MRLU; MBl. LSA; Nr. 9; 1997
- /27/ Bekanntmachung der Neufassung des Entwässerungsortgesetzes
Gesetzblatt der freien Hansestadt Bremen; Nr. 31; 2002
- /28/ Berücksichtigung wasserrechtlicher Belange in der Bauleitplanung und bei der Prüfung der Zulässigkeit von Vorhaben sowie Regelungen für die Prüfung und Zulassung von Maßnahmen nach wasserrechtlichen und baurechtlichen Vorschriften
Hessische Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit
Staatsanzeiger für das Land Hessen, Nr. 25; 1997
- /29/ Einführung der DIN 4261 als anerkannte Regeln der Technik für die Errichtung und den Betrieb von Abwasseranlagen
Amtsblatt für Schleswig-Holstein; Nr. 30; 1992

- /30/ DIN 4261 Teil 1
Kleinkläranlagen; Anlagen zur Abwasservorbehandlung
Stand: Dezember 2002
- /31/ DIN 4261 Teil 2
Kleinkläranlagen; Anlagen mit Abwasserbelüftung
Stand: Juni 1984
- /32/ DIN 4261 Teil 4
Kleinkläranlagen; Anlagen mit Abwasserbelüftung, Betrieb und Wartung
Stand: Juni 1984
- /33/ DIN 4261 Teil 101
Kleinkläranlagen; Anlagen ohne Abwasserbelüftung,
Grundsätze zur werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung
Stand: Februar 1998
- /34/ DIN V 4261 Teil 31 - zurückgezogenes Dokument -
Kleinkläranlagen; Anlagen ohne Abwasserbelüftung,
Betrieb und Wartung, Übergangsbedingungen für TGL 7762/03.87
Änderung 1 zu DIN 4261 Teil 3
- /35/ DIN EN 12566 Teil 1
Kleinkläranlagen für bis zu 50 EW
Werkmäßig hergestellte Faulgruben
Deutsche Fassung EN 12566 Teil 1 : 2000
Stand: September 2000
- /36/ DIN EN 12566 Teil 1/A1
Kleinkläranlagen für bis zu 50 EW
Werkmäßig hergestellte Faulgruben; Änderung A1
Deutsche Fassung EN 12566 Teil 1 : 2000
Stand: Januar 2002
- /37/ DIN V 4261 Teil 11
Kleinkläranlagen; Anlagen ohne Abwasserbelüftung
Anwendung, Bemessung und Ausführung
Übergangsbedingungen für TGL 7762/03.87
Stand: Juni
- /38/ TGL 7762
Kleinkläranlagen; Anwendung, Bemessung, Gestaltung, Instandhaltung
Stand: März 1987
- /39/ TGL 22767
Abwasserbehandlung; Kleinbelebungsanlagen
Anwendung, Bemessung, Verfahrensführung
Stand: November 1984
- /40/ TGL 24892/04
Abwasserableitung
Grundsätze für Planung, Projektierung, Bau und Betrieb,
Wassermengenermittlung und hydraulische Bemessung
Stand: Mai 1979
- /41/ Angebotsprojekt Kleinkläranlage Typ 1 bis 7
Anwenderinformationen
VEB Projektierung Wasserwirtschaft
Stand: September 1985
- /42/ kleinKA 4.0
Erfassung und Verwaltung von Kleinkläranlagen und geschlossenen Gruben
vedewa r.V.
- /43/ Leitfaden zur Abwasserbeseitigung im ländlichen Raum - 4. Entwurf
Umweltministerium Baden Württemberg
vedewa r.V.; 1994

- /44/ Anonym
EN 12566, Teil 3 „Vorgefertigte und/oder vor Ort montierte Anlagen zur Behandlung von häuslichem Schmutzwasser“; Entwurf 10/2001
- /45/ Boller, R.; Strunkheide, J.; Witte H.
Betrieb und Wartung von Kleinkläranlagen
F. Hirthammer Verlag, München, 2002
- /46/ Anonym
Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts – WHG –Wasserhaushaltsgesetz vom 19. August 2002
- /47/ Abwasserverordnung – AbwV
Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (AbwV), Anhang 1, Häusliches und kommunales Abwasser, Bundesgesetzblatt Nr. 49 vom 28.09.2001, S.2450, zuletzt geändert mit Bundesgesetzblatt Nr.45 vom 08.07.02, S. 2497, 2002
- /48/ Anonym
DIN 31051 „Grundlagen der Instandhaltung“; Ausgabe 6/2003
- /49/ Neemann, G.
Bedarfsorientierte Fäkalschlammabfuhr bei Kleinkläranlagen
Schriftenreihe der Kommunalen Umwelt-Aktion U.A.N – Heft 43, 2002
- /50/ Anonym
LAWA-Synopse zu den Regelungen bezüglich Kleinkläranlagen in den verschiedenen Bundesländer, unveröffentlicht, 2003
- /51/ Boller, R.
Betriebsstörungen von marktüblichen Kleinkläranlagen, Vortrag zur 5. Rostocker Abwassertagung „Dezentrale Abwasserentsorgung“ am 04./05.10.2004 in Rostock, Veröffentlichungen des Institutes für Umweltingenieurwesen der Universität Rostock, 2004
- /52/ Deutsches Institut für Bautechnik
Internetadresse www.dibt.de, Zugriff am 29.09.2004
- /53/ Deutsches Institut für Bautechnik
Zulassungsgrundsätze für allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für Kleinkläranlagen nach DIN EN 12566-3; Stand Mai 2004
- /54/ Dohmann, M., Schürmann, B.
Technische und rechtliche Anforderungen an Betrieb, Wartung und Überwachung von Kleinkläranlagen in NRW, Abschlussbericht AZ: IV - 9-042 103 0050 im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Aachen, unveröffentlicht, 2004
- /55/ Flasche, K.
Einsatzmöglichkeiten und Leistungsfähigkeit von Kleinkläranlagen, Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, Heft 120, Dissertation Universität Hannover, 2002
- /56/ Hoheisel, K.
Erfahrungen einer Behörde bei der Überwachung von Kleinkläranlagen mit biologischer Stufe, KA-Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall 47: 1506 – 1513, 2000
- /57/ Jelinek M.
Modellhafte Ermittlung des bautechnischen und verfahrenstechnischen Zustandes von vollbiologischen KKA am Beispiel ausgewählter Anlagen von zwei Thüringer Zweckverbänden; Diplomarbeit am Lehrstuhl Siedlungswasserwirtschaft der Bauhaus-Universität Weimar, unveröffentlicht, 2004

- /58/ Kunst, S.
Kleinkläranlagen und Auswirkungen auf das Grundwasser, Institut für
Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover,
Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, Universität
Hannover, 1998
- /59/ Rolfs, T.; Bornemann, C.; Kolisch, G.; Londong, J.
Provision of data for on-line simulation, *Water Science and Technology* 43 No
11: 215 – 222, 2001
- /60/ Schröer, R.
Überwachungsergebnisse von Kleinkläranlagen mit neuerer Technologie,
Umweltamt Kreis Steinfurt, Vortrag anlässlich eines Seminars „Bau und Betrieb
von Kleinkläranlagen“ am 09.06.1999 in Essen, 1999
- /61/ Straub, A
Zuverlässigkeit von Kleinkläranlagen, Vortrag zur Fachtagung „Kleinkläranlagen
– Stiefkinder der Abwasserentsorgung?“ am 21. Sept. 04 in Leipzig, 2004
- /62/ Kommunale Umwelt Aktion U.A.N.: Hinweise für den Betreiber zum Bau und
Betrieb von Kleinkläranlagen: Schriftenreihe der Kommunale Umwelt Aktion
U.A.N.
- /63/ Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Ergebnisse der Kostenumfrage
bei Systemanbietern bzw. Kleinkläranlagenherstellern im November 2002. 2003
- /64/ Halbach: Abwasserkosten 2000 für ostdeutsche Kommunen und Verbände:
Veröffentlichung des Instituts für Abwasserwirtschaft Halbach, 2003
- /65/ von Felde; Burmester; Vollmer: Wartung von Kleinkläranlagen. In:
Korrespondenz Abwasser 12(2000)
- /66/ Payer: Betrieb von Kleinkläranlagen. Vortrag an der Bauhaus-Universität Weimar
Juni 2003, unveröffentlicht
- /67/ Hilmer, ATV-DVWK Landesverband Nord, persönliche Mitteilung 18.08.2003
- /68/ Hegemann; Boning; Lohse: Studie für das MUNLV (NRW), Oktober 2000
- /69/ Göttle: Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft. Studie (unveröffentlicht)