

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3712 26 333
UBA-FB-00 [trägt die UBA-Bibliothek ein]

Anforderungen an die ressourceneffiziente Bewirt- schaftung von Abwasser – Evaluierung der fach- technischen Umsetzung der Abwasserbeseitigung § 55 (1) WHG

von

Prof. Dr. Karl-Erich Köppke
Ingenieurbüro Prof. Dr. Köppke GmbH

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Abschlussdatum: Februar 2016

Kurzbeschreibung

In diesem Bericht werden technische Bereiche und mögliche Emissionspfade in der Abwasserentsorgung, die bislang nicht im Fokus der Betrachtungen standen, hinsichtlich der Notwendigkeit einer bundeseinheitlichen Regelung überprüft. So werden für eine Eigenkontrollverordnung zur Inspektion und Instandhaltung von Anlagen zur Abwasserentsorgung (z.B. private und öffentliche Kanäle) Vorschläge für den Geltungsbereich einschließlich Schwellenwerte, Vorgaben zur Erst- und Wiederholungsprüfung, Prüfmethode und Dokumentation erarbeitet. Zur Minimierung von Abläufen aus Regenüberlaufbecken im Fall der Mischwasserkanalisation wird vorgeschlagen, auf der Grundlage eines Bemessungsregens sowie der örtlichen Abflussbeiwerte das Abwasservolumen, das in einer halben oder einer Stunde anfällt, zu berechnen. Dieses Volumen oder ein festgelegter Teil dieses Volumens ist durch Kanalnetzbewirtschaftung, Aufstau innerhalb der Kläranlage oder Speicherbecken vorzuhalten. Darüber hinaus wird vorgeschlagen, einen Prüfauftrag zur Rückgewinnung von Abwasserwärme aus Kanälen in die Abwasserordnung zu übernehmen. Zur Verminderung des Stoffübergangs leicht flüchtiger Verbindungen in Kanalsystemen in die Atmosphäre wird eine POC-Frachtbegrenzung für Indirekteinleitungen vorgeschlagen. Die Einführung einer biologischen Abbaubarkeit von 75% sollte grundsätzlich für alle Branchen gelten, sofern das Abwasser in eine biologische Abwasserbehandlungsanlage eingeleitet wird. Stattdessen sollten Anforderungen für die toxikologischen Wirkparameter für Indirekteinleitungen entfallen. Regelungsbedarf ergibt sich für die Verbindungsgruppe der per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) bzw. der Untergruppen PFT oder PFOS.

Abstract

In this report, technical areas and possible emission paths in the waste water disposal, which have not been in the focus of the considerations yet, are reviewed regarding the need for federal uniform regulation. So, for inspection and maintenance of facilities for waste water disposal (e.g. private and public sewers) proposals for the scope including thresholds, guidelines for initial and repeat testing, testing methods and documentation for a nationwide self-control regulation have been elaborated. To minimize outflows from rainwater overflow basins integrated in combined sewers it is proposed, on the basis of a design precipitation and considering the local runoff coefficients, to calculate the volume of wastewater that accumulates in a half or one hour. This volume or a defined part of this volume must be established by sewer management, damping the outflow of the waste water treatment plant or storage basins. Furthermore, it is proposed to assume an audit mandate for the recovery of waste water heat in sewers in the Waste Water Ordinance. In order to reduce the mass transfer of volatile compounds in sewage systems into the atmosphere a POC freight limit for indirect discharges is suggested. If waste water shall be treated in a biological waste water treatment plant, the biodegradability of the waste water discharged from all industry sectors should generally not be less than 75%. Instead, requirements for toxicological test parameters should be omitted for indirect discharges. Need for regulation exists for the chemical group of per- and polyfluorinated chemicals (PFC) or the subgroups PFT or PFOS.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis.....	11
Zusammenfassung.....	12
Summary	17
1 Analyse der länderspezifischen Eigenkontrollverordnungen und Schlussfolgerungen für eine bundeseinheitliche Regelung.....	22
1.1 Aufgabenstellung.....	22
1.2 Ausgangssituation.....	22
1.3 Rechtliche Rahmenbedingungen.....	23
1.4 Definitionen, Zuordnungen und Verantwortlichkeiten.....	25
1.4.1 Selbstüberwachungsverordnung - Eigenüberwachungsverordnung	25
1.4.2 Grundstücksentwässerungsanlagen (GEA).....	25
1.4.3 Zuordnung der Nomen (DIN)	26
1.4.4 Verantwortlichkeiten.....	26
1.5 Geltungsbereiche in Selbstüberwachungsverordnungen einzelner Bundesländer	27
1.5.1 Selbstüberwachungsverordnung Nordrhein-Westfalen.....	27
1.5.2 Technische Bestimmungen - Entwässerungsanlagen der Freien und Hansestadt Hamburg.....	27
1.5.3 Eigenkontrollverordnung Baden-Württemberg.....	28
1.5.4 Selbstüberwachungsverordnung Freistaat Thüringen.....	28
1.5.5 Eigenkontrollverordnung Freistaat Sachsen.....	28
1.5.6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für den Geltungsbereich einer bundeseinheitlichen Selbstüberwachungsverordnung.....	29
1.6 Festlegung von zeitlichen Vorgaben für die Erstprüfung und die Wiederholungsprüfungen.....	30
1.6.1 Zeitliche Vorgaben in Nordrhein-Westfalen.....	31
1.6.2 Zeitliche Vorgaben in Hessen.....	31
1.6.3 Zeitliche Vorgaben der Freien und Hansestadt Hamburg.....	32
1.6.4 Strukturanalyse der länderspezifischen zeitlichen Vorgaben für Erst- und Wiederholungsprüfung.....	37
1.6.5 Generelle Vorgehensweise zur Festlegung von zeitlichen Vorgaben.....	37
1.6.5.1 Risikoproportionale Anforderungen	37
1.6.5.2 Sonderregelung für schwach belastetes Gewerbeabwasser in SH	38

1.6.5.3	Zusammenfassung der zeitlichen Vorgaben zur Erst- und Wiederholungsprüfung	38
1.7	Prüfungsmethoden.....	39
1.8	Sanierungsverfahren.....	41
1.9	Dokumentation	41
1.10	Zusammenfassung und Empfehlungen.....	42
2	Kanalnetzbewirtschaftung.....	46
2.1	Aufgabenstellung.....	46
2.2	Rechtliche Grundlagen.....	46
2.3	Einordnung und Relevanz der Mischwasserkanalisation	47
2.4	Begriffsklärung	49
2.5	Ziele der Kanalnetzbewirtschaftung.....	50
2.6	Gewässerschutz.....	51
2.6.1	Grundlagen.....	51
2.6.2	Entwicklung der Niederschlagsmengen.....	54
2.6.3	Regelwerk zur Kanalnetz bemessung.....	56
2.6.4	Ableitung von Schlussfolgerungen	57
2.6.5	Stand der Technik der Abflussteuerung.....	59
2.6.6	Vorschläge für mögliche wasserrechtliche Anforderungen zur Minimierung von Schadstoffemissionen aus Entlastungsbauwerken bei Mischabwasserkanälen.....	62
2.7	Wärmerückgewinnung.....	66
2.7.1	Prinzipieller Aufbau und Wirtschaftlichkeit.....	66
2.7.2	Erfahrungen mit Wärmerückgewinnung aus Kanalnetzen bei der Emschergenossenschaft.....	68
2.7.3	Chancen und Hemmnisse der Abwasserwärmenutzung	70
2.8	Zusammenfassung und Empfehlungen.....	71
3	Vorschläge für Anforderungen an Indirekteinleitungen unter den Gesichtspunkten Gleichbehandlung mit Direkteinleitern und Verbot der Schadstoffverlagerung.....	73
3.1	Ökotoxikologische Wirkparameter und biologische Abbaubarkeit.....	73
3.2	Vorschlag für Anforderungen an Indirekteinleiter zur Vermeidung von Emissionen leichtflüchtiger Stoffe aus Abwasser in Kanalsystemen.....	75
3.3	Verrechnungsmöglichkeiten bei Umweltinvestitionen im Indirekteinleiterbereich.....	78
4	Auswirkungen der verschiedenen Klärschlamm entsorgungswege auf die Anforderungen an Direkt- bzw. Indirekteinleiter.....	79
4.1	Einführung	79
4.2	Entsorgungs- und Verwertungswege für Klärschlämme aus Kläranlagen.....	79

4.3	Rechtliche Grundlagen und politische Zielsetzungen.....	81
4.4	Hinweise zu den Schadstoffen der AbklärV sowie der DüMV.....	85
4.4.1	Schwermetalle	85
4.4.2	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).....	86
4.4.3	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F).....	86
4.4.4	Polychlorierte Biphenyle (einschl. dioxinähnlicher PCB)	86
4.4.5	Perfluorierte Chemikalien (PFC).....	87
4.4.6	Untersuchungsergebnisse und Schlussfolgerungen.....	87
5	Quellenverzeichnis	91

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Darstellung der Exfiltration von Schadstoffen in den Boden sowie in das Grundwasser	22
Abbildung 2:	Systemgrenze der Grundstücksentwässerungsanlagen (Grafik in Anlehnung an: Bayerisches Landesamt für Umwelt.....	26
Abbildung 3:	Anteile von Misch-, Schmutz- und Regenwasserkanalisation.....	48
Abbildung 4:	Anteile Betreiber nach Art der vorkommenden Kanäle (Daten: Statistisches Bundesamt, 2013)	48
Abbildung 5:	Ausschnitt eines Mischwasserkanalsystems.....	52
Abbildung 6:	Abwasseranfall in einer Kommune mit industriellen Einleitern.....	53
Abbildung 7:	Der beobachtete und der in verschiedenen IPCC-SRES-Szenarien geschätzte Anstieg der globalen CO ₂ Emissionen.....	55
Abbildung 8:	Zeitlicher Verlauf der CSB-Konzentration sowie des Mischwasseranfalls bei einem Regenereignis.....	59
Abbildung 9:	Überblick über das Projektgebiet.....	61
Abbildung 10:	Zusammenhang zwischen jährlicher Regenhöhe und kritischer Regenspende	63
Abbildung 11:	Prinzip der Abwasserwärmenutzung.....	67
Abbildung 12:	Prinzip der Abwasserwärmenutzung.....	69
Abbildung 13:	Übersicht Abwasserwärmenutzungsprojekt „Seniorenwohnsitz Westholz“.....	69
Abbildung 14:	Zuständigkeitsregelungen im Projekt „Nordwestbad Bochum“.....	70
Abbildung 15:	Bilanzraum für eine POC-Massenbilanz.....	76
Abbildung 16:	Verwertungs- und Entsorgungswege von Klärschlamm.....	81
Abbildung 17:	Preisspannen für die verschiedenen Klärschallentsorgungswege.....	84
Abbildung 18:	Schwermetallkonzentration in Klärschlammen aus Rheinland-Pfalz	85
Abbildung 19:	PFOA- und PFOS-Gehalte landwirtschaftlich verwerteter Klärschlämme in Hessen	88

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wiederholungsintervalle für Dichtheitsprüfungen der Abwassereigenkontrollverordnung Hessen (derzeit ausgesetzt)	32
Tabelle 2:	Zeitliche Vorgaben der Freien und Hansestadt Hamburg	33
Tabelle 3:	Zusammenstellung der Zeitintervalle zur Erst- und Wiederholungsprüfung.....	34
Tabelle 4:	Zusammenfassung der zeitlichen Vorgaben der länderspezifischen Verordnungen soweit Angaben vorliegen.....	39
Tabelle 5:	Anerkannte Prüfmethode der Länder	40
Tabelle 6:	Übersicht möglicher Ziele der Kanalnetzbewirtschaftung.....	50
Tabelle 7:	Frachtbelastungen der Gewässer	54
Tabelle 8:	Empfohlene Überflutungshäufigkeiten zur Kanalnetz bemessung nach DIN EN 752	56
Tabelle 9:	Bemessung von Kanalnetzen auf der Grundlage der Überstauhäufigkeit.....	56
Tabelle 10:	Ergebnisse der Kanalnetzberechnung für 2 Regenereignisse für das Kanalsystem der Stadt Lemgo (grün hinterlegt: Verbesserungen gegenüber dem Ist-Zustand)	65
Tabelle 11:	Anforderungen an die Wirkparameter der Anhänge 23, 27, 51 und 57	74
Tabelle 12:	Entwicklung der Schwermetallgehalte in Klärschlämmen ⁴⁷	80
Tabelle 13:	Grenzwerte der Düngemittelverordnung sowie der Klärschlammverordnung.....	82
Tabelle 14:	Anforderungen im Referentenentwurf zur Novellierung der Klärschlammverordnung.....	83

Abkürzungsverzeichnis

AbfklärV	Klärschlammverordnung
ARA	Abwasserreinigungsanlage
a.a.R.d.T	allgemein anerkannte Regeln der Technik
COP	Coefficient of Performance einer Wärmepumpe
DOC	dissolved organic carbon
DR	Druckprüfung mit Wasser oder Luft
DüMV	Düngemittelverordnung
FWA	Federal Water Act
GEA	Grundstücksentwässerungsanlage
IED	Industrial Emissions Directive
JAZ	Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe
KA	Kanalfernsehuntersuchung
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
MKULNV NRW	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WSG	Wasserschutzgebiet
PCB	polychlorierte Biphenyle
PFC	per- und polyfluorierte Chemikalien
PFOA	Perfluorooctansäure
PFOS	Perfluorooctansulfonat
PFT	Perfluorierte Tenside
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane
POC	purgeable organic carbon
TOC	total organic carbon
WWTP	Waste water treatment plant

Zusammenfassung

Der Stand der Technik ist in § 3 Nr. 11 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) definiert. Der Begriff Stand der Technik wird medienübergreifend verstanden und geht somit weit über den Abwasserpfad hinaus. Er ist als dynamischer Prozess zu verstehen und ist einer ständigen Weiterentwicklung unterworfen. Vor diesem Hintergrund sind technische Bereiche und mögliche Emissionspfade in der Abwasserentsorgung, die bislang nicht im Fokus der Betrachtungen standen, hinsichtlich der Notwendigkeit einer rechtlichen Regelung zu überprüfen. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden im Einzelnen folgende Bereiche untersucht:

- Eigenkontrollverordnungen der Länder zur Überprüfung von Kanalnetzen, um Schäden im Kanalsystem, die zu Schadstoffeinträgen in den Boden sowie in das Grundwasser führen können, frühzeitig zu erkennen und zu beheben.
- Möglichkeiten zur Implementierung der Kanalnetzbewirtschaftung in die Abwasserordnung insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Abflusssteuerung zur Verminderung von Schadstoffeinträgen aus Regenüberlaufbecken von Mischwasserkanälen in die Umwelt.
- Wärmerückgewinnung aus Abwasser.
- Überprüfung von Anforderungen an Indirekteinleitungen zum Zweck der Gleichbehandlung mit Direkteinleitern.
- Entwicklung von Anforderungen zur Begrenzung von leicht flüchtigen Schadstoffeinträgen in Kanalsysteme zur Umsetzung des Schadstoffverlagerungsverbots.
- Prüfung der Auswirkungen der verschiedenen Klärschlammbehandlungswege auf mögliche Anforderungen an Direkt- bzw. Indirekteinleitungen.

Eigenkontrollverordnungen

Nach den §§ 60 und 61 WHG sind Abwasseranlagen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu errichten, zu betreiben und zu unterhalten. Hieraus ergibt sich eine Selbstüberwachungspflicht für all diejenigen, die eine Abwasseranlage betreiben. Wie die Untersuchungen der einzelnen Regelungen der Bundesländer ergaben, wird der Geltungsbereich der jeweiligen Eigenkontrollverordnung sehr unterschiedlich definiert. Als besonders umstritten gelten private Hausanschlüsse, deren Einbeziehung in NRW zu erheblichen öffentlichen Widerständen geführt hat. Daher wäre die Festlegung eines Schwellenwertes (Bagatellgrenze) für private Kanäle in Form einer Abwassermenge (z. B. 1 m³/d) zu diskutieren, wodurch zahlreiche Privathaushalte von den Anforderungen einer möglichen bundesweit geltenden Eigenkontrollverordnung ausgenommen würden. Eine solche Ausnahmeregelung könnte mit dem geringen Gefährdungspotenzial von häuslichem Abwasser aus Ein- und Zweifamilienhäusern begründet werden.

Obwohl Niederschlagswasser nach § 54 Satz 2 WHG als Abwasser definiert ist, werden Regenwasserkanäle von dem Geltungsbereich der Selbstüberwachungsverordnung in einzelnen Bundesländern ausgenommen. Dies ist mit dem geringen Gefährdungspotenzial für Boden und Grundwasser begründbar. Vor diesem Hintergrund ist im Zusammenhang mit einer bundeseinheitlichen Verordnung zu diskutieren, ob es sinnvoll ist, zwischen behandlungsbedürftigem und nicht-behandlungsbedürftigem Niederschlagswasser zu unterscheiden. Als behandlungsbedürftig einzustufen wären Straßenablaufwasser von viel befahrenen Straßen, Regenwasser aus Öltanktassen sowie aus Befüll- und Entladestationen. Es erscheint sinnvoll, eine Klausel zur

Feststellung von Ausnahmefällen nach Prüfung der Gegebenheiten durch die zuständigen Behörden in einer bundeseinheitlichen Eigenkontrollverordnung vorzusehen.

Die Regelungen zur Erstprüfung sind in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich oder zum Teil gar nicht vorhanden. Auch der Verweis auf DIN 1986-30 reicht nicht aus, weil dort die Frist zur Erstprüfung (31.12.2015) herausgenommen wurde und mittlerweile verstrichen ist. Für eine bundeseinheitliche Regelung gibt es folgende 4 Möglichkeiten für eine zeitliche Vorgabe zur Erstprüfung:

1. Stichtagsregelung (Festlegung eines Datums bis zu dem die Prüfung durchgeführt werden muss)
2. Festlegung eines Zeitraums nach der Bauabnahme
3. Festlegung von Zeitspannen zur Prüfung von Grundstücksentwässerungsanlagen (GEA), die sich am Zeitpunkt der Sanierung des öffentlichen Kanals orientieren.
4. Festlegung der Erstprüfung durch die örtlichen Behörden

Die 4. Variante kann dann sinnvoll sein, wenn Sanierungsmaßnahmen an öffentlichen Abwasseranlagen zu planen oder durchzuführen sind oder wenn die Gemeinde für abgegrenzte Teile ihres Gebietes die Kanalisation im Rahmen der Selbstüberwachungsverpflichtung nach § 61 überprüft. Die zeitliche Vorgabe zur Erstprüfung und Wiederholungsprüfung sollte in Abhängigkeit von der Qualität des Abwassers sowie den Wasserschutzgebieten erfolgen (risikoproportionale Regelung). Analog dem Vorgehen der meisten Länder sollten Regelungen für Erst- und Wiederholungsprüfungen in Abhängigkeit von folgenden Randbedingungen festgelegt werden:

1. Häusliches Abwasser
2. Gewerbeabwasser (und Industrieabwasser)
3. Kanäle und Rohrleitungen vor und nach einer Abwasserbehandlungsanlage
4. behandlungsbedürftiges Regenwasser
5. Wasserschutzgebiete (Zonen I bis III)

Die optische Prüfung sowie die Druckprüfung mit Luft oder Wasser sind anerkannte Methoden, die in einer bundeseinheitlichen Eigenkontrollverordnung festzuschreiben sind, wobei die optische Prüfung nur außerhalb von Wasserschutzgebieten zulässig sein sollte. Die Dokumentationspflicht umfasst Angaben über das zu prüfende Bauwerk, Lage und eigentumsrechtliche Angaben, Zeitpunkt der Errichtung sowie die Ergebnisse der Dichtheitsprüfung.

Kanalnetzbewirtschaftung

Die Ziele der Kanalnetzbewirtschaftung lassen sich in fünf Kategorien einteilen:

- Gewässerschutz
- Hochwasserschutz
- Optimierung des Kanalnetzbetriebs
- Optimierung des Kläranlagenbetriebs
- Wärmerückgewinnung aus Abwasser

Im Sinne des § 55 Satz 1 WHG steht vor allem der Gewässerschutz im Mittelpunkt der Betrachtungen dieses Forschungsberichtes. Darüber hinaus wird auch die Frage der Implementierung von Anforderungen in die Abwasserverordnung zur Wärmerückgewinnung diskutiert.

1. Gewässerschutz

Niederschlagswasser soll nach § 55 Satz 2 WHG ortsnah versickert, verrieselt oder ohne Vermischung mit anderem Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden. Die Gesamtlänge aller Kanäle in Deutschland beträgt rund 561.000 km (Stand 2010). Davon entfallen ca. 43 % auf Mischwasserkanäle. Dies zeigt, dass die Umsetzung der Anforderung nach § 55 Satz 2 WHG aufgrund der damit verbundenen Investitionen an ihre Grenzen stößt. Daher sind neue Überlegungen erforderlich, im Sinne des Gewässerschutzes Emissionen aus Mischwasserkanälen möglichst weitgehend zu vermeiden.

Emissionen aus Mischwasserkanälen entstehen immer dann, wenn bei zu hoher hydraulischer Belastung durch Niederschläge die Belastungsgrenze von Kläranlagen erreicht wird und Abschlüge in Regenüberlaufbecken erfolgen müssen. Wie Untersuchungen gezeigt haben, gelangen auf diese Weise erhebliche Schadstoffmengen in die Gewässer, so dass Handlungsbedarf für bundeseinheitliche Anforderungen angezeigt ist. Eine zunehmend diskutierte Möglichkeit derartige Emissionen zu vermindern, besteht neben der Schaffung von Speicherbecken in der Kanalnetzbewirtschaftung zur Aktivierung von vorhandenen Stauraumvolumina. Darüber hinaus verfügt die Kläranlage in den meisten Fällen auch noch über ein „verborgenes“ Rückhaltevolumen. Durch das Aufstauen des Kläranlagenabflusses und der damit verbundenen Erhöhung des Wasserspiegels in den Becken der Kläranlage könnten erhebliche Rückhaltevolumina geschaffen werden.

Alle Maßnahmen zur Minimierung der Abflussmengen aus Regenüberlaufbecken müssen sich jedoch an konkreten Vorgaben des Gesetzgebers orientieren. Dabei sollte der Gesetzgeber nicht unmittelbar in die Dimensionierung von Kanalsystemen oder Regenüberlaufbecken eingreifen, sondern grundsätzliche Anforderungen stellen, die dann in die Bemessung und Steuerung von Kanalsystemen einfließen. Denkbar wäre als Mindestanforderung die Vorgabe eines Bemessungsniederschlags. Unter Berücksichtigung der lokalen Abflussbeiwerte ergibt sich eine Niederschlagsmenge die für einen bestimmten Zeitraum, wie zum Beispiel eine ½ oder 1 Stunde, zurückzuhalten ist, ohne dass Abwasseremissionen aus Überlaufbecken auftreten. Hierzu ist ein bestimmtes Volumen vorzuhalten. Dies kann durch Schaffung von Speicherbecken oder durch Aktivierung des vorhandenen Kanalnetzvolumens sowie durch Aufstau in der Kläranlage erfolgen. Ein Beispiel aus der Praxis wird in diesem Forschungsvorhaben vorgestellt.

Neben der Schaffung von aktivierbaren Stauraumvolumina, sei es auf der Kläranlage oder im Kanalnetz, sollte der Gesetzgeber bzw. die Genehmigungsbehörden auch die Flexibilisierung der wasserrechtlichen Anforderungen im Fall eines Starkregenereignisses prüfen. Dies betrifft vor allem die maximal zulässige Abflussmenge aus der Kläranlage in den Vorfluter. Ob damit auch die zulässigen Grenzwerte für die verschiedenen Schadstoffe überschritten werden, muss im Einzelnen geprüft werden. Es ist jedoch bekannt, dass bei einem Starkregenereignis zunächst die Schmutzfracht als Welle zur Kläranlage gelangt. Zeitlich verzögert folgt dann die Abwassermenge ebenfalls als Welle. Die kurzzeitige Überschreitung von Grenzwerten sollte dann zulässig sein, wenn hierdurch die Abflüsse aus Regenüberlaufbecken vermindert werden können. In der Summe könnte hierdurch eine erhebliche Umweltentlastung erreicht werden.

Bei der Diskussion über Anforderungen zur Implementierung der Kanalnetzbewirtschaftung sollte auch vor dem Hintergrund der damit verbundenen Kosten folgende Reihenfolge zur Prüfung der verschiedenen Möglichkeiten gelten:

1. Prüfung von dezentralen Möglichkeiten der Regenwasserversickerung, insbesondere in Neubaugebieten gemäß § 55 Satz 2 WHG
2. Prüfung des Aufstaus in der Kläranlage

3. Abflusssteuerung durch Kanalnetzbewirtschaftung
 4. Zulassen einer kurzfristigen Überschreitung der Kläranlagenablaufmenge
 5. Bau neuer Speicher
2. Wärmerückgewinnung aus Abwasser

Die Wärmerückgewinnung aus Abwasser kann eine interessante Alternative zu der konventionellen Wohn- und Geschäftsraumbeheizung sein, wie verschiedene Beispiele in Deutschland und anderen Ländern zeigen. Allerdings setzt ein wirtschaftlicher Betrieb bestimmte Randbedingungen voraus. Hierzu zählt z.B. eine Mindestabflussmenge von 15 l/s. Außerdem muss ein Wärmeabnehmer von mindestens 150 kW, besser 300 kW in der Nähe sein. Darüber hinaus sollte ein Kanaldurchmesser von mindestens 800 mm zur Verfügung stehen. Es wird empfohlen, einen Prüfauftrag für die Rückgewinnung von Wärme aus Abwasser in die Abwasserverordnung zu übernehmen.

Überprüfung von Anforderungen an Indirekteinleitungen zum Zweck der Gleichbehandlung mit Direkteinleitern

Im Rahmen der Diskussion zur Weiterentwicklung der Abwasserverordnung werden auch immer wieder Diskrepanzen bei den Anforderungen an Direkt- und Indirekteinleiter angesprochen. Dazu zählen z. B. die Anforderungen bzgl. der Wirkparameter gegenüber Fischeiern, Daphnien, Algen und Leuchtbakterien sowie der biologischen Abbaubarkeit von Abwässern. Für die Behandlung in einer biologischen Kläranlage sollte der Nachweis der biologischen Abbaubarkeit von Abwässern aus industriellen Einleitungen die entscheidende Voraussetzung sein. Daher sollte eine biologische Abbaubarkeit von mindestens 75 % in den allgemeinen Anforderungen der Abwasserverordnung festgeschrieben werden. Ökotoxikologische Wirkparameter wurden eingeführt, um die Wirkung nicht identifizierbarer Stoffe im Abwasser auf die aquatische Lebensgemeinschaft zu minimieren. Daher werden sie üblicherweise auf die Einleitstelle in das Gewässer bezogen.

In einzelnen Anhängen werden für Indirekteinleitungen Anforderungen für verschiedene Parameter an den Ort vor Vermischung mit anderen an Abwässern gestellt. In zwei Anhängen der Abwasserverordnung wird entweder die Einhaltung der Anforderungen an die Wirkparameter oder die Einhaltung eines DOC-Abbaugrades von 75 % gefordert. Hierdurch werden zwei gänzlich unterschiedliche Parameter als gleichwertig eingestuft. Somit ist zu diskutieren, ob auf die Festlegung von Anforderungen bezüglich der Wirkparameter für die Indirekteinleitung konsequenterweise gänzlich verzichtet und stattdessen für alle Branchen ein DOC-Abbaugrad von minimal 75 % festgeschrieben werden sollte.

Entwicklung von Anforderungen zur Begrenzung von leicht flüchtigen Schadstoffeinträgen in Kanalsysteme zur Umsetzung des Schadstoffverlagerungsverbots

Im Zusammenhang mit der medienübergreifenden Betrachtung im Sinne der IED-Richtlinie wird seit einiger Zeit darüber diskutiert, ob die Einleitung von leicht flüchtigen Schadstoffen, gemessen als POC (purgeable organic carbon) in die Kanalisation geregelt werden sollte, um deren Stoffübergang von der wässrigen Phase in die Atmosphäre zu vermindern. Damit soll dem Schadstoffverlagerungsverbot Rechnung getragen werden.

Denkbar ist die Einführung einer POC-Grenzkonzentration oder die Begrenzung einer POC-Fracht. Weil letztlich die Gesamtmenge für die Umwelt entscheidend ist, wird in diesem Bericht die Einführung einer Frachtbegrenzung vorgeschlagen.

Wie Untersuchungen an Praxisanlagen ergeben haben, kann mithilfe einer Strippung mit Luft eine POC Verminderung von mindestens 75 % erreicht werden. Mithilfe dieses Eliminationsgra-

des sowie durch den Rückgriff auf die TA Luft, in der die zulässige C-Fracht auf 500 g/h begrenzt wird, kann eine mögliche Anforderung zur Verminderung der POC-Fracht von 666 g POC/h an Indirekteinleitungen mit Hilfe einer Massenbilanzierung abgeleitet werden. Diese Anforderung sollte jedoch nicht für die Ableitung von Abwasser in eine geschlossene Rohrleitung gelten.

Prüfung der Auswirkungen der verschiedenen Klärschlamm Entsorgungswege auf mögliche Anforderungen an Direkt- bzw. Indirekteinleitungen

Die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung wird in der Klärschlammverordnung sowie in der Düngemittelverordnung geregelt. Während die Schwermetallkonzentrationen im Klärschlamm in den letzten Jahren durch wasserrechtliche Anforderungen an Indirekteinleiter erheblich abgesenkt wurden, wird die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung derzeit vor allem durch organische Schadstoffe, die als gesundheitsschädlich eingestuft wurden, eingeschränkt. Während bestimmte Verbindungen wie z.B. PCB ubiquitär vorkommen, können andere Verbindungen, wie z.B. PFT unmittelbar auf bestimmte Indirekteinleiter zurückgeführt werden. Mit Ausnahme von PFT bzw. PFC sind die in der Klärschlammverordnung und in der Düngemittelverordnung genannten organischen Stoffe in den Anhängen der Abwasserverordnung geregelt.

Bei der Diskussion über neue Anforderungen an Indirekteinleiter sollte berücksichtigt werden, dass es politischer Wille ist, die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung weitgehend einzustellen. Dies resultiert aus der Notwendigkeit zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm. Hierbei spielt die Klärschlammverbrennung in geeigneten Anlagen eine entscheidende Rolle, um Phosphor aus Klärschlammasche zurück zu gewinnen.

Unabhängig von der Frage der Klärschlamm Entsorgung gelangen die diskutierten organischen Verbindungen über den Wasserweg direkt in die Oberflächengewässer. Insofern besteht zur Sicherstellung der Gewässerqualität Handlungsbedarf für einzelne Verbindungen. Dies gilt insbesondere für PFT, zumal PFOS mittlerweile als prioritär gefährlicher Stoff eingestuft wurde.

Summary

The State of the Art is defined in § 3 No. 11 of the Federal Water Act (FWA). The term State of the Art includes cross media aspects and considers more than the water path. It is to be understood as a dynamic process and is subject to constant development. Against this background, technical areas and possible emission pathways in the waste water disposal that previously had not been in the focus of considerations, have to be checked regarding the need for legal regulations. Within the framework of this research project the following areas have been examined in detail:

- Self-control regulations of the federal states to inspect the sewer systems in order to detect damages in the sewer, which can cause pollutant discharges into the soil and groundwater, at an early stage.
- Ways to implement the sewer management in the Waste Water Ordinance, particularly in terms of runoff control for the reduction of pollutant discharges from rainwater overflows of combined sewers into the environment.
- Heat recovery from waste water
- Review of requirements for indirect discharges for the purpose of equal treatment with direct discharges
- Development of requirements on the limitation of volatile pollutants into sewer systems for implementation of the pollutant transfer ban
- Examining the impact of various sludge disposal routes for possible direct or indirect discharge requirements

Self-control regulations

§§ 60 and 61 WHG require that waste water treatments plants must be designed, operated, and maintained according to the generally accepted technical rules and standards. From this a self-monitoring obligation results for those who operate a waste water treatment plant. As the studies of individual regulations of the federal states show, the scope of the self-control regulation is defined very differently. As NRW includes private house connections in the regulation public resistance arises. Therefore a threshold level for private sewers should be discussed in the form of an amount of waste water (e.g.: 1 m³/d). So many households would be excluded from the requirements of a possible nationwide self-control regulation. This exemption could be justified by the low hazard potential of domestic waste water from single-family houses.

Although rainwater is defined as waste water, rainwater sewers are excluded from the scope of self-monitoring regulation of some federal states. This can be justified by the low risk potential for soil and groundwater. Against this background it has to be discussed in the context of a uniform regulation, whether it is useful to distinguish between rainwater, which must be treated or must not be treated. Rainwater that should be treated is runoff water from busy roads, rainwater from oil tank farms as well as water from filling and unloading stations. It seems useful to provide a clause in a nationwide self-control regulation that the authorities can decide about exceptional case after individual examination of the circumstances.

The regulations for the initial test in the federal states are very different or do not exist partly. The reference to DIN 1986-30 is not sufficient, because there the period for the initial assessment (31.12.2015) was taken out and has now elapsed. For a uniform regulation, there are the following 4 options for the timing of the initial assessment:

1. Deadline regulation (setting a date up to which the test must be carried out)
2. Definition of a period after the final building approval

3. Definition of time periods for examination of site drainage systems, which depend on the time of the renovation of the public sewer.
4. Determination of the initial assessment by local authorities

The fourth option can be useful if renovation measures have to be planned or carry out for public sewer systems, or if the authorities of a city will check their own sewers according the self-monitoring obligation.

The time requirement for initial inspection should be carried out depending on the quality of waste water and the water protection areas (risk-proportionate requirements). Analogous to the approach of most federal states in Germany regulations for initial and repeat inspections should be established depending on the following conditions:

1. Municipal waste water
2. Commercial waste water
3. Sewers and pipelines before and after the waste water treatment plan
4. Rainwater to be treated
5. Water protection areas (Zones I to III)

The visual inspection and pressure testing with air or water are recognized methods to be laid down in a nation-wide self-control regulation. It should be noted that the visual inspection should be permitted only in water protection areas. The documentation requirements include information on the test structure, location and ownership information, date of the establishment as well as the results of the leak test.

Sewer management

The objectives of the sewer management system can be divided into five categories:

1. Water pollution control
2. Flood protection
3. Optimization of sewer system operation
4. Optimization of waste water treatment plant operation
5. Heat recovery from waste water

In accordance with § 55 (1) WHG the water pollution control is primarily in the focus of the analysis in this report. Moreover, the question of implementation of requirements for heat recovery in the Waste Water Ordinance is discussed.

1. Water pollution control

According to § 55 (2) WHG rainwater should be percolated, trickled, or drained to receiving water without mixing with other waste water. The total length of all sewers in Germany is approximately 561,000 km (status 2010). Nearly 43% are combined sewers. This shows that the implementation of the requirement of § 55 (2) WHG has limitations because of the associated costs. Therefore, new considerations are required for the purposes of water pollution control to avoid emissions from combined sewers as far as possible.

In combined sewer systems discharges from rainwater overflow basins arise whenever the load limit of the sewer is exceeded by an excessively high hydraulic loading caused by heavy rainfall. As studies have shown, considerable quantities of pollutants are

drained into the aquatic environment, so that a need for action is indicated for federally uniform requirements. An increasingly discussed option to reduce such emissions is the sewer management to activate existing storage volumes. Besides the creation of reservoirs and the activation of the sewer volume, in most cases the waste water treatment plant has also a "hidden" storage volume. By damming the outflow the water level in the basins of the waste water treatment plant will increase. Hereby a significant retention volume could be created.

However, all measures to minimize the runoff of rainwater overflow basins must be based on specific requirements defined by the legislator. But he should not directly interfere in the dimensioning of sewer systems or rainwater overflow basins. But he should give basic requirements, which have to be incorporated in the design and control of sewer systems. It would be conceivable to define a design precipitation as a minimum requirement. With this design precipitation and considering the local discharge coefficient the amount of waste water can be calculated. This amount has to be stored for a specified period, such as $\frac{1}{2}$ or 1 hour, without waste water emissions from overflow basins. For this a certain volume must be established. This can be done by creating reservoirs, by activation of the existing sewer network volume, and by damming the waste water treatment plant. A practical example is presented in this research project.

In addition to activate storage volume the legislator and the approval authorities should also consider the flexibility of requirements in case of a heavy rainfall event. This primarily concerns the maximum discharge flow from the treatment plant to the receiving water. It has to be checked in detail, whether the admissible limit values for various pollutants will be exceeded. However, it is known that in case of a heavy rainfall first the pollution load arrives at the treatment plant as a wave. Delayed in time the amount of waste water follows as a wave, too. The brief surpassing of limit values should be permissible if hereby the runoff of rainwater overflow basins can be reduced. All in all, substantial environmental benefits could be achieved.

When discussing requirements for implementing sewer network management the following sequence should be applied to evaluate the various options with their associated costs:

1. Check of local options of rain water percolation, especially in new residential areas according §55 (2) WHG
 2. Check of damming the outflow of waste water treatment plants
 3. Runoff control by sewer management
 4. Permission of a short-term exceedance of the amount of the outflow from waste water treatment plants
 5. Construction of new reservoirs
2. Heat recovery from wastewater

The heat recovery from waste water can be an interesting alternative to the conventional residential and commercial space heating, as various examples in Germany and other countries show. However, economic operation requires certain constraints. This includes, for example, a minimum flow about 15 l/s. Also heat absorbers of at least 150 kW or better 300 kW must be the neighbourhood. In addition, a channel diameter of at least 800 mm should be available. It is recommended to take a test order for the recovery of heat from waste water in the Waste Water Ordinance.

Review of requirements for indirect discharges for the purpose of equal treatment with direct discharges

In the discussion on the development of the Waste Water Ordinance discrepancies are repeatedly addressed in the requirements for direct and indirect discharges. These include e.g. the requirements for the biological tests (fish eggs, daphnia, algae, luminescent bacteria) and the biodegradability of waste water. For treatment in a biological WWTP the proof of biodegradability of waste water from industrial discharges is a crucial condition. Therefore, a biodegradability of at least 75% in the general requirements of the Waste Water Ordinance should be laid down.

Eco-toxicological parameters have been introduced to minimize the effect of unidentifiable substances in the waste water on the aquatic community. Therefore, they are usually based on the introduction site into the receiving water. Different annexes of the Waste Water Ordinance have requirements for various parameters at the site before mixing with other indirect discharges.

In two annexes either the compliance of the requirements for the biological test parameters (fish eggs, daphnia, algae, luminescent bacteria) or the compliance of a DOC degradation degree of 75% are to be verified. So, these two entirely different parameters are considered equivalent. It should be discussed whether requirements for the biological test parameters for indirect discharges should consequently be dispensed. Instead, in all sectors a minimum DOC-degradation degree of 75% should be required.

Development of requirements on the limitation of volatile pollutants into sewer systems for the implementation of the pollutant transfer ban

In connection with the cross-media contemplation within the meaning of the Industrial Emissions Directive it has been discussed for some time, whether the discharge of volatile pollutants into the sewer, expressed as POC (purgeable organic carbon), should be regulated in order to reduce the mass transfer from the aqueous phase into the atmosphere. It is conceivable to introduce of a POC concentration limit or limit for a POC load. In this report the introduction of a load limit is proposed, because the total amount of emissions is crucial for the environment. Investigations have shown POC reduction of at least 75% can be achieved in practice using a stripping column with air.

With this elimination degree and by recourse on the Clean Air Act (TA Luft), in which the allowable carbon emission is limited to 500 g/h, a possible requirement for POC limitation can be calculated to 666 g POC/h by a simple mass balance. However, this requirement should not apply to the discharge of waste water in a closed pipeline.

Examination of the impact of various sludge disposal routes for possible direct or indirect discharge requirements

The agricultural use of sewage sludge is regulated in the Sewage Sludge Ordinance and in the Fertilizer Ordinance. While the heavy metal concentrations have significantly been lowered in the sewage sludge in recent years by legal requirements for indirect discharges, the agricultural use of sewage sludge is currently limited by organic pollutants that have been classified as harmful.

While certain compounds, e.g. PCB, occur ubiquitously, other compounds, such as PFT, can directly be attributed to certain indirect discharges. With the exception of PFT or PFC all organic substances listed in the Sewage Sludge Ordinance and the Fertilizer Ordinance are regulated in the Annexes of the Waste Water Ordinance.

In the discussion about new requirements it has to be considered that the political intention is to stop the agricultural use of sewage sludge largely. This results from the necessity to recover phosphorous from sewage sludge. In this context sludge incineration in suitable plants can play a decisive role to recover phosphorous from the sludge ash.

Regardless of the issue of sewage sludge disposal parts of discussed organic compounds flow directly into receiving streams. In this respect there is need for action to ensure the water quality for certain pollutants. This is especially true for PFT, because PFOS has now been classified as a priority hazardous substance.

1 Analyse der länderspezifischen Eigenkontrollverordnungen und Schlussfolgerungen für eine bundeseinheitliche Regelung

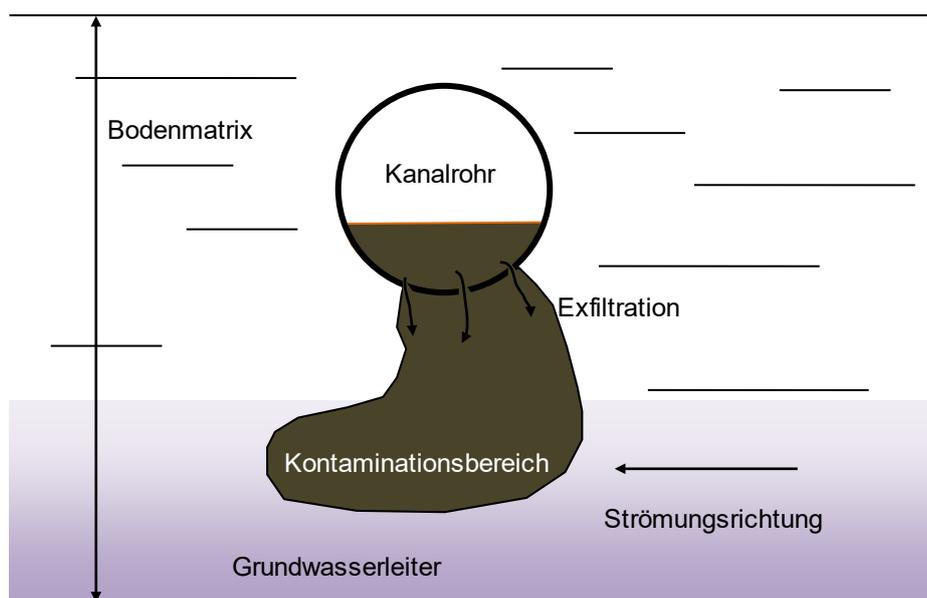
1.1 Aufgabenstellung

Aufgrund einer fehlenden bundeseinheitlichen Eigenkontrollverordnung oder Selbstüberwachungsverordnung haben die Länder eigene länderspezifische Verordnungen erlassen. Gegenstand der folgenden Analyse sind die Anforderungen zur Dichtheitsprüfung von öffentlichen und privaten Abwasseranlagen. Dabei werden zu den wesentlichen Regelungsbereichen nicht immer alle Verordnungen miteinander verglichen. Ziel der Untersuchungen ist es, an ausgewählten Beispielen die unterschiedlichen Ansätze herauszuarbeiten und kritisch zu diskutieren. Dennoch werden in Tabellen die wichtigsten Bestimmungen aller Verordnungen - sofern vorhanden - zusammengefasst.

1.2 Ausgangssituation

Seit vielen Jahren ist bekannt, dass ein erheblicher Teil der öffentlichen und privaten Abwasserkanäle schadhaft sind und damit Abwasserinhaltsstoffe in den Boden sowie in das Grundwasser gelangen können (Exfiltration).

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Exfiltration von Schadstoffen in den Boden sowie in das Grundwasser



Das Gefährdungspotenzial für Boden und Grundwasser hängt im Wesentlichen von folgenden Parametern ab:

- Bauzustand des Kanalrohrs
- Gefahrenpotenzial der Abwasserinhaltsstoffe
- Bodenmatrix (Bodenart, Lage des Grundwasserhorizonts usw.)

Umgekehrt können je nach örtlichen Gegebenheiten auch große Mengen an Fremdwasser durch Infiltration in die Kanäle gelangen und die Kläranlagen insbesondere hydraulisch stark belasten. Die Gesamtlänge der öffentlichen Kanäle beträgt in Deutschland rund 400.000 km.¹ Die Angaben für die Kanallänge privater Grundstücksentwässerungsleitungen sind sehr unterschiedlich. Es wird geschätzt, dass die privaten Kanäle insgesamt ca. doppelt möglicherweise sogar dreimal so lang sind wie die Gesamtlänge der öffentlichen Kanäle.^{2, 3} Dabei wird meist nicht unterschieden, ob es sich um Hausanschlüsse oder um gewerbliche bzw. industrielle Abwasserleitungen handelt.

Schadhafte Kanäle widersprechen den Vorgaben an die Abwasserbeseitigung, den Anforderungen an den Betrieb von Abwasseranlagen sowie der Vorsorge zur Bewahrung der Grundwasserqualität. In den meisten Bundesländern wurden Eigenkontroll- oder Selbstüberwachungsverordnungen für Abwasseranlagen verabschiedet. Allerdings unterscheiden sich die darin festgelegten Anforderungen z. T. erheblich voneinander.

Dies betrifft im Wesentlichen

- die jeweiligen Geltungsbereiche,
- die Fristen für die Erst- und Wiederholungsprüfung sowie
- die Prüfmethode.

Im Einzelfall kann eine kommunale Entwässerungssatzung zusätzliche Anforderungen an die Eigenüberwachung enthalten, die über die Mindestanforderungen der jeweiligen landeseigenen Eigenüberwachungsverordnung hinausgehen. Einige Länder verzichten ganz auf eine Eigenkontrollverordnung und verweisen auf das kommunale Satzungsrecht. Eine bundeseinheitliche Regelung wurde bislang nicht erarbeitet.

1.3 Rechtliche Rahmenbedingungen

Mit der Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) hat der Bund seit dem 1.3.2010 das alleinige Recht, stoff- und anlagenbezogene Regelungen zu erlassen.⁴ Das Abweichungsrecht (Vorrang des späteren Gesetzes) gilt somit nicht für mögliche bundeseinheitliche Mindestanforderungen zur Selbstüberwachung von privaten und öffentlichen Abwasserkanälen.

Grundlage für eine bundeseinheitliche Regelung der Selbstüberwachung von Abwasseranlagen ist § 60 Abs. 1 WHG:

§ 60 Abwasseranlagen

(1) Abwasseranlagen sind so zu errichten, zu betreiben und zu unterhalten, dass die Anforderungen an die Abwasserbeseitigung eingehalten werden. Im Übrigen dürfen Abwasseranlagen nur nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet, betrieben und unterhalten werden.

¹ Berger, Ch.; Lohaus, J.; Wittner, A., Schäfer, R.: Zustand der Kanalisation in Deutschland, Ergebnisse der ATV-DVWK-Umfrage 2001.- KA Wasserwirtschaft-Abwasser-Abfall, 49. Jahrgang, Nr. 3 (S. 302-311), März 2002

² Bütow, E.; Krafft, H.; Rüger, M.; Lüdecke, J.: Gefährdungspotential von undichten Kanälen bei industriellen und gewerblichen Grundstücksentwässerungsleitungen und die Ableitung von Empfehlungen zur Revitalisierung defekter Entwässerungsleitungen.- UBA Forschungsbericht 297 28 528, Texte 64/01, November 2001

³ Bayrisches Landesamt für Umwelt: Private Abwasserleitungen prüfen und sanieren.
http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_110_private_abwasserleitungen_pruefen_sanieren.pdf

⁴ Gesetz zur Neuregelung des Wasserrechts vom 31. Juli 2009, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 51, S. 2585 ff

Zu den Abwasseranlagen zählen auch Anlagen der Abwasserableitung. Mit dieser Formulierung des §60 Abs. 1 wurden in das neue WHG die Anforderungen der alten Fassung des § 18b WHG übernommen. Mit dem Verweis auf die a.a.R.d.T., die i.d.R. in technischen Regelwerken festgehalten sind, ist die Forderung verbunden, dass die Anlagen zur Abwasserableitung dicht sein müssen.

Technische Regelwerke, wie z.B. die DIN 1986-305, stellen jedoch keine Rechtsvorschrift bzw. Rechtsnorm dar.⁶ Vor allem ist die ursprünglich in der DIN 1986-30 enthaltene Frist zur Dichtheitsprüfung bis 31.12.2015 keine gesetzliche Pflicht, weil eine DIN-Norm als technisches Regelwerk eines „privaten Vereins“ keine gesetzlichen Fristen setzen kann. Normen mit Fristen zur Umsetzung dieser Normen zu verbinden, ist allein Sache des Gesetzgebers. Vor diesem Hintergrund wurde mit der Novellierung der DIN 1986-30 im Jahre 2012 die festgelegte Frist auch wieder herausgenommen. Stattdessen ist eine Zeitspannenregelung eingeführt worden, die sich allein am Bauzustand (Abnutzung) der Kanäle und Kanalschächte orientiert.

Eine Bindungswirkung mit den technischen Regelwerken entsteht erst dann, wenn der Gesetzgeber ausdrücklich auf eine Norm verweist. Die Stadt Hamburg erklärt in den Technischen Bestimmungen – Entwässerungsanlagen⁷ die DIN 1986-30 seit dem 10. Juni 2014 für den Betrieb, die Unterhaltung, die Wartung, die Überprüfung und die Eigenüberwachung von Grundstücksentwässerungsanlagen auf dem Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg für verbindlich. Auch in Schleswig-Holstein wird per Erlass auf die DIN 1986 Teil 30 verwiesen, allerdings ohne die darin enthaltenen Fristen. Demgegenüber wurde in Baden-Württemberg die DIN 1986-30 nicht für rechtsverbindlich erklärt.

§ 61 Abs. 2 WHG begründet erstmals eine bundeseinheitliche Pflicht zur Selbstüberwachung für alle Betreiber von Abwasseranlagen. Dies schließt somit auch die Dichtheitsprüfung ein. Einzelheiten der Selbstüberwachung müssen aber von einer Rechtsverordnung geregelt werden (§ 61 Abs. 3 WHG). Mit der Selbstüberwachung sind Aufzeichnungen anzufertigen, aufzubewahren und auf Verlangen den zuständigen Behörden vorzulegen. Einzelheiten dazu sind ebenfalls in einer Rechtsverordnung festzulegen.

Neben der Prüfpflicht wird in § 60 Abs. 2 WHG die unmittelbar geltende Sanierungspflicht festgeschrieben, was in der alten Fassung des WHG noch nicht der Fall war.

§ 60 Abwasseranlagen

(2) Entsprechen vorhandene Abwasseranlagen nicht den Anforderungen nach Absatz 1, so sind die erforderlichen Maßnahmen innerhalb angemessener Fristen durchzuführen.

Kommt der jeweilige Anlagenbesitzer dieser Verpflichtung nicht nach, kann die zuständige Behörde die Sanierung der undichten Kanäle und Leitungen gemäß § 60 Abs. 2 WHG anordnen.

Nach § 61 Abs. 3 können aber auch die Voraussetzungen festgelegt werden, nach denen keine Pflicht zur Selbstüberwachung bestehen.

Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass sich folgende Grundsätze für eine bundeseinheitliche Regelung der Eigenkontrolle von Abwasseranlagen aus dem WHG ableiten lassen:

⁵ DIN 1986-30 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke Teil 30: Instandhaltung, Ausgabe Februar 2012

⁶ BGH, Urteil v. 14.5.1998 – VII ZR 184/97, NJW 1998, S. 2814

⁷ Technische Betriebsbestimmungen – Entwässerungsanlagen – vom 27.5.2014, Amtl. Anz. Nr. 45, S. 1053

Neben der Prüfpflicht gibt es auch eine Sanierungspflicht.

Anforderungen zur Selbstüberwachung gelten für all diejenigen, die eine Abwasseranlage betreiben. Zur Abwasseranlage zählen neben den öffentlichen Kanälen auch die privaten Hausanschlüsse und gewerblichen Abwasserleitungen.

Aus der Pflicht zur Selbstüberwachung ergibt sich auch die Pflicht zur Erstellung und Aufbewahrung von Informationen und Daten, die zum Nachweis der Prüfpflicht erforderlich sind.

Ausnahmeregelungen zur Aufhebung der Selbstüberwachungspflicht können bestimmt werden.

Aufgrund der Tatsache, dass es bislang noch keine bundeseinheitliche Selbstüberwachungsverordnung gibt, haben einige Bundesländer im Rahmen ihrer Gesetzgebungskompetenz eigene landesspezifische Verordnungen oder Regelungen geschaffen, die, wie zuvor schon angedeutet wurde, zum Teil sehr unterschiedlich sind. In den folgenden Kapiteln werden die wesentlichen Regelungen der einzelnen Länder herausgearbeitet und diskutiert. Dabei werden zu den einzelnen Punkten nicht immer alle Länderregelungen gegenübergestellt, sondern nur exemplarisch die unterschiedlichen Ansätze und Vorgehensweisen vorgestellt.

1.4 Definitionen, Zuordnungen und Verantwortlichkeiten

1.4.1 Selbstüberwachungsverordnung - Eigenüberwachungsverordnung

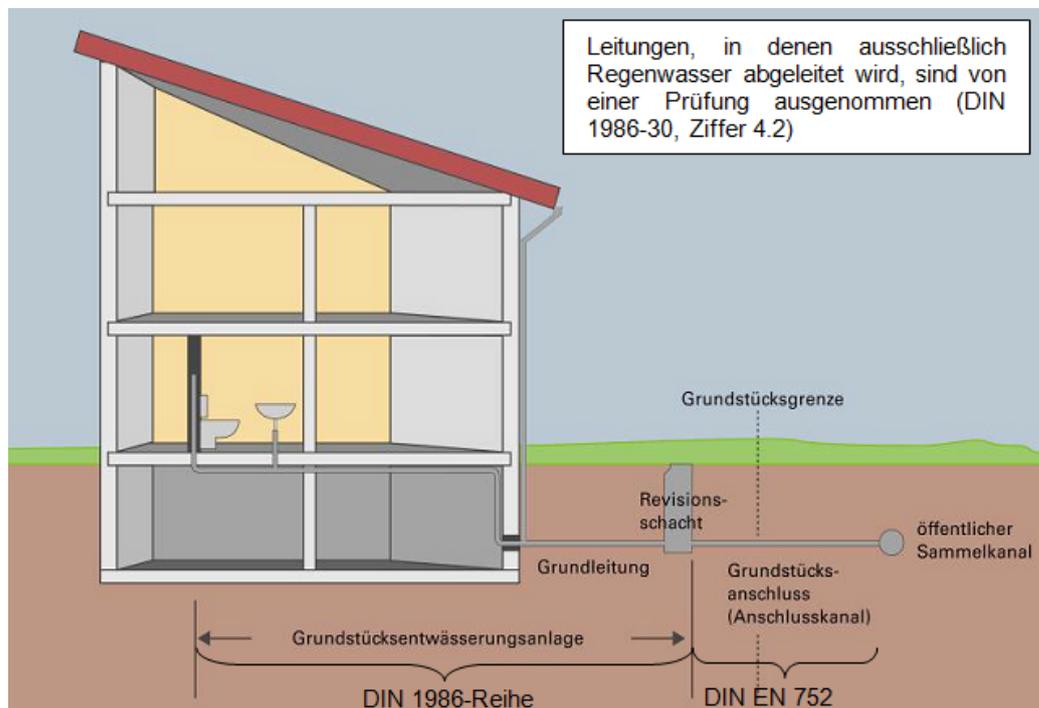
Die Länder benutzen mit „Selbstüberwachungsverordnung“ und „Eigenkontrollverordnung“ unterschiedliche Begriffe zur Überwachung der Funktion von Abwasseranlagen. In Hessen wird von Abwassereigenkontrollverordnung gesprochen. Alle Begriffe schließen die Forderung nach Dichtheit der Abwasseranlagen ein. Im Rahmen dieser Analyse werden die Begriffe synonym verwendet.

1.4.2 Grundstücksentwässerungsanlagen (GEA)

Das Bayerische Landesamt für Umwelt definiert die Grundstücksentwässerungsanlage wie folgt: „Zur Grundstücksentwässerungsanlage gehören die Abwasserleitungen im Gebäude und die sogenannten Grundleitungen, die im Erdreich oder unter dem Haus verlegt sind. Auch Revisionsschächte und Anlagen wie Rückstauverschlüsse und Abwasserhebeanlagen gehören dazu. In wenigen Kommunen (z. B. München) ist der Grundstücksanschluss, das Stück Kanal zwischen Revisionsschacht und öffentlichem Sammelkanal, ebenfalls ein Teil der Grundstücksentwässerungsanlage“⁸ (vgl. Abbildung 2). Diese Definition einer GEA zeigt, dass ihre Systemgrenzen bisweilen unterschiedlich gesetzt werden. Eine bundeseinheitliche Definition erscheint somit erforderlich zu sein.

⁸ Bayerisches Landesamt für Umwelt: Private Abwasserleitungen prüfen und sanieren. Umweltwissen – Wasser, 2013, http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_110_private_abwasserleitungen_pruefen_sanieren.pdf

Abbildung 2: Systemgrenze der Grundstücksentwässerungsanlagen (Grafik in Anlehnung an: Bayerisches Landesamt für Umwelt)



1.4.3 Zuordnung der Nomen (DIN)

Die DIN 1986-Reihe (100, 3, 30) gilt, wie Abbildung 2 zeigt, nur innerhalb von Gebäuden und auf Grundstücken. Grundstücksanschlusskanäle fallen dagegen in den Geltungsbereich der DIN EN 752.9

1.4.4 Verantwortlichkeiten

Grundsätzlich ist der Grundstückseigentümer zuständig für Bau, Betrieb und Unterhalt der Grundstücksentwässerungsanlage. Ob der Grundstückseigentümer auch für den Grundstücksanschluss zuständig ist, kann jede Kommune individuell in ihrer Entwässerungssatzung regeln. Es gibt im Wesentlichen drei Varianten:

Kommunalregie

Der Kanalnetzbetreiber baut, betreibt und unterhält den Grundstücksanschluss in seiner gesamten Länge, das heißt vom Revisions-schacht auf dem Grundstück bis zum Anschluss an den öffentlichen Sammelkanal. Die Kosten für den Abschnitt des Anschlusskanals auf Privatgrund lassen sich die meisten Kommunen vom Grundstückseigentümer erstatten.

Anliegerregie

Bei der Anliegerregie ist der Grundstückseigentümer für den gesamten Grundstücksanschluss bis zur Anschlussstelle an den öffentlichen Kanal zuständig. Er sollte sich bereits vor dem Bau des Grundstücksanschlusses in der kommunalen Entwässerungssatzung

⁹ Börner, W.: Dichtheitsprüfung von Grundstücksentwässerungsanlagen, 27.4.2012

informieren, ob die Kommune besondere Auflagen macht. Sie kann zum Beispiel festlegen, welches Gefälle der Anschlusskanal haben muss und wer den Grundstücksanschluss errichten darf.

Zuständigkeit bis zur Grundstücksgrenze

Bei dieser Variante baut, betreibt und unterhält der Grundstückseigentümer den Grundstücksanschluss auf Privatgrund. Der Kanalnetzbetreiber baut, betreibt und unterhält den Teil auf öffentlichem Grund.

1.5 Geltungsbereiche in Selbstüberwachungsverordnungen einzelner Bundesländer

Der Geltungsbereich ist grundsätzlich in § 61 Abs. 2 WHG festgelegt. Betroffen sind, wie zuvor schon dargestellt wurde, alle Eigentümer oder Betreiber von Abwasseranlagen. Unabhängig davon, haben die Länder eigene Geltungsbereiche festgelegt, von denen einige im Folgenden vorgestellt werden.

1.5.1 Selbstüberwachungsverordnung Nordrhein-Westfalen¹⁰

Die Selbstüberwachungsverordnung in NRW ist in zwei Teile gegliedert. Der 1. Teil befasst sich mit der Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einleitungen von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsystem und im Trennsystem und gilt für:

- Kanalisationsnetze für die öffentliche Abwasserbeseitigung,
- die private Abwasserbeseitigung von befestigten gewerblichen Flächen (Niederschlagswasser und Schmutzwasser), die größer als drei Hektar sind sowie
- die Einleitung von Abwasser aus Entlastungsbauwerken dieser Kanalisationsnetze.

Teil 2 ist anzuwenden auf „im Erdreich oder unzugänglich verlegte private Abwasserleitungen zum Sammeln oder Fortleiten von Schmutzwasser oder mit diesem vermischten Niederschlagswasser einschließlich verzweigter Leitungen unter der Kellerbodenplatte oder der Bodenplatte des Gebäudes ohne Keller sowie zugehöriger Einsteigeschächte oder Inspektionsöffnungen.“

Ausgenommen sind Abwasserleitungen zur alleinigen Ableitung von Niederschlagswasser und Leitungen, die in dichten Schutzrohren so verlegt sind, dass austretendes Abwasser aufgefangen und erkannt wird.

1.5.2 Technische Bestimmungen - Entwässerungsanlagen der Freien und Hansestadt Hamburg¹¹

Wie schon erwähnt hat Hamburg keine Selbstüberwachungsverordnung sondern „Technische Betriebsbestimmungen – Entwässerungsanlagen“ erlassen. Dort wird auf die DIN 1986-30 verwiesen. Wer die Dichtigkeitsprüfung des Grundstücksanschlusskanals durchführt, wird allerdings mit dem Verweis auf die DIN 1986-30 nicht geregelt.

¹⁰ Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen - Selbstüberwachungsverordnung Abwasser – SÜwVO Abw vom 17. Oktober 2013

¹¹ Technische Betriebsbestimmungen – Entwässerungsanlagen – vom 27.5.2014, Amtl. Anz. Nr. 45, S. 1053

1.5.3 Eigenkontrollverordnung Baden-Württemberg

Die Eigenkontrollverordnung des Landes Baden-Württemberg geht den umgekehrten Weg bei der Festlegung des Geltungsbereiches und benennt die Anlagen, die nicht dieser Landesverordnung unterliegen. Ausgenommen sind danach:

- Abwasserbehandlungsanlagen für häusliches Abwasser, bei denen der Abwasseranfall 8 m³ täglich nicht übersteigt,
- Abwasseranlagen zum Anschluss von häuslichem Abwasser an öffentliche Kanalisationen (Hausanschlüsse) und
- Leichtstoffabscheider, die für einen Abwasserdurchfluss unter 10 l/s ausgelegt sind.

Zunächst wird zwischen Abwasserbehandlungsanlagen und Abwasseranlagen unterschieden. Zu den Abwasserbehandlungsanlagen zählen z. B. Fettabscheider und Kleinkläranlagen. Unter Abwasseranlage werden z. B. Freispiegelleitungen, Druckrohrleitungen sowie Pumpwerke subsummiert.

Hervorzuheben ist, dass private Hausanschlüsse nicht der Selbstüberwachungsverordnung unterliegen. Darüber hinaus wurden Bagatellgrenzen für Abwasserbehandlungsanlagen und Leichtstoffabscheider festgelegt.

1.5.4 Selbstüberwachungsverordnung Freistaat Thüringen¹²

Der Freistaat Thüringen definiert folgende Anwendungsbereiche in den 4 Anhängen zur Selbstüberwachungsverordnung vom August 2004:

- Öffentliche Kanalisation
- Regenbecken, Regenüberlaufbecken
- Abwasserbehandlungsanlagen für häusliches bzw. kommunales Abwasser
- Nichtöffentliche Kanalisationsanlagen sofern Anforderungen für das Abwasser an den Ort des Abwasseranfalls bzw. an den Ort vor Vermischung festgeschrieben sind und die Abwassermenge > 1 m³/Tag ist.
- Abwasserbehandlungsanlagen, in denen im Wesentlichen nichthäusliches Abwasser durch mechanisch-biologische oder chemisch-physikalische Verfahren behandelt wird.

Der Geltungsbereich der Selbstüberwachungsverordnung des Freistaates Thüringen wird für die nichtöffentlichen Kanalisationsanlagen mit den Anhängen der Abwasserverordnung verknüpft. Damit wird eine Differenzierung nach Industriebranchen vorgenommen.

Im Gegensatz zu den Bestimmungen in Nordrhein-Westfalen unterliegen auch Regenbecken der Selbstüberwachungsverordnung. In NRW sind Abwasserleitungen zur alleinigen Ableitung von Niederschlagswasser aus dem Geltungsbereich herausgenommen worden.

1.5.5 Eigenkontrollverordnung Freistaat Sachsen¹³

Zum Geltungsbereich gehören alle öffentlichen Kanalisationsanlagen und Kanalisationen von gewerblich genutzten Grundstücken einschließlich der zugehörigen Entlastungs- und Behandlungsanlagen für Regenwasser. Somit sind private GEA nicht Gegenstand der Eigenkontrollver-

¹² Thüringer Verordnung über die Eigenkontrolle von Abwasseranlagen (Thüringer Abwassereigenkontrollverordnung – ThürAbwEKVO -) vom 23. August 2004

¹³ Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landesentwicklung über Art und Häufigkeit der Eigenkontrolle von Abwasseranlagen und Abwassereinleitungen (Eigenkontrollverordnung – EigenkontrollVO); SächsGVBl. Jg. 1994 Bl.-Nr. 58 S. 1592 Fsn-Nr.: 612-3.6 Fassung gültig ab: 08.08.2013

ordnung. Darüber hinaus sind Abwasserbehandlungsanlagen für häusliches Abwasser, bei denen der Abwasseranfall 8 m³ täglich nicht übersteigt, sowie Kleineinleitungen aus Zahnarztpraxen und von Leichtstoffabscheidern gemäß Anhang 3, Nummer 1 von dieser Verordnung ausgenommen.

Für Abwasseranlagen, deren Zulassung auf einem bergrechtlichen Betriebsplan und der entsprechenden wasserrechtlichen Erlaubnis oder auf einem bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren beruht, gilt diese Verordnung entsprechend, soweit das zuständige Bergamt nach § 19 Abs. 1, 2 und 4 des Gesetzes zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) an die Stelle der Wasserbehörde tritt.

Ähnlich wie das Land BW werden in der Selbstüberwachungsverordnung des Freistaates Sachsen bestimmte Bagatellfälle festgelegt, die nicht dem Geltungsbereich unterliegen.

1.5.6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für den Geltungsbereich einer bundeseinheitlichen Selbstüberwachungsverordnung

Die Ergebnisse der Prüfung der verschiedenen Eigenkontrollverordnungen der Länder können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die Bundesländer Niedersachsen, Brandenburg, Bremen, Hessen (ausgesetzt) und Sachsen-Anhalt haben bislang noch keine Verordnung erlassen.
2. Nur Nordrhein-Westfalen und Hamburg haben bislang eine Pflicht zur Dichtheitsprüfung von privaten Abwassereinleitungen eingeführt. Die Verordnung Hessens sieht eine solche Regelung ebenfalls vor; sie ist jedoch derzeit ausgesetzt. Baden-Württemberg, Bremen, Saarland, Rheinland-Pfalz sowie die östlichen Bundesländer haben in den jeweiligen Verordnungen kleine häusliche Abwasseranlagen ausdrücklich von einer Prüfpflicht ausgenommen.
3. Einige Länder verweisen auf die DIN 1986-30, die seit dem 1.2.2012 keine festgelegte Frist für die Erstprüfung mehr vorsieht. Stattdessen wurde eine Zeitspannenregelung eingeführt.

Neben diesen grundsätzlichen Unterschieden ergab die Analyse der verschiedenen Eigenkontrollverordnungen der Länder noch weitere Aspekte, die im Rahmen der Erarbeitung einer bundeseinheitlichen Regelung zu diskutieren wären:

1. Anlagen zur Sammlung, Fortleitung und Behandlung von Regenwasser

Handlungsbedarf für Dichtheitsprüfungen besteht für alle Leitungen, Kanäle und Bauwerke, die Abwasser sammeln, fortleiten und behandeln. Als Abwasser definiert der § 54 WHG „1. das durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte Wasser und das bei Trockenwetter damit zusammen abfließende Wasser (Schmutzwasser) sowie 2. das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließende Wasser (Niederschlagswasser).“

Das Gefährdungspotenzial für Boden und Grundwasser ist jedoch für Niederschlagswasser weiteraus geringer einzuschätzen als dasjenige, welches durch häusliches und industrielles Abwasser verursacht wird. Aus diesem Grund erscheint die Herausnahme von Abwasseranlagen für unvermisches Niederschlagswasser gerechtfertigt. Diesen Umstand berücksichtigt die Selbstüberwachungsverordnung des Landes NRW, indem Abwasserleitungen zur alleinigen Ableitung von Niederschlagswasser nicht Gegenstand dieser Verordnung sind. Dies erscheint umso sinnvoller, da die dezentrale Regenwasserversickerung zulässig ist. Eine solche Regelung

müsste jedoch im Zusammenhang mit § 54 WHG geprüft werden, weil Niederschlagswasser dort als Abwasser eingestuft wird. Daher sollte zwischen behandlungsbedürftigem und nicht-behandlungsbedürftigem Niederschlagswasser unterschieden werden. Behandlungsbedürftig kann Niederschlagswasser dann sein, wenn es als Abfluss von stark befahrenen Straßen anfällt, in Auffangbecken von Tanklagern oder im Bereich von Befüll- oder Entladestationen von wassergefährdenden Stoffen gefasst wird.

2. Einführung von Bagatellgrenzen

Sogenannte Bagatellgrenzen wurden in den verschiedenen Selbstüberwachungsverordnungen der Länder eingeführt. Dies betrifft im Einzelnen:

- Abwasserbehandlungsanlagen für häusliches Abwasser, bei denen der Abwasseranfall 8 m³ täglich nicht übersteigt.
- Abwasseranlagen, bei denen der Abwasseranfall 8 m³ täglich nicht übersteigt.
- Private Abwasserbeseitigung von befestigten gewerblichen Flächen (Niederschlagswasser und Schmutzwasser), deren Größe drei Hektar nicht übersteigt.
- Private Abwasserbeseitigung von befestigten gewerblichen Flächen (Niederschlagswasser), deren Größe drei Hektar nicht übersteigt.
- Leichtstoffabscheider, die für einen Abwasserdurchfluss unter 10 l/s ausgelegt sind.
- Nichtöffentliche Kanalisationsanlagen, sofern Anforderungen für das Abwasser an den Ort des Abwasseranfalls bzw. an den Ort vor Vermischung festgeschrieben sind und die Abwassermenge < 1 m³/Tag ist.
- Kleininleitungen aus Zahnarztpraxen

3. Bergrechtliche Regelungen

Bei der Erarbeitung einer bundeseinheitlichen Eigenkontrollverordnung ist zu berücksichtigen, dass bestimmte Abwasserkanäle sowie Behandlungsanlagen nach bergrechtlichen Bestimmungen genehmigt wurden. Derartige Abwasseranlagen sind in eine bundeseinheitliche Regelung einzubinden.

4. Ausnahmeregelungen

Nach § 61 Abs. 3 WHG können Ausnahmeregelungen festgelegt werden, nach denen keine Pflicht zur Selbstüberwachung bestehen. Eine Ausnahmeregelung könnte z.B. für doppelwandige Rohrleitungen erlassen werden, bei denen die Leckage des Innenrohres erkannt werden kann.

1.6 Festlegung von zeitlichen Vorgaben für die Erstprüfung und die Wiederholungsprüfungen

Weil die Selbstüberwachungsverordnungen von Nordrhein-Westfalen und die derzeit ausgesetzte Verordnung in Hessen sowie die Technischen Betriebsbestimmungen – Entwässerungsanlagen der Stadt Hamburg die privaten Kanäle in ihren jeweiligen Regelungen berücksichtigen, werden diese im Folgenden näher betrachtet.

1.6.1 Zeitliche Vorgaben in Nordrhein-Westfalen

Die neue Selbstüberwachungsverordnung des Landes NRW vom Oktober 2013 legt folgende Prüffristen fest:¹⁴

- In Wasserschutzgebieten gilt die erstmalige Prüffrist bis zum 31.12.2015. Sie gilt für Abwasserleitungen, die vor 1965 (häusliche Abwässer) bzw. vor 1990 (industrielle und gewerbliche Abwässer) errichtet wurden. Alle anderen Abwasserleitungen in Wasserschutzgebieten müssen bis zum 31.12.2020 geprüft werden.
- Außerhalb von Wasserschutzgebieten sollen weiterhin bis spätestens zum 31.12.2020 solche bestehenden Abwasserleitungen geprüft werden, die zur Fortleitung industriellen oder gewerblichen Abwassers dienen, für das Anforderungen in einem Anhang der Abwasserverordnung festgelegt sind, und die nicht schon von der bestehenden Selbstüberwachungsverordnung erfasst sind.
- Für andere private Abwasserleitungen außerhalb von Wasserschutzgebieten entfallen die bisher landesrechtlich gesetzten Fristen. Stattdessen obliegt es den Städten und Gemeinden, in ihren Entwässerungssatzungen Fristen für die Prüfung von Haus- und/oder Grundstücksanschlüssen festzulegen, wenn die Verordnung nach § 61 Absatz 2 keine Fristen für die erstmalige Prüfung vorsieht oder wenn Sanierungsmaßnahmen an öffentlichen Abwasseranlagen zu planen oder durchzuführen sind oder wenn die Gemeinde für abgegrenzte Teile ihres Gebietes die Kanalisation im Rahmen der Selbstüberwachungsverpflichtung nach § 61 WHG überprüft.

1.6.2 Zeitliche Vorgaben in Hessen¹⁵

Die Abwassereigenkontrollverordnung des Landes Hessen ist derzeit ausgesetzt. Gleichwohl wird im Folgenden ein Aspekt herausgearbeitet, der auch in einigen anderen Verordnungen zur Anwendung kommt. Für die Festlegung der Fristen zur Wiederholungsprüfung wird unterschieden zwischen den Leitungen, die Abwasser zu einer Abwasserbehandlungsanlage leiten, und Leitungen, in denen das gereinigte Abwasser abgeleitet wird. Damit wird den unterschiedlichen Abwasserqualitäten und somit den Gefährdungspotenzialen, die von behandeltem und unbehandeltem Abwasser ausgehen, Rechnung getragen.

¹⁴ Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen - Selbstüberwachungsverordnung Abwasser – SüwVO Abw vom 17. Oktober 2013

¹⁵ Abwassereigenkontrollverordnung (EKVO) des Landes Hessen vom 23. Juli 2010

Tabelle 1: Wiederholungsintervalle für Dichtheitsprüfungen der Abwassereigenkontrollverordnung Hessen (derzeit ausgesetzt)

	Abwasserkanäle und Leitungen	Wiederholungsintervall
1.	Abwasserkanäle und -leitungen für gewerbliches Abwasser, für das im jeweils maßgeblichen Anhang der Abwasserverordnung Anforderungen an das Abwasser vor Vermischung oder für den Ort des Anfalls festgelegt worden sind, bis zur Behandlungsanlage	10
2.	Abwasserkanäle und -leitungen, die dem allgemeinen Gebrauch dienen	15
3.	Abwasserkanäle und -leitungen für gewerbliches Abwasser für das im jeweils maßgeblichen Anhang der Abwasserverordnung Anforderungen an das Abwasser vor Vermischung oder für den Ort des Anfalls festgelegt worden sind, nach der Behandlungsanlage oder diese Anforderungen im unbehandelten Abwasser bereits eingehalten sind	
4.	Abwasserkanäle und -leitungen für gewerbliches Abwasser, für das keine Anforderungen an das Abwasser vor Vermischung oder den Ort des Anfalls festgelegt worden sind	
5.	Kühlwasserkanäle und -leitungen	20
6.	Niederschlagswasserkanäle im Trennsystem, die dem allgemeinen Gebrauch dienen	

1.6.3 Zeitliche Vorgaben der Freien und Hansestadt Hamburg

Die Fristen der Erst- und Wiederholungsprüfung für Abwasseranlagen im Stadtgebiet Hamburg sind in **Tabelle 2** zusammengefasst. Ähnlich den Verordnungen der Länder Hessen und Sachsen wird auch in Hamburg zwischen Kanälen und Rohrleitungen vor und nach einer Abwasserbehandlungsanlage unterschieden.

Tabelle 2: Zeitliche Vorgaben der Freien und Hansestadt Hamburg

Anlagen zur Ableitung von:		Erster Nachweis (bestehende Anlagen ohne Dichtheitsnachweis vor erstmaliger Inbetriebnahme)		Wiederkehrender Nachweis	
		Fälligkeitsdatum	Prüfart	Zeitspanne	Prüfart
Bestehende Anlagen außerhalb von Wasserschutzgebieten					
häuslichem Abwasser, einschließlich Anlagen zur Ableitung von fetthaltigem Abwasser		31.12.2020; das Fälligkeitsdatum für den ersten Nachweis verlängert sich um fünf Jahre, wenn die festgestellten Schäden der durchgeführten Dichtheitsprüfungen unter die in den öffentlichen Technischen Bestimmungen festgelegte Sanierungspriorität II fallen. ¹ Die Sanierungspriorität ist von einem anerkannten Fachbetrieb nach § 13 b HmbAbwG zu bescheinigen	KA	25 Jahre	KA
gewerblichem Abwasser	vor ARA sowie Anlagen, die als Auffangvorrichtungen für wassergefährdende Stoffe (DWA-A 787) bzw. als Löschwasser-rückhalteanlagen betrieben werden	Umgehend	DR	5 Jahre	DR
	nach ARA	Umgehend	DR	25 Jahre	KA
Bestehende Anlagen innerhalb von Wasserschutzgebieten Zone III					
Häusl. Abwasser sowie Anlagen zur Ableitung von fetthaltigem Abwasser		Umgehend	KA	10 Jahre	KA
gewerblichem Abwasser	vor ARA sowie Anlagen, die als auf Auffangvorrichtungen für wassergefährdende Stoffe (DWA-A 787) bzw. als Löschwasser-rückhalteanlagen betrieben werden	Umgehend	KA	10 Jahre	KA
	nach ARA	Umgehend	DR	10 Jahre	KA
Bestehende Anlagen innerhalb von Wasserschutzgebieten Zone II					
alle Anlagen		Umgehend	DR	5 Jahre	DR

¹ werden Baumaßnahmen auf dem Grundstück im Bereich der festgestellten Schäden an der GEA ausgeführt, sind die notwendigen Sanierungsmaßnahmen im Rahmen der Baumaßnahme durchzuführen.

Eine Zusammenfassung der zeitlichen Vorgaben für die Erstprüfung sowie für die Wiederholungsprüfung gibt **Tabelle 3**. Die hier vorgestellte Aufstellung basiert auf einer Studie des Kompetenzzentrums Wasser Berlin vom 7.5.2012. Die Neufassung der Selbstüberwachungsverordnung des Landes NRW vom Oktober 2013 wurde in diese Zusammenstellung eingearbeitet.

Tabelle 3: Zusammenstellung der Zeitintervalle zur Erst- und Wiederholungsprüfung

		Erstprüfung		Wiederholungsprüfung	
		außerhalb WSG	WSG	WSG	saniert oder schadenfrei
Baden-Württemberg	Öffentliche Kanalisation allgemein	bis 31.12.2015	KA	beginnend mit 1.1.2001	
	Öffentliche Misch- und Schmutzwasserkanäle	bis 31.12.2015	KA	10 Jahre (Zone I, II) 15 Jahre (Zone III)	15 Jahre (10 Jahre, wenn nicht saniert)
	Öffentliche Regenwasserkanäle für behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser	bis 31.12.2015	KA	15 Jahre	10 Jahre (15 Jahre, wenn nicht saniert)
Bayern	GEA häusliches Abwasser	Innerhalb von 10 Jahren (eingehende Sichtprüfung)	KA	Bei Bedarf (Zone II und III durch einfache Sichtprüfung und Zone III durch Dichtheitsprüfung)	25 Jahre (eingehende Sichtprüfung) Bei Bedarf (einfache Sichtprüfung/Dichtheitsprüfung)
				Jährlich (Zone II durch eingehende Sichtprüfung)	
				5 Jahre (Zone II durch Dichtheitsprüfung und Zone III durch eingehende Sichtprüfung)	
Berlin (Entwurf vom 9.6.2011)					Verweis und Umsetzung der DIN 1986-30
Brandenburg	Verweis auf WHG	KA	KA	KA	KA
Bremen	GEA	Verweis und Umsetzung der DIN 1986-30		Verweis und Umsetzung der DIN 1986-30	
Hamburg	GEA	KA	KA	Fristen vgl. Tabelle 2	

		Erstprüfung		Wiederholungsprüfung	
Hessen	Zuleitung, die Abwasser in den öffentlichen Kanal einleiten	Bis 2025	KA	15 Jahre (gilt auch für gewerbliches Abwasser)	30 Jahre
Mecklenburg-Vorpommern	GEA	Verweis und Umsetzung der DIN 1986-30		Verweis und Umsetzung der DIN 1986-30	Bei vorh. Dichtkeitsnachweis nach 15 Jahren, sonst 10 Jahre
Niedersachsen	keine Pflicht zur Dichtheitsprüfung	KA	KA	KA	KA
Nordrhein-Westfalen	private Kanäle vor 1965	KA	bis 31.12.2015	KA	30 Jahre
	gewerbliche und industrielle Abwasserleitungen vor 1990	bis 31.12.2020	Bis 31.12.2015	KA	KA
	andere öffentliche Abwasserleitungen	KA		KA	30 Jahre für alle Abwasserleitungen für häusliches Abwasser
Rheinland-Pfalz	Abwasserkanäle und -leitungen für häusliches Abwasser > 8 m ³ /d bzw. 50 EW	KA	KA	KA	KA
	Bis 23.9.1999	23.9.1999	KA	KA	23.9.1999
	24.9.1999 – 21.4.2006	10 Jahre nach Abnahme	KA	KA	20 Jahre nach Abnahme
	Ab 22.4.2006	15 Jahre nach Abnahme	KA	KA	30 Jahre nach Abnahme
Saarland	Verweis auf WHG	KA	KA	KA	KA
Sachsen	Öffentliche Kanalisation	Bis 2019	KA	KA	25 Jahre
	Kanalisation von gewerblichen Grundstücken	Bis 2004	KA	KA	5 Jahre vor 15 Jahre nach Abwasserreinigungsanlage

		Erstprüfung		Wiederholungsprüfung	
Sachsen-Anhalt	Öffentliche Schmutz- und Mischwasserkanäle	15 Jahre nach Abnahme	KA	KA	10 Jahre
Niedersachsen	keine Pflicht zur Dichtheitsprüfung	KA	KA	KA	KA
Schleswig-Holstein	GEA häusliches Abwasser	Drei Jahre nach Sanierung des öffentlichen Kanalnetzes, wenn die Sanierung nach dem 31.12.2022 erfolgt; sonst bei Kanalnetzen, die zum 31.12.2022 nicht sanierungsbedürftig sind, bis zum 31.12.2025 (Zone III B)	Unverzüglich, spätestens 2015	5 Jahre (Zone II) 15 Jahre (Zone III/III A)	30 Jahre (Zone III B)
	GEA gewerbliches Abwasser	Unverzüglich bis spätestens 2015	K.A.	K.A.	5 Jahre vor 15 Jahre nach Abwasserreinigungsanlage
	GEA Regenwasser gering verschmutzt	Keine Überprüfung		Keine Überprüfung	
	GEA Regenwasser normal und stark verschmutzt	Drei Jahre nach Sanierung des öffentlichen Kanalnetzes, wenn die Sanierung nach dem 31.12.2022 erfolgt; sonst bei Kanalnetzen, die zum 31.12.2022 nicht sanierungsbedürftig sind, bis zum 31.12.2025	K.A.	K.A.	30 Jahre
	Öffentliche Kanalisation	Verweis und Umsetzung der DIN 1986-30		Verweis und Umsetzung der DIN 1986-30	
Thüringen	Öffentliche Kanalisation	Bis 31.12.2015	KA	KA	15 Jahre

1.6.4 Strukturanalyse der länderspezifischen zeitlichen Vorgaben für Erst- und Wiederholungsprüfung

Bevor konkrete Vorgaben diskutiert werden können, muss eine Analyse der länderspezifischen Vorgehensweise bei der Festlegung von zeitlichen Vorgaben erfolgen. Grundsätzlich wird in den meisten Verordnungen zwischen Erst- und Wiederholungsprüfungen unterschieden.

Erstprüfung

Zur Festlegung der Erstprüfung sind die Länder je nach Abwasserart (häusliches, gewerbliches Abwasser, Regenwasser) unterschiedlich vorgegangen, sofern überhaupt eine Regelung festgelegt wurde:

1. Ein Teil der Länder folgt einer Stichtagsregelung, nach der der Eigentümer einer Abwasseranlage seine Erstprüfung bis zu einem festgelegten Tag durchgeführt haben muss.
2. Eine andere Möglichkeit besteht darin, einen Zeitraum nach der Bauabnahme festzulegen.
3. Die dritte Möglichkeit nennt Zeitspannen zur Prüfung von Grundstücksentwässerungsanlagen (GEA), die sich am Zeitpunkt der Sanierung des öffentlichen Kanals orientieren (Schleswig-Holstein).
4. Die Erstprüfung wird durch die örtlichen Behörden festgelegt (NRW). Dies kann z.B. dann der Fall sein, wenn Sanierungsmaßnahmen an öffentlichen Abwasseranlagen zu planen oder durchzuführen sind oder wenn die Gemeinde für abgegrenzte Teile ihres Gebietes die Kanalisation im Rahmen der Selbstüberwachungsverpflichtung nach § 61 überprüft.

Grundsätzlich wird in allen Verordnungen zwischen Wasserschutzgebieten (WSG) und Gebieten außerhalb von Wasserschutzgebieten unterschieden, wobei in WSG eine Stichtagsregelung bevorzugt wird. In den meisten Selbstüberwachungsverordnungen wurden bislang jedoch noch keine Fristen festgelegt.

Eine weitere Unterscheidung erfolgt nach Abwasserart:

1. Häusliches Abwasser
2. Gewerbeabwasser (und Industrieabwasser)
3. Regenwasser
 - gering verschmutzt
 - mäßig bis stark verschmutzt

Wiederholungsprüfung

In den meisten Selbstüberwachungsverordnungen werden für Wasserschutzgebiete keine Fristen für Wiederholungsprüfungen gesetzt. Diejenigen Länder, die Anforderungen stellen, differenzieren meist nach den Zonen I, II und III. Darüber hinaus wird für Gewerbeabwasser zwischen den Leitungen vor und nach einer Abwasserbehandlungsanlage unterschieden.

1.6.5 Generelle Vorgehensweise zur Festlegung von zeitlichen Vorgaben

1.6.5.1 Risikoproportionale Anforderungen

Ähnlich wie bei den Vorgaben für Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen (VAUwS-Anlagen) werden bei fast allen Selbstüberwachungsverordnungen risikoproportionale Anforderungen gestellt. Je höher die Verschmutzung des jeweiligen Abwassers bzw. des daraus resultierenden Gefährdungspotenzials ist, desto kürzer sind die Prüfintervalle für Wiederholungsmessungen.

Darüber hinaus ist das Gefährdungspotenzial in Wasserschutzgebieten grundsätzlich höher einzuschätzen als außerhalb dieser Gebiete.

Eine Unterscheidung zwischen den einzelnen Abwasserarten der verschiedenen Industriebranchen gemäß Abwasserverordnung erfolgt bislang nicht. Grundsätzlich ist eine Übernahme der Differenzierung der Anforderungen nach Abwasserart (häusliches Abwasser, Gewerbeabwasser, Regenwasser) einerseits sowie nach Wasserschutzgebieten andererseits sinnvoll.

Der Begriff „Gewerbeabwasser“ berücksichtigt jedoch nicht, dass bzgl. der Abwasserbelastung erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Branchen bestehen.¹⁶ Abwässer aus der Lebensmittelindustrie haben ein geringeres Gefährdungspotenzial als z.B. Abwässer aus der chemischen Industrie. Eine einfache Unterscheidung wird in einigen Selbstüberwachungsverordnungen tatsächlich auch schon vorgenommen. Bei der Festlegung von Bagatellgrenzen wird zwischen Einleitungen unterschieden, bei denen Anforderungen an den Ort des Abwasseranfalls oder an den Ort vor Vermischung gestellt werden und solchen, bei denen nur Anforderungen an die Einleitstelle bestehen. Es wird auf diese Weise somit eine erste Differenzierung nach Branchen vorgenommen, allerdings in einem anderen Zusammenhang. Grundsätzlich wäre somit zu diskutieren, ob eine Differenzierung der verschiedenen Branchen im Rahmen der Festlegung von Prüfungsintervallen möglich und sinnvoll wäre.

1.6.5.2 Sonderregelung für schwach belastetes Gewerbeabwasser in SH¹⁷

In den Durchführungshinweisen zur Umsetzung der DIN 1986 Teil 30 des Landes Schleswig-Holstein wird mit einer Ausnahmeregelung der Tatsache Rechnung getragen, dass auch Gewerbe- und Industriebetriebe, Abwässer produzieren, die mit dem Gefährdungspotenzial des häuslichen Abwassers vergleichbar sind. Entsprechend der Sonderregelung gelten für gewerbliches Abwasser, das vorbehandelt wurde oder keiner Abwasservorbehandlung bedarf und weniger als die 3-fache Konzentration des häuslichen Rohabwassers aufweist, die entsprechenden zeitlichen und fachlichen Vorgaben für häusliches Abwasser.

1.6.5.3 Zusammenfassung der zeitlichen Vorgaben zur Erst- und Wiederholungsprüfung

Die zeitlichen Anforderungen in den verschiedenen Ländern an die Durchführung Dichtheitsprüfung können im Einzelnen den Tabellen 2 und 3 entnommen werden. In **Tabelle 4** werden die länderspezifischen Prüfungsbereiche zusammengefasst, wobei vor allem die Zeitintervalle für Wiederholung zu beachten sind.

¹⁶ Bütow, E.; Krafft, H.; Rüger, M.; Lüdecke, J.: Gefährdungspotenzial von undichten Kanälen bei industriellen und gewerblichen Grundstücksentwässerungsleitungen und die Ableitung von Empfehlungen zur Revitalisierung defekter Entwässerungsleitungen. UBA-Texte 64/01, 2001

¹⁷ Durchführungshinweise zur Umsetzung der DIN 1986 Teil 30, Herausgeber: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Januar 2012

Tabelle 4: Zusammenfassung der zeitlichen Vorgaben der länderspezifischen Verordnungen soweit Angaben vorliegen

	Erstprüfung		Wiederholungsprüfung	
	außerhalb WSG	im WSG	im WSG	saniert
häusliches Abwasser (öffentliches Kanalsystem)	15 Jahre nach Abnahme	bis 31.12.2015 (Kanäle und Leitungen vor 1965)	10 Jahre (Zone I und II) 15 Jahre (Zone III)	10 – 30 Jahre Durchschnitt: ca. 19 Jahre
GEA		bis 31.12.2015		10 – 30 Jahre Durchschnitt: 23,3 Jahre
Gewerbeabwasser	bis 31.12.2015 31.12.2020	bis 31.12.2015 (für Leitung und Kanäle vor 1990)	15 Jahre	5 Jahre vor ARA 15 Jahre nach ARA
Regenwasser leicht verschmutzt		bis 31.12.2020	keine Prüfung	keine Prüfung
mäßig bis stark verschmutzt			15 Jahre	20 – 30 Jahre (15 Jahre, wenn nicht saniert)

WSG = Wasserschutzgebiet

1.7 Prüfungsmethoden

Zur Prüfung des Zustands und der Funktion von Kanälen und Leitung haben sich insbesondere folgende 2 Methoden bewährt:

Optische Prüfung

Begehbare Kanäle können durch eine einfache Sichtprüfung bewertet werden. Kleine Kanäle und Rohrleitungen müssen dagegen zuerst gereinigt werden, um sie anschließend durch eine Revisionsöffnung z.B. Hausanschlussleitungen mit einer Kamera zu befahren. Der Leitungszustand von z.B. Grundstücksentwässerungsanlagen kann so optisch beurteilt werden. Über eine Längenmessung oder ein Ortungssystem wird dann die exakte Lage des Schadens festgestellt. Bögen, Leitungsverzweigungen, fehlende Schächte oder Revisionsöffnungen können die optische Inspektion erschweren. Exfiltration und undichte Muffen werden mit diesem Messverfahren meist nicht erkannt.

Schäden werden im Videofilm dokumentiert. In der Stadt Köln liegen die Kosten für die optische Prüfung zwischen 300 und 500 €. Auch in München muss mit mindestens 300 € kalkuliert werden.¹⁸

¹⁸ Uldack, M.; Rouault, P.; Hartmann, A.: Grundstücksentwässerungsanlagen. 2012 im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe.
http://www.kompetenzwasser.de/fileadmin/user_upload/pdf/forschung/GStEW/20120507_Bericht_Grunstuecksentwaesserungsanlagen_final.pdf

Druckprüfung mit Luft oder Wasser

Bei einer Wasserdruckprüfung wird der zu prüfende Leitungsabschnitt abgesperrt und mit Wasser befüllt. Während der Prüfung wird der Wasserverlust gemessen und das Ergebnis wird mit Grenzwerten verglichen. Wird mit Luft (Über- oder Unterdruck) geprüft, wird die Druckänderung im Prüfzeitraum gemessen und mit Grenzwerten verglichen. Bleiben die ermittelten Werte innerhalb der Toleranz, gilt die Leitung als technisch dicht. Bei beiden Prüfverfahren muss nach nicht bestandener Prüfung die Schadensstelle gefunden werden. Die Leckortung und Schadensbewertung erfolgt dann wiederum durch eine optische Inspektion ggfs. mit Kamerabefahrung.

In **Tabelle 5** sind die anerkannten Prüfmethode der Bundesländer zusammengestellt. Optische Inspektionen sind laut DIN 1986-30 nur außerhalb von Wasserschutzgebieten bzw. der Wasserschutzzone II zulässig. Innerhalb dieser Gebiete sind Druckprüfung mit Wasser oder Luft gemäß DIN EN 1610 durchzuführen.

Tabelle 5: Anerkannte Prüfmethode der Länder¹⁹

Bundesland	Prüfungsmethode
Baden-Württemberg	Kanal-TV bzw. Begehung oder Dichtigkeitsprüfung für öffentliche Kanäle
Bayern	Optische Kontrolle (einfache oder eingehende Sichtprüfung), der Leckagedetektionsmethode oder Dichtheitsprüfung
Berlin	KA
Brandenburg	KA
Bremen	KA
Hamburg	Optische Zustandserfassung oder Dichtheitsprüfung
Hessen	Freispegelleitungen: optische Prüfung; Druckleitungen: Druckprüfung; Wasserschutzgebiete und Hochwasserschutzgebiete: Dichtheitsprüfung
Mecklenburg-Vorpommern	Optische Prüfung und/oder Dichtheitsprüfung
Niedersachsen	KA
Nordrhein-Westfalen	Optische Prüfung, Begehung oder in Augenscheinnahme, physikalische Inspektion
Rheinland-Pfalz	Optische Prüfung und/oder Dichtheitsprüfung
Saarland	KA

¹⁹ Uldack, M.; Rouault, P.; Hartmann, A.: Grundstücksentwässerungsanlagen. 2012 im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe.
http://www.kompetenzwasser.de/fileadmin/user_upload/pdf/forschung/GStEW/20120507_Bericht_Grunstuecksentwaesserungsanlagen_final.pdf

Sachsen	Optische Prüfung oder Begehung für öffentliche Kanäle
Sachsen-Anhalt	KA
Schleswig-Holstein	Optische Untersuchung oder Dichtheitsprüfung
Thüringen	Optische Inspektion und Dichtheitsprüfung für öffentliche Kanäle Freispiegelleitungen: optische Prüfung Druckleitungen: Druckprüfung

In der Eigenkontrollverordnung des Freistaates Sachsen werden für Dichtheitsprüfungen in der Regel die optischen Inspektionen mittels Fernsehkamera oder Begehungen als ausreichend angesehen. Für Wiederholungsprüfungen von Kanälen auf gewerblich genutzten Grundstücken vor einer Abwasserbehandlung ist eine Dichtheitsprüfung mit Wasser oder Luft erforderlich. Für Kanalrohre nach einer Abwasserbehandlung reicht mit behördlicher Zustimmung eine optische Inspektion.

1.8 Sanierungsverfahren

In den meisten Fällen erfolgt eine Sanierung von Kanalsystemen in offener Bauweise. Dies gilt auch für Grundstücksentwässerungsanlagen. Für örtlich begrenzte Schäden können auch sogenannte No-Dig-Verfahren eingesetzt werden. Das Inliner-Verfahren wird bei den No-Dig-Verfahren am häufigsten eingesetzt. Es eignet sich für Rohrleitungsbögen, umfangreiche Schäden, sofern die Rohrleitungsgeometrie nicht beschädigt ist, und für nur einseitig zugängliche Kanäle. Die Kosten bewegen sich zwischen 70 € und 600 € pro laufenden Meter je nach Art des Inliners.

Die Stadt Düsseldorf nennt folgende Sanierungsverfahren für Häuser und Grundstücke, die auf ihrem Stadtgebiet zur Anwendung kommen:

- Abhängen von Leitungen u. Stilllegung der Grundleitung
- offene Baugrube
- Linerrenovierung
- Kastenrinne
- Flutungsverfahren

Es wird darauf hingewiesen, dass alle im Bereich der Grundstücksentwässerung eingesetzten Materialien eine Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik haben müssen.

1.9 Dokumentation

Die Selbstüberwachungsverordnung des Landes NRW fordert neben der Prüfbescheinigung durch einen Sachverständigen die Dokumentation folgender Informationen:

- Bestandsplan / Lageplanskizze
- Fotodokumentation der Örtlichkeit
- Bei optischer Prüfung: CD/DVD mit den Befahrungsvideos
- Haltungs-/Schachtberichte
- Bilddokumentation festgestellter Schäden
- Bei Prüfung mit Luft oder Wasser: Prüfprotokolle

Die Befahrungsvideos müssen mit einem lizenzfreien Viewer lesbar sein.

Anders als in Nordrhein-Westfalen werden im Freistaat Sachsen Grundstücksentwässerungsanlagen von der Eigenkontrollverordnung ausgenommen. Somit beschränkt sich die Dokumentationspflicht auf öffentliche und gewerbliche Kanäle und Rohrleitungen. Im Einzelnen sind folgende Informationen und Daten zu dokumentieren:

- Art, Größe und Ausstattung der Bauwerke
- Lage und eigentumsrechtliche Angaben
- Zeitpunkt der Errichtung bzw. Sanierung
- Ergebnisse der optischen Inspektion bzw. Dichtheitsprüfung

Darüber hinaus müssen folgende Angaben im Betriebstagebuch aufgezeichnet sein:

- Zeitpunkt, Ergebnis, Art und Kanalabschnitt der Dichtheitsprüfung
- Name des Verantwortlichen
- Maßnahmen zur Mängelbeseitigung mit Terminen
- Zeitpunkt und Ergebnis der Überprüfung der Mess-, Steuer- und Regelungseinrichtungen
- Zeitpunkt und Ergebnis von Wartungs- und Reinigungsarbeiten, die für den Betrieb der Abwasseranlagen bedeutsam sind
- Besondere Vorkommnisse bei der Abwasserableitung und getroffene Maßnahmen
- Zeitpunkt und Ergebnis durchgeführter behördlicher Kontrollen des Betriebstagebuchs
- Zeitpunkt und Ergebnis der Sichtkontrollen am Gewässer
- Lageplan der Leitungsführung (Übersichtsskizze) beifügen

1.10 Zusammenfassung und Empfehlungen

Das Wasserhaushaltsgesetz regelt in § 61, dass jeder, der eine Abwasseranlage betreibt, verpflichtet ist, ihren Zustand und ihre Funktionsfähigkeit zu überprüfen. Eine Frist sowie eine Prüfmethode schreibt das Gesetz nicht vor. Auch wurde eine bundeseinheitliche Verordnung, in der die Selbstüberwachung von Abwasseranlagen bzgl. der Dichtigkeit geregelt wird, bislang nicht verabschiedet. So gelten die verschiedenen landesspezifischen Regelungen der Länder, sofern überhaupt eine Eigenkontrollverordnung erlassen wurde.

Im Rahmen der hiermit vorgelegten Analyse der länderspezifischen Verordnungen wurden folgende Bestandteile einer Eigenkontrollverordnung als wesentlich identifiziert und näher betrachtet:

1. Geltungsbereich

Das WHG bestimmt in den §§ 60 und 61, dass Abwasseranlagen nach den a.a.R.d.T. zu errichten, zu betreiben und zu unterhalten sind. Es gibt eine Pflicht zur Selbstüberwachung für all diejenigen, die eine Abwasseranlage betreiben. Dazu zählen sowohl die öffentlichen als auch die privaten Kanäle und Rohrleitungen.

Diesem umfassenden Ansatz des WHG folgen die meisten länderspezifischen Verordnungen nicht uneingeschränkt und bestimmen Ausnahmen von dieser Verpflichtung, die das WHG in § 61 Abs. 3 auch grundsätzlich zulässt. Diese sind jedoch von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich. Die im Rahmen einer bundeseinheitlichen Verordnung am meisten zu diskutierenden Bereiche, werden im Folgenden noch einmal benannt und erörtert.

Private Hausanschlüsse

Eine grundsätzliche Herausnahme von privaten Hausanschlüssen aus dem Geltungsbereich einer bundeseinheitlichen Eigenkontrollverordnung ist vor dem Hintergrund des Vorsorgegrundsatzes und der ökologischen Relevanz aufgrund der Anzahl von privaten Hausanschlüssen sowie deren Gesamtlänge schwer begründbar. Allerdings hat die Pflicht zur Selbstüberwachung privater Hausanschlüsse in Verbindung mit einer zeitlichen Vorgabe zur Erstprüfung zu einem erheblichen öffentlichen Widerstand geführt, der auch im Falle einer bundeseinheitlichen Verordnung zu erwarten ist. Darüber hinaus ist festzuhalten, dass in einigen Eigenkontrollverordnungen private Hausanschlüsse gänzlich aus dem Geltungsbereich herausgenommen wurden.

Dichtheitsanforderungen an private Hausanschlüsse sind auch vor dem Hintergrund der Festlegung von möglichen Bagatellgrenzen zu diskutieren. Wenn z. B. Abwasser(behandlungs)anlagen mit einem Durchsatz bis 8 m³/d aus dem Geltungsbereich einer Eigenkontrollverordnung herausfallen würden, was in einigen Länderverordnungen der Fall ist, dann entspräche dies Wohnhäusern mit rechnerisch 53,3 Personen, wenn ein spezifischer Abwasseranfall von 150 l/E*d zugrunde gelegt wird.

Eine andere Bagatellgrenze wäre z.B. eine Abwassermenge von maximal 1 m³/d für nicht-öffentliche Kanalisationen. Dies würde Haushalten mit rechnerisch 6,66 Personen entsprechen. Mit diesen beiden Angaben wäre schon eine Bandbreite markiert, an der sich die Diskussion über eine Ausnahmeregelung für private Grundstücksentwässerungsanlagen orientieren könnte.

Unabhängig vom letztlich noch festzulegenden Schwellenwert könnten diese Überlegungen einen Weg aufzeigen, die Grundstücksentwässerungsanlagen für häusliches Abwasser zwar grundsätzlich entsprechend den Vorgaben des WHG in den Geltungsbereich einer Eigenkontrollverordnung einzubeziehen, mit der Einführung eines Schwellenwertes (Bagatellgrenze) könnten jedoch z.B. Ein- oder Zweifamilienhäuser aus der Prüfpflicht wieder entlassen werden. Größere Wohneinheiten würden auf diese Weise dennoch erfasst. Eine solche Ausnahmeregelung könnte mit dem geringeren Gefährdungspotenzial von häuslichem Abwasser aus Ein- und Zweifamilienhäusern begründet werden. Darüber hinaus wäre die politische Diskussion über die Erfassung von privaten Grundstücksentwässerungsanlagen erheblich entschärft.

Regenwasserkanäle

Weil das Gefährdungspotenzial für Boden und Grundwasser durch Kanäle und Rohrleitungen, die unvermishtes Regenwasser sammeln und ableiten, im Vergleich zu Abwasserkanälen als gering einzustufen ist, sind derartige Leitung nicht Gegenstand der Selbstüberwachungsverordnung des Landes NRW. Diese Regelung ist ökologisch begründbar und verringert den Prüfaufwand für private und öffentliche Kanäle und Rohrleitungen erheblich.

Es ist zu diskutieren, ob für eine bundeseinheitliche Regelung zwischen behandlungsbedürftigem und nicht-behandlungsbedürftigem Niederschlagswasser zu unterscheiden ist. Als behandlungsbedürftig können Niederschlagswässer eingestuft werden, die potenziell mit umweltbelastenden bzw. wassergefährdenden Stoffen in Kontakt kommen können, wie Straßenablaufwasser aus stark befahrenen Straßen, Regenwasser aus Öltanktassen oder aus Befüll- und Entladestationen).

Bagatellgrenzen

Mit der Einführung von Bagatellgrenzen wird von Seiten des Gesetzgebers der Tatsache Rechnung getragen, dass das von bestimmten Anlagen ausgehende Gefährdungspotenzial für die Umwelt als so gering eingestuft wird, dass Anforderungen zur Verminderung des Gefährdungspotenzials entfallen können. Neben den schon im Zusammenhang mit dem Geltungsbereich diskutierten Schwellenwerten von maximal 8 m³/d für Abwasseranlagen und Abwasserbehandlungsanlagen bzw. 1 m³/d für nichtöffentliche Kanalisationen werden in den länderspezifischen Selbstüberwachungsverordnungen folgende weitere Ausnahmen benannt:

- Private Abwasserbeseitigung von befestigten gewerblichen Flächen (Niederschlagswasser), deren Größe drei Hektar nicht übersteigt.
- Leichtstoffabscheider, die für einen Abwasserdurchfluss unter 10 l/s ausgelegt sind.
- Kleineinleitungen aus Zahnarztpraxen
- Doppelwandige Rohrleitungen mit Leckageerkennung

Es erscheint sinnvoll, eine Klausel für Ausnahmefälle in einer bundeseinheitlichen Eigenkontrollverordnung in der Weise vorzusehen, dass die zuständigen Behörden für den Einzelfall die Gegebenheiten und Bedingungen prüfen und entscheiden dürfen, ob ein Ausnahmefall vorliegt.

2. Zeitlich Vorgaben zur Erstprüfung und Wiederholungsprüfung

Die Regelungen zur Erstprüfung sind in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich oder zum Teil gar nicht vorhanden. Auch der Verweis auf DIN 1986-30 reicht nicht aus, weil dort die Frist zur Erstprüfung (31.12.2015) herausgenommen wurde. Für eine bundeseinheitliche Regelung gibt es 4 Möglichkeiten für eine zeitliche Vorgabe zur Erstprüfung:

1. Stichtagsregelung (Festlegung eines Datums bis zu dem die Prüfung durchgeführt werden muss)
2. Festlegung eines Zeitraums nach der Bauabnahme
3. Festlegung von Zeitspannen zur Prüfung von Grundstücksentwässerungsanlagen (GEA), die sich am Zeitpunkt der Sanierung des öffentlichen Kanals orientieren.
4. Festlegung der Erstprüfung durch die örtlichen Behörden

Die 4. Variante kann dann sinnvoll sein, wenn Sanierungsmaßnahmen an öffentlichen Abwasseranlagen zu planen oder durchzuführen sind oder wenn die Gemeinde für abgegrenzte Teile ihres Gebietes die Kanalisation im Rahmen der Selbstüberwachungsverpflichtung nach § 61 überprüft.

Analog dem Vorgehen der meisten Länder sollten Regelungen für Erst- und Wiederholungsprüfungen in Abhängigkeit von folgenden Randbedingungen festgelegt werden:

1. Häusliches Abwasser
2. Gewerbeabwasser (und Industrieabwasser)
3. Kanäle und Rohrleitungen vor und nach einer Abwasserbehandlungsanlage
4. behandlungsbedürftiges Regenwasser
5. Wasserschutzgebiete (Zonen I bis III)

In **Tabelle 3** sind die zeitlichen Regelungen der länderspezifischen Verordnungen zusammengefasst. Grundsätzlich sollten risikoproportionale Anforderungen festgelegt werden. In diesem Zusammenhang wäre zu prüfen, ob die zuvor genannte Einteilung (häusliches Abwasser, Gewerbeabwasser und verschmutztes Regenwasser) nicht zu grob ist. So erscheint die Sonderregelung in Schleswig-Holstein für schwach belastetes Gewerbeabwasser durchaus interessant. Dort wird versucht, der Tatsache Rechnung zu tragen, dass auch Gewerbe- und Industriebetriebe Abwässer produzieren, die mit dem Gefährdungspotenzial des häuslichen Abwassers vergleichbar sind. Für gewerbliches Abwasser, das vorbehandelt wurde oder keiner Abwasservorbehandlung bedarf und weniger als die 3-fache Konzentration des häuslichen Rohabwassers aufweist, gelten die zeitlichen und fachlichen Vorgaben für häusliches Abwasser.

3. Allgemein anerkannte Regeln der Technik

Der Verweis auf die a.a.R.d.T. in § 60 WHG sollte in einer bundeseinheitlichen Eigenkontrollverordnung konkretisiert werden. Hierbei sind die jeweils in den Normen festgelegten Geltungsbereiche zu beachten. So gelten die Normen der DIN 1986-Reihe nur für die Grundstücksentwässerungsanlagen, wie sie in Abbildung 2 dargestellt sind, und DIN EN 752 für die Grundstücksanschlüsse.

4. Methoden zur Prüfung der Dichtigkeit

In einer bundeseinheitlichen Eigenkontrollverordnung sind die Prüfmethode festzulegen. Allgemein anerkannt sind folgende Prüfmethode:

- Optische Prüfung
- Druckprüfung mit Luft oder Wasser

Optische Inspektionen sind laut DIN 1986-30 nur außerhalb von Wasserschutzgebieten bzw. der Wasserschutzzone II zulässig. Innerhalb dieser Gebiete sind Druckprüfung mit Wasser oder Luft gemäß DIN EN 1610 durchzuführen.

5. Dokumentation

Die Dokumentationspflichten zwischen Betreiber häuslicher Abwasseranlagen und gewerblicher Abwasseranlagen können unterschiedlich umfangreich ausfallen. In jedem Fall sollten neben der Prüfbescheinigung folgende Informationen vorliegen:

- Art, Größe und Ausstattung der Bauwerke
- Lage und eigentumsrechtliche Angaben
- Zeitpunkt der Errichtung bzw. Sanierung
- Ergebnisse der optischen Inspektion bzw. Dichtheitsprüfung

2 Kanalnetzbewirtschaftung

2.1 Aufgabenstellung

Nach § 54 WHG werden Niederschläge aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen (Niederschlagswasser) als Abwasser definiert. Demzufolge unterliegt Niederschlagswasser den Grundsätzen der Abwasserbeseitigung nach § 55 WHG. Danach ist das Abwasser so zu beseitigen, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird.

Weil Mischwasserkanäle in der Regel für eine bestimmte Abwassermenge sowie eine bestimmte Niederschlagsmenge ausgelegt werden, ist ihr Fassungsvermögen begrenzt. Bei starken Regenereignissen kann die Gesamtabwassermenge das hydraulische Fassungsvermögen der Mischwasserkanalisation übersteigen. Für diesen Fall sind Überläufe in das Kanalsystem integriert, die das Abwasser entweder in Rückhaltebecken oder direkt in den Vorfluter abschlagen. Vor diesem Hintergrund kann die Kanalnetzbewirtschaftung zu einer Abflusssteuerung beitragen, die im Ergebnis eine Verringerung dieser Emissionen bewirken kann. Es ist die Frage zu klären, ob durch eine rechtliche Vorgabe die Kanalnetzbewirtschaftung durch den Gesetzgeber verbindlich vorgeschrieben werden kann.

2.2 Rechtliche Grundlagen

Nach § 55 Satz 2 WHG soll Niederschlagswasser „ortsnah versickert, verrieselt oder direkt oder über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden, soweit dem weder wasserrechtliche noch sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften noch wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen.“ Im Kern bedeutet diese Anforderung, dass Regenwasser mit Schmutzwasser nicht vermischt werden darf und getrennt abzuleiten ist. Damit wird das Mischwassersystem grundsätzlich infrage gestellt.

Die Bestimmungen des § 55 WHG werden von einigen Ländern weitgehend übernommen. Beispielweise heißt es im Niedersächsischen Wassergesetz (2014) in § 95 Satz 2 kurz:

(2) Die §§ 54 bis 61 WHG und die §§ 96 bis 100 dieses Gesetzes gelten nicht für Jauche und Gülle sowie für das durch landwirtschaftlichen Gebrauch entstandene Abwasser, das dazu bestimmt ist, auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Böden aufgebracht zu werden. Die Vorschriften des Abfallrechts bleiben unberührt.

Das Bayerische Wassergesetz (BayWG) vom 25. Februar 2010 geht auf den § 55 WHG überhaupt nicht ein. Das Verbot der Vermischung von Regenwasser und Schmutzwasser wurde im BayWG nicht übernommen.

Anders verhält es sich jedoch mit dem Landeswassergesetz des Landes NRW (2013). In § 51a Satz 1 LWG NRW wird die Anforderung nach § 55 Satz 2 WHG zunächst ausdrücklich bestätigt.

§ 51a Beseitigung von Niederschlagswasser

(1) Niederschlagswasser von Grundstücken, die nach dem 1. Januar 1996 erstmals bebaut, befestigt oder an die öffentliche Kanalisation angeschlossen werden, ist zu versickern, zu verrieseln oder ortsnah direkt oder ohne Vermischung mit Schmutzwasser über eine Kanalisation in ein Gewässer einzuleiten, sofern dies ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit möglich ist. Die dafür erforderlichen Anlagen sind nach Maßgabe des § 57 zu errichten und zu betreiben

In Satz 3 werden dann jedoch Ausnahmen mit dem Hinweis auf den genehmigten Altbestand und auf die Wirtschaftlichkeit zugelassen.

(3) Niederschlagswasser, das aufgrund einer nach bisherigem Recht genehmigten Kanalisationsnetzplanung gemischt mit Schmutzwasser einer öffentlichen Abwasserbehandlungsanlage zugeführt wird oder werden soll, ist von der Verpflichtung nach Absatz 1 ausgenommen, wenn der technische oder wirtschaftliche Aufwand unverhältnismäßig ist.

Eine solche Ausnahmeregelung erscheint vor dem Hintergrund der praktischen Umsetzung der Anforderung nach § 51a LWG NRW auch plausibel. Die konsequente Umsetzung der getrennten Ableitung von Regenwasser und Schmutzwasser ist aus Kostengründen sowie aufgrund des erforderlichen Zeitbedarfs zum Umbau des Altbestandes auf absehbare Zeit nicht umsetzbar. Daher muss davon ausgegangen werden, dass auch in Zukunft noch Abwasser aus der Mischwasserkanalisation bei starken Regenwasserereignissen direkt in die Vorfluter gelangt.

Für die Einleitung von Abwasser ist grundsätzlich eine Einleiterlaubnis gemäß § 57 WHG erforderlich. Bislang hat der Bund nicht von seinem Recht gebraucht gemacht, wasserrechtliche Anforderungen an die Einleitung von Regenabwasser oder Abwasser aus der Mischkanalisation (Entlastungsbauwerke) zu stellen.

Der Bau und Betrieb der Kanalisation selbst ist Aufgabe der Städte und Gemeinden und liegt daher nicht im Regelungsbereich des Bundes. Gleichwohl haben schon einige Städte und Gemeinden Maßnahmen zur Kanalnetzbewirtschaftung eingeleitet und zum Teil auch schon realisiert. Die Motivation hierfür ist jedoch durchaus unterschiedlicher Natur (Betriebsicherheit des Reinigungsprozesses auf der Kläranlage, Hochwasserschutz, usw.).

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass es offenbar keine einheitliche Regelung zur Beseitigung von Niederschlagswasser in den einzelnen Ländern gibt. Während NRW den Bestandsschutz von Altkanälen in seinem Landeswassergesetz ausdrücklich betont, übernimmt das Niedersächsische Wassergesetz den § 55 WHG weitgehend. Eine Regelung für Altanlagen ist nicht vorgesehen. Im Bayerischen Wassergesetz wird auf das Vermischungsverbot von Regenwasser und Schmutzwasser nicht eingegangen.

Unabhängig von den länderspezifischen Regelungen in den einzelnen Landeswassergesetzen werden noch für Jahrzehnte erhebliche Kanalstrecken als Mischwasserkanalisation bestehen bleiben.

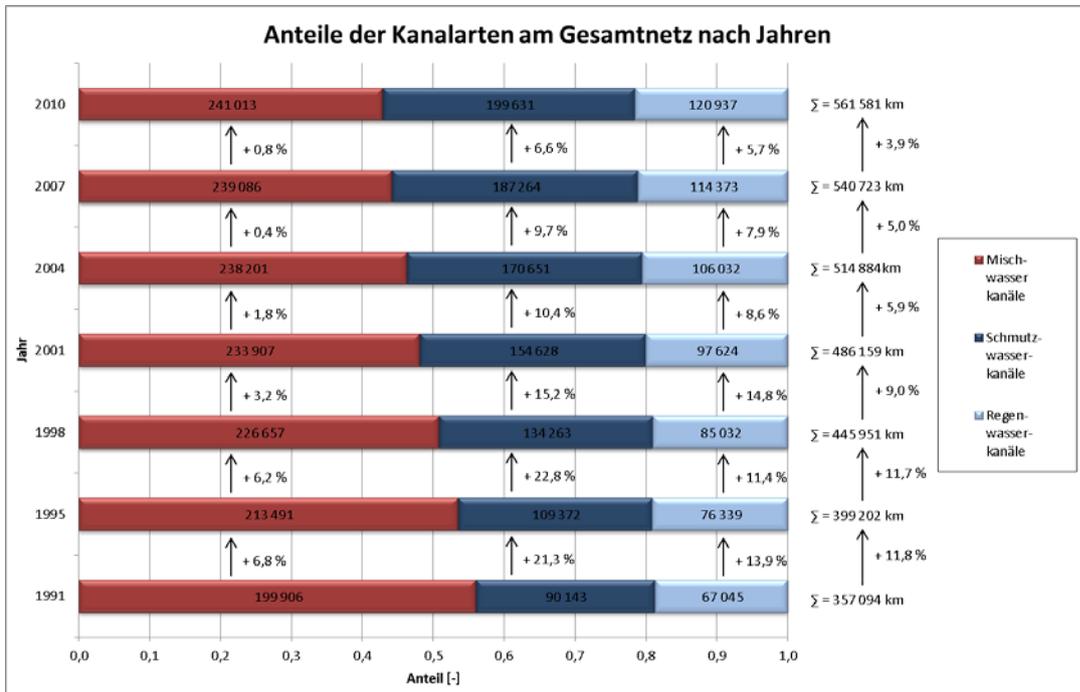
2.3 Einordnung und Relevanz der Mischwasserkanalisation

Aktuelle Daten zur Beschaffenheit und zum Zustand des Kanalnetzes sind die Grundlage für eine Bewertung von Perspektiven und Risiken, die von der Implementierung einer Kanalnetzbewirtschaftung ausgehen könnten.

In Deutschland gibt es im Jahr 2010 nach Erhebungen des Statistischen Bundesamtes 6.618 Betreiber von Kanalnetzen, welche 9.800.000.000 m³ Abwasser über 561.581 km Kanalnetz abführen. In **Abbildung 3** ist sowohl die absolute Länge jeder Kanalart in km, als auch der Anteil der jeweiligen Art am Gesamtkanalnetz in drei-Jahres-Schritten von 1991 bis 2010 dargestellt. Die Zahlenangaben basieren auf Daten des Statistischen Bundesamtes.²⁰

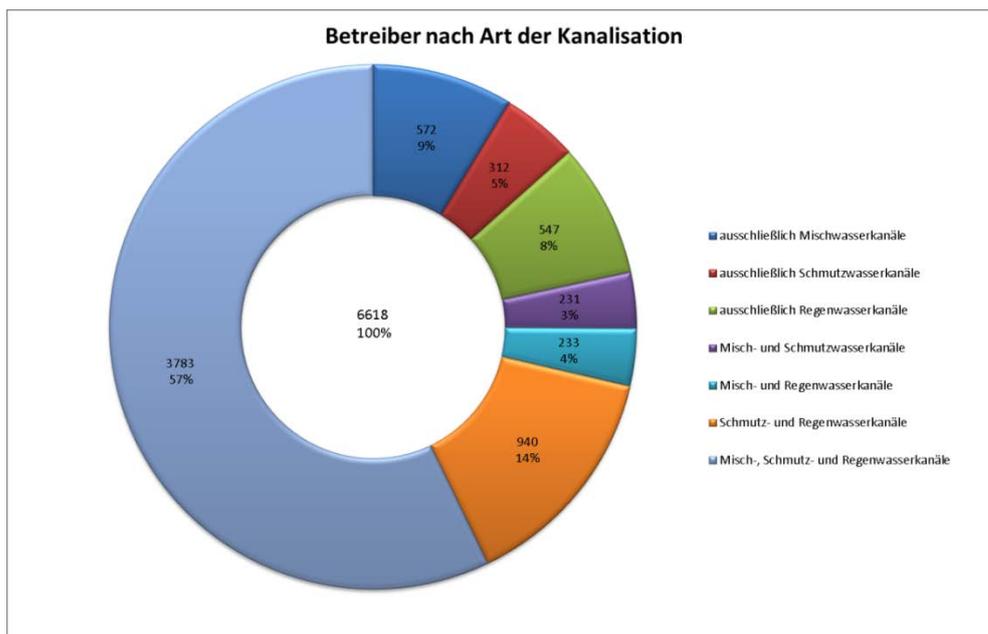
²⁰ Statistisches Bundesamt (2013): Erhebung Strukturdaten der Wasserwirtschaft. Wiesbaden (2190213109004). Online verfügbar unter www.destatis.de, zuletzt aktualisiert am Oktober 2013.

Abbildung 3: Anteile von Misch-, Schmutz- und Regenwasserkanalisation



Während der Bau neuer Mischwasserkanalisationsstrecken nahezu stagniert, kann bezüglich der Trennkanalisation trotz Rückgang der neu gebauten Strecke noch immer eine deutliche Zunahme beobachtet werden. So erklärt sich der Rückgang des Anteils der Mischwasserkanalisation am Gesamtkanalnetz von 56 % im Jahr 1991 auf 43 % im Jahr 2010. Wie sich die Kanalarten auf die Betreiber aufteilen, zeigt **Abbildung 4**. Mit 57 % ist der Anteil von Betreibern mit Kombination aus Misch-, Schmutz- und Regenwasserkanälen am größten. Bei 14 % der Betreiber ist keinerlei Mischwasserkanalisation zu finden, bei 9 % dagegen kommt diese ausschließlich vor.

Abbildung 4: Anteile Betreiber nach Art der vorkommenden Kanäle (Daten: Statistisches Bundesamt, 2013)



Die DWA fragt in regelmäßigen Abständen Daten über die Kanalnetze unter ihren Mitgliedern ab. Die aktuellen Daten stammen von der Umfrage aus dem Jahr 2009. Die Ergebnisse stellen keine statistisch abgesicherte durchschnittliche technische oder wirtschaftliche Kenngröße dar. Aber mit rund 25 % repräsentierter Bevölkerung und einer guten Verteilung der Befragten, kann von einer hohen Aussagekraft ausgegangen werden.

Im Fazit des Ergebnisberichtes werden unter anderen folgende Punkte als wesentliche Ergebnisse der Umfrage genannt: ²¹

- Das durchschnittliche Alter der Kanalisation in Deutschland liegt bei 41 Jahren, die durchschnittliche technische Restnutzungsdauer bei 47,1 Jahren.
- Ca. 17 % der Kanalhaltungen im öffentlichen Bereich weisen Schäden auf, die kurz- bzw. mittelfristig sanierungsbedürftig sind (ohne Berücksichtigung der noch nicht inspizierten bzw. ausgewerteten Kanalisationsabschnitte).
- Die Angaben der Teilnehmer der Umfrage, die Aussagen zu beabsichtigten Investitionen zur Kanalsanierung in den kommenden fünf Jahren getroffen haben, zeigen, dass ein maßgeblicher Anteil von Kanalnetzbetreibern ausreichende Investitionen zum Abbau der kurz- und mittelfristig erforderlichen Kanalsanierungen tätigt.
- Die Kosten für Kanalsanierungsmaßnahmen (bezogen auf einen Meter zu sanierenden Kanalnetzabschnitt) sind im Vergleich zu entsprechenden Angaben der Umfrage des Jahres 2004 signifikant angestiegen.
- Der Anteil der Erneuerungs- und Renovierungsverfahren bei Sanierungsmaßnahmen nimmt ab, der der Reparaturverfahren zu.
- Erstmals wurde in der Umfrage 2009 die insgesamt angesetzte technische Nutzungsdauer von Sanierungsverfahren erfragt und mit durchschnittlich 23, 47 und 82 Jahren für die Verfahrensgruppen Reparatur, Renovierung und Erneuerung angegeben.

2.4 Begriffsklärung

Die Abflusssteuerung wird in der Literatur meist mit der Kanalnetzbewirtschaftung gleichgesetzt.^{22, 23} Bisweilen wird der Begriff Kanalnetzsteuerung lediglich als Bestandteil der Kanalnetzbewirtschaftung verwendet, auch wenn es sicherlich um den Hauptbestandteil handelt. Das zeigt sich auch an Abhängigkeiten und Synergien, welche verschiedene Konzepte mit der Kanalnetzsteuerung verbindet.²⁴ Nach (DWA-M 180 2005) ist die Abflusssteuerung der „Oberbegriff für planmäßige Eingriffe in die Abfluss-, Speicherungs- und Entlastungsvorgänge innerhalb eines Kanalisationssystems.“ Die Daten und Erkenntnisse aus Abschnitt 3.3 zeigen die Vielfalt der Kanalnetze in Deutschland. Unterschiedliche Kombinationen aus Kanalarten und bestehenden bzw.

²¹ Berger, Christian; Falk, Christian (2009): Zustand der Kanalisation in Deutschland. Ergebnisse der DWA-Umfrage 2009. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Online verfügbar unter http://de.dwa.de/tl_files/_media/content/PDFs/Abteilung_WAW/mj/Zustand%20der%20Kanalisation%20in%20Deutschland_2009.pdf.

²² Schilling, W.; Xantopoulos, C.: Einführung und Ziele der Abflusssteuerung. In: Wolfgang Schilling (Hg.): Praktische Aspekte der Abflusssteuerung in Kanalnetzen. München: Oldenbourg, 1996

²³ Rohlfing, R.: Aspekte und Ziele der Kanalnetzbewirtschaftung. In: Igor Borovsky (Hg.): 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. Gelsenkirchen, 17.06.2015. Technische Akademie Hannover e.V., 2015

²⁴ Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (2013): Energie aus Abwasser - Wärme- und Lageenergie. Advisory guideline DWA-M 114E.

geplanten Kanalbauwerken sowie unterschiedlicher Zustand und verschiedene Baujahre einzelner Abschnitte eines Systems sorgen für eine Vielzahl von Variablen. Zusammen mit regionalen Unterschieden wie Geographie und Meteorologie erhält man mehr oder minder einzigartige Gegebenheiten an jedem Standort. Eine allgemeingültige Strategie zur Bewirtschaftung eines beliebigen Kanalnetzes ist aus diesen Gründen meist nicht zielführend.

2.5 Ziele der Kanalnetzbewirtschaftung

Grundsätzlich lassen sich die Ziele der Kanalnetzbewirtschaftung in fünf Kategorien einteilen:

- Gewässerschutz,
- Hochwasserschutz,
- Optimierung des Kanalnetzbetriebes,
- Optimierung des Kläranlagenbetriebes sowie
- Wärmegewinnung.

Aus der Sicht eines Kanalnetzbetreibers haben die Optimierung des Kanalnetzbetriebes, die Optimierung des Kläranlagenbetriebes und die Wärmegewinnung potentiell wirtschaftliche und betriebliche Vorteile. Der Gewässerschutz hingegen bietet keine direkten Vorteile für den Betreiber, folglich besteht seitens des Gesetzgebers Bedarf, Anreize zu schaffen. Es kommt in statischen Kanalnetzen zu gegenläufigen Effekten, wie beispielsweise eine erhöhte Entlastungshäufigkeit bei steigendem Entwässerungskomfort. Durch die Kanalnetzsteuerung kann der Einfluss eines Aspektes auf einen anderen gedämpft oder gar vermieden werden. Eine Übersicht möglicher Ziele der Kanalnetzbewirtschaftung inklusive Beispielanwendungen zeigt **Tabelle 6**:

Tabelle 6: Übersicht möglicher Ziele der Kanalnetzbewirtschaftung

Kategorie	Ziel	Beispiel
Gewässerschutz	Reduzierung der Entlastungsmenge und -fracht durch optimale Speicherausnutzung	Vermeidung ungenutzten Speichervolumens, während ein Regenüberlaufbecken schon entlastet
	Reduzierung der Entlastungsmenge und -fracht durch Erhöhung der Speicherkapazität	Nutzung von Kanalstrecke als Speicher, durch Erhöhung des Wasserstandes
	Wahl des Gewässers bzw. der Einsatzstelle bei unabwendbaren Entlastungen	Verlagerung einer Entlastung von einem kleinen, langsam strömenden Gewässer einen leistungsstärkeren Vorfluter
	Wahl der Qualität und des Zeitpunktes bzw. der Dauer der Entlastung	Gezielt das Abwasser mit der geringsten Belastung zu einem (im Rahmen des möglichen) günstigen Zeitpunkt in den Vorfluter entlasten
Hochwasserschutz	Überflutungen verhindern bzw. verzögern	Bei kleinen und mittleren Niederschlagsereignissen
	Wahl des überfluteten Gebietes bei unabwendbaren Überflutungen	Schäden und Gefährdung durch Abflusssteuerung vermeiden

Optimierung des Kanalnetzbetriebes	Ablagerungen und Sedimente vermindern oder beseitigen	Kontinuierliche Beseitigung von Ablagerungen durch automatische Schwallspülung
	Stoffeintrag in das Kanalnetz behindern oder steuern	Verwendung der Steuerorgane, um bei Havarien den Eintrag von unerwünschten Stoffen in die Kläranlage zu verhindern bzw. bei Bedarf verträglich zu dosieren
	Reaktion auf Ereignisse im Kanalnetz	Rückhaltung des Abwassers bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten sowie für Begehung und manuelle Reinigung
	Identifizierung von Schäden im Kanalnetz	Nutzung der Messungen um Exfiltrationsstellen zu identifizieren
Optimierung des Kläranlagenbetriebs	Verminderung der Abwassermenge im Kläranlagenzulauf	Gering belastetes (Niederschlags-)Wasser gezielt in Vorfluter ableiten bzw. einer dezentralen Behandlung zu führen
	Vergleichmäßigung der Abwassermenge im Kläranlagenzulauf	Zulaufspitzen bei Niederschlagsereignissen dämpfen
	Vergleichmäßigung der Fracht im Kläranlagenzulauf	Kontinuierliche Beseitigung von Ablagerungen
	Reaktion auf Betriebszustand der Kläranlage	Temporäre Reduzierung der Zulaufmenge bei Wartung oder Instandhaltungsarbeiten
	Anpassung des Klär Anlagenbetriebes auf die aktuellen Bedingungen	Nutzung der Messwerte aus der Kanalnetzsteuerung zur Anpassung des Kläranlagenbetriebes
Wärmegewinnung	Wärmeenergie aus Abwasser nutzbar machen	Gewinnung von Wärmeenergie Mithilfe einer Wärmepumpe - Nutzung durch einen Abnehmer in der Nähe
	Nutzung des Kanalnetzes als Wärmeübertragungsnetz	Wärme mit Wärmetauscher an Abwasser abgeben und an einen Abnehmer in der Nähe wieder abgeben, statt über Kühlturm abführen

Im Rahmen der in diesem Forschungsvorhaben zur Diskussion stehenden Möglichkeiten zur Implementierung der Kanalnetzbewirtschaftung im Sinne des § 55 WHG steht vor allem der Gewässerschutz im Vordergrund der folgenden Betrachtungen.

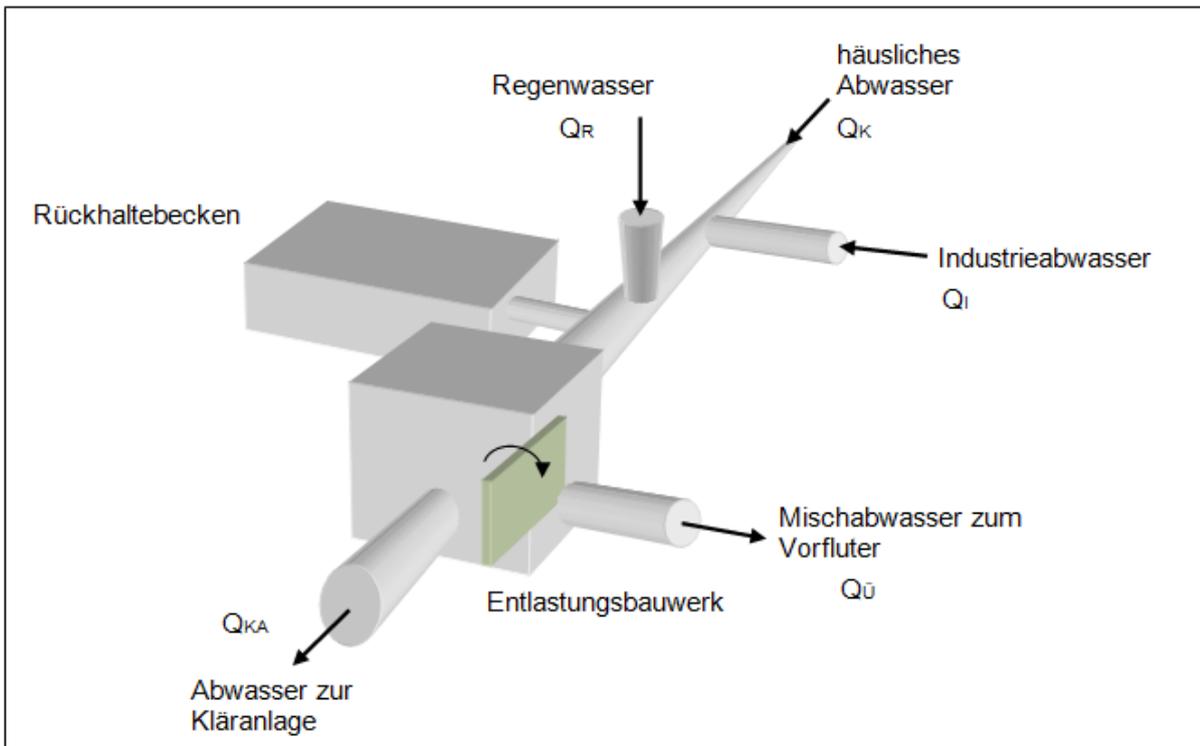
2.6 Gewässerschutz

2.6.1 Grundlagen

In der **Abbildung 5** wird zunächst ein Beispiel für einen Ausschnitt eines Mischwasserkanalsystems dargestellt. Die Zuläufe in das Kanalsystem umfassen das häusliche Abwasser Q_K , das Industrieabwasser Q_I sowie das Oberflächenwasser bzw. Regenwasser Q_R . Nicht berücksichtigt

wird in dieser Betrachtung der mögliche Fremdwasseranfall durch undichte Kanäle. Alle drei Zuläufe unterliegen mehr oder weniger starken Schwankungen.

Abbildung 5: Ausschnitt eines Mischwasserkanalsystems



Die Massenbilanz kann für eine konstante Dichte für Wasser von 1 kg/l auch in Form der Durchflussmengen Q ausgedrückt werden. Sie lautet für den dargestellten Kanalausschnitt wie folgt:

$$(1) \quad \frac{dV}{dt} = Q_K + Q_I + Q_R - Q_{KA} - Q_{\bar{U}}$$

mit Q = Durchflussmenge in m^3/h oder l/s

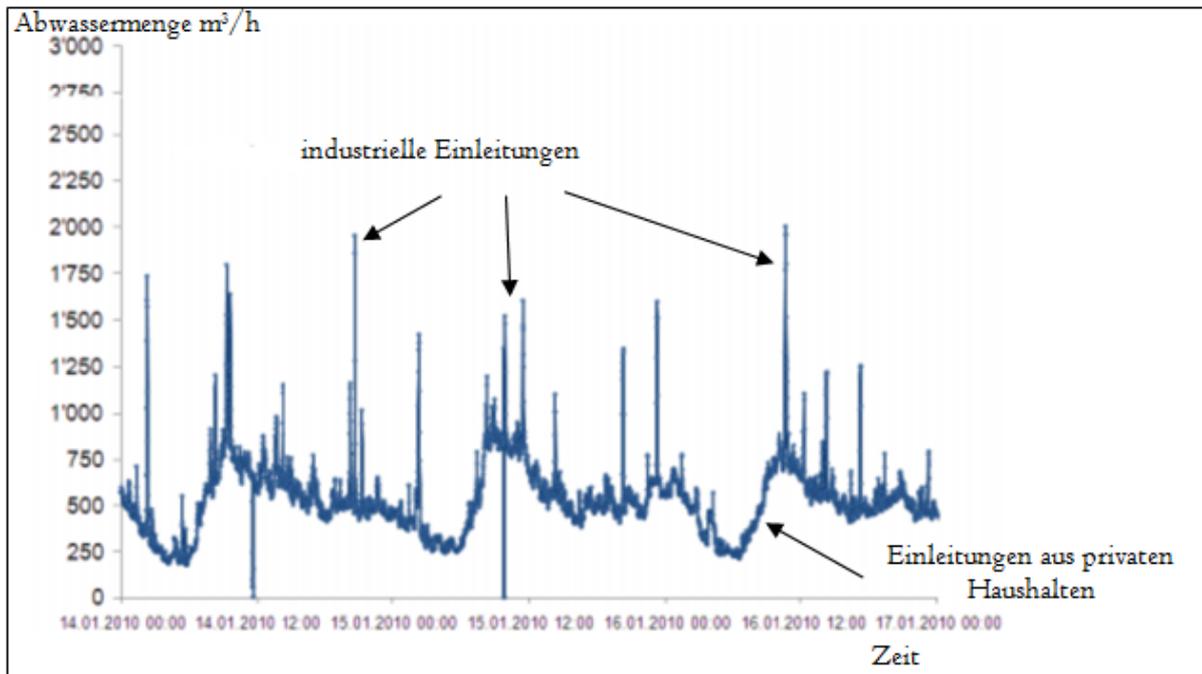
V = Stauvolumen

Der Term dV/dt beschreibt die Instationarität des Systems (Akkumulation), d. h. in der Massenbilanz wird mit diesem Term die Speichermöglichkeit von Abwasser bzw. die Abgabe von Abwasser aus dem Speichervolumen beschrieben. Nur wenn kein Zu- oder Abfluss zum bzw. vom Speicher erfolgt, liegen stationäre Verhältnisse vor und dV/dt wird Null.

Aus Gründen des Gewässerschutzes sollte $Q_{\bar{U}}$ so klein wie möglich sein oder mathematisch ausgedrückt gegen Null gehen. Um hierfür Ansatzpunkte zu entwickeln, werden in den folgenden Abschnitten nähere Betrachtungen angestellt.

Während der Abwasseranfall aus den Haushalten den bekannten Tagesschwankungen unterliegt, sind die industriellen Abwassereinleitungen produktionsbedingt oftmals kurzfristig und schwallartig. Im Kläranlagenzulauf ist dies durch ausgeprägte Peaks erkennbar (**Abbildung 6**).

Abbildung 6: Abwasseranfall in einer Kommune mit industriellen Einleitern



Wie das Beispiel zeigt, kann die gewerbliche Abwassermenge durchaus kurzzeitig das Dreifache der privaten Haushalte ausmachen. Die Niederschlagsmengen unterliegen jedoch erfahrungsgemäß weitaus größeren Schwankungen und können ein Vielfaches des Trockenwetterabflusses überschreiten. Um diese Mengen möglichst weitgehend aufzufangen sind oftmals Rückhaltebecken in das Kanalsystem integriert, die je nach Ausbaugröße Wasser aufnehmen können und nach Abklingen des Regenereignisses wieder an den Kanal abgeben. Gleichwohl ist deren Fassungsvermögen begrenzt, so dass über Entlastungsbauwerke Abwasser aus der Mischwasserkanalisation direkt in den Vorfluter abgegeben werden muss.

Wie Untersuchungen^{25, 26} gezeigt haben, sind die Schadstoffbelastungen aus solchen Entlastungsbauwerken keineswegs zu vernachlässigen (**Tabelle 7**).

²⁵ Sieker, F.: Regen(ab)wasser und Misch(ab)wasser, eine vernachlässigte Schutzquelle? Zeitschrift gwf, Nr. 9, 2003

²⁶ Brombach, H.; Fuchs, St.: Datenpool gemessener Verschmutzungskonzentrationen in Misch- und Trennkanalesationen. Zeitschrift Korrespondenz Abwasser, Nr. 4., 2003

Tabelle 7: Frachtbelastungen der Gewässer

Stoffpfad	CSB t/a	P t/a	Cu t/a
Trennsystemeinleitungen	286.000	714	171
Mischwasserüberläufe	225.000	1.900	156
Niederschlagsbedingte Kläranlagenabläufe	280.000	5.600	49
Summe niederschlagsbedingter Einleitungen	791.000	8.200	380
Niederschlagsfreie Kläranlagenabläufe	285.000	5.700	49
Verhältnis niederschlagsbedingter Einleitungen zu niederschlagsfreien Kläranlagenabläufen	ca. 2,8	ca. 1,4	ca. 7,7

Sieker²⁷ kommt daher zu dem Schluss, dass die Belastung der Gewässer durch Regen(ab)wasser gegenwärtig deutlich die Belastung durch die kommunalen, gewerblichen und industriellen Abwässer übersteigt und daher Handlungsbedarf für bundeseinheitliche Anforderungen angezeigt ist.

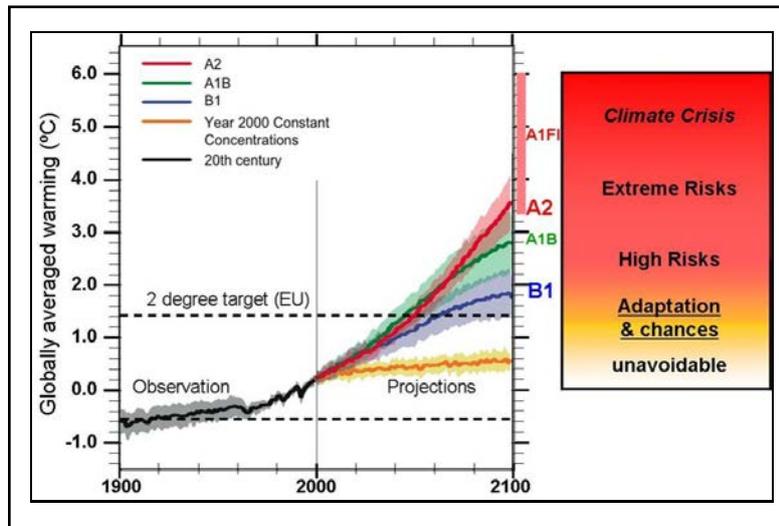
Die Datenerhebung verschiedener Autoren beschreibt die gegenwärtige Ist-Situation. Vor dem Hintergrund des Klimawandels sind auch die wahrscheinlichen Entwicklungen des Niederschlags von Bedeutung.

2.6.2 Entwicklung der Niederschlagsmengen

Um die Niederschlagsmengen für die folgenden Jahrzehnte prognostizieren zu können, wird der Anstieg der globalen Temperatur schon seit vielen Jahren beobachtet. Je höher die durchschnittliche Jahrestemperatur ist desto höher ist die Aufnahmefähigkeit der Atmosphäre für Wasserdampf, desto intensiver wird der Wasserkreislauf. Der gemessene und in Abhängigkeit von verschiedenen Szenarien prognostizierte Temperaturanstieg wird in **Abbildung 7** veranschaulicht.

²⁷ Sieker, F.: Regenwassereinleitungen. Vortrag auf dem Workshop „Neue Anforderungen an Abwassereinleitungen unter Berücksichtigung integrierter medienübergreifender Aspekte“ am 28./29.9.2004 in Bonn

Abbildung 7: Der beobachtete und der in verschiedenen IPCC-SRES-Szenarien geschätzte Anstieg der globalen CO₂ Emissionen²⁸



Nach der Gleichung von Clausius-Clapeyron steigt der Wassergehalt der Atmosphäre bei einer Temperaturerhöhung von 20 auf 21°C um 6 bis 7 %:

$$(2) \quad \frac{des(T)}{es(T)} = \frac{L dT}{R T^2}$$

mit $es(T)$ = Sättigungsdampfdruck

L = latente Verdampfungswärme

R = Gaskonstante

T = Temperatur

Gleichung (2) bedeutet, dass der Sättigungsdampfdruck exponentiell mit der Temperatur zunimmt. Das heißt, man kann für die bei Niederschlägen potenziell verfügbare Wassermenge W in Abhängigkeit von der Temperaturzunahme ΔT als einfachsten Zusammenhang folgende Gleichung aufstellen:²⁹

$$(3) \quad W(T) = w_0 + w_1 \exp(w_2 \Delta T)$$

Die Wirkfaktoren w_0 , w_1 und w_2 sind von regionalen klimatischen und geografischen Einflüssen abhängig und müssen aus Beobachtungsdaten hergeleitet werden. Allein mit der Betrachtung der vergangenen und zukünftigen globalen Temperaturentwicklung wird deutlich, dass das Potenzial für Starkregenereignisse wächst.

Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass die Regenwasserspenden bei Regenereignissen zunehmen werden und somit die Gefahr der Kanalüberlastung ebenfalls zunehmen wird. Hieraus resultieren größere Abflussmengen aus Entlastungsbauwerken bzw. Regeüberlaufbecken in die Vorfluter. Möglicherweise ist hiermit auch eine Erhöhung der Schadstofffracht in die

²⁸ Allison I. et. Al. (2009). The Copenhagen Diagnosis, 2009: Updating the world on the Latest Climate Science. The University of New South Wales Climate Change Research Centre (CCRC), Sydney, Australia, 60pp. (www.copenhagendiagnosis.com/)

²⁹ Stock, M. (2009) Hat der Klimawandel Auswirkungen auf die Anlagensicherheit?, Chemie Ingenieur Technik 1-2 2009, Herausgeber DECHEMA GDCh VDI GVC, p. 119-126

Vorfluter verbunden. In diesem Zusammenhang ist die Betrachtung der gegenwärtigen Bemessung von Kanälen näher zu betrachten.

2.6.3 Regelwerk zur Kanalnetz Bemessung

Entwässerungssysteme sind in der Regel im Laufe vieler Jahre entstanden und entwickelt worden. Ausweitungen von Siedlungsflächen, Änderungen von Flächennutzungen und Umgestaltungen der Netzstruktur führten daher oftmals zu hydraulischen Engpässen in älteren Teilen des Entwässerungsnetzes. Zur Lösung der entwässerungstechnischen Ziele werden Trenn- und Speicherbauwerke errichtet, die in der Regel statisch wirken. Eventuell müssen auch Querschnitte vergrößert und somit Leitungen ausgetauscht werden.

Grundlage für die Kanalnetz Bemessung in Deutschland sind die Arbeitsblätter der DWA A 110, A 111, A 118 sowie A 128. Darüber hinaus ist die europäische Norm DIN EN 752 zu berücksichtigen.

Die europäische Norm DIN EN 752 (2008) setzt als Ziel zur Bemessung der hydraulischen Leistungsfähigkeit von Kanalnetzen den Überflutungsschutz. Für Neuplanungen oder für vorgesehene Sanierungen werden die in **Tabelle 8** zusammengefassten Überflutungshäufigkeiten empfohlen.

Tabelle 8: Empfohlene Überflutungshäufigkeiten zur Kanalnetz Bemessung nach DIN EN 752

Ort	Überflutungshäufigkeit 1-mal in „n“ Jahren
Ländliche Gebiete	1 in 10
Wohngebiete	1 in 20
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	1 in 30
Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	1 in 50

Das Arbeitsblatt A 118 der DWA (2006) geht dagegen von einer Überstauhäufigkeit für die hydraulische Leistungsfähigkeit aus (**Tabelle 9**).

Tabelle 9: Bemessung von Kanalnetzen auf der Grundlage der Überstauhäufigkeit

Ort	DWA A-118 (Neuplanung) Überstauhäufigkeit 1-mal in „n“ Jahren
Ländliche Gebiete	1 in 2
Wohngebiete	1 in 3
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	seltener als 1 in 5
Unterführungen	seltener als 1 in 10

Beide Bemessungsansätze gehen also von bestimmten Jährlichkeiten aus, nach denen das Kanalnetz zu bemessen ist. Dies beinhaltet die Berechnung der erforderlichen Rohrdurchmesser sowie die Messung von Trenn- und Speicherbauwerken. Beide Bemessungsansätze stellen einen

Kompromiss zwischen der Aufgabe neben dem Schmutzwasser auch das in die Kanalisation gelangende Niederschlagswasser schadlos abzuführen und die Investitionen auf das wirtschaftlich und verfahrenstechnisch vertretbare Maß zu begrenzen. Dies gilt vor allem bei Mischwassersystemen.

2.6.4 Ableitung von Schlussfolgerungen

Nachdem die wichtigsten Einflussfaktoren kurz betrachtet wurden, wird für die Ableitung von Schlussfolgerungen zur Minimierung der Abflussmenge aus dem Entlastungsbauwerk auf der Grundlage der Massenbilanzierung folgende Fallunterscheidung vorgenommen, wobei ein bestimmtes Szenario die Grundlage bildet:

$$\frac{dV}{dt} = Q_K + Q_I + Q_R - Q_{KA} - Q_{\bar{U}}$$

1. Trockenwetter

Bei Trockenwetter ist $Q_R = 0$. Deshalb wird aus der Mischwasserkanalisation auch kein Abwasser im Entlastungsbauwerk abgegeben ($Q_{\bar{U}} = 0$). In diesem Fall muss auch kein Abwasser gespeichert werden, so dass auch $dV/dt = 0$ ist. Damit ergibt sich:

$$Q_{KA} = Q_K + Q_I$$

2. Schwaches Regenereignis

In diesem Fall ist $Q_R > 0$. Die Gesamtabwassermenge ($Q_K + Q_I + Q_R$) ist jedoch noch unterhalb der Menge, bei der das Regenrückhaltebecken geöffnet wird. Damit gilt: $Q_{\bar{U}} = 0$; $dV/dt = 0$

Der Zulauf zur Kläranlage berechnet sich dann wie folgt:

$$Q_{KA} = Q_K + Q_I + Q_R$$

3. Starkes Regenereignis

Weil $Q_R \gg 0$ ist, steigt die Gesamtabwassermenge im Mischwasserkanal stark an, so dass das Rückhaltebecken gefüllt wird. Der Gesamtabwassermenge ($Q_K + Q_I + Q_R$) ist größer als eine bestimmte Grenzdurchsatz $Q_{G,RB}$, ab der das Rückhaltebecken gefüllt wird. Es gilt $Q_K + Q_I + Q_R > Q_{G,RB}$. Darüber hinaus ist $dV/dt > 0$. Damit berechnet sich der Kläranlagenzulauf wie folgt:

$$Q_{KA} = Q_K + Q_I + Q_R - \frac{dV}{dt}$$

4. Starkes länger anhaltendes Regenereignis

Nur dieses Ereignis ist das eigentlich zu betrachtende Szenario. In diesem Fall ist das Rückhaltebecken gefüllt ($dV/dt = 0$), so dass Abwasser über das Entlastungsbauwerk abgeschlagen werden muss ($Q_{\bar{U}} > 0$). Damit ergibt sich $Q_{\bar{U}}$ aus der Massenbilanz wie folgt:

$$Q_{\bar{U}} = Q_K + Q_I + Q_R - Q_{KA}$$

Die Hilfe der letzten Gleichung lassen sich nunmehr auf einfache Weise, die Möglichkeiten zur Minimierung der Abwassermenge $Q_{\bar{U}}$ ableiten.

Kommunalabwasser

Der Zulauf aus den privaten Haushalten lässt sich praktisch nicht steuern, um im Falle eines starken und länger anhaltenden Regenereignisses die Überlaufmenge zu minimieren.

Industrieabwasser

Es ist durchaus denkbar, dass Industrieunternehmen ein bestimmtes Speichervolumen für ihr Abwasser vorhalten, sofern es einer Mischwasserkanalisation zugeführt wird und Entlastungsbecken in dem relevanten Kanalstrang vorhanden sind. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass es zahlreiche Unternehmen gibt, deren Abwasser als vergleichsweise unproblematisch eingestuft werden können. Anders sieht dies bei Unternehmen aus, deren Abwässer stark belastet sind und somit ein höheres Risiko darstellen. Eine Rückhaltung derartige Abwässer über mehrere Stunden könnte zu einer Minderung der Schmutzfracht aus Überlaufbecken beitragen.

Regenwasser

Der Zulauf von Regenwasser in die Mischwasserkanalisation kann auf mehrere Arten vermindert werden. Eine Möglichkeit ist die dezentrale Versickerung des Regenwassers in Neubaugebieten. Eine weitere Möglichkeit ist die der Bau von Trennsystemen, was jedoch erhebliche bauliche Maßnahmen erfordert.

Kläranlagenzulauf

Eine Verminderung der Abwassermenge $Q_{\bar{U}}$ kann auch durch eine Erhöhung der Ablaufmenge zur Kläranlage erreicht werden. Es bleibt zu diskutieren, unter welchen Bedingungen in der Praxis eine für einen bestimmten Zeitraum erhöhte Zulaufmenge toleriert werden kann.

Rückhaltevolumina

Werden die Rückhaltevolumina erhöht, wird dV/dt wieder größer Null, so dass sich die Massenbilanz wie folgt erweitert:

$$Q_{\bar{U}} = Q_K + Q_I + Q_R - Q_{KA} - \frac{dV}{dt}$$

Die Schaffung von Stauraumvolumen kann prinzipiell auf folgende 4 Arten erreicht werden:

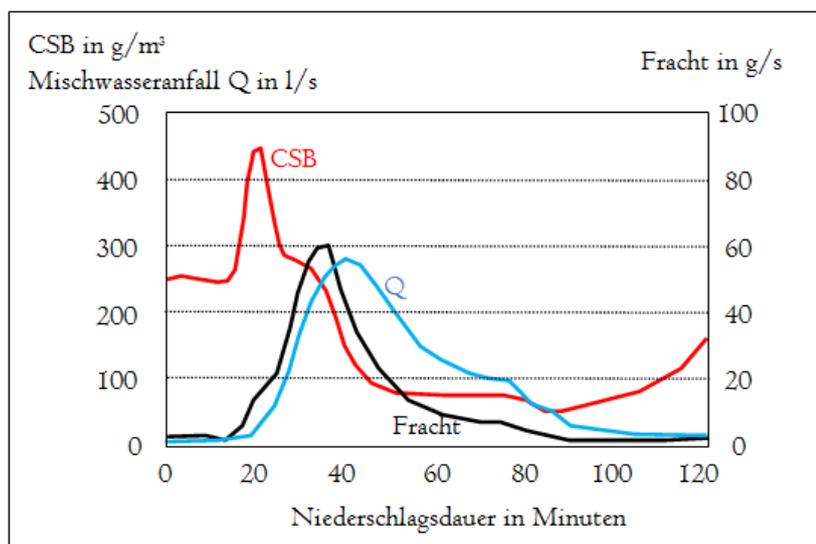
1. Errichtung von Rückhaltebecken
2. Vergrößerung der Rohrleitungsdurchmesser von Kanälen
3. Nutzung von Beckenvolumen auf der Kläranlage durch Erhöhung der Füllstände mittels eines Aufstauwehres
4. Abflusssteuerung durch Aktivierung des vorhandenen Kanalnetzvolumens

Die beiden ersten Varianten sind mit erheblichen Investitionen für bauliche Maßnahmen verbunden. Die 3. Möglichkeit bedarf der näheren Erläuterung. Der maximale Ablauf aus einer Kläranlage ist in der Einleiterlaubnis festgelegt und wird von den Genehmigungsbehörden i.d.R. nicht flexibel ausgelegt. Andererseits verfügen Kläranlagen meist über nicht unerhebliche Rückstauvolumina, weil zwischen Wasseroberfläche und Beckenrand eine Höhendifferenz von einem halben Meter und mehr liegt. Wird der Pegel um z.B. 10 cm angehoben, steht ein erhebliches Rückstauvolumen auf einfache Weise zur Verfügung, das für ein Regenereignis genutzt werden könnte. Denkbar ist auch eine kostengünstige Beckenerhöhung durch ein Stahlblech um z.B. 20 cm. Weil die Pumpen auf einer Kläranlage immer redundant ausgelegt sind, stehen für den Ereignisfall auch ausreichende Förderleistungen zur Verfügung.

Diese Überlegungen zur Gewinnung von Stauraum sind vor allem deshalb interessant, weil bei einem Regenereignis die Erhöhung der Schutzfracht aufgrund der Abflusswelle der Erhöhung des hydraulischen Zuflusses voranläuft. Dieser Zusammenhang ist in **Abbildung 8** dargestellt.

Wie zu erkennen ist, steigt in den ersten Minuten eines Regenereignisses der CSB stark an, um innerhalb weniger Minuten wieder abzufallen. Erst dann erfolgt der Anstieg des Mischwasseranfalls. Dies bedeutet, dass ein erheblicher Teil der Schutzfracht ohne Erhöhung der hydraulischen Durchsatzmenge in der Kläranlage behandelt werden kann. Erst wenn die maximal zulässige Abwassermenge erreicht wird, wird durch ein Wehr im Ablauf der Nachklärung die Abflussmenge gesteuert, wodurch der Wasserspiegel von der Nachklärung zurück bis zum Sandfang aufgestaut wird. In den meisten Kläranlagen sind bezogen auf die Schutzfracht Reserven vorhanden, die in einem solchen Fall entsprechend genutzt werden sollten. Welche Möglichkeiten für einen solchen Aufstau innerhalb einer Kläranlage bestehen, muss im Einzelfall geprüft werden. Gleichwohl stellt es eine kostengünstige Möglichkeit dar, Stauraumvolumen auf der Kläranlage ohne kostenintensive Baumaßnahmen zu gewinnen.

Abbildung 8: Zeitlicher Verlauf der CSB-Konzentration sowie des Mischwasseranfalls bei einem Regenereignis



Die 4. Möglichkeit zur Schaffung von Stauraumvolumen ist die Aktivierung vorhandener Volumina innerhalb des Kanalnetzes durch Abflusssteuerung. Hierzu sind Stellorgane bzw. Wehre an geeigneten Stellen zu installieren, die zentral angesteuert werden können. Sinnvoll ist die Verbindung zwischen Kläranlagenbetrieb und Kanalnetzsteuerung in der Leitwarte der Kläranlage.

2.6.5 Stand der Technik der Abflusssteuerung

Der Stand der Technik wird im Folgenden an 2 Beispielen dargestellt, wobei eine Kanalnetzsteuerung auch in anderen Städten angedacht wird. Auf eine detaillierte Darstellung aller Elemente der Abflusssteuerung durch Stellorgane wird verzichtet, weil jede Kanalnetzsteuerung sehr individuell gestaltet werden muss.

Beispiel Dresden

Die folgenden Daten und Beschreibungen basieren auf dem Erfahrungsbericht „20 Jahre Kanalnetzsteuerung in Dresden“.³⁰ Die Verbundsteuerung mit Leitwarte des Mischwasserkanalnetzes wurde 2001 mit dem Ziel eingerichtet, die Entlastungsfracht in die Gewässer zu reduzieren. Ak-

³⁰ Männig, F.: 20 Jahre Kanalnetzsteuerung in Dresden. In: Igor Borovsky (Hg.): 3. Deutscher Kanalnetzbeurteilungstag. 3. Deutscher Kanalnetzbeurteilungstag, Gelsenkirchen, 17.06.2015. Technische Akademie Hannover e.V.; 2015

tuell werden 10 Kanalbereiche und 2 Regenüberlaufbecken, größtenteils mit Hilfe von Plattenschiebern und verfahrbaren Wehrschwellen bewirtschaftet. Das Verhältnis von gesteuertem Beckenvolumen zu aktivierbarem Kanalnetzvolumen beträgt in etwa 2:3. Insgesamt können 91.200 m³, 2 Hochwasserpumpwerke, ca. 170 Schmutz- und Mischwasserpumpwerke, 24 Hochwasserschieber und 30 Steuerschieber gesteuert werden. Die Informationen, nach welchen die verschiedenen Stellorgane geregelt werden, stammen von ca. 60 Wasserstands- und 20 Niederschlagsmessungen. Neben dem Hauptziel der Reduzierung der Entlastungsfracht durch Mischwasserspeicherung, wird die Bewirtschaftung für folgende weitere Zwecke eingesetzt:

- Temporäre Reduzierung des Trockenwetterabflusses
 - Drosselung oder Unterbindung des Trockenwetterabflusses, um Arbeiten an Kanalnetz oder der Kläranlage durchzuführen
 - Mischwasserabschläge und Abwasserumleitung während Baumaßnahmen optimieren
- Temporäre Erhöhung des Trockenwetterwasserstandes
 - Stabilisierung eines Einsturzgefährdeten Kanalabschnittes bis zur Sanierungsmaßnahme
- Hochwasserschutz
 - 24 Hochwasserschieber sind in das Steuerungssystem eingebunden und werden abhängig vom Elbpegel automatisch gesteuert
 - 10 Hochwasserschieber können bei Kanalniveau über Flusspegel Abwasser entlasten

Beispiel Kaiserslautern

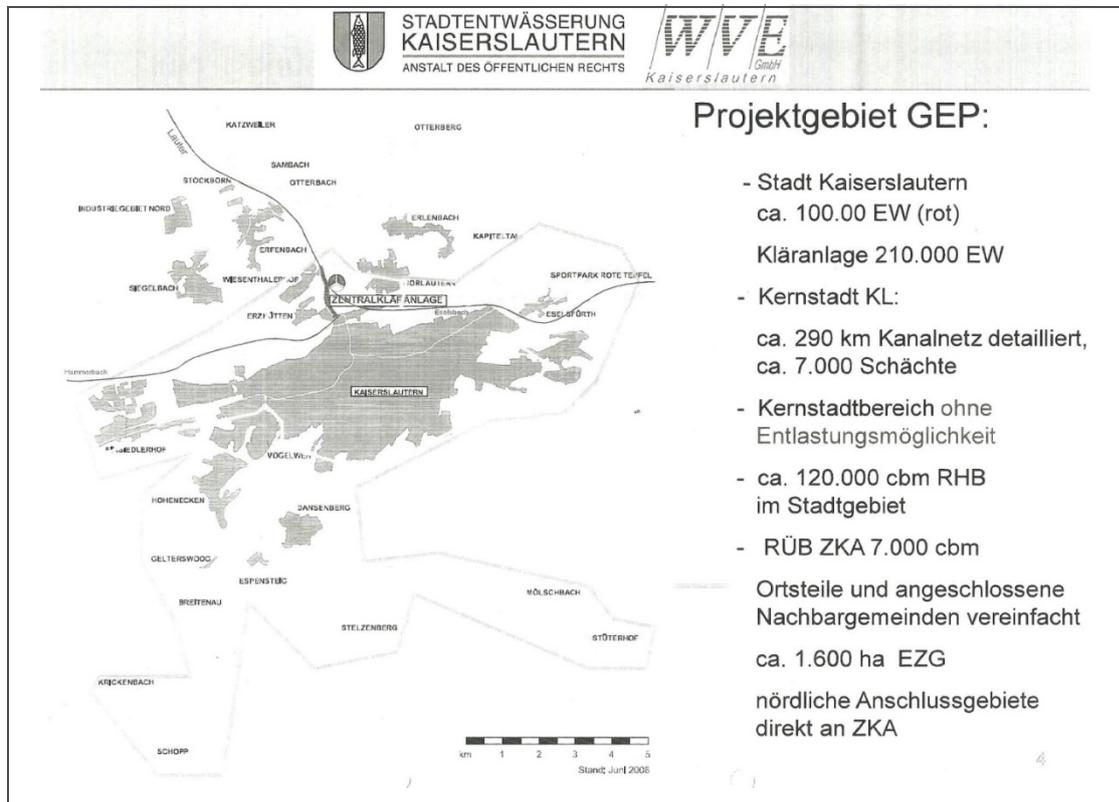
Die folgenden Daten und Beschreibungen basieren auf dem Erfahrungsbericht „Der Einsatz von Kaskadenwehren zur Aktivierung von Kanalnetzvolumen.“³¹

Die Kanalnetzbewirtschaftung wird mit der Instandsetzung des Kanalnetzes in Kaiserslautern schrittweise implementiert. Als Ziele werden Gewässerschutz und Hochwasserschutz genannt, welche durch die Aktivierung von Kanalnetzvolumen zu erreichen sind.

In zwei gegenübergestellten Generalentwässerungsplan-Konzepten werden Kosten und mögliches Rückhaltevolumen verglichen. Die Kosten der Sanierungsmaßnahmen ohne Kanalnetzbewirtschaftung betragen 24,2 Mio. EUR, bei ca. 10.000 m³ aktivierbarem Volumen. Dagegen liegen die Kosten für eine Lösung mit Bewirtschaftung und einem aktivierbarem Volumen von ca. 23.000 m³ um 7,2 Mio. EUR.

³¹ Zimmermann, J.; Michels, P: Der Einsatz von Kaskadenwehren zur Aktivierung von Kanalnetzvolumen. In: Igor Borovsky (Hg.): 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. Gelsenkirchen, 17.06.2015. Technische Akademie Hannover e.V.; (2015)

Abbildung 9: Überblick über das Projektgebiet



Folgende Ziele der Kanalbewirtschaftung werden genannt:

- Überflutungsschutz
 - Überflutungshäufigkeit von sensiblen Bereichen verringern
- Kanalspülung
 - Schwallspülungen mit Trockenwetterabfluss um Ablagerungen zu vermeiden
 - HD-Reinigung kann entfallen (Würfel 2014)
 - Vergleichmäßigung des Kläranlagenzulaufes
- Ventilation
 - Durch automatisiertes Öffnen und Schließen von Schiebern wird die Ventilation von Kanalluft beeinflusst.

Die vorgestellten Erfahrungsberichte zeigen das Potenzial der Kanalnetzbewirtschaftung. Angesichts der Tatsache, dass Konzepte zur Kanalbewirtschaftung bereits seit etwa 30 Jahren bekannt sind, überrascht der kleine Anteil bewirtschafteter Kanalnetze. Dies ist umso bemerkenswerter, weil die Kanalnetzbewirtschaftung deutliche Kostenvorteile gegenüber Baumaßnahmen haben. Allerdings spielt in vielen Fällen die Überlegung eine große Rolle, dass zahlreiche Kanalstrecken aufgrund von Defekten neu verlegt werden müssen und somit bauliche Maßnahmen ohnehin anstehen.

2.6.6 Vorschläge für mögliche wasserrechtliche Anforderungen zur Minimierung von Schadstoffemissionen aus Entlastungsbauwerken bei Mischabwasserkanälen

Weil aus Überlaufbauwerken aus Regen- und Mischwasserkanalisation erhebliche Schadstoffmengen in die Vorfluter gelangen, kann hieraus ein Handlungsbedarf für den Gesetzgeber abgeleitet werden. Ziel muss es sein, die Schadstoffemissionen aus Entlastungsbauwerken auf ein Minimum zu reduzieren. Wie die obigen Ausführungen gezeigt haben, können diese Ziele grundsätzlich auf drei Wegen erreicht werden:

1. Durchführung von Baumaßnahmen im Sinne einer Erhöhung des Rückhaltevolumens für Mischabwasser
2. Gewinnung von Rückhaltevolumen auf der Kläranlage durch Erhöhung des Wasserspiegels während eines Regenereignisses
3. Implementierung einer Kanalnetzbewirtschaftung zur Aktivierung von Kanalnetzvolumina zur Erhöhung des Rückhaltevolumens für Mischabwasser

Wie die Erfahrungsberichte gezeigt haben, gibt es einen Stand der Technik zur Kanalnetzbewirtschaftung im Sinne einer Abflusssteuerung, deren Vorteile vor allem in der Verminderung von Investitionen im Vergleich zu den Aufwendungen für bauliche Maßnahmen liegen.

Welche der genannten Möglichkeiten zur Anwendung kommen, ob als Einzelmaßnahme oder in Kombination, obliegt allein dem Verantwortungsbereich der Städte und Kommunen. Die Zuständigkeit des Bundes beschränkt sich in diesem Zusammenhang allein auf die Begrenzung der Schadstoffemissionen nach § 60 WHG. „Abwasseranlagen sind so zu errichten, zu betreiben und zu unterhalten, dass die Anforderungen an die Abwasserbeseitigung eingehalten werden.“ Weil Kanalsysteme zu den Abwasserbehandlungsanlagen zählen, ergibt sich der Ansatzpunkt für mögliche neue wasserrechtliche Anforderungen durch den Bund.

Die folgenden Vorschläge können am einfachsten aus der Massenbilanzgleichung abgeleitet werden. Wie zuvor hergeleitet, gilt folgender Zusammenhang:

$$Q_{\bar{U}} = \underbrace{Q_K + Q_I + Q_R}_{\text{Inputparameter zur Kanalnetzdimensionierung}} - Q_{KA} - \underbrace{\frac{dV}{dt}}_{\text{Term zur Beschreibung der Durchflussveränderung nach der Zeit durch Speichervolumen}}$$

Wie schon zuvor beschrieben, ist es das Ziel, $Q_{\bar{U}}$ auf ein Minimum zu reduzieren. Hierzu bieten sich grundsätzlich folgende Möglichkeiten an:

1. Begrenzung der maximal zulässigen Überlaufmenge $Q_{\bar{U}}$

Eine Verminderung der Überlaufmenge wäre durch Veränderung der Eingangsdaten zur Bemessung von Regenüberläufen grundsätzlich denkbar. Vor dem Hintergrund der Anforderungen an die Gewässerqualität wurden Regenüberläufe früher auf der Basis der Verdünnung beim Überlaufen ausgelegt. Oftmals verwendete Verdünnungen lagen zwischen 8 und 10 (1 Teil Schmutzwasser mit 7 - 9 Teilen Regenwasser).

Imhoff empfiehlt die Dimensionierung von Regenüberläufen nach der kritischen Regenspende zu berechnen.³² Die kritische Regenspende ist die Menge in l/s*ha, die am Regenüberlaufbecken noch in voller Höhe zur Kläranlage weitergeleitet werden muss. Zwischen kritischer Regenspende (r_{krit}) und Verdünnungsverhältnis (m) besteht die folgende Beziehung.

$$r_{krit} \left(\frac{l}{s} * ha \right) = (m - 1) \frac{Q_T}{A_{EK} * \Psi_m}$$

Q_T = Trockenwetterabfluss des kanalisierten Einzugsgebietes

A_{EK} = kanalisiertes Einzugsgebiet

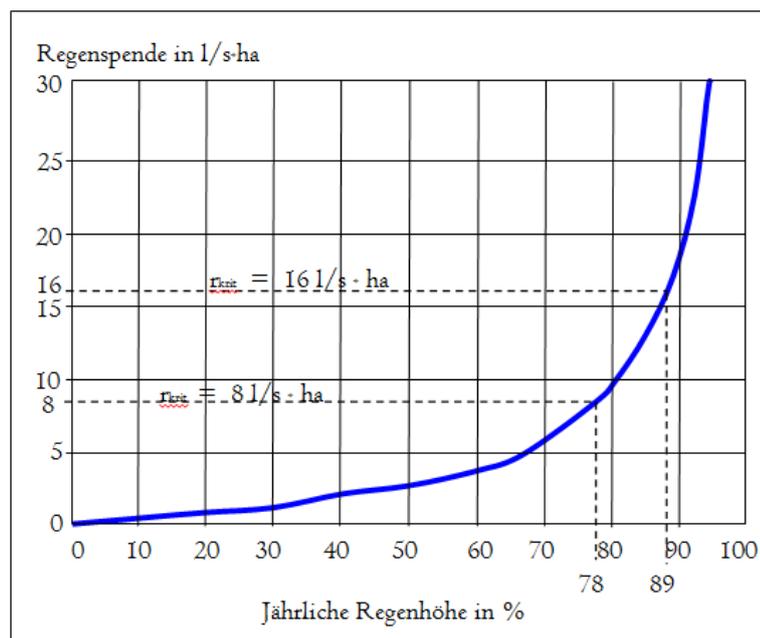
Ψ_m = mittlerer Abflussbeiwert

Je nach Wasserverbrauch, Fremdwasseranfall und Abflussbeiwert schwankt der Quotient $Q_T/A_{EK} * \Psi_m$ zwischen 0,2 und 3 l/s*ha. Nimmt man 2 l/s*ha und die fünffache Verdünnung für ein Beispiel an, dann beginnt das Überlaufen bei

$$r_{krit} = (5 - 1) 2 = 8 \text{ l/s*ha.}$$

Grundsätzlich wäre nun eine Erhöhung des Verdünnungsfaktors m denkbar. Allerdings sinkt die Überlaufmenge nicht umgekehrt proportional zur Erhöhung der kritischen Regenspende, wie die folgende **Abbildung 10** in Anlehnung an Imhoff zeigt.

Abbildung 10: Zusammenhang zwischen jährlicher Regenhöhe und kritischer Regenspende



Die Festlegung einer kritischen Regenspende von 8 l/s*ha bedeutet, dass 78 % der Mischabwassermenge zur Kläranlage geleitet wird. Eine Verdopplung auf 16 l/s*ha bewirkt, dass 89 % der Abwassermenge zur Kläranlage geführt wird. Dies bedeutet eine Erhöhung von lediglich 11 %.

³² Imhoff, K. + K. R.: Taschenbuch der Stadtentwässerung. Oldenbourg Verlag, 30. Auflage

Grundsätzlich ist somit festzustellen, dass z.B. die Verdoppelung der kritischen Regenspende r_{krit} eine Verminderung der im Regenüberlaufbecken abgeschlagenen Wassermenge bewirkt. Die Verminderung erfolgt somit über die Bemessungsvorgaben und nicht durch die Begrenzung der Abflussmenge.

Diese Überlegung erfordert erneut erhebliche Investitionen zur Erfüllung einer möglichen Forderung zur Verdoppelung der anzusetzenden kritischen Regenspende. Grundsätzlich denkbar ist jedoch, dass eine solche Anforderung in Abhängigkeit von der Mischabwasserqualität gestellt wird. Wird das Abwasser überwiegend durch häusliches Abwasser bestimmt, so ist dessen Schadstoffpotenzial als vergleichsweise gering anzusehen. Aus diesem Grund könnte man in einem solchen Fall auf eine Verdopplung der kritischen Regenwasserspende verzichten. Anders sieht dies jedoch dann aus, wenn das Mischabwasser überwiegend durch industrielle Einleiter bestimmt wird. Für diesen Fall könnte die Verdoppelung der kritischen Regenwasserspende ein durchaus denkbarer Ansatz zur Verminderung der in den Vorfluter abgegebenen Schadstofffracht aus Regenüberlaufbecken darstellen.

2. Eingriff in die Kanalnetzdimensionierung zur Schaffung eines größeren Kanalnetzvolumens

Auf der rechten Seite der Massenbilanzgleichung beeinflussen die Parameter Q_K , Q_I und Q_R die Menge $Q_{\text{Ü}}$, die bei starken Regenereignissen in die Vorfluter abgegeben wird. Während der kommunale und industrielle Abwasseranfall in der Regel mit seinen täglichen Schwankungen bekannt ist, bewirken vor allem starke Regenereignisse oftmals eine Überlastung der Mischabwasserkanalisation. Wie die Tabellen 8 und 9 zeigen, werden Jährlichkeiten für die Überflutungshäufigkeiten oder Überstauhäufigkeiten zur Kanalnetzbe-messung angesetzt.

Es ist die Frage zu stellen, ob die empfohlenen Jährlichkeiten ausreichen oder ob die Jährlichkeiten heraufgesetzt werden müssen. In diesem Zusammenhang wird auf die Vorgehensweise in §74 WHG verwiesen, wonach für die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten mindestens ein HQ_{100} (einmal in einhundert Jahren) vorgegeben wird. Eine Erhöhung der Jährlichkeit für Niederschlagsereignisse würde letztlich zu einer Erhöhung der Kanalquerschnitte führen. Damit stünde mehr Speichervolumen zur Verfügung, was dazu führen würde, dass es trotz starker Regenfälle nicht zu einer Entlastung über die Regenüberlaufbecken kommt. Diese Aussage gilt jedoch nur bis zu einer bestimmten Grenze (beachte die Fallunterscheidung in Kapitel 3.6.4.)

Eine exakte Aussage darüber, welche Jährlichkeiten anzusetzen wären und welche Abwassermengen mit einer solchen Vorgabe zurückgehalten werden kann, ist im Rahmen dieses Forschungsvorhabens nicht zu beantworten. Hierzu müssten eingehende Untersuchungen durchgeführt werden, um diese grundsätzlichen Aussagen quantitativ zu untermauern.

Unabhängig von den Überlegungen zur Minimierung der abgegebenen Abwassermengen aus Überregenüberlaufbecken ist grundsätzlich die Frage zu stellen, ob die angegebenen Jährlichkeiten vor dem Hintergrund des Klimawandels angepasst werden müssen. Mit zunehmender Häufigkeit und möglicherweise auch mit einer zunehmenden Intensität von Starkregenereignissen werden die Kanalsysteme in Zukunft noch häufiger überlastet. Daher ist vor dem Hintergrund des Klimawandels mit den damit verbundenen Auswirkungen auf die Kanalnetze die Bemessungsansätze nach DIN EN 752 sowie Arbeitsblatt A 118 der DWA grundsätzlich zu überprüfen.

3. Festschreibung eines minimalen Speichervolumens

Die Massenbilanzgleichung weist mit dem Term dV/dt auf die Möglichkeit die Schaffung zusätzlicher Speichervolumina. Mit der Vorgabe zur Bereitstellung von Rückhaltevolumen wird nicht in die Kanalnetzrechnung und Auslegung eingegriffen. Zusätzliche Speichervolumina stellen nur Ergänzungen zum bestehenden Kanalnetz sowie den Möglichkeiten auf der Kläranlage dar.

Denkbar wäre als Mindestanforderung die Vorgabe eines Bemessungsniederschlags. Unter Berücksichtigung des Abflussbeiwertes ψ_m ergibt sich eine Niederschlagsmenge, die für einen bestimmten Zeitraum, wie z.B. eine halbe oder eine Stunde, zurückzuhalten ist, ohne dass Abwasseremissionen aus Überlaufbecken auftreten. Hierzu ist ein bestimmtes Volumen vorzuhalten. Dies kann durch Schaffung von Speicherbecken, der Nutzung von Beckenvolumina im Bereich der Kläranlage durch Aufstau oder durch Aktivierung des vorhandenen Kanalnetzvolumens erfolgen. Bzgl. der Aktivierung von Kanalnetzvolumen wird auf Untersuchungen im Auftrag der Abwasserbeseitigungsgesellschaft Lemgo verwiesen.³³ In diesem Projekt wurde untersucht, ob mit Hilfe der Kanalnetzsteuerung eine Verbesserung der Gewässergüte der Bega erreicht werden kann. Untersucht wurden zwei Regenereignisse mit einer Häufigkeit von $n = 1$ sowie einer Dauer D von 30 bzw. 60 Minuten.

Tabelle 10 zeigt einige wesentliche Ergebnisse der genannten Untersuchung. Die durchgeführten Berechnungen erlauben die Aussage, dass das Entlastungsverhalten des Kanalnetzes der Stadt Lemgo auch ohne den Bau von zusätzlichen Speicherräumen oder Retentionsbodenfiltern deutlich verbessert werden kann.

Tabelle 10: Ergebnisse der Kanalnetzrechnung für 2 Regenereignisse für das Kanalsystem der Stadt Lemgo (grün hinterlegt: Verbesserungen gegenüber dem Ist-Zustand)

Bauwerk	Ist-Zustand		Optimierte Steuerung	
	D = 60 Minuten Jährlichkeit 1	D = 30 Minuten Jährlichkeit 1	D = 60 Minuten Jährlichkeit 1	D = 30 Minuten Jährlichkeit 1
SK Wall	Entlastung	Entlastung	keine Entlastung	keine Entlastung
Becken an Bega	keine Entlastung	keine Entlastung	keine Entlastung	keine Entlastung
Becken an der Kläranlage	Entlastung 3.900 m ³ ; Spitze 1,3 m ³ /s	Entlastung 2.800 m ³ ; Spitze 1,1 m ³ /s	Entlastung 500 m ³ ; Spitze 0,4 m ³ /s	keine Entlastung
Abschlag Pagenhelle	Entlastung	Entlastung	reduzierte Entlastung	reduzierte Entlastung

Das Beispiel zeigt, dass ausgehend von einem Regenereignis Berechnungen über das Verhalten von Regenüberlaufbecken grundsätzlich möglich sind. Daher erscheint, wie die Un-

³³ Fettig, J.; Otte-Witte, K. et al.: Modellierung der Gewässergüte der Bega unter Berücksichtigung der Durchführung von Maßnahmen zur Kanalnetzsteuerung für das Entwässerungssystem der Stadt Lemgo. April 2011
http://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_mmkresearchprojects/Abschlussbericht_Bega.pdf

tersuchungen in Lemgo gezeigt haben, der Vorschlag zur Vermeidung von Entlastungen auf der Grundlage eines festzulegenden Bemessungsniederschlags durchaus praktikabel. Um die Festlegung des Bemessungsniederschlags zu konkretisieren und mit Daten zu belegen, sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich.

Denkbar wäre auch die Kopplung des vorzuhaltenden Speichervolumens an die Minimierung der im Regenüberlaufbecken abgegebenen Abwassermenge bzw. Schadstofffracht. Damit könnte im Rahmen des Abwasserabgabengesetzes die Schaffung von Rückhaltevolumen finanziell flankiert werden.

4. Erhöhung des Kläranlagenzulaufs Q_{KA}

Wie die Massenbilanzgleichung weiter verdeutlicht, wäre auch eine Erhöhung der Abflussmenge zur Kläranlage Q_{KA} denkbar, um die emittierte Abwassermenge im Regenüberlaufbecken $Q_{\bar{U}}$ zu minimieren. Wie zuvor schon erläutert wurde, verfügen die meisten Kläranlagen über Reserven bzgl. der Schmutzfracht sowie der hydraulischen Auslastung. Darüber hinaus wäre ein Aufstauen des Kläranlagenablaufes durch ein Wehr möglich. Dies würde zu einer Erhöhung des Wasserspiegels in den einzelnen Becken der Kläranlage führen, wodurch ein erhebliches Stauvolumen auf der Kläranlage aktiviert werden könnte. Pumpen und Belüftung sind grundsätzlich redundant ausgelegt, so dass maschinentechnisch keine Engpässe entstehen würden.

Wie die Abbildung 8 darüber hinaus gezeigt hat, erreicht zunächst eine Schmutzfracht die Kläranlage als Welle. Mit einem zeitlichen Verzug folgt dann die Abwassermenge ebenfalls als Welle. Wenn alle Möglichkeiten zum Aufstau bzw. zur Steuerung der Abflussmenge im Kanalnetz erschöpft sind, sollten Gesetzgeber und Genehmigungsbehörden darüber nachdenken, ob eine kurzzeitige Überschreitung der im Genehmigungsbescheid festgelegten Abwassermenge gestattet werden sollte. Eine Überschreitung der Grenzwerte nach Anhang 1 ist damit nicht zwangsläufig verbunden. Im Kern bedeutet dies eine Flexibilisierung der Anforderungen nach einem Starkregenereignis. Dies erscheint ökologisch vor allem deshalb vertretbar, weil das Abwasser der Kläranlage zugeführt und gereinigt wird und nicht in Überlaufbecken direkt in den Vorfluter gelangt. Es erscheint sinnvoll, die Möglichkeit der Flexibilisierung der wasserrechtlichen Anforderungen im Falle eines Starkregenereignisses für einen kurzen Zeitraum zu ermöglichen. Hierzu ist das Starkregenereignis zu definieren (z.B. 30- oder 50jähriges Ereignis) sowie den Zeitraum der zulässigen Überschreitung der genehmigungsrechtlichen Anforderungen.

2.7 Wärmerückgewinnung

2.7.1 Prinzipieller Aufbau und Wirtschaftlichkeit

Mithilfe einer Wärmepumpe wird dem Abwasser aus einem Kanalnetz Wärme entzogen. Dabei kann der Wärmetauscher bereits beim Bau in das Kanalprofil integriert oder auch nachgerüstet werden.

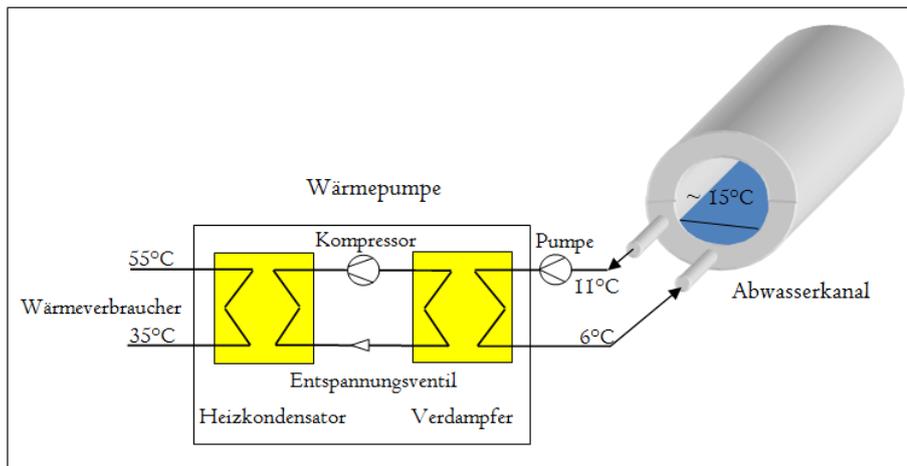
Eine Wärmepumpe entzieht dem Abwasser Wärmeenergie, die sie von einem niedrigen auf ein höheres für Heizzwecke nutzbares Temperaturniveau bringt.³⁴ Meist wird für die Abdeckung von Wärmebedarfsspitzen an kalten Wintertagen zusätzlich zur Wärmepumpe ein Heizkessel eingesetzt (bivalente Wärmepumpe-Anlage). Damit kann die Betriebssicherheit erhöht und eine

³⁴ Mitsdoerffer, R. et al.: Zum Heizen und Kühlen gibt es Abwasser, wwt Wasserwirtschaft Wassertechnik, Heft 11-12, 2006, S. 8.

Abwasserwärmepumpe wirtschaftlicher betrieben werden, da sie lange Betriebszeiten erreicht und kleiner dimensioniert werden kann.

Die Leistungszahl (COP) einer Wärmepumpe ist das Verhältnis von Nutz- oder Heizleistung W_H (thermische Leistung) einer Wärmepumpe in Bezug auf die benötigte elektrische Antriebsleistung P_{el} (W_H ergibt sich aus der Summe von P_{el} und der Wärmeübertragungsleistung W_A des Wärmetauschers). Wertet man die Einzeldaten im Jahresverlauf aus, ergibt sich die Energieeffizienz einer Wärmepumpe durch ihre Jahresarbeitszahl (JAZ), d.h. die erzeugte Nutzwärmeenergie (kWh) im Verhältnis zur benötigten Antriebsenergie (kWh) inklusive Hilfsenergien.

Abbildung 11: Prinzip der Abwasserwärmenutzung



Die Wärmequelle Abwasser erreicht auch im Winter relativ hohe Temperaturen von 10 - 15 °C, was im Vergleich zu den üblichen Wärmequellen Luft, Erdreich oder Grundwasser höher ist und einen effektiveren Wärmepumpenbetrieb ermöglicht. Abwasserwärmepumpen erreichen bei Neubauten gemessene JAZ bis zu 5 und bei bestehenden Gebäuden Werte von bis zu 4.

Die Wirtschaftlichkeit des Konzeptes der Abwasser Wärmenutzung hängt entscheidend von der Entwicklung der Energiepreise ab. Nach dem Forschungsbericht zum Thema „Potentiale und technische Optimierung der Abwasserwärmenutzung“ im Auftrage des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen betragen die Stromgestehungskosten für die Abwasserwärmenutzung 7...11 ct/kWh und liegen damit im konkurrenzfähigen Bereich.³⁵

Im Leitfaden zur Wärmenutzung aus Abwasser³⁶ wurde die Beeinflussung des Kläranlagenbetriebs durch die Abwasserwärmenutzung im Kanalnetz näher untersucht. Die Ergebnisse werden im Leitfaden wie folgt zusammengefasst:

- Die zu beachtenden Einflussgrößen auf die Temperatur im Abwasser der Kanalisation sind die durch den Wärmetauscher genommene Wärmemenge, die Durchflussmenge und die Gegebenheiten beim Zusammenfluss verschiedener Teilströme. Die Temperaturabnahme durch Wärmeentnahme liegt im Normalfall in der gleichen Größenordnung wie die natürlichen Wärmeverluste der Kanalisation.

³⁵ Bolle, F.-W.: Potentiale und technische Optimierung der Abwasserwärmenutzung (Kurzbericht). Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (IV-7 – 042 600 003 C), 2013 Online verfügbar unter: http://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_mmkresearchprojects/Kurzbericht_Abwasserwaerme_Nov_2013.pdf.

³⁶ Buri, R.; Kobel, B.: Wärmenutzung aus Abwasser. Nov. 2014. https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Energieeffizienz/Abwasserwaermenutzung/Leitfaden_Ratgeber/Leitfaden_Waerme_aus_Abwasser.pdf

- Kurzzeitige Temperaturschwankungen in der biologischen Stufe der Kläranlage wirken sich nicht auf die Abbauleistungen aus. Aufgrund der Temperaturabhängigkeit der Nitrifikanten darf jedoch die Abwassertemperatur nicht 10 °C unterschreiten.
- Insbesondere bei Kläranlagen mit Reservekapazitäten wirkt sich eine Temperaturabsenkung von 1 °C praktisch nicht aus. Dennoch muss jede Kläranlage einzeln überprüft werden.
- Grenzfälle treten praktisch nur während der kalten Jahreszeit auf. In dieser Zeit stellt die Einhaltung der Stickstoffablaufwerte auf zahlreichen Kläranlagen ein Problem dar. Dies entspricht genau dem Zeitraum, in dem die meiste Wärme für Heizzwecke dem Kanalsystem entnommen wird.

Auf der Basis dieser Untersuchungsergebnisse werden im genannten Leitfaden Grenzkriterien für die Wärmenutzung aus Abwasserkanälen abgeleitet, von denen einige an dieser Stelle aufgelistet werden:

Allgemeingültige Grenzkriterien für die Wärmenutzung aus ungereinigtem Abwasser in der Kanalisation vor der Abwasserreinigungsanlage (ARA):

- Falls die durch eine Wärmeentnahme aus einem Kanalisationsteilstrang resultierende Temperatur im ARA-Zulauf im Durchschnitt der Wintermonate Dezember, Januar und Februar 10 °C nicht unterschreitet und die resultierende Abkühlung im ARA-Zulauf $\leq 0,5$ K ist (entspricht dem langjährigen periodenbezogenen Schwankungsbereich), ist die Wärmeentnahme ohne detaillierte Untersuchungen zulässig.
- Falls die durch eine Wärmeentnahme aus einem Kanalisationsteilstrang resultierende Temperatur im ARA-Zulauf im Durchschnitt der Wintermonate Dezember, Januar und Februar 10 °C unterschreitet und/oder die resultierende Abkühlung im ARA-Zulauf $> 0,5$ K ist, muss eine detaillierte Überprüfung des Einflusses auf den ARA-Betrieb unter Berücksichtigung der Dimensionierungstemperatur erfolgen. Anhand der Überprüfung kann entschieden werden, ob die ARA-Reinigungsleistung durch die geplante Wärmeentnahme nicht beeinträchtigt wird und entsprechend die Wärmeentnahme zulässig ist.
- Bei der Überprüfung sind bestehende und andere geplante Wärmeentnahmen im gleichen Kanalisationsnetz vor der ARA zu berücksichtigen.

Allgemeingültige Grenzkriterien für die Wärmenutzung aus gereinigtem Abwasser nach der ARA bzw. vor dem Vorfluter:

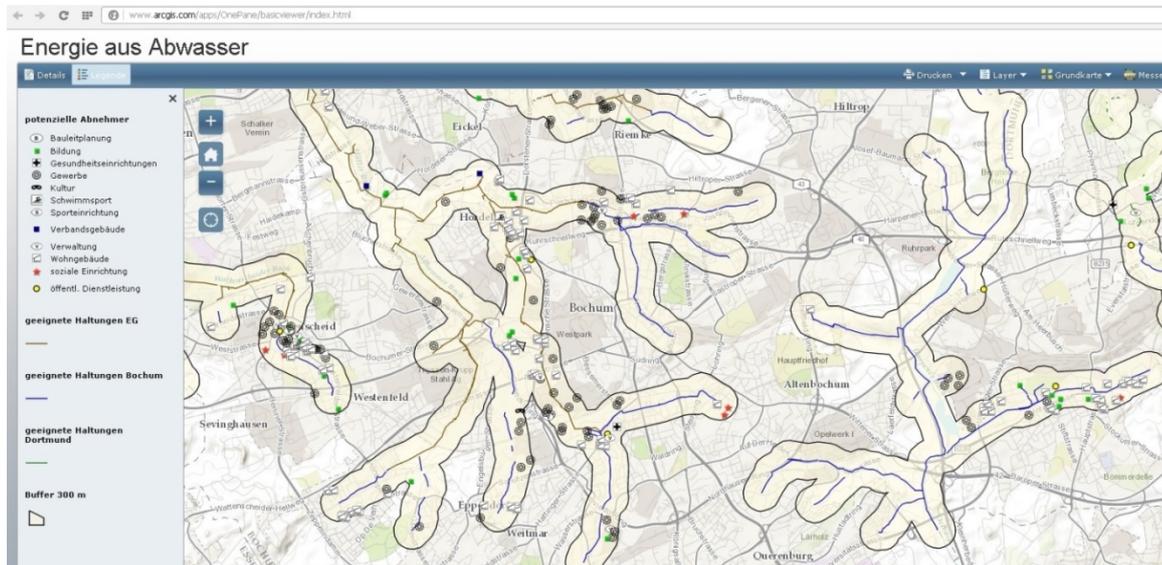
- Die Temperatur in Fließgewässern darf sich durch Wärmenutzung gemäß Gewässerschutzverordnung nicht mehr als 1,5 °C verändern.

2.7.2 Erfahrungen mit Wärmerückgewinnung aus Kanalnetzen bei der Emschergenossenschaft

Der mit der Renaturierung der Emscher verbundene Bau einer Abwasserkanalisation von 400 km Länge bietet günstige Voraussetzungen für die Abwasserwärmenutzung. So kann die Auslegung von Kanalrohren mit Wärmetausch bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden, was gegenüber dem nachträglichen Einbau im laufenden Betrieb eine erhebliche Kostenersparnis bedeutet. Weil fehlende Informationen über Verbraucher und anderer wichtiger Informationen (z.B. Fernwärmenetze) oftmals ein Hemmnis darstellen, soll die Suche nach möglichen Betreibern einer Anlage zur Abwasserwärmenutzung mithilfe einer Potenzialkarte erleichtert werden. Mit Förderung durch das MKULNV NRW wird eine web-basierte Karte des Emscherge-

bietet entwickelt, welche Detailinformationen zum Kanalnetz und angrenzenden Gegebenheiten bietet.

Abbildung 12: Prinzip der Abwasserwärmenutzung



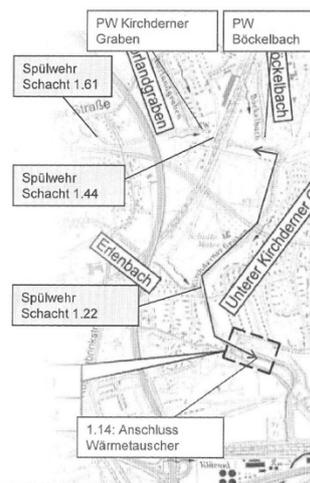
Ein in Planung befindliches Projekt ist der Seniorensitz Westholz. Es wird im Rahmen der Neuverlegung des Abwasserkanals „Kirchderner Graben“ in Dortmund in Betracht gezogen. Der Abstand zwischen der Einrichtung und dem Kanal beträgt weniger als 100 m. Nach einer Potenzialanalyse mit anschließender Diskussion der Ergebnisse mit dem Umweltamt und dem Tiefbauamt Dortmund wird der Seniorenwohnsitz erfolgt die Abstimmung mit dem Betreiber des Seniorenwohnsitzes.

Abbildung 13: Übersicht Abwasserwärmenutzungsprojekt „Seniorenwohnsitz Westholz“³⁷

Datengrundlage

EMSCHER-LIPPE
GENOSSENSCHAFT E.G.V. VERBAND

- Erzeugung von 830.000 kWh/a Wärme
 - 30% der Gesamtleistung durch AWN
 - 75% der Gesamtwärme
 - Leistung WP 123 kW, Leistung WT: 93 kW
 - 43 l/s mittlerer Nachtanfluss, WT-Länge: 57 m
- Kanalseitige Randbedingungen:
 - Einbau von 3 Spülwehren: Keine Trockenwetterrinne erforderlich
 - Spülungen tagsüber: keine Verringerung des Bemessungsabflusses
 - Einstau von ca. 84 m³ vor Schacht 1.22 möglich: Ausgleich der intermittierenden Abflüsse der Pumpwerke
 - Verringerung der Biofilmbildung
 - Zugänglichkeit



³⁷ Treis, A. (2015): Abwasserwärmenutzung - Standortfindung, Anlagenumsetzung und Betriebserfahrungen. In: Igor Borovsky (Hg.): 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag, Gelsenkirchen, 17.06.2015. Technische Akademie Hannover e.V.

Ein weiteres Projekt betrifft ebenfalls die Abwasserwärmenutzung zur Beheizung einer öffentlichen Einrichtung. Der Wärmebedarf des „Nordwestbades Bochum“ wird zu 73 % gedeckt.

Abbildung 14: Zuständigkeitsregelungen im Projekt „Nordwestbad Bochum“

Umsetzungserfahrungen		EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV. VERBAND
Zuständigkeitsregelungen		
Zuständigkeiten / Aufgabenverteilung		
Betrieb des Wärmetauschers:	Emschergenossenschaft (EG)	
Wärmevertrieb:	Emschergenossenschaft (EG),	
Jahresnutzungspauschale		
Wärmetransport:	Stadtwerke Bochum GmbH	
Wärmenutzung, Heizungsbetrieb:	Nordwestbad Bochum, Stadtwerke Bochum GmbH	
Verträge		
<u>Dienstleistungsvertrag</u> (vereinbarer Wärmepreis) zwischen Stadt und Stadtwerke Bochum GmbH		
<u>Wärmeliefervertrag</u> (Nutzungspauschale) zwischen EG und Stadtwerke Bochum GmbH		
Erträge		
Auf 15 Jahre gerechnet werden Planungs- und Investitionskosten der EG refinanziert.		

2.7.3 Chancen und Hemmnisse der Abwasserwärmenutzung

Das DWA-Regelwerk „Energie aus Abwasser – Wärme- und Lageenergie“ gibt als Bedingung für den Betrieb einer Anlage zur Abwasserwärmenutzung eine ausreichend verfügbare Wärmemenge im Abwasser an. Das potentielle Angebot der Abwasserwärme in Deutschland könnte 10 % aller Gebäude mit Heizenergie versorgen. Damit dieses Potenzial wirtschaftlich genutzt werden kann, sind einige Voraussetzungen angegeben: Ein Mindestabwasserabfluss von $Q_{\min} = 15$ l/s sollte im Mittel gegeben sein, was in etwa der Abwassereinleitung von 5.000 bis 10.000 Einwohnern entspricht. Dabei können Großeinleiter die Bedingungen begünstigen. Außerdem muss ein Wärmeabnehmer mit einem Bedarf von 150 kW, besser 300 kW in örtlicher Nähe vorhanden sein. Das Kanalnetz darf nicht hydraulisch beeinträchtigt werden und das Abwasser im Kläranlagenzulauf sollte eine Temperatur von $T_{\text{Zulauf,KA}} = 10^{\circ}\text{C}$ nicht unterschreiten.³⁸ Darüber hinaus sollte ein Kanalinnendurchmesser von mindestens 800 mm zur Verfügung stehen.

Unabhängig von technischen Randbedingungen sind bislang nur Projekte realisiert, bei denen Kanalsystem und Wärmenutzer in kommunaler Hand liegen. Aufgrund dieser Eigentumsverhältnisse ist eine Wärmenutzung zur Beheizung von z.B. städtischen Einrichtungen vergleichsweise unproblematisch. Als schwieriger könnte sich der Anschluss von Privathäusern gestalten, weil die Hausbesitzer erst von den Vorteilen der Wärmenutzung aus Abwasser zu überzeugen sind. Dazu gehört die Information der Bürger, dass es sich bei den Abwasserkanälen praktisch um Fernwärmeleitungen handelt. Einen Schub könnte die Wärmenutzung aus Abwasser dann

³⁸ Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall Energie aus Abwasser - Wärme- und Lageenergie. (2013): Advisory guideline DWA-M 114E. Unter Mitarbeit von Julia Degens. June 2009 [corrected version: January 2011]. Hennef: DWA (German DWA set of rules, M 114-E).

erfahren, wenn die wirtschaftlichen Vorteile gegenüber konventionellen Heizsystemen eindeutig überwiegen. Ähnlich wie bei der Solarenergie oder bei Windkraftanlagen könnten Impulse durch eine Anschubfinanzierung durch den Staat in Form von z.B. steuerlichen Abschreibungsmöglichkeiten oder eine Bezuschussung durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gegeben werden.

Hier liegen auch die Handlungsspielräume für den Staat. Eine rechtliche Vorgabe im Sinne eines Prüfungsauftrages zur Nutzung aus Wärme aus Abwasser kann aus Sicht des Berichterstatters nicht aus dem §55 Satz 1 abgeleitet werden. Dort wird auf die Abwasserbeseitigung Bezug genommen und nicht auf eventuelle Nutzungspotenziale. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass Bau und Betrieb von Kanalisationen Aufgabe der Städte und Gemeinden ist.

2.8 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Ergebnisse der im Rahmen dieses Forschungsvorhabens diskutierten Überlegungen zur Einführung einer Kanalbewirtschaftung können wie folgt zusammengefasst werden.

1. Der Begriff der Kanalnetzbewirtschaftung kann weit über die reine Abflusssteuerung hinausreichen, wengleich dies der wesentliche Bestandteil sein kann. Die Kanalnetzbewirtschaftung kann durch die Begriffe Gewässerschutz, Hochwasserschutz, Optimierung des Kanalnetzbetriebes und Wärmerückgewinnung beschrieben werden.
2. Wie Untersuchungen gezeigt haben, werden erhebliche Schadstofffrachten aus Regenüberlaufbecken in die Vorfluter abgegeben. Hieraus kann Handlungsbedarf für den Gesetzgeber abgeleitet werden. Unter Berücksichtigung des Klimawandels erhöhen sich diese Schadstofffrachten in Zukunft möglicherweise noch weiter.
3. Die Vorgaben nach § 55 Satz 2, dass Regenwasser nicht mit Schmutzwasser vermischt werden darf, wird in den einzelnen Wassergesetzen der Länder nicht oder sehr unterschiedlich umgesetzt. Beispielsweise nimmt das Land Nordrhein-Westfalen den Altbestand aus dieser Regelung gänzlich heraus. Andere übernehmen den §55 1 zu 1, andere gehen auf diese Anforderung in den Landeswassergesetzen überhaupt nicht ein. Daher ist es auch nicht überraschend, dass, wie die Zahlen des statistischen Bundesamtes zeigen, die Länge der Mischwasserkanalisation sogar zunimmt.
4. Weil offensichtlich die Anforderung nach § 55 Satz 2 WHG nicht im Sinne des Bundes umgesetzt wird, besteht die Eingriffsmöglichkeit für den Bund in der Verminderung von Schadstoffemissionen zum Gewässerschutz. Um die Möglichkeiten von wasserrechtlichen Anforderungen zu prüfen, wurde eine Massenbilanz für einen Kanalauschnitt durchgeführt, um die Einflussparameter zu ermitteln und Handlungsspielräume zu erkennen.
5. Zur Minimierung der Abwasseremissionen aus Regenüberlaufbecken ergaben sich prinzipiell folgende Eingriffsmöglichkeiten:
 - a. Begrenzung der maximal zulässigen Überlaufmenge im Bereich der Regenrückhaltebecken durch Erhöhung der kritischen Regenspende
 - b. Eingriff in die Kanalnetzdimensionierung zur Schaffung eines größeren aktivierbaren Kanalnetzvolumens durch Erhöhung der Jährlichkeiten für die Bemessungsniederschläge
 - c. Festlegung eines minimalen Speichervolumens auf der Grundlage eines festgelegten Bemessungsregens, dessen Abflussmenge unter Berücksichtigung des Abflussbeiwertes für einen bestimmten Zeitraum zurückgehalten werden muss, ohne dass Abwasseremissionen aus Regenüberlaufbecken eintreten.

- d. Erhöhung des Kläranlagenzulaufs mit Möglichkeit zur kurzfristigen Überschreitung der wasserrechtlichen Anforderungen, insbesondere der maximal zulässigen Abwassermenge, die in den Vorfluter abgegeben werden darf.

Unter der Annahme, dass alle vier genannten Alternativen technisch möglich sind, orientiert sich die Empfehlung an der Durchsetzbarkeit einer wasserrechtlichen Anforderung und damit auch und vor allem an den Kosten zur Realisierung der dieser Anforderung in der Praxis. Die Vorteile der Variante C zeigen sich durch den Variantenvergleich der Stadt Kaiserslautern, der in Abschnitt 3.6.5 dargestellt ist. In zwei gegenübergestellten Generalentwässerungsplan-Konzepten sind die Kosten für die Kanalsanierungsmaßnahmen ohne Kanalnetzbewirtschaftung bei ca. 10.000 m³ aktivierbarem Volumen mit 24,2 Mio. € ermittelt worden. Demgegenüber stehen die Kosten für eine Lösung mit Bewirtschaftung von ca. 7,2 Mio. € und einem aktivierbaren Volumen von ca. 23.000 m³.

Neben der Schaffung von aktivierbaren Stauraumvolumina sei es auf der Kläranlage oder im Kanalnetz sollte der Gesetzgeber bzw. die Genehmigungsbehörden auch die Flexibilisierung der wasserrechtlichen Anforderungen im Fall eines Starkregenereignisses im Sinne der Variante d prüfen. Dabei sollte jedoch folgende Reihenfolge gelten:

1. Prüfung von dezentralen Möglichkeiten der Regenwasserversickerung, insbesondere in Neubaugebieten
2. Prüfung des Aufstaus in der Kläranlage
3. Abflusssteuerung durch Kanalnetzbewirtschaftung
4. Zulassen einer kurzfristigen Überschreitung der Kläranlagenablaufmenge
5. Bau neuer Speicher

Forschungsbedarf besteht vor allem zur Festlegung eines minimalen Stauraumvolumens im Sinne der Variante C zur Begrenzung der Abwasseremission aus der Mischwasserkanalisation im Bereich der Regenüberlaufbecken. In diesem Zusammenhang ist auch die Möglichkeit der Verrechnung von Investitionen mit der Abwasserabgabe eingehend zu prüfen.

Wasserrechtliche Vorgaben zur Durchsetzung der Wärmenutzung aus Abwasser sind sinnvoll. Denkbar wäre ein Prüfauftrag an den Betreiber der Abwasserkanalisation. Dieser sollte die Anfrage an potenzielle Wärmeabnehmer sowie eine Wirtschaftlichkeitsberechnung umfassen. Staatliche Anreizinstrumente ergeben sich zudem bei der Förderung solcher Maßnahmen durch zum Beispiel steuerliche Abschreibungsmöglichkeiten von Investitionen sowie durch Fördermaßnahmen der KfW.

3 Vorschläge für Anforderungen an Indirekteinleitungen unter den Gesichtspunkten Gleichbehandlung mit Direkteinleitern und Verbot der Schadstoffverlagerung

Die Gleichbehandlung von Direkt- und Indirekteinleitern wurde schon im Abschlussbericht „Anpassung des Standes der Technik in der Abwasserverordnung“ vom April 2009 vom Unterzeichner eingehend thematisiert.³⁹ Die „Allgemeinen Anforderungen“ nach § 3 AbwV gelten nicht nur branchenübergreifend, sondern auch ungeachtet der Art der Behandlung. Die Anforderungen sind somit unabhängig davon, ob das Abwasser einer biologischen oder einer chemisch-physikalischen Behandlung unterworfen wird.

3.1 Ökotoxikologische Wirkparameter und biologische Abbaubarkeit

Ökotoxikologische Wirkparameter wurden eingeführt, um die Wirkung nicht identifizierbarer Stoffe im Abwasser an der Einleitstelle auf die aquatische Lebensgemeinschaft zu minimieren. Daher ist es nachvollziehbar, dass Anforderungen bzgl. der Wirkparameter auf die Einleitstelle bezogen werden, wie dies in zahlreichen Anhängen der AbwV auch vorgenommen wurde. In einzelnen Anhängen, wie z.B. dem Anhang 1 (Kommunalabwasser) oder Anhängen, die der Lebensmittelindustrie zugeordnet werden können, werden keine Anforderungen bzgl. der Wirkparameter an die Einleitstelle gestellt.

Darüber hinaus finden sich in den Anhängen 23, 27, 51 und 57 zum Teil optionale Anforderungen für Wirkparameter vor Vermischung mit anderen Abwässern. Die Anforderungen in den genannten Anhängen an die Wirkparameter sind einschließlich der alternativ einzuhaltenden Anforderungen für die Indirekteinleitung in der **Tabelle 11** zusammengefasst.

Aus dem Vergleich der Anforderungen können folgende Ergebnisse zusammengefasst werden:

1. Welche Wirkparameter in den einzelnen Branchen oder Anwendungsbereichen begrenzt werden, wird sehr unterschiedlich gehandhabt. So beschränken sich Anhang 23 und Anhang 51 für die Direkteinleitung auf die Begrenzung der Toxizität für Fischeier (G_{EI}). Anhang 27 begrenzt demgegenüber die Toxizität für Fischeier, Leuchtbakterien sowie Daphnien.
2. Für den Indirekteinleiterbereich werden in den Anhängen 23, 27 und 51 für G_{EI} , G_L und G_D Anforderungen gestellt. Anhang 57 beschränkt sich auf G_D .
3. Im Sinne einer flexibel gehandhabten Zulassung der Indirekteinleitung bieten einzelne Anhänge die Möglichkeit, alternativ zu den Wirkparametern die Anforderungen für einen DOC-Abbaugrad von 75 % einzuhalten. Darüber hinaus kann ebenfalls alternativ die Indirekteinleitung dann zugelassen werden, wenn der CSB kleiner als 400 mg/Liter ist (Anhänge 23 und 51).

³⁹ Köppke, K.-E.: „Anpassung des Standes der Technik in der Abwasserverordnung“ FKZ: 3707 26 300 im Auftrage des Umweltbundesamtes, 2009

Tabelle 11: Anforderungen an die Wirkparameter der Anhänge 23, 27, 51 und 57

	Anhang 23 Biologische Behandlung von Abfällen	Anhang 27 Behandlung von Abfällen durch chemi- sche und physikalische Verfahren	Anhang 51 Oberirdische Ablagerung von Abfällen	Anhang 57 Wollwäschereien
Direkteinleiter				
Anforderungen an die Einleitstelle	$G_{Ei} = 2$ - -	$G_{Ei} = 2$ $G_L = 4$ $G_D = 4$	$G_{Ei} = 2$ - -	$G_{Ei} = 2$ - $G_D = 2$
Indirekteinleitung				
Anforderungen vor Vermischung	$G_{Ei} = 2$ $G_L = 4$ $G_D = 4$	$G_{Ei} = 2$ $G_L = 4$ $G_D = 4$	$G_{Ei} = 2$ $G_L = 4$ $G_D = 4$	- - $G_D = 2$
alternativ: DOC- Abbaugrad	75 %	75 %	75 %	-
Alternativ	CSB < 400 mg/l	-	CSB < 400 mg/l	-

Die zum Teil sehr unterschiedlichen Anforderungen resultieren einerseits aus den unterschiedlichen Abwasserqualitäten, an denen die Anforderungen branchenspezifisch angepasst werden müssen. Denkbar ist aber auch, dass die unterschiedlichen Arbeitskreise, in denen die Anhänge entwickelt und diskutiert wurden, unterschiedlich besetzt waren und sich damit abweichende Auffassungen über den Umfang der Anforderungen durchgesetzt haben. Eine durchgängige Systematik bei der Festlegung der Anforderungen für die Wirkparameter ist vor diesem Hintergrund kaum erkennbar. Eine branchenübergreifende Diskussion zur Festlegung der Anforderungen bezüglich des systematischen Vorgehens sowie der festzulegenden Werte erscheint wünschenswert.

Wenngleich die Flexibilisierung der Zulassung der Indirekteinleitung durch die Einhaltung des DOC-Abbaugrades als Alternative zu den Wirkparametern grundsätzlich für sinnvoll erachtet wird, bleibt die Frage unbeantwortet, ob die Einhaltung der Anforderungen für die Wirkparameter als gleichwertig zum DOC-Abbaugrad von 75% angesehen werden kann. Da dies in der Praxis jedoch für die Anhänge 23 und 51 so gehandhabt wird, ist die Frage zu stellen, ob auf die Festlegung von Anforderungen bezüglich der Wirkparameter für die Indirekteinleitung konsequenterweise nicht gänzlich verzichtet werden sollte und stattdessen durchgängig für alle Branchen ein DOC-Abbaugrad von 75 % festgeschrieben wird.

Damit würde auch der Notwendigkeit entsprochen, dass in eine biologische Behandlungsstufe nur Abwasser eingeleitet werden darf, dessen Inhaltsstoffe auch biologisch abbaubar sind. Diese

Anforderung könnte daher als Allgemeine Anforderung in § 3 der AbwV aufgenommen werden, wenngleich sich diese Anforderung auf Abwasser beschränken muss, das in einer biologischen Behandlungsstufe gereinigt wird. Folglich wären Abwässer von dieser Anforderung auszunehmen, die einer chemisch-physikalischen Behandlungsanlage zugeführt werden.

Sollte im Bund/Länder-Arbeitskreis die Frage nach einem branchenübergreifenden Abbaugrad für die Indirekteinleitung diskutiert werden, sollte auch die Frage mitbetrachtet werden, ob ein DOC- oder TOC-Abbaugrad eingeführt werden sollte. An dieser Stelle wird daher auf den grundsätzlichen Unterschied beider Summenparameter verwiesen:

DOC (dissolved organic carbon) ist der gelöste organisch gebundene Kohlenstoff. Er bildet zusammen mit dem ungelösten organisch gebundenen Kohlenstoff und dem flüchtigen organisch gebundenen Kohlenstoff den organisch gebundenen Gesamtkohlenstoff (total organic carbon, TOC).

3.2 Vorschlag für Anforderungen an Indirekteinleiter zur Vermeidung von Emissionen leichtflüchtiger Stoffe aus Abwasser in Kanalsystemen

Die medienübergreifende Betrachtung (Abwasser, Abfall, Abluft und Energie) wurde auf EU-Ebene im Rahmen von Genehmigungsverfahren für bestimmte Tätigkeiten und Anlagen mit der Richtlinie 96/61/EG der Europäischen Union über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie)⁴⁰ eingeführt. Mittlerweile wurde die IVU-Richtlinie mit der Verabschiedung der Richtlinie 2010/75/EU vom 24. November 2010 über Industrieemissionen⁴¹ (Industrial Emissions Directive, IED) ersetzt. Die Umsetzung in nationales Recht erfolgte in Deutschland durch ein Gesetz und zwei Verordnungspakete.

Unabhängig von den Neuregelungen, die mit Inkrafttreten der IED verbunden sind, bleibt die Frage nach der Konkretisierung der medienübergreifenden Betrachtung bestehen. In diesem Zusammenhang ist auch das Schadstoffverlagerungsverbot von einem Umweltmedium in ein anderes einzuordnen. Deshalb wird seit einigen Jahren beim Umweltbundesamt überlegt, einen neuen Parameter POC (purgeable organic carbon) in die Abwasserverordnung einzuführen, um den Übergang von leicht flüchtigen Schadstoffen beim Einleiten von Abwasser aus der Wasserphase in die Atmosphäre zu vermindern, wie dies z.B. in einem Freispiegelkanal bei der Indirekteinleitung erfolgen kann.

Der POC ist ein Summenparameter zur Erfassung von flüchtigen Komponenten, die bei standardisierten Bedingungen potenziell aus der Wasserphase ausgasen können. Die Messdurchführung wurde zwischenzeitlich mit der Verabschiedung der DIN 38409-46 geregelt.⁴²

Eine Konkretisierung der Anforderung zur Begrenzung leicht flüchtiger Stoffe erfolgte in der Abwasserverordnung bislang nur in den Anhängen 9, Teil D und 22, Teil E. Während in Anhang 9 „Herstellung von Beschichtungsstoffen und Lackharzen“ wurde die LHKW (Summe aus Trichlorethen, Tetrachlorethen, 1,1,1-Trichlorethan, Dichlormethan - gerechnet als Chlor) auf 0,1 mg/l vor Vermischung begrenzt. In Anhang 22 Chemische Industrie wurde durch die Einführung des Parameters FLOX - mittlerweile ersetzt durch den POX - die Einleitung halogenierter leichtflüchtiger Verbindungen auf 10 mg/l für den Ort des Abwasseranfalls geregelt.

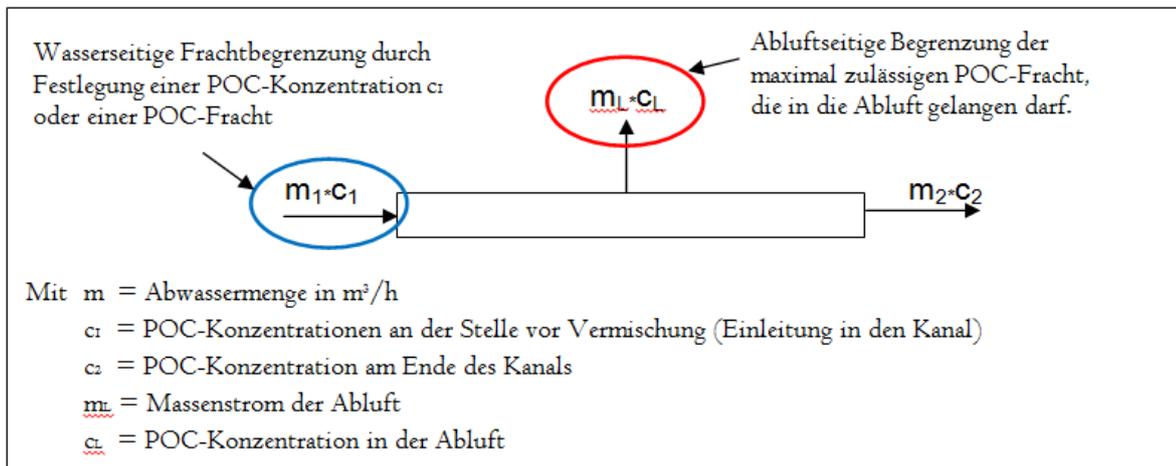
⁴⁰ Richtlinie des Rates 96/61/EG vom 24.09.1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, Abl. EG Nr. L 257, S. 26

⁴¹ RICHTLINIE 2010/75/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) (Neufassung), ABL. L 334 v. 17.12.2010 S. 17

⁴² DIN 38409-46 von August 2011

Diese Anforderung berücksichtigt jedoch nicht die Art der Abwasserableitung (z.B. geschlossene Druckrohrleitung) sowie Bagatellfrachten. Darüber hinaus ist nicht die Konzentration, sondern die Fracht, die in die Atmosphäre gelangt, entscheidend.⁴³ Im Folgenden wird diese Überlegung anhand einer POC-Bilanz eingehend diskutiert.

Abbildung 15: Bilanzraum für eine POC-Massenbilanz



Wie die **Abbildung 15** verdeutlicht, existieren 2 Möglichkeiten, eine POC-Frachtbegrenzung zu erreichen:

1. Festsetzung eines POC-Grenzwertes oder einer POC-Grenzfracht vor Vermischung (Einleitung in den öffentlichen Kanal), (blaue Einkreisung).
2. Begrenzung der POC-Fracht, die potenziell in die Abluft freigesetzt werden kann (rote Einkreisung).

Für den Fall, dass eine POC-Konzentration als Grenzwert ähnlich wie der POX in Anhang 22 festgeschrieben wird, müssen alle Abwässer, die eine POC-Konzentration oberhalb des Grenzwertes aufweisen, einer Vorbehandlung unterzogen werden. Wird dann ein POC-Grenzwert von z.B. 50 mg/l angenommen, dann muss ein Abwasserstrom mit z.B. 10 m^3/h und einem POC von 60 mg/l vorbehandelt werden. Wird weiter ein Wirkungsgrad für die Strippung von 80 % angenommen, dann ergibt sich eine POC-Vermindeungsfracht von

$$10 \text{ m}^3/\text{h} * 60 \text{ g/m}^3 * 0,8 = 480 \text{ g/h}$$

Dies ist die POC-Fracht, die in diesem Beispiel nicht in die Umwelt abgegeben wird. Ein anderer Abwasserstrom hat dagegen eine Abwassermenge von 50 m^3/h bei einer POC-Konzentration von 40 g/m^3 . Aufgrund der Grenzwertunterschreitung ist er nicht behandlungsbedürftig. Seine POC-Fracht beträgt allerdings 2.000 g/h. Hiervon könnten wiederum 80 % durch Strippung entfernt werden, was einer Emissionsminderung von 1.600 g/h entsprechen würde.

Die Begrenzung einer POC-Fracht vor Vermischung erscheint aus diesem Grunde sinnvoller. Sie kann quantitativ wie folgt abgeleitet werden:

⁴³ Köppke, K.-E.: „Anpassung des Standes der Technik in der Abwasserverordnung“ FKZ: 3707 26 300 im Auftrage des Umweltbundesamtes, 2009

Wird die tatsächlich in die Atmosphäre abgegebene POC-Fracht begrenzt, dann erfolgt dies unabhängig von der wasserseitigen Durchsatzmenge. Wie Untersuchungen⁴⁴ gezeigt haben, wird in der Regel eine POC-Elimination von mindestens 75 % durch eine Strippung mit Luft erreicht. Die zulässige POC-Fracht, die in die Abluft abgegeben werden kann, wird mit 500 g C/h angesetzt. Dies ist genau die Fracht, die in der TA-Luft als Grenzwert für Abgasemissionen festgelegt wurde.⁴⁵

Damit lässt sich die maximal zulässige POC-Fracht vor Vermischung wie folgt berechnen:

$$m_1 \cdot c_1 = m_L \cdot c_L + m_2 \cdot c_2$$

Die Emissionsfracht $m_L \cdot c_L$ wird in diesem Beispiel auf 500 g C/h limitiert. Mit der Annahme, dass 75 % des POC mit Hilfe der Strippung freigesetzt werden können, verbleiben somit 25 % des POC am Ende des Kanals. Damit lässt sich die Massenbilanz wie folgt schreiben:

$$m_1 \cdot c_1 = 500 \text{ g/h} + m_1 \cdot c_1 \cdot 0,25$$

Wird diese Gleichung nach $m_1 \cdot c_1$ aufgelöst, ergibt sich:

$$m_1 \cdot c_1 (1 - 0,25) = 500 \text{ g/h}$$

$$m_1 \cdot c_1 = 500 \text{ g/h} / 0,75 = 666 \text{ g/h}$$

Dies wäre nunmehr die wasserseitige Grenzfracht, ab der eine Strippung zu erfolgen hätte. Eine strengere Anforderung ließe sich formulieren, indem einfach die zulässige Emissionsfracht in die Abluft von 500 g/h auf z.B. 400 g/h herabgesetzt wird. In diesem Fall wäre die wasserseitige Grenzfracht am Ort vor Vermischung des Abwassers 533 g POC /h.

Die vorgestellten Überlegungen können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die Berechnung der wasserseitigen POC-Grenzfracht kann aus den Leistungen von Strippanlagen, die in der Praxis betrieben werden, abgeleitet werden. Danach kann von einer POC-Eliminierung von 75 % ausgegangen werden.
2. Weil letztlich für die Umwelt nur die POC-Fracht entscheidend ist, die in die Abluft abgegeben wird, kann die Vorgabe der TA Luft von 500 g C/h herangezogen werden. Damit wird eine Kongruenz zwischen wasserrechtlichen Anforderungen und den Anforderungen der TA Luft hergestellt.

Um die Möglichkeit der Ableitung des Abwassers in einer geschlossenen Druckrohrleitung zu berücksichtigen, sollte folgende Einschränkung berücksichtigt werden: Die errechnete wasserseitige POC-Anforderung von 666 g POC/h gilt dann nicht, wenn die Ableitung des Abwassers in einer geschlossenen Druckrohrleitung erfolgt.

Die Kläranlage muss ebenfalls unter dem Gesichtspunkt des Verlagerungsverbots Maßnahmen zur Emissionsminderung ergreifen. Dies liegt jedoch nunmehr im Verantwortungsbereich des Kläranlagenbetreibers und nicht mehr in der Verantwortung der Indirekteinleiter.

⁴⁴ Köppke, K.-E.: Ermittlung des Standes der Technik zur Reduzierung von flüchtigen bzw. aus belastbaren Substanzen im Abwasser und daraus sich ergebenden Kosten/Nutzen-Aspekten. Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes, Projekt Nummer 29207, 2013

⁴⁵ Köppke, K.-E.: „Anpassung des Standes der Technik in der Abwasserverordnung“ FKZ: 3707 26 300 im Auftrage des Umweltbundesamtes, 2009

3.3 Verrechnungsmöglichkeiten bei Umweltinvestitionen im Indirekteinleiterbereich

Investitionen zur Verringerung der Schadstofffracht können nach § 10 Abs. 3 des Abwasserabgabengesetzes mit der zu zahlenden bzw. gezahlten Abwasserabgabe verrechnet werden. Aufwendungen von Indirekteinleitern sind nach der derzeit herrschenden Meinung nicht verrechnungsfähig – weder vom Indirekteinleiter selbst, da er nicht Abgabeschuldner ist, noch von dem Direkteinleiter, weil bei diesem keine Aufwendungen entstanden sind. Daher kann festgestellt werden, dass der Indirekteinleiter bezüglich der Verrechnung von Maßnahmen zur Schadstoffverminderung gegenüber dem Indirekteinleiter deutlich benachteiligt wird. Dies ist umso bedauerlicher, weil z.B. mit der Einführung von Anforderungen zur Begrenzung der POC-Fracht Investitionen bei den zahlreichen Indirekteinleitern ausgelöst werden würden, die nicht mit der Abwasserabgabe verrechnet werden können. Vor dem Hintergrund der medienübergreifenden Betrachtungsweise erscheint das Abwasserabgabengesetz in der heutigen Form nicht mehr zeitgemäß und müsste neben der reinen Gewässerbetrachtung auch die Entlastung der Umwelt als Ganzes berücksichtigen. Hierzu zählen Emissionen, die mit dem Abwasser durch Ausgasung im Kanalsystem in die Atmosphäre gelangen. Daher ist es aus Sicht des Gutachters sinnvoll, zeitnah mit der Diskussion über neue wasserrechtliche Anforderungen an Indirekteinleitungen auch die ökonomische Flankierung der damit verbundenen Investitionen anzuregen.

4 Auswirkungen der verschiedenen Klärschlammentsorgungswege auf die Anforderungen an Direkt- bzw. Indirekteinleiter

4.1 Einführung

Die biologische Abbaubarkeit von Verbindungen im Abwasser setzt sich aus zwei Mechanismen zusammen. Zum einen werden die organischen Verbindungen zu CO₂ und Wasser biologisch umgesetzt. Zum anderen werden insbesondere persistente Verbindungen teilweise an Belebtschlammflocken adsorbiert und über den Abzug von Überschussschlamm der Wasserphase entzogen. Verbindungen, die weder gut biologisch abbaubar noch adsorbierbar sind, verbleiben in der Wasserphase.

Die an Belebtschlammflocken adsorbierten Stoffe gelangen anschließend in die Schlammbehandlung einer Kläranlage und von dort im Falle der landwirtschaftlichen Verwertung auf Ackerböden. Auf diese Weise werden persistente Verbindungen von der Wasserphase auf landwirtschaftlich genutzte Böden im Sinne einer Schadstoffverlagerung transferiert. Demgegenüber steht jedoch die Anforderung nach § 3 Satz 2 der Abwasserverordnung:

(2) Die Anforderungen dieser Verordnung dürfen nicht durch Verfahren erreicht werden, bei denen Umweltbelastungen in andere Umweltmedien wie Luft oder Boden entgegen dem Stand der Technik verlagert werden.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, auf welche Weise das Schadstoffverlagerungsverbot umgesetzt werden kann. Grundsätzlich können zwei Ansätze verfolgt werden:

1. Formulierung von Anforderungen an die Indirekteinleiter zur Begrenzung der Einleitung von persistenten Stoffen, um die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung auch in Zukunft zu gewährleisten.
2. Verbot der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung

Insbesondere hinter der ersten Möglichkeit verstecken sich zahlreiche Fragen, deren Beantwortung entscheidend für die Konkretisierung des Schadstoffverlagerungsverbots im Sinne der 1. Alternative sind:

1. Welche Schadstoffgruppen werden als persistent eingestuft?
2. Können hierfür indirekteinleitende Betriebe identifiziert werden?
3. Sind die identifizierten Einleiter Einzelbetriebe, die individuellen Produktionsbedingungen unterliegen, oder sind es branchentypische Einleitungen?

In den folgenden Ausführungen werden die verschiedenen Untersuchungen bzgl. ihrer zentralen Ergebnisse dargestellt und Schlussfolgerungen für eine mögliche Konkretisierung des Schadstoffverlagerungsverbots abgeleitet.

4.2 Entsorgungs- und Verwertungswege für Klärschlämme aus Kläranlagen

Indirekteinleitungen aus Abwässern industrieller Herkunft haben in den vergangenen Jahrzehnten in vielen Fällen die Klärschlammentsorgung maßgeblich beeinflusst. Zahlreiche Kommunen haben ihre Klärschlämme aufgrund des hohen Anteils industrieller Einleiter nicht in der Landwirtschaft verwerten können. Ein Grund war der teilweise hohe Gehalt an Schwermetallen. Erst im Zuge verschärfter Anforderungen an die Indirekteinleitungen gelang es, die Schwermetallkonzentrationen im Klärschlamm deutlich zu vermindern (**Tabelle 12**). Neuere Zahlen aus dem

Jahr 2012 belegen die Fortsetzung dieses Trends für die Mehrzahl der untersuchten Schwermetalle. Dies gilt auch für eine Reihe von organischen Schadstoffen. Bei einzelnen organischen Schadstoffen dagegen ist zwischenzeitlich eine Belastungsstagnation eingetreten.⁴⁶

Tabelle 12: Entwicklung der Schwermetallgehalte in Klärschlämmen⁴⁷

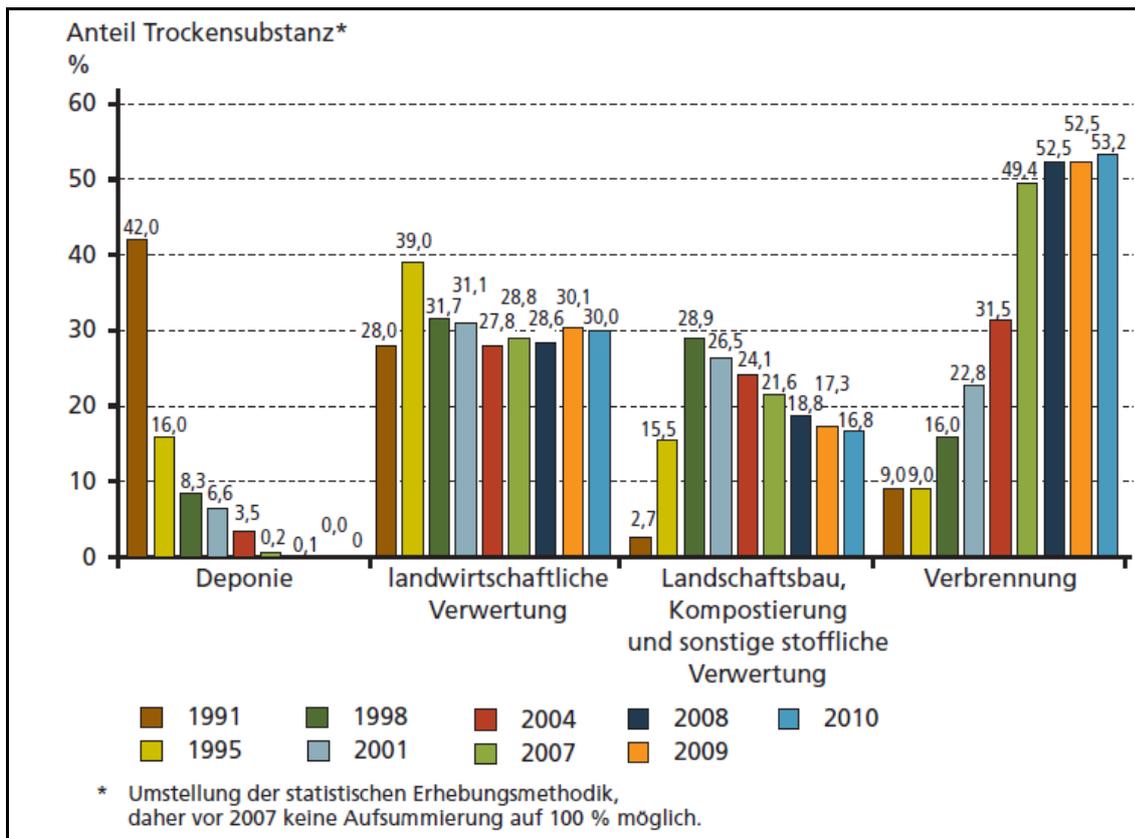
	Alle Konzentrationen in mg/ kg TS						Reduzierung von 1977 – 2012 in %
	1977	1982	1986 - 1990	1998	2006	2012	
Blei	220	190	113	63	37	34	16
Cadmium	21	4,1	2,5	1,4	1,0	0,97	5
Chrom	630	80	62	49	37	33	5
Kupfer	378	370	322	289	300	292	77
Nickel	131	48	34	27	25	25	19
Quecksilber	4,8	2,3	2,3	1,0	0,6	0,5	10
Zink	2.140	1.480	1.045	835	714	762	36
1977 = 100 %;							
Quelle: Deutsche Klärschlammberichte an die Europäische Kommission gem. Richtlinie 86/278							

In Deutschland fallen jährlich an mehr als 10.000 kommunalen Kläranlagen insgesamt ca. 10 Mio. Tonnen entwässerter Klärschlamm mit einer Trockensubstanz von 30% an. Die Entwicklung der Entsorgungs- und Verwertungswege mit ihren Prozentanteilen ist in **Abbildung 16** dargestellt.

⁴⁶ Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Homepage 2105

⁴⁷ Angaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2012

Abbildung 16: Verwertungs- und Entsorgungswege von Klärschlamm⁴⁸



Klärschlämme aus kommunalen Kläranlagen sind aufgrund ihres Stickstoff- und Phosphatgehaltes wertvolle Dünger und werden daher zu ca. 30% landwirtschaftlich verwertet, sofern sie nur geringe Schadstoffbelastungen aufweisen. Ca. 53% werden in Verbrennungsanlage entsorgt.

4.3 Rechtliche Grundlagen und politische Zielsetzungen

Die Anforderungen an die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlämmen sind in der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) festgelegt. Geregelt sind die Konzentrationen im Klärschlamm mit Schwermetallen und anderen organischen Schadstoffen. Überwiegend ist jedoch derzeit die Düngemittelverordnung (DüMV) anzuwenden. Die höchst zulässigen Schadstoffgrenzwerte im Klärschlamm bei landwirtschaftlicher Verwertung sind seit dem 1.1.2015 zum Düngerecht übergegangen. Für die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm sind deshalb ab 2015 die meisten Grenzwerte der DüMV ausschlaggebend. Konkret folgt daraus, dass Klärschlamm nur noch als Dünger verwendet werden darf, wenn die neuen DüMV-Grenzwerte eingehalten werden. Dies gilt sogar dann, wenn die Vorgaben der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) eingehalten werden. Dasselbe gilt für Stoffe, die der Bioabfallverordnung unterliegen. Die AbfKlärV ist dann praktisch nur noch für die Parameter außerhalb der DüMV von Bedeutung. In **Tabelle 13** sind die Grenzwerte für die verschiedenen Schadstoffe in mg/kg Trockenmasse gegenübergestellt.

⁴⁸ Wiechmann, B. et. al.: Klärschlammentsorgung in der Bundesrepublik Deutschland. Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.); Juni 2012

Tabelle 13: Grenzwerte der Düngemittelverordnung sowie der Klärschlammverordnung

Schadstoff	geltende AbfklärV	DüMV	derzeitiger Grenzwert seit dem 1.1.2015
Blei (mg/kg TS)	900	150	150
Cadmium (mg/kg TS)	10	1,5	1,5
Chrom (VI) (mg/kg TS)	-	2,0	2,0
Chrom (mg/kg TS)	900	-	900
Kupfer (mg/kg TS)	800	900	800
Nickel (mg/kg TS)	200	80	80
Quecksilber (mg/kg TS)	8	1,0	1,0
Zink (mg/kg TS)	2.500	5.000	2.500
Arsen (mg/kg TS)	-	40	40
Thallium (mg/kg TS)	-	1,0	1,0
AOX (mg/kg TS)	500	-	500
PCB (mg/kg TS)	0,2	0,1	0,1
PCDD/F (ng/kg TS)	100	30	30
PFT (PFOA + PFOS) (mg/kg TS)	-	0,1	0,1

Vor diesem Hintergrund ist neben der Verpflichtung zur P-Rückgewinnung für Kläranlagen der Größenklasse 4 und 5 der derzeit vorliegende Referentenentwurf zur Novellierung der Klärschlammverordnung zu verstehen.⁴⁹ Darin ist eine Verschärfung der Anforderungen für die bisherigen Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen vorgesehen. Darüber hinaus werden mit Benzo(a)pyren sowie PFT neue Parameter begrenzt. In der **Tabelle 14** sind die Grenzwerte des Referentenentwurfes zur Novellierung der Klärschlammverordnung zusammengefasst.

⁴⁹ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Vorordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung; Referentenentwurf vom 18.8.2015

Tabelle 14: Anforderungen im Referentenentwurf zur Novellierung der Klärschlammverordnung

Schadstoff (mg/kg TS)	geltende AbfKlärV	neue AbfKlärV
Blei	900	120 (150*)
Cadmium	10	2,5 (3)*0
Chrom	900	100 (120)*
Kupfer	800	700 (850)*
Nickel	200	80 (100)*
Quecksilber	8	1,6 (2)*
Zink	2.500	1.500 (1.800)*
AOX	500	400
Benzo(a)pyren	-	1
PCB	0,2	0,1
PCDD/F	100	30
PFT (PFOA + PFOS)	-	0,1

* Werte für Schlämme > 5 % P2O5 i.d. Trockenmasse

Die Grenzwerte für Schwermetalle sowie für AOX, PCB und PCDD/F werden danach erheblich abgesenkt, mit der Folge, dass der Anteil an landwirtschaftlich genutzten Klärschlämmen vermutlich sinken wird. Die landwirtschaftliche Verwertung wird sich künftig auf Klärschlämme mit sehr geringen Schadstoffgehalten beschränken. Bei den organischen Schadstoffen kommen neben der Absenkung von Grenzwerten auch neue Untersuchungspflichten hinzu.

Politisches Ziel der derzeitigen Koalition ist es, die Klärschlammausbringung zu Dünge Zwecken zu beenden und eine Rückgewinnung von Phosphor und anderen Nährstoffen aus dem Klärschlamm durchzusetzen.

"Der Schutz der Gewässer vor Nährstoffeinträgen sowie Schadstoffen soll verstärkt und rechtlich so gestaltet werden, dass Fehlentwicklungen korrigiert werden. Wir werden die Klärschlammausbringung zu Dünge Zwecken beenden und Phosphor und andere Nährstoffe zurückgewinnen."⁵⁰

Dem Ziel der Rückgewinnung von Phosphor dient auch das von der Bundesregierung 2012 beschlossene Deutsche Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes).⁵¹ Daher werden in Zusammenarbeit mit den Ländern derzeit auch die Möglichkeiten einer Rückgewinnung von Phosphor und

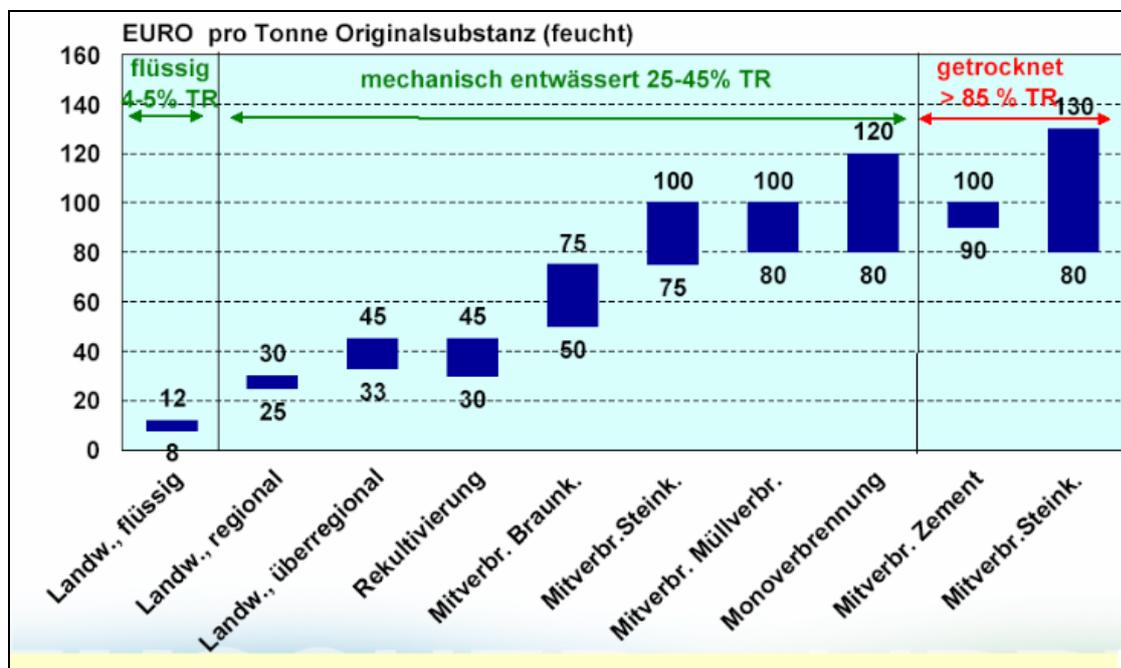
⁵⁰ Koalitionsvertrag 2013, S.120

⁵¹ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm. Beschluss des Bundeskabinetts vom 29. Februar 2012

anderen Nährstoffen unter anderem aus solchen Klärschlämmen geprüft, die nicht unmittelbar zu Düngezwecken auf Böden eingesetzt werden.

Unabhängig von diesen Zielen bzgl. der Beendigung der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung zeigt Abbildung 16, dass schon heute rund 53 % der jährlichen Klärschlammmenge einer Verbrennung zugeführt wird. Ein erheblicher Anteil wird als Sekundärbrennstoff in Kraftwerken und Zementwerken verwertet. Für die Rückgewinnung von pflanzlich verfügbaren Phosphorverbindungen aus Klärschlammmasche ist jedoch die Monoverbrennung erforderlich. Dies bedeutet, dass eine Verbrennung in Kraftwerken zusammen mit anderen Stoffen (Kohle, Braunkohle etc.) nicht mehr zulässig sein darf. Allerdings stehen derzeit nicht ausreichende Kapazitäten von Klärschlammverbrennungsanlagen zur Verfügung. Der Übergang zur Monoverbrennung wird zu einer Kostenerhöhung der derzeitigen Klärschlamm Entsorgung führen. Die gegenwärtigen Preisspannen sind in **Abbildung 17** zusammengefasst.⁵²

Abbildung 17: Preisspannen für die verschiedenen Klärschallentsorgungswege



Wie der Abbildung 17 zu entnehmen ist, ist ein Kostenschub für die Abwassereinleiter mit der P-Rückgewinnung insgesamt und insbesondere für die P-Rückgewinnung aus Klärschlammmasche zu erwarten.

Die DWA empfiehlt in ihrer Stellungnahme zur Koalitionsvereinbarung bzgl. der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung, dass diese als „zusätzliche Option“ offen gehalten werden sollte, „zumal diese das bisher mit Abstand bedeutendste und effizienteste Verfahren des Phosphorreyclings darstellt.“⁵³

Der vorliegende Referentenentwurf in Verbindung mit der Düngemittelverordnung kommt der Forderung der DWA nach, die Möglichkeit der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung

⁵² Schmelz, K.-G. (2007): Klärschlammengen und Entsorgungskosten im Vergleich zum Europäischen Ausland. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.): Perspektiven der Klärschlammverwertung. Ziele und Inhalte einer Novelle der Klärschlammverordnung. Darmstadt: KTBL. KTBL-Schrift 453

⁵³ Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Stellungnahme zum Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, Dez. 2013

tatsächlich offen zu halten, wenngleich die Grenzwertfestsetzung sicherlich unterschiedlich bewertet wird.

4.4 Hinweise zu den Schadstoffen der AbklärV sowie der DüMV

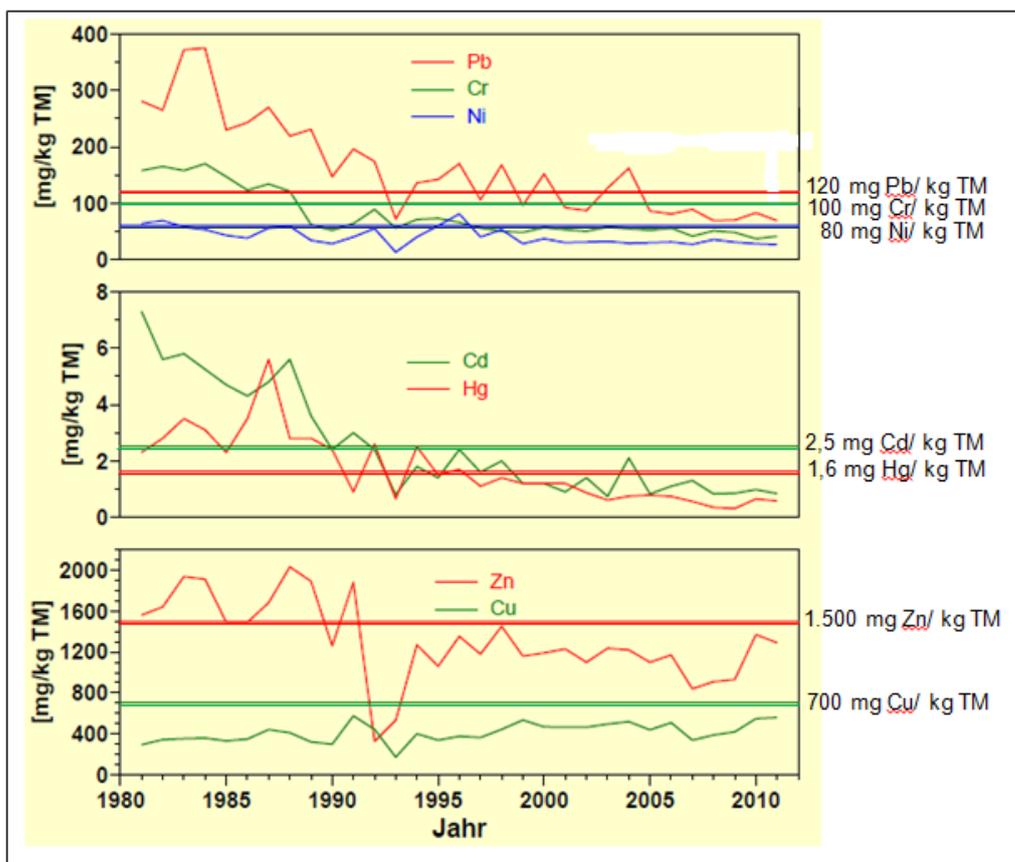
In den folgenden Abschnitten werden auf der Grundlage verschiedener Untersuchungen zunächst einzelne Parameter der AbklärV sowie der DüMV diskutiert, die als persistent eingestuft werden. Hierbei handelt es sich um Verbindungen oder Stoffgruppen, die zur Sicherstellung der Klärschlammqualität begrenzt werden.

Daneben existieren jedoch zahlreiche weitere Stoffe, die in der Diskussion stehen, wie z.B. Moschusverbindungen, Phthalate sowie verschiedene Arzneimittel, die derzeit nicht begrenzt werden, jedoch persistent sind und damit die Klärschlammqualität beeinflussen. Für die folgende Diskussion werden nur die Stoffe bzw. Stoffgruppen der AbklärV sowie der DüMV betrachtet.

4.4.1 Schwermetalle

Nach Langzeituntersuchungen des LUFA Speyer haben sich die Schwermetallkonzentrationen in den Klärschlämmen in Rheinland-Pfalz in den vergangenen 20 – 25 Jahren erheblich vermindert. Die Entwicklung für die einzelnen Schwermetalle ist in der **Abbildung 18** dargestellt.⁵⁴

Abbildung 18: Schwermetallkonzentration in Klärschlämmen aus Rheinland-Pfalz



⁵⁴ Wiesler, F. et al.: Nutzen und Risiken der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung. http://mulewf.rlp.de/fileadmin/mulewf/Service/Veranstaltungschronik/pdf-Dateien/Zukunft_der_Schlammverwertung/Wiesler5_RLP_KS_14_11_12_.pdf

Die Ergebnisse zeigen, dass alle Schwermetallkonzentrationen im Klärschlamm schon heute unter den Grenzwerten des Referentenentwurfs zur Novellierung der Klärschlammverordnung liegen.

4.4.2 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

In den folgenden Abschnitten werden die vom Bayerischen Landesamt für Umwelt zusammengestellten Eintragspfade bzgl. der Verbindungsgruppen PAK, Dioxine und Furane, PCB sowie PFC kurz vorgestellt und durch eigene Informationen ergänzt.⁵⁵

PAK sind Bestandteile der Kohle sowie von Teerölen. Daher sind sie auch in Abwässern von Kokereien sowie teerölverarbeitenden Unternehmen nachzuweisen. Gebildet werden sie zudem durch unvollständige Verbrennung fossiler Brennstoffe. Entsprechend werden sie über die Abluft ubiquitär verbreitet. Darüber hinaus sind sie Bestandteil von Dieselkraftstoff. Der Einsatz als Holzimprägnierungsmittel (z. B. Bahnschwellen) wurde mittlerweile eingestellt. PAK werden z. Zt. noch in Weichmacherölen bei der Reifenherstellung verwendet und können so über den Reifenabrieb in die Umwelt und mit dem Niederschlagswasser über Mischwasserkanalisationen in die Kläranlage gelangen. Bei den PAK gibt es derzeit keinen gültigen Grenzwert. Die geplante Neufassung der AbfklärV sieht jedoch einen Grenzwert für Benzo(a)pyren von 1 mg/kg TS vor.

PAK-Einleitungen lassen sich bisweilen auf bestimmte Einleitungen zurückführen. Dies betrifft vor allem Kokereien und die Teerölverarbeitung. PAK gelangen überwiegend bei der Verbrennung fossiler Energieträger mit den Abgasen in die Luft. Mit der Deposition werden sie auf und in den Boden eingetragen, wo PAK flächendeckend nachweisbar sind. Lokal von Bedeutung als PAK-Emittenten sind Altlasten, z. B. ehemalige Gaswerke und Kokereien, oder Altablagerungen mit PAK-haltigen Abfällen (z. B. Aschen, Altöl).

4.4.3 Polychlorierte Dibenzop-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)

Polychlorierte Dibenzop-dioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF) sind ein unerwünschtes Nebenprodukt bei technischen Prozessen in der Chlorchemie (z.B. ehemals bei der PCB- und PCP-Herstellung) sowie bei vielen Verbrennungsvorgängen und thermischen Prozessen. Aufgrund modernster Verbrennungstechnologien sowie gesetzlichen Anforderungen sind bei Verbrennungsprozessen Betriebsbedingungen einzuhalten, bei denen die Bildung von Dioxinen und Furanen vermieden wird.

Problematischer erscheint in Deutschland der Eintrag dieser Verbindungen ins Abwasser durch das Waschen importierter mit dem Biozid Pentachlorphenol (PCP) behandelter Textilien.

4.4.4 Polychlorierte Biphenyle (einschl. dioxinähnlicher PCB)

Die Herstellung von PCB in Deutschland ist seit vielen Jahren verboten. Auch die Verwendung PCB-haltiger Stoffe wurde stark eingeschränkt. Als Folge der langen Verwendung in offenen Systemen, durch Havarien und insbesondere durch unsachgemäßes Abfallmanagement in der Vergangenheit sind die PCB heute in der Umwelt allgegenwärtig, zumal sie durch biologische Prozesse kaum abgebaut werden. Sie konzentrieren sich um mehrere Größenordnungen in der Nahrungskette auf und werden darüber hinaus über große Entfernungen durch die Luft transportiert.

⁵⁵ Bayerischen Landesamt für Umwelt: Analyse und Verteilungsverhalten von perfluorierten Chemikalien und anderen persistenten organischen Spurenstoffen in Klärschlamm und Boden. Teil 1: Klärschlammuntersuchungen, Mai 2011

Die Haupteintragswege in den Klärschlamm sind daher wahrscheinlich die atmosphärische Deposition, die Auswaschung aus PCB-haltigen Gegenständen und Gebäudeausrüstungen sowie der Eintrag aus Altlasten. Auch über Recycling-Toilettenpapier (PCB in Durchschreibepapier) können PCB eingetragen werden.

4.4.5 Perfluorierte Chemikalien (PFC)

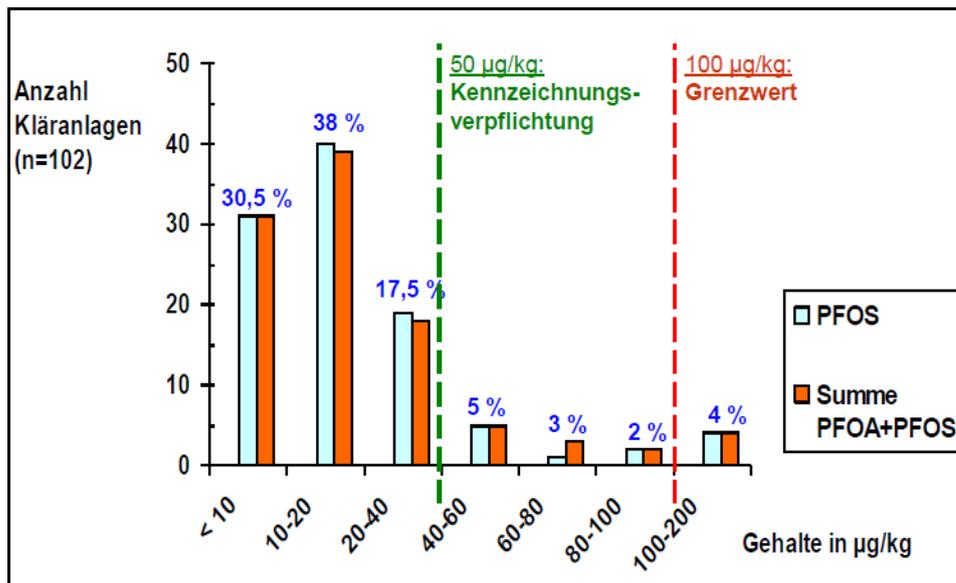
Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) sind sehr persistente organische Substanzen, die ubiquitär in den verschiedensten Umweltmedien gefunden werden. In die Schlagzeilen ist in den letzten Jahren besonders eine bestimmte Gruppe der PFC, die perfluorierten Tenside (PFT) geraten, da eine Reihe von Umweltkontaminationen durch diese Stoffgruppe festgestellt wurden.

Auf Grund ihrer schmutz-, farb-, fett-, öl- und gleichzeitig wasserabweisenden Eigenschaften finden insbesondere die PFT Anwendungen in zahlreichen Industrie- und Konsumprodukten. Die Hauptanwendungsgebiete liegen im Bereich der Oberflächenbehandlung, der Papierveredlung und der Spezialchemie. Hier kam vor allem die Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) zum Einsatz. Auch Feuerlöschschäume und spezielle hydraulische Flüssigkeiten enthalten u. a. PFOS. Außerdem werden PFC in der chemischen Synthese, der Metallverarbeitung, der Foto- und Halbleiterindustrie sowie der Medizintechnik verwendet. Typische Produkte, die mit PFC behandelt sein können, sind Textilien, Papier und Verpackungen, Teppiche, Farben, Reinigungsmittel und Kosmetikartikel.

PFC gelangen über Indirekteinleiter der Industrie oder durch Freisetzung aus Produkten, die PFC enthalten, in das Abwasser und in kommunale Kläranlagen. Dort wird der Großteil der PFC aufgrund der hohen Persistenz nicht abgebaut, sondern entweder an den Klärschlamm adsorbiert oder über das gereinigte Abwasser in die Oberflächengewässer eingeleitet.

4.4.6 Untersuchungsergebnisse und Schlussfolgerungen

Bzgl. der hier diskutierten Parameter kam es vereinzelt zu Überschreitungen der im Referententwurf vorgeschlagenen Grenzwerte für organische Verbindungen. Beispielsweise sind die Untersuchungsergebnisse von Klärschlämmen, die zwischen 2007 und 2009 in Hessen ermittelt wurden, in **Abbildung 19** für PFOA und PFOS dargestellt.

Abbildung 19: PFOA- und PFOS-Gehalte landwirtschaftlich verwerteter Klärschlämme in Hessen⁵⁶

Entscheidender für die hier zu diskutierenden Ursachen und Rückschlüsse auf die Indirekteinleiter ist die Tatsache, dass im Einzelfall für PFC bzw. PFT industrielle Einleiter zu ermitteln waren. So konnten in den Untersuchungen des Bayerischen Landesamtes Galvanikbetriebe sowie Betriebe der Halbleiterindustrie als Verursacher identifiziert werden. In anderen Untersuchungen wurden ebenfalls die metallver- und -bearbeitende Industrie (Anhang 40) sowie die Papierindustrie (Anhang 28) als Verursacher ermittelt.⁵⁷ Von Bedeutung sind ebenfalls CP-Anlagen. Sonderfälle ergaben sich durch Feuerlöschübungen der Feuerwehr, weil auch Feuerlöscher PFT enthalten können. Wie die Abbildung 19 darüber hinaus verdeutlicht, wären von der Einführung eines PFT-Grenzwertes von 100 µg/kg nur ca. 4 % der untersuchten Kläranlagen betroffen.

Die Beantwortung der 3 Ausgangsfragen zur Bewertung der Alternative 1 „Formulierung von Anforderungen an die Indirekteinleiter zur Begrenzung der Einleitung von persistenten Stoffen, um die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung auch in Zukunft zu gewährleisten,“ können wie folgt beantwortet werden:

1. Welche Schadstoffgruppen werden als persistent eingestuft?

Die Klärschlammverordnung sowie die Düngemittelverordnung beschränken sich auf die Stoffe bzw. Stoffgruppen Benzo(a)pyren, Dioxine und Furane, PCB und PFT. Der AOX ist ein Summenparameter, der den meisten Branchen sowie auch privaten Haushalten zugeordnet werden kann.

2. Können hierfür indirekteinleitende Betriebe identifiziert werden?

Die Identifikation einzelner für bestimmte Stoffe verantwortliche Betriebe ist grundsätzlich problematisch. Gleichwohl konnten insbesondere für die bislang nicht geregelte Stoffgruppe PFT einzelne Unternehmen als Verursacher bestimmt werden.

3. Sind die identifizierten Einleiter Einzelbetriebe, die individuellen Produktionsbedingungen unterliegen, oder sind es branchentypische Einleitungen?

⁵⁶ Schäfer, J.: Zusammenwirken von Düngemittel- und Klärschlammverordnung. VQSD – Fachveranstaltung „Resource Klärschlamm“, 18.6.2015, Johannesburg

⁵⁷ Landesamt für Umwelt- und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Verbreitung von PFT in der Umwelt. LANUV-Fachbericht 34, 2011

Im Falle von PFT zeigten die Untersuchungen, dass es sich hierbei durchaus um typische Einleitungen ganzer Branchen handelt. Dies gilt vor allem für die metallver- und -bearbeitende Industrie. Darüber hinaus werden auch die Papierindustrie sowie CP-Anlagen genannt.

Bei allen anderen Parametern lassen sich aus den Anhängen der Abwasserverordnung selbst potenzielle Einleiter von persistenten Stoffen identifizieren. Daher wurden auch entsprechende Grenzwerte festgelegt. Für die Stoffgruppe PAK bzw. für den Leitparameter Benzo(a)pyren ist die Steinkohleverkokung (Anhang 46) ein Verursacher. Daher wurde die PAK-Grenzfracht auf 0,015 g/t vor Vermischung festgelegt. Weil Dioxine und Furane bei Verbrennungsprozessen entstehen, gilt in Anhang 33 „Wäsche von Abgasen aus der Verbrennung von Abfällen“ ein Grenzwert von 0,3 ng/l vor Vermischung. Der AOX wurde in zahlreichen Anhängen der AbwV begrenzt.

Am Beispiel PCB wird jedoch auch deutlich, dass die Klärschlammqualität beeinträchtigt werden kann, ohne dass ein Betrieb oder eine Branche hierfür als Verursacher zu identifizieren ist. Auch gibt es zahlreiche diffuse Quellen für die Parameter Benzo(a)pyren, Dioxine und Furane sowie AOX. Eine im Idealfall lückenlose Identifizierung aller Verursacher ist somit nicht möglich. Dies wird bestätigt durch die Bewertung der bayerischen Untersuchungsergebnisse durch das Bayerische Landesamt für Umwelt, das folgendes Fazit zieht:⁵⁸

„Auffällig waren dabei immer wieder einzelne deutliche Überschreitungen bei unterschiedlichen Parametern, die aufgrund des lokalen Einleiterspektrums so nicht zu erwarten waren. Dies unterstreicht die Notwendigkeit des Ausstiegs aus der bodenbezogenen Klärschlammverwertung, da aufgrund der Vielfalt der in Haushalt und Industrie eingesetzten Chemikalien eine lückenlose Überwachung völlig unmöglich ist.“

Das Bayerische Landesamt für Umwelt zieht daraus den Schluss, dass ein Ausstieg aus der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung erforderlich ist, was im Rahmen dieser Diskussion als 2. Alternative genannt wurde. Es erscheint zweifelhaft, ob durch neue bzw. verschärfte Anforderungen in der Abwasserverordnung eine Qualitätsverbesserung für diejenigen Klärschlämme erreicht werden kann, die zurzeit die Grenzwerte des Referentenentwurfs überschreiten. Dies gilt umso mehr, weil mit Ausnahme von PFT alle anderen hier diskutierten Parameter schon branchenbezogen geregelt sind. Wie die Auswertung der bayerischen Untersuchungsergebnisse ergab, wären von der Einführung eines PFT-Grenzwertes von 100 µg/kg nur ca. 4 % der untersuchten Kläranlagen betroffen. Hieraus Handlungsbedarf für die industriellen Abwassereinleiter abzuleiten, muss auch mit dem Maßstab der Verhältnismäßigkeit bewertet werden.

Auch muss die Tatsache berücksichtigt werden, dass es politischer Wille ist, die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung einzustellen, wofür allerdings ausreichende Kapazitäten von Klärschlammverbrennungsanlagen benötigt werden, um die Rückgewinnung von Phosphor sicher zu stellen. Entsprechend ist eine Übergangsregelung im Referentenentwurf vorgesehen.

Unabhängig von der Frage der Klärschlammentsorgung gelangen die diskutierten persistenten Verbindungen, wie zu Beginn der Ausführungen kurz dargestellt wurde, auch direkt in die Oberflächengewässer. Insofern besteht zur Sicherstellung der Gewässerqualität Handlungsbedarf für einzelne Verbindungen. Dies gilt insbesondere für PFT, zumal PFOS mittlerweile als prioritär gefährlicher Stoff eingestuft wurde.⁵⁹ Hinsichtlich einer Grenzwertfestsetzung im Abwasser hat

⁵⁸ Bayerischen Landesamt für Umwelt: Analyse und Verteilungsverhalten von perfluorierten Chemikalien und anderen persistenten organischen Spurenstoffen in Klärschlamm und Boden. Teil 1: Klärschlammuntersuchungen, Mai 2011

⁵⁹ RICHTLINIE 2013/39/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 12. August 2013

die Umweltministerkonferenz (UMK) auf der Basis eines LAWA-Berichtes zu PFT (74. Sitzung der LAWA, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) beschlossen, den Bund prüfen zu lassen, ob in einzelnen Anhängen der Abwasserverordnung (Anhänge 40 und 28) Grenzwerte für PFT einzuführen sind. Für die Definition des derzeitigen „Standes der Technik“ zur Entfernung von PFT aus Galvanikabwässern laufen verschiedene Untersuchungen.

5 Quellenverzeichnis

1. Berger, Ch.; Lohaus, J.; Wittner, A., Schäfer, R.: Zustand der Kanalisation in Deutschland, Ergebnisse der ATV-DVWK-Umfrage 2001.- KA Wasserwirtschaft-Abwasser-Abfall, 49. Jahrgang, Nr. 3 (S. 302-311), März 2002
2. Bütow, E.; Krafft, H.; Rüger, M.; Lüdecke, J.: Gefährdungspotential von undichten Kanälen bei industriellen und gewerblichen Grundstücksentwässerungsleitungen und die Ableitung von Empfehlungen zur Revitalisierung defekter Entwässerungsleitungen.- UBA Forschungsbericht 297 28 528, Texte 64/01, November 2001
3. Bayrisches Landesamt für Umwelt: Private Abwasserleitungen prüfen und sanieren.
http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_110_private_abwasserleitungen_pruefen_sanieren.pdf
4. Gesetz zur Neuregelung des Wasserrechts vom 31. Juli 2009, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 51, S. 2585 ff
5. DIN 1986-30 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke Teil 30: Instandhaltung, Ausgabe Februar 2012
6. BGH, Urteil v. 14.5.1998 – VII ZR 184/97, NJW 1998, S. 2814
7. Technische Betriebsbestimmungen – Entwässerungsanlagen – vom 27.5.2014, Amtl. Anz. Nr. 45, S. 1053
8. Bayrisches Landesamt für Umwelt: Private Abwasserleitungen prüfen und sanieren. Umweltwissen – Wasser, 2013,
http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_110_private_abwasserleitungen_pruefen_sanieren.pdf
9. Börner, W.: Dichtheitsprüfung von Grundstücksentwässerungsanlagen, 27.4.2012
10. Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen - Selbstüberwachungsverordnung Abwasser – SüwVO Abw vom 17. Oktober 2013
11. Technische Betriebsbestimmungen – Entwässerungsanlagen – vom 27.5.2014, Amtl. Anz. Nr. 45, S. 1053
12. Thüringer Verordnung über die Eigenkontrolle von Abwasseranlagen (Thüringer Abwassereigenkontrollverordnung – ThürAbwEKVO-) vom 23. August 2004
13. Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landesentwicklung über Art und Häufigkeit der Eigenkontrolle von Abwasseranlagen und Abwassereinleitungen (Eigenkontrollverordnung – EigenkontrollIVO); Sächs-GVBl. Jg. 1994 Bl.-Nr. 58 S. 1592 Fsn-Nr.: 612-3.6 Fassung gültig ab: 08.08.2013
14. Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen - Selbstüberwachungsverordnung Abwasser – SüwVO Abw vom 17. Oktober 2013
15. Abwassereigenkontrollverordnung (EKVO) des Landes Hessen vom 23. Juli 2010
16. Bütow, E.; Krafft, H.; Rüger, M.; Lüdecke, J.: Gefährdungspotenzial von undichten Kanälen bei industriellen und gewerblichen Grundstücksentwässerungsleitungen und die Ableitung von Empfehlungen zur Revitalisierung defekter Entwässerungsleitungen. UBA-Texte 64/01, 2001
17. Durchführungshinweise zur Umsetzung der DIN 1986 Teil 30, Herausgeber: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Januar 2012
18. Uldack, M.; Rouault, P.; Hartmann, A.: Grundstücksentwässerungsanlagen. 2012 im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe.
http://www.kompetenzwasser.de/fileadmin/user_upload/pdf/forschung/GStEW/20120507__Bericht_Grunstuecken_twaesserungsanlagen_final.pdf
19. Uldack, M.; Rouault, P.; Hartmann, A.: Grundstücksentwässerungsanlagen. 2012 im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe.
http://www.kompetenzwasser.de/fileadmin/user_upload/pdf/forschung/GStEW/20120507__Bericht_Grunstuecken_twaesserungsanlagen_final.pdf
20. Statistisches Bundesamt (2013): Erhebung Strukturdaten der Wasserwirtschaft. Wiesbaden (2190213109004). Online verfügbar unter www.destatis.de, zuletzt aktualisiert am Oktober 2013.
21. Berger, Christian; Falk, Christian (2009): Zustand der Kanalisation in Deutschland. Ergebnisse der DWA-Umfrage 2009. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Online verfügbar unter

- http://de.dwa.de/tl_files/_media/content/PDFs/Abteilung_WAW/mj/Zustand%20der%20Kanalisation%20in%20Deutschland_2009.pdf.
22. Schilling, W.; Xantopoulos, C.: Einführung und Ziele der Abflusssteuerung. In: Wolfgang Schilling (Hg.): Praktische Aspekte der Abflusssteuerung in Kanalnetzen. München: Oldenbourg, 1996
 23. Rohlfing, R.: Aspekte und Ziele der Kanalnetzbewirtschaftung. In: Igor Borovsky (Hg.): 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. Gelsenkirchen, 17.06.2015. Technische Akademie Hannover e.V., 2015
 24. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (2013): Energie aus Abwasser - Wärme- und Lageenergie. Advisory guideline DWA-M 114E.
 25. Sieker, F.: Regen(ab)wasser und Misch(ab)wasser, eine vernachlässigte Schutzquelle? Zeitschrift gwf, Nr. 9, 2003
 26. Brombach, H.; Fuchs, St.: Datenpool gemessener Verschmutzungskonzentrationen in Misch- und Trennkanalisationen. Zeitschrift Korrespondenz Abwasser, Nr. 4., 2003
 27. Sieker, F.: Regenwassereinleitungen. Vortrag auf dem Workshop „Neue Anforderungen an Abwassereinleitungen unter Berücksichtigung integrierter medienübergreifender Aspekte“ am 28./29.9.2004 in Bonn
 28. Allison I. et. Al. (2009). The Copenhagen Diagnosis, 2009: Updating the world on the Latest Climate Science. The University of New South Wales Climate Change Research Centre (CCRC), Sydney, Australia, 60pp. (www.copenhagendiagnosis.com/)
 29. Stock, M. (2009) Hat der Klimawandel Auswirkungen auf die Anlagensicherheit?, Chemie Ingenieur Technik 1-2 2009, Herausgeber DECHEMA GDCh VDI GVC, p. 119-126
 30. Männig, F.: 20 Jahre Kanalnetzsteuerung in Dresden. In: Igor Borovsky (Hg.): 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. Gelsenkirchen, 17.06.2015. Technische Akademie Hannover e.V.; 2015
 31. Zimmermann, J.; Michels, P.: Der Einsatz von Kaskadenwehren zur Aktivierung von Kanalnetzvolumen. In: Igor Borovsky (Hg.): 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. Gelsenkirchen, 17.06.2015. Technische Akademie Hannover e.V.; (2015)
 32. Imhoff, K. + K. R.: Taschenbuch der Stadtentwässerung. Oldenbourg Verlag. 30. Auflage
 33. Fettig, J.; Otte-Witte, K. et al.: Modellierung der Gewässergüte der Bega unter Berücksichtigung der Durchführung von Maßnahmen zur Kanalnetzsteuerung für das Entwässerungssystem der Stadt Lemgo. April 2011 http://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_mmkresearchprojects/Abschlussbericht_Bega.pdf
 34. Mitsdoerffer, R. et al.: Zum Heizen und Kühlen gibt es Abwasser, wwt Wasserwirtschaft Wassertechnik, Heft 11-12, 2006, S. 8.
 35. Bolle, F.-W.: Potentiale und technische Optimierung der Abwasserwärmenutzung (Kurzbericht). Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (IV-7 – 042 600 003 C), 2013 Online verfügbar unter: http://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_mmkresearchprojects/Kurzbericht_Abwasserwaerme_Nov_2013.pdf.
 36. Buri, R.; Kobel, B.: Wärmenutzung aus Abwasser. Nov. 2014. https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Energieeffizienz/Abwasserwaermenutzung/Leitfaden_Ratgeber/Leitfaden_Waerme_aus_Abwasser.pdf
 37. Treis, A. (2015): Abwasserwärmenutzung - Standortfindung, Anlagenumsetzung und Betriebserfahrungen. In: Igor Borovsky (Hg.): 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. 3. Deutscher Kanalnetzbewirtschaftungstag. Gelsenkirchen, 17.06.2015. Technische Akademie Hannover e.V.
 38. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall Energie aus Abwasser - Wärme- und Lageenergie. (2013): Advisory guideline DWA-M 114E. Unter Mitarbeit von Julia Degens. June 2009 [corrected version: January 2011]. Hennef: DWA (German DWA set of rules, M 114-E).
 39. Köppke, K.-E.: „Anpassung des Standes der Technik in der Abwasserordnung“ FKZ: 3707 26 300 im Auftrage des Umweltbundesamtes, 2009

40. Richtlinie des Rates 96/61/EG vom 24.09.1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, Abl. EG Nr. L 257, S. 26
41. RICHTLINIE 2010/75/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) (Neufassung), ABl. L 334 v. 17.12.2010 S. 17
42. DIN 38409-46 von August 2011
43. Köppke, K.-E.: „Anpassung des Standes der Technik in der Abwasserverordnung“ FKZ: 3707 26 300 im Auftrage des Umweltbundesamtes, 2009
44. Köppke, K.-E.: Ermittlung des Standes der Technik zur Reduzierung von flüchtigen bzw. aus belastbaren Substanzen im Abwasser und daraus sich ergebenden Kosten/Nutzen-Aspekten. Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes, Projekt Nummer 29207, 2013
45. Köppke, K.-E.: „Anpassung des Standes der Technik in der Abwasserverordnung“ FKZ: 3707 26 300 im Auftrage des Umweltbundesamtes, 2009
46. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Homepage 2105
47. Angaben des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2012
48. Wiechmann, B. et al.: Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland. Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.); Juni 2012
49. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Vorordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung; Referentenentwurf vom 18.8.2015
50. Koalitionsvertrag 2013, S.120
51. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm. Beschluss des Bundeskabinetts vom 29. Februar 2012
52. Schmelz, K.-G. (2007): Klärschlamm mengen und Entsorgungskosten im Vergleich zum Europäischen Ausland. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.): Perspektiven der Klärschlammverwertung. Ziele und Inhalte einer Novelle der Klärschlammverordnung. Darmstadt: KTBL. KTBL-Schrift 453
53. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Stellungnahme zum Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, Dez. 2013
54. Wiesler, F. et al.: Nutzen und Risiken der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung. http://mulewf.rlp.de/fileadmin/mulewf/Service/Veranstaltungschronik/pdf-Dateien/Zukunft_der_Schlammverwertung/Wiesler5_RLP_KS_14_11_12_.pdf
55. Bayerischen Landesamt für Umwelt: Analyse und Verteilungsverhalten von perfluorierten Chemikalien und anderen persistenten organischen Spurenstoffen in Klärschlamm und Boden. Teil 1: Klärschlammuntersuchungen, Mai 2011
56. Schäfer, J.: Zusammenwirken von Düngemittel- und Klärschlammverordnung. VQSD – Fachveranstaltung „Ressource Klärschlamm“, 18.6.2015, Johannesburg
57. Landesamt für Umwelt- und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Verbreitung von PFT in der Umwelt. LANUV-Fachbericht 34, 2011
58. Bayerischen Landesamt für Umwelt: Analyse und Verteilungsverhalten von perfluorierten Chemikalien und anderen persistenten organischen Spurenstoffen in Klärschlamm und Boden. Teil 1: Klärschlammuntersuchungen, Mai 2011
59. RICHTLINIE 2013/39/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 12. August 2013