

Kanalisation – Status quo und quo vadis?

Hansjörg Brombach¹, Günter Gruber² und Max Maurer³

¹ UFT, Bad Mergentheim, D

² TU Graz, Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau, A

³ Eawag: Das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs, Dübendorf, CH

Kurzfassung: Obwohl die statistische Datenbasis in den drei D-A-CH Nachbarländern sehr unterschiedlich ist, wird im Beitrag für den Bereich der öffentlichen Kanalisation der Versuch unternommen, die historische Entwicklung und den aktuellen Stand der Siedlungsentwässerung in diesen drei Ländern vergleichend gegenüberzustellen, sowie aktuelle Trends zu beleuchten. Während das Mischsystem in den südlichen deutschen Bundesländern und in der Schweiz klar vorherrscht, kommt es historisch bedingt in Österreich vor allem in den größeren Städten zur Anwendung, wogegen im ländlichen Raum fast nur noch Schmutzwasserkanäle errichtet wurden. Die einwohnerspezifischen durchschnittlichen Kanallängen sind in Deutschland und der Schweiz in etwa gleich lang, in Österreich deutlich länger. Generell lässt sich in den drei Nachbarländern ein Trend weg vom Mischsystem und hin zu den modifizierten Systemen feststellen, wo insbesondere im ländlichen Raum sehr oft nur noch Schmutzwasserkanäle errichtet werden. Aktuelle Probleme betreffen vor allem das Fremdwasser in der Kanalisation sowie den Mikroschadstoffaustrag aus der Kanalisation. Generell ist ein Harmonisierungsbedarf für die Zusammenstellung vergleichbarer Kennzahlen festzustellen.

Key-Words: Entwässerungssysteme, Kanalisation, Historie, Anschlussgrade, Kläranlagen, Regenwasserbehandlung, Statistik, Kosten, Trends, Deutschland, Österreich, Schweiz

1 Einleitung und Ziel

Angeregt durch die Veröffentlichungsserie „Im Spiegel der Statistik“ in der Fachzeitschrift Korrespondenz Abwasser in den Jahren 1979 – 2010 über die Abwasserkanalisation in Deutschland, siehe Brombach, H. (2010), soll mit diesem länderübergreifenden Beitrag zum Start der

neuen D-A-CH Veranstaltungsserie „Aqua Urbanica“ der Versuch unternommen werden, eine vergleichende Zusammenschau zwischen den drei deutschsprachigen Nachbarländern Deutschland, Österreich und der Schweiz zu unternehmen. Dabei stehen Kennzahlen zur Kanalisation auf Basis bekannter Kanallängen und Kanalsysteme im Vordergrund. Darüber hinaus werden auch aktuelle Entwicklungen und Trends in den drei Nachbarstaaten beleuchtet.

2 Kurzer historischer Rückblick

2.1 Deutschland

In Deutschland setzte die Industrialisierung ein halbes Jahrhundert später als in England ein. Ab etwa 1850 wuchsen die Großstädte, insbesondere im Ruhrgebiet, mit rasantem Tempo. Eine systematische Stadtentwässerung war entweder gar nicht vorhanden oder mangelhaft. Es gab, wie auch früher schon, Cholera- und Typhus-Epidemien, aber jetzt wegen der größeren Bevölkerungsdichte mit viel schrecklicheren Folgen.

Erst 1880 wurde nach einem erbitterten Streit zwischen den Professoren von Pettenkofer (1818–1901) und Robert Koch (1843-1910) von Letzterem bewiesen, dass Bakterien aus dem Abwasser die Ursache für die Seuchen waren. Die Städte brauchten eine neue, systematisch angelegte Stadtentwässerung. Es gab aber in Deutschland kaum Erfahrung und nur wenige Fachleute zur Planung von Abwasserkanalisationen im Großstadtformat. So wurde der englische Wissensvorsprung genutzt.

Ab 1842 plante und leitete der englische Ingenieur William Lindley (1808-1900) in der Stadt Hamburg den Bau der ersten „Vollkanalisation“ in Deutschland. 1876 folgten Frankfurt am Main, 1873 Berlin und 1877 München. Die erste Kläranlage des europäischen Kontinents, von Lindleys Sohn Heerlein Lindley geplant, ging im Jahr 1887 in Frankfurt in Betrieb. Das erste und bis heute in 30. Auflage führende Fachbuch zur Stadtentwässerung brachte im Jahr 1906 Karl Imhoff heraus, siehe K. u. K.R. Imhoff (2007). Die Geschichte der deutschen Stadtentwässerung ist sehr anschaulich bei Brix, Imhoff und Weldert (1934) und ATV (1998) nachzulesen.

Die zwei Weltkriege brachten die kontinuierliche Fortentwicklung der Stadtentwässerung in Deutschland zweimal schwer ins Stocken. Erst in den Wirtschaftswunderjahren ab 1960 wurde man langsam gewahr, dass es trotz vorhandener Abwasserableitung zunehmend Probleme mit der Güte der Gewässer gab. Üblich waren bis dahin rein mechanisch arbeitende Kläranlagen mit nachfolgenden Absetzteichen und Rieselfeldern. Man begann auf biologische Kläranlagen umzustellen. Als nächstes Problem zeigte sich dann, dass bei Regenwetter die Kapazität der biologischen Kläranlagen nicht ausreichte. Insbesondere aus den Kanalnetzen der Mischwassersysteme liefen bei Regen an den Regenüberläufen große Abwasserströme nahezu unbehandelt in die Gewässer über.

Mit seiner Doktorarbeit an der Universität Stuttgart legte Prof. Krauth den Grundstein für den Neubeginn der systematischen Regenwasserbehandlung im Mischsystem in Deutschland, siehe Krauth, Kh. (1971). Seine Lösungsansätze flossen im Jahr 1977 in die erste ATV-Richtlinie A 128 zur „Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungen in Mischwasserkanälen“ ein, siehe ATV-A 128 (1977).

Die unerwartete Wiedervereinigung Deutschlands im Jahr 1990 hat alle bundesweiten Abwasserstatistiken durcheinander gebracht. Im Jahr 2001 legte dann das Statistische Bundesamt den ersten gesamtdeutschen Bericht „Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung“ für das Berichtsjahr 1998 vor, siehe DESTATIS (2001).

Als Ergebnis einer Umfrage der DWA im Jahr 2009 wurde ermittelt, dass der Wiederbeschaffungswert des gesamten öffentlichen Deutschen Kanalisationsnetzes 687 Mrd. € beträgt, siehe Berger und Falk (2011). Das entspricht 8.400 € pro Einwohner. Hinzu kommen die Aufwendungen für die Kanäle auf privatem Grund.

2.2 Österreich

Vergleichsweise wenig ist mit Ausnahme der Stadt Wien über die Geschichte der österreichischen Stadtentwässerung bekannt. Beispielhaft wird im Folgenden kurz auf die Geschichte der Stadtentwässerung in den beiden größten österreichischen Städten Wien und Graz eingegangen.

Bereits 100 Jahre nach Christus gab es im römischen Militärlager *Vindobona* ein gut funktionierendes Kanalsystem (Geschichte der Wiener Kanalisation, 2011), geriet dann allerdings mit dem Beginn der Völkerwanderung wieder in Vergessenheit.

Im Mittelalter war *Wien*, gemessen an seinem hygienischen Standard, eine typisch europäische Stadt, in der sich auf Grund der sehr mangelhaften hygienischen Verhältnisse immer wieder Epidemien und Seuchen ausbreiteten. Im 18. Jahrhundert übernahm Wien allerdings eine Vorreiterrolle in ganz Europa. 1739 war Wien die einzige Stadt, die innerhalb der Stadtmauern vollständig kanalisiert war. Trotzdem brachen in der Stadt immer wieder Seuchen aus. Den traurigen Höhepunkt erreichte im Jahr 1830 eine Choleraepidemie, die über 2.000 Tote forderte.

Sehr bald nach der Choleraepidemie entschloss man sich, sukzessive alle wichtigen Bäche im Stadtgebiet einzuwölben. Zusätzlich wurden zwei große Sammelkanäle errichtet, die parallel zum Wienfluss die Abwässer aufnahmen und in die Donau einleiteten (Wienflusssammelkanäle, "Cholera-Sammelkanäle"). Bereits 1850 verfügte Wien über ein gut funktionierendes Kanalsystem.

Ausbau und ständige Verbesserung der Kanäle waren bis zum Ausbruch des Ersten Weltkrieges wichtige Leitlinien des städtischen Kommunalwesens. In den Zwanziger- und Dreißiger-Jahren des 20. Jahrhunderts verlangsamte sich der Ausbau des Kanalsystems aufgrund der allgemeinen schlechten wirtschaftlichen Lage. Der Zweite Weltkrieg hinterließ massive Beschädigungen.

Bis 1950 waren die letzten Kriegsschäden im Kanalnetz von Wien behoben. Ab 1950 wuchs das Kanalnetz wieder und wurde durch den Bau einer leistungsfähigen Hauptkläranlage komplettiert, welche 1980 in Betrieb ging. Diese wurde im Jahr 2005 auf insgesamt 4 Mio. EW₆₀ erweitert und an den Stand der Technik angepasst und zählt seither zu einer der modernsten und größten kommunalen Kläranlagen Europas.

Auch das Kanalnetz von *Graz* geht in seinen Ursprüngen auf die Kanäle innerhalb der mittelalterlichen Befestigungsanlagen zurück (Pirkner, 2010). Diese dienten vor allem der Fortleitung des Regenwassers der inneren Stadtbezirke in die Mur. Diese Regenwasserkanäle wurden ab

dem Jahr 1926 durch Abdichtung der Profile zu Mischwasserkanälen umfunktioniert und zu einem Netz zusammengeschlossen. Teilweise sind diese Kanäle auch heute noch in Betrieb.

Mit der Eingliederung der Umlandgemeinden im Jahr 1938 wuchs das Kanalnetz deutlich an. Die Nebensammler wurden entsprechend ausgebaut, wobei die Ableitung nach wie vor direkt und ohne Reinigung in die Mur erfolgte. Mit Fertigstellung der Hauptsammler am rechten und linken Murufer im Jahre 1970 und der darauf folgenden Errichtung der Kläranlage in Graz Gössendorf wurden die Abwässer der Stadt Graz erst ab 1974 einer mechanischen und 1979 dann auch einer biologischen Reinigung zugeführt.

Die Folgen dieses „gewachsenen“ Kanalnetzes sind vielfältig. Am augenscheinlichsten sind die 37 Mischwasserentlastungen entlang der Mur, welche meist an den Stellen errichtet wurden, wo ursprünglich Regenwasserkanäle und jetzt Nebensammler in die beiden Hauptsammler münden. Auch das Verhältnis der Querschnitte zwischen den kleineren beiden Hauptsammlern und den meist größeren Nebensammlern zeugt von den Ursprüngen des Kanalnetzes.

In den Folgejahren war die Vollkanalisierung das Hauptziel der Stadt, die in den 80er und 90er annähernd erreicht wurde. Bei einem derzeitigen Entsorgungsgrad von rund 99 % aller Einwohner mit einem Kanalnetz von insgesamt rund 846 km Länge sind nur mehr einige Randbereiche ohne Anschluss an den öffentlichen Kanal.

Im Sinne einer laufenden Verbesserung des Gewässerschutzes wurde in den Jahren 1995 bis 2007 die Kläranlage auf ihre derzeitige Ausbaugröße von 500.000 EW₆₀ ausgebaut und an den Stand der Technik angepasst. Schwerpunkte für die nächsten Jahre sind vor allem Maßnahmen der Mischwasserbewirtschaftung, wo der aktuelle Stand der Technik noch nicht erreicht ist (siehe Beitrag Kainz et al. in diesem Tagungsband).

Eine ähnliche Entwicklung wie in Graz erlebten auch die übrigen größeren Städte in Österreich, die allesamt im Mischsystem entwässern. Zu Beginn der 1970-iger Jahre war österreichweit allerdings noch weniger als die Hälfte der Bevölkerung an eine öffentliche Kanalisation ange-

schlossen. Nach Fenzl (2011) wurden in Österreich von den insgesamt vorhandenen ca. 82.000 km öffentlichen Abwasserkanälen ca. 35.500 km oder 43,3 % erst in den 16 Jahren von 1993 bis 2008 neu errichtet bzw. saniert, ein Großteil davon, 86,2 %, als reine Schmutzwasserkanäle. Dieser sehr hohe Schmutzwasserkanalanteil legt den Schluss nahe, dass dieser Zuwachs vor allem im ländlichen Raum passierte, wo in diesem Zeitraum fast nur noch Schmutzwasserkanäle gebaut und auf Regenwasserkanäle zumeist gänzlich verzichtet wurde.

Eine systematische, bundesweite österreichische Vermögensbewertung der gesamten Siedlungsentwässerung ist aktuell nicht bekannt.

2.3 Schweiz

Vor 1960 war die Investitionstätigkeit in die Abwasserinfrastrukturen bescheiden. Nur rund die Hälfte der Schweizer Bevölkerung war an eine öffentliche Kanalisation angeschlossen und nur rund 15 % des Abwassers wurde einer Behandlung zugeführt. Mit der Änderung des Gewässerschutzgesetzes in 1971 und der Möglichkeit Subventionen für den Aufbau der Infrastruktur zu erhalten, erfuhr der technische Gewässerschutz einen enormen Schub. Anfangs der 80er Jahren hatten fast 90 % der Bevölkerung Kanalanschluss und 70 % des Abwassers wurde durch eine Kläranlage geleitet. Diese beiden Anteile wurden in den nächsten Jahrzehnten kontinuierlich angehoben und sind heute bei knapp 97 % angelangt.

Dabei wurde eine einzigartige Infrastruktur aufgebaut. Die aktuellsten Zahlen schätzen den Wiederbeschaffungswert der gesamten Abwasserinfrastruktur in der Schweiz, inklusive der privaten Installationen, auf rund 54,5 Mia € (108 Mia CHF¹) oder 7.460 € pro Einwohner (Schalcher et al., 2011). Bei einem Diskontsatz von 2 % entspricht dies jährlichen Gesamtkosten von 2,0 Mia €/a.

¹ Alle Umrechnungen von Schweizer Franken sind mit einem Wechselkurs von 1 D-Euro = 1,98 CHF, was der Kaufkraftparität (Purchasing Power Parity) gemäß OECD im Jahre 2006 entspricht (OECD, 2010). Die meisten Finanzdaten aus der Schweiz stammen aus dem Jahre 2005/06.

3 Datenbasis

Die Wasserstatistik gehört in Deutschland zu den ältesten Statistiken; sie wurde bereits geführt, bevor es den Begriff Umweltstatistik überhaupt gab. Seit 1974 werden in Westdeutschland vom Statistischen Bundesamt systematisch alle drei Jahre auch Daten zur Kanalisation erfasst. Die jüngsten Daten liegen für das Berichtsjahr 2007 vor, siehe DESTATIS (2009).

Nachdem in Österreich von der Statistik Austria bislang keine vergleichbare systematische Datenerfassung zur Kanalisation erfolgt, wurde man im Zuge der Literaturrecherchen zu einer Master-Projektarbeit an der TU Graz, Fenzl (2011), bei der Kommunalkredit Public Consulting GmbH (KPC) fündig, welche in Österreich im Auftrag des Bundes seit 1993 die Abwicklung der Umweltförderungen nach dem Umweltförderungsgesetz durchführt. Dankenswerterweise wurden Herrn Fenzl für seine Master-Projektarbeit von der KPC hochgerechnete Kanallängen ohne Hausanschlusskanäle und nur für Genossenschaften > 50 EW von Anbeginn der Erfassung der Kanalisation bis 2007 und für den Zeitraum 1993 – 2008 bundesländerweise zur Verfügung gestellt, welche zumindest für die Kanalisation vergleichbare Auswertung zuließen, wie sie von Prof. Brombach seit 1979 für Deutschland regelmäßig durchgeführt werden.

In der Schweiz wurden 2006 zum ersten Mal systematische Daten zur Abwasserinfrastruktur im Rahmen von zwei sich ergänzenden Projekten erhoben. Die Kennzahlenkommission des Verbands Schweizer Abwasser und Gewässerschutzfachleute (VSA) erhob vor allem Kenndaten für die Kläranlagen und deren Einzugsgebiete (VSA, 2006), während das zweite vom Bundesamt für Umwelt finanzierte Projekt einen Ist-Zustand der schweizerischen Abwasserentsorgung darstellt (Maurer und Herlyn, 2007). Im Moment ist eine Neuerhebung der Daten in Bearbeitung, die Ende 2011 publiziert werden soll.

4 Einwohner und Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation

4.1 Deutschland

Mitte 2007 zählte die Gesamtbevölkerung der Bundesrepublik Deutschland 82,261 Millionen Einwohner. Damit nahm nach sehr langer Zeit erstmals die Bevölkerungszahl ab. Gegenüber dem letzten Zensus von 2004 beträgt die Abnahme $-0,3\%$. Bezogen auf die Gesamtfläche Deutschlands von 356.954 km^2 ergibt sich eine Besiedlungsdichte von 230 Einwohnern pro km^2 . Verglichen mit 2004 hat die BRD einen Einwohner pro km^2 verloren. Der lang diskutierte demografische Wandel wirkt sich nun statistisch auch bei der Abwasserkanalisation aus.

Der mittlere Anschlussgrad der Bevölkerung der Bundesrepublik an die öffentliche Kanalisation hat $96,1\%$ erreicht. Damit ist das bei der Wiedervereinigung klaffende Defizit zum Vollanschluss von $9,8\%$ auf $3,9\%$ zurückgegangen.

In Abbildung 1 ist der von Brombach (2010) für das Jahr 2007 ausgewertete Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation für die 16 Bundesländer in der Bundesrepublik Deutschland in Prozent dargestellt.

Trotz des beachtlichen Zuwachses heben sich die neuen Bundesländer in Abbildung 1 noch immer durch einen helleren Farbton ab. Es ist aber gewiss, dass sich die Unterschiede weiter nivellieren werden. Die sieben Bundesländer Baden-Württemberg, Berlin, Bremen, Hamburg, Hessen, Rheinland-Pfalz und das Saarland haben Anschlussgrade von 99% und mehr und damit praktisch die Vollentsorgung erreicht.

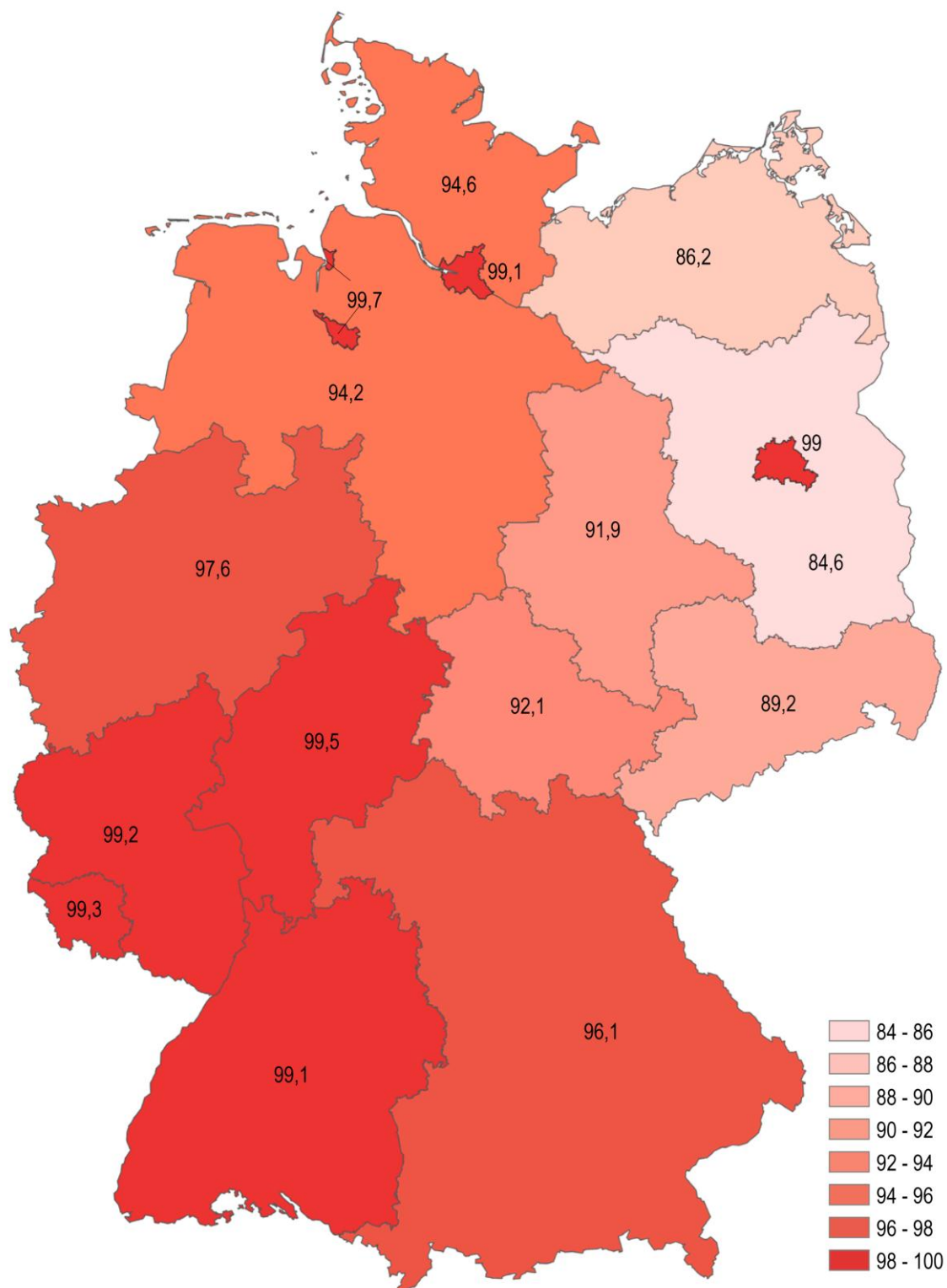


Abbildung 1: Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation in der Bundesrepublik Deutschland in Prozent, Stand 2007 (Brombach, 2010)

4.2 Österreich

Um eine vergleichbare Datenbasis für Österreich gegenüberstellen zu können, wurden von Fenzl (2011) in der Tabelle 1 die Einwohnerzahlen, die Flächen und die Einwohnerdichten der 9 österreichischen Bundesländer von der Statistik Austria mit Stand 01/2008 erhoben:

Tabelle 1: Einwohner, Fläche und Einwohnerdichte von Österreich (Quelle: Statistik Austria, Stand 01/2008)

Bundesland	Einwohner [E]	Fläche [km ²]	Einwohnerdichte [E/km ²]
Burgenland	281.190	3.961,8	71,0
Kärnten	561.094	9.538,0	58,8
Niederösterreich	1.597.240	19.186,3	83,2
Oberösterreich	1.408.165	11.979,9	117,5
Salzburg	530.576	7.156,0	74,1
Steiermark	1.205.909	16.401,0	73,5
Tirol	703.512	12.640,2	55,7
Vorarlberg	366.377	2.601,1	140,9
Wien	1.677.867	414,7	4.046,5
Österreich	8.331.930	83.879,0	99,3

Seit Beginn der Aufzeichnungen weisen alle Bundesländer einen stetigen Zuwachs an Einwohnern auf. Das bevölkerungsreichste Bundesland ist Wien mit knapp 1,7 Millionen Einwohnern, dies entspricht ca. 20 % der gesamten österreichischen Bevölkerung. Aufgrund der geringen Fläche von Wien ergibt sich eine sehr hohe Einwohnerdichte von 4.046,5 Einwohner pro Quadratkilometer. Das Bundesland mit der geringsten Einwohnerdichte ist Tirol mit 55,7 E/km², der Durchschnittswert von Österreich lag mit Stand 01/2008 bei 99,3 E/km².

Die Abbildung 2 zeigt den Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation der österreichischen Bundesländer mit Stand 2006 in Prozent der Gesamteinwohnerzahlen.

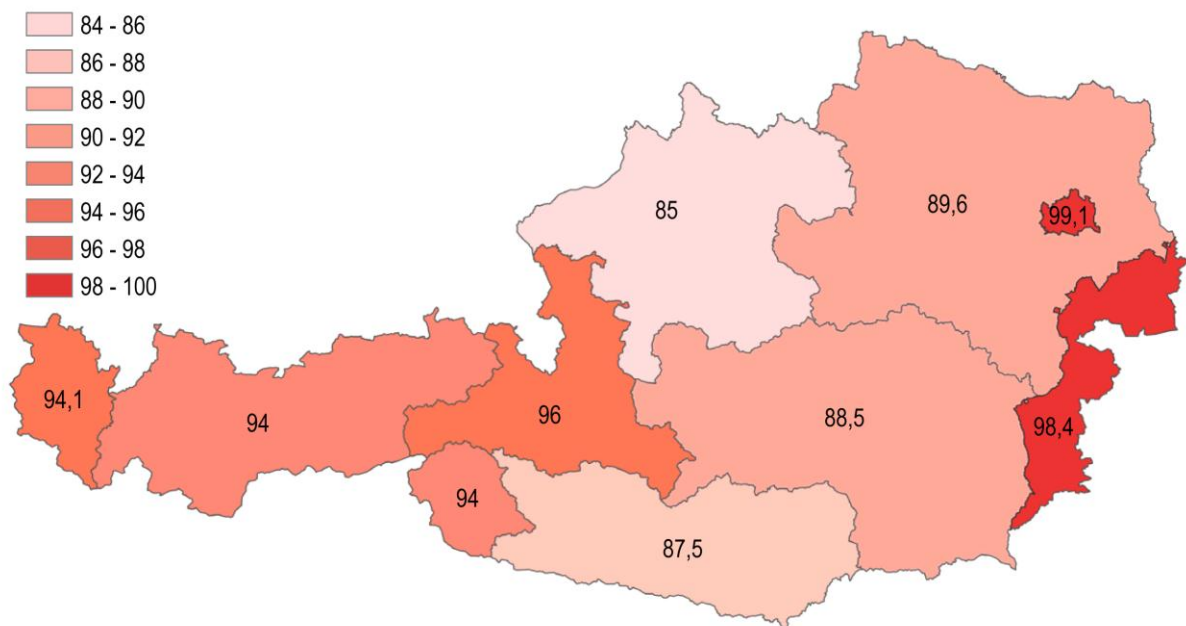


Abbildung 2: Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation (Quelle: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Stand 2006)

Aus Abbildung 2 erkennt man, dass die östlichen und westlichen Bundesländer (94,0 – 99,1 %) einen höheren Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation aufweisen als die nördlichen und südlichen Bundesländer (85,0 – 89,6 %). Der österreichische Durchschnittswert für den Anschlussgrad betrug mit dem Stichtag 31.12.2006 91,7 %. Aufgrund der Siedlungsstruktur (Siedlungen in Streulagen, Einzelobjekte) gilt ein 100-prozentiger Anschlussgrad als unrealistisch.

Die Entwicklung der letzten Jahrzehnte zeigt einen deutlichen Anstieg beim Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation. Je nach Bundesland verlief die Steigerung unterschiedlich. Der Durchschnittswert in Österreich lag im Jahr 1971 noch bei 47,9 %, im Jahr 2006 bei 91,7 %.

4.3 Schweiz

Der Anschlussgrad an Kanalisation und Kläranlagen wird in der Schweiz mit 96,7 % angegeben (Bafu, 2005). Vom Rest werden 1,2 % als noch nicht angeschlossen und 2,1 % als nicht anschließbar beschrieben. Dabei schwanken die Werte von 88,1 % (Kt. Obwalden, mit 10,5 % nicht anschließbar) bis 100 % (Kanton Basel Stadt). Auf diesem hohen Niveau

sind die Daten etwas problematisch, da der Anschlussgrad in den verschiedenen Kantonen unterschiedlich definiert wird. Dies hängt mit der Tatsache zusammen, dass vor allem in ländlichem und touristischem Raum angeschlossene Gebäude und nicht Einwohner relevant sind.

Auf Basis der etwas mit Vorsicht zu betrachtenden Daten von Bafu (2005) ergibt sich für die Schweiz die in Abbildung 3 kantonale Verteilung der Anschlussgrade an die öffentliche Kanalisation.

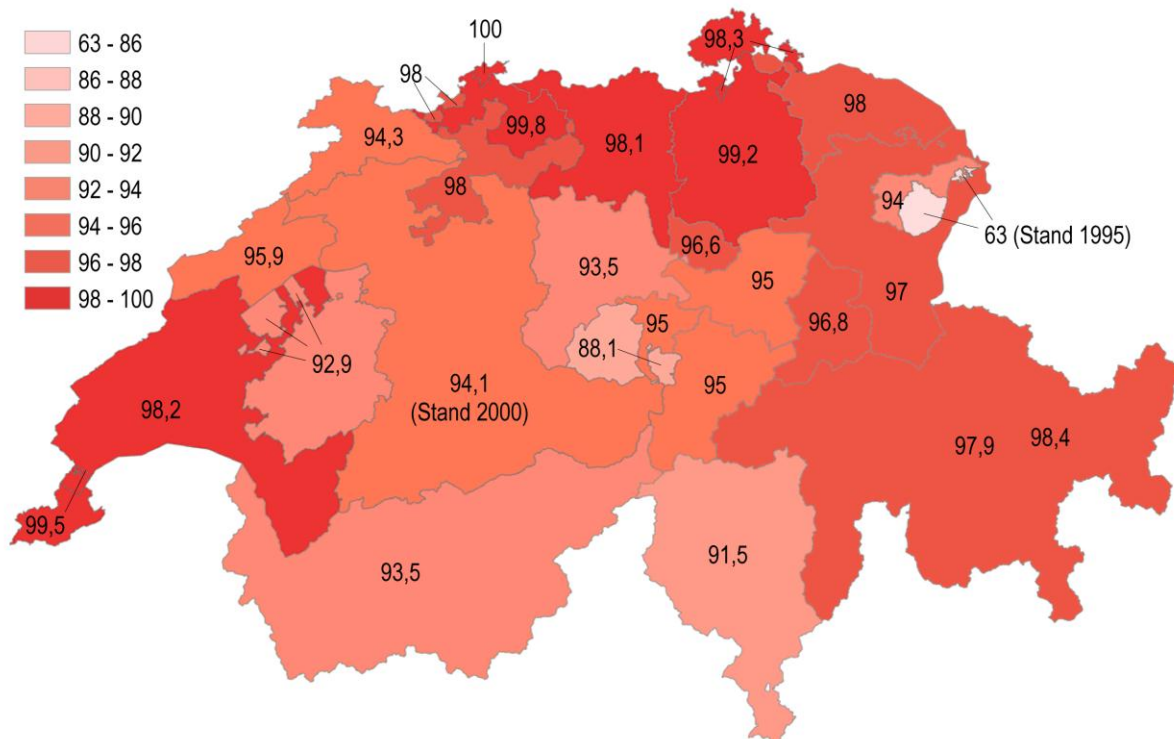


Abbildung 3: Kantonaler Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation in der Schweiz (Quelle: Bafu, 2005)

4.4 D-A-CH Vergleich

In der Tabelle 2 sind für die 3 D-A-CH Nachbarländer die Gesamtbevölkerungszahlen, die durchschnittlichen Bevölkerungsdichten und Anschlussgrade an die öffentliche Kanalisation gegenübergestellt:

Tabelle 2: Vergleich der Einwohnerzahlen, Einwohnerdichten und Anschlussgrade in den 3 D-A-CH Nachbarländern Stand 2007

Länder	Einwohnerzahl	Einwohnerdichte	Anschlussgrad
Deutschland	82.261.000 (Mitte 2007)	230 E/km² (Mitte 2007)	96,1 % (Mitte 2007)
Österreich	8.331.930 (01/2008)	99,3 E/km² (01/2008)	91,7 % (31.12.2006)
Schweiz	7.508.739 (1.1.2007)	182 E/km² (1.1.2007)	96,7 % (2005)

5 Öffentliche Kläranlagen

5.1 Deutschland

Mitte 2007 waren 96,1 % aller Einwohner in der BRD an die kommunale Kanalisation angeschlossen. Das Abwasser von 95,0 % aller Einwohner wurde davon in öffentlichen Kläranlagen gereinigt. Die Differenz von 1,1 % ist so minimal, dass keine Landkarte mit den Kläranlagenanschlussgraden gezeigt wird, sie wäre so gut wie identisch mit der Abbildung 1. Deutschland liegt beim Kläranlagenanschlussgrad im internationalen Vergleich zusammen mit Holland, Großbritannien, der Schweiz und Luxemburg an der Spitze, siehe OECD (2008).

Die Anzahl der öffentlichen Kläranlagen in Deutschland erreichte im Jahr 1998 ein Maximum mit 10.312 Stück und sank dann langsam aber stetig auf 9.933 Stück im Jahr 2007 zurück. Im Durchschnitt waren 2007 8.281 Einwohner pro Kläranlage angeschlossen. In Deutschland dominieren deutlich die kleinen bis mittleren Anlagen. Das Zusammenfassen von mehreren kleinen Kläranlagen zu größeren Sammelkläranlagen ist ein vernünftiger Trend, der in Deutschland anhalten wird.

5.2 Österreich

Am 31.12.2006 waren in Österreich 641 kommunale Kläranlagen mit einer Kapazität größer 2.000 EW₆₀ in Betrieb (Umweltbundesamt, 2011). Damit wurde mit diesen Kläranlagen pro Kläranlage im Durchschnitt das Abwasser von 12.998 Einwohnern gereinigt, also deutlich mehr als in Deutschland. Die Gesamtkapazität dieser Anlagen betrug etwa 20,6 Mio. EW₆₀. In kommunalen Kläranlagen wurden im Jahr 2006 rund 1.064 Mio. m³ Abwasser gereinigt.

Auf Grund der starken Zersiedelung in einigen Bundesländern gibt es daneben aber in Österreich noch tausende Kleinkläranlagen mit einer Ausbaugröße kleiner 2.000 EW₆₀.

5.3 Schweiz

Das Abwasser der Schweiz wird in 759 zentralen Kläranlagen mit mehr als 500 Einwohnerwerten (EW₆₀) gereinigt. 470 (62 %) dieser Kläranlagen sind für weniger als 10.000 EW ausgelegt und reinigen 8 % der Abwassermenge. Hingegen behandeln die 81 Kläranlagen, welche für mehr als 50.000 EW ausgelegt sind, 62 % des Abwassers. Zusätzlich kommen noch mehr als 3.383 Kleinkläranlagen (< 500 EW).

Im Mittel werden schweizweit 10,4 Millionen EW mit einer Spitzenbelastung von insgesamt 12,4 Millionen EW gereinigt. Die Gesamtkapazität der Anlagen beträgt 16,7 Millionen EW. Aufsummiert auf alle Kläranlagen der Schweiz beträgt die freie Kapazität der Anlagen 23 % bezogen auf den Dimensionierungswert. Kleine Kläranlagen – mit einer mittleren Belastung von 10.000 EW – sind durchschnittlich zu 60 % ausgelastet. Bei Anlagen mit 50.000 EW beträgt die Kapazitätsreserve nur noch 15 %.

Im Durchschnitt beträgt die mittlere Reinigungsleistung der Kläranlagen 88 % gegenüber dem CSB und 84 % gegenüber dem Gesamtphosphor. Der Ammoniumgehalt wird durchschnittlich um 75 % reduziert, und 45 % des anfallenden Stickstoffes wird durch die Abwasserbehandlung entfernt. Die Reinigungsleistungen zeigen keine deutliche Abhängigkeit von der Kläranlagengröße.

Die öffentlichen Kläranlagen der Schweiz haben einen Wiederbeschaffungswert von rund 10,1 Milliarden CHF. Umgerechnet auf die Kaufkraft¹ entspricht dies 5,1 Mia. €. Abbildung 4 zeigt, dass bezogen auf den Dimensionierungswert die spezifischen Erstellungskosten für Anlagen kleiner 10.000 EW, mit durchschnittlich 758 €/EW, deutlich höher sind als bei größeren Kläranlagen. Für Kläranlagen mit 50.000 EW beträgt der Wiederbeschaffungswert gut 455 €/EW, für Anlagen mit mehr als 100.000 EW noch 303 €/EW.

Die Betriebskosten der Kläranlagen sind ebenfalls von der Größe der Anlage abhängig und sinken von mehr als 50 €/EW/a für Anlagen mit einer Belastung von 500 EW bis auf 13 €/EW/a für Anlagen mit mehr als 100.000 EW. Jährlich werden 414 Millionen Euro für die Behandlung der Abwässer in kommunalen zentralen Kläranlagen ausgegeben. Dabei werden 52 % durch den Betrieb, 37 % durch die Abschreibung und 11 % durch die Verzinsung verursacht.

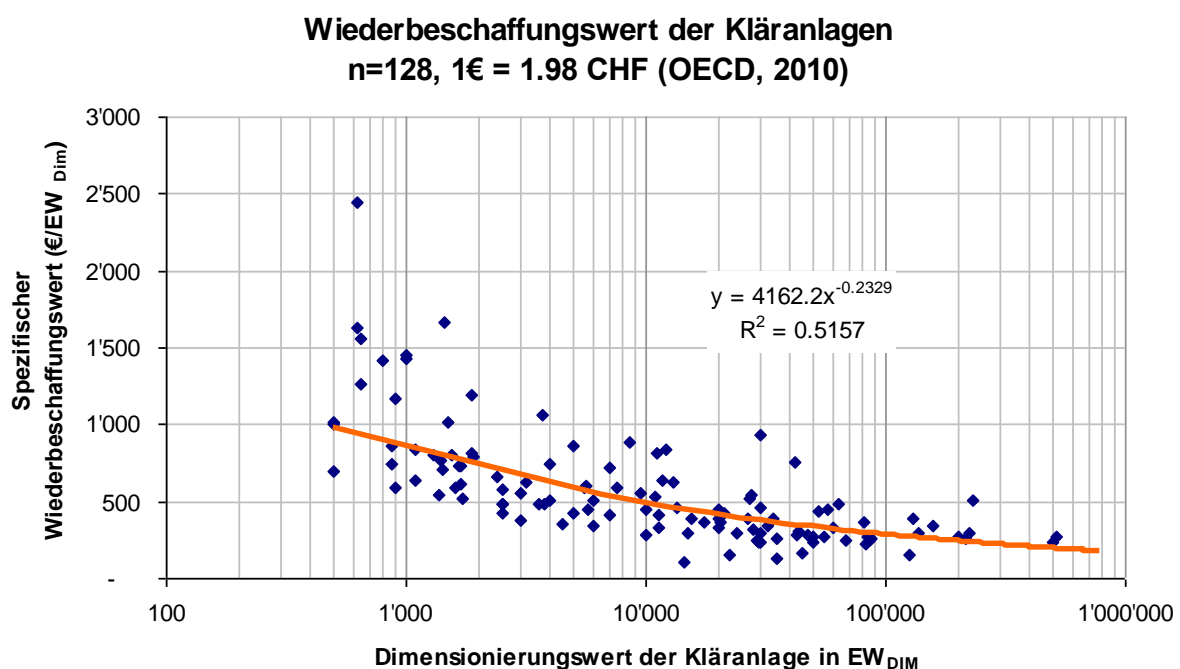


Abbildung 4: Die Abhängigkeit des Wiederbeschaffungswertes der Schweizer Kläranlagen von der Ausbaugröße (EW_{Dim}).

5.4 D-A-CH Vergleich

In Tabelle 3 sind für die 3 D-A-CH Nachbarländer die Anzahl der Kläranlagen ab 2000 EW₆₀ und die im Durchschnitt angeschlossenen Einwohner pro Kläranlage gegenübergestellt:

Tabelle 3: Vergleich der öffentlichen Kläranlagen größer als 2.000 EW₆₀ in den 3 D-A-CH Nachbarländern (Stand 2007)

Länder	Kläranlagen	Einwohner/Kläranlage
Deutschland	9.933 (Mitte 2007)	8.281 (Mitte 2007)
Österreich	641 (31.12.2006)	12.998 (31.12.2006)
Schweiz	ca. 460	15.605

6 Öffentliche Kanäle

6.1 Deutschland

Insgesamt gab es am Ende des Jahres 2007 in Deutschland 540.723 km öffentliche Misch-, Schmutz- und Regenwasserkanäle.

Damit ist die deutsche Kanallänge seit 2004 um 5 %, also jährlich um 1,7 %, angewachsen. Der Zuwachs 1998 bis 2004 betrug noch 2,6 % pro Jahr. Das anfangs nach der Wiedervereinigung hohe Zuwachstempo hat sich also verringert.

Dividiert man die Gesamtlänge aller öffentlichen Kanäle von 540.723 km, also die Summe aus Schmutz- und Regenwasser- und Mischwasserkanälen, durch die Gesamteinwohnerzahl Deutschlands von 82,261 Millionen, erhält man 6,57 m Kanal pro Bürger. Abbildung 5 zeigt jeweils die gemittelten Kanallängen pro Kopf der Einwohner aller Bundesländer im Vergleich.

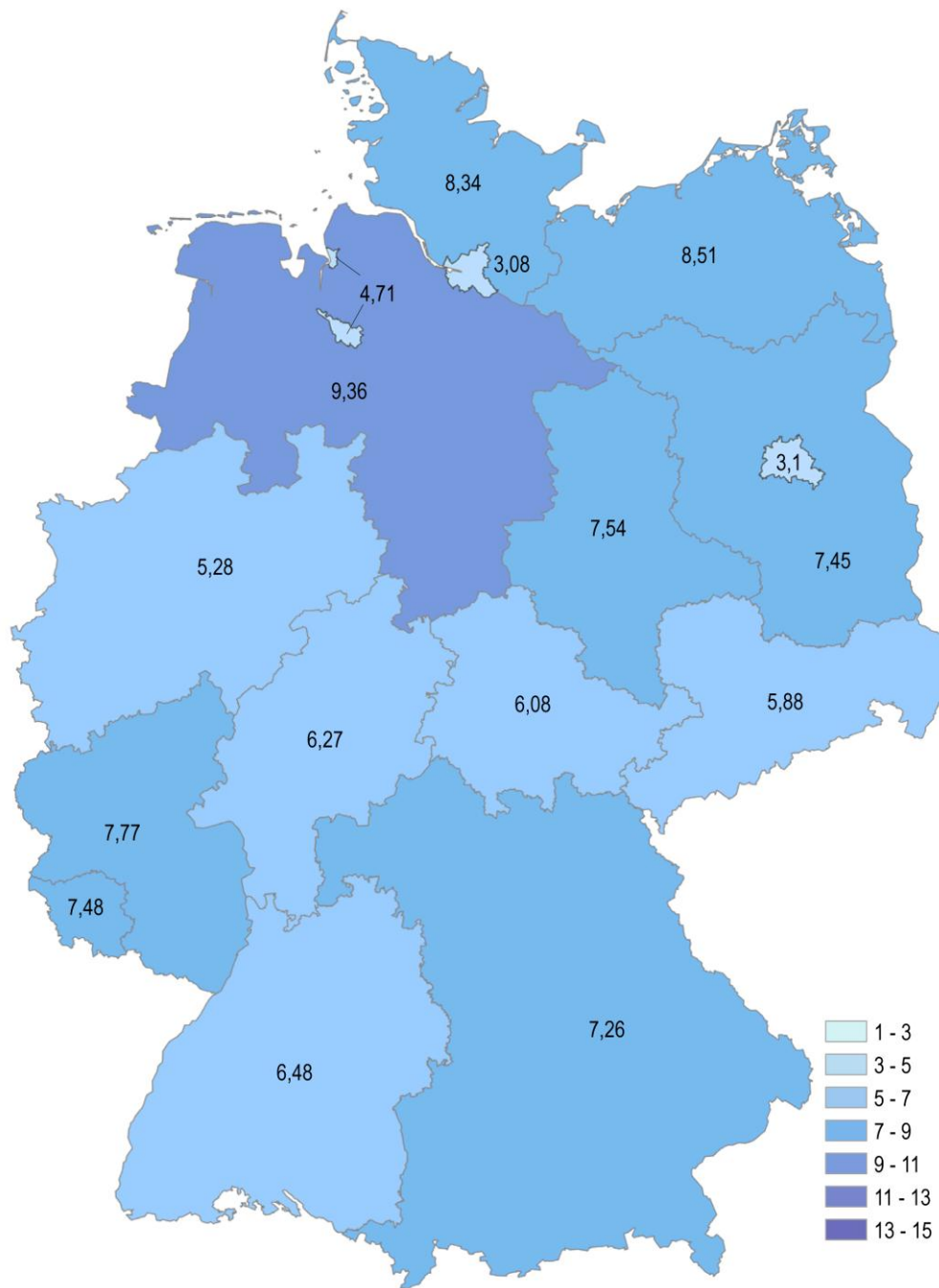


Abbildung 5: Gesamtlänge der öffentlichen Abwasserkanäle in Meter pro Einwohner, Stand 2007 (Brombach, 2010)

Deutlich ist zu erkennen, dass die Stadtstaaten mit relativ kurzen Kanälen auskommen. Hamburg hat mit 3,0 m pro Kopf die kürzesten Kanäle. Das ist der Infrastrukturvorteil der Megapolis. Niedersachsen mit einem sehr hohen Anteil von ländlichem Raum und 92,9 % Trennkanalisationen hat mit 9,31 m pro Kopf in Deutschland die relativ längsten Abwasserkanäle.

6.2 Österreich

In der Tabelle 4 sind die Längen der öffentlichen Kanäle in Österreich, die seit Beginn der öffentlichen Kanalisation bis zum Jahresende 2007 errichtet wurden, dargestellt. Sie stellen die hochgerechneten Längen ohne Hausanschlusskanäle und für Genossenschaften > 50 EW dar.

Tabelle 4: Längen der öffentlichen Abwasserkanäle in Österreich (Quelle: Kommunalkredit Public Consulting GmbH, Stand bis einschließlich 2007)

Bundesland	Regenwasserkanal [m]	Schmutzwasserkanal [m]	Mischwasserkanal [m]	Gesamtlänge Kanal [m]
Burgenland	496.282	1.932.182	1.605.089	4.033.553
Kärnten	629.392	5.482.459	1.228.745	7.340.596
Niederösterreich	3.574.519	9.428.211	6.763.233	19.765.963
Oberösterreich	1.410.794	7.704.540	6.241.046	15.356.380
Salzburg	739.538	3.963.456	901.958	5.604.952
Steiermark	992.438	14.378.902	1.823.461	17.194.801
Tirol	876.204	4.050.836	2.141.804	7.068.844
Vorarlberg	604.095	1.736.971	1.006.652	3.347.718
Wien	249.840	313.680	1.718.712	2.282.232
Österreich	9.573.102	48.991.237	23.430.700	81.995.039

Von den knapp 82.000 km Gesamtkanallänge in Österreich entfallen insgesamt 11,7 % auf Regenwasserkanäle, 59,7 % auf Schmutzwasserkanäle und 28,6 % auf Mischwasserkanäle.

Abbildung 6 zeigt die Längen und Abbildung 7 die relativen Anteile der Kanalisation in den 9 Bundesländern Österreichs mit Stand 2007 unterteilt nach Regenwasser-, Schmutzwasser- und Mischwasserkanälen.

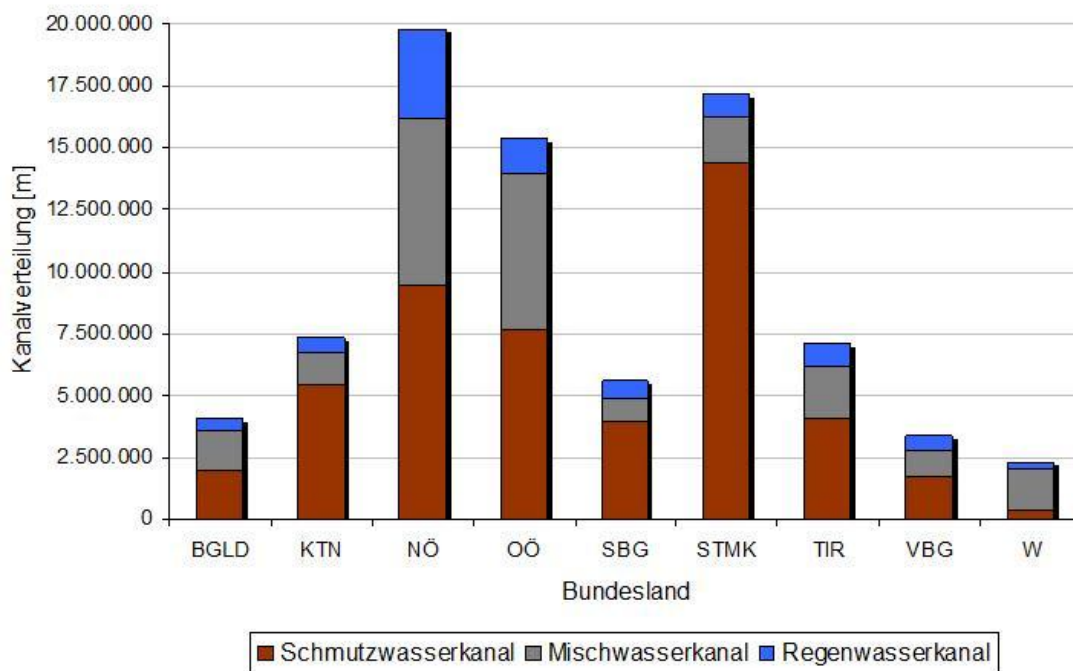


Abbildung 6: Längen der öffentlichen Kanäle in Österreich, unterteilt in Regenwasser-, Schmutzwasser- und Mischwasserkanäle (KPC, Stand 2007)

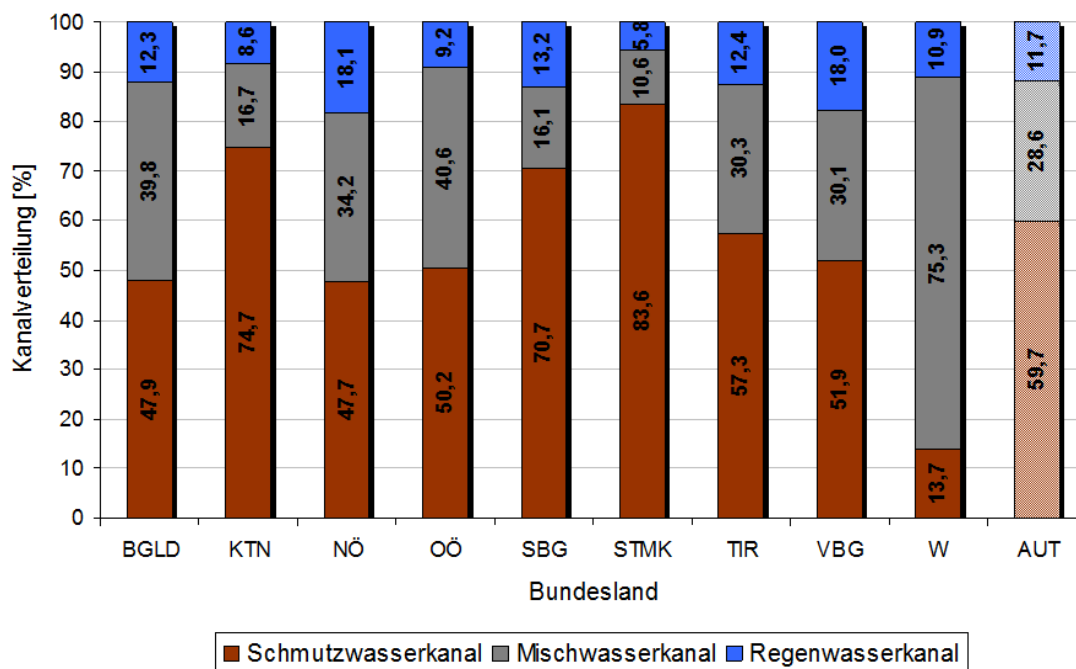


Abbildung 7: Relative Anteile der öffentlichen Regenwasser-, Schmutzwasser- und Mischwasserkanäle je Bundesland (KPC, Stand 2007)

Im Vergleich zur deutschen Darstellung in Abbildung 5 sind in Abbildung 8 die österreichischen Gesamtlängen der öffentlichen Kanalisation in Meter pro Einwohner und je Bundesland dargestellt.

Mit Ausnahme der Stadt Wien sind die einwohnerbezogenen, durchschnittlichen österreichischen Längen für das Jahr 2007 mit 9,84 m/E deutlich länger als die durchschnittlichen 6,57 m/E in Deutschland. Die deutschen Stadtstaaten kommen gegenüber den übrigen Bundesländern mit relativ kurzen Kanallängen pro Einwohner aus. Die sehr kurzen 1,4 m/E von Wien erreichen aber auch diese nicht.

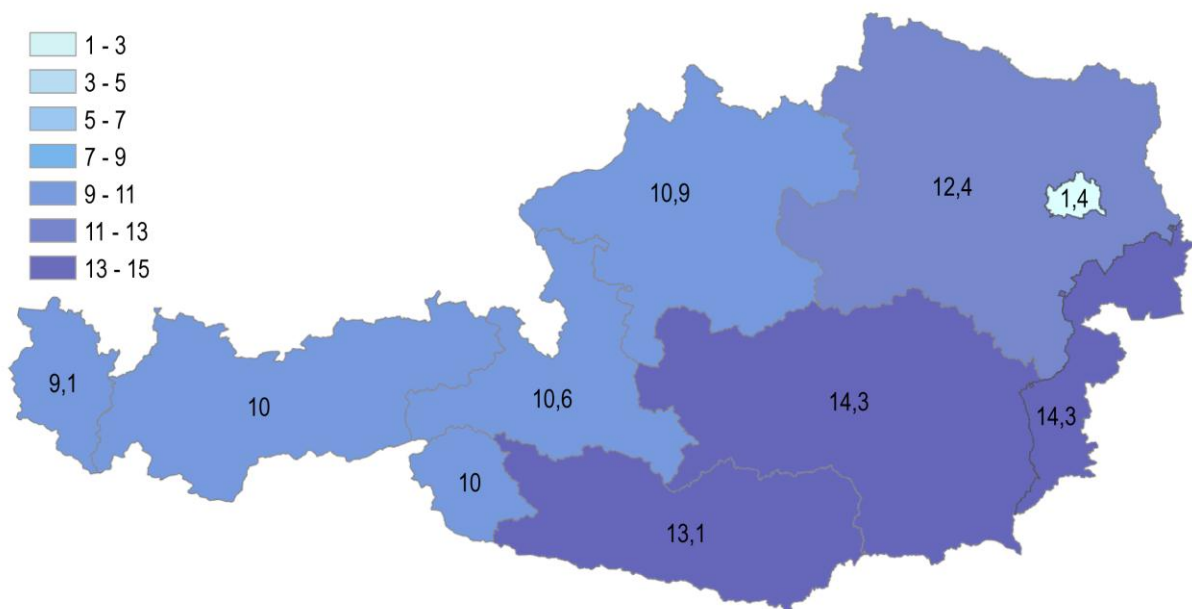


Abbildung 8: Gesamtlängen der öffentlichen Abwasserkanäle in Österreich pro Einwohner je Bundesland, bezogen auf die Gesamtbevölkerung (KPC, Stand 2007)

Neben den vom Anbeginn bis zum Jahr 2007 hochgerechneten Kanallängen stellte die KPC (2009) für die Bearbeitung der Master-Projektarbeit von Roland Fenzl (2011) bundesländerweise auch noch die gesamten seit 1993 bis Ende 2008 durch den Bund geförderten Kanalprojekte zur Verfügung. Dadurch war es möglich, die österreichische Entwicklung im Zeitraum 1993 bis 2008 im Detail zu beleuchten.

In Abbildung 9 sind die im Zeitraum 1993 bis 2008 in Österreich noch neu errichteten bzw. sanierten Kanallängen bundesländerweise dargestellt.

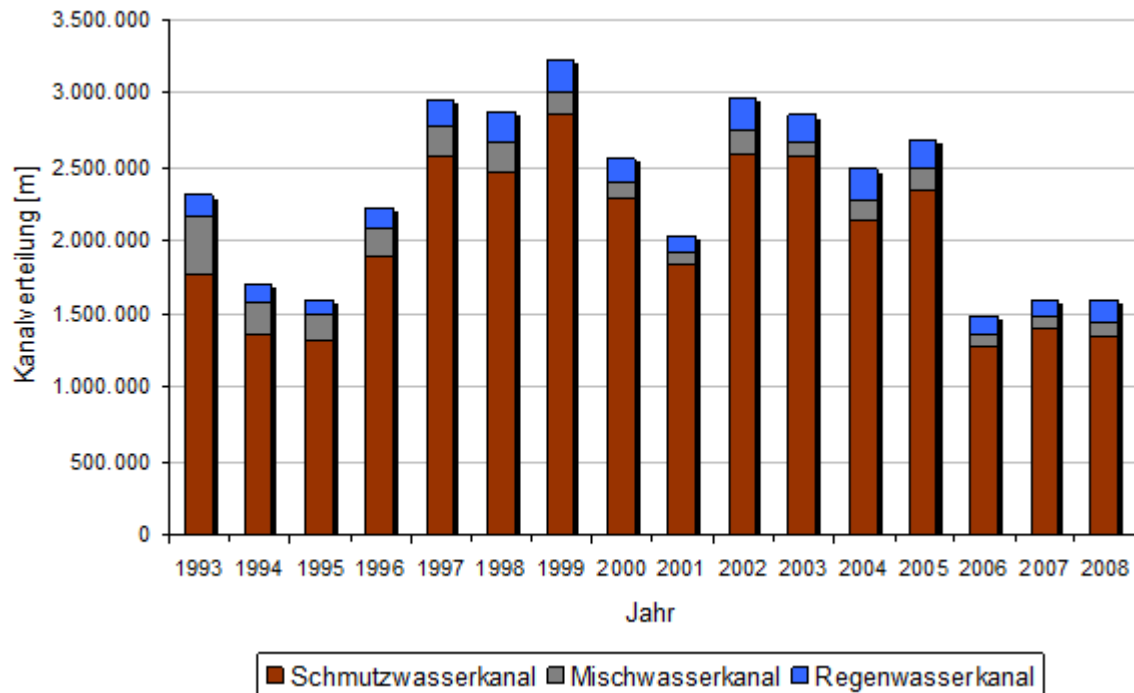


Abbildung 9: Längen der neu errichteten öffentlichen Kanäle in Österreich zwischen 1993 bis 2008 (KPC, 2009)

Demnach wurden von den 2007 in Österreich insgesamt vorhandenen ca. 82.000 km öffentlichen Abwasserkanälen ca. 35.500 km oder 43,3 % erst in den 16 Jahren von 1993 bis 2008 neu errichtet bzw. mit öffentlichen Förderungen saniert, ein Großteil davon, 86,2 %, reine Schmutzwasserkanäle. Dieser sehr hohe Schmutzwasserkanalanteil legt den Schluss nahe, dass dieser Zuwachs vor allem im ländlichen Raum passierte, wo in diesem Zeitraum fast nur noch Schmutzwasserkanäle gebaut wurden und auf Regenwasserkanäle sehr oft gänzlich verzichtet wurde.

6.3 Schweiz

Die gesamte entwässerte Fläche in der Schweiz beträgt 200.000 ha und stellt damit rund 5 % der Gesamtfläche dar. Die Ableitung von Schmutz- und Regenwasser erfolgt mit 47.400 km öffentlicher Kanalisation, wobei die Mischkanalisation das am häufigsten gewählte Entwässerungsverfahren darstellt (ca. 70 % Anteil). Geschätzte 3.000 Organisationen sind für die Erstellung sowie den Werterhalt der Kanalisation verantwortlich.

Die Länge der Kanalisation in den einzelnen Gemeinden ist insbesondere von der Größe und der Siedlungsdichte der Gemeinde abhängig (Abbildung 10). Weniger dicht besiedelte Gemeinden mit etwa 15 E/ha, besitzen mit einer spezifischen Kanalisationslänge von 12 m/E rund dreimal soviel Kanalisation pro Einwohner wie eine Gemeinde mit einer Dichte von 50 E/ha. Die Flächenangaben beziehen sich auf die in der Arealstatistik ausgewiesenen Siedlungsflächen der einzelnen Gemeinden.

Umgekehrt steigen aber die spezifischen Erstellungskosten mit der Dichte und der Größe der Gemeinde. In der Schweiz heben sich diese beiden Effekte in etwa auf, so dass statistisch gesehen keine Skaleneffekte zu beobachten sind (Maurer et al., 2010).

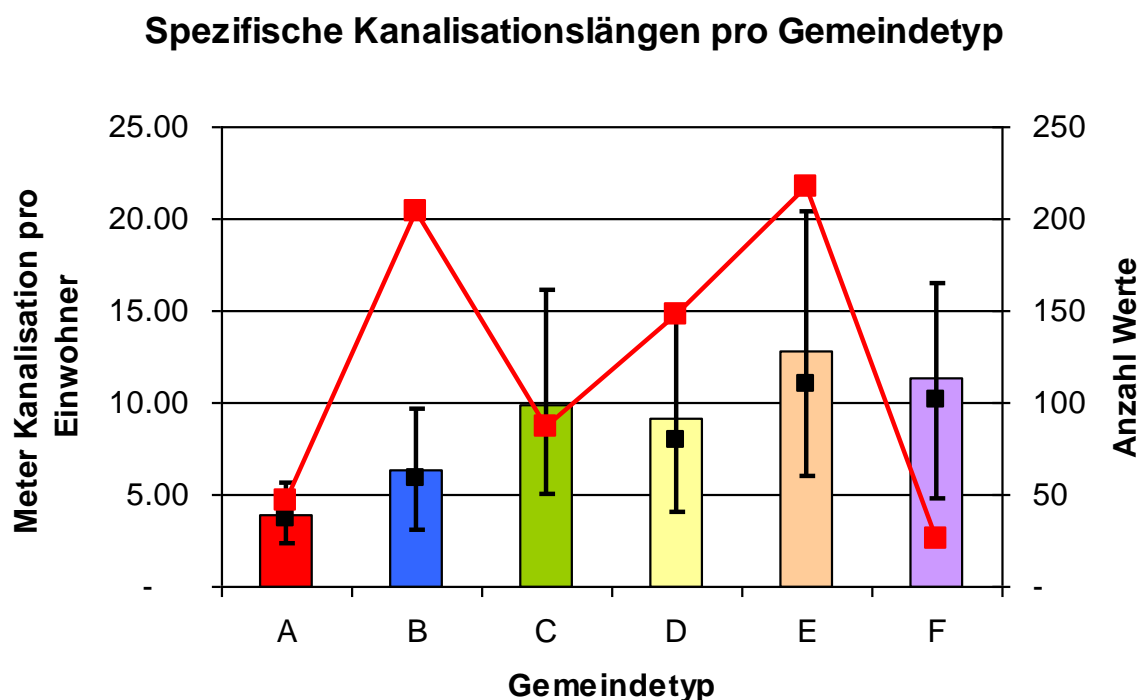


Abbildung 10: Die Abhängigkeit der spezifischen Kanallänge für die in Tabelle 5 definierten Gemeindetypen. Die Balken geben das arithmetische Mittel, während die schwarzen vertikalen Linien den Median und die 10 % und 90 % Quantile wiedergeben. Gleichzeitig sind die Anzahl der Datenpunkte angegeben, die für die Hochrechnung verwendet wurden.

Tabelle 5: Einteilung der Gemeindetypen, basierend auf Einwohnerdichte auf der Siedlungsfläche und der Größe der Gemeinde.

Typ	Kriterien		Beschreibung / Charakterisierung
	Dichte	Einwohner	
Typ A	≥ 30 E/ha	≥ 10.000 E	„Zentren“ - viele Einwohner, dicht, hoher Industrieanteil, hoher Mehrfamilienhaus(MFH)-Anteil
Typ B	≥ 30 E/ha	< 10.000 E, ≥ 1.000 E	„Agglomerationsgemeinden“ - mittlere Einwohnerzahl, dicht, hoher Industrieanteil, hoher Einfamilienhaus(EFH)-Anteil
Typ C	≥ 30 E/ha	< 1.000 E	„Kleine Gemeinden“ - sehr kleine Siedlungsfläche, wenig Industrie
Typ D	< 30 EW/ha	< 10.000 E, ≥ 1.000 E	„Mittelgroße ländliche Gemeinden“ - geringe Dichte, hoher Industrieanteil
Typ E	< 30 EW/ha	< 1.000 E	„Kleine ländliche Gemeinden“ - ähnlich Typ C
Typ F	Touristische Gemeinde		Ländliche Gemeinden mit hohem Anteil an MFH, geringer Industrieanteil

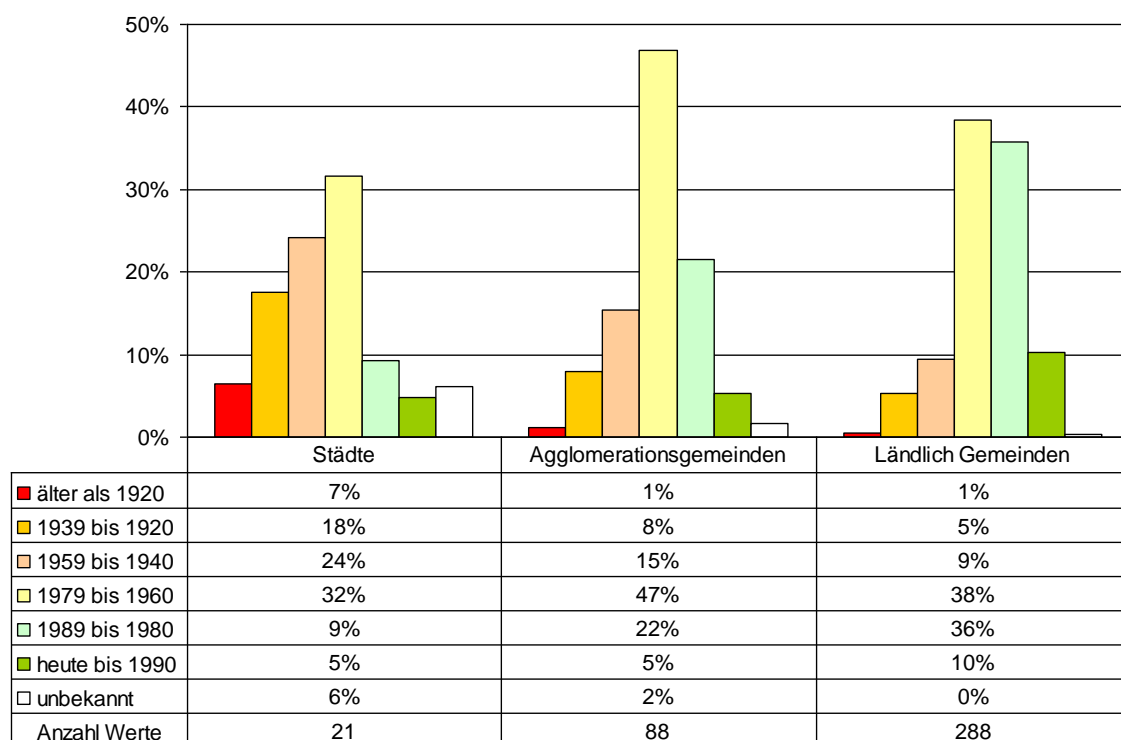


Abbildung 11: Altersverteilung der Kanalisation in Städten, Agglomerations- und Landgemeinden. Links im Histogramm sind die alten und rechts die jüngeren Jahrgänge. Die Gemeindeklassifizierung entspricht den Definitionen in der Arealstatistik des schweizerischen Bundesamtes für Statistik.

Zwei Drittel der gesamten Gemeindekanalisationen wurden in den letzten 50 Jahren erbaut. Dicht besiedelte, städtische Gemeinden begannen aus hygienischen Gründen deutlich früher mit einem systematischen Bau der Kanalisation als ländliche Gemeinden (Abbildung 11). Obwohl die erwartete Lebensdauer von 80 Jahren für mehr als 90 % der Kanalisation noch nicht erreicht ist, sind bereits ca. 23 % der Kanalisation den Schadensklassen 0 bis 2 gemäß VSA zugeordnet, das heißt, der Kanal weist Beschädigungen auf, die mittelfristige Sanierungsmaßnahmen erfordern (Abbildung 12).

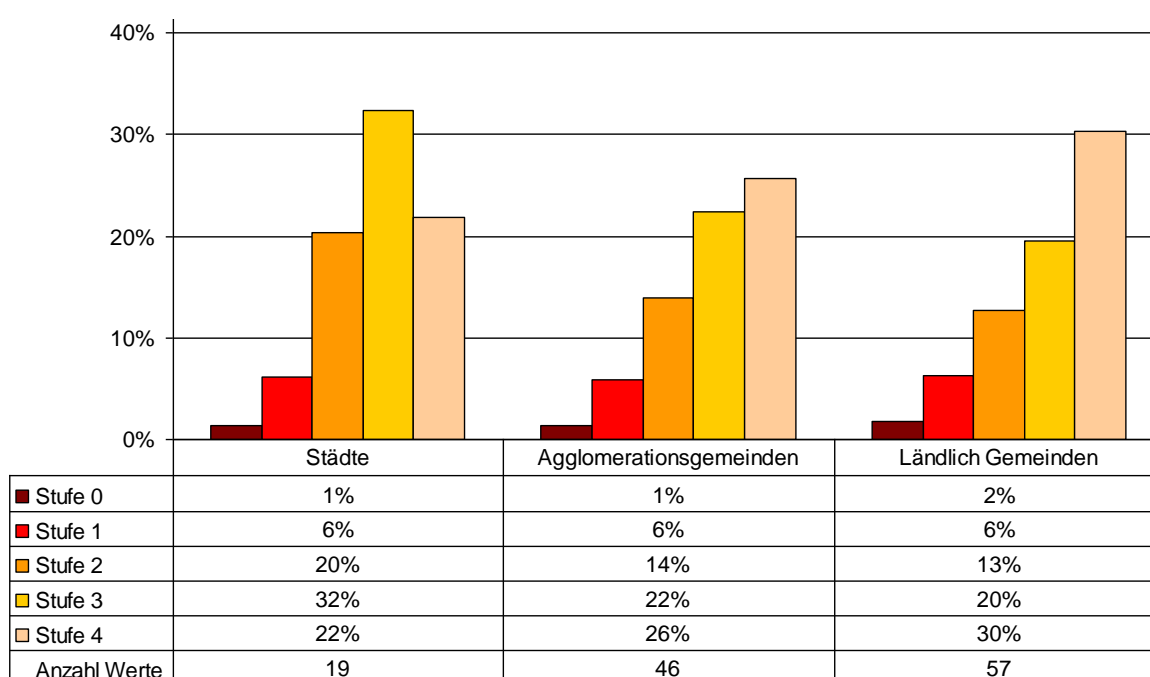


Abbildung 12: Zustandsverteilung der Kanalisation in Städten, Agglomerations- und Landgemeinden. Links im Histogramm sind die sehr schlechten (Stufe 0) und rechts die guten (Stufe 4) Zustände.

Der jährliche Investitionsbedarf für die Sanierung der Kanalisation beträgt gemäß den vorliegenden Daten rund 0,8 % des Wiederbeschaffungswertes der Anlagen. Der Zustand der Anlagen und die zu erwartende Lebenserwartung sind deutliche Anzeichen, dass der Sanierungsbedarf für die Kanalisationen in den nächsten Jahren deutlich ansteigen wird.

Für mehr als 500 Gemeinden, welche rund 25 % der schweizerischen Bevölkerung repräsentieren, konnten die Kosten der Kanalisation detail-

liert untersucht werden. Der hochgerechnete Wert der öffentlichen Kanalisation in der Schweiz beträgt 27,6 Milliarden Euro oder rund 3.800 €/E. Obwohl mit zunehmender Siedlungsdichte die spezifischen Wiederbeschaffungswerte der Kanalisation pro Meter Kanalisation deutlich ansteigen, ist der Wiederbeschaffungswert pro Einwohner innerhalb der verschiedenen Gemeindetypen nur noch geringfügig unterschiedlich.

Für die Betriebs- und Kapitalkosten dieser Anlagen werden gemäß den verfügbaren Daten (Tabelle 6) jährlich 442 Millionen Euro ausgegeben, 61 € pro Einwohner. Dabei werden 33 % durch den Betrieb, 65 % durch die Abschreibung und 2 % durch die Verzinsung verursacht.

Tabelle 6: Betriebs- und Kapitalkosten gemäß den Angaben der Gemeinden. Für die Währungsumrechnung siehe Fußnote 1 auf Seite A6.

	Hochrechnung gemäß Datenangaben [€]	
Jährliche Betriebskosten	144 Mio.	20 €/E
<i>Abschreibungskosten</i>	<i>287 Mio.</i>	<i>39 €/E</i>
<i>Zinskosten</i>	<i>10 Mio.</i>	<i>2 €/E</i>
jährliche Kapitalkosten	297 Mio.	41 €/E
jährliche Gesamtkosten	442 Mio.	61 €/E

6.4 D-A-CH Vergleich

In der Tabelle 7 sind für die 3 D-A-CH Nachbarländer die Gesamtlängen und die einwohnerspezifischen Kanallängen sowie die Längen der Schmutzwasser-, Regenwasser- und Mischwasserkanäle vergleichend gegenübergestellt:

Tabelle 7: Vergleich der Gesamtlängen und der einwohnerspezifischen Längen sowie die Längen der Schmutzwasser-, Regenwasser- und Mischwasserkanäle in den 3 D-A-CH Nachbarländern (Stand 2007).

Länder	Längen (Gesamt)	Längen pro EW	SW in m (%)	RW in km (%)	MW in km (%)
Deutschland	540.723 km (100 %)	6,57 m/E	187.264 km (34,6 %)	114.373 km (21,2 %)	239.086 km (44,2 %)
Österreich	81.995 km (100 %)	9,84 m/E	48.991 km (59,7 %)	9.573 km (11,7 %)	23.431 km (28,6 %)
Schweiz	47.400 km (100 %)	6,5 m/E [*]	ca. 30 %	k. A.	ca. 70 %

[*] Gerechnet mit 7.3 Mio. EW für das Erhebungsjahr 2005/06.

7 Verbreitung der Trenn- und Mischwasserkanalisation

7.1 Deutschland

In der Erhebung des deutschen Statistischen Bundesamtes DESTATIS (2009) gibt es keine direkten Angaben zur Verteilung der Einwohner auf Trenn- und Mischwassersysteme. Man kann aber hilfsweise aus dem Verhältnis der Längen der Misch- und Schmutzwasserkanäle auf die jeweils angeschlossenen Bevölkerungsanteile wie folgt schließen:

$$AMWK = [MWK / (MWK + SWK)] \times 100; \quad ATK = 100 - AMWK$$

mit:

AMWK: Anteil der an Mischwasserkanalisationen angeschlossenen Bevölkerung in %

ATK: Anteil der an Trennkanalisationen angeschlossenen Bevölkerung in %

MWK: Mischwasserkanäle in km

SWK: Schmutzwasserkanäle in km

Man unterstellt dabei, dass bei größeren Netzen im Mittel die gleiche Menge Bürger pro laufendem Meter Misch- und Schmutzwasserkanal angeschlossen sind, weil die Siedlungsstruktur keine Rücksicht auf die Art der Kanalisation nimmt. Die Länge der Regenwasserkanäle spielt bei dieser Berechnung keine Rolle, denn der Regenwasserkanal muss zusätzlich zum Schmutzwasserkanal verlegt werden – oder es gibt den Regenwasserkanal gar nicht, sondern das Regenwasser fließt in einem Graben oder Teich ab - ohne jede statistische Erfassung.

In Abbildung 13 ist nach der oben durchgeführten Definition der Anteil der Mischwasserkanalisation in Deutschland dargestellt. Dabei ist bewusst eine bipolare Farbskala angelegt worden. Alle Bundesländer, deren Bevölkerung einen Anschlussgrad von mehr als 50 % an Mischwasserkanalisationen haben, sind grünlich-gelb gefärbt. Die Bundesländer, bei denen die Trennkanalisation mit mehr als 50 % dominiert, haben bräunlich-rote Farben.

Vergleicht man Abbildung 13 mit dem Zustand seit der ersten Analyse, so fällt auf, dass ausnahmslos in allen Bundesländern die Trennkanalisation an Boden gewonnen hat. 1989/90 lag das Bundesmittel noch bei 71,2 % Mischwasserkanalisation. Beim letzten Zensus 2007 liegt der Anteil der an Mischwasserkanalisationen angeschlossenen Bürger bei nur noch 56,1 %. Es ist zu erwarten, dass etwa im Jahr 2012 im Deutschen Durchschnitt die 50-%-Marke unterschritten wird.

Legt man eine Grenze von 50 % Misch- bzw. Trennsystemanteil quer durch Deutschland, erhält man den ironisch gemeinten „Deutschen Mischwasseräquator“. Dieser verschiebt sich Jahr für Jahr wegen der Zunahme der Trennsysteme nach Süden.

Der schon seit langem erkennbare Nord-Süd-Unterschied bei den Entwässerungssystemen hat sich noch weiter aufgetan. Der „Mischwasseräquator“ ist nicht etwa ein sanfter, rampenartiger Übergang von einem zum anderen System – der Äquator ist eine Gebirgswand.

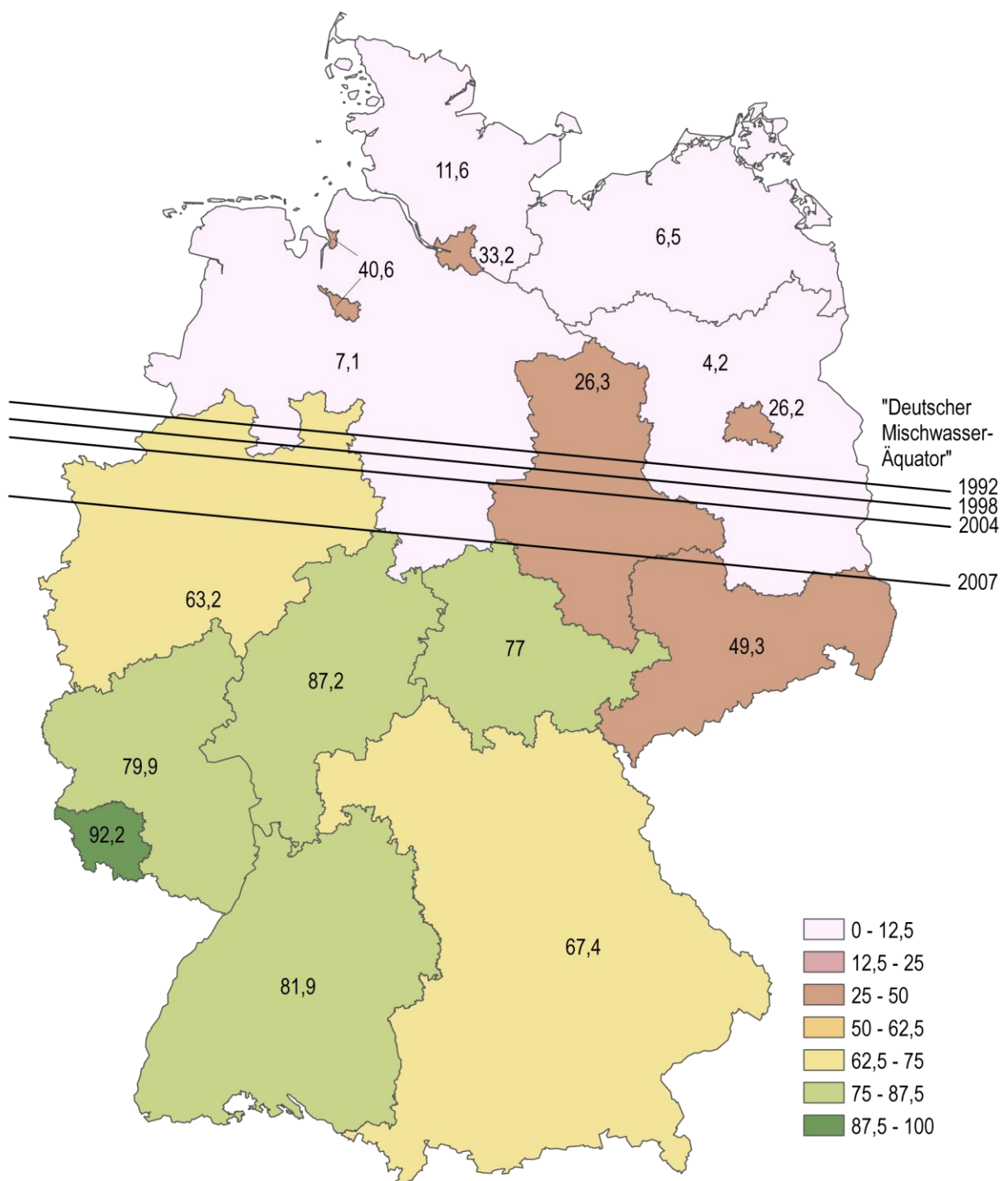


Abbildung 13: Anteile der Mischwasserkanalisation in Deutschland in Prozent, Stand 2007 (Brombach, 2010). Schrägstand des Äquators durch unterschiedliche Einordnung D-A-CH.

Nordrhein-Westfalen, Hessen, Thüringen, Sachsen und alle südlichen Bundesländer liegen auf einer „Mischwasser-Hochebene“, die etwa um den Faktor 10 höher liegt als die nördliche „Trennkanalisations-Tiefebene“ mit Niedersachsen, Brandenburg, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern. Die Stadtstaaten Bremen, Hamburg und Berlin ragen ähnlich wie Helgoland als Säulen aus dem flachen Unterland hervor.

7.2 Österreich

Die Abbildung 14 zeigt die nach der Methode von Kap. 7.1 ermittelten Anteile der Mischwasserkanalisation in Prozent, bezogen auf die Gesamtlänge von Schmutzwasser- und Mischwasserkanal je Bundesland.

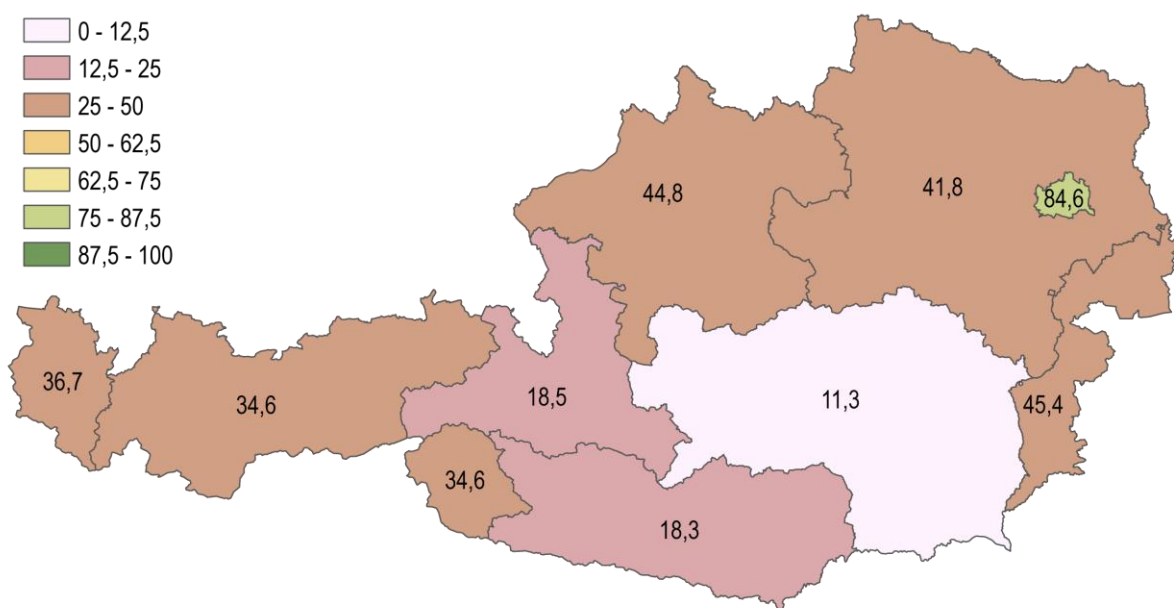


Abbildung 14: Anteile der Mischwasserkanalisation in den 9 Bundesländern in Österreich (Stand 2007)

Den geringsten Mischwasserkanalisationsanteil besitzen die beiden südlichen Bundesländer Steiermark und Kärnten (11,3 – 18,3 %) sowie Salzburg (18,5 %). Deutlich größere Anteile weisen die beiden westlichen Bundesländer (34,6 – 36,7 %) Tirol und Vorarlberg sowie die nördlichen und östlichen Bundesländer (41,8 – 45,4 %) auf. Wien hat mit 84,6 % den größten Mischwasserkanalisationsanteil. Der österreichweite Durchschnittswert liegt bei 32,4 %.

7.3 Schweiz

Abbildung 15 präsentiert die räumliche Verteilung der Mischkanalisation in der Schweiz. Die Wahl der Entwässerungsform obliegt in den meisten Fällen der lokalen Behörde, so dass diese Daten nur mit Vorsicht interpretiert werden sollten. Schätzungen gehen davon aus, dass national rund 70 % Anteil Mischwasserkanalisation ist. Abbildung 16 zeigt, dass ihr Anteil in den weniger dicht besiedelten Gemeinden mit neueren Infrastrukturen (siehe dazu Abbildung 11) etwas geringer ist.

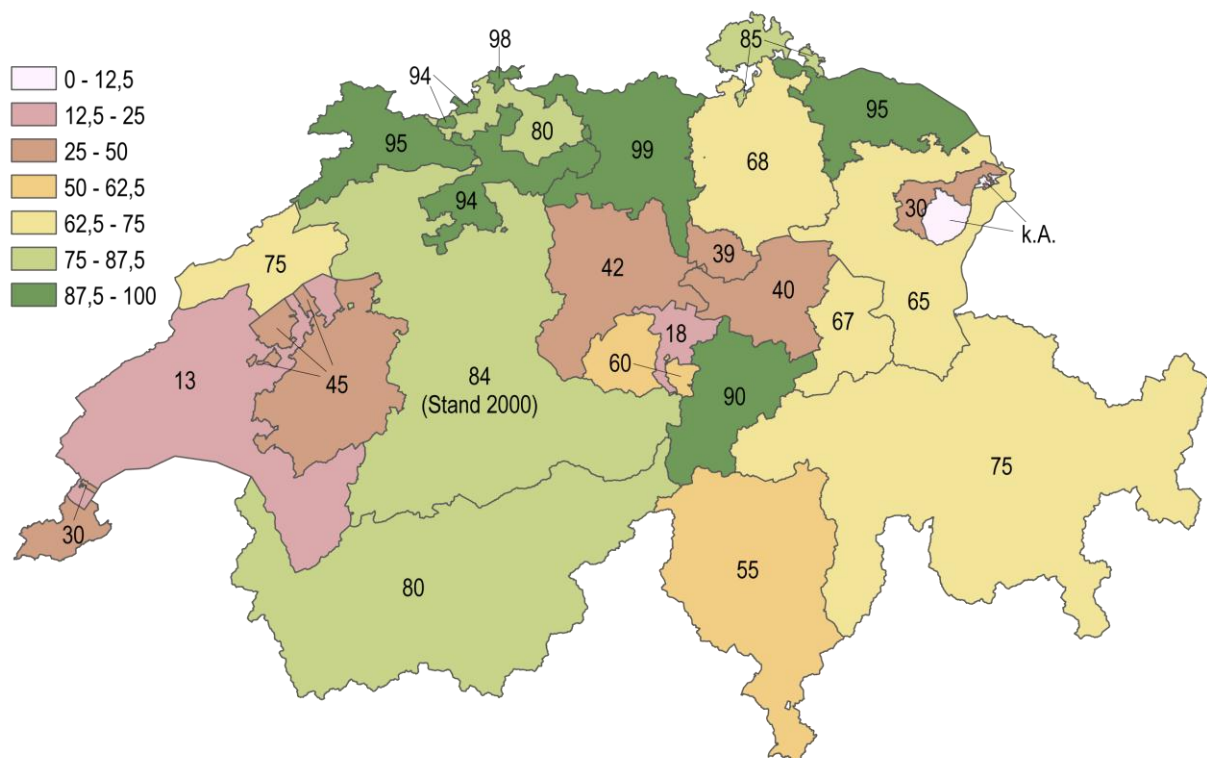


Abbildung 15: Anteile der Mischwasserkanalisation in den 26 Kantonen der Schweiz (Quelle: Bafu, 2005)

Offen ist im Moment die zukünftige Entwicklung bezüglich Trenn- oder Mischkanalisation in der Schweiz. Der vermehrte Einsatz von oberflächenaktiven Bauchemikalien, die Luftverschmutzung und neue Erkenntnisse im Bereich Mikroverunreinigungen machen es immer schwieriger, zwischen verschmutztem Abwasser und nicht verschmutztem Regenwasser zu unterscheiden. Ein intensiver wissenschaftlicher Diskurs zu diesem Thema wird in naher Zukunft nötig werden.

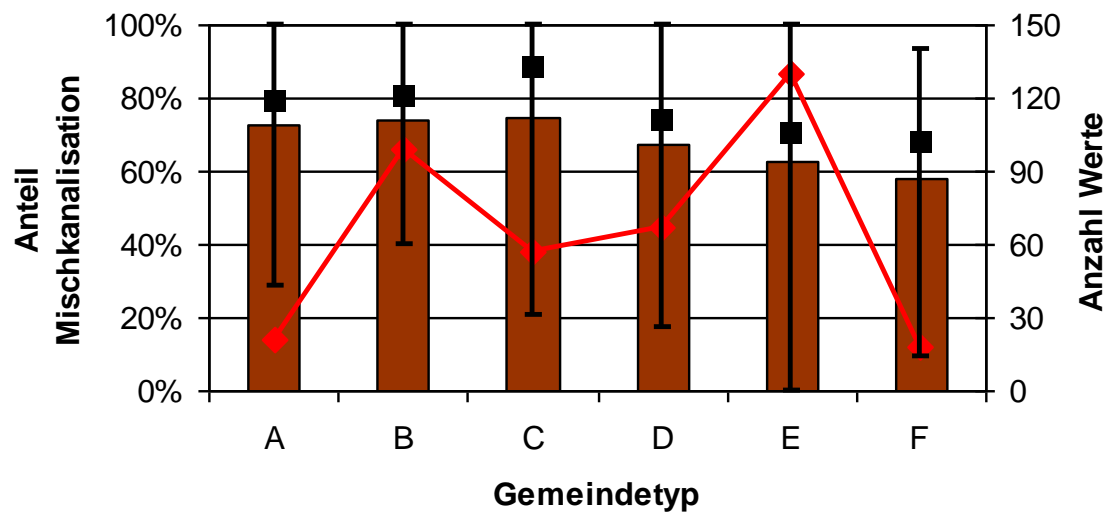


Abbildung 16: Anteil Mischkanalisation für die in Tabelle 5 definierten Gemeindetypen. Die Balken geben das arithmetische Mittel, und die schwarzen vertikalen Linien den Median und die 10 % und 90 % Quantile wieder. Gleichzeitig sind die Anzahl Datenpunkte angegeben, die für die Hochrechnung verwendet wurden.

7.4 D-A-CH Vergleich

In Tabelle 8 sind für die 3 D-A-CH Nachbarländer die Anteile der Mischwasser- und Trennkanalisation gegenübergestellt:

Tabelle 8: Vergleich der Anteile der Mischwasser- und Trennkanalisation in den drei D-A-CH Nachbarländern (Stand 2007)

Länder	Mischwasserkanalisation	Trennkanalisation
Deutschland	56,1 %	43,9 %
Österreich	32,4 %	67,6 %
Schweiz	ca. 70 %	ca. 30 %

8 Regenwasserbehandlung

8.1 Deutschland

Nach dem Arbeitsblatt ATV-A 166 (1999) wird in Deutschland bei Mischsystemen zwischen Regenüberlaufbecken (RÜB), Stauraumkanälen (SK), Filteranlagen (FA) und Regenrückhalteanlagen (RRA) und bei Trennsystemen nach Regenklärbecken (RKB), Filteranlagen (FA) und Regenrückhalteanlagen (RRA) unterschieden. Diese Klassifikation hat das Statistische Bundesamt DESATIS (2009) nur teilweise übernommen. Es führt keine Stauraumkanäle auf, die aber wohl stillschweigend unter Regenüberlaufbecken miterfasst sind. Bei den erfassten Regenrückhalteanlagen ist nicht klar, welchem Entwässerungssystem diese zuzuordnen sind. Retentionsboden-Filteranlagen werden überhaupt noch nicht erfasst, was aber angesichts der wachsenden Zahl anzuraten wäre.

Rechnet man die Beckenarten RÜB, SK, RRA und RKB, also Bauwerke mit wesentlichem Stauvolumen, analog zu ATV-A 166 (1999) unter dem Oberbegriff „Regenbecken“ zusammen, gab es im Erfassungsjahr 2007 nach Brombach (2010) in Deutschland insgesamt die stolze Summe von 45.457 Stück mit einem Gesamtvolumen von 52,259 Millionen m³. Teilt man das in den letzten gut 30 Jahren geschaffene Rückhaltevolumen der Regenbecken in der öffentlichen Kanalisation (ohne Anrechnung des stillen Rückhaltevolumens von Regenüberläufen (RÜ) und ohne die natürliche Retention der fließenden Welle) rechnerisch auf die Bundesbürger gleichmäßig auf, so ergibt sich das in Abbildung 17 dargestellte einwohnerspezifische Speichervolumen.

Pro Bundesbürger waren Ende 2007 im Durchschnitt 0,635 m³/E künstlich geschaffenes Speichervolumen zum Rückhalten von Regenwasser vorhanden. Setzt man einen geschätzten Bauaufwand von 1000 € pro Kubikmeter Stauvolumen an, so hat der Ausbau der Regenwasserbehandlung jeden Bundesbürger 635 € gekostet – auch wenn er davon nichts gemerkt hat. Das erscheint auf den ersten Blick viel Geld, aber verteilt auf die letzten 30 Jahre relativiert sich der Einsatz auf gut 20 € pro Kopf und Jahr.

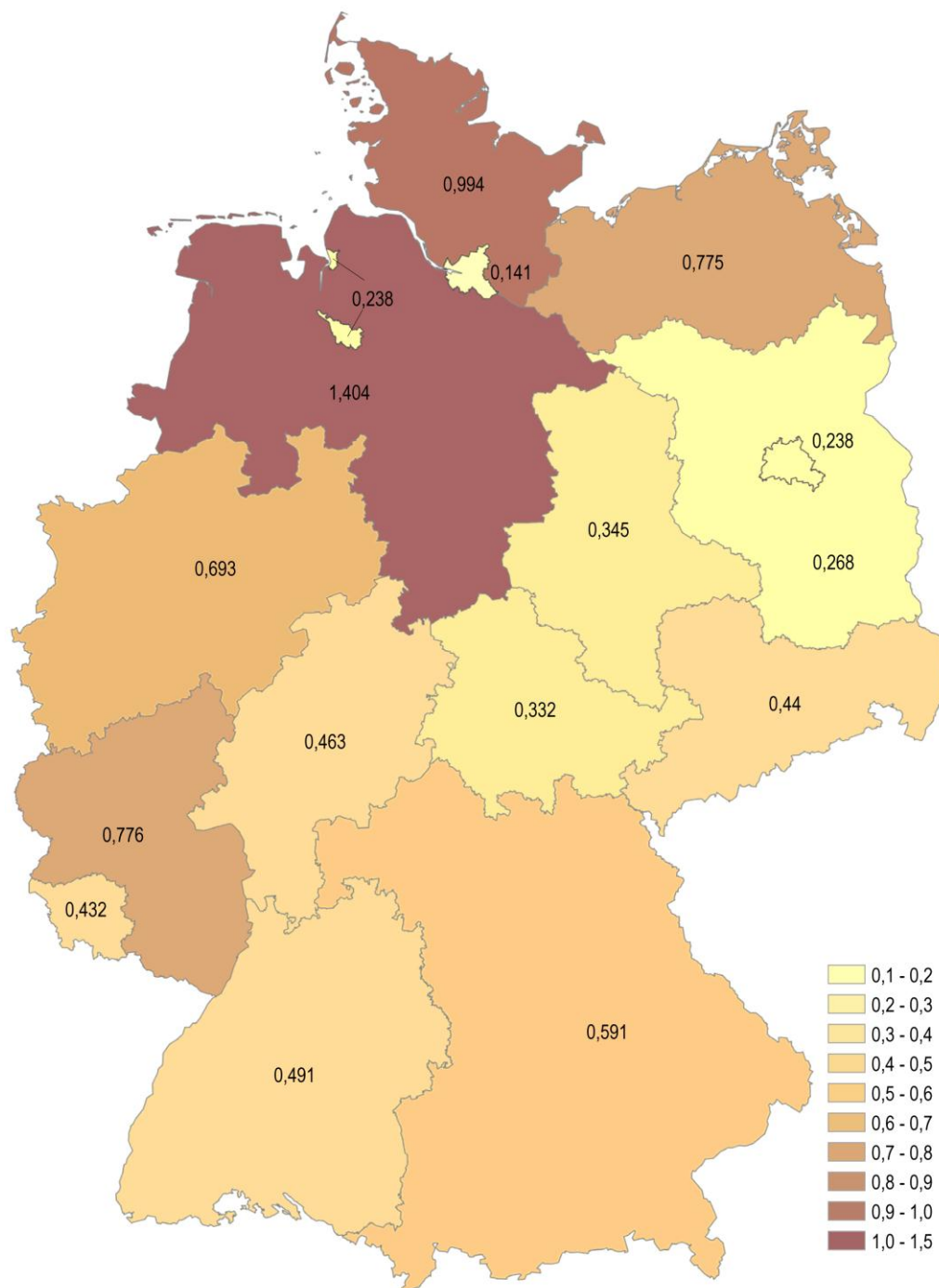


Abbildung 17: Speichervolumen für Regenwasser in der öffentlichen Kanalisation in m³ pro Kopf der Bevölkerung, Stand Ende 2007 (Brombach, 2010)

Bei dem heutigen mittleren Trinkwasserverbrauch in Deutschland von etwa 122 Litern pro Kopf und Tag würde theoretisch das nun vorhandene Rückhaltevolumen in der öffentlichen Kanalisation ausreichen, fünf Tage lang das häusliche Abwasser zwischenzuspeichern – wenn es nicht regnen würde und wenn es kein Fremdwasser gäbe.

8.2 Österreich

Leider sind zu den errichteten Volumen der Regenwasserbehandlung in Österreich keine vergleichbaren und systematischen Datenerhebungen bekannt, weshalb hier auch keine Vergleichsmöglichkeit mit den beiden D-A-CH Nachbarländern möglich ist.

Auch wurde das österreichische Regelwerk zur Niederschlags- und Mischwasserbewirtschaftung erst in den letzten Jahren mit den ÖWAV Regelblättern 9 (2008), 19 (2007) und 35 (2003) an den Stand der Technik angepasst. Gesetzliche Vorgaben in diesem Bereich sind zwar in der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung seit 1996 als eigene Abwasseremissionsverordnungen vorgesehen, auf Grund politischen Widerstands durch den Gemeinde- und Städtebund allerdings politisch derzeit nicht einführbar. Ganz allgemein scheint es in diesem Bereich gegenüber den beiden Nachbarländern noch Nachholbedarf zu geben.

8.3 Schweiz

Es gibt keine nationale Übersicht zu den Sonderbauwerken (Bauwerke der Siedlungsentwässerung ohne Kanäle, zumeist Regenbecken und Entlastungsbauwerke) in der Schweiz. Der Wert der Sonderbauwerke beträgt 7,1 % bezogen auf den Wiederbeschaffungswert der öffentlichen Kanalisation (eigene Daten, welche einen 20,4 % Wiederbeschaffungswert der Siedlungsentwässerung repräsentieren). Dies entspricht einem Wiederbeschaffungswert von knapp 2 Mia. € oder etwas mehr als 253 € pro Einwohner. Auch wenn davon nicht der gesamte Betrag den Regenbecken zugeordnet werden darf, erkennt man, dass die Investitionen in diese Sonderbauwerke substanziell sind. Insbesondere wenn man diese mit dem Wiederbeschaffungswert der Kläranlagen von 5,1 Mia € vergleicht und dabei die Reinigungsleistung der Regenbecken in Betracht zieht.

9 Zusammenfassung und Ausblick (Quo vadis?)

9.1 Deutschland

Im September 2009 legte das Statistische Bundesamt für das Berichtsjahr 2007 das jüngste flächendeckende Datenmaterial über Umfang und Art der öffentlichen Abwasserkanalisation und Regenwasserbehandlung in Deutschland vor.

Die nach der Wiedervereinigung noch unübersehbaren großen Unterschiede beim Anschlussgrad an die öffentliche Abwasserkanalisation haben sich abgebaut, sind aber immer noch sichtbar. Der mittlere Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation hat 96,1 % erreicht. Pro Bürger gibt es im Schnitt 6,57 Meter öffentlichen Kanal.

Die Anzahl der Klärwerke ist seit 1998 leicht rückläufig und liegt jetzt bei 9.933 Anlagen. Im Schnitt sind 8.281 Einwohner pro Kläranlage angeschlossen. Nach wie vor dominieren die kleinen bis mittleren Kläranlagen.

Die schon immer vorhandenen großen Unterschiede in den Bundesländern bei den angewandten Entwässerungsverfahren – Trenn- oder Mischwasserkanalisation – haben sich noch mehr vertieft. In Norddeutschland hat die Trennentwässerung die absolute Mehrheit. Südlich des „Deutschen Mischwasseräquators“ ist die Mischwasserkanalisation vorherrschend. Der Anteil der Bundesbürger, die von einer Mischwasserkanalisation bedient werden, sank seit 1989/1990 von 71,2 % auf 56,1 % zum Ende des Jahres 2007 ab.

Die Regenwasserbehandlung hat in den letzten 30 Jahren mit heute 45.457 Stück zentralen Regenwasserbehandlungsanlagen im Misch- und Trennsystem mit einem Gesamtvolumen von 52,259 Millionen m³ eine stürmische Entwicklung genommen. Im Durchschnitt stehen pro Bundesbürger 0,635 m³ Regenrückhaltevolumen in der öffentlichen Stadtentwässerung bereit. Bei der Regenwasserbehandlung im Mischsystem ist offensichtlich Sättigung erreicht, während bei den Regenrückhaltanlagen im Trennsystem das Wachstum ungebrochen ist.

Insgesamt hat die Regenwasserbehandlung in der öffentlichen Stadtentwässerung große Fortschritte gemacht, ohne die die offenkundige Erholung der Gewässergüte in Deutschland nicht möglich gewesen wäre.

Künftige neue Probleme der Stadtentwässerung zeichnen sich mit zunehmender Deutlichkeit ab. Eins davon ist der Fremdwasseranfall. Der mittlere Fremdwasserzuschlag in Deutschland betrug nach der amtlichen Statistik vom Jahr 2007 40,3 %. Obwohl diese Zahl noch auf etwas wackeligen Füßen steht, denn es fehlt eine bundesweit einheitliche Zählweise für das Fremdwasser, ist sie doch alarmierend. Es gibt viele Gemeinden, bei denen im Langzeitmittel mehr Grundwasser in das Kanalnetz einsickert, als Schmutzwasser eingeleitet wird. Dieses infiltrierte ursprünglich reine Wasser belastet unnötig die Regenwasserbehandlungsanlagen und Kläranlagen. Ein anderes neues Problem sind die Arzneimittelrückstände und Spurenschadstoffe im Abwasser.

9.2 Österreich

Während in Deutschland das Statistische Bundesamt über viele Jahre schon detailliertes statistisches Material über die öffentliche Kanalisation sammelt und veröffentlicht, werden diese Daten von der Statistik Austria in Österreich bis dato nicht regelmäßig und in vergleichbarer Qualität erhoben.

Dankenswerterweise wurde allerdings für die Bearbeitung einer Master-Projektarbeit an der TU Graz von der Kommunalkredit Public Consulting GmbH (KPC) dort vorhandenes Datenmaterial über die Kanalisation in Österreich bis zum Jahr 2008 zur Verfügung gestellt, wodurch erstmals auch Vergleiche mit den beiden D-A-CH Nachbarländern möglich wurden.

Zum einen stellt das von der KPC zur Verfügung gestellte Datenmaterial die bis zum Jahr 2007 hochgerechneten Kanallängen ohne Hausanschlusskanäle und für Genossenschaften > 50 EW dar und zum anderen bundesländerweise alle die seit 1993 bis Ende 2008 durch den Bund geförderten Kanalprojekte.

Im Unterschied zu Deutschland und auch der Schweiz ist Österreich mit einer durchschnittlichen Einwohnerdichte von 99,3 E/km² (Stand Jänner 2008) gegenüber den 230 E/km² in Deutschland und den 182 E/km² in der Schweiz deutlich dünner besiedelt. Dieser Umstand drückt sich auch in den ausgewerteten einwohnerspezifischen Kanallängen aus. Bezogen auf die Gesamtbevölkerung betrugen diese im Jahr 2007 in Deutschland durchschnittlich 6,57 m/E und in Österreich im Durchschnitt 9,84 m/E. Einzige Ausnahme dabei stellt die Stadt Wien mit ihren 1,4 m/E dar, ein Wert, der auch noch deutlich unterhalb der einwohnerspezifischen Längen der deutschen Stadtstaaten liegt.

Der durchschnittliche Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation betrug mit Stichtag 31.12.2006 in Österreich 91,7 %. Aufgrund der Siedlungsstruktur (Siedlungen in Streulagen, Einzelobjekte) gilt ein 100 %-iger Anschlussgrad als unrealistisch.

Von den knapp 82.000 km Gesamtkanallänge in Österreich Ende 2007 (KPC, 2009) entfielen insgesamt 11,7 % auf Regenwasserkanäle, 59,7 % auf Schmutzwasserkanäle und 28,6 % auf Mischwasserkanäle. Bezogen auf die Gesamtlänge von Schmutzwasser- und Mischwasserkanal lag der Mischwasserkanalisationsanteil im Jahr 2007 in Österreich bei 32,4 %.

Von den 2007 in Österreich insgesamt vorhandenen ca. 82.000 km öffentlichen Abwasserkanälen wurden ca. 35.500 km oder 43,3 % erst in den 16 Jahren von 1993 bis 2008 neu errichtet bzw. mit öffentlichen Förderungen saniert, ein Großteil davon, 86,2 %, reine Schmutzwasserkanäle. Dieser sehr hohe Schmutzwasserkanalanteil legt den Schluss nahe, dass dieser Zuwachs vor allem im ländlichen Raum passierte, wo in diesem Zeitraum fast nur noch Schmutzwasserkanäle gebaut wurden und auf Regenwasserkanäle sehr oft gänzlich verzichtet wurde.

Neben der Auswertung des von der KPC zur Verfügung gestellten Datenmaterials wurde in der Master-Projektarbeit von Roland Fenzl (2011) auch noch ein Fragebogen entwickelt, mit welchem aktuelle Entwicklungen und Trends in der Siedlungsentwässerung in den neun Bundesländern Österreichs erfolgreich und vollständig abgefragt wurden.

Dabei zeigte sich, ähnlich wie in Deutschland, vor allem in den eher ländlicher geprägten Bereichen, ein eindeutiger Trend weg vom klassischen Mischsystem und hin zu Trennsystemen (Salzburg, Vorarlberg) bzw. zu den modifizierten Systemen, wo nicht behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser nach Möglichkeit schon Vorort einer Versickerung zugeführt oder zumeist retentiert in geeignete Vorfluter eingeleitet wird. Dabei wurden und werden insbesondere im ländlichen Raum zumeist auch nur noch Schmutzwasserkanäle errichtet.

Bei größeren Sanierungsabschnitten wird in einigen Bundesländern zumeist die Möglichkeit / Sinnhaftigkeit einer Umstellung vom Mischsystem in ein Trennsystem geprüft. Dabei wird dann sehr oft der alte Mischwasserkanal zum Regenwasserkanal umfunktioniert und für das Schmutzwasser ein neuer, zusätzlicher Kanal mit geringerem Durchmesser parallel verlegt.

Bei der Mischwasserbewirtschaftung wird in den letzten Jahren oft versucht, zunächst einmal die Volumina der vorhandenen großkalibrigeren Kanäle als Stauräume zu adaptieren bzw. zu nutzen, bevor eigene Speicherbauwerke errichtet werden. Der Bau von Stauraumkanälen bzw. das Aktivieren von vorhandenem Volumen wird aus Kosten- und Platzgründen gegenüber dem Bau von Becken klar bevorzugt (Salzburg, Vorarlberg, Wien).

Eine systematische Erfassung und statistische Erhebung der bisher errichteten Speichervolumina für die Regenwasserbehandlung fehlen in Österreich bis dato, weshalb in diesem Bereich keine Vergleiche mit den beiden D-A-CH Nachbarländern möglich sind.

Am 31.12.2006 waren in Österreich 641 kommunale Kläranlagen mit einer Kapazität ab 2.000 EW₆₀ in Betrieb. Damit wurde pro Kläranlage im Durchschnitt das Abwasser von 12.998 Einwohnern gereinigt, also deutlich mehr als in Deutschland. Auf Grund der starken Zersiedelung in einigen Bundesländern gibt es daneben aber noch Tausende Kleinkläranlagen mit unter 2.000 EW₆₀.

9.3 Schweiz

Das Abwasser der Schweiz wird in 759 zentralen Kläranlagen (größer als 500 Einwohnerwerte) gereinigt. Der Wiederbeschaffungswert dieser Kläranlagen beträgt 5,1 Milliarden Euro. Die Abwasserreinigung kostet jährlich 414 Mio. Euro.

Die Ableitung von Schmutz- und Regenwasser erfolgt mit 47.400 km öffentlicher Kanalisation. Der hochgerechnete Wert dieser Anlagen beträgt 27,9 Milliarden Euro. Für die Betriebs- und Kapitalkosten dieser Anlagen werden jährlich 442 Mio. Euro ausgegeben.

Zwei Drittel der Kanalisation wurde in den letzten 50 Jahren erbaut, wobei städtische Gemeinden deutlich ältere Bauten besitzen als ländliche Gemeinden. Rund 23 % der untersuchten Kanäle weisen starke Beschädigungen auf.

Zusätzlich sorgen noch mehr als 3.400 Kleinkläranlagen, etwa 42.000 km Liegenschaftsentwässerung und rund 1.700.000 Hausanschlüsse für eine gute Siedlungshygiene.

Die aktuellsten Zahlen schätzen den Wiederbeschaffungswert der gesamten Abwasserinfrastruktur in der Schweiz, inklusive der privaten Installationen, auf rund 54,5 Mia. Euro oder 7.460 € pro Einwohner. Bei einem Diskontsatz von 2 % entspricht dies jährlichen Gesamtkosten von über 2,0 Mia. €/a.

Der jährliche Investitionsbedarf für die Sanierung der Kanalisation beträgt gemäß den vorliegenden Daten rund 0,8 % des Wiederbeschaffungswertes der Anlagen. Der Zustand der Anlagen und die zu erwartende Lebenserwartung sind deutliche Anzeichen, dass der Sanierungsbedarf für die Kanalisationen in den nächsten Jahren deutlich ansteigen wird.

Offen ist die zukünftige Entwicklung bezüglich Trenn- oder Mischkanalisation in der Schweiz. Der vermehrte Einsatz von oberflächenaktiven Bauchemikalien, die Luftverschmutzung und neue Erkenntnisse im Bereich Mikroverunreinigungen machen es immer schwieriger, zwischen verschmutztem Abwasser und nicht verschmutztem Regenwasser zu

unterscheiden. Ein intensiver wissenschaftlicher Diskurs zu diesem Thema wird in naher Zukunft nötig werden.

Im Moment ist eine Neuerhebung der Schweizer Daten in Bearbeitung, die Ende 2011 publiziert wird. Ebenfalls arbeitet in der EWA (European Water Association) eine Arbeitsgruppe an der Harmonisierung und Zusammenstellung vergleichbarer Kennzahlen aus dem D-A-CH-NL Raum, siehe Thaler (2009).

10 Literatur

- Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (1996): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (AAEV), StF: BGBl. Nr. 186/1996.
- ATV (1998): Geschichte der Abwasserentsorgung, 50 Jahre ATV 1948 – 1998. Vereinigung für Abwasser, Abfall und Gewässerschutz, Hennef.
- ATV-A 128 (1977): Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungen in Mischwasserkanälen, ATV-Regelwerk, St. Augustin, 1977.
- ATV-A 166 (1999): Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung, Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung, Hennef. In Überarbeitung.
- Bafu (2005):
<http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01295/01296/01297/index.html?lang=de>. Letzter Zugriff: 22. März 2011.
- Berger und Falk (2011): Zustand der Kanalisation, Ergebnis der DWA-Umfrage 2009. Korrespondenz Abwasser, Abfall, Heft 1, S. 24 bis 39.
- Brix, Imhoff und Weldert (1934): Die Stadtentwässerung in Deutschland. Verlag von Gustav Fischer, Jena, zwei Bände.
- Brombach, H. (2010): Im Spiegel der Statistik: Abwasserkanalisation und Regenwasserbehandlung in Deutschland, Korrespondenz Abwasser, Heft 1, Seite 28–36.
- DESTATIS (2001): Statistisches Bundesamt: Umwelt, Fachserie 19, Reihe 2.1, Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung Stand 1998. Metzler-Poeschel-Verlag, Stuttgart.
- DESTATIS (2009): Statistisches Bundesamt, Umwelt, Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2007, Fachserie 19, Reihe

2.1, <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/n0000.csp?treeid=32000>, erschienen am 23. September 2009.

Fenzl, Roland (2011): Im Spiegel der Statistik: Die öffentliche Kanalisation in Österreich, Master-Projektarbeit am Institut für Siedlungswasserwirtschaft an der TU Graz,
http://www.publicconsulting.at/uploads/die_kanalisation_in_oesterreich.pdf, letzter Zugriff: 14.04.2011.

Geschichte der Wiener Kanalisation (2011): Internet:
<http://www.wien.gv.at/umwelt/kanal/geschichte.html>, letzter Zugriff: 10.04.2011.

Imhoff, K. und K.R. (2007): Taschenbuch der Stadtentwässerung. 30. Auflage, Oldenbourg Industrieverlag München.

Kommunalkredit Public Consulting GmbH, KPC (2009): Statistisches Datenmaterial über die öffentliche Kanalisation in Österreich von den Aufzeichnungsanfängen bis einschließlich 2008.

Krauth, Kh. (1971): Der Abfluss und die Verschmutzung des Abflusses in Mischwasserkanalisationen bei Regen. Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Heft 45, Oldenbourg-Verlag, München.

Maurer M. und Herlyn A. (2007): Zustand, Kosten und Investitionsbedarf der schweizerischen Abwasserentsorgung. Bafu Schlussbericht, Ausschreibung Verringerung der Schadstoffbelastung der Gewässer und Ressourcenschonung, Bereich: Mögliche Wandlung der Siedlungsentwässerung, Vertrags-Nr. StoBoBio / 2004.H.15f.

Maurer, M., Wolfram, M. and Herlyn A. (2010): Factors affecting economies of scale in combined sewer systems. Wat. Sci. Techn., 62(1), pp. 36-41.

OECD (2010) Purchasing Power Parities (PPPs) for OECD Countries. Obtained from <http://www.oecd.org/std/ppp>, accessed on 11 April 2011.

OECD (2008): Environmental Performance and Information Division OECD, Inland Waters, www.oecd.org/dataoecd.

ÖWAV Regelblatt 9 (2008): Richtlinien für die Anwendung der Entwässerungsverfahren. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien.

ÖWAV Regelblatt 19 (2007): Richtlinie für die Bemessung von Mischwasserentlastungen. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien.

ÖWAV Regelblatt 35 (2003): Behandlung von Niederschlagswässern. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien.

Pirkner, W. (2010): Schmutzwasserspeicherung, Technische und wirtschaftliche Variantenuntersuchung, Diplomarbeit am Technikum Joanneum, Fachhochschulstudiengang Baumanagement und Ingenieurbau, Graz.

Schalcher, H.R., Boesch, H.J., Bertschy, K., Sommer, H., Matter, D., Gerum, J., Jakob, M. (2011): Was kostet das Bauwerk Schweiz in Zukunft und wer bezahlt dafür? Nationales Forschungsprogramm "Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung" (NFP 54), ISBN 978-3-7281-3397-7. Internet: <http://www.vdf.ethz.ch/vdf.asp?isbnNr=3397>, letzter Zugriff: 31.03.2011.

Thaler, S. (2009): EWA-Workshop „Benchmarking“, Diskussion der aktuellen Aktivitäten und Möglichkeiten zum länderübergreifenden Vergleich, Korrespondenz Abwasser, Heft 10, Seite 980–989.

Umweltbundesamt (2011): Internet: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/wasser/abwasser/>, letzter Zugriff: 18.04.2011.

VSA (2006): Kosten der Abwasserentsorgung. Arbeitsbericht, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Glattbrugg, Schweiz.

Korrespondenz an:

Prof. Dr.-Ing. habil. Hansjörg Brombach

UFT, Umwelt- und Fluid-Technik Dr. H. Brombach GmbH
Steinstraße 7
97980 Bad Mergentheim
DEUTSCHLAND
Tel.: +49 7931 9710-0
Fax: +49 7931 9710-40
E-Mail: h.brombach@uft-brombach.de

Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Günter Gruber

TU Graz, Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau
Stremayrgasse 10/I
8010 Graz
ÖSTERREICH
Tel.: +43 316 873-8373
Fax.: +43 316 873-8376
E-Mail: gruber@sww.tugraz.at

Dr. Max Maurer

Eawag, Siedlungswasserwirtschaft
Überlandstrasse 133
Postfach 611
8600 Dübendorf
SCHWEIZ
Tel.: +41 58 765 5386
Fax.: +41 58 765 5389
E-mail: max.maurer@eawag.ch