

# **Abwasserentsorgung in Brandenburg**

- Orientierungswerte Jahr 2003 -

Aufwand für die Abwasserableitung und  
Abwasserbehandlung

Abwasserentsorgung in Brandenburg - Orientierungswerte Jahr 2003 - Aufwand für die Abwasserableitung und Abwasserbehandlung

Herausgeber:

Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (MLUR)

Referat Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Heinrich-Mann-Allee 103

14473 Potsdam

Tel.: 0331-866 72 37 Fax: 0331-866 72 40

E-Mail: [pressestelle@mlur.brandenburg.de](mailto:pressestelle@mlur.brandenburg.de)

Internet: <http://www.brandenburg.de/land/mlur>

Bearbeitung:

Im Auftrag des MLUR, Abteilung Gewässerschutz und Wasserwirtschaft durch Institut für Abwasserwirtschaft HALBACH, Schloßstr. 2, 08412 Werdau (Unabhängige Sachverständige für Kommunen und Industrie) unter Leitung von Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Ök. Uwe Halbach

Redaktion:

Landesumweltamt Brandenburg, Referat Öffentlichkeitsarbeit

Potsdam, im März 2003

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Brandenburg herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Kostenangaben unter unterschiedlicher Zielstellung .....	3
1.1.1	Zielkosten .....	3
1.1.2	Ergebnisse von Kostenkalkulationen .....	8
1.1.3	Kostenangaben aus der Literatur .....	8
<b>2</b>	<b>Primärdaten und Auswertung .....</b>	<b>8</b>
2.1	Primärdatenherkunft .....	8
2.1.1	Abwasserableitung .....	8
2.1.2	Pumpwerke .....	8
2.1.3	Abwasserbehandlung .....	9
2.2	Vergleichbarkeit der Daten (Degressionsanalyse) .....	9
2.3	Auswertung der Baupreissteigerungen und Prognose .....	11
2.4	Preisbasis 2003 .....	12
2.5	Geltungsbereich für Abwasserentsorgungsstrukturen bis 100.000 EW .....	12
<b>3</b>	<b>Investitionskosten der Entwässerungssysteme.....</b>	<b>12</b>
3.1	Kanäle für die Schmutz- und Regenwasserableitung .....	12
3.1.1	Baukosten von Freispiegelkanälen im Straßenbereich .....	14
3.1.2	Baukosten im Gelände bzw. im Straßennebenbereich.....	16
3.1.3	Einfluss des Baugrundes auf die Kosten beim Kanalisationsbau .....	17
3.1.4	Schächte und Schachtabstände.....	18
3.1.5	Hausanschlussschächte - Hausanschlussleitungen - Inspektionsöffnungen .....	19
3.2	Druckleitungen .....	20
3.2.1	Herkömmliche Verlegetechnik im Rohrgraben .....	20
3.2.2	Alternative Verlegetechniken.....	20
3.2.2.1	Grabenlose Verlegetechnik.....	20
3.2.2.2	Einpflügen oder Fräsen.....	21
3.3	Abwasserpumpwerke.....	21
3.3.1	Fertigteilpumpwerke mit Nassaufstellung.....	22
3.3.2	Investitionskosten für Biofilter an Zwischenpumpwerken .....	22
3.4	Sonderentwässerungssysteme .....	23
3.4.1	Druckentwässerungssystem .....	23
3.4.2	Vakuumentwässerung .....	24
3.4.3	Vergleich zwischen der Druck- und Vakuumentwässerung.....	25
3.5	Regenwassersammlung und -ableitung im dünnbesiedelten Raum .....	26

<b>4</b>	<b>Investitionskosten ausgewählter Abwasserbehandlungsverfahren.....</b>	<b>27</b>
4.1	Grundsätzliche Hinweise.....	27
4.2	Teich- und teichähnliche Kläranlagen .....	28
4.2.1	Pflanzenkläranlagen - vertikal durchströmt - bis 50 EW .....	31
4.2.2	Pflanzenkläranlagen - vertikal durchströmt - bis 1.400 EW .....	32
4.3	Containerkläranlagen - transportabel.....	33
4.4	Verfahren mit aerober Schlammstabilisierung .....	34
4.4.1	Kompaktkläranlagen mit Schlammstabilisierung bis 6.000 EW .....	34
4.4.2	Kläranlagen mit simultaner Schlammstabilisierung 5.000 - 20.000 EW .....	35
4.4.3	Einbeckenkläranlagen (SBR) mit Schlammstabilisierung bis 20.000 EW .....	36
4.5	Kläranlagen mit 20.000 bis 100.000 EW Behandlungskapazität.....	37
4.6	Aufwendungen für Automatisierungs- und Labortechnik.....	38
4.6.1	MSR-Technik für Kläranlagen .....	38
4.6.2	Investitionskosten für die Laboruntersuchungen .....	39
<b>5</b>	<b>Betriebskosten der Entwässerung .....</b>	<b>39</b>
5.1	Betriebskosten Kanalnetz .....	39
5.2	Kanalreinigung und Inspektion.....	40
5.3	Betriebskosten Pumpwerke .....	40
5.4	Betriebskosten für Biofilter an Pumpwerken .....	41
<b>6</b>	<b>Betriebs-, Refinanzierungs- und Jahreskosten der Abwasserbehandlung.....</b>	<b>41</b>
6.1	Betriebskosten für Kläranlagen zwischen 1.000 EW und 10.000 EW .....	41
6.1.1	Betriebskosten klassischer Verfahren .....	41
6.1.2	Betriebskosten von Pflanzenkläranlagen .....	43
6.2	Betriebskostenstruktur von Kläranlagen .....	43
6.3	Ausgewählte Betriebskostenarten der Abwasserbehandlung .....	46
6.3.1	Energiekosten .....	46
6.3.2	Personalkosten der Anlagenbedienung.....	47
6.3.3	Schlammentsorgungskosten .....	49
6.3.4	Aufwendungen für die Eigenkontrolle.....	51
6.3.5	Aufwand für Gebührenbedarfsrechnung .....	52
6.3.6	Aufwand für eine Globalberechnung .....	53
6.3.7	Fäkalschlammabfuhr, Behandlung und Entsorgung.....	53
<b>7</b>	<b>Formelzeichen und Abkürzungen .....</b>	<b>54</b>
<b>8</b>	<b>Definition ausgewählter Fachtermini.....</b>	<b>55</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis und weitere Fundstellen .....</b>	<b>57</b>

## Diagrammverzeichnis

<i>Diagramm 1: Kostendegressionskoeffizienten durch Auswertung der Angaben von SCHÜSSLER [2].....</i>	<i>10</i>
<i>Diagramm 2: Preissteigerungsraten.....</i>	<i>11</i>
<i>Diagramm 3: Struktur der Kosten beim Kanalbau (ohne Schächte).....</i>	<i>13</i>
<i>Diagramm 4: Zeitbedarf für die Verlegung; relativ unabhängig vom Rohrmaterial nach [6].....</i>	<i>13</i>
<i>Diagramm 5: Baukosten von Freispiegelsammlern im Straßenbereich (mittl. Tiefe 2,5 und 4,5 m).....</i>	<i>14</i>
<i>Diagramm 6: Baukosten ausgewählter Freispiegelsammler im Straßenbereich (mittl. Tiefe 2,0...4,5 m).....</i>	<i>15</i>
<i>Diagramm 7: Baukosten von Freispiegelsammlern im Gelände (BKL 3-5; Tiefe 2,5 u. 4,5 m).....</i>	<i>16</i>
<i>Diagramm 8: Kosten der Freispiegelsammler im Gelände (mittl. Tiefe 2,5...4,5 m).....</i>	<i>16</i>
<i>Diagramm 9: Einfluss der Bodenklassen auf Kanalbaukosten im Straßenbereich (Tiefe 2,5 und 4,5 m).....</i>	<i>17</i>
<i>Diagramm 10: Spezifische Kanalkosten in Abhängigkeit der gewählten Schachtabstände.....</i>	<i>18</i>
<i>Diagramm 11: Prozentuale Kostenersparnis in Abhängigkeit der gewählten Schachtabstände.....</i>	<i>19</i>
<i>Diagramm 12: Baukosten von Abwasserdruckleitungen in Straßen und im Gelände.....</i>	<i>20</i>
<i>Diagramm 13: Investitionskosten für Fertigteilpumpwerke (2 Pumpen).....</i>	<i>22</i>
<i>Diagramm 14: Investitionskosten von Hauspumpwerken in Abhängigkeit von der Einkaufsmenge.....</i>	<i>24</i>
<i>Diagramm 15: Investitionsaufwendungen Vakuumstationen (incl. eigener Baukörper; ohne Hausanschlussschächte).....</i>	<i>25</i>
<i>Diagramm 16: Kostenvergleich zwischen Druck- und Vakuumentwässerung (bei durchschnittlich 3 EW/Anschluss bzw. Grundstück).....</i>	<i>26</i>
<i>Diagramm 17: Nettobaukosten je m<sup>2</sup> von Versickerungsanlagen - nach [9].....</i>	<i>27</i>
<i>Diagramm 18: Natürlich belüftete Abwasserteiche - Investkosten.....</i>	<i>29</i>
<i>Diagramm 19: Künstlich belüftete Abwasserteiche - Investkosten.....</i>	<i>29</i>
<i>Diagramm 20: Simultanteichanlagen ohne Nitrifikation - Investkosten.....</i>	<i>30</i>
<i>Diagramm 21: Simultanteichanlagen mit Nitrifikation - Investkosten.....</i>	<i>31</i>
<i>Diagramm 22: Vertikal durchflossene Pflanzenkläranlage als biologische Stufe von KKA.....</i>	<i>32</i>
<i>Diagramm 23: Pflanzenkläranlagen bis 1.400 EW.....</i>	<i>33</i>
<i>Diagramm 24: Kompaktkläranlagen mit Schlammstabilisierung - Investkosten.....</i>	<i>34</i>
<i>Diagramm 25: Simultane Schlammstabilisierung im Bereich von 5.000...20.000 EW - Investkosten.....</i>	<i>35</i>

<i>Diagramm 26: Einbeckenkläranlagen mit simultaner Schlammstabilisierung (SBR) - Investkosten .....</i>	<i>36</i>
<i>Diagramm 27: Kläranlagen mit Faulung - Investkosten .....</i>	<i>37</i>
<i>Diagramm 28: Kläranlagen mit Trocknung, aber ohne Faulung - Investkosten .....</i>	<i>38</i>
<i>Diagramm 29: Gesamtbetriebskosten für das Kanalnetz.....</i>	<i>39</i>
<i>Diagramm 30: Betriebs- und Jahreskostenstruktur für Kläranlagen zwischen 1.000 EW und 10.000 EW.....</i>	<i>42</i>
<i>Diagramm 31: Betriebsaufwendungen für Pflanzenkläranlagen .....</i>	<i>43</i>
<i>Diagramm 32: Betriebskostenstruktur einer ausgewählten Kläranlage für 5.000 EW.....</i>	<i>45</i>
<i>Diagramm 33: Jahreskostenstruktur einer ausgewählten Kläranlage für 10.000 EW .....</i>	<i>45</i>
<i>Diagramm 34: Jahreskostenstruktur einer ausgewählten Kläranlage für 25.000 EW .....</i>	<i>46</i>
<i>Diagramm 35: Energiekosten der Abwasserbehandlung .....</i>	<i>47</i>
<i>Diagramm 36: Kostenzielfunktion für die Personalkosten der Abwasser- und Schlammbehandlung einschließlich Verwaltung.....</i>	<i>48</i>
<i>Diagramm 37: Verwaltungspersonalkosten .....</i>	<i>49</i>
<i>Diagramm 38: Jährliche Laborkosten für Kläranlagen bis 100.000 EW.....</i>	<i>52</i>

## Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Sicherheitszuschläge auf Normativkosten in Abhängigkeit der Anwendung bzw. des Prüfungsziels .....</i>	<i>7</i>
<i>Tabelle 2: Betriebskostensteigerung - geschätzt .....</i>	<i>12</i>
<i>Tabelle 3: Durchschnittliche Mehraufwendungen beim Kanalbau mit schwierigem Baugrund .....</i>	<i>17</i>
<i>Tabelle 4: Jährliche Wartungskosten für ein Pumpwerk .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabelle 5: Betriebskosten einer kleineren Biofilteranlage .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabelle 6: Nettokosten der Klärschlamm Entsorgung nach ATV [20].....</i>	<i>50</i>
<i>Tabelle 7: Entsorgungskosten für Fäkalschlamm ohne USt. ....</i>	<i>53</i>

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Prüfalgorithmus bei Anwendung der Normativkosten .....</i>	<i>4</i>
<i>Abbildung 2: Merkmale der Revisionsöffnungen.....</i>	<i>19</i>

## **Vorwort des Ministers**

Mit der 4. überarbeiteten Auflage des Kataloges „Orientierungswerte für den Aufwand bei der Abwasserableitung und –behandlung“ will das Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung wie mit den Auflagen aus den Jahren 1995, 1996 und 2000 die für die Abwasserbeseitigung verantwortlichen Gemeinden, Ämter und Zweckverbände im Land Brandenburg bei ihrem Bemühen um die Senkung des Aufwandes für den Bau und Betrieb von Abwasseranlagen unterstützen.

Der Katalog soll den kommunalen Aufgabenträgern als Maßstab für die Bewertung von Planungen und bei kostenbestimmenden Entscheidungen dienen. Für das Ministerium ist er Grundlage für die fachliche Prüfung von Anträgen zur Gewährung von Finanzhilfen zum Bau von Abwasseranlagen.

Gegenüber der Auflage des Jahres 2000 ist der Katalog teilweise neu gegliedert und erweitert. Die Kostenangaben in den Diagrammen wurden in EURO umgerechnet und aktualisiert.

Auf die Anlage „Wirtschaftlichkeit kommunaler Entscheidungen“ in der dritten Auflage des Kataloges wurde bei der vorliegenden Neuauflage verzichtet. Die Anlage ist teilweise in den Katalog eingearbeitet worden.

Ich gehe davon aus, dass sich der Katalog „Orientierungswerte 2003“ wie seine Vorgänger als eine Entscheidungshilfe für die kommunalen Aufgabenträger der Abwasserbeseitigung und für die Landesverwaltung bei Förderentscheidungen bewährt und bei der weiteren Gestaltung der Abwasserentsorgung entsprechend dem Stand der Technik zur Begrenzung des finanziellen Aufwandes im Land Brandenburg beiträgt.



## 1 Einführung

Die Kostenangaben in dieser Broschüre gliedern sich in Orientierungswerte, auch als Normativkosten, Kostenkennziffern oder Kostenrichtwerte bekannt und in Durchschnittswerte.

Während die Orientierungswerte nach Abwägung festgelegt wurden, beruhen die Durchschnittswerte meist auf Literaturangaben oder sind Ergebnisse von eigenen Recherchen.

Die Orientierungswerte in den mit „ZF<sup>1</sup>“ gekennzeichneten Diagrammen entsprechen nicht den durchschnittlichen Marktpreisen. Sie basieren auf günstigeren realen Aufwendungen und sollen gezielt zur Aufwandssenkung beitragen.

Die Orientierungswerte (ZF) sind also als anspruchsvoller Preisindikator zu verstehen.

In den Jahren 1990 bis 1995 erreichten die Kosten der Abwasserbeseitigung allein im Ergebnis der steigenden Nachfrage ein extremes Niveau, auf dem sie sich immer noch befinden. Diese Überteuering konnte nicht gedämpft werden, da Kontrollinstrumente zur Preisbewertung fehlten. Die Arbeit mit durchschnittlichen Literaturwerten erwies sich als problematisch, weil diese Werte ebenfalls überteuert waren (vergleiche Diagramm 2 auf Seite 11). In dieser Situation beschloss das Bundesland Brandenburg die Einführung von Orientierungswerten mit Normativfunktion, um bei der Fördermittelvergabe auszuschließen, dass überteuerte Anlagen gefördert werden.

Obwohl sich die Situation auf dem Markt für die Kommunen und Abwasserzweckverbände etwas entspannt hat, schützt eine ständige Kontrolle der Preisentwicklung die Kommunen vor ungerechtfertigten Preisaufschlägen im Einzelfall. Insofern hat das Werk auch heute seine Berechtigung. Insgesamt lässt sich abschätzen, dass im Ergebnis der Kostenkontrolle weit über hundert Millionen Euro gespart wurden.

Der tatsächliche Gebrauchswert einer Planung oder einer Leistung lässt sich allerdings mit diesem Werk nicht prüfen.

Grundsätzlich muss bei der Anwendung der Orientierungswerte ein fundiertes Fachwissen vorausgesetzt werden, denn im Ergebnis der Kostenreduzierung ist auszuschließen, dass Gebrauchswertverluste entstehen.

Kosten sparen ohne Augenmaß führt unweigerlich zu erheblichen wirtschaftlichen Schäden und zwangsläufig zu Fehlinvestitionen.

Ein verhältnismäßig unbedeutender Kostenbestandteil bei der Abwasserbeseitigung sind meist die Personalkosten. Aber auch hier können mitunter noch Reserven zur Aufwandsenkung erschlossen werden.

Es ist dafür zu sorgen, dass sich die Mehraufwendungen für die Automatisierung des Anlagenbetriebes auch tatsächlich in einer Senkung des Bedienungsaufwandes widerspiegeln.

In der vorliegenden Arbeit sind Hinweise zur fachlichen Prüfung zu finden, die aber keinesfalls die erforderlichen langjährigen Erfahrungen, Recherchen in der Fachliteratur und Spezialwissen ersetzen können.

---

<sup>1</sup> Kostenzielfunktion

Kostenbewusstes Verhalten der Kommunen und Verbände ist eine wichtige Voraussetzung für die Akzeptanz von Maßnahmen der Abwasserentsorgung durch die Öffentlichkeit und damit eine wesentliche Voraussetzung für die weitere Verbesserung des Gewässerschutzes.

Den kurz-, mittel- und langfristigen Überblick über die verursachten und geplanten Investitionskosten, die Betriebskosten sowie die gesamte Kostenentwicklung können und müssen die Kommunen bzw. Verbände selbst haben bzw. sich erarbeiten lassen.



Die kommunalen Aufgabenträger der Abwasserbeseitigung sind für die Prüfung der Wirtschaftlichkeit, der Zweckmäßigkeit, der hinreichenden Risikofreiheit und der Refinanzierbarkeit von Investitionsaufwendungen selbst verantwortlich.

Neben Informationen über einmalige Aufwendungen werden auch laufende Aufwendungen dargestellt.

Die Arbeit beginnt mit der Definition der Kostenzielfunktion auf Seite 1.

Der Gliederungspunkt 1.1.1 „Zielkosten“ ab Seite 3 sollte auf jeden Fall gelesen werden, weil es anderenfalls zu Fehlinterpretationen des Kataloges kommen wird.

Darauf folgen Informationen zum Prüfalgorithmus bei Anwendung der Orientierungskosten auf Seite 3 .

Dem Gliederungspunkt „Auswertung der Baupreissteigerungen und Prognose“ ab Seite 11 sind Regulative in Abhängigkeit des Prüfungszieles zu entnehmen.

Die Arbeit gliedert sich weiterhin in die Investitionskosten für Entwässerungssysteme, in die Investitionskosten bei ausgewählten Abwasserbehandlungsverfahren sowie in die Betriebskosten der Abwasserbeseitigung.

Verzeichnisse über verwendete Formelzeichen und Abkürzungen, Seite 54, eine Definition ausgewählter Fachtermini, Seite 55 und ein Literaturverzeichnis einschließlich weiterer Fundstellen ab Seite 57 runden die Arbeit ab.

Den Anwendern zurückliegender Ausgaben aus der privaten und behördlichen Prüfpraxis sei für ihre zahlreichen Präzisierungsempfehlungen und konstruktiven Hinweise gedankt.

Den Ergebnissen liegt ein jahrelanger Erkenntnisprozess zu Grunde, der nicht abgeschlossen sein kann. Die Beteiligten sind auch künftig um Aktualisierungen bemüht und nehmen Hinweise zur Erhöhung der Aussagefähigkeit oder zu Ergänzungsvorschlägen des Kataloges dankend entgegen.

Die Anwendung des Kataloges befreit nicht von der Prüfung, ob im Einzelfall die angegebenen Kostenzielfunktionen möglicherweise auch unterschritten werden können.

## 1.1 Kostenangaben unter unterschiedlicher Zielstellung

Die Kostenangaben lassen sich in 3 Arten gliedern:

### 1.1.1 Zielkosten

Hierbei handelt es sich um Kostenangaben, die nach Erfahrung und Beobachtung unter den Bedingungen der effektiven Kostenkontrolle grundsätzlich erzielbar sind. Diese Kostenangaben wurden zur Unterscheidung von anderen Kostenangaben mit „ZF“ gekennzeichnet. Es ist Absicht, dass diese Zielkosten nicht in jedem Fall ohne besonderes Kostenmanagement bzw. Kostenbewusstsein einhaltbar sind bzw. einhaltbar sein sollen. Vor Anwendung von Zielkosten (Vergleichskosten) ist eine Nutzenanalyse notwendig. Dies ergibt sich aus den Anforderungen für einen Kostenvergleich (siehe hierzu [1]).

Wenn in einer Planung die Kostenzielfunktion überschritten wird, dann sind die Ursachen dafür in der Planung für die behördliche Überprüfung nachvollziehbar aufzuzeigen.

Bei der Nutzung der Zielkostenfunktion ist der Algorithmus nach Abbildung 1 der folgenden Seite einzuhalten.

## Algorithmus der im Bundesland Brandenburg üblichen Plausibilitätsprüfung im Zuge der Bewilligung von Fördermitteln

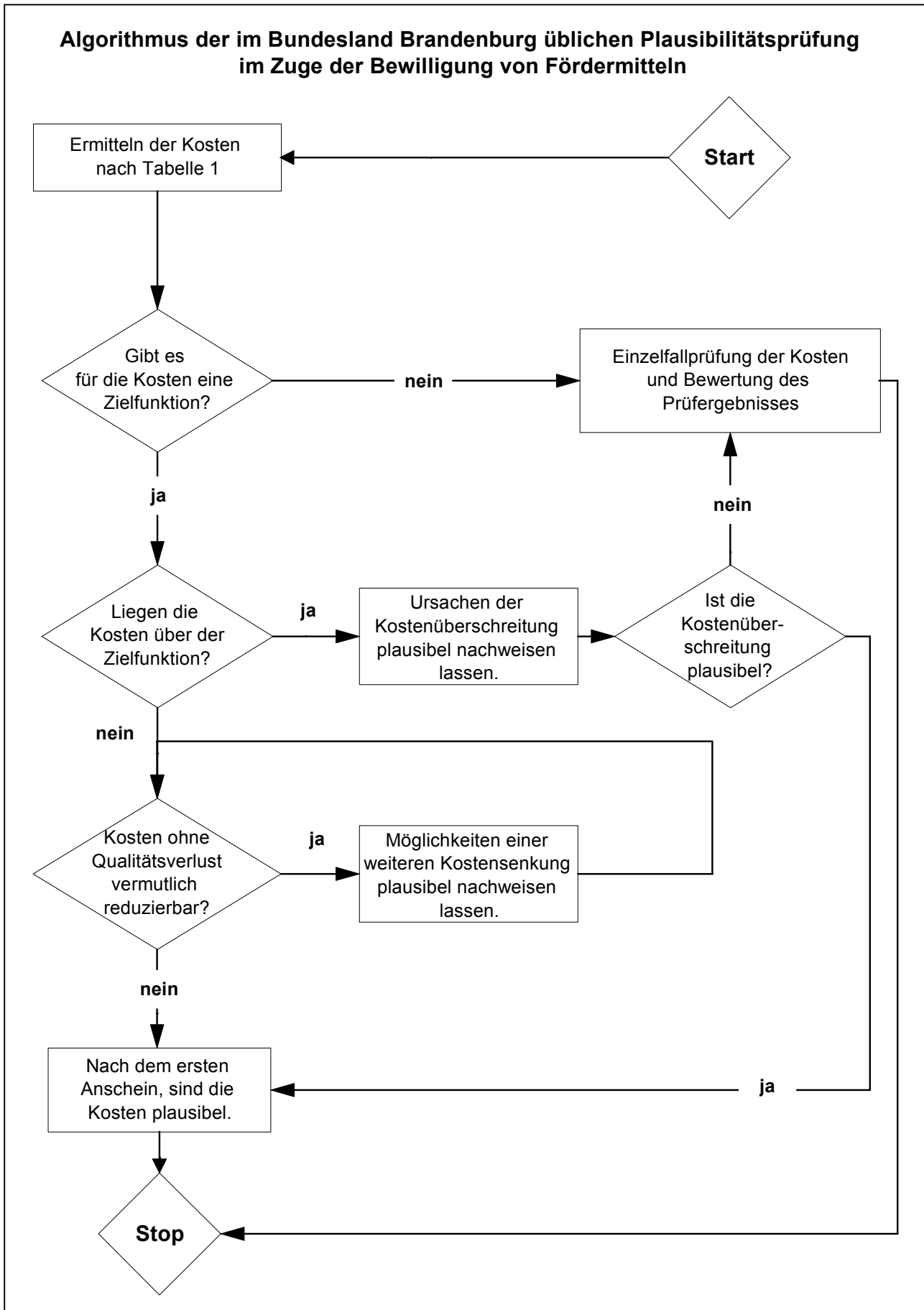


Abbildung 1: Prüfalgorithmus bei Anwendung der Normativkosten



Der Kern der Abbildung 1 zum Prüfalgorithmus besteht darin, dass bei Überschreitung der Kostenzielfunktion eine Tiefenprüfung folgen soll und dass kein Gebrauchswertverlust entstehen darf.

Im Rahmen einer Detailprüfung ist dann zu klären bzw. von der Kommune oder dem Verband nachzuweisen, warum höhere Kosten zu erwarten oder angefallen sind. Diese Nachweisführung wird in der Regel das planende Büro im Rahmen der Planung für den Bauherrn übernehmen, da diese Leistung zu den Grundleistungen nach § 54 HOAI zählt.

Keinesfalls ist allein aus der Anwendung der Orientierungswerte abzuleiten, dass eine mit dem vorliegenden Katalog geprüfte Planung oder Leistung zu teuer ist. Eine derartige Wertung ist mit den Zielkosten allein nicht möglich!

Nachstehend einige grundsätzliche Hinweise:

- Bei den Kalkulationen der Kostenzielfunktionen wurde versucht, ein günstiges Preis-Leistungsverhältnis darzustellen. Ob das in jedem Fall tatsächlich gelungen ist, wird die Anwendung zeigen. Im überwiegenden Fall ist aber davon auszugehen, dass dies gelang, wie die langjährige Arbeit mit dieser Ausarbeitung nicht nur im Bundesland Brandenburg beweist.
- Für alle in dem Katalog enthaltenen Kostenzielfunktionen gibt es Beispiele aus der Praxis und Argumente für das ausgewiesene Preis-Leistungsverhältnis.
- Unterdurchschnittliche Kosten, die mit dem Verdacht einer Preismanipulation behaftet sind, wurden nicht berücksichtigt.
- Alle Kosten entsprechen der **Preisbasis 2003**.
- Von einer weiteren Kostenaufsplittung wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit und im Interesse der Gewährleistung einer einfachen Handhabung abgesehen. Ein Anliegen war es, Kosten für eine einfache Plausibilitätsprüfung aufzuzeigen, ohne dass der Anwender mit einer zeitaufwendigen Berücksichtigung von Multiplikatoren belastet wird.
- Der Katalog kann nicht alle Entwicklungstendenzen und Details erfassen. Zusätzliche Angaben sind der Fachliteratur zu entnehmen und aus dem Internet zu beziehen.

Toleranzen: Die vorliegenden Werte sind in erster Linie ein Prüfinstrumentarium. Deshalb ist die Angabe von Toleranzen nicht zweckdienlich.

Bei der Erarbeitung von Planungen **können** sich die planenden Büros rechtzeitig vor der Genehmigung an den Kostenzielfunktionen orientieren und u. U. - spätestens im Rahmen der Genehmigungsplanung - z. B. den Nachweis antreten, warum im vorliegenden Einzelfall die Kosten dieses Kataloges wahrscheinlich überschritten werden.



Die Einhaltung der gesetzlichen Regelungen im Kommunalabgabengesetz (KAG) erfordert zwingend eine Orientierung an günstigen (niedrigen) spezifischen Investitions- und Betriebskosten (niedrige Jahreskosten) unter Beachtung des zugesicherten Gebrauchswertes.

Die Bewertung von Normativen ist vom Bewertungsziel abhängig. Werden die Normative als Grundlagen für einen Refinanzierungsnachweis oder für eine Refinanzierungsbeurteilung verwendet, so sind in diesen Fällen Sicherheitszuschläge notwendig, um das Refinanzierungsrisiko zu senken. Werden die Normativkosten dagegen als Grundlage von Variantenuntersuchungen benutzt, dann spielen derartige Überlegungen meist keine Rolle.

Kostenaufschläge sind in Abhängigkeit ausgewählter Prüfungsanforderungen der Tabelle 1 zu entnehmen.

Anwendungszweck	Anwendungshinweise für einmalige Aufwendungen im Netz	Anwendungshinweise für einmalige Aufwendungen bei der Abwasserbehandlung
Prüfinstrument für Wasserbehörden hinsichtlich Kosteneffizienz und Förderfähigkeit	Zuzüglich Aufwand für Schächte und Umsatzsteuer. Sicherheitszuschläge, die auf Grund besonderer Örtlichkeiten und Situationen gewählt wurden, sind auszuweisen und nachvollziehbar zu begründen!	Zuzüglich der Umsatzsteuer. Sicherheitszuschläge, die auf Grund besonderer Örtlichkeiten und Situationen gewählt wurden, sind auszuweisen und nachvollziehbar zu begründen!
<b>Erste</b> Prüfung der Refinanzierungssicherheit durch Kommunalaufsicht, Kommunen und Verbände	Zuzüglich Aufwand für Schächte, und 20 % nicht gesondert zu begründender Sicherheitszuschlag sowie Berücksichtigung der geltenden Umsatzsteuer. Ggf. mehrere Szenarien analysieren und bewerten lassen!	Zuzüglich Umsatzsteuer und 20 % nicht gesondert zu begründender Sicherheitszuschlag. Ggf. mehrere Szenarien analysieren und bewerten lassen.
Prüfung der Kostenplausibilität durch Kommunen und Verbände für Bewertung und Formulierung der Kostenzielfunktion	Zuzüglich Aufwand für Schächte und geltende Umsatzsteuer.	Zuzüglich der Umsatzsteuer.
Datenbasis für Kostenvergleichsrechnungen	Sicherheitszuschlag und Umsatzsteuer muss nicht in jedem Fall berücksichtigt werden.	
Datenbasis für Konzepte und Vorplanungen	Aufwand für Schächte und Umsatzsteuer. Sicherheitszuschläge, die auf Grund besonderer Örtlichkeiten und Situationen gewählt wurden, sind auszuweisen und nachvollziehbar zu begründen!	Zuzüglich geltende Umsatzsteuer. Sicherheitszuschläge, die auf Grund besonderer Örtlichkeiten und Situationen gewählt wurden, sind auszuweisen und nachvollziehbar zu begründen!

*Tabelle 1: Sicherheitszuschläge auf Normativkosten in Abhängigkeit der Anwendung bzw. des Prüfungsziels*

Beim Aufstellen der Tabelle 1 wurde davon ausgegangen, dass die Kostenzielfunktionen z. B. zur Prüfung der Ausreichung von Fördermitteln verwendet werden können oder auch zur Ermittlung der Refinanzierungsanforderungen bzw. zur Ermittlung des Finanzbedarfes oder als Grundlage einer ersten Kalkulation von Auswirkungen der Investition auf die Abwassergebührensteigerung dienen. Diese letztgenannten Fälle erfordern gewisse Sicherheitszuschläge um Refinanzierungsrisiken zu minimieren.

### 1.1.2 Ergebnisse von Kostenkalkulationen

Weiterhin sind in dem vorliegenden Katalog weniger verbindliche Kostenangaben der Bearbeiter zu finden. Dabei handelt es sich um Fälle, die nur durch unverhältnismäßig viel Aufwand mit Kennzahlen beschrieben werden können, oder um Fälle, bei denen die Datenbasis noch nicht groß genug ist, um eine Kostenzielfunktion zu begründen. Derartige Angaben dienen mehr der Information und Abrundung der Ausarbeitung. Das betrifft z. B. die Verwaltungspersonalkosten.

### 1.1.3 Kostenangaben aus der Literatur

Ferner wurden auch Angaben aus der Literatur aufgenommen und in üblicher Weise mit der Quellenangabe gekennzeichnet. Diese Werte dienen ebenfalls der Information.

Die ausgewiesenen Kosten enthalten keine Umsatzsteuer, sofern dies nicht ausdrücklich anders vermerkt ist.

## 2 Primärdaten und Auswertung

### 2.1 Primärdatenherkunft

In den überwiegenden Fällen orientierte sich das Bearbeiterteam an spezifischen Kosten, die ein für den Anwender vorteilhaftes Preis-Leistungsverhältnis aufwiesen.

Vielfach flossen auch Erkenntnisse in den Katalog mit ein, die im Rahmen gutachterlicher Tätigkeiten gewonnen wurden.

Aus Gründen des Datenschutzes können deshalb nicht alle Quellen offengelegt werden.

Grundsätzlich ist auch davon auszugehen, dass der größte Effektivitätszuwachs aus der Optimierung der Generalentwässerungspläne bzw. der Abwasserbeseitigungskonzepte und insbesondere der Vorplanungen - unter Berücksichtigung der finanziellen Möglichkeiten des Abwasserbeseitigungspflichtigen - zu erwarten ist.

#### 2.1.1 Abwasserableitung

Als Grundlage für die angegebenen Kostenrahmen wurden der seit 1990 durch das Institut für Abwasserwirtschaft in den neuen Ländern gewonnene und über diesen Zeitraum ständig aktualisierte Kostenspiegel sowie aktuelle Projektkosten aus Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen genutzt.

Ergänzt wurde die Datenbasis schließlich durch die einschlägigen Quellen entsprechend des beigefügten Literaturverzeichnisses.

Kostenzielfunktionen wurden nach sorgfältiger Analyse und Abwägung festgelegt.

#### 2.1.2 Pumpwerke

In den Diagrammen werden Kosten für Pumpwerke angegeben, in denen neben den Aufwendungen für Bau und Ausrüstung auch die Aufwendungen für notwendiges Zubehör und Elektroanschlüsse enthalten sind.



### 2.1.3 Abwasserbehandlung

Bei der Ermittlung der einmaligen Aufwendungen für die Abwasserbehandlung wurden u. a. Ergebnisse meist aus Funktionalausschreibungen von 1995 bis 1999, zahlreiche Begutachtungsergebnisse aus Kläranlagenplanungen der letzten Jahre, Rechercheergebnisse über günstige Kläranlagenplanungen - ergänzt durch Literaturangaben - auf Plausibilität sowie Degressionseigenschaften analysiert und dargestellt.

## 2.2 Vergleichbarkeit der Daten (Degressionsanalyse)

Investitionskosten sowie laufende Aufwendungen technisch und organisatorisch vergleichbarer Strukturen müssen in der Regel gleichen mathematischen Funktionen folgen.

Häufig ist es so, dass sich die Kosten einer Investition degressiv zur Anlagenleistung oder beispielsweise zum Anlagenvolumen verhalten.

Beispielsweise ist typisch, dass eine Kläranlage für 20.000 Einwohnerwerte nicht genau soviel kostet wie zwei Kläranlagen für 10.000 EW. Sie sollte deutlich weniger kosten. Die Ursache dafür liegt in der Kostendegression. Die nachstehenden Formeln bilden eine wichtige Kalkulationsgrundlage dieses Kataloges.

$$\boxed{\frac{I_p}{I_v} = \left(\frac{Le_p}{Le_v}\right)^y} \quad \text{oder} \quad \boxed{I_p = I_v \left(\frac{Le_p}{Le_v}\right)^y}$$

Der Anstieg der Geraden - im doppelt logarithmischen Koordinatensystem - wird durch den Degressionskoeffizienten (Y) beschrieben:

$$\boxed{Y = \log \frac{I_p}{I_v} \cdot \left(\log \frac{Le_p}{Le_v}\right)^{-1}}$$

Es bedeuten:

- $I_p$  Investitionsaufwand für eine (größere) Anlage
- $I_v$  Investitionsaufwand für eine (kleinere) Vergleichsanlage
- $Le_p$  Größe bzw. Leistung der geplanten Anlage
- $Le_v$  Größe bzw. Leistung der Vergleichsanlage
- Y Degressionskoeffizient

Der Degressionskoeffizient ist auch abhängig von dem Kompliziertheitsgrad der Anlagen, der zum Teil auch das Ergebnis der Anforderungen des § 7a Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ist.

Dies bedeutet in der Theorie, dass z. B. die einmaligen Aufwendungen unbelüfteter Abwasserteichanlagen weniger schnell zunehmen als die Kosten einer Kläranlage der Größenklasse 4 oder 5.

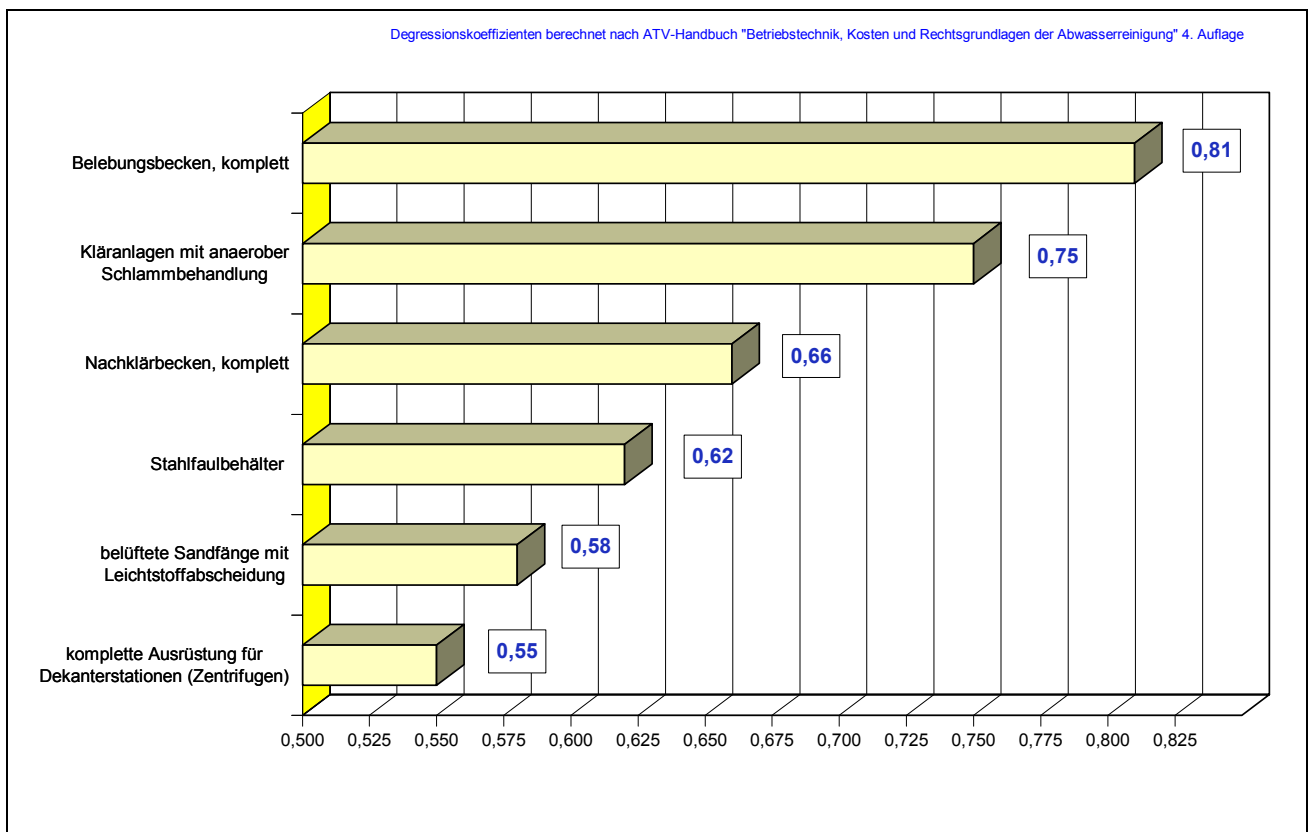
Ähnlich degressive Zusammenhänge wie bei Kläranlagen sind auch für Anlagenteile, wie Behälter, RÜB<sup>2</sup>, Regenwasserkläranlagen, Kanäle, Strukturen, Personalkosten u. a. m. zu beobachten.

Linear zu der Anlagengröße verhalten sich in der Regel z. B. Instandhaltungsaufwendungen, Energieverbräuche für Pumpwerke bzw. die Abwasserreinigung, Chemikalienkosten sowie laufende Schlammentsorgungskosten oder die Abwasserabgabe innerhalb einer Größenklasse.

Der Katalog fundiert auf der Analyse von Degressionskoeffizienten ausgewählter Anlagen und Anlagenteile. Damit wurde der Anstieg der Geraden im doppelt logarithmischen Koordinatensystem festgelegt.

Der Schnittpunkt mit der Ordinate ergab sich aus der Analyse einzelner ausgewählter Investitionsereignisse bzw. laufender Kosten von überwiegend unterdurchschnittlichem Kostenniveau.

Beachtenswert sind auch die Kostenanalysen von SCHÜSSLER [2]. Eine Auswertung dieser Daten führt zu den Ergebnissen im *Diagramm 1*.



*Diagramm 1: Kostendegressionskoeffizienten durch Auswertung der Angaben von SCHÜSSLER [2]*

Diese Werte sind recht brauchbar, wenn es darum geht, nicht beitragsfähige Kosten infolge einer Überbemessung einzelner Anlagenteile einer Kläranlage zu ermitteln. Nach der aktuellen Rechtsprechung sind Überbemessungen > 20 % nicht gebühren- und beitragsfähig.

<sup>2</sup> Regenüberlaufbecken

### 2.3 Auswertung der Baupreissteigerungen und Prognose

Mit der Anwendung von Preisindizes des Statistischen Bundesamtes [3] wird eine gleiche Preisbasis - bezogen auf das Jahr 2003 - geschaffen. Die Indizes nach Diagramm 2 dienen in der vorliegenden Ausarbeitung der Hochrechnung von Kostenkennwerten (Referenzkosten) eines bestimmten Basisjahres auf das Jahr 2003. Redaktionsschluss diesbezüglich war der Eilbericht des Statistischen Bundesamtes mit den Indizes für Mai 2002.

REICHERTER [4] weist darauf hin, dass es durchaus auch zu erheblichen Abweichungen zwischen den Indizes und den tatsächlichen Baupreisen kommen kann. Derartige Abweichungen sind möglich, je nachdem wie der Markt sich örtlich entwickelt hat, entwickeln konnte und vom Bauherren erschlossen wurde.

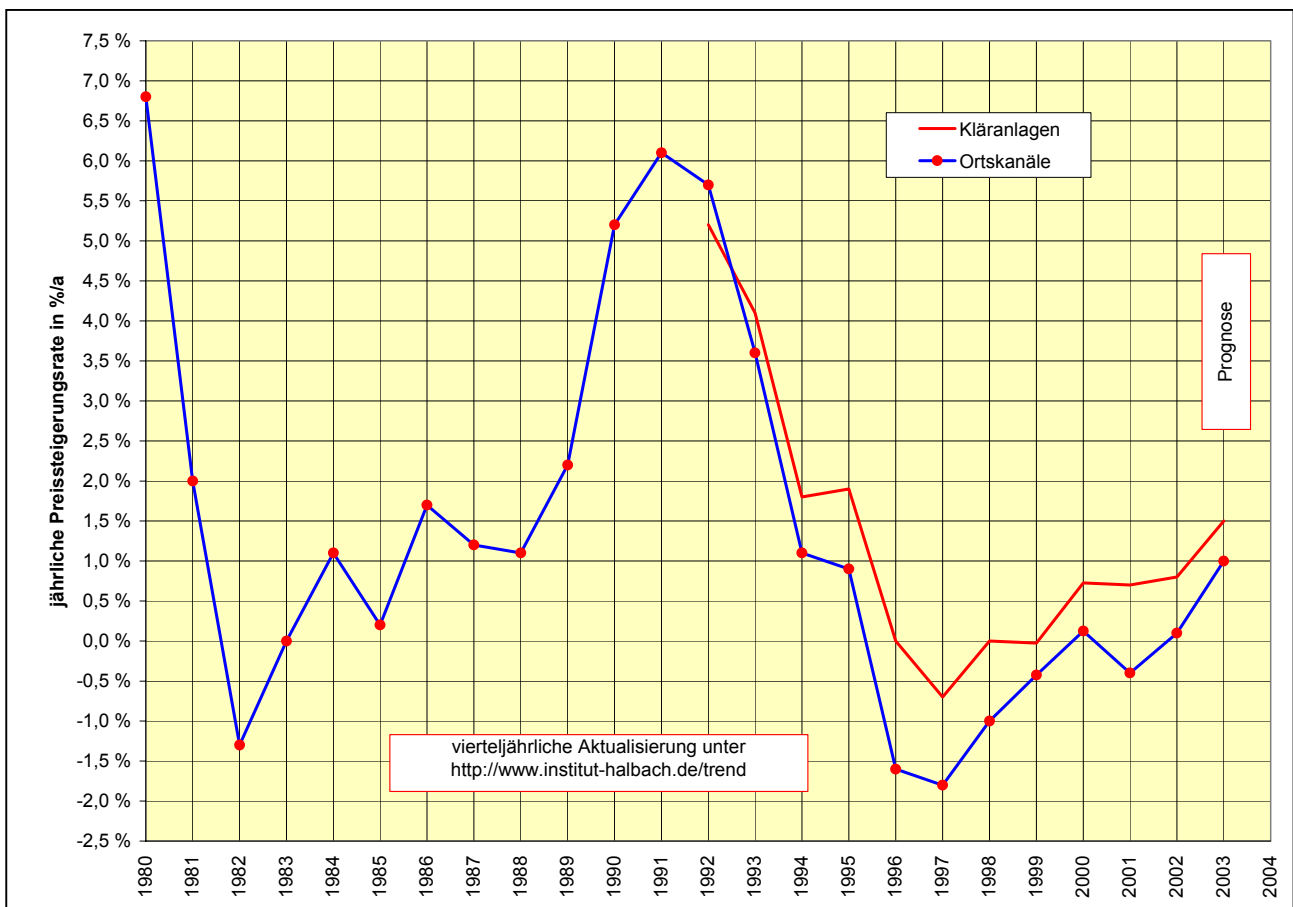


Diagramm 2: Preissteigerungsraten

Bei der Kalkulation der Kosten des vorliegenden Kataloges 2003 wurden diese mit Hochrechnungsfaktoren aus den Angaben des Statistischen Bundesamtes mittels eines Programms [5] berechnet. Das kleine Programm kann auch für eine Anpassung der Kosten dieses Werkes an die Preisentwicklung aus dem Internet kostenlos kopiert und genutzt werden. Die Umrechnungsfaktoren in diesem Programm werden bei erheblichen Änderungen der Preisentwicklung aktualisiert.

## 2.4 Preisbasis 2003

Alle Investkosten in der vorliegenden Ausarbeitung wurden auf die Preisbasis Ende 2003 hochgerechnet.

Steigerung im Zeitabschnitt	
5/1999 - 2000	0,2%
2001	0,3%
2002	2,2%
2003	2,0%
<b>kumulativ</b>	<b>4,7%</b>

Der Preisanstieg von Mitte 2002 zum Ende 2003 wurde mit 1,5 % für den Kläranlagenbau und mit 1 % für den Kanalbau angenommen. Die Betriebskosten wurden nach einer Schätzung (Tabelle 2) hochgerechnet. Siehe auch Punkt 2.3, Seite 11.

*Tabelle 2: Betriebskostensteigerung - geschätzt*

## 2.5 Geltungsbereich für Abwasserentsorgungsstrukturen bis 100.000 EW

Die Kosten gelten für Abwasserentsorgungsstrukturen bis 100.000 EW.

Darüber liegende Größenordnungen können nach Prüfung - sicherlich unter Beachtung des Trends und grundsätzlicher Zusammenhänge - hochgerechnet werden.



Alle Kosten sind Nettokosten ohne Umsatzsteuer (USt.), sofern dies nicht anders ausgewiesen wurde.

Die Kosten für die Abwasserbeseitigung sind Gesamtnettokosten einschließlich Planung für Kläranlagen und Pumpwerke ohne Grunderwerb, Abwasserzu- und -ableitung und Erschließung, wie Elt-Anschluss, TW-Anschluss.

## 3 Investitionskosten der Entwässerungssysteme

### 3.1 Kanäle für die Schmutz- und Regenwasserableitung

Die nachfolgenden Diagramme in diesem Abschnitt gelten für kreisförmige Kanäle und die jeweils angegebenen durchschnittlichen Tiefenlagen sowie für die durchschnittlichen Bau- und Grundverhältnisse in der Bodenklasse (BKL) 3 bis 5.

Ein Einfluss der Bodenklassen ist u. a. aus Diagramm 9 zu ersehen.

Die Diagramme enthalten die Gesamtkosten pro Meter Kanal. Kosten für Schächte wurden nicht berücksichtigt und sind gesondert zu ermitteln (vergleiche Tabelle 2 auf Seite 12).

Diagramm 3 erlaubt einen Überblick der Kostenstruktur von Kanalbaukosten unter durchschnittlichen Bedingungen bei Tiefenlagen zwischen 2,0 und 4,5 m. Die Struktur ist abhängig von der Rohrgrabentiefe und der Kanaldimension.

Das Diagramm 4 nach [6] erlaubt einen Überblick der Arbeitszeitstruktur beim Kanalbau.

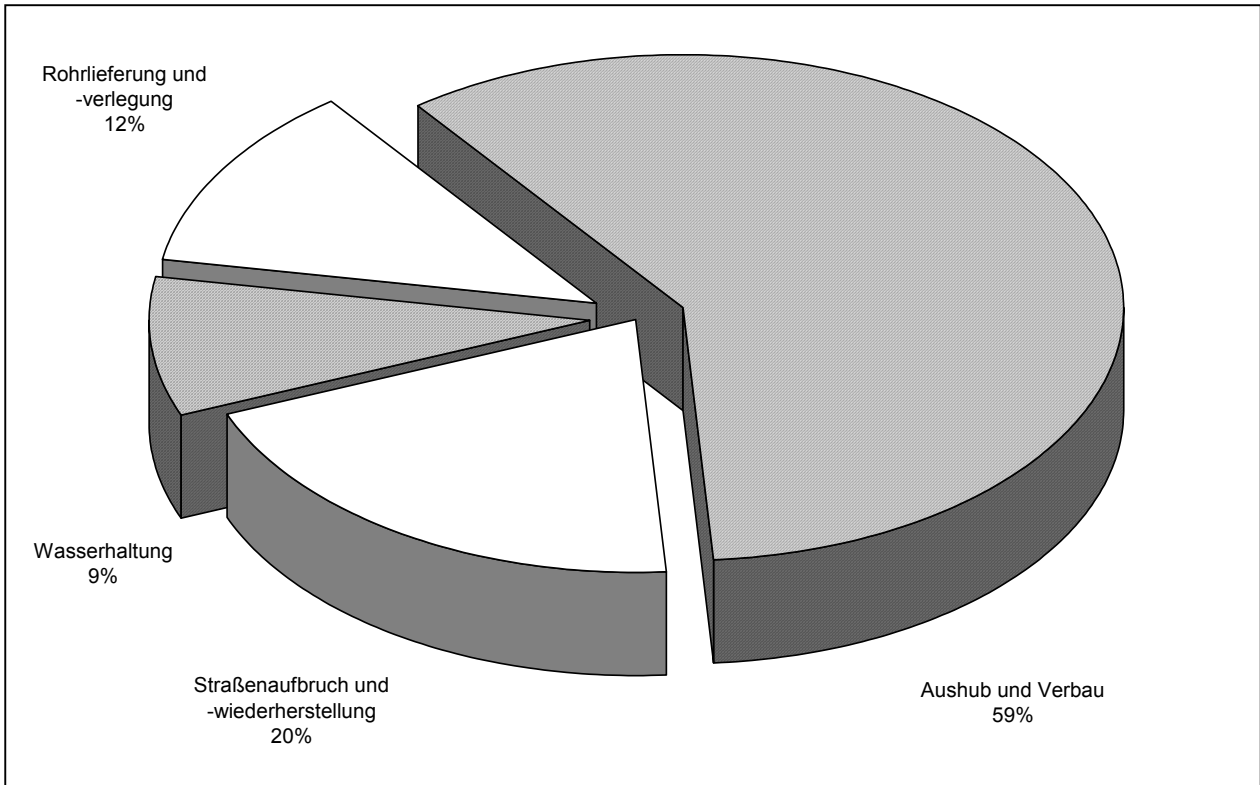


Diagramm 3: Struktur der Kosten beim Kanalbau (ohne Schächte)

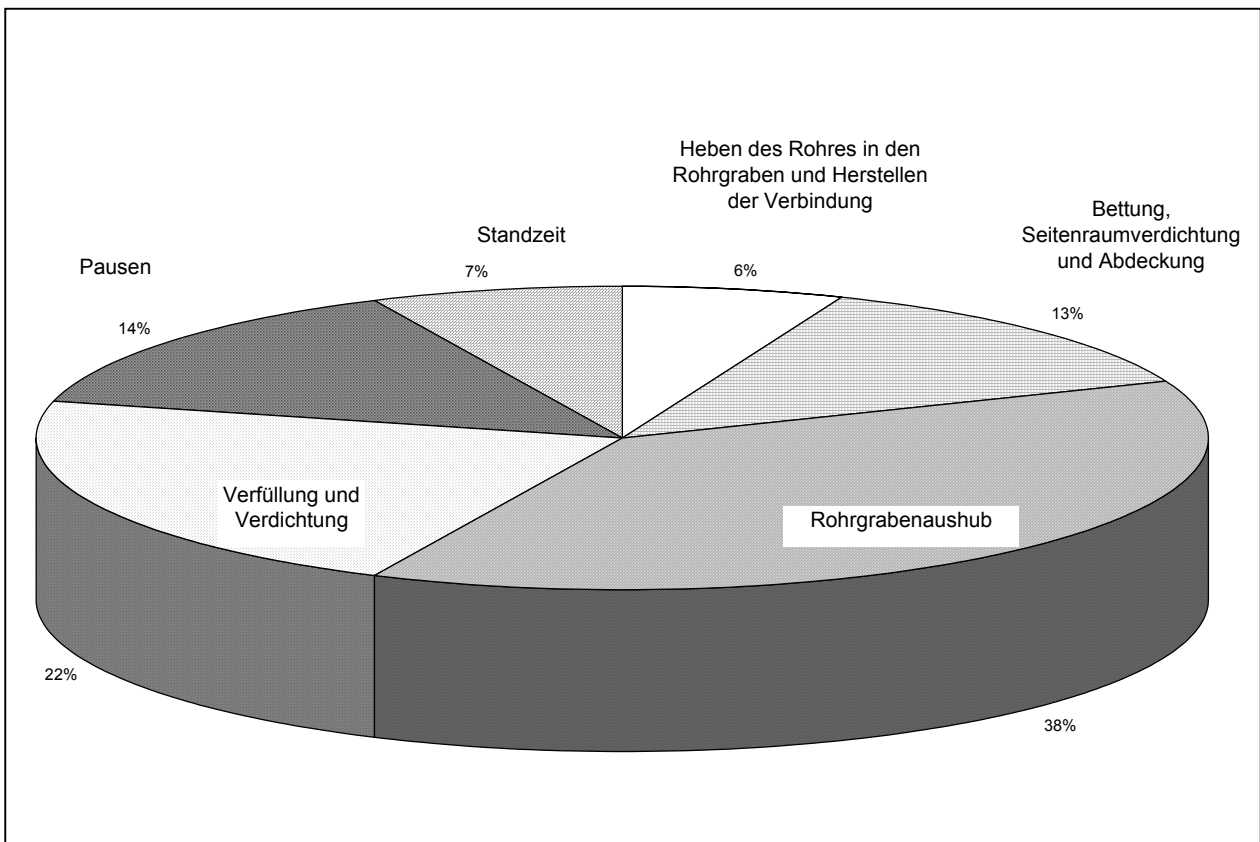


Diagramm 4: Zeitbedarf für die Verlegung; relativ unabhängig vom Rohrmaterial nach [6]

### 3.1.1 Baukosten von Freispiegelkanälen im Straßenbereich

Angaben zu den Baukosten im Straßenbereich sind den Diagramm 5 und 6 zu entnehmen.

In den Diagrammen 5 bis 9 wurde die Verlegetiefe mit „t“ gekennzeichnet und durchschnittliche Bodenverhältnisse (Bodenklasse von 3...5) berücksichtigt.

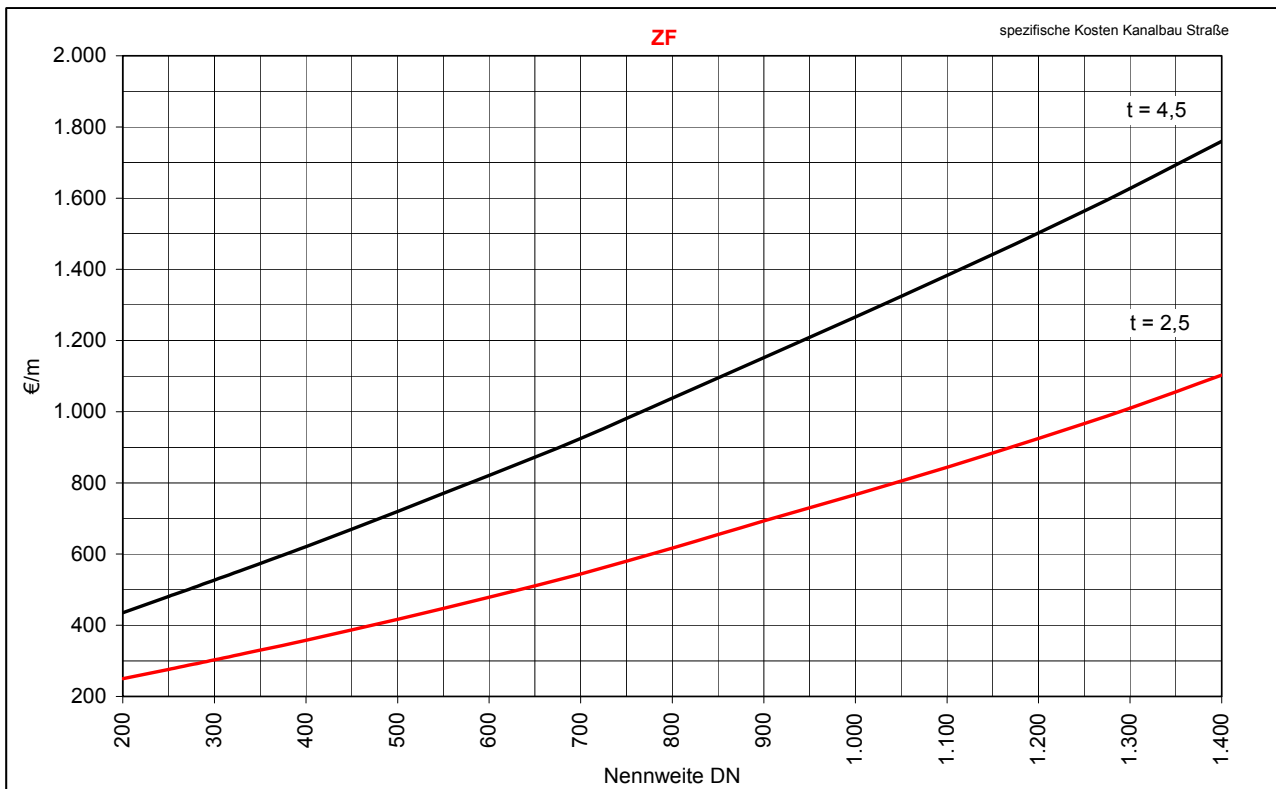
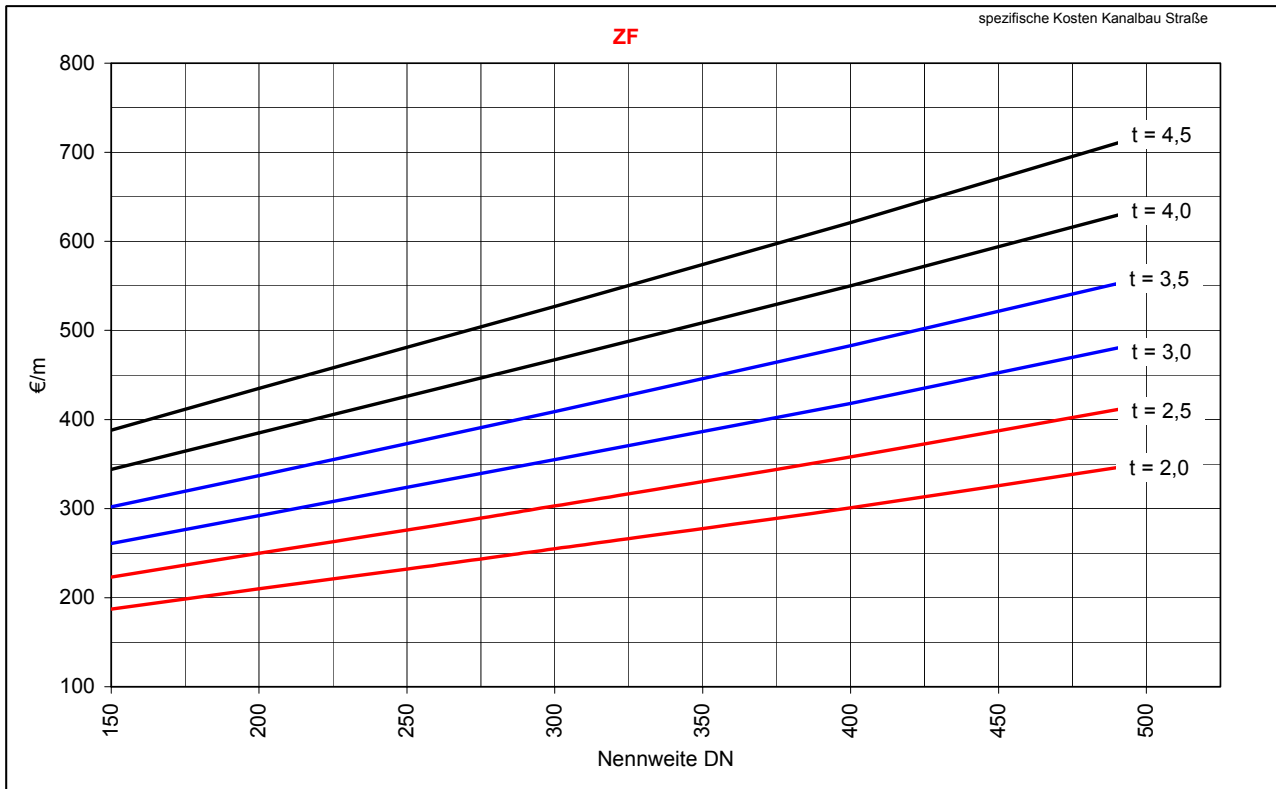


Diagramm 5: Baukosten von Freispiegelsammlern im Straßenbereich (mittl. Tiefe 2,5 und 4,5 m)



*Diagramm 6: Baukosten ausgewählter Freispielsammler im Straßenbereich (mittl. Tiefe 2,0...4,5 m)*

### 3.1.2 Baukosten im Gelände bzw. im Straßennebenbereich

Angaben zu Baukosten im Gelände sind Diagramm 7 und Diagramm 8 zu entnehmen.

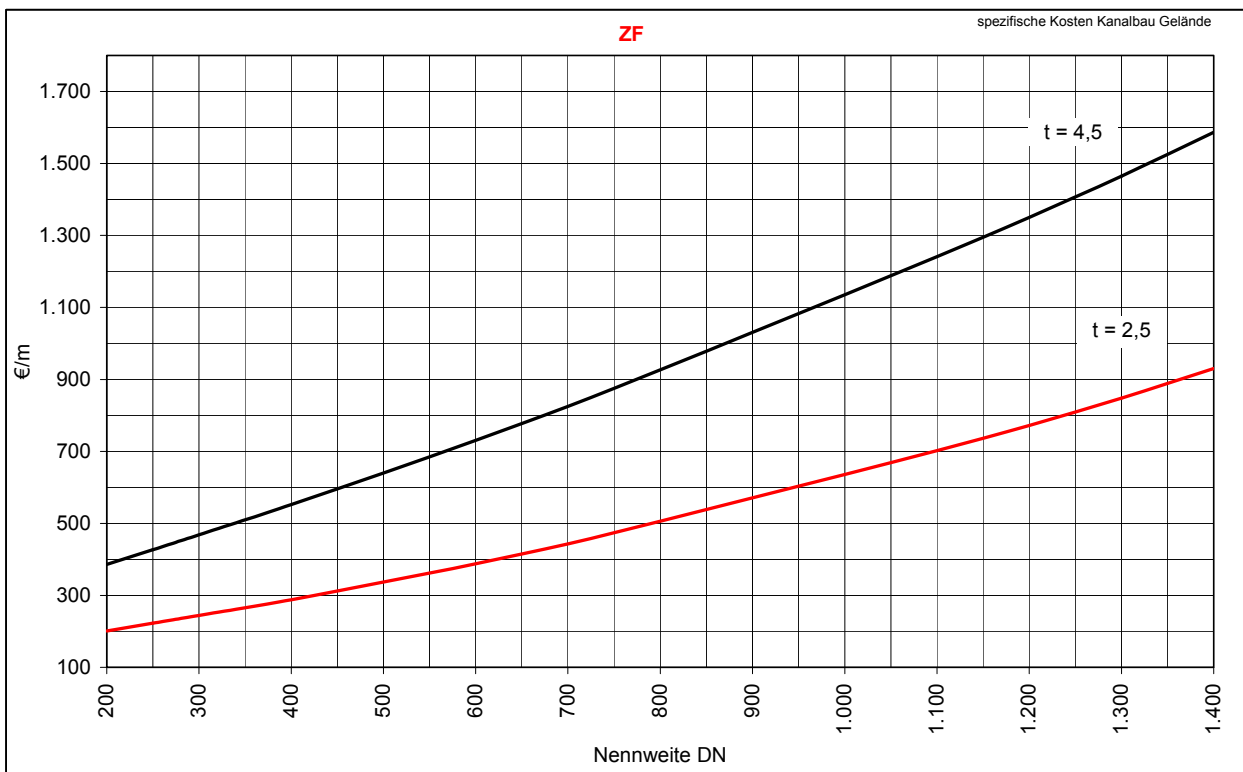


Diagramm 7: Baukosten von Freispiegelsammlern im Gelände (BKL 3-5; Tiefe 2,5 u. 4,5 m)

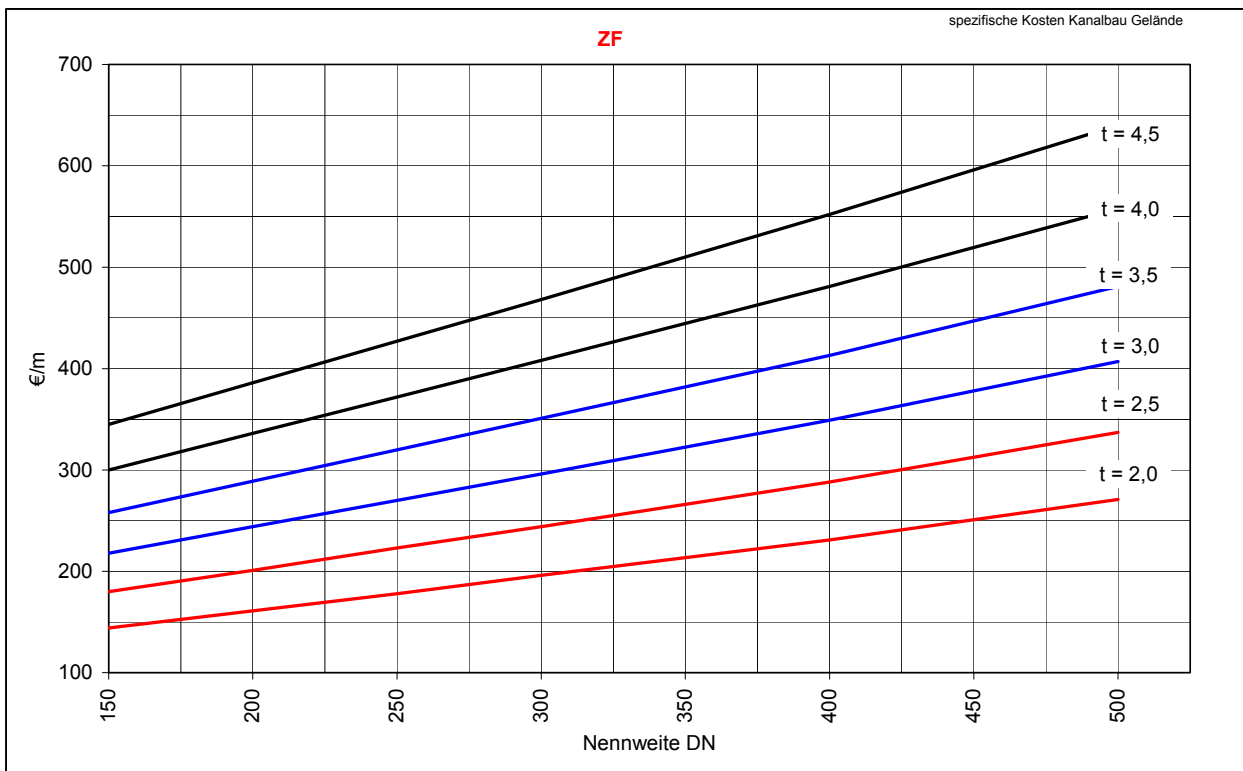


Diagramm 8: Kosten der Freispiegelsammler im Gelände (mittl. Tiefe 2,5...4,5 m)



### 3.1.3 Einfluss des Baugrundes auf die Kosten beim Kanalisationsbau

Während in den Punkten „Baukosten von Freispiegelkanälen im Straßenbereich“ und „Baukosten im Gelände bzw. Straßennebenbereich“ von durchschnittlichen Bodenverhältnissen ausgegangen wurde, vermittelt Diagramm 9 die Tendenz der Baukostenentwicklung in Abhängigkeit ausgewählter Verlegetiefen und Bodenklassen. Zwischenwerte sind abzuschätzen.

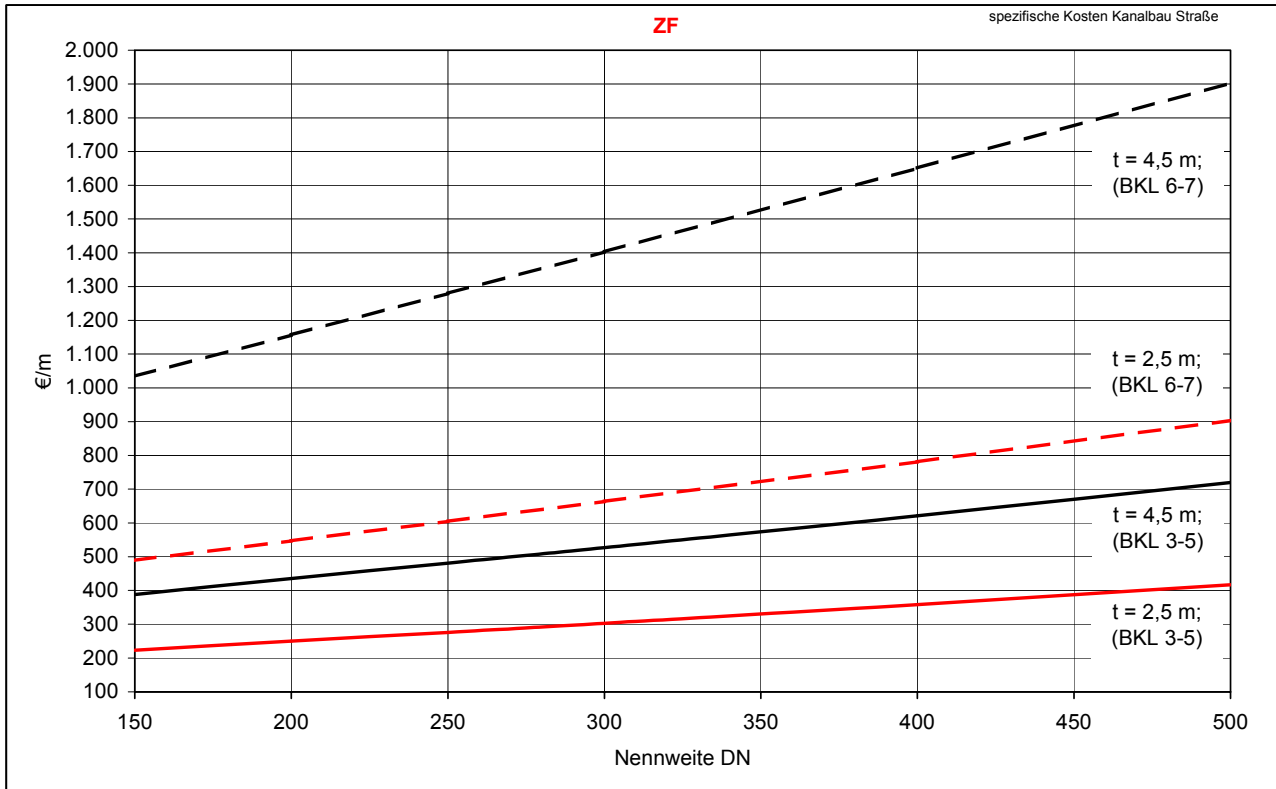


Diagramm 9: Einfluss der Bodenklassen auf Kanalbaukosten im Straßenbereich (Tiefe 2,5 und 4,5 m)

Zu beachten sind Kostenaufschläge nach Tabelle 3 bei fließenden Böden und erhöhtem Grundwasseraufkommen [7].

Baugrund		Kostenaufschläge
1	fließende Böden (incl. Bodenaustausch)	ca. 16 %
2	fließende Böden (ohne Bodenaustausch)	ca. 3 %
3	erhöhtes Grundwasseraufkommen	4...17 % ca. 10 % im Durchschnitt

Tabelle 3: Durchschnittliche Mehraufwendungen beim Kanalbau mit schwierigem Baugrund

### 3.1.4 Schächte und Schachtabstände

Diagramm 10 und Diagramm 11 vermitteln einen Eindruck über den Einfluss der Schachtabstände auf die Kanalbaukosten bzw. auf eine Kostensenkung.

Im Dimensionsbereich bis DN 600 wurde mit einem durchschnittlichen Gesamtaufwand von ca. 1.270 € je Standardschacht gerechnet.

Eine Erhöhung der Schachtabstände eröffnet also Einsparungsmöglichkeiten. Die ursprüngliche Begrenzung auf ca. 50 m Abstand resultiert aus den Möglichkeiten der Reinigungstechnik der vergangenen Jahrzehnte. Moderne Reinigungstechnologien (Hochdruckspülung) erlauben deutlich größere Haltungslängen - z. B. 100 m.

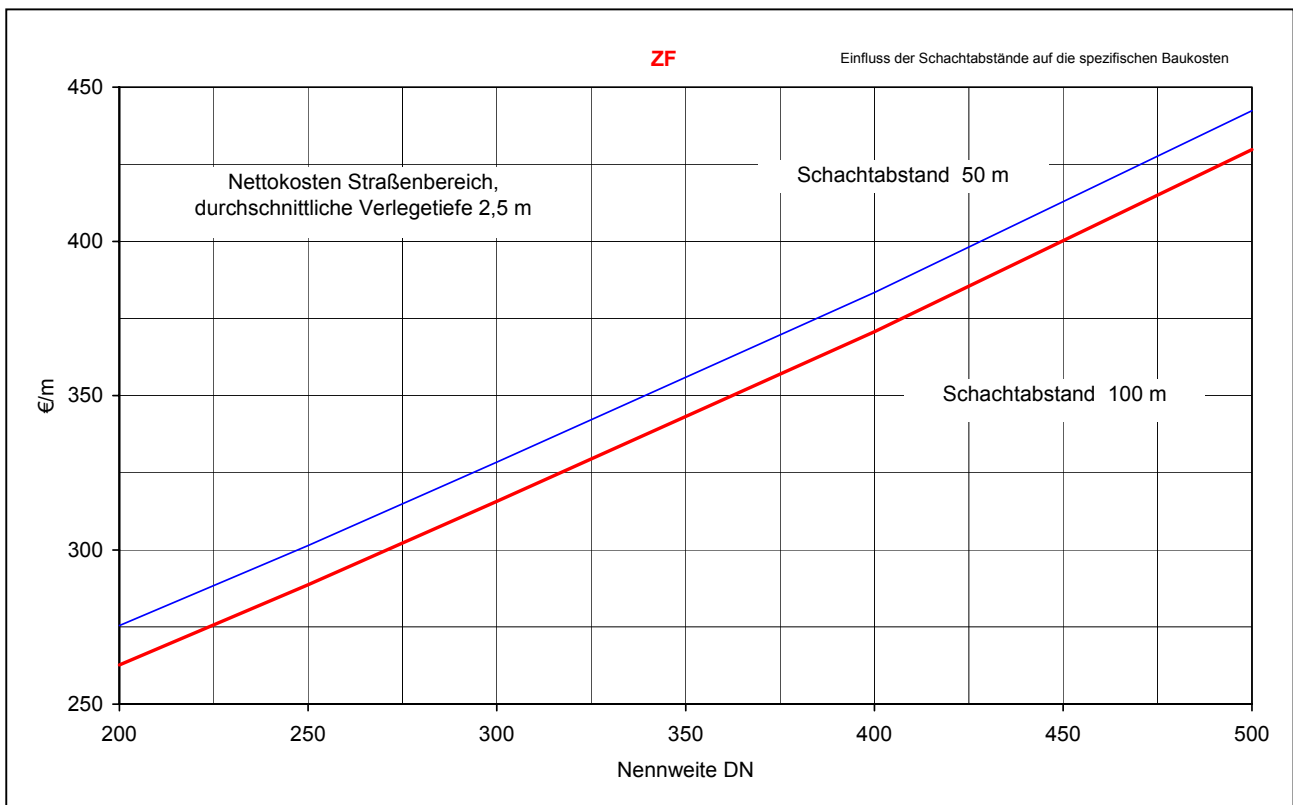
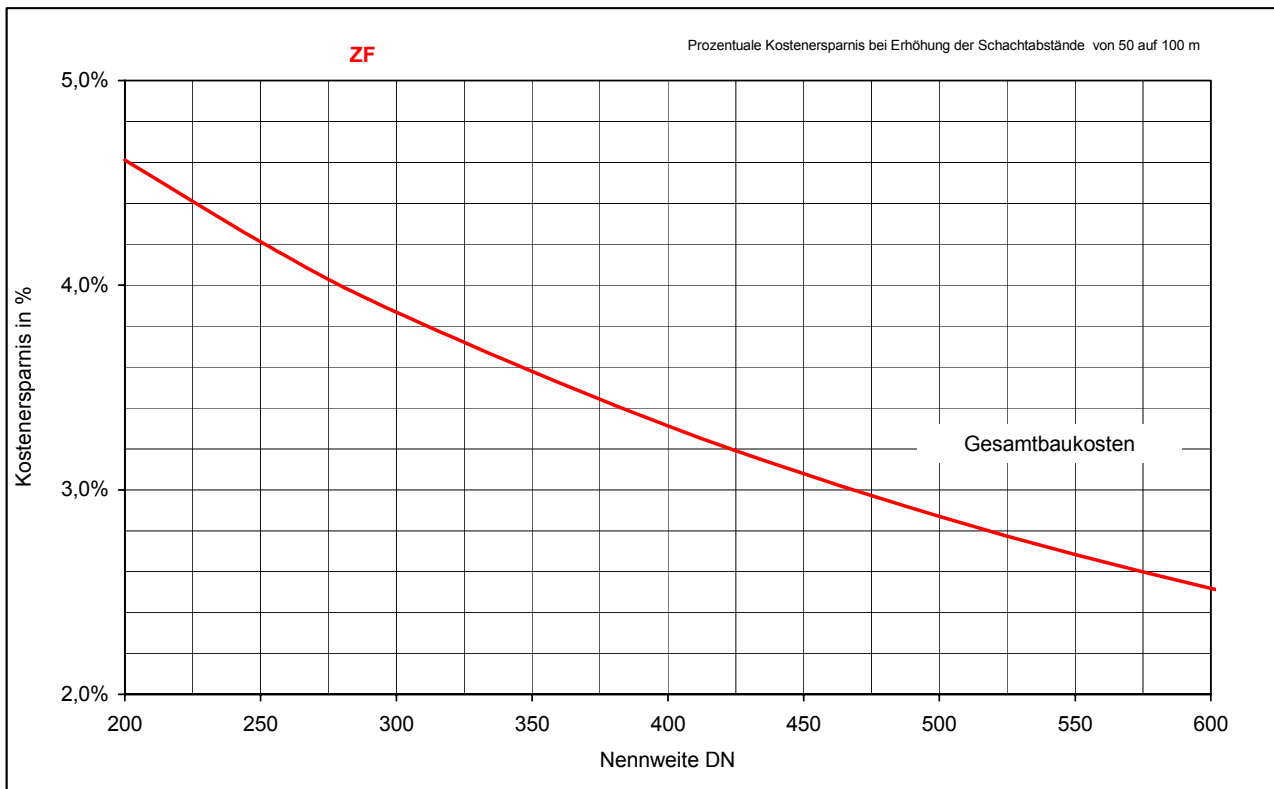
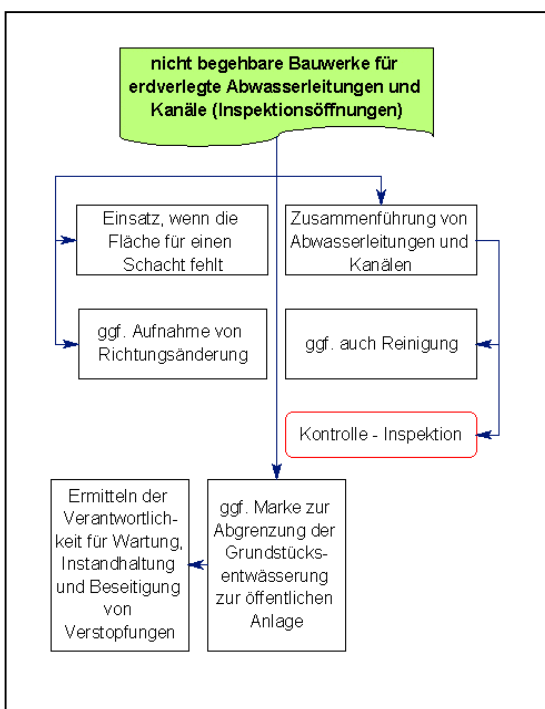


Diagramm 10: Spezifische Kanalkosten in Abhängigkeit der gewählten Schachtabstände



**Diagramm 11: Prozentuale Kostenersparnis in Abhängigkeit der gewählten Schachtabstände**



### 3.1.5 Hausanschlussschächte - Hausanschlussleitungen - Inspektionsöffnungen

Der Einsatz von Hausanschlussschächten ergibt sich aus den Festlegungen der betreffenden Entwässerungssatzung.

Die Aufwendungen für den Anschluss (z. B. Schächte und Anschlusskanal) sind bei Analysen von Kosten, die auf den Grundstückseigentümer zukommen, zu berücksichtigen.

Hierunter zählen auch Aufwendungen für die Anschlüsse innerhalb des Hauses bzw. Grundstückes, die insbesondere bei Umstellung eines Mischsystems auf ein Trennsystem erheblich sein können.

**Abbildung 2: Merkmale der Revisionsöffnungen**

Zu prüfen ist, ob die Hausanschlussschächte ggf. durch die erheblich preiswerteren Revisionsöffnungen (Lieferpreis: 400...500 €/Stück) ersetzt werden können.

## 3.2 Druckleitungen

### 3.2.1 Herkömmliche Verlegetechnik im Rohrgraben

Dem Diagramm 12 sind die Baukosten für Abwasserdruckleitungen in Straßen und im Gelände in Abhängigkeit der Bebauungsdichte zu entnehmen. Bei ungünstigen Platzverhältnissen ist mit einer Kostensteigerung zu rechnen. Bei Verlegung von Druckleitungen im Straßenbereich im ländlichen Raum ist in der Regel die mittlere Kurve zu wählen.

Notwendige Be- und Entlüftungsschächte im üblichen Umfang sind in den Kostenzielfunktionen enthalten.

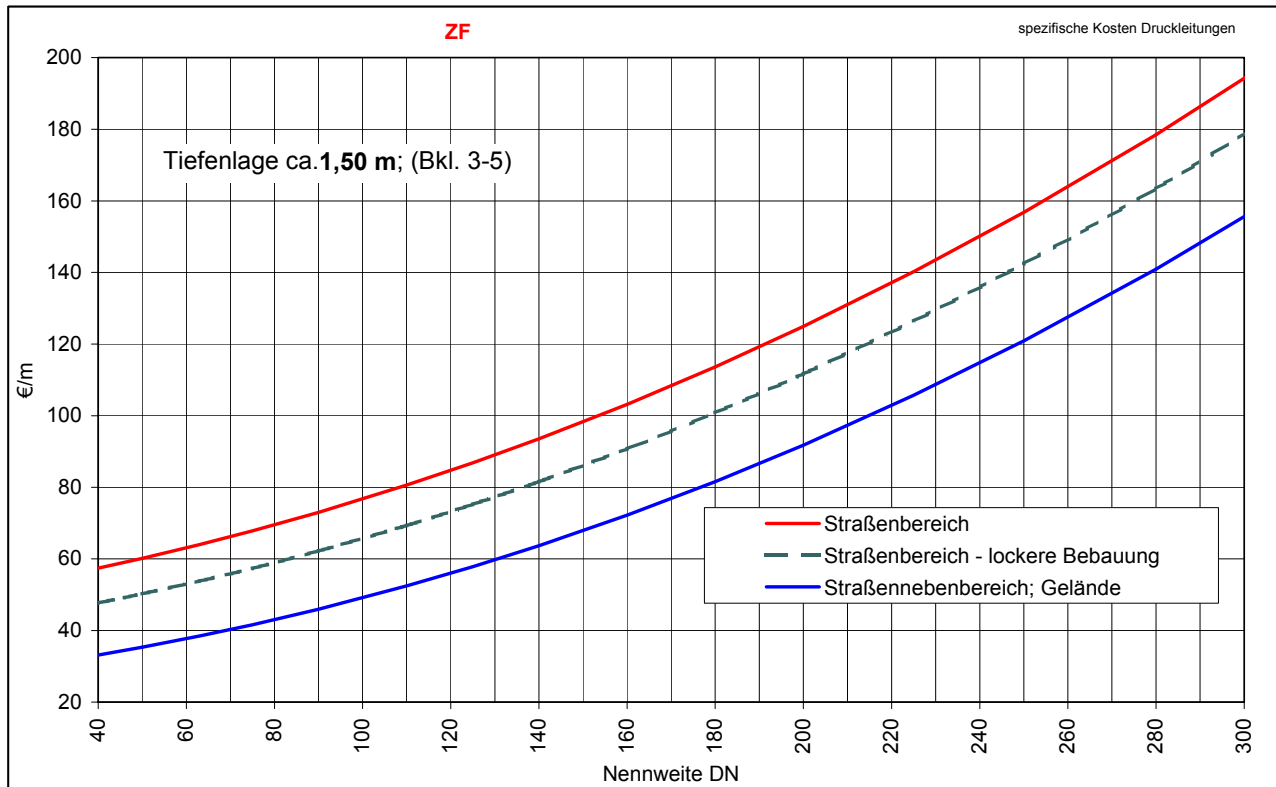


Diagramm 12: Baukosten von Abwasserdruckleitungen in Straßen und im Gelände

### 3.2.2 Alternative Verlegetechniken

#### 3.2.2.1 Grabenlose Verlegetechnik



Die Kosten für den Vortrieb je Meter entsprechen ohne Nebenkosten ungefähr dem halben Betrag des Nenndurchmessers in €, also der Vortrieb von einem Meter DN 80 kostet etwa 40 €.

Der Aufwand für die gesondert zu kalkulierenden Nebenkosten gliedert sich in die Aufwendungen für Anfahrt, Start- und Zielgruben für Zusatzschächte, Herstellung von Anschlüssen, Be- und Entlüftungseinrichtungen. In der Regel ist für die Kostenplausibilitätsprüfung eine Einzelfallbewertung notwendig.

Ein Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass sich stark wasserhaltige Böden bzw. hohe Grundwasserstände weniger kostenerhöhend auswirken.

Eventuell kann bei einer größeren Auftragssumme die entsprechende Kostenzielfunktion für eine Druckleitung im Straßenbereich zur Plausibilitätsprüfung herangezogen werden.

### 3.2.2.2 Einpflügen oder Fräsen



Die reinen Gesamtnettokosten pro Meter entsprechen bei beiden Verfahren etwa einem viertel bis halben Betrag der Nennweite in €, also die Verlegung - Vortrieb - von einem Meter DN 80 kostet etwa 20...40 €.

Für Nennweiten  $\leq$  DN 150;  $t \leq 2$  m bieten sich bei unbefestigtem Gelände Pflügen und Fräsen zur kostengünstigen Verlegung an. Als Vorteile können genannt werden:

- hohe Verlegeleistungen;
- keine Wasserhaltung;
- kein Verbau;
- kaum Wiederherstellungsaufwand.

Ein Unterschied zwischen Pflügen und Fräsen besteht darin, dass beim Einpflügen die Rohrlieferkosten auf Grund der größeren Festigkeit meist etwas höher ausfallen.

## 3.3 Abwasserpumpwerke

Diesem Gliederungspunkt sind Zielfunktionen über Kosten für Abwasserpumpwerke mit einer Förderleistung von bis zu 80 l/s entnehmbar.

Zu beachten ist, dass Aufwendungen für Pumpwerke auf dem Gelände der Kläranlage, z. B. auch Schneckenpumpwerke, in den Investkosten der Kläranlagen  $> 1.000$  EW bereits enthalten sind.

Sie werden also nicht gesondert betrachtet.

Die Investitionskosten für eine Pumpstation innerhalb des Kanalnetzes werden besonders von 3 Kostenfaktoren beeinflusst:

- Trockenaufstellung
- Förderhöhe
- Fördermenge

Weitere Kostenfaktoren sind:

- Standort
- Tiefenlage
- Abwasserbeschaffenheit

Die Nassaufstellung ist in jedem Fall kostengünstiger als die Trockenaufstellung, da die entstehenden Aufwendungen für das Bauwerk entsprechend niedriger sind.

Nachteilig bei der Nassaufstellung ist jedoch, dass die Wartung mit größerem Aufwand verbunden ist und nur spezielle Pumpen für diese Betriebsart geeignet sind.

### 3.3.1 Fertigteilpumpwerke mit Nassaufstellung

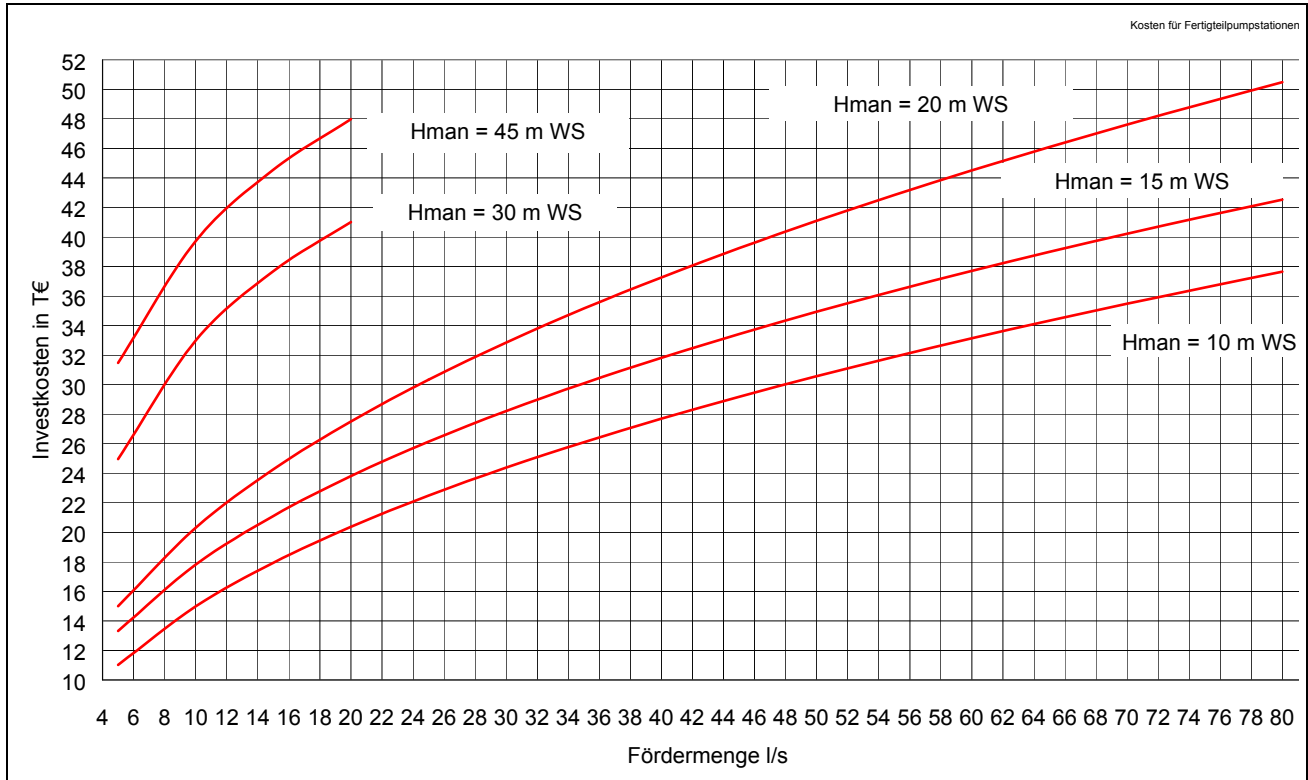


Diagramm 13: Investitionskosten für Fertigteilpumpwerke (2 Pumpen)

Die im Diagramm 13 dargestellten Kosten beziehen sich auf Pumpwerke mit 2 Pumpen und dem entsprechenden maximal 4 m tiefen Pumpenschacht. Die 2. Pumpe dient als Reserve.

Da die Pumpen nass aufgestellt werden, besteht der Schacht aus Standardelementen und somit aus nur einem Sammelraum mit geeignetem Volumen.



Die Aufwendungen für Pumpwerke mit nur einer Pumpe liegen in der Regel ca. 15 bis 20 % unter den o. g. Kosten.

Bei Hauspumpwerken sind die Kosten für Pumpwerke mit nur einer Pumpe gemäß Punkt 3.4.1 „Druckentwässerungssystem“, Seite 23 anzusetzen.

### 3.3.2 Investitionskosten für Biofilter an Zwischenpumpwerken

Die Abwasserableitung im dünnbesiedelten Raum erfolgt aus wirtschaftlichen Gründen meist durch Druckleitungen. Auf Grund der langen Transportwege und der verhältnismäßig geringen Abwassermengen fault oftmals das Abwasser. Dadurch sind in ungünstigen Fällen Geruchsbelästigungen wahrscheinlich.

Aus diesem Grund kann z. B. der Einbau einer Biofilteranlage notwendig werden.

Eine Biofilteranlage (ca. 6 m<sup>3</sup> Filtermaterial) für ein Zwischenpumpwerk für das Abwasser eines ländlichen Einzugsgebietes, in dem 10.000 Einwohner leben, kostet ca. 11,6 T€ zzgl. Fundamentplatte, Stromzuführung, frostfrei verlegte Wasserzuführung und USt..



Grundsätzlich gibt es auch noch andere Verfahren zur Vermeidung von Geruchsbelästigungen, deren Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit ggf. gleichberechtigt nachzuweisen wären.

### 3.4 Sonderentwässerungssysteme

In der Regel führen Sonderentwässerungen in relativ dünnbesiedelten Gebieten zu Vorteilen, weil sich durch zu geringe Einwohnerdichte beim Freispiegelkanal sehr hohe spezifische Kanalkosten pro Einwohner ergeben. Auf Grund der geringen Rohrdurchmesser bei den Sonderentwässerungen und der damit verbundenen - deutlich geringeren spezifischen - Verlegekosten können wirtschaftliche Vorteile entstehen.

Sonderentwässerungen werden auch dann für Siedlungsteile eingesetzt, wenn die Freispiegelentwässerung zu großen Verlegetiefen und damit zu hohen Baukosten führt.

#### 3.4.1 Druckentwässerungssystem

Bei Anwendung der Druckentwässerung zur Schmutzwassersammlung in Orten bzw. Ortsteilen werden im Normalfall PE-Druckleitungen DN 50 bis DN 110 eingesetzt.

Die Zielfunktionen können dem Diagramm 12 auf Seite 20 entnommen werden.

Unterhalb DN 80 werden zur Förderung von Rohabwasser grundsätzlich Schneidradpumpen genutzt.

Für Hauspumpwerke kommen üblicherweise „Fertigteil-Kompaktumpwerke“ zum Einsatz. Dabei handelt es sich oft um Fertigteilschächte, die mit einer Tauchpumpe geringer Fördermenge, meist  $\leq 5$  l/s und einer Förderhöhe  $\leq 10 \dots 15$  m ausgerüstet sind.

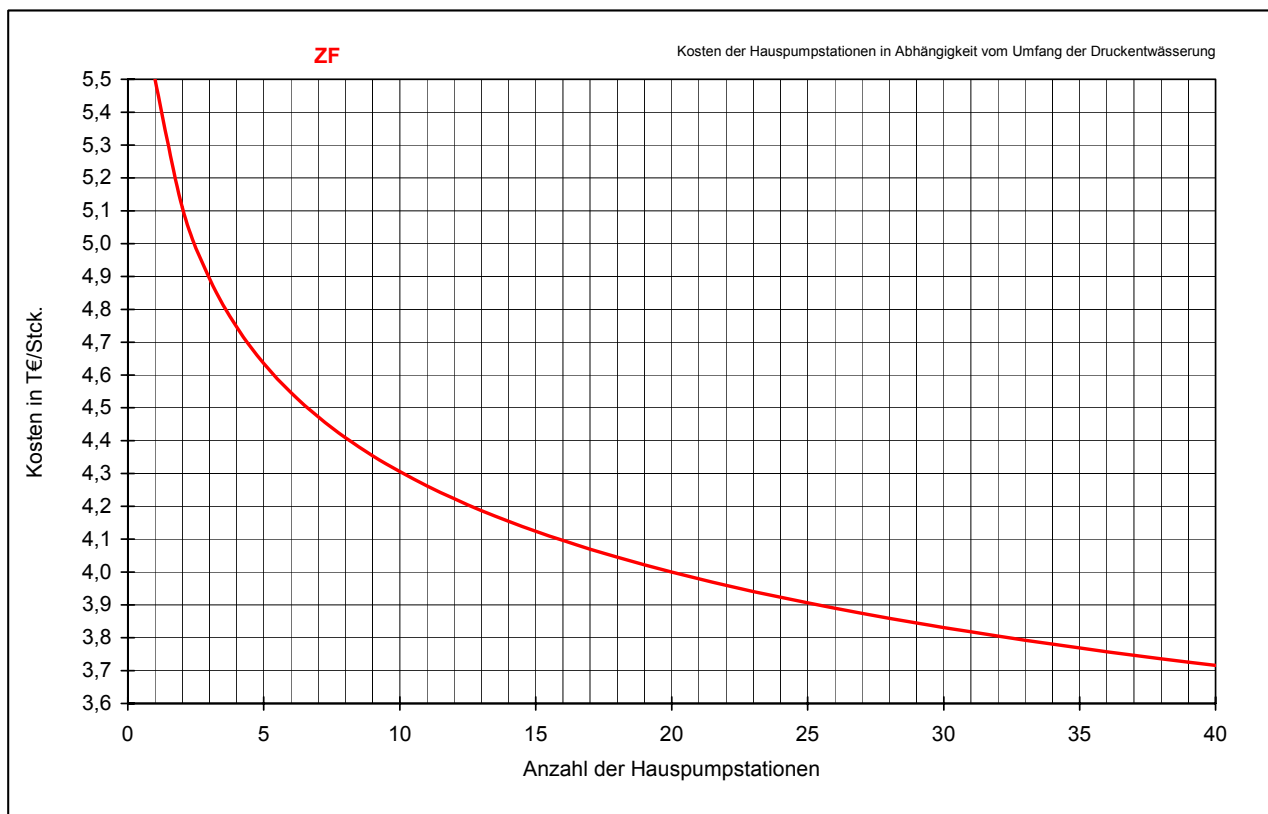
Die Investitionskosten solcher Fertigteilpumpwerke betragen ca. 5 T€.

Bei der Errichtung einer kompletten Druckentwässerung, z. B. für eine ganze Gemeinde, sind mit steigender Stückzahl deutliche Kostenersparnisse möglich (Diagramm 14).

Es gibt jedoch auch Abwasserhebestationen, die geruchsdicht im Keller eines Hauses installiert werden können. Die Förderhöhe ist mit 5...6 m weniger für ein Druckentwässerungssystem geeignet. Die Gesamtlieferkosten einschließlich einer Handpumpe für den Notfall betragen ca. 1,8 T€.



Eine Plausibilitätsprüfung der Wirtschaftlichkeitsgrenze des Einsatzes der Druckentwässerung kann [8] nach Anlage, Punkt 2.3 vorgenommen werden.



*Diagramm 14: Investitionskosten von Hauspumpwerken in Abhängigkeit von der Einkaufsmenge*

### 3.4.2 Vakuumentwässerung

Die Kosten für die Vakuumentwässerungen entsprechen in etwa den Druckentwässerungen.

Die Hausanschlussschächte - durchschnittlich 1 T€ je Schacht - sind bei der Vakuumentwässerung jedoch deutlich preiswerter.<sup>3</sup>

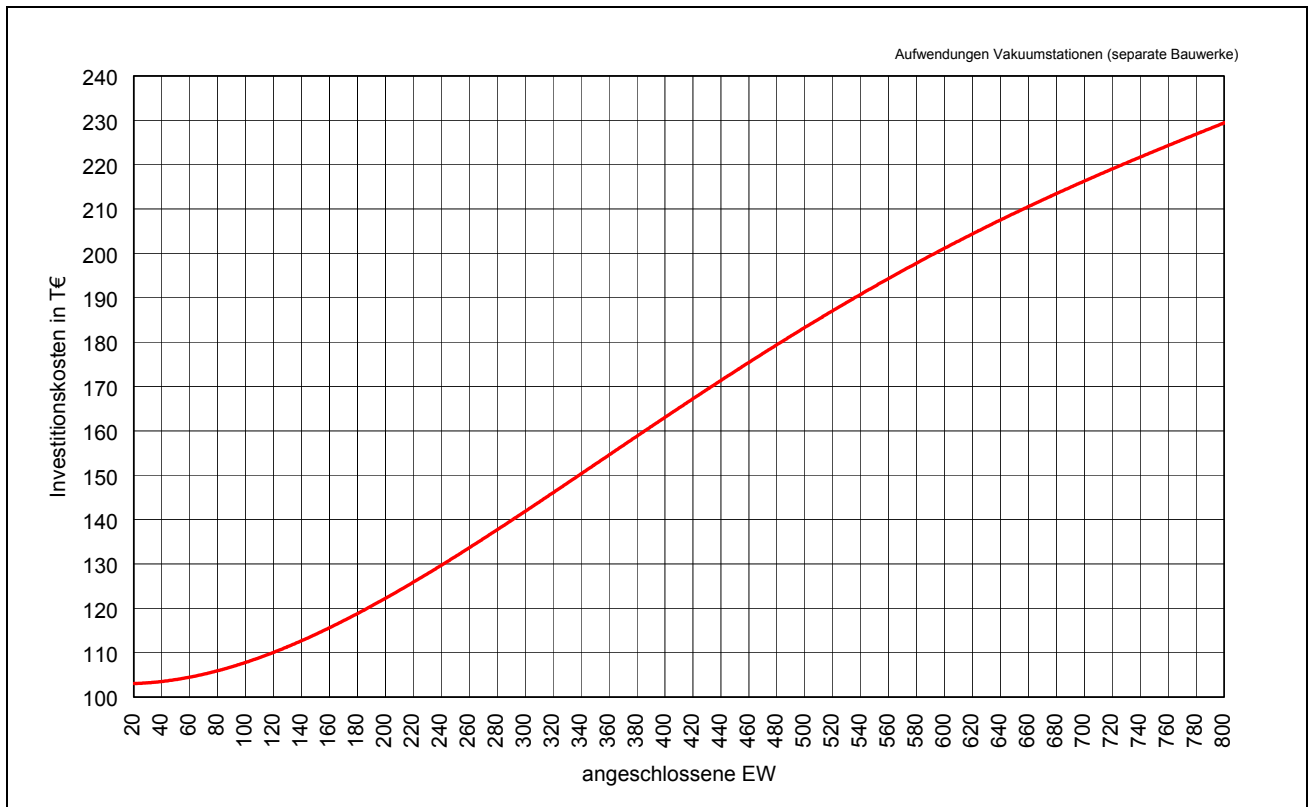
Ungünstig schlagen dagegen die relativ aufwendigen Vakuumstationen zu Buche.

Nachfolgendes Diagramm gibt einen Überblick zur Größenordnung des erforderlichen Investitionsvolumens der Vakuumstationen<sup>4</sup> in Abhängigkeit von den anzuschließenden Einwohnern.

<sup>3</sup> Die Preise bewegen sich zwischen 700 und ca. 1.400 €/Schacht. Überfahrbare Schächte sind erheblich teurer.

<sup>4</sup> Die Preise betreffen eine Station mit eigenem Baukörper. Erfolgt die Unterbringung in bereits vorhandene bzw. noch anderweitig genutzte Bauwerke ist u. U. mit einer Kostensenkung zu rechnen.





*Diagramm 15: Investitionsaufwendungen Vakuumstationen (incl. eigener Baukörper; ohne Hausanschlussschächte)*

Es wurden auch Vakuumstationen realisiert, die in etwa 25 bis 30 % unter den Kosten nach Diagramm 15 liegen. Im Einzelfall ist jedoch zu prüfen, ob ein niedriger Preis auf eine Senkung des Gebrauchswertes zurückzuführen ist, z. B. infolge des Verzichtes auf erforderliche Sicherheiten.

Bei den Kosten nach Diagramm 15 ist von einem Verhältnis der Bau- und Ausrüstungsanteile von etwa 50 : 50 auszugehen.

Die technische Einsatzgrenze der Vakuumentwässerung liegt bei geodätischen Höhenunterschieden von < 3...4 m im Einzugsgebiet.

### 3.4.3 Vergleich zwischen der Druck- und Vakuumentwässerung

Diagramm 16 erlaubt eine Abschätzung unter welchen Voraussetzungen eine Druckentwässerung und unter welchen Voraussetzungen eine Vakuumentwässerung interessant wird. Die Abschätzung erfolgt hier auf Basis der Investitionskosten, da bei Kompaktpumpstationen einerseits und den Vakuumstationen (zzgl. Hausanschlüsse) andererseits von einem ähnlichen Verhältnis zwischen Bau- und Ausrüstungsanteilen auszugehen ist.

Der Aufwand für das Leitungsnetz ist von der Größenordnung her ebenfalls vergleichbar und kann somit bei dieser ersten Plausibilitätsprüfung vernachlässigt werden.

Der Energieaufwand ist ebenfalls in etwa vergleichbar.

Im Vergleich der Systeme sind eventuell Betriebskostendifferenzen bei den Wartungskosten vorstellbar. Erhebliche gegenläufige Tendenzen werden nicht erwartet.

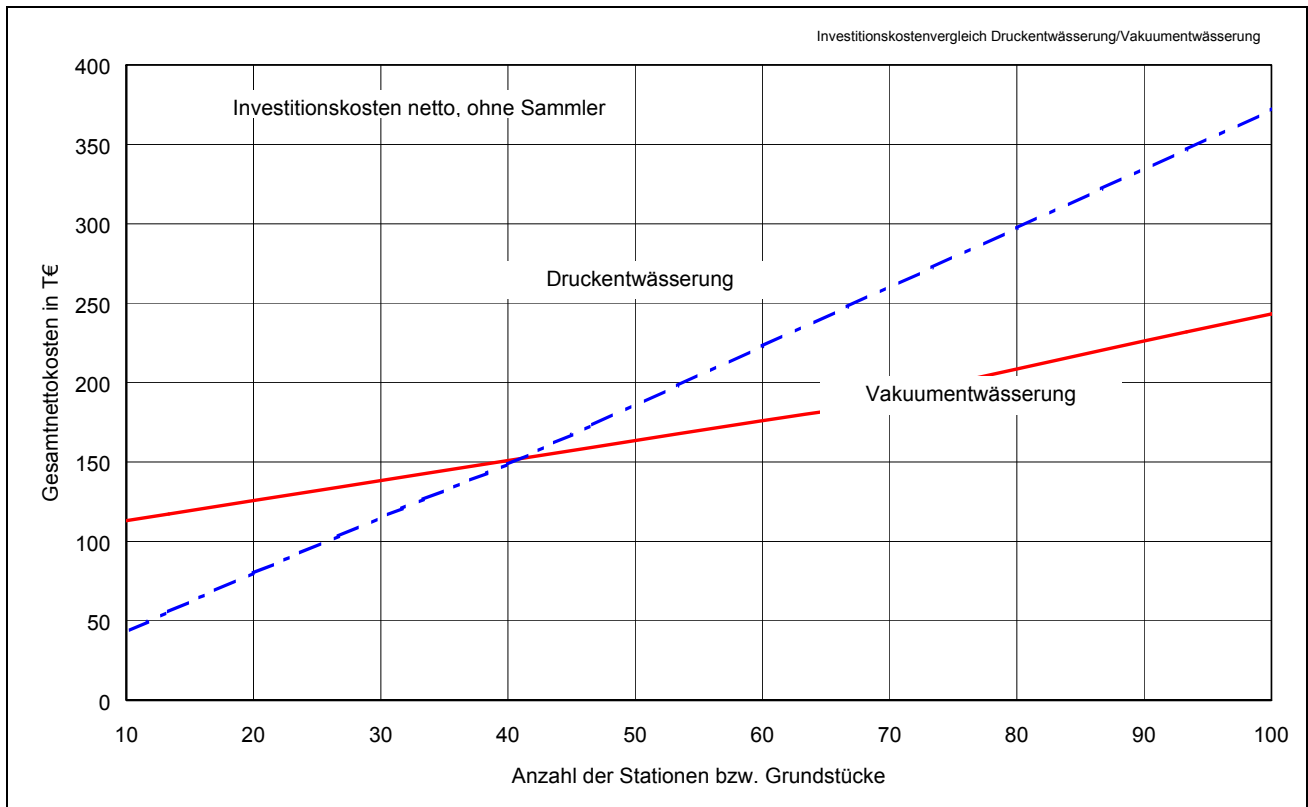


Diagramm 16: Kostenvergleich zwischen Druck- und Vakuumentwässerung (bei durchschnittlich 3 EW/Anschluss bzw. Grundstück)

Insgesamt zeigt sich, dass eine Voraussetzung für den wirtschaftlichen Einsatz der Vakuumentwässerung die hinreichend große Anzahl anzuschließender Grundstücke ist.

Im Bereich von 25...55 Hauspumpwerken bzw. Hausanschlussschächten für die Vakuumentwässerung sollte im Einzelfall ein detaillierter Jahreskostenvergleich zur ergänzenden Prüfung durchgeführt werden. Dabei sind natürlich auch die Vor- und Nachteile beider Verfahren zu erörtern und zu bewerten.

### 3.5 Regenwassersammlung und -ableitung im dünnbesiedelten Raum

Dem Regelwerk der ATV und einschlägiger Fachliteratur ist zu entnehmen, wie im Einzelnen die Abwasserbeseitigung im ländlichen Raum zweckmäßig zu gestalten ist.

Für den ländlichen Raum gilt u. a.:

1. Die Versickerung des unverschmutzten Regenwassers hat Vorrang.
2. Regenwasser ist nur dann zu sammeln und abzuleiten, wenn dessen Ableitung zur Vermeidung von Schäden unerlässlich ist.

Einen Überblick über die **mittleren** Nettobaukosten verschiedener Versickerungsverfahren erlaubt Diagramm 17.

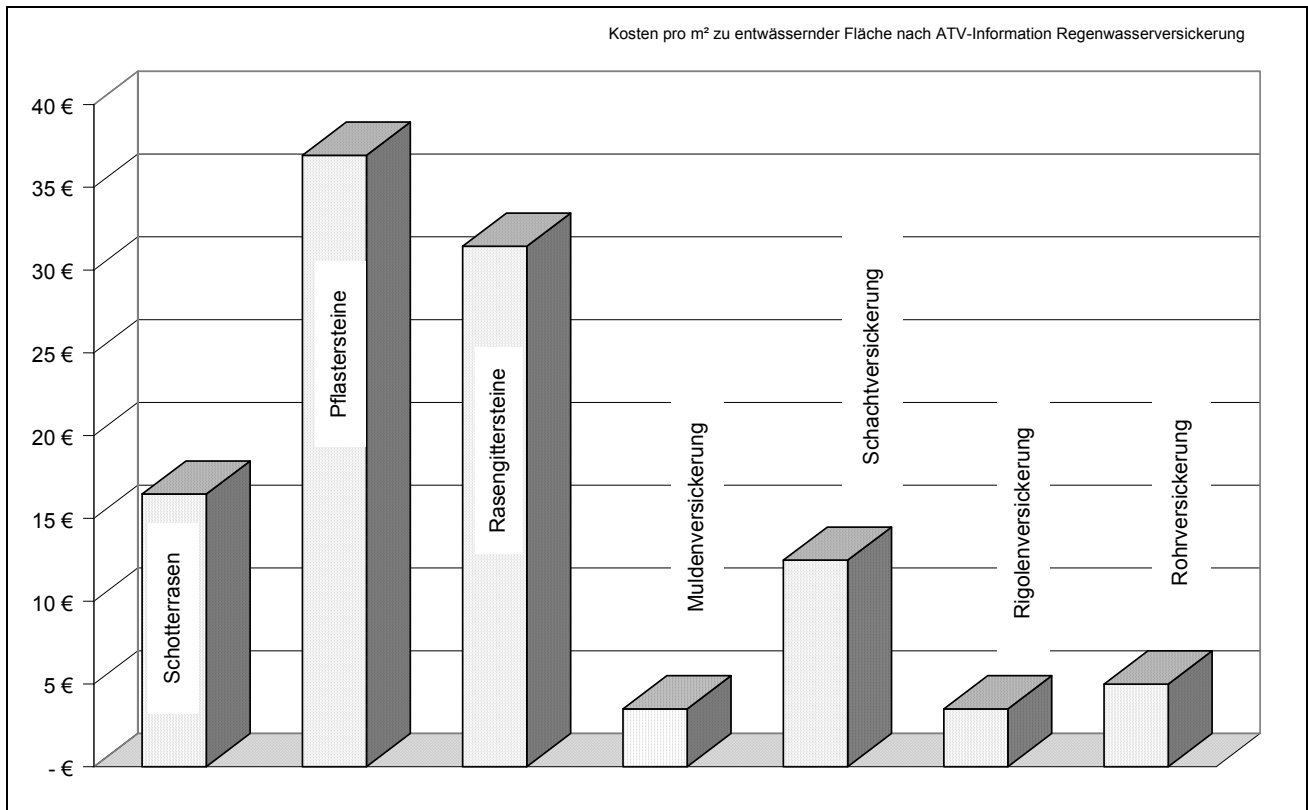


Diagramm 17: Nettobaukosten je m<sup>2</sup> von Versickerungsanlagen - nach [9]

Für Investitionskosten der Regenwasserableitung gelten die Angaben im Punkt 3.1 ab Seite 12.

## 4 Investitionskosten ausgewählter Abwasserbehandlungsverfahren

### 4.1 Grundsätzliche Hinweise

Die in den Diagrammen ausgewiesenen Kosten für die Abwasserbehandlung sind die Gesamtnettokosten einschließlich Planung, ohne Kosten für den Grundstückserwerb und die Erschließung außerhalb des Grundstückes der Abwasserbehandlungsanlage.



In den Kostenangaben für Kläranlagen  $\leq 1.000$  EW sind keine einmaligen und laufenden Aufwendungen für eine ggf. erforderliche Abwasserhebung enthalten.

Die dargestellten Bereiche der Kostenzielfunktionen sind nicht mit Wirtschaftlichkeitsgrenzen identisch<sup>5</sup>. Die jeweilige Wirtschaftlichkeit der einzelnen Verfahren ist von der Situation vor Ort, den Finanzierungsgegebenheiten und insbesondere auch von den nicht monetären Aspekten abhängig!

<sup>5</sup> Grundsätzlich steigen mit der Anlagengröße die Betriebskosten von Stabilisierungsanlagen. Andererseits schlagen mit zunehmender Anlagengröße bei Faulanlagen hohe Finanzierungskosten ungünstig zu Buche.

Eine Gefahr beim Sparen besteht im unbekanntem Niveau des Qualitätssprunges von einer höheren in eine minderwertige Qualität - unter Verlust des ursprünglich zugesicherten Gebrauchswertes.

Die Erkenntnis über Gebrauchswertnachteile kann sich dabei auch erst nach vielen Jahren bei der Erweiterung einer Anlage zeigen. Dann nämlich, wenn Kosten, die beim Neubau gespart wurden, um ein Vielfaches im Rahmen der Anlagenerweiterung zusätzlich aufgebracht werden müssen.

Das gilt beispielsweise für die Investitionskosten sparende Kompaktierung von Belebungs- und Nachklärbecken in einem Bauwerk. Die Erweiterung bereitet Schwierigkeiten und erhöhten Aufwand, wenn entweder nur das Belebungsbeckenvolumen vergrößert werden müsste oder ein größeres Nachklärbecken von Vorteil wäre. Bei der Minimierung des Belebungs- und Nachklärbeckenvolumens auf der Grundlage von Modellrechnungen mit dem Ziel der Investitionskosten senkung darf nicht übersehen werden, dass damit erhebliche Nachteile für den Anlagenbetrieb in Kauf genommen werden.

Dazu ist festzustellen, dass die wichtigsten Anlagenteile einer Kläranlage - Belebungs- und Nachklärbecken - mit 20...30 % der Gesamtkosten einer Kläranlage zugleich die preiswertesten Anlagenteile sind.



Die Minimierung von Belebungs- und Nachklärbeckenkapazität aus Kostengründen führt zwangsläufig zu einem Gebrauchswertverlust.

Auswirkungen von Überbemessungen im zulässigen und im unzulässigen Rahmen auf die Refinanzierbarkeit kommunaler Kläranlagen sind mit Hilfe des Programms „*abwasser.exe*“ kalkulierbar [10].

## 4.2 Teich- und teichähnliche Kläranlagen

Natürlich belüftete Abwasserteiche (Diagramm 18) sind bei günstigen Bauverhältnissen nicht nur die preiswertesten Kläranlagen in der Herstellung, sondern auch noch die Kläranlagen mit den niedrigsten Betriebskosten. Insbesondere besteht der Vorteil darin, dass in der Regel keine Energiekosten für die Belüftung und für die Schlammstabilisierung entstehen. Der Einsatzbereich erreicht etwa 1.000 Einwohner. Ein wesentlicher Nachteil besteht ggf. in dem hohen Flächenbedarf. Der natürlich belüftete Abwasserteich zählt zu den flächenintensivsten Kläranlagen (nach HOSANG [11] 10-15 m<sup>2</sup>/EW). Das Leistungsvermögen von natürlich belüfteten Abwasserteichen ist offensichtlich noch nicht ausgereizt<sup>6</sup>. Die Kosten nach Diagramm 18 beinhalten auch die Aufwendungen für die Vorklärung. Kosten für künstlich belüftete Abwasserteiche sind dem Diagramm 19 zu entnehmen.

---

<sup>6</sup> Nach EVENS (Kanada) in NETTER [12] können bei Simultanfällung für die P-Elimination in Verbindung mit einem intermittierend betriebenen Sandfilter (Fläche 1,8 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>d) Ammoniumablaufwerte unter 5 mg/l erzielt werden.

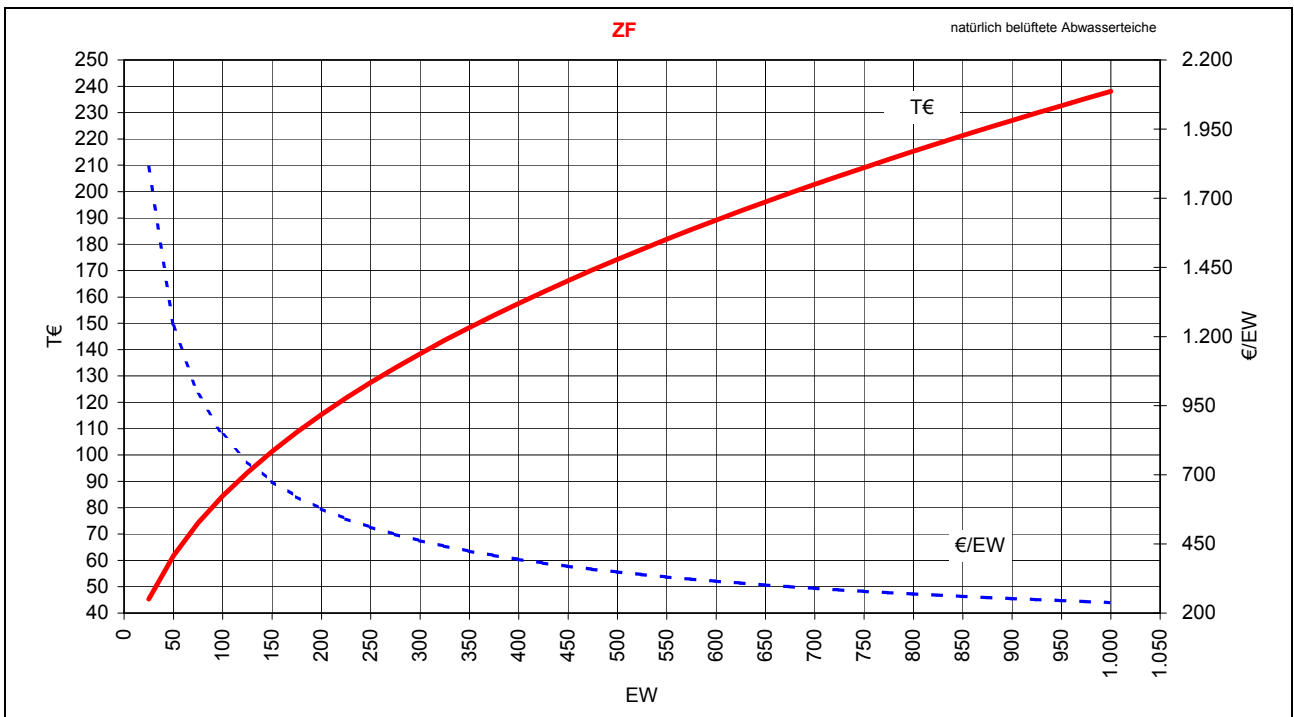


Diagramm 18: Natürlich belüftete Abwasserteiche - Investkosten

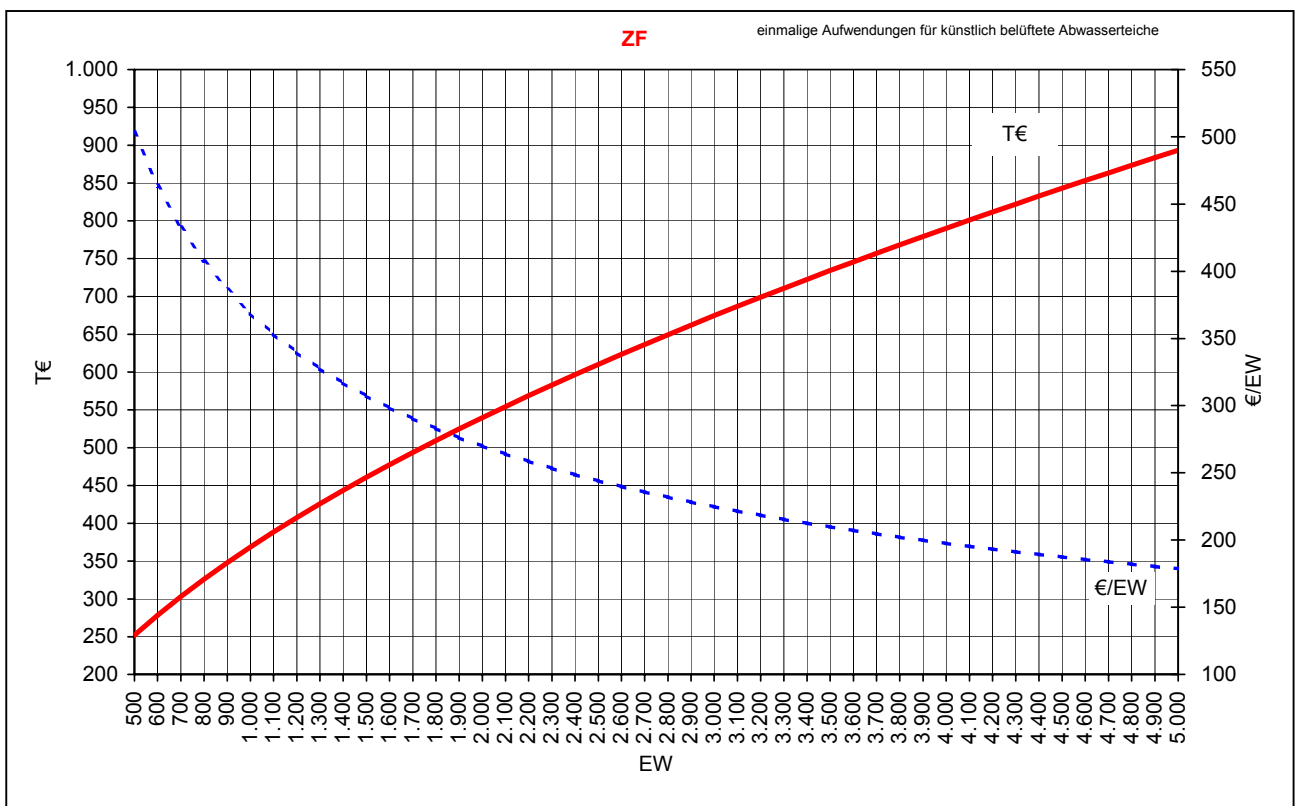
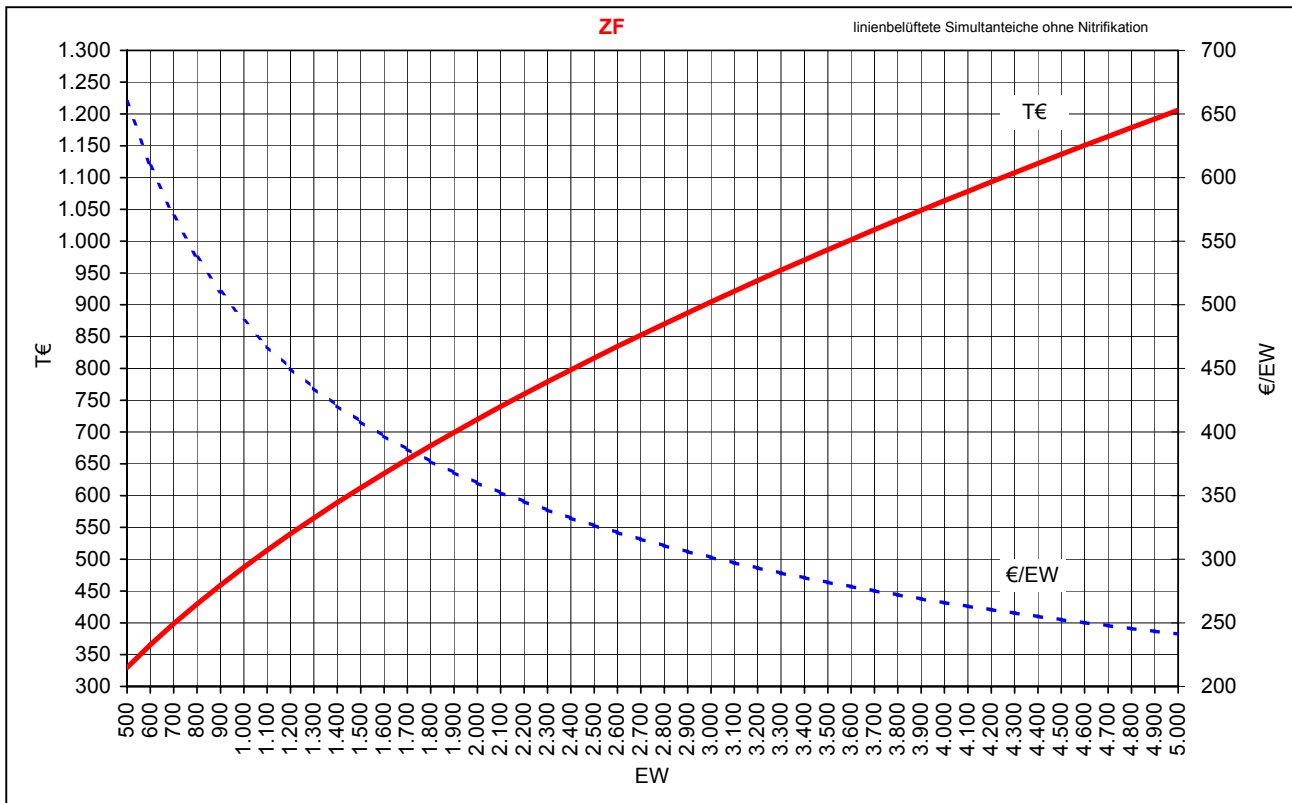


Diagramm 19: Künstlich belüftete Abwasserteiche - Investkosten



*Diagramm 20: Simultanteichanlagen ohne Nitrifikation - Investkosten*

Simultanteiche sind bewährte, linienbelüftete Abwasserteiche, in denen alle erforderlichen Reinigungsprozesse und die anaerobe Schlammbehandlung gleichzeitig (simultan) in einem Becken vorgenommen werden, ohne dass es dabei zu Geruchsproblemen kommt. Von besonderem Vorteil ist die beinahe kostenlose anaerobe Schlammstabilisierung bei Schlammstapelzeiten von über 10 Jahren.

In der Regel verfügen Simultanteiche über keine Nitrifikation. Die Kostenzielfunktion für Anlagen ohne Nitrifikation sind dem Diagramm 20 zu entnehmen.

Die Aufwendungen beinhalten:

- Massenausgleich,
- Abdichtung gegen den Untergrund und Wellenschutz durch Folie,
- Komplette Leitungen einschließlich Umgehung mit Schächten und Schnellschluss-Schieber,
- Betriebsgebäude mit Holzfertigteilhaus sowie Betriebs-, Geräte- und Verdichterraum, Wegebefestigung,
- Parkfläche,
- Umzäunung mit Tor und Tür,
- Schönungsteich,
- Schwimmende Belüfter,
- E- und MSR-Technik.

Der Aufwand für den Grunderwerb ist nicht enthalten!

Sollen Simultanteichanlagen jedoch nitrifizieren, so werden entsprechende Bewuchskörper eingesetzt. Daraus folgt ein leichter Kostenanstieg (Diagramm 21).

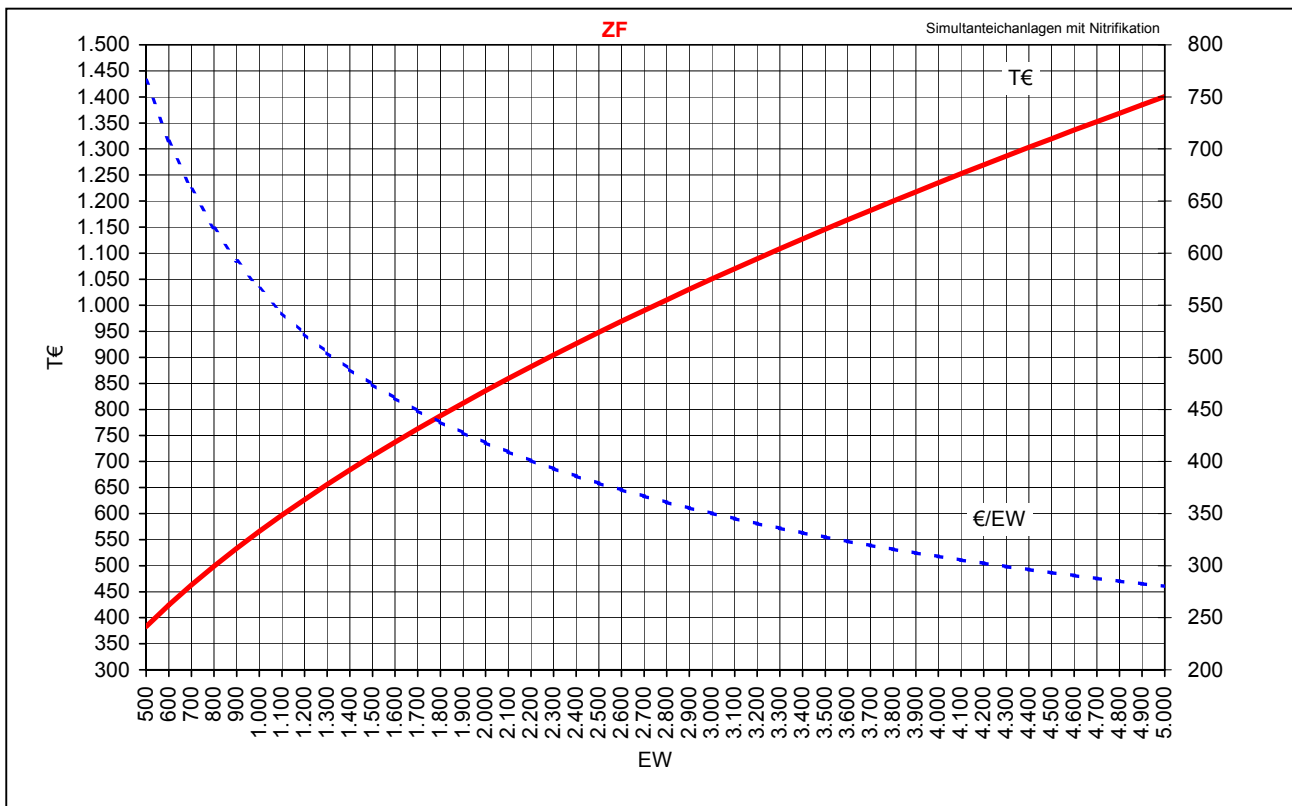


Diagramm 21: Simultanteichanlagen mit Nitrifikation - Investkosten

#### 4.2.1 Pflanzenkläranlagen - vertikal durchströmt - bis 50 EW

Diese Kosten beruhen auf Angeboten im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung.

Die Kurven wurden geglättet und für das Jahr 2003 auf Grund einer Prognose hochgerechnet.

Die dargestellten Aufwendungen entstehen bei der Errichtung durch fachkundige sowie erfahrene Firmen und beinhalten den Neubau der Vorklärung. Bei der Errichtung dieser Pflanzenkläranlagen, unter Verwendung von Bausätzen, können sich die Fremdleistungen um bis zu 50 % verringern, wenn die Kostendifferenz durch Eigenleistung erbracht wird.

In einem Fall wurde beobachtet, dass das Angebot einer Firma deshalb deutlich überhöht war, weil sie mit der doppelten Fläche je Einwohnerwert kalkulierte. Über die tatsächlich erforderliche Fläche gibt es noch unterschiedliche Auffassungen. Dieses Angebot wurde bei den Diagrammen nicht berücksichtigt!

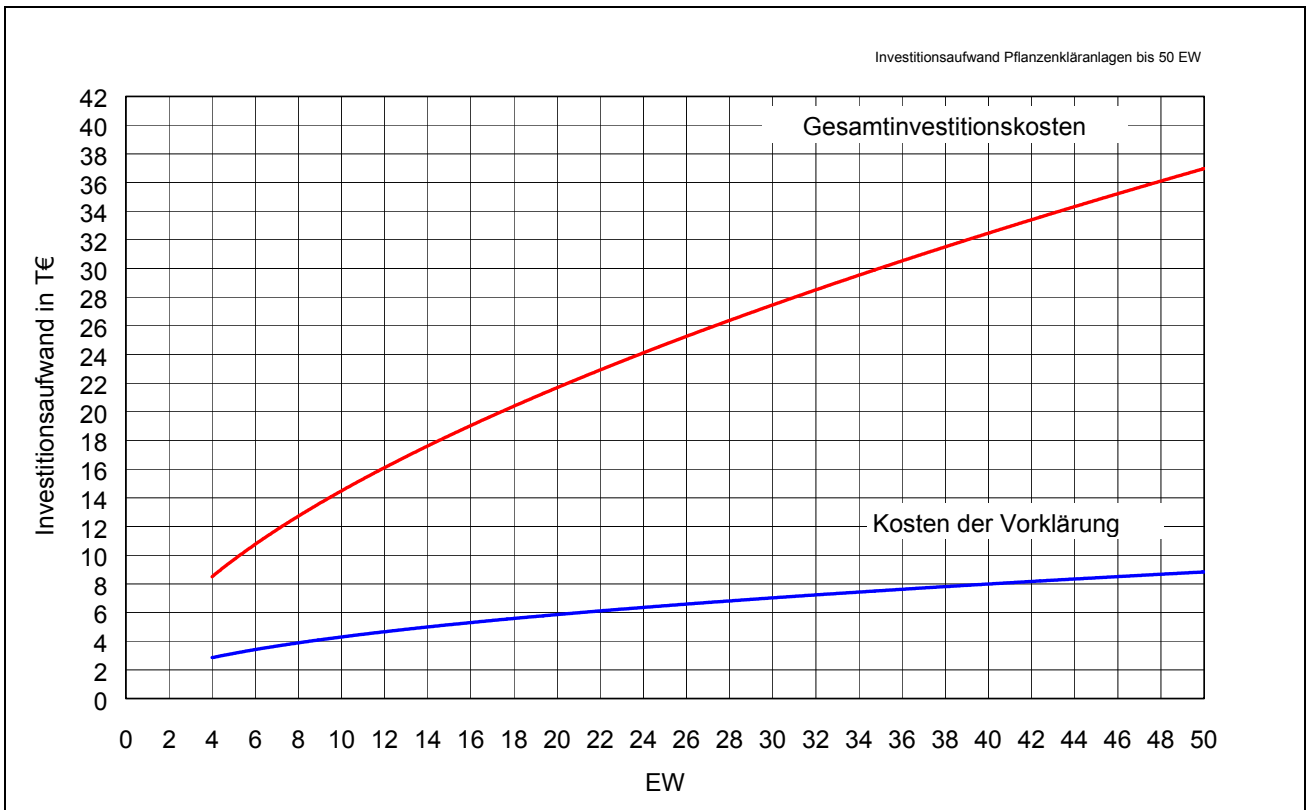


Diagramm 22: Vertikal durchflossene Pflanzenkläranlage als biologische Stufe von KKA

#### 4.2.2 Pflanzenkläranlagen - vertikal durchströmt - bis 1.400 EW

Die dargestellten Aufwendungen entstehen bei der Errichtung durch fachkundige sowie erfahrene Firmen und beinhalten den Neubau einer mechanischen Vorreinigung.

Der Aufwand für die mechanische Vorreinigung (Vorklärung) wurde separat ausgewiesen. Der Kostenaufwand ist bei allen Vorklärsystemen ähnlich. Aus diesem Grund ist es für eine Plausibilitätsprüfung relativ unerheblich, ob bei kleineren Anlagen beispielsweise die mechanische Vorklärung in Mehrkammerausfallgruben in Fertigteil-Betonbauweise stattfindet oder ob Absetzteiche errichtet werden.

Ein Kostenvergleich zwischen unterschiedlichen Vorklärsystemen ist zu empfehlen.



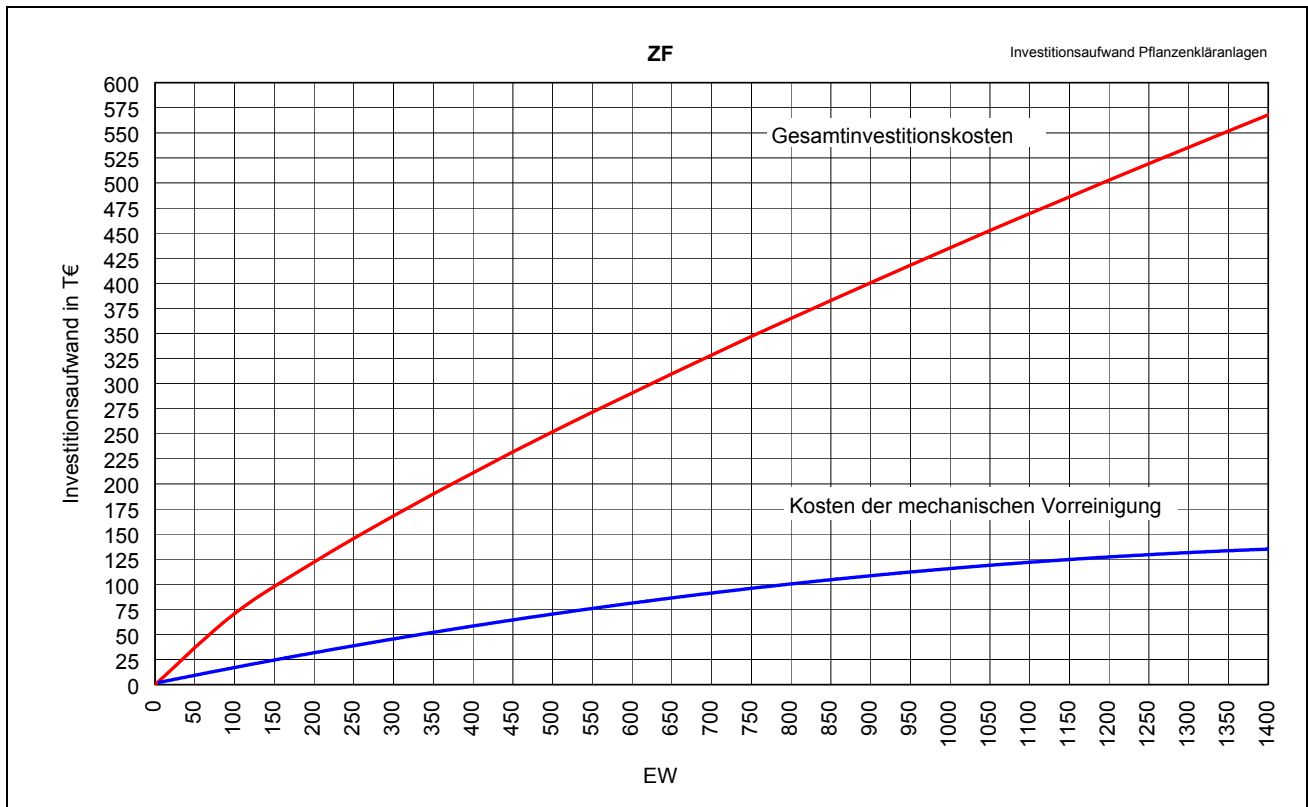


Diagramm 23: Pflanzenkläranlagen bis 1.400 EW

### 4.3 Containerkläranlagen - transportabel

Containerkläranlagen sind Kläranlagen in kompakter oder aufgelöster Containerbauweise als Einheit einer mechanischen und biologischen Reinigung, meist einschließlich einer simultanen oder auch externen aeroben Schlammbehandlung.

Die Preise für komplette, betriebsfertige und angeschlossene Containerkläranlagen sollten sehr deutlich unter den Kompaktkläranlagen liegen. Auf dem Markt ist bei Containerkläranlagen eine große Streuung in Preis und Qualität zu beobachten.

Hin und wieder wird argumentiert, dass Containerkläranlagen umgesetzt oder weiterverkauft werden können. Die Überbewertung dieses Argumentes verursacht ein hohes Refinanzierungsrisiko, sofern keine konkreten vertraglichen Vereinbarungen für den Weiterverkauf oder eine Nutzung an einem anderen Standort vorliegen.

Bei der Entscheidung über den Einsatz von Containerkläranlagen ist zu berücksichtigen, dass der Kaufpreis meist nur ein kleiner Teil der erforderlichen Gesamtinvestitionskosten ist. Ein wesentlicher und nicht zu unterschätzender Kostenschwerpunkt liegt bei der Geländeerschließung (Abwasserzuleitung, Abwasserableitung, Wasser- und Energieanschluss, Umzäunung...), der auf Grund der geringen Größe der Anlage die Lieferkosten der eigentlichen Containerkläranlage übersteigen kann. Insofern ist der Preisunterschied zwischen einer konventionellen endgültigen kleinen Kläranlage und einer Containerkläranlage selten erheblich, wenn alle Kosten betrachtet werden. Der Gebrauchswert einer soliden konventionellen Kläranlage ist meist höher zu bewerten als der einer zeitweiligen Containerkläranlagenlösung.



Wenn nicht mindestens ein Preisvorteil von 30...40 % der kompletten und angeschlossenen Containerkläranlagen gegenüber den Kompaktkläranlagen erreicht wird, sollte die Wahl einer dauerhaften Lösung ernsthaft geprüft oder nach kostengünstigeren Containerkläranlagen gesucht werden, zumal die geringere Abschreibungs- oder Nutzungsdauer die Abwassergebühren spürbar erhöhen wird.

Es ist ferner darauf zu achten, dass die angebotene Containerlösung auch vollständig und derartig automatisiert ist, dass ein Kontrollaufwand von 1 h/Woche für die volle Funktion der Anlage genügt. Zwischenspeicher für Überschussschlamm sind vorzusehen. Beim Einsatz von Parallelplattenabscheidern als Nachklärung ist darauf zu achten, dass das notwendige Eindickvolumen unter den Platten nicht versehentlich unzulässig reduziert wurde (häufiger Anlagenfehler).

#### 4.4 Verfahren mit aerober Schlammstabilisierung

Die Aufwendungen für Anlagen mit Schlammstabilisierung sind den Diagramm 24 bis 27 zu entnehmen.

##### 4.4.1 Kompaktkläranlagen mit Schlammstabilisierung bis 6.000 EW

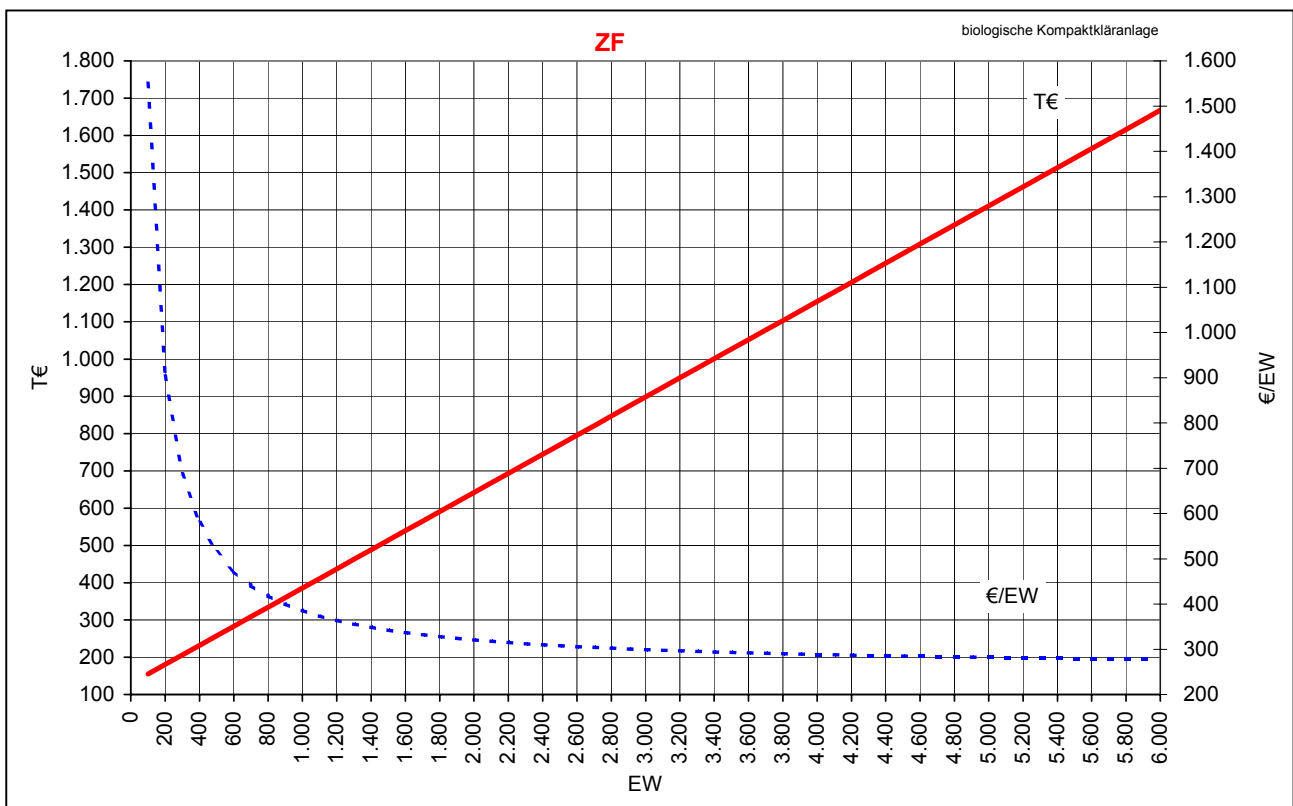


Diagramm 24: Kompaktkläranlagen mit Schlammstabilisierung - Investkosten

#### 4.4.2 Kläranlagen mit simultaner Schlammstabilisierung 5.000 - 20.000 EW

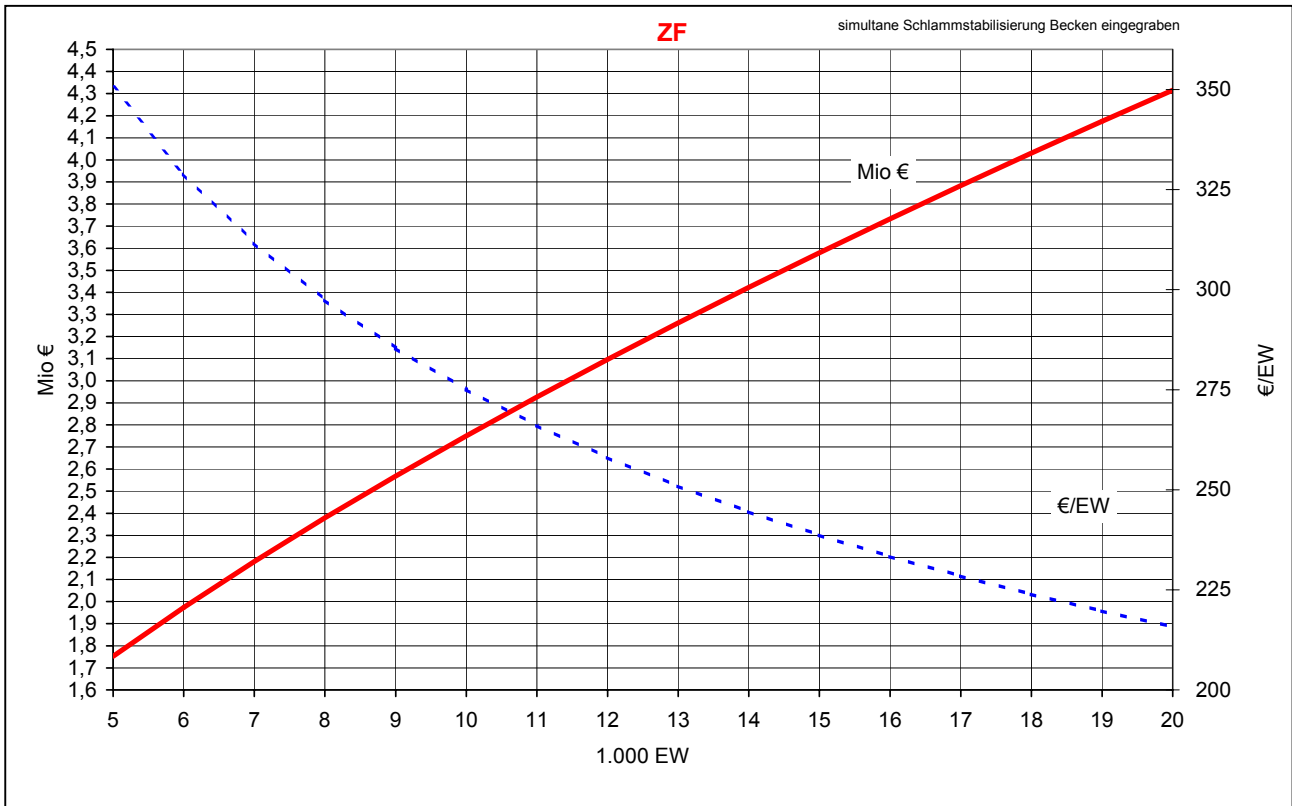


Diagramm 25: Simultane Schlammstabilisierung im Bereich von 5.000...20.000 EW - Investkosten

#### 4.4.3 Einbeckenkläranlagen (SBR) mit Schlammstabilisierung bis 20.000 EW

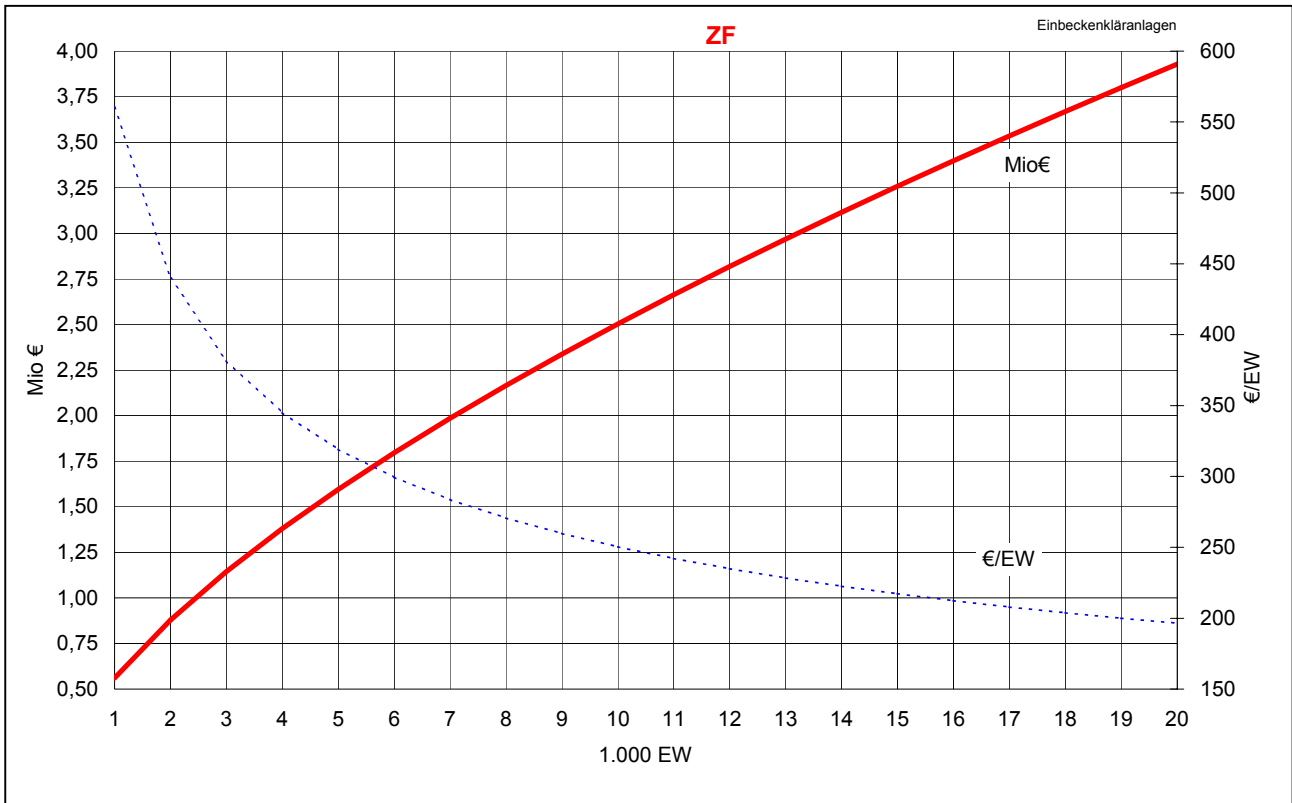


Diagramm 26: Einbeckenkläranlagen mit simultaner Schlammstabilisierung (SBR) - Investkosten

Nach SPAZIERER [13] ist der Einsatz von SBR-Anlagen (Diagramm 26) in Mischwasserkanalisationen problematisch, weil die erforderliche Speicherung des Abwassers im Regenfall zusätzliche Schwierigkeiten bringt.

#### 4.5 Kläranlagen mit 20.000 bis 100.000 EW Behandlungskapazität

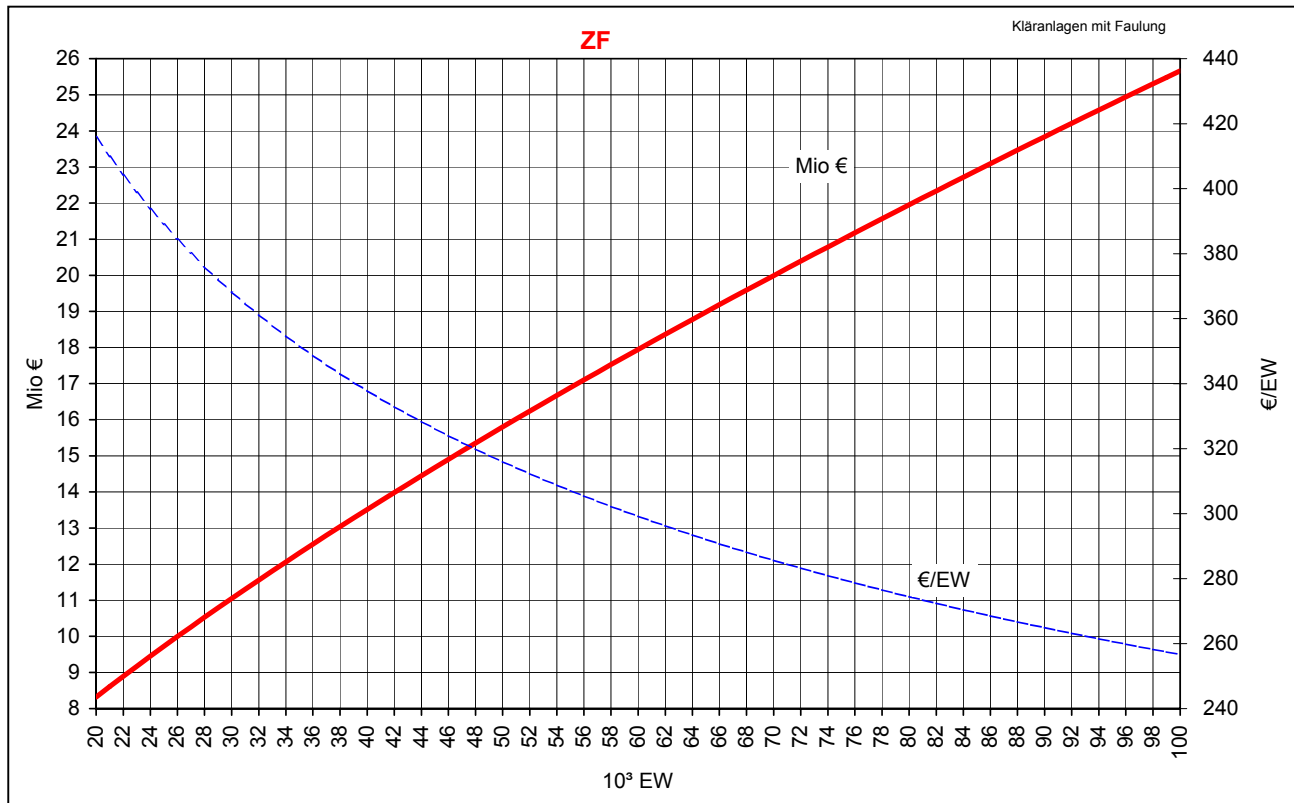


Diagramm 27: Kläranlagen mit Faulung - Investkosten

Das Diagramm 27 gestattet eine Kostenschätzung von Kläranlagen mit Faulung und einer Anschlusskapazität bis 100.000 EW.

Der durch die oberirdische Beckenaufstellung eingesparte Kapitaldienst übersteigt in der Regel die zusätzlichen Energiekosten infolge der höheren Wasserspiegel.

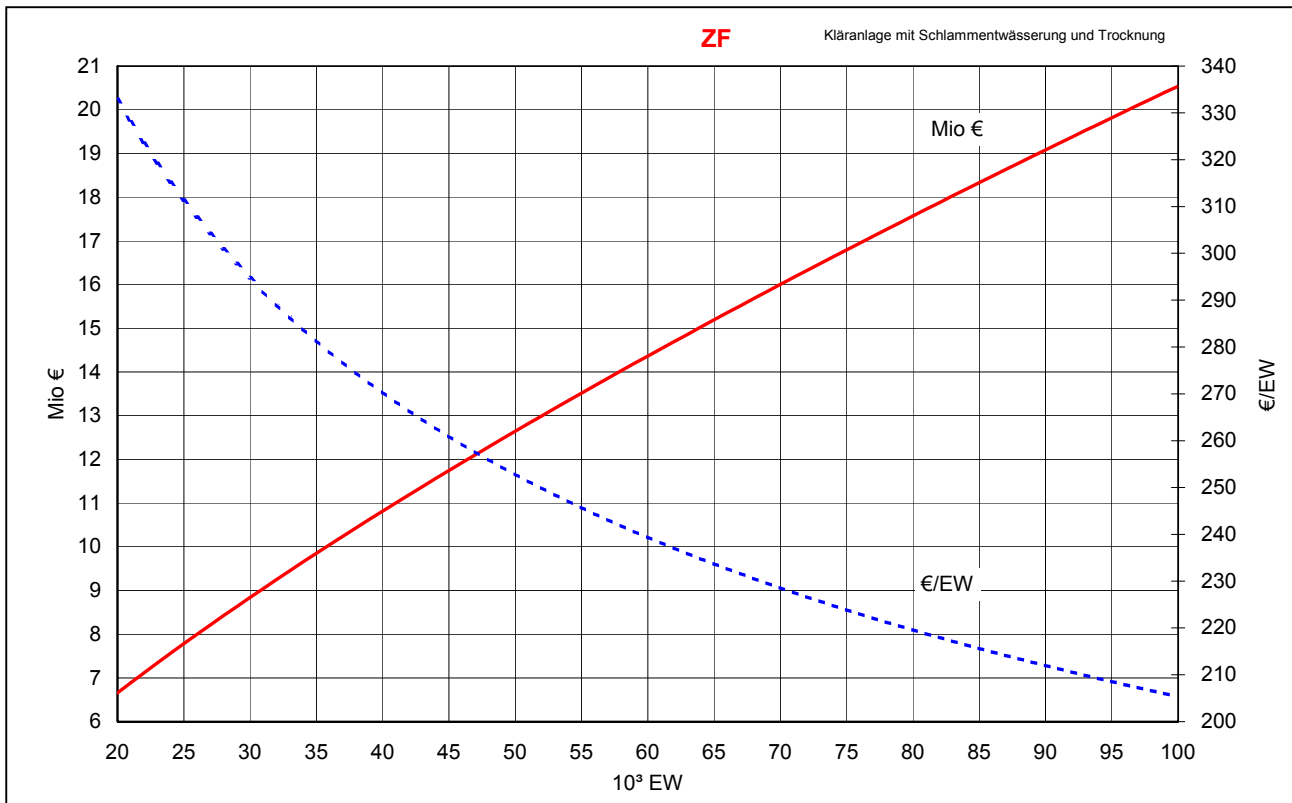


Diagramm 28: Kläranlagen mit Trocknung, aber ohne Faulung - Investkosten

Das Diagramm 28 erlaubt eine Kostenschätzung von bisher weniger verbreiteten Kläranlagen mit Trocknung, aber ohne Faulung bzw. Schlammstabilisierung.

Kommunalwirtschaftliche Untersuchungen des Institutes für Abwasserwirtschaft HALBACH (Jahreskostenvergleiche und Analyse nicht monetärer Aspekte) führten zu deutlichen Vorteilen dieser Lösung im Falle eines Neubaus der Schlammbehandlung. Hinsichtlich des konkreten Einsatzes sind die jeweiligen Standortbedingungen zu berücksichtigen bzw. auszunutzen.

Die Invest- und Betriebskostenannahmen wurden durch konkrete Ausschreibungsergebnisse eines Abwasserzweckverbandes im Dezember 1995 bestätigt. Inzwischen wird der Schlamm einer großen Kläranlage ohne vorherige Schlammfäulung seit längerer Zeit mit Erfolg getrocknet.

## 4.6 Aufwendungen für Automatisierungs- und Labortechnik

### 4.6.1 MSR-Technik für Kläranlagen

Nach BUCKSTEEG (in: HOSANG [11]) ist für die Elektroinstallation einschließlich weitgehender Automatisierung eine Spannweite von 2...4 % der Gesamtbaukosten anzunehmen.

Der Mittelwert - bezogen auf die Gesamtbaukosten einer Kläranlage - beträgt anteilig 2,5 %.

#### 4.6.2 Investitionskosten für die Laboruntersuchungen

Die einmaligen Aufwendungen für die technische Ausstattung eines Analysenraumes im Rahmen der Eigenüberwachung bei Nutzung der Schnellanalytik erreichen ca. 5,3 T€. Bei großen Abwasseranlagen (> 100.000 EW) empfiehlt es sich ggf. ein eigenes Betriebslabor zu errichten, in dem auch andere betriebliche Untersuchungen durchgeführt werden können.

### 5 Betriebskosten der Entwässerung

#### 5.1 Betriebskosten Kanalnetz

Das Diagramm 29 dient der Plausibilitätsprüfung der Betriebskosten der Abwasserableitung, unabhängig von der Art der Betreuung.

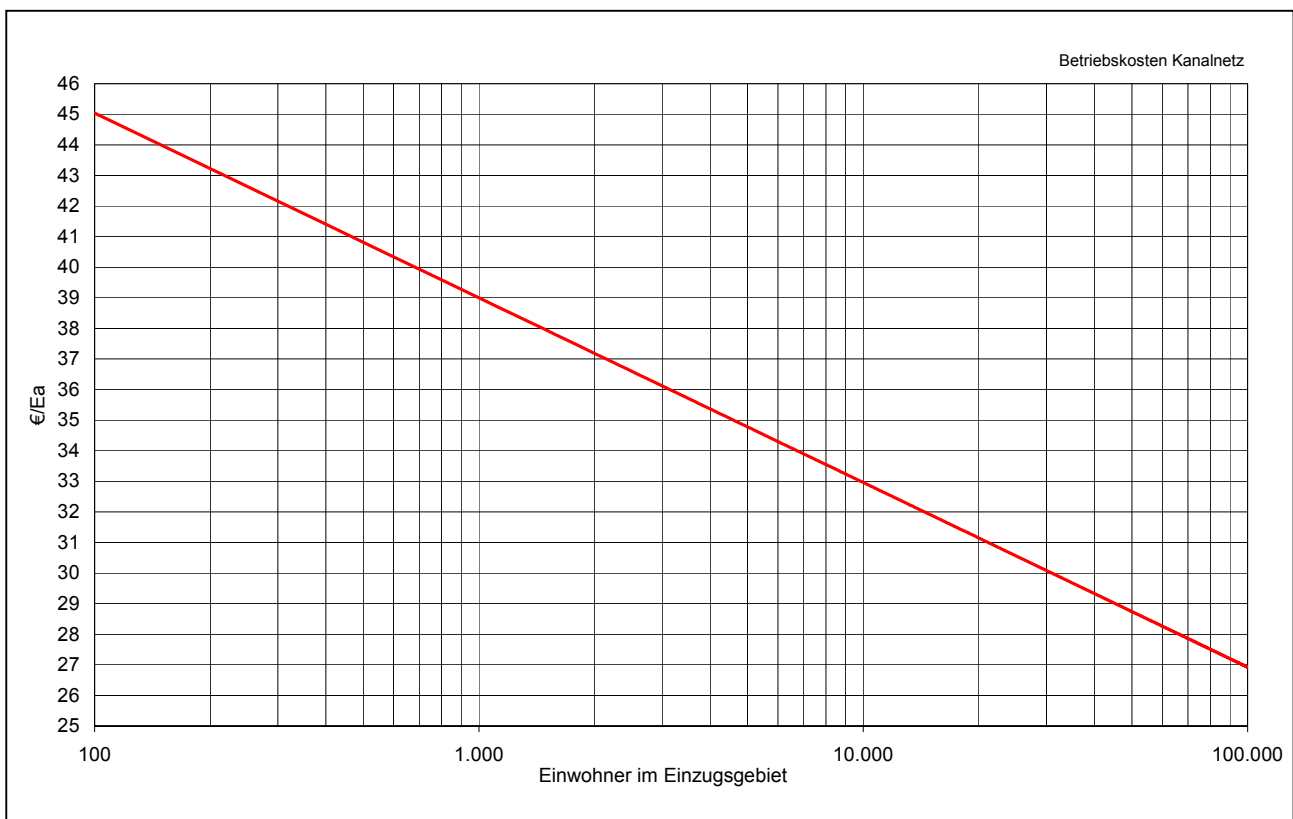


Diagramm 29: Gesamtbetriebskosten für das Kanalnetz



Bei voller Ausnutzung des Synergieeffektes infolge gemeinsamer Betreuung von Kläranlage und Netz sollten nur ca. 65 % der Betriebskosten für das Kanalnetz aus Diagramm 29 angesetzt werden.

## 5.2 Kanalreinigung und Inspektion

Die Aufgaben bei der Kanalnetzbetriebung sind durch die ATV-Regelwerke A147 [14] und A140 [15] definiert.

Der Aufwand der Dienstleistungen für die Kanalreinigung und Inspektion von Kanälen der Dimensionen DN 200 - DN 600 beträgt durchschnittlich ca. 1,5 €/m Kanal für den Reinigungsaufwand zzgl. ca. 2,50 €/m für die optische Inspektion und Dokumentation. Bei Anwendung von Stundensätzen kann von ca. 100 €/h ausgegangen werden.

## 5.3 Betriebskosten Pumpwerke

Die laufenden Aufwendungen für die einzelnen Pumpwerke werden im Wesentlichen von den Energie-, Wartungs- und Instandhaltungskosten beeinflusst.

Die Energiekosten für Pumpwerke können ein bedeutender Kostenfaktor sein und sind besonders zu ermitteln.

Für eine Kalkulation der Energiekosten bietet sich das nebenstehende Formular aus dem Programm „abwasser.exe“ [5] an.

Bei einer Pumpenstaffel ist zu beachten, dass sich hier der Gesamtwirkungsgrad einer Pumpenstaffel entsprechend der

Formel:

$$\eta_{ges} = \eta_{Pumpe1} \cdot \eta_{Pumpe2}$$

drastisch verschlechtert<sup>7</sup>.

Es bedeuten:

Gesamtwirkungsgrad	$\eta_{ges}$	[-]
Wirkungsgrad Pumpe 1	$\eta_{Pumpe 1}$	[-]
Wirkungsgrad Pumpe 2	$\eta_{Pumpe 2}$	[-]

Zusätzlich zu den Energiekosten fallen Aufwendungen für eine jährliche Wartung und Instandhaltung der einzelnen Pumpen an. Die dafür einzuplanenden Mittel richten sich nach der Größe der eingesetzten Pumpe und können Tabelle 4 entnommen werden.

<sup>7</sup> Z. B. beträgt bei einem gegebenen Pumpenwirkungsgrad von 0,8 der Gesamtwirkungsgrad eines Pumpensystems, bei dem die Druckleitung der ersten Pumpe in den Pumpensumpf einer 2. Pumpe fördert, nur 0,64. Für den Fall einer 3. Hebung mit gleichem Pumpenwirkungsgrad von 0,8 verschlechtert sich der Gesamtwirkungsgrad der 3 Pumpwerke auf 0,51.



Tabelle 4: Jährliche Wartungskosten für ein Pumpwerk

Größe des Pumpwerkes	untere Grenze	obere Grenze
Hauspumpstationen	161 €/a	268 €/a
kleine Pumpstationen	535 €/a	803 €/a
Pumpen zwischen 20 ... 50 l/s	803 €/a	1338 €/a
Pumpen zwischen 100 ... 500 l/s	1338 €/a	2141 €/a

Die Angaben stellen einen Richtwert dar, da die wirklichen Aufwendungen wesentlich von der Pumpenart, der Anzahl der zu wartenden Pumpwerke sowie dem Umfang der Arbeiten und der notwendigen Ersatz- oder Verschleißteile abhängen.

#### 5.4 Betriebskosten für Biofilter an Pumpwerken

Für Anlagen (ca. 6 m<sup>3</sup> Filtermaterial) nach Punkt 3.3.2, Seite 22 können folgende Betriebskosten kalkuliert werden (Tabelle 5).

Tabelle 5: Betriebskosten einer kleineren Biofilteranlage

Füllungswechsel	1mal in 3 Jahren
Gesamtenergiekosten	1338 €/a
jährliche Füllungskosten	161 €/a
<b>Gesamtbetriebskosten</b>	<b>1499 €/a</b>

### 6 Betriebs-, Refinanzierungs- und Jahreskosten der Abwasserbehandlung

Jahreskosten sind alle laufenden Kosten einer Investition innerhalb eines Jahres. Sie sind die Summe aller Betriebs- und aller Refinanzierungskosten.

#### 6.1 Betriebskosten für Kläranlagen zwischen 1.000 EW und 10.000 EW

##### 6.1.1 Betriebskosten klassischer Verfahren

Aus Diagramm 30 sind kalkulierte Beträge der Jahres- und Betriebskosten<sup>8</sup> in Abhängigkeit der Einwohnerwerte ablesbar. Der Kapitaldienst (kalkulatorische Abschreibung + kalkulatorische Verzinsung des Anlagevermögens) wurde in einer Höhe von 8,6 % berücksichtigt.

<sup>8</sup> in €/Ea und auf der Ordinate in €/m<sup>3</sup>

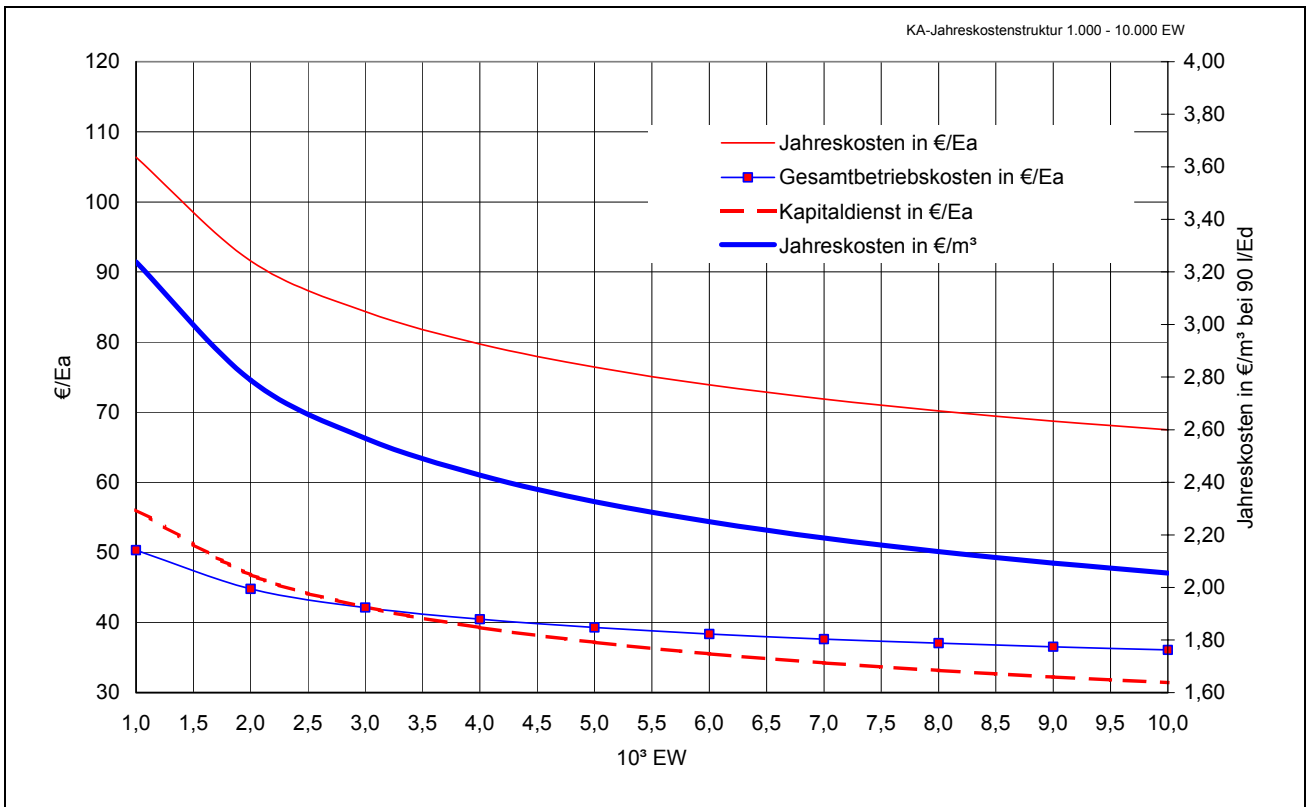


Diagramm 30: Betriebs- und Jahreskostenstruktur für Kläranlagen zwischen 1.000 EW und 10.000 EW

Die Kosten in Diagramm 30 wurden mit einem Trinkwasserverbrauch von 90 l/Ed kalkuliert.

Kosten für andere Trinkwasserverbräuche sind indirekt proportional aus den Ablesungen errechenbar.

## 6.1.2 Betriebskosten von Pflanzenkläranlagen

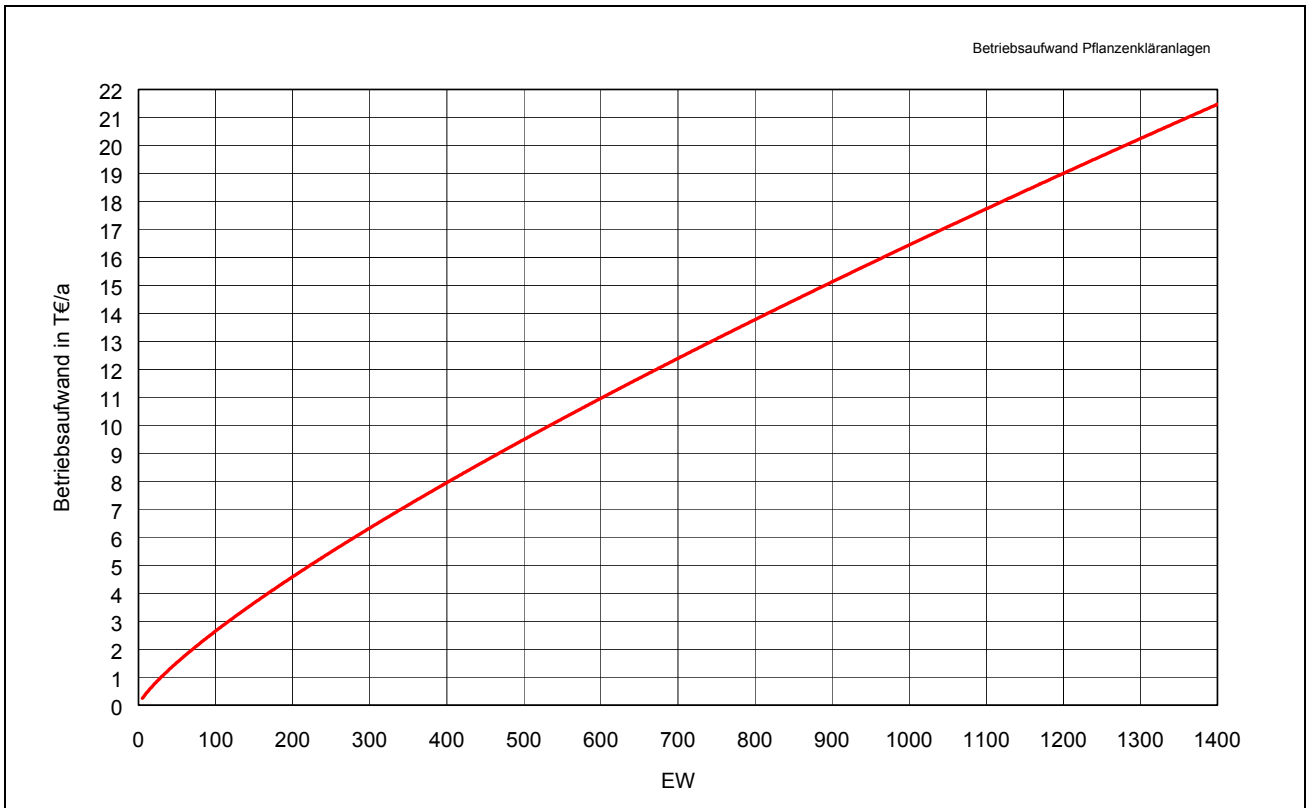


Diagramm 31: Betriebsaufwendungen für Pflanzenkläranlagen

Die Betriebsaufwendungen für Pflanzenkläranlagen setzen sich vor allem aus dem Aufwand für die Schlammensorgung aus der Vorklärung, aus Energiekosten<sup>9</sup> sowie aus dem Aufwand für Wartung, Kontrolle der Anlage bzw. aus dem Aufwand für die Pflege des Geländes zusammen.

Nennenswerte weitere Kosten, wie Instandhaltungskosten, Kosten für Materialien, Chemikalien usw. fallen nicht an.

Zu beachten ist jedoch, dass außerdem die Aufwendungen für die gesetzlich vorgeschriebene Eigenkontrolle zu berücksichtigen sind, die bei Betriebskostenangaben diverser Hersteller und Lieferanten aber oftmals nicht genannt werden.

## 6.2 Betriebskostenstruktur von Kläranlagen

In die Betriebskosten für Kläranlagen sind die Kosten für die reduzierte Abwasserabgabe sowie alle Kosten der Schlammbehandlung und -entsorgung eingerechnet.

<sup>9</sup> für eine z. T. erforderliche Abwasserhebung zwischen den Anlagenteilen. Diese Aufwendungen sind jedoch auf Grund kleiner Förderhöhen meist relativ gering.

Berücksichtigt wurde eine Einhaltung der Überwachungswerte und die Erfüllung der Randbedingungen nach dem Abwasserabgabengesetz (AbwAG), wobei eine Ermäßigung von 50 % angenommen wurde.

Bei einer gezielten Investitionstätigkeit lässt sich die Abwasserabgabe durch die Möglichkeit der Verrechnung entscheidend reduzieren.

Die Kostenangaben für Kläranlagen < 1.000 EW enthalten bei den Personalkosten nur den Bedienungsaufwand.

Die verschiedenen Abwasserbehandlungsverfahren unterscheiden sich stark in den Betriebskosten, auch in gewissem Maße in Abhängigkeit von der Kläranlagengröße. Weitere wesentliche Abweichungen können sich aus den Standortbedingungen ergeben.

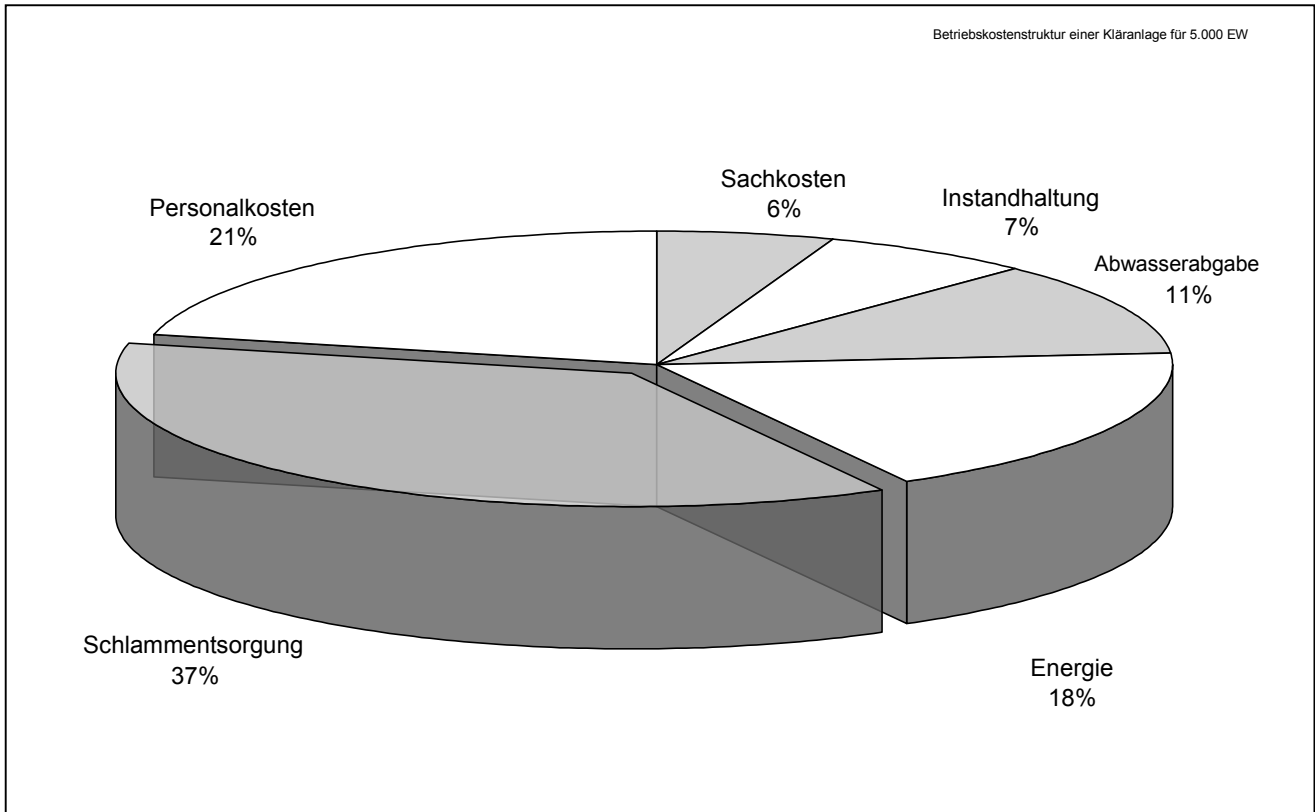
Ein wesentlicher Kostenbestandteil ist der Aufwand für die Schlamm Entsorgung. Die Kalkulation der Schlamm mengen erfolgte nach der allgemein bekannten Schlamm tabelle von IMHOFF [16].

Für die Schlamm entwässerung (eigene oder mobile Entwässerung) wurden 11 €/m<sup>3</sup> berücksichtigt. Den Betriebskostenkalkulationen liegt weiterhin ein Schlamm entsorgungspreis von 59 €/m<sup>3</sup> ab Kläranlage für nicht kalknachbehandelten Schlamm (TS-Gehalt im Bereich 25 - 27 %) zu Grunde. Im Falle einer landwirtschaftlichen/landbaulichen Verwertung sind Preisabschläge vorstellbar.

Schlammbehandlungs- und Entsorgungskosten sind bedeutende Kostenfaktoren, die ständig überprüft werden sollten.

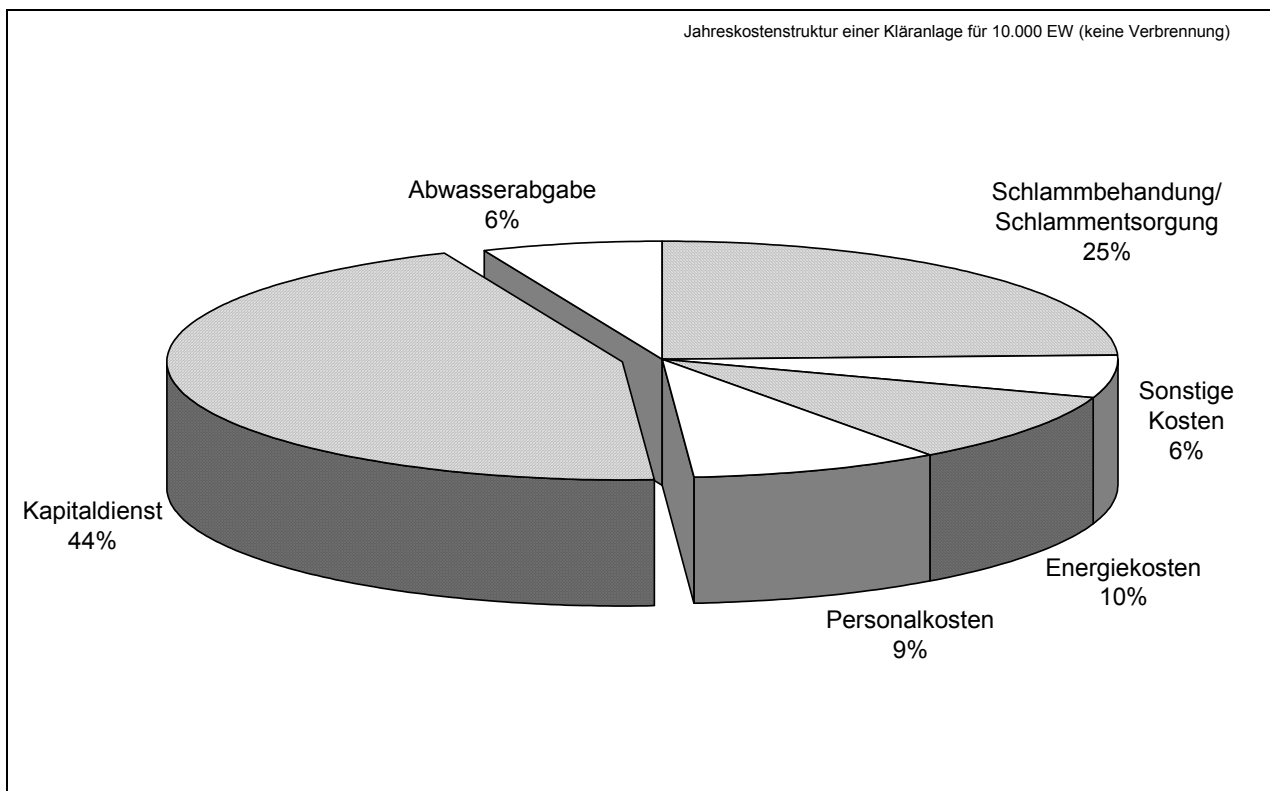


Unnötige Schlamm entsorgungskosten können vermieden werden, wenn der Abwasserbeseitigungspflichtige eine aktuelle und wissenschaftlich fundierte Schlamm entsorgungskonzeption umsetzt!



*Diagramm 32: Betriebskostenstruktur einer ausgewählten Kläranlage für 5.000 EW*

Die Betriebskostenstrukturen sind u. a. auch von der Anlagengröße abhängig. Orientierende Angaben können dazu Diagramm 32 bis Diagramm 34 entnommen werden.



*Diagramm 33: Jahreskostenstruktur einer ausgewählten Kläranlage für 10.000 EW*

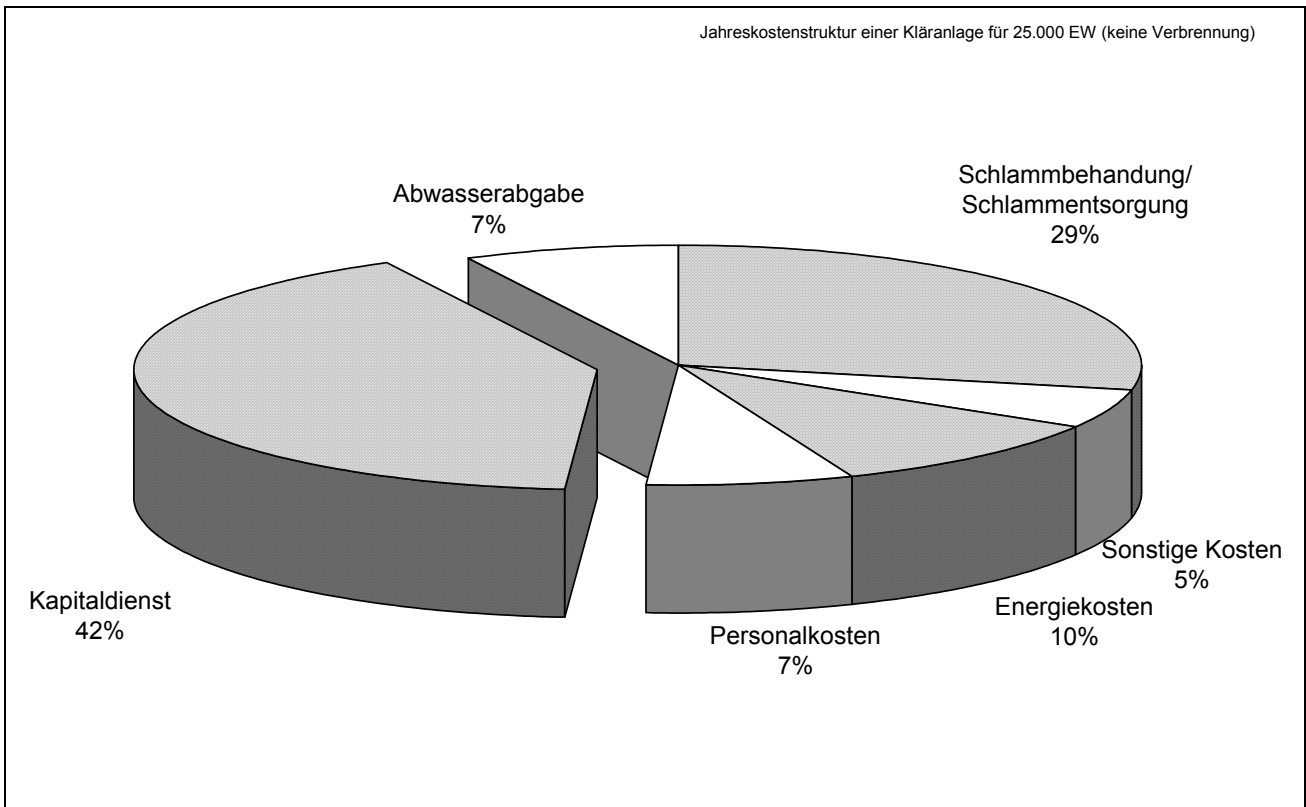


Diagramm 34: Jahreskostenstruktur einer ausgewählten Kläranlage für 25.000 EW

## 6.3 Ausgewählte Betriebskostenarten der Abwasserbehandlung

### 6.3.1 Energiekosten

Das Diagramm 35 bietet sich als weitgehend verfahrensunabhängiges Vergleichsmittel bei der Bewertung des Energieverbrauches an.

Zur Anwendung:

Mit Hilfe des Diagramms ist beispielsweise abschätzbar, dass der spezifische Gesamtenergieverbrauch einer Kläranlage mit einem Anschlussgrad von z. B. 50.000 EW nicht deutlich über 33 kWh/EWa liegen sollte. Bei Überschreitung der Zielfunktion besteht dann Untersuchungsbedarf, wenn die höheren spezifischen Energiekosten, z. B. durch technische - insbesondere durch automatisierungstechnische Mittel - reduzierbar sind.

Hinweise zu den Diagrammgrundlagen können HALBACH [17] oder dem Internet [18] entnommen werden.

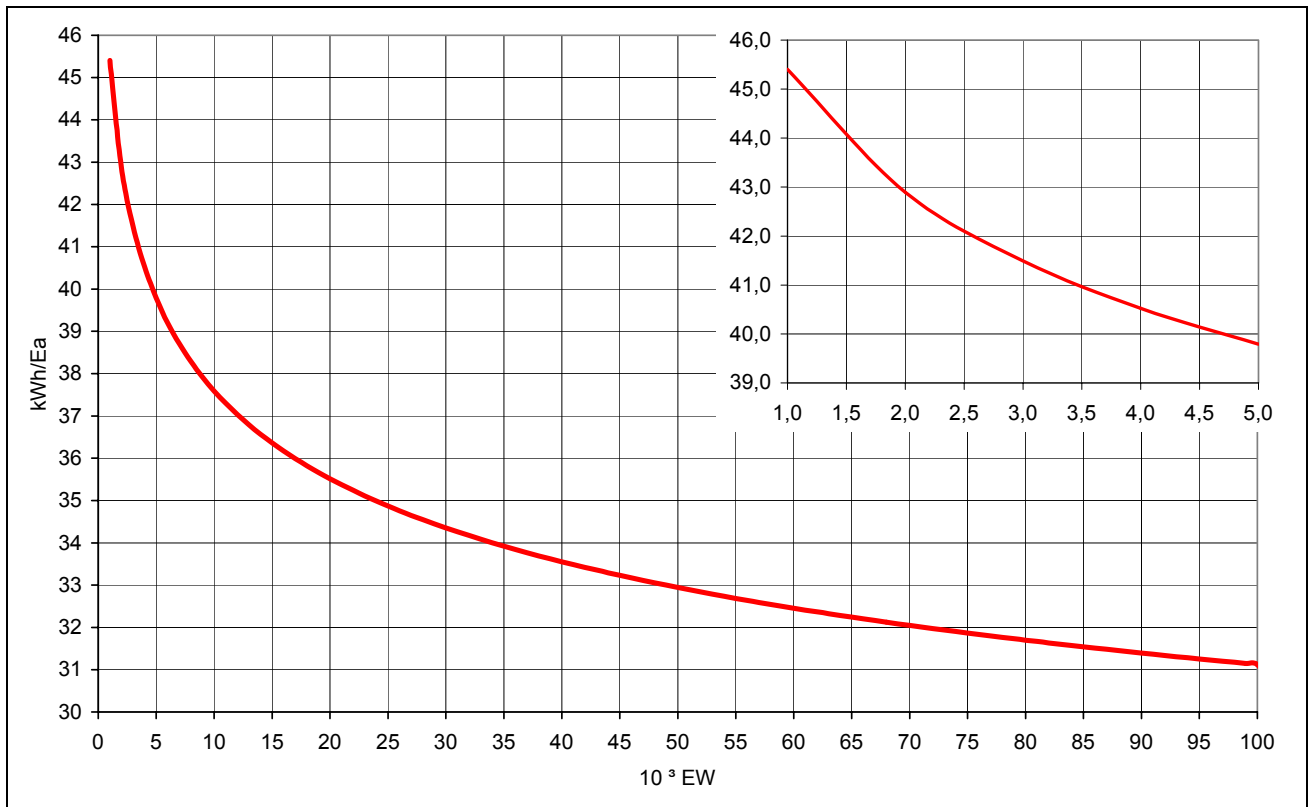


Diagramm 35: Energiekosten der Abwasserbehandlung

In den vorausgegangenen Abschnitten zur Ermittlung der Jahres- bzw. Betriebskosten wurde der Energiebedarf nach Diagramm 35 mit 0,18 €/kWh berücksichtigt.

### 6.3.2 Personalkosten der Anlagenbedienung

Zu den Personalkosten wertet REINHARDT [19] eine ATV-Umfrage aus und kommt zu der Auffassung, dass von den durchschnittlichen Gesamtpersonalkosten für die Abwasserbeseitigung in Höhe von ca. 18 €/Ea auf die Kläranlagen ca. 65...80 % entfallen.

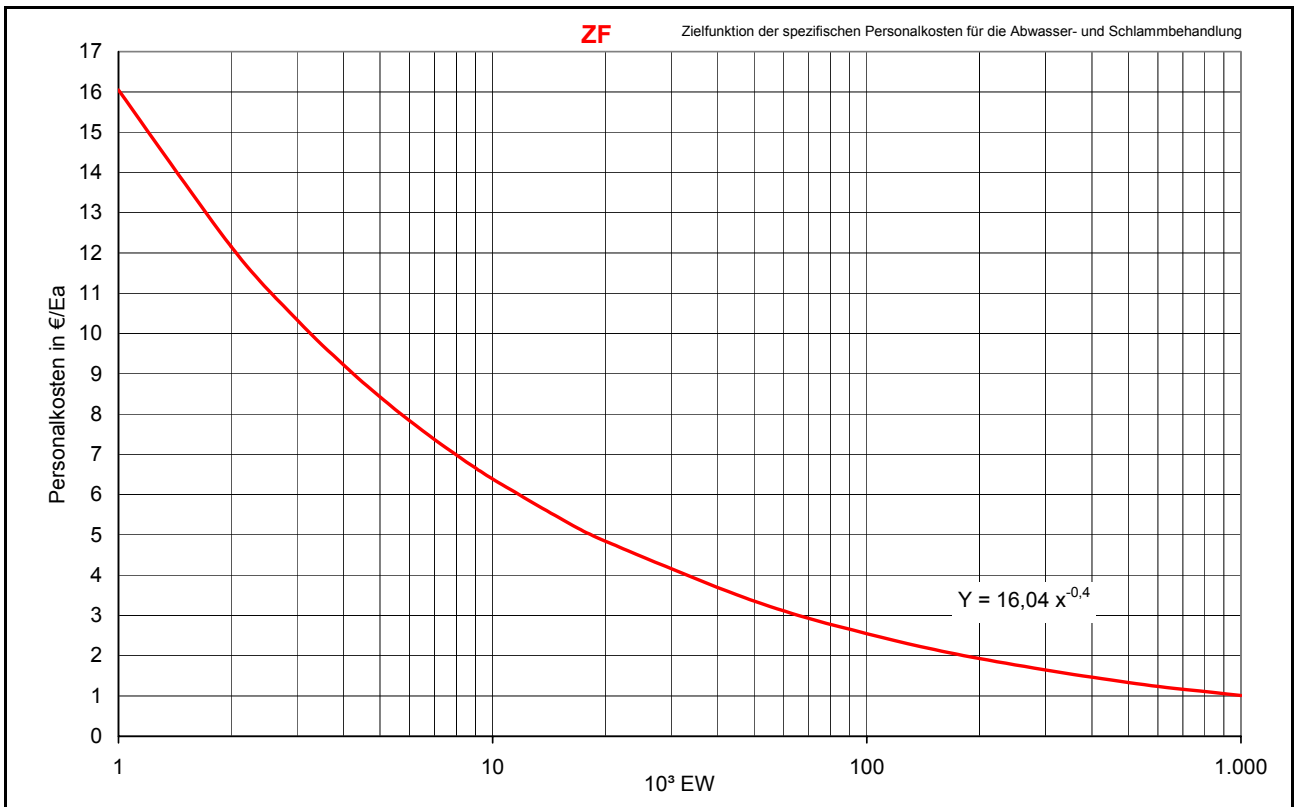
Er schreibt: „Vor diesem Hintergrund erscheint die Frage nach einer möglichen Verschlan-  
kung nicht ungerechtfertigt.“

Kalkulationen des Institutes für Abwasserwirtschaft HALBACH haben ergeben, dass die Personalkosten für die Abwasser- und Schlammbehandlung mit einer Potenzfunktion hinreichend genau beschrieben werden können.

Unter Beachtung der kostensenkenden Aspekte können die Daten im Diagramm 36 als Kostenzielfunktion gewertet werden. Für die Anwendung des Diagramms ist es unerheblich, ob die Kläranlage von einem Betriebsführer oder vom Eigentümer betrieben wird. Für die Überprüfung dieses Diagramms findet man Beispiele in der Praxis.

Kommunen und Verbände, die vermeidbare Personalkosten senken wollen, müssen sich allerdings den Anforderungen eines anspruchsvollen Managements stellen, Mut haben und in der Lage sein ggf. auch unpopuläre Entscheidungen durchsetzen zu können.

Andererseits stellen die Personalkosten nur einen Bruchteil der Gesamtkosten der Abwasserbeseitigung (Behandlung und Ableitung) dar, so dass sich selbst drastische Sparmaßnahmen kaum spürbar auf eine Abwassergebührensenkung auswirken werden. Vorrang vor Personaleinsparungen hat in jedem Fall die Gewährleistung der Anlagensicherheit.



*Diagramm 36: Kostenzielfunktion für die Personalkosten der Abwasser- und Schlammbehandlung einschließlich Verwaltung*



## Personalkosten der Verwaltung bzw. Geschäftsführung

Diagramm 37 erlaubt eine Wertung notwendiger Verwaltungskosten.

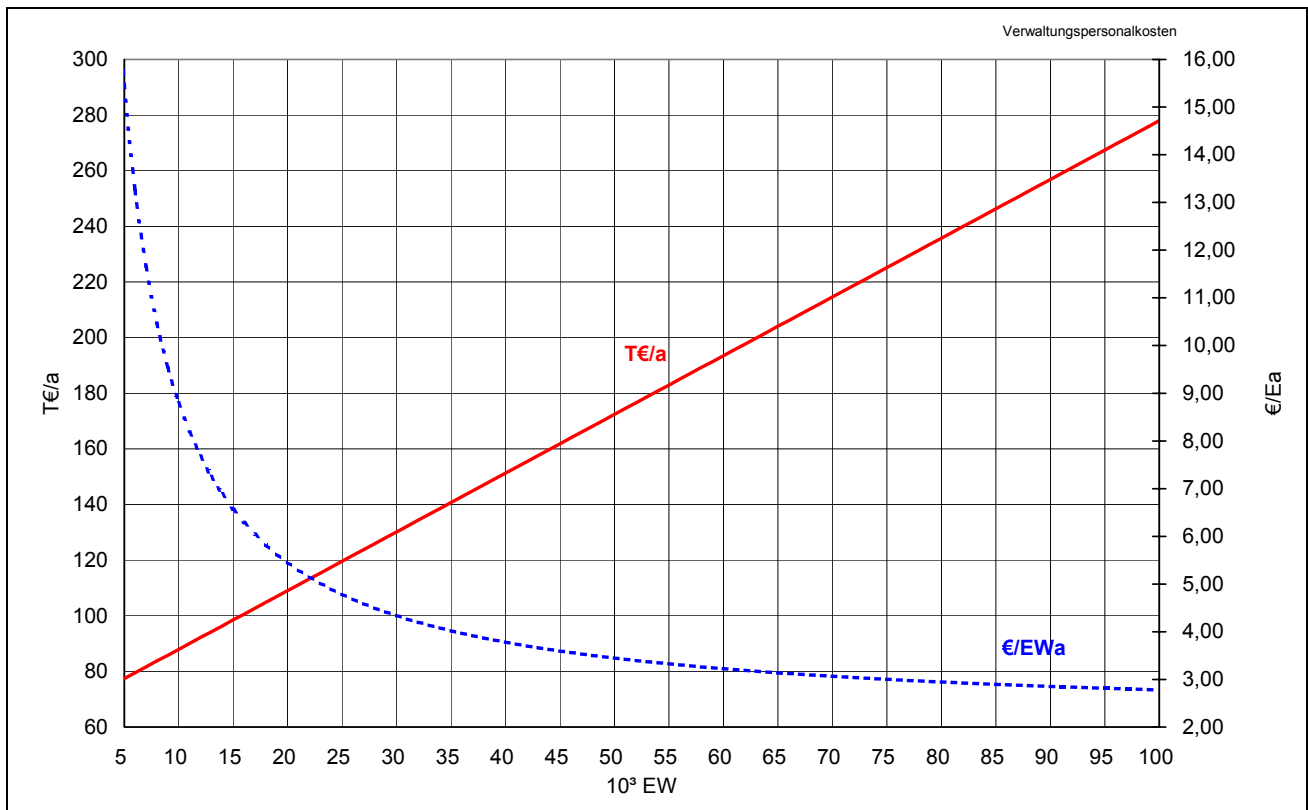


Diagramm 37: Verwaltungspersonalkosten

### 6.3.3 Schlammensorgungskosten

Von der ATV-Arbeitsgruppe 3.1.5 „Kostenstrukturen der Klärschlammbehandlung und -entsorgung“ im ATV-Fachausschuss 3.1 „Allgemeine Fragen“ wurden im Ergebnis komplexer Betrachtungen umfangreiche Bruttokostenkennwerte inklusive 16 % USt. zusammengestellt. Tabelle 6 wurde neben der Umrechnung in Nettokosten eine Preissteigerung<sup>10</sup> bis Ende 2003 um insgesamt 4,7 % angenommen und berücksichtigt.

$TR_{\text{Original}}$  in der Tabelle ist dabei die Trockensubstanz, die aus dem Klärschlamm stammt. (Die gesamte Trockenmasse  $TR_{\text{gesamt}}$  wird sich durch Zugabe, z. B. von Kalk gegenüber der Originalmasse vergrößern.)

Die Primärdaten stammen aus einer Veröffentlichung vom Mai 1999.

Eine eigene Kalkulation von  $TR_{\text{Original}}$  und der Schlammengen kann mit Hilfe des Programms „abwasser.exe“ vorgenommen werden [5].

<sup>10</sup> Ökosteuer, Euroumstellung, Inflation

Tabelle 6: Nettokosten der Klärschlamm Entsorgung nach ATV [20]

Technische Verfahren/Kostenart		spezif. Kosten [€/t TR <sub>original</sub> ]	
<b>4a:</b>	<b>Verfahrensschritt (Kostenstelle): Eindickung, Zwischenspeicherung, mechanische Vorentwässerung, ohne Trübwasserbehandlung</b>		
		min	max
	Standeindicker	4	14
	Dekanter/Zentrifuge	37	74
	Seihtrommel	23	78
	Schlammstapelbehälter	28	78
	Schlamm Speicherplätze	78	106
<b>4b:</b>	<b>Verfahrensschritt (Kostenstelle): Transport</b>	0	0
LKW	Nassschlamm	92	240
	entwässerter Schlamm	18	47
	entwässerter Schlamm	28	55
	entwässerter Schlamm	32	106
Bahn	entwässerter Schlamm	65	129
	getrockneter Schlamm	18	37
Schiff	entwässerter Schlamm	65	74
	getrockneter Schlamm	16	21
	Landwirtschaftlicher Nassschlamm	65	184
	Transporteinheiten entwässerter Schlamm	14	37
<b>4c:</b>	<b>Verfahrensschritt (Kostenstelle): Maschinelle und/oder natürliche Entwässerung</b>		
	Kammerfilterpresse	184	240
	Dekanter/Zentrifuge	134	184
	Bandfilterpresse <sup>2)</sup>	184	267
	Schlamm Speicherplätze	78	106
	Mobile maschinelle Entwässerung	134	161
<b>4d:</b>	<b>Verfahrensschritt (Kostenstelle)<sup>3)</sup>: Zwischenspeicherung nach mech. oder thermischer Entwässerung</b>		
	Schlamm Speicherhallen, -plätze	11	28
	Silos <sup>4)</sup>	14	23
	Mobile Behältnisse (Container, Big Bags <sup>4)</sup> )	4	16
<b>4e:</b>	<b>Verfahrensschritt (Kostenstelle): Thermische Entwässerung (Trocknung)</b>		
	Stationäre Anlage, Volltrocknung	296	374
	Mobile Anlage, Volltrocknung <sup>2)</sup>	429	429
<b>4f:</b>	<b>Verfahrensschritt (Kostenstelle): Stoffliche Verwertung (ohne Transport)</b>		
	Landwirtschaftliche Nassschlammverwertung	134	323
	Landwirt. Verwertung von masch. entwäss. Schlamm	78	189
	Landbaul. Verwertung von masch. entwäss. Schlamm	78	189
	Landbauliche Verwertung von getrocknetem Schlamm	41	55
<b>4g:</b>	<b>Verfahrensschritt (Kostenstelle): Thermische Behandlung, Verwertung oder Beseitigung incl. Entsorgung der dabei anfallenden Abfälle (ohne Transport)</b>		
	Monoverbrennung maschinell entwäss. Schlämme	134	374
	Monoverbrennung getrockneter Schlämme	37	65
	Mitverbrennung in Müllverbrennungsanlagen	267	374
	Mitverbrennung in Kohlekraftwerken	106	346
	Mitverbrennung in Zement- oder Asphaltwerken	240	240
<b>4h:</b>	<b>Verfahrensschritt (Kostenstelle): Sonderverfahren</b>		
	Nassoxidation eingedickter stabilisierter Schlämme einschl. Prozesswasserbehandl. und Abfallentsorgung	134	267
	Pyrolyse maschinell entwässerter Schlämme mit Vergasung einschließlich Abfallentsorgung	161	374

1) ohne Zu- und Ablieferung zur/von der Umschlagstation

2) Literaturwert

3) bei Zwischenspeicherung von getrocknetem Schlamm vermindern sich die Kosten auf etwa 30% der angegebenen Werte

4) nur Verfahrensschritt 8 (getrockneter Schlamm)

Die Instandhaltungskosten wurden mit 0,6 %/a und die Sachkosten mit 0,5 %/a, bezogen auf die Investkosten, kalkuliert.

Für einen sicheren Anlagenbetrieb ist eine planmäßige und vorbeugende Instandhaltung sehr wichtig. Versäumnisse wirken sich hier meist erst längerfristig aus.

Die korrekte Kalkulation und Kontrolle der Instandhaltung ist eine wichtige Voraussetzung der Schadensvermeidung. Bei Vernachlässigung der Instandhaltung entstehen mitunter erst längerfristig erhebliche Schäden.

#### 6.3.4 Aufwendungen für die Eigenkontrolle

Der Betreiber einer Abwasserreinigungsanlage hat das Abwasser gemäß der Abwasserverordnung (AbwV) und des Brandenburgischen Wassergesetzes (BbgWG) auf eigene Kosten zu untersuchen oder untersuchen zu lassen. Die Aufwendungen für den kontinuierlichen Betrieb der Abwasserreinigungsanlage (z. B. Temperatur- und pH-Wert-Messung, Kontrolle der Sichttiefe, Trübung) sind in den Betriebskosten für Kläranlagen enthalten, andererseits nicht Gegenstand dieser Laborkostenermittlung.

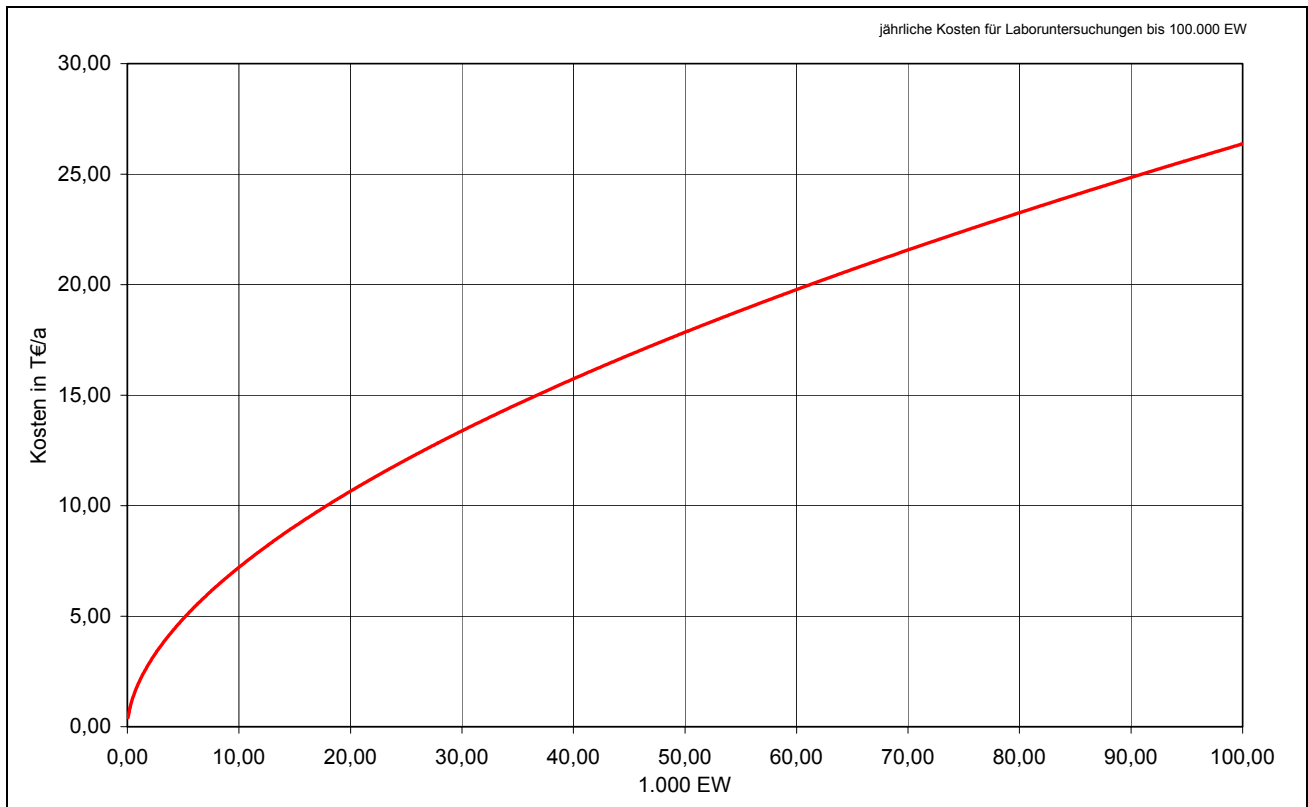
Bei der Ermittlung der Aufwendungen - im Rahmen der Eigenkontrolle des Betriebspersonales der Kläranlage - sind die Abschreibung der Analysengeräte, die aufzuwendenden Chemikalien und die benötigte Arbeitszeit für die Untersuchungen zu berücksichtigen.

Für mehrere benachbarte kleine Kläranlagen unter 5.000 EW kann es aus wirtschaftlichen und organisatorischen Gründen zweckmäßig sein, die Eigenüberwachung gemeinsam durchzuführen und die für die Untersuchungen erforderliche Ausrüstung gemeinsam anzuschaffen.

Aus Diagramm 38 sind die laufenden Aufwendungen für die jährlichen Abwasseruntersuchungen für den Fall zu entnehmen, dass die Eigenkontrolle einem unabhängigen Labor übertragen wird.

Investitionskosten für die Ausstattung eines Analysenraumes zur Eigenüberwachung sind Punkt 4.6.2, Seite 39 zu entnehmen.

Grundsätzlich ist zu prüfen, ob durch Vergabe von Überwachungsleistungen der Wettbewerb vorteilhaft genutzt werden kann.



*Diagramm 38: Jährliche Laborkosten für Kläranlagen bis 100.000 EW*

### 6.3.5 Aufwand für Gebührenbedarfsrechnung

Für eine Gebührenbedarfsberechnung einschließlich Erläuterungsbericht zu Kalkulationsgrundlagen, gesetzlichen Rahmenbedingungen und der Spezifika des Abwasserbeseitigungspflichtigen sind 3,5 T€ netto je Gebührenart zzgl. Nebenkosten - ggf. auf Nachweisbasis, unabhängig von der Verbandsgröße - zu kalkulieren. In begründeten Ausnahmefällen ist auch eine Unterschreitung der genannten Größe möglich.

Voraussetzung für die Durchführung einer Gebührenkalkulation ist die Existenz vollständiger und plausibler Ausgangsunterlagen. Dazu gehören insbesondere:

- aktuelles Anlagenverzeichnis mit Mindestuntergliederung in die Abwasseranlagen gemäß Satzung sowie die Untergliederung in Abwasserableitung und Abwasserbehandlung,
- Struktur der aktuellen Betriebskosten mit Nachweis der Zuordnung auf einzelne Kostenträger,
- detaillierter Investplan, wertmäßig für den gesamten Kalkulationszeitraum gemäß Kommunalabgabengesetz,
- detaillierte Zeitschiene des Investplanes für den gesamten Kalkulationszeitraum gemäß Kommunalabgabengesetz,
- aktueller Trinkwasserverbrauch und realisierungsorientierte Prognose zur Entwicklung des Trinkwasserverbrauches, sofern laut Satzung der Trinkwasserverbrauch als Bemessungsgrundlage zugrunde gelegt wird.

Bei Anwendung einer verbrauchsunabhängigen Grundgebühr sind außerdem realitätsnahe Aussagen zur Entwicklung der jeweils angewandten Grundgebührenstruktur, z. B. Zählergrößen, Wohneinheiten usw. erforderlich.

### 6.3.6 Aufwand für eine Globalberechnung

Der Aufwand der Erstellung einer Globalberechnung richtet sich nach:

- Größe und Struktur des Abwasserbeseitigungspflichtigen
- Regelungen in Satzungen zur Schmutz- und/oder Regenwasserbeseitigung
- Anzahl an die öffentliche Einrichtung angeschlossenen bzw. anschließbaren Grundstücke.



Pro beitragsrelevantes Grundstück sind Kosten in Höhe von ca. 8 € netto zzgl. Nebenkosten und Umsatzsteuer zu kalkulieren.

Mehrkosten können entstehen, wenn Beitragssätze für mehrere öffentliche Einrichtungen ermittelt werden müssen. Dieser Fall liegt beispielsweise vor, wenn der Aufgabenträger getrennte Einrichtungen für die Schmutz- und Regenwasserbeseitigung betreibt.

Die Kosten der Beitragserhebung (Erstellung und Versendung der Bescheide) können mit ca. 6,5 € pro beitragsrelevantes Grundstück eingeschätzt werden. Ein Algorithmus zur Plausibilitätsprüfung der Globalberechnung kann dem Internet [18] entnommen werden.

Hin und wieder wird beobachtet, dass Kommunen oder Verbände im Rahmen der Globalkalkulation alle Grundstücke vermessen lassen. Sie verursachen damit Ausgaben, die nicht nur die Kosten der eigentlichen Globalberechnung bei weitem überschreiten, sondern darüber hinaus für die Globalberechnung völlig unnötig sind. Von einer Vermessung ist demzufolge abzuraten. Die beitragspflichtigen Flächen werden in der Regel aus den amtlichen Katasterunterlagen ermittelt. Der Grundsatz „Nur so genau wie nötig und nicht so genau wie möglich!“ ist hier zu beachten, denn es besteht die Gefahr, dass der Verband oder die Kommune die Vermessungskosten nicht über den Bürger refinanzieren können.

### 6.3.7 Fäkalschlammabfuhr, Behandlung und Entsorgung

*Tabelle 7: Entsorgungskosten für Fäkalschlamm ohne USt.*

	günstige Fäkalschlammkosten		
	von	bis	Mittelwert
Abfuhr	10,2 €/m <sup>3</sup>	11,2 €/m <sup>3</sup>	10,7 €/m <sup>3</sup>
Behandlung einschließlich Verwertung oder Beseitigung	9,1 €/m <sup>3</sup>	9,6 €/m <sup>3</sup>	9,4 €/m <sup>3</sup>
Gesamtentsorgungskosten	19,3 €/m <sup>3</sup>	20,9 €/m <sup>3</sup>	<b>20,1 €/m<sup>3</sup></b>

Nach Tabelle 7 betragen günstige Fäkalschlammbehandlungskosten 20,1 €/m<sup>3</sup>, gerechnet ohne Umsatzsteuer, jedoch mit Entsorgung und/oder Beseitigung.

## 7 Formelzeichen und Abkürzungen

a	Jahr
AbwAG	Abwasserabgabengesetz
AbwV	Abwasserverordnung
ATV	Abwassertechnische Vereinigung ATV-DVWK
BbgWG	Brandenburgisches Wassergesetz
BKL	Bodenklasse
d	Tag
DN	Durchmesser-Nennweite (Rohrleitungen)
E	Einwohner
EGW	Einwohnergleichwert (0,06 kg BSB <sub>5</sub> /Ed)
Elt	Elektrik
EN	Europäische Norm
EW	Einwohnerwert = E + EGW
H <sub>man</sub>	Manometrische Förderhöhe
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
I <sub>p</sub>	Investitionsaufwand für eine (größere) Anlage
I <sub>v</sub>	Investitionsaufwand für eine (kleinere) Vergleichsanlage
KAG	Kommunalabgabengesetz
Le <sub>p</sub>	Größe bzw. Leistung der geplanten Anlage
Le <sub>v</sub>	Größe bzw. Leistung der Vergleichsanlage
MLUR	Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung
MSR	Mess- und Regelungstechnik
P <sub>ges.</sub>	Gesamtphosphorgehalt
RÜB	Regenüberlaufbecken
SBR	(Sequencing batch reactor) Einbeckenkläranlage, bei der Belüftung und Abzug des gereinigten Abwassers intermittierend in dem selben Becken erfolgt
St. d. T.	Stand der Technik
t	Verlegetiefe
TR <sub>Original</sub>	Trockensubstanz, die aus dem Klärschlamm stammt.
TR <sub>gesamt</sub>	Die gesamte Trockenmasse wird sich durch Zugabe, z. B. von Kalk gegenüber der Originalmasse vergrößern.)
TS	Trockensubstanz
TW	Trinkwasser
USt.	Umsatzsteuer
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WS	Wassersäule
Y	Degressionskoeffizient
ZF	Kostenzielfunktion

## 8 Definition ausgewählter Fachtermini

Abschreibungen	<p>Absetzung für Abnutzung hier: kalkulatorische Abschreibung - direkter Bestandteil der Abwassergebühr</p> <p>Die Basis für die Abschreibungen sind hier die Anschaffungs- und Herstellungskosten<sup>11</sup>. Beiträge und ähnliche Entgelte sowie Zuwendungen sind kostenmindernd zu berücksichtigen. Dies kann in Form eines Direktabzuges von den Basiswerten oder einer ertragswirksamen Auflösung erfolgen.</p>
Abwasserabgabe	Direkter Kostenbestandteil der Abwassergebühr, welcher für das Einleiten in ein Gewässer zu zahlen ist, richtet sich nach den eingeleiteten Schadeinheiten des Abwassers.
Anschlussbeitrag	Geldleistung zur Deckung der nicht gebührenfinanzierten Investitionsaufwendungen einer öffentlichen Einrichtung, Gegenleistung des Grundstückseigentümers für die Erhöhung des Grundstückswertes.
Benutzungsgebühr	Gegenleistung für die Inanspruchnahme einer öffentlichen Einrichtung (z. B. Schmutzwasserbeseitigung)
Betriebskosten	<p>Ermittlung bei Anlagen der Abwasserbeseitigung in der Regel getrennt nach Kanalnetz und Kläranlage,</p> <p>Die Betriebskosten umfassen bei Kläranlagen die Abwasserabgabe, Personal-, Sach-, Energie-, Instandhaltungs-, Schlammmentwässerungs- sowie Schlammentsorgungskosten. Beim Kanalnetz beinhalten sie Instandhaltungs-, Wartungs-, Inspektions- sowie Energiekosten. Die Betriebskosten enthalten anteilig auch Verwaltungs- und Geschäftsführungskosten.</p>
BSB <sub>5</sub>	<p><b>Biochemischer Sauerstoffbedarf innerhalb von 5 Tagen</b></p> <p>Der BSB<sub>5</sub> ist ein Maß für die Abwasserverschmutzung und wird mit Hilfe eines indirekten Verfahrens ermittelt. Gemessen wird die Atmungsleistung von Mikroorganismen, die biologisch verwertbare Abwasserinhaltsstoffe während der Untersuchungszeit von z. B. 5 Tagen „veratmen“ und dabei Sauerstoff verbrauchen. Es wird unter Laborbedingungen <b>simuliert</b>, welcher Schaden in einem Gewässer durch einen Sauerstoffverbrauch <u>innerhalb von 5 Tagen</u> im Dunkeln und bei 20 °C entstehen würde. Die Angabe erfolgt in mg O<sub>2</sub>/l. Ein niedriger BSB<sub>5</sub> ist gleichbedeutend mit einer geringen Verschmutzung. Sauberes Bachwasser hat einen BSB<sub>5</sub> von 2...5 mg O<sub>2</sub>/l, häusliches Abwasser weist etwa 300...500 mg BSB<sub>5</sub>/l auf, Gülle erreicht 20.000...30.000 mg BSB<sub>5</sub>/l und der BSB<sub>5</sub> von Hühnerblut liegt schätzungsweise bei 200.000 mg/l.</p>

---

<sup>11</sup> Entsprechend dem KAG der einzelnen Bundesländer sind mitunter auch Wiederbeschaffungszeitwerte als Afa-Basis möglich.

CSB	<b>Chemischer Sauerstoffbedarf</b> Im Rahmen der Bestimmung des BSB <sub>5</sub> werden nicht alle Gewässerschadstoffe erfasst. Deshalb wird mit der CSB-Bestimmung untersucht, wie viel chemisch gebundener Sauerstoff erforderlich ist, um alle Stoffe radikal zu oxidieren.
Direkteinleiter	Einleiter, der nach einer eigenen Abwasserbehandlung direkt in einen Vorfluter (Gewässer) einleitet.
Fäkalschlamm	Abfallprodukt im Ergebnis eines Sedimentationsprozesses. Strenggenommen kann weiter unterschieden werden, ob dieser Fäkalschlamm angefault oder ausgefault wird. Damit gibt es Unterschiede bei den Schlammengen und Schlammqualitäten.
EGW	Einwohnergleichwert (60 g BSB <sub>5</sub> /Ed) Der EGW zieht sich in der Regel auf die BSB <sub>5</sub> - <b>Last</b> , die ein Einwohner während eines ganzen Tages verursacht. Enthalten sind in dem EGW auch Lastanteile des Kleingewerbes! Bezogen auf die CSB-Last verursacht ein Einwohner täglich 120 g CSB/Ed.
Indirekteinleiter	Gewerbliches oder industrielles Unternehmen, dass nicht oder nur teilweise vorbehandeltes Abwasser einer kommunalen Kläranlage zuführt.
Jahreskosten	allgemein gebräuchlich, hier Summe aus Betriebskosten und Kapitaldienst
Kosten	bewerteter periodenbezogener Verzehr an Gütern und Dienstleistungen zur betrieblichen Leistungserstellung
Kapitaldienst	hier: kalkulatorische Abschreibung und kalkulatorische Verzinsung des Anlagevermögens
Last	oder Abwasserlast (auch Schmutzfracht) Produkt aus Abwasserkonzentration und der dazugehörigen Abwassermenge
spezifische Last	Produkt aus Abwasserkonzentration und der dazugehörigen Abwassermenge dividiert z. B. durch die zugehörige Produktionseinheit (t oder kg ...) bzw. Bezugsgröße (EGW)
Überschussschlamm	Abfallprodukt im Ergebnis einer biologischen Reinigung in einer gesonderten Verfahrensstufe. Zu unterscheiden vom Vorklärschlamm.
Zinsen	hier: kalkulatorische Zinsen - direkter Bestandteil der Abwassergebühr - Ausgangswert für die Verzinsung sind die Anschaffungs- und Herstellungskosten, welche bei Anwendung der Restbuchwertmethode um die Abschreibungen vermindert sein müssen. Wiederbeschaffungszeitwerte dürfen bei der Berechnung kalkulatorischer Zinsen nicht zur Anwendung kommen. Bei der Verzinsung des aufgewandten Kapitals bleibt der durch Beiträge und der aus Zuwendungen aufgebrachte Kapitalanteil ebenfalls außer Betracht.



## 9 Literaturverzeichnis und weitere Fundstellen

### Literaturverzeichnis

- [1] LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER - ABWASSER  
Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen  
München 1998
- [2] N.N.:  
Betriebstechnik, Kosten und Rechtsgrundlagen der Abwasserreinigung  
ATV-Handbuch, Wilhelm Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische  
Wissenschaften  
Berlin 1995, 4. Auflage
- [3] N.N.:  
Preise - Messzahlen für Bauleistungspreise und Preisindizes für Bauwerke  
Statistisches Bundesamt, Fachserie 17, Reihe 4, August 1998 – Eilbericht
- [4] REICHERTER, E.; u. a.  
Die Kosten der Abwasserkanalisation  
wwt 7/98, S. 20-26
- [5] Hochrechnung von Preisen auf die Preisbasis 2003  
Kalkulation von Schlamm-mengen  
Hochrechnung der Kosten auf die Preisbasis 2004  
“abwasser.exe“ - Kostenlose Software der Autoren  
unter <http://www.institut-halbach.de/download/>
- [6] [Zeitbedarf für die Verlegung relativ unabhängig vom Rohrmaterial](#)  
[Universität der Bundeswehr](#)  
[EUWID-Nachrichten](#)  
Quelle: <http://www.institut-halbach.de/technik/rohr01.htm>
- [7] DUDEY, J.  
Abschätzung von Baukosten für öffentliche Kanalnetze  
Korrespondenz Abwasser 5/94, S. 698-706
- [8] Abwasserentsorgung in Brandenburg  
-Orientierungswerte für den Kostenaufwand bei der Abwasserableitung  
und -behandlung- Jahr 2000  
3. Auflage, Juli 1999  
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des  
Landes Brandenburg
- [9] N.N.:  
Regenwasserversickerung  
ATV-Informationsbroschüre  
Oktober 1996
- [10] Nicht gebührenfähiger Aufwand bei zu großen Kläranlagen  
“abwasser.exe“ - Kostenlose Software der Autoren  
unter <http://www.institut-halbach.de/download/>

- [11] HOSANG/BISCHOF  
Abwassertechnik  
B.G. Teubner Stuttgart 1993, 10. Auflage
- [12] NETTER, u. a.  
Kleine Kläranlagen  
2. Internationale Spezialkonferenz in Trondheim  
Korrespondenz Abwasser 10/93, S. 1578-1582
- [13] N.N.:  
Dresdner Berichte  
Naturnahe und technische Kleine Kläranlagen und Kleinkläranlagen im Vergleich  
Band 12, Dresden 1998  
Herausgeber: Prof. Dr. Ing. Habil. K. Lützner  
Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft TU Dresden
- [14] N.N.:  
Betriebsaufwand f. d. Kanalisation, Teil 1: Betriebsaufgaben, ATV-Arbeitsblatt A 147,  
Mai 1993
- [15] N.N.:  
Regeln für den Kanalbetrieb, Teil 1: Kanalnetz, ATV-Arbeitsblatt A 140, März 1990
- [16] IMHOFF, K.  
Taschenbuch der Stadtentwässerung  
27. Auflage, R. Oldenburg Verlag München - Wien 1990
- [17] HALBACH, U.  
Auf korrektem Kurs  
Der Gemeinderat  
Ausgabe April 1999, S. 26-27
- [18] Internet: [www.institut-halbach.de](http://www.institut-halbach.de)
- [19] REINHARDT, M.  
Schlanker Staat und ausreichend Personal - Gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge  
auf kommunalen Kläranlagen  
Tagungsunterlagen zum ATV-Infotag vom 10.11.1998 in Nürnberg  
-Aktuelles zum Betrieb kommunaler Kläranlagen-
- [20] Kostenstrukturen der Klärschlammbehandlung und -entsorgung  
ATV-Arbeitsgruppe 3.1.5 „Kostenstrukturen der Klärschlammbehandlung und  
-entsorgung“ im ATV-Fachausschuss 3.1 „Allgemeine Fragen“  
Korrespondenz Abwasser 5/99, S 806-814

## Weitere Fundstellen

- N.N.:  
Richtlinie für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen  
ATV-Arbeitsblatt A 128, April 1992
- BIERBAUM, R.; HALBACH, U.  
Wie bürgerfreundlich sind unsere „neuen“ Kommunalabgabengesetze?  
Korrespondenz Abwasser 10/95, S. 1692-1698

HOHMANN, R.  
 Energiecontrolling spart Energie und Kosten  
 Tagungsunterlagen zum ATV-Infotag vom 10.11.1998 in Nürnberg  
 -Aktuelles zum Betrieb kommunaler Kläranlagen-

N.N.:  
 Abwasserkosten 1996 für ostdeutsche Kommunen und Verbände  
 Werdau, Februar 1996  
 Institut für Abwasserwirtschaft HALBACH

EICHHORN, U.; HALBACH, U.  
 Ermittlung des wirtschaftlichen Einsatzes der Freispiegelentwässerung  
 Manuskript einer Veröffentlichung  
 September 1998

Katalog 1996  
 -Kostenkennziffern für eine kostengünstige Abwasserentsorgung im  
 Freistaat Thüringen-, Mai 1996  
 Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt

BIERBAUM, R.; U. A.  
 Ostdeutsche Kommunen: Falsch kalkulierte Gebühren  
 wwt 3/97, S. 10

BIRK, H.-J.  
 Finanzbeziehungen der Abwasser- und Wasserzweckverbände zu ihren Mitgliedsgemeinden außerhalb der Umlagen.  
 Forum 06.09.1996

N.N.  
 Erfassung, Bewertung und Fortschreibung des Vermögens kommunaler Entwässerungseinrichtungen  
 ATV-Arbeitsblatt A 133, September 1996

HALBACH, U.; EICHHORN, U.  
 Interdisziplinäres Gutachten  
 Zweckmäßige Abwasserableitung einer Gemeinde östlich von Berlin  
 Institut für Abwasserwirtschaft HALBACH, 30.10.1997

NACHTIGALL, W.  
 Betriebswirtschaftliche Formeln und Darstellungen  
 Verlag Die Wirtschaft Berlin, Berlin 1972

HALBACH, U.  
 Kommunale Risiken der Abwasserentsorgung im ländlichen Raum  
 WasserAbwasserPraxis 10/97

HALBACH, U.  
 Gutachten  
 Wirtschaftlich-technische Variantenuntersuchung zur Abwasserentsorgung und  
 1. Entwurf eines Abwasserzielkonzeptes für 5 Gemeinden südlich von Berlin  
 Institut für Abwasserwirtschaft HALBACH, 28.01.1999

Planung von Entwässerungsanlagen  
 ATV-Merkblatt M 101, Mai 1996

HALBACH, U.  
Kommunale Risiken der Abwasserentsorgung im ländlichen Raum  
WasserAbwasserPraxis 10/97 (Artikel unter [www.institut-halbach.de](http://www.institut-halbach.de))

HALBACH, U.  
Korrekturen falscher Kalkulationen der Abwassergebühren verschärfen Finanzlage  
Korrespondenz Abwasser 7/97

HALBACH, U.  
Zielfunktion für den Energieverbrauch von Kläranlagen  
wwt 2/99, S. 58-59

Nachricht des Institutes Fresenius vom 09.11.98 an die Bearbeiter auf Grund einer Anfrage.

SCHOENBERG in [6] zitiert von SEYFRIED

Mitteilungen über die Änderung von Preisen  
Newsletterbestellung unter <http://www.institut-halbach.de/>

Linkliste Hauskläranlagen im Verzeichnis „Hauskläranlagen“  
unter <http://www.institut-halbach.de/>

K.U. Graw  
Uni Leipzig - Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät  
[http://www.uni-leipzig.de/%7Egrw/www/ww\\_ww.html#zwei](http://www.uni-leipzig.de/%7Egrw/www/ww_ww.html#zwei)

Mitteilungen über die Änderung von Preisen  
Newsletterbestellung unter <http://www.institut-halbach.de/>

N.N.:  
Dezentrale Abwasserbehandlung in ländlich strukturierten Regionen  
-UTECH BERLIN 97-  
Schriftenreihe des IFV Wasserforschung  
Technische Universität Berlin

Abwasserentsorgung in Brandenburg  
-Orientierungswerte für den Kostenaufwand bei der Abwasserableitung  
und -behandlung-  
2. Auflage, Juli 1996  
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg

Leitfaden zur umweltverträglichen und kostengünstigen Regenwasserbewirtschaftung in  
Brandenburg  
Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des  
Landes Brandenburg  
November 2001

## Autoren:

**INSTITUT FÜR  
ABWASSERWIRTSCHAFT  
HALBACH**



Schloßstr. 2  
08412 Werdau

Telefon: (0 37 61) 52 66 oder 52 67

Telefax: (0 37 61) 52 68

[box@institut-halbach.de](mailto:box@institut-halbach.de)

[www.institut-halbach.de](http://www.institut-halbach.de)

Dipl. Ing. (FH) für Wasserwirtschaft et Diplomökonom Uwe Halbach

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Abwasserbeseitigung

Bestellt von der IHK Südwestsachsen Chemnitz - Plauen - Zwickau

Diplomchemiker Uwe Eichhorn

Diplomingenieur-Ökonom Marion Halbach

Diplomökonom Ramona Bierbaum

Diplomwirtschaftingenieur (FH) Andreas Behlke