

Österreichisches Forschungsprojekt

# Benchmarking in der Siedlungswasserwirtschaft

Endbericht

Erfassung und Vergleich von technischen und  
wirtschaftlichen Kennzahlen in der  
Siedlungswasserwirtschaft  
(Abwasserableitung und –reinigung)

Im Auftrag des

Bundesministeriums für  
Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

§ 21 UFG 1993

Wien, Dezember 2001



# Benchmarking in der Siedlungswasserwirtschaft

## **Bearbeitung:**

- IWAG - Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien
- IWGA - Institut für Wasserversorge, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Wien
- Quantum - Institut für betriebswirtschaftliche Beratung GmbH, Klagenfurt

## **Projektleitung und Impressum:**

- ÖWAV Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband



Wien, im Dezember 2001

Sehr geehrte Damen und Herren !

Das Forschungsprojekt „Benchmarking in der Abwasserwirtschaft“ - ein im europäischem Raum beispielgebendes Projekt – ist nunmehr abgeschlossen. Dieses Projekt ist auch deshalb von hoher Bedeutung, da im Vergleich zu anderen europäischen Benchmarking-Projekten der gesamte Leistungsbereich der Abwasserentsorgung – d.h. Kanalisation und Abwasserreinigung – im Detail untersucht wurde.

Der Sinn von Benchmarking-Projekten liegt darin *die Besten zu definieren* und *von den Besten zu lernen*. Erst das Wissen, welche Leistungen zu welchen Kosten im besten Fall erbracht werden können, ermöglicht ein zielgerichtetes Vorgehen zur Optimierung der bestehenden Kosten- und Leistungsstrukturen. Der Ehrgeiz und der Versuch, die Benchmarks zu erreichen, schafft eine Wettbewerbssituation, die den privaten Marktmechanismen entspricht.

Die Bereitschaft der 71 Verbände und Gemeinden am gegenständlichen Forschungsprojekt mitzuarbeiten zeigt vom Willen und dem Engagement der öffentlichen Verwaltungen, sich mit privatwirtschaftlichen Methoden und Kostensenkungsüberlegungen aktiv auseinander zu setzen. Der eingeschlagene Weg ist zukunftsweisend und ich möchte mich daher primär bei denjenigen Verbänden und Gemeinden bedanken, die bereit waren ihre Daten zur Verfügung zu stellen. Mein Dank gilt auch den Vertretern der einzelnen Landesregierungen, dem Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband sowie dem Team aus Wissenschaft und Wirtschaft, die das Benchmarking-Projekt gemeinsam mit dem BMLFUW initiiert und umgesetzt haben.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'W. Molterer', written in a cursive style.

Mag. Wilhelm Molterer

Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DIE PHILOSOPHIE DES BENCHMARKING</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>BENCHMARKING IN DER SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>VORBEMERKUNG</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>KOSTENVERGLEICHE IN DER ABWASSERENTSORGUNG</b>	<b>4</b>
3.2.1	Generelle Motivation.....	4
3.2.2	Spezifische Kosten – ”Kennzahlen” .....	5
3.2.3	Studien über Kostenvergleiche in der Abwasserentsorgung (in der Literatur)...	7
<b>3.3</b>	<b>BENCHMARKING IN DER ABWASSERENTSORGUNG</b>	<b>8</b>
3.3.1	Der Begriff ”Benchmark” .....	8
3.3.2	Der Begriff ”Prozess” .....	9
3.3.3	Der Begriff ”Benchmarking” .....	10
3.3.4	Benchmarking-Projekte der Abwasserentsorgung in Europa .....	12
<b>4</b>	<b>ÜBERSICHT ÜBER DAS DESIGN DES FORSCHUNGSPROJEKTES</b>	<b>14</b>
<b>4.1</b>	<b>PROJEKTTRÄGER - PROJEKTZWECK</b>	<b>14</b>
<b>4.2</b>	<b>PROJEKT BETREUUNG</b>	<b>14</b>
<b>4.3</b>	<b>PROJEKTERGEBNIS – PROJEKTNUTZEN</b>	<b>15</b>
<b>4.4</b>	<b>PROJEKTMODULE</b>	<b>16</b>
<b>4.5</b>	<b>VORAUSSETZUNG FÜR DIE TEILNAHME AM BENCHMARKING-PROJEKT</b>	<b>17</b>
<b>4.6</b>	<b>DATENBEHANDLUNG – ANONYMISIERUNG</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>KOSTEN- UND LEISTUNGSRECHNUNG ALS GRUNDLAGE FÜR DAS BENCHMARKING</b>	<b>19</b>
<b>5.1</b>	<b>KOSTEN- UND LEISTUNGSRECHNUNG - ALLGEMEIN</b>	<b>19</b>
<b>5.2</b>	<b>WEITERE AUFGABEN DER KOSTEN- UND LEISTUNGSRECHNUNG FÜR DAS BENCHMARKING</b>	<b>20</b>
<b>5.3</b>	<b>DATENBASIS</b>	<b>21</b>
<b>5.4</b>	<b>DAS KOSTENARTENSHEMA</b>	<b>22</b>
5.4.1	Differenzierung der Personalkosten .....	24

---

5.4.2	Differenzierung der Kapitalkosten .....	25
5.4.3	Instandhaltung versus Instandsetzung .....	25
<b>5.5</b>	<b>DAS KOSTENSTELLENSCHEMA</b>	<b>25</b>
<b>5.6</b>	<b>DIE KOSTEN- UND LEISTUNGSRECHNUNG</b>	<b>27</b>
5.6.1	Haushaltsorientierte Kostenrechnung .....	29
5.6.2	Klassische bzw. betriebswirtschaftliche Kostenrechnung .....	29
<b>5.7</b>	<b>KOSTENRECHNUNG FÜR DAS BENCHMARKING (NORMIERUNG DER KAPITALKOSTEN)</b>	<b>34</b>
5.7.1	Indexierung der Baukosten.....	34
5.7.2	Neutralisierung der Förderungen .....	35
5.7.3	Das Kostenrechnungssystem für das Benchmarking .....	36
<b>6</b>	<b>METHODIK - ABWASSERABLEITUNG</b>	<b>37</b>
<b>6.1</b>	<b>ALLGEMEINES</b>	<b>37</b>
<b>6.2</b>	<b>PROZESSEINTEILUNG</b>	<b>38</b>
6.2.1	Kostenstellen Verbandsnetz / Ortsnetz .....	38
6.2.2	Transportkanal / Ortskanal .....	39
6.2.3	Prozesseinteilung Kanalbetrieb .....	40
<b>6.3</b>	<b>DATENERFASSUNG</b>	<b>41</b>
6.3.1	Übersicht über die Tabellenblätter des technischen Erhebungsbogens .....	42
6.3.2	Tabellenblatt Allgemein.....	42
6.3.3	Tabellenblatt Kanal Gesamt .....	42
6.3.4	Tabellenblatt Bauabschnitt Kanal Detail.....	42
6.3.5	Tabellenblatt Kanal Betrieb .....	43
<b>6.4</b>	<b>PLAUSIBILITÄTSPRÜFUNG</b>	<b>43</b>
<b>6.5</b>	<b>BEZUGSGRÖßEN</b>	<b>44</b>
6.5.1	Allgemeines / Mögliche Bezugsgrößen .....	44
6.5.2	Bezugsgrößenanalyse .....	45
6.5.3	Wahl der Bezugsgrößen .....	47
<b>6.6</b>	<b>GRUPPENEINTEILUNG</b>	<b>48</b>
<b>6.7</b>	<b>DETAILANALYSE KANALBAU</b>	<b>49</b>
6.7.1	Vorgehensweise .....	49
6.7.2	Datenerfassung .....	50
6.7.3	Plausibilitätsprüfung.....	50
6.7.4	Gruppeneinteilung.....	50
6.7.5	Bezugsgrößenanalyse .....	51

---

<b>7</b>	<b>METHODIK - ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN</b>	<b>52</b>
7.1	REPRÄSENTATIVITÄT DER UNTERSUCHTEN ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN	52
7.2	VERGLEICH DER ANLAGEN ÜBER PROZESSE	54
7.2.1	Prozess 1 – Mechanische Vorreinigung .....	56
7.2.2	Prozess 2 – Mechanisch-biologische Abwasserreinigung .....	57
7.2.3	Prozess 3 – Schlammindickung und Stabilisierung.....	59
7.2.4	Prozess 4 – weitergehende Schlammbehandlung.....	60
7.3	DATENERHEBUNG	62
7.4	PLAUSIBILITÄTSPRÜFUNG	62
7.5	EINTEILUNG DER ANLAGEN IN GRUPPEN	63
7.6	BEZUGSGRÖßEN	67
7.6.1	Allgemeines.....	67
7.6.2	Mögliche Bezugsgrößen.....	67
7.6.3	Bezugsgrößenanalyse .....	69
7.7	FESTLEGUNG DES BENCHMARKBEREICHES UND DER BENCHMARKS	80
7.7.1	Welche Anlagen können Benchmark werden .....	80
7.7.2	Festlegung des Benchmarkbereiches .....	81
7.7.3	Festlegung von Benchmarks .....	82
<b>8</b>	<b>ERGEBNISSE DER KOSTEN- UND LEISTUNGSRECHNUNG</b>	<b>84</b>
8.1	ALLGEMEINES	84
8.2	BENCHMARKING-STICHPROBE FÜR DIE KOSTENANALYSE	86
8.3	STRUKTUR DES RECHNUNGSWESENS	88
8.4	GESAMTJAHRESKOSTENANALYSE – ABLEITUNG UND REINIGUNG	90
8.4.1	Anteil der Jahresableitungs- bzw. Jahresreinigungskosten.....	90
8.4.2	Betriebs- bzw. Kapitalkostenanteile an den Gesamtjahreskosten.....	91
8.5	JAHRESKOSTEN ABWASSERABLEITUNG - GESAMT	92
8.5.1	Abwasserableitung – Betriebs- bzw. Kapitalkostenanteile .....	92
8.5.2	Abwasserableitung - Baulich bzw. maschineller Kapitalkostenanteil .....	93
8.6	JAHRESKOSTEN ABWASSERABLEITUNG - DETAILAUSWERTUNG	94
8.6.1	Jahreskapitalkosten Kanalisation bzw. Sonderbauwerke.....	94
8.6.2	Jahresbetriebskosten Kanalisation bzw. Sonderbauwerke .....	95
8.6.3	Kapital- bzw. Betriebskosten bezogen auf Kostenstellen der Abwasserableitung .....	96
8.6.4	Abwasserableitung - Betriebskostenstruktur.....	97

<b>8.7</b>	<b>JAHRESKOSTEN KLÄRANLAGE - GESAMT</b>	<b>98</b>
8.7.1	Abwasserreinigung – Betriebs- bzw. Kapitalkostenanteile .....	98
8.7.2	Abwasserreinigung – Baulich bzw. maschineller Kapitalkostenanteil .....	99
<b>8.8</b>	<b>JAHRESKOSTEN ABWASSERREINIGUNG – DETAILAUSWERTUNG</b>	<b>100</b>
8.8.1	Kapitalkosten Abwasserreinigung – Detailanalyse.....	100
8.8.2	Betriebskostenverteilung Prozesse.....	101
8.8.3	Betriebskosten - Verteilung der Kostenarten .....	103
8.8.4	Kostenartenverteilung – Detailprozesse Kläranlage .....	106
<b>8.9</b>	<b>KLÄRANLAGENBETRIEBSKOSTEN MINIMA / MAXIMA / MEDIAN JE EW-CSB<sub>110</sub></b>	<b>111</b>
8.9.1	Größengruppe 1 (ARA <5000 EW) .....	112
8.9.2	Größengruppe 2 (ARA >5.000 und <12.000 EW-CSB <sub>110</sub> ).....	117
8.9.3	Größengruppe 3 (ARA >12.000 und <25.000 EW-CSB <sub>110</sub> ).....	123
8.9.4	Größengruppe 4 (ARA >25.000 und <50.000 EW-CSB <sub>110</sub> ).....	129
8.9.5	Größengruppe 5 (ARA >50.000 EW-CSB <sub>110</sub> ) .....	135
<b>8.10</b>	<b>ORGANISATORISCHE HILFSKOSTENSTELLEN</b>	<b>141</b>
8.10.1	Allgemeines.....	141
8.10.2	Verwaltungskosten .....	142
<b>8.11</b>	<b>EXKURS: INDIVIDUALAUSWERTUNGEN - VORSCHAU</b>	<b>145</b>
<b>9</b>	<b>ERGEBNISSE - ABWASSERABLEITUNG</b>	<b>148</b>
<b>9.1</b>	<b>ALLGEMEINES</b>	<b>148</b>
<b>9.2</b>	<b>BETRACHTUNGEN ZUR BENCHMARKFESTLEGUNG</b>	<b>148</b>
9.2.1	Welche Anlagen können Benchmark werden .....	148
9.2.2	„AUSSAGEKRAFT bezüglich Benchmarking“ .....	150
<b>9.3</b>	<b>ERGEBNISSE DER KAPITALKOSTENAUSWERTUNGEN</b>	<b>153</b>
9.3.1	Ortsnetze.....	153
9.3.2	Verbandsnetze .....	154
<b>9.4</b>	<b>ERGEBNISSE DER BETRIEBSKOSTENAUSWERTUNG</b>	<b>156</b>
9.4.1	Ortsnetze.....	156
9.4.2	Verbandsnetze .....	157
<b>9.5</b>	<b>ERGEBNISSE DER JAHRESKOSTENAUSWERTUNG</b>	<b>158</b>
9.5.1	Ortsnetze.....	159
9.5.2	Verbandsnetze .....	160
<b>9.6</b>	<b>WIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNGEN</b>	<b>162</b>
9.6.1	Auswertungen auf Einwohner (E) bezogen .....	162
9.6.2	Auswertungen bezüglich der Betriebskostenarten .....	165

---

9.6.3	Analyse hinsichtlich Entwässerungssystem .....	169
<b>9.7</b>	<b>ERGEBNISSE DER DETAILANALYSE KANALBAU</b>	<b>172</b>
9.7.1	Einleitung .....	172
9.7.2	Investitionskosten für Ortskanäle.....	174
9.7.3	Investitionskosten für Transportkanäle.....	177
9.7.4	Konjunkturelle Einflüsse auf die Investitionskosten.....	182
9.7.5	Zusammenfassung Detailanalyse Kanalbau .....	184
<b>10</b>	<b>ERGEBNISSE ABWASSERREINIGUNG</b>	<b>185</b>
<b>10.1</b>	<b>ERGEBNISSE DER BETRIEBSKOSTENAUSWERTUNG</b>	<b>186</b>
10.1.1	Ergebnisse der Gesamtbetriebskosten.....	186
10.1.2	Ergebnisse der Betriebskostenauswertung der Prozesse 1 bis 4 .....	187
<b>10.2</b>	<b>ERGEBNISSE DER KAPITALKOSTENAUSWERTUNG</b>	<b>197</b>
<b>10.3</b>	<b>ERGEBNISSE DER JAHRESKOSTENAUSWERTUNG</b>	<b>206</b>
<b>10.4</b>	<b>WIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNGEN - EXTERNES BENCHMARKING</b>	<b>208</b>
10.4.1	Belastungsspezifischer Vergleich .....	208
10.4.2	Theoretisches Einsparungspotenzial .....	215
<b>10.5</b>	<b>KOSTENEFFIZIENZ FÜR DEN GEWÄSSERSCHUTZ</b>	<b>219</b>
<b>10.6</b>	<b>ERGEBNISSE DER DETAILPROZESSE DER ABWASSERREINIGUNG</b>	<b>221</b>
10.6.1	Sauerstoffzufuhr – Regelung bzw. Steuerung.....	221
10.6.2	Schlamm entwässerung .....	226
<b>11</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>229</b>
<b>12</b>	<b>SCHLUSSBEMERKUNG</b>	<b>234</b>
<b>13</b>	<b>ÜBERSICHT ÜBER DIE GEBILDETEN GRUPPEN UND KENNZAHLEN</b>	<b>235</b>
<b>14</b>	<b>LITERATUR</b>	<b>236</b>
<b>15</b>	<b>DIE MITARBEITER DES PROJEKTTEAMS</b>	<b>238</b>



## **1 EINLEITUNG**

Die von der öffentlichen Hand betriebenen Wirtschaftszweige zur Erfüllung öffentlicher Aufgaben sehen sich immer wieder dem Vorwurf ausgesetzt, durch gravierende Wirtschaftlichkeits- bzw. Effizienzdefizite bei der Leistungserstellung ein Kosten- bzw. Gebührenniveau zu erzeugen, welches durchaus vermeidbar sei. Dieser vermeintliche Vorwurf taucht derzeit auch im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft und hier insbesondere auch im Zusammenhang mit dem Vorwurf der Monopolstellung der öffentlichen Hand sowie im Zuge von diesbezüglichen Privatisierungsüberlegungen verstärkt auf.

Um diesem Vorwurf entgegentreten zu können ist beabsichtigt, den Betreibern von Abwasseranlagen wirkungsvolle Instrumentarien in die Hand zu geben, die eine effiziente Steuerung des Unternehmens – auf Basis der Orientierung an betriebswirtschaftlichen und technischen Referenzwerten bzw. Benchmarks – ermöglichen. Aber auch für alle privatwirtschaftlichen Betriebe stellt Benchmarking eine anerkannte Methode der Effizienzsteigerung dar.

Die Generierung von Referenzwerten bzw. Benchmarks erfolgt im Zuge eines umfassenden Forschungsprojektes – welches mindestens 88 Abwasseranlagen verteilt über ganz Österreich umfasst sowie auf technischer Seite von den Universitätsinstituten TU-Wien und BOKU-Wien und auf betriebswirtschaftlicher Seite durch "Quantum - Institut für betriebswirtschaftliche Beratung GmbH" mitbetreut wird.

Ziel des gegenständlichen Forschungsprojektes "Erfassung und Vergleich von technischen und wirtschaftlichen Kennzahlen in der Siedlungswasserwirtschaft – Benchmarking SWW" ist der Versuch, Leistungs- und Effizienzunterschiede zwischen den einzelnen Probanden transparent zu machen und durch die Generierung von Benchmarks den Betreibern wichtige Informationen bezüglich des eigenen Abschneidens gegenüber vergleichbaren Unternehmen darzustellen.

Das Instrument "Benchmarking SWW" dient daher für die Betreiber von Abwasseranlagen als wichtige Informationsquelle zur Verbesserung der eigenen technischen und wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit.

Die standardisierte und vereinheitlichte Erhebung der benötigten technischen und wirtschaftlichen Daten stellt daher einen zentralen Faktor des gesamten Projektes dar, der über die Qualität und Aussagefähigkeit der gesamten Analyse mit entscheidet. Aus diesem Grund wird großer Wert auf die Erstellung der verwendeten Untersuchungs- bzw. Datenerhebungsmethodik gelegt.

Neben den grundsätzlichen Ausführungen über Benchmarking und der Darstellung des

---

Forschungsdesigns umfasst der gegenständliche Bericht primär die technischen und wirtschaftlichen Grundlagen zur Umsetzung des Benchmarking-Projekts in der Siedlungswasserwirtschaft.

## **2 DIE PHILOSOPHIE DES BENCHMARKING**

Benchmarking ist eine systematische Suche nach den objektiv besten gängigen Praktiken, mit dem Ziel, diese Spitzenleistungen auf die eigene Organisation zu übertragen und eine Steigerung der Effizienz der jeweiligen Leistungserstellung zu erreichen.

Die Philosophie des Benchmarking geht demnach weit über traditionelle Verfahren des Unternehmensvergleichs hinaus. Es wird durch einen systematischen Vergleich von Prozessen, Methoden und Produkten über mehrere Organisationseinheiten hinweg eine Grundlage für die Wirtschaftlichkeitssteuerung durch Identifizierung von Kosteneinsparungspotenzialen und Leistungseffizienzen geschaffen. Durch die Orientierung an den so genannten Benchmarks bzw. *Best-Practice*-Leistungsniveaus von Vergleichsorganisationen und dem anschließenden aktiven Versuch, diese im eigenen Unternehmen umzusetzen, können Verbesserungen von Betriebsabläufen erreicht werden.

Benchmarking stellt nicht nur ein in der Privatwirtschaft bereits bewährtes Instrument zur Unterstützung der Unternehmensplanung und Leistungsmessung dar, sondern ist auch in so genannten „marktfernen“ Unternehmensbereichen - wie beispielsweise im Bereich der öffentlichen Siedlungswasserwirtschaft, deren Anlagen primär durch Verbände, Gemeinden oder Städte errichtet und betrieben werden - erfolgreich einsetzbar.

Laut Professor Baum<sup>1</sup> gibt es im Rahmen der betrieblichen Leistungserstellung i.d.R. viele Funktionsbereiche und Teilprozesse, die einer direkten Bewertung nicht zugänglich sind. Benchmarking kann hierbei einen adäquaten Ersatz für den Anreiz zur Leistung bieten, wie er beispielsweise von einem Marktmechanismus ausgeht. Ist die „unsichtbare Hand“ der Marktkräfte, die aus Gründen einer nachhaltigen Existenzsicherung zu einer effizienten Leistungserstellung zwingt, in einem Teilbereich einer Volkswirtschaft ausgeschaltet, kann Benchmarking diese Funktion zumindest teilweise übernehmen. Neben dem Effekt, Abweichungen in der Leistungsfähigkeit des jeweils untersuchten Unternehmens aufdecken und analysieren zu helfen, hat das Benchmarking auch einen Einfluss auf die Entwicklung des Unternehmens. Der Prozess, die Mitarbeiter der einzelnen Organisationen dazu anzuhalten, sich an ihren *Best-Practise*-Vergleichspartnern zu orientieren und von ihnen zu lernen, führt

---

<sup>1</sup> Bayrisches Institut für Abfallforschung (BIfA), Augsburg.

zur Ausbildung von so genannten „lernenden Organisationen“.

Benchmarking sollte jedoch keine einmalige Aktion darstellen, die beiläufig durchgeführt werden kann. Erfolgreiche Benchmarking-Projekte sind mit erheblichem Aufwand verbunden und kennzeichnen sich durch eine praktische Implementierung eines kontinuierlichen Benchmarking-Prozesses mit einer ständigen Weiterentwicklung aus. Ein seriöses und fundiertes Projektdesign sowie eine ausreichende Größe der Stichprobe sind wesentliche Voraussetzungen für die Identifizierung von Leistungslücken und die Analyse von deren Ursachen. Es muss auch mögliche Optimierungspotenziale für die Steigerung der Effizienz bei der Leistungserbringung darstellen.

Die Ziele des Benchmarking liegen daher im Wesentlichen in der Steigerung der Effizienz, dem positiven Wandel der Unternehmenskultur, der motivierenden Wirkung durch die Orientierung an Zielvorgabe von Vergleichsunternehmen sowie in der Verankerung der Wettbewerbsorientierung in sämtlichen Unternehmensbereichen.

Die Schritte des Benchmarking-Prozesses liegen primär in der Definition von Leistungsbeurteilungsgrößen, der Identifikation von geeigneten Vergleichspartnern, der Definition der Datenerhebungsmethode – welcher in den folgenden Ausführungen breiter Raum eingeräumt wird.

Die Ziele des Benchmarking können wie folgt charakterisiert werden:

- ⇒ Steigerung der Effizienz
- ⇒ Verbesserung der Unternehmenskultur
- ⇒ Motivierung des Personals durch
- ⇒ Verankerung des Wettbewerbsgedankens in sämtlichen Unternehmensbereichen

Die Schritte des Benchmarking-Prozesses sind:

- ⇒ Definition von Leistungsbeurteilungsgrößen
- ⇒ Identifikation von geeigneten Vergleichspartnern
- ⇒ Durchsetzung einer einheitlichen Datenerhebungs- und –bearbeitungsmethode

### **3 BENCHMARKING IN DER SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT**

#### **3.1 Vorbemerkung**

Für den Titel dieses Projekts wurde die Bezeichnung "Benchmarking SWW" (Benchmarking in der Siedlungswasserwirtschaft) gewählt. Ungeachtet dessen, dass die Siedlungswasserwirtschaft Wasserversorgung und Abwasserentsorgung umfasst, konzentriert sich dieses Projekt "nur" auf Abwasserableitung und Abwasserreinigung, das heißt auf die Abwasserentsorgung.

*Der Projektstiel "Benchmarking SWW" ist als programmatisch anzusehen, zumal auch davon auszugehen ist, dass dieses Projekt neben der Abwasserentsorgung in einem weiteren Schritt auf die Wasserversorgung ausgedehnt werden wird.*

Ein Grund dafür, dass in einem ersten Schritt im Rahmen dieses Projekts die Abwasserentsorgung behandelt wird, liegt darin, dass die steigenden Kosten für die Abwasserentsorgung in direktem Zusammenhang mit den erhöhten Anforderungen an die Abwasserreinigung gesehen werden. Es ist ein Aspekt dieses Projekts, dieser Hypothese nachzugehen.

Der folgende Punkt 3.2 beschäftigt sich mit Kostenvergleichen in der Abwasserentsorgung. Es wird an dieser Stelle bereits darauf hingewiesen, dass "Benchmarking" über einen reinen Kostenvergleich bei weitem hinausgeht.

#### **3.2 Kostenvergleiche in der Abwasserentsorgung**

##### **3.2.1 Generelle Motivation**

Grundsätzlich wird bei den Kosten der Abwasserentsorgung – wie in den meisten anderen Bereichen auch – zwischen Investitions- und Betriebskosten unterschieden. Die Investitionskosten waren und sind vor allem dann von Interesse, wenn es darum geht, bei konkreten Bauprojekten in einem Variantenvergleich unterschiedliche Konzepte kostenmäßig gegenüberzustellen. Um zu gewährleisten, dass nicht nur die "billigste", sondern die "beste" (= kostengünstigste) Lösung zur Ausführung gelangt, sind Investitions- und Betriebskosten miteinander zu verknüpfen und "Jahreskosten" zu ermitteln. Nun werden zwar im Allgemeinen die gleichen finanzmathematischen Grundlagen zur Ermittlung von Jahreskosten angewendet, hinsichtlich der Annahmen, die solchen Kostenermittlungen zu Grunde liegen, gibt es jedoch keine allgemein gültigen Ansätze. So gibt es beispielsweise keine generell akzeptierten Grundlagen bezüglich des Personalbedarfs von Abwasserreinigungsanlagen. Geht man zum Beispiel davon aus, dass bei Anlagen mit beheizter Schlammfäulung ein Klärwärter mehr benötigt wird als bei Anlagen mit gleichzeitiger aerober

Schlammstabilisierung, so wird sich die Ausbauvariante mit simultaner Stabilisierung in den meisten Fällen als die "kostengünstigere" herausstellen. Auch hinsichtlich anderer Kostenfaktoren existieren keine allgemein akzeptierten Ansätze, wie z.B. bezüglich des Energiebedarfs oder des zu erwartenden Schlammanfalls bei unterschiedlichen Verfahren der Abwasserreinigung. All die derzeit bestehenden Freiheiten können letztlich dazu genutzt werden, ein subjektiv bevorzugtes Verfahren als das objektiv "kostengünstigste" zu ermitteln.

Dieses Forschungsprojekt soll unter anderem auch dazu beitragen, auf Basis der erhobenen Daten und mit Hilfe der ermittelten Kennzahlen zu verbesserten, weitgehend abgesicherten und vor allem allgemein akzeptierten Grundlagendaten für den kostenmäßigen Vergleich in Variantenstudien zu gelangen.

Kostenvergleiche werden in der Abwasserwirtschaft häufig auch im Bereich der Betriebskosten vorgenommen. Ziel dieser Kostenvergleiche ist zumeist, durch einen Vergleich der Betriebskosten nach Kostenarten (grob eingeteilt in Personal, Energie, Reststoffentsorgung etc.) eine Standortbestimmung vorzunehmen und generell nach Möglichkeiten von Einsparungen zu suchen.

### **3.2.2 Spezifische Kosten – "Kennzahlen"**

Um Kostenvergleiche durchführen zu können, ist es erforderlich, Kosten unterschiedlicher Anlagen auf technische Kenngrößen zu beziehen, um auf diese Weise zu spezifischen Kosten, die im Weiteren als "Kennzahlen" bezeichnet werden, zu gelangen.

Bereits in der Vergangenheit sind immer wieder mehr oder weniger umfangreiche Arbeiten verfasst worden, die sich mit den Kosten der Abwasserentsorgung beschäftigen. In den letzten Jahren ist vor allem in Deutschland im Rahmen von Fachseminaren das Thema der Kosten, insbesondere der "Kostendämpfung", bei der Abwasserbeseitigung im Allgemeinen und im Speziellen bei der Abwasserreinigung behandelt worden. Bei genauerer Betrachtung der entsprechenden Arbeiten zeigt sich, dass oftmals das Problem der nicht gesicherten Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Angaben zu spezifischen Kosten ("Kennzahlen") besteht.

Wesentlich ist daher, dass gleiche (vergleichbare) technische Kenngrößen eingesetzt werden, um einen sinnvollen Kostenvergleich anstellen zu können. Diese vergleichbaren technischen Kenngrößen werden infolge "Bezugsgrößen" genannt.

Unter "Bezugsgröße" versteht man generell eine Größe, die einen Bezug der Kosten auf vergleichbare Einheiten erlaubt. Sie stellt eine Größe dar, die als Divisor der jeweiligen Kosten bei der Ermittlung der "Kennzahl" fungiert. Die Wahl der Bezugsgröße hat, wie im

Weiteren eingehend beschrieben wird, einen unmittelbaren Einfluss auf die ermittelten Kennzahlen.

Im Bereich der Abwasserentsorgung wird diese Bezugsgröße stets ein Parameter sein, der die Größe bzw. die Belastung der Abwasseranlagen beschreibt wie z.B. "angeschlossene Einwohner", Kanallängen, "Einwohnerwerte", Schmutzfrachten etc.

Die Investitionskosten von Abwasseranlagen stehen in keinem Zusammenhang zur tatsächlichen "Belastung" der Anlagen, sondern sind nur von der (Ausbau-)Größe der Anlage abhängig. Bezugsgrößen für die Investitionskosten von Abwasserreinigungsanlagen sind daher entweder die Ausbaugröße laut Projekt (Wasserrechtsbescheid) oder eine "normierte" Ausbaugröße, die in Kapitel 7 beschrieben wird. Als Bezugsgrößen für die Betriebskosten von Abwasserreinigungsanlagen dienen hingegen Parameter, welche für die tatsächliche Belastung der Anlage stehen. Dabei kann als Bezugsgröße die mittlere Belastung, die "Bemessungslast" oder ein dazwischenliegender Wert, wie z.B. der 70-%-Wert, herangezogen werden.

Es wird nun eine der Aufgaben dieses Forschungsprojekts sein herauszufinden, welche der möglichen Bezugsgrößen als die "sensitivste" und somit als die geeignetste anzusehen ist. Dabei ist es denkbar, dass sich hinsichtlich bestimmter Teilbereiche der Betriebskosten, nicht die organische Belastung (CSB), sondern die Phosphorbelastung, wie beispielsweise bei den Chemikalienkosten, oder die Stickstoffbelastung möglicherweise bei den Energiekosten als maßgebend herausstellt und somit die geeignetste Bezugsgröße erweist.

Abbildung 3-1 veranschaulicht die Vorgangsweise bei der Erarbeitung von Kennzahlen. Nach der Erhebung der technischen Daten (Anlagendaten und Betriebsdaten) werden die Betriebsdaten einer Plausibilitätsprüfung unterzogen und die möglichen "Bezugsgrößen" errechnet. Aus der Kostenrechnung werden die Investitions- und Betriebskosten ermittelt, wobei die Investitionskosten auch noch weiter auf einzelne Anlagenteile bzw. die Betriebskosten auf "Prozesse" aufgeteilt werden. Die Kosten werden schließlich mit den Bezugsgrößen zusammengeführt, indem die einzelnen Kosten durch die entsprechenden Bezugsgrößen dividiert werden, wodurch man letztlich "Kennzahlen" erhält.

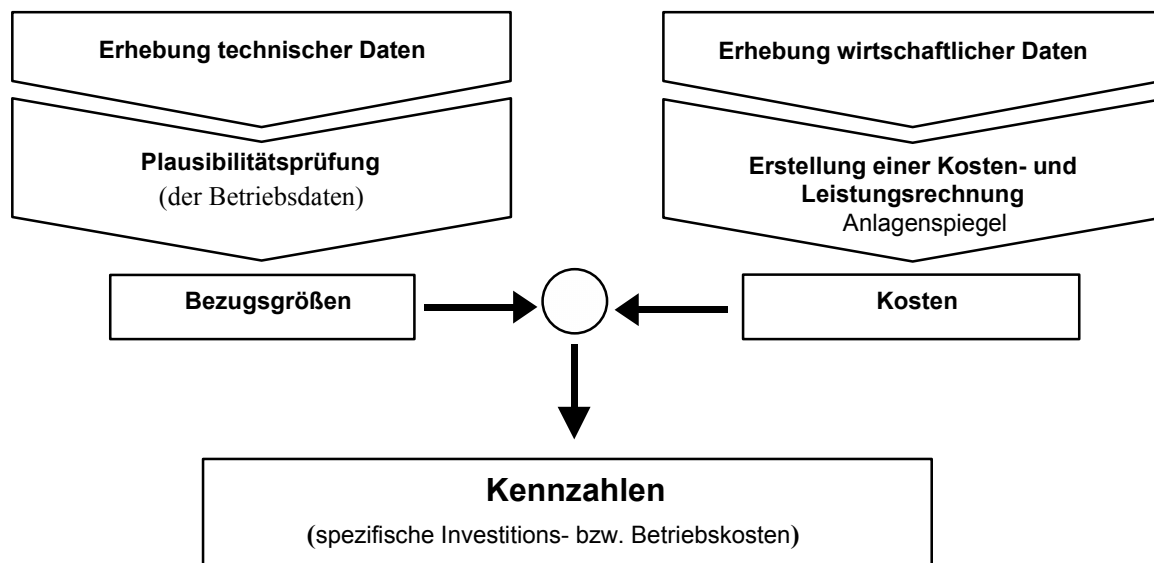


Abbildung 3-1: Vorgehensweise bei der Ermittlung von "Kennzahlen"

Eine der wesentlichen Aufgaben des Hauptprojektes wird darin bestehen, geeignete Bezugsgrößen, die auch in der Folge einheitlich angewendet werden können, herauszuarbeiten.

### 3.2.3 Studien über Kostenvergleiche in der Abwasserentsorgung (in der Literatur)

Wie bereits erwähnt, sind insbesondere in Deutschland im Laufe des letzten Jahrzehnts zahlreiche Studien über die Kosten der Abwasserentsorgung durchgeführt. Speziell mit den Kosten der Abwasserableitung hat sich vor etwa 10 Jahren PECHER beschäftigt (u.a. PECHER, 1992). Eine umfangreiche Arbeit über Investitions- und Betriebskosten von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen liegt im Rahmen einer Dissertation von BOHN (1993) vor. Neuere Arbeiten zu Betriebskosten von Kläranlagen stammen unter anderem von GRÜNEBAUM *et al.* (1996), WAGNER und JUNG (1996) und von BOHN (1998). Die in diesen Arbeiten genannten spezifischen Kosten ("Kennzahlen") liegen selbst exklusive der "Abwasserabgabe" durchwegs deutlich höher als die spezifischen Betriebskosten, die sich aus Auswertungen von Daten schwedischer bzw. von österreichischer kommunaler Abwasserreinigungsanlagen ergeben (BALMÉR, 1994, bzw. NOWAK, 1999a). Zudem ist in den genannten deutschen Veröffentlichungen teilweise unklar, zu welcher Bezugsgröße die Betriebskosten in Relation gesetzt worden sind.

In der internationalen Fachliteratur konnten bis auf die erwähnte Arbeit von BALMÉR (1994) bis zum Herbst vergangenen Jahres keine Arbeiten zu Kosten, insbesondere zu Betriebskosten von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen, gefunden werden. Im September 1999 wurden bei einer internationalen Konferenz der IAWQ in Budapest über "große Abwasserreinigungsanlagen" gleich 3 Vorträge mit zum Teil sehr ähnlichem Inhalt zum Thema der Kosten der Abwasserreinigung gehalten (BALMÉR, 1999; BODE und GRÜNEBAUM, 1999; NOWAK,

1999c). Daraus kann abgeleitet werden, dass man sich nun auch international - insbesondere in Ländern, in denen die Abwasserreinigung einen sehr hohen Stand erreicht hat, wie in Skandinavien und in den deutschsprachigen Ländern - vermehrt den Kosten der Abwasserbehandlung zuwendet.

Aus Österreich sind keine umfangreichen, veröffentlichten Vergleichstudien über Investitionskosten in der Abwasserentsorgung bekannt. Im Jahre 1991 wurde in einer Arbeit über die Auswirkung der Wasserrechtsgesetznovelle 1990 auf die Betriebskosten von Abwasserreinigungsanlagen theoretisch abgeschätzt und die Ergebnisse anhand der tatsächlichen Betriebskosten bestehender Abwasserreinigungsanlagen, die teilweise bereits mit Phosphor- und Stickstoffentfernung betrieben wurden, untermauert (NOWAK, 1991). 8 Jahre später wurden von den selben Kläranlagen nochmals die Betriebskosten überschlägig erhoben, um zu überprüfen, ob die Prognosen über die weitere Entwicklung der Betriebskosten mit der tatsächlichen Entwicklung übereinstimmen (NOWAK, 1999a). Zudem wurden in einer weiteren Arbeit auch spezifische Kosten ("Kennzahlen") für Investitionskosten abgeschätzt, allerdings anhand der Errichtungskosten von nur wenigen Anlagen (NOWAK, 1999b).

Teilweise werden auch von öffentlichen Stellen Zusammenstellungen von Kosten der Abwasserbehandlung publiziert. So gibt zum Beispiel das Amt der Tiroler Landesregierung einen "Kläranlagenkataster" heraus, aus dem unter anderem spezifische Betriebskosten abgeleitet werden können (LAND TIROL, 1999).

### **3.3 Benchmarking in der Abwasserentsorgung**

#### **3.3.1 Der Begriff "Benchmark"**

Bevor auf die Bedeutung und die Vorgangsweise beim Benchmarking in der Abwasserentsorgung näher eingegangen wird, soll zunächst der Begriff "Benchmark" erläutert werden.

Benchmark ist ein Ausdruck aus der Landvermessung. Er bezeichnet das Erkennungszeichen, das auf Felsen, Gebäuden und Mauern angebracht wird und dessen Lage über andere Erkennungszeichen genau eingemessen ist. Es findet demnach ein gegenseitiger Lagevergleich der Erkennungsmarken statt (WIESMANN, 1999).

Unter "Benchmark" wird nun die Erkennungsmarke verstanden, an der sich andere orientieren, auf die sie sich beziehen. Generell impliziert "Benchmark" noch nicht, dass es sich dabei um den "Besten", den "Beispielhaften", handelt. Die "Benchmark" kann schlichtweg auch einen Standard, einen Bezugspunkt, darstellen.

Im Rahmen des Benchmarking, insbesondere des Kosten-Benchmarking, wird unter (der)

---



”Benchmark” derjenige ”Betrieb” verstanden, der in einem gewissen Bereich – hinsichtlich eines bestimmten Produktionsablaufs bzw. ”Prozesses” – unter der Voraussetzung gleicher Leistung die niedrigste (wirtschaftliche) ”Kennzahl”, somit die geringsten spezifischen Kosten, aufweist. Der Vollständigkeit halber ist zu erwähnen, dass nicht nur Kosten einem ”Benchmarking” unterworfen werden können, sondern beispielsweise auch der Energieverbrauch oder der Fällmittelmittelverbrauch etc.

Bezogen auf das Projekt ”Benchmarking SWW” bedeutet dies, dass es mehrere ”Benchmarks” (”Benchmark-Anlagen”) geben wird: im Bereich der Investitionskosten, im Bereich der Betriebskosten, jeweils für die größeren, die mittelgroßen sowie für die kleineren Anlagen. Außerdem wurde im ersten Teil des Projektes beim Benchmarking der Abwasserreinigungsanlagen der Gesamtbereich der Abwasserreinigung in 4 einzelne ”Prozesse” unterteilt. Jeder dieser ”Prozesse” wurde in Hinblick auf die Errichtung und den Betrieb kostenmäßig untersucht (siehe Kapitel 7). Im Hauptprojekt ergeben sich aus der Summe der 88 Anlagen für jeden dieser Prozesse ”Benchmarks”. Weiters ist daran gedacht, 2 Teilprozesse detaillierter zu untersuchen, woraus ebenfalls ”Benchmarks” ermittelt werden.

### **3.3.2 Der Begriff ”Prozess”**

Im vorigen Punkt ist nun ein neuer Begriff eingeführt worden, der näher zu definieren ist, und zwar der des ”Prozesses”.

”Ein Prozess ist eine Menge strukturierter Aktivitäten, die dazu dienen, ein definiertes Ergebnis für einen Kunden zu erbringen. Er hat einen Anfang, ein Ende und klar definierte Eingangs- und Ausgangsgrößen. Ein Prozess ist damit eine Struktur, die beschreibt, wie eine Arbeit (Tätigkeit, Vorgang) verrichtet wird.” (aus: ”Managing in the New World of Processes” zitiert von WIESMANN, 1999).

Ein ”Prozess” ist demnach eine Tätigkeit im Rahmen eines (Produktions-)Betriebes mit klar umrissenen Grenzen. Nur durch klare Festlegungen können Tätigkeiten (”Prozesse”) von unterschiedlichen Betrieben miteinander verglichen werden. Im Bereich der Abwasserentsorgung sind ”Prozesse” zum Beispiel die Abwasserableitung oder die Abwasserreinigung. Es können aber auch beliebige Teilprozesse definiert werden, wie ”Indirekteinleiter überwachen”, ”Kanal erneuern”, ”Belüften” oder ”Phosphor entfernen” etc.

In Abbildung 3-2 ist das Prozessumfeld des Prozesses ”Abwasserreinigung” dargestellt.

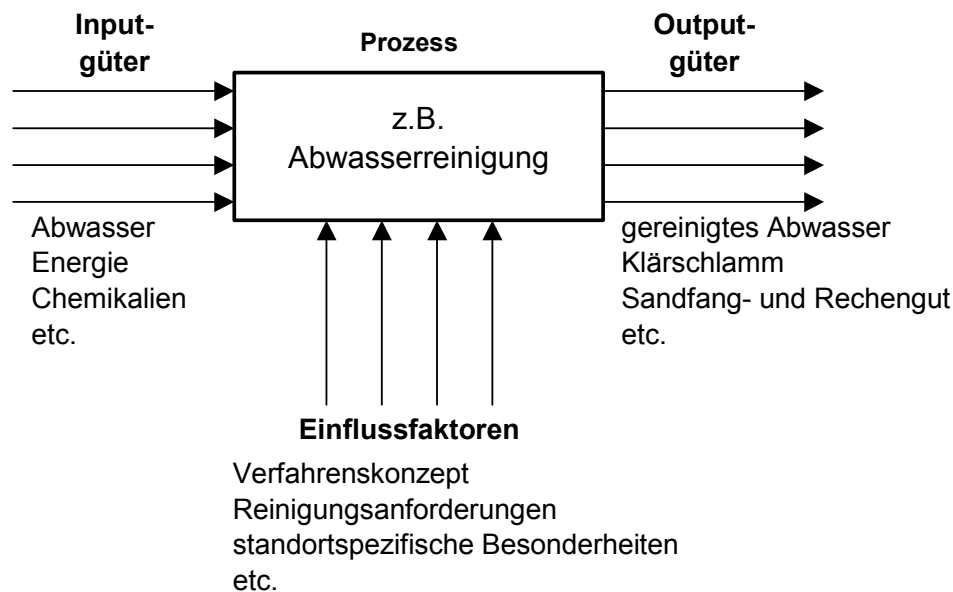


Abbildung 3-2: Prozessumfeld (am Beispiel des Prozesses "Abwasserreinigung")

Bevor ein Prozess näher untersucht, d.h. einem Benchmarking unterworfen werden kann, müssen die Input- und Outputgüter festgelegt werden. Zudem müssen klare Vorstellungen über die zu erwartenden bzw. möglichen Einflussfaktoren bestehen. Nur so ist sichergestellt, dass einzelne zu untersuchende Prozesse in unterschiedlichen Betrieben in gleicher Weise beschrieben und zahlenmäßig erfasst werden.

### 3.3.3 Der Begriff "Benchmarking"

Unter Punkt 3.2 wurden die Kosten der Abwasserentsorgung nur in Hinblick auf einen reinen "Kostenvergleich" behandelt. Im Weiteren wurden die Begriffe "Benchmark" und "Prozess" eingeführt sowie der Begriff "Benchmarking" erwähnt. Nun mag der Eindruck entstehen, dass "Benchmarking" so etwas Ähnliches ist wie der Vergleich der eigenen Kosten mit den Benchmarks.

"Benchmarking" ist jedoch weit mehr als ein "Kostenvergleich". Während es beim Benchmarking zum Vergleich von Unternehmens-Prozessen mit dem Ziel der Implementierung von Verbesserungen kommt, beschränkt man sich beim Vergleich mit Benchmarks auf den Vergleich von Kennzahlen. Aus dem Kennzahlenvergleich alleine lassen sich in der Regel keine konkreten Verbesserungsschritte ableiten, da das dafür notwendige Verständnis der zu Grunde liegenden Prozesse fehlt.

Das ABIC (Austrian Benchmarking Information Center) definiert "Benchmarking" wie folgt:

- Ausgehend von der Bereitschaft von und mit anderen Organisationen zu lernen, geht es darum,

- die wichtigen eigenen Prozesse und die Prozesse anderer Organisationen zu verstehen,
- daraus zu lernen,
- um letztlich die eigenen Prozesse zu verbessern, und die Leistungsfähigkeit der Organisation zu erhöhen.

Entscheidend ist demnach, dass der "Benchmarking-Teilnehmer" bereit ist, zu einem vertieften Verständnis über die ablaufenden Prozesse zu gelangen, und zwar sowohl auf der eigenen Anlage als auch bei der jeweiligen "Benchmark-Anlage". Dies ist eine Grundvoraussetzung, um das vorhandene Einsparungspotenzial tatsächlich zu nutzen, somit "Verbesserungen" (Kosteneinsparungen) zu erreichen und die Effizienz zu erhöhen. Innovationen werden angeregt und über den kontinuierlichen Benchmarking-Prozess kommt es zur Rückkopplung von Maßnahmen und Erfolg.

Abbildung 3-3 zeigt schematisch den Vergleich des "eigenen Istwerts" für die bei einem Prozess auftretenden Kosten mit denen der Benchmark-Anlage.

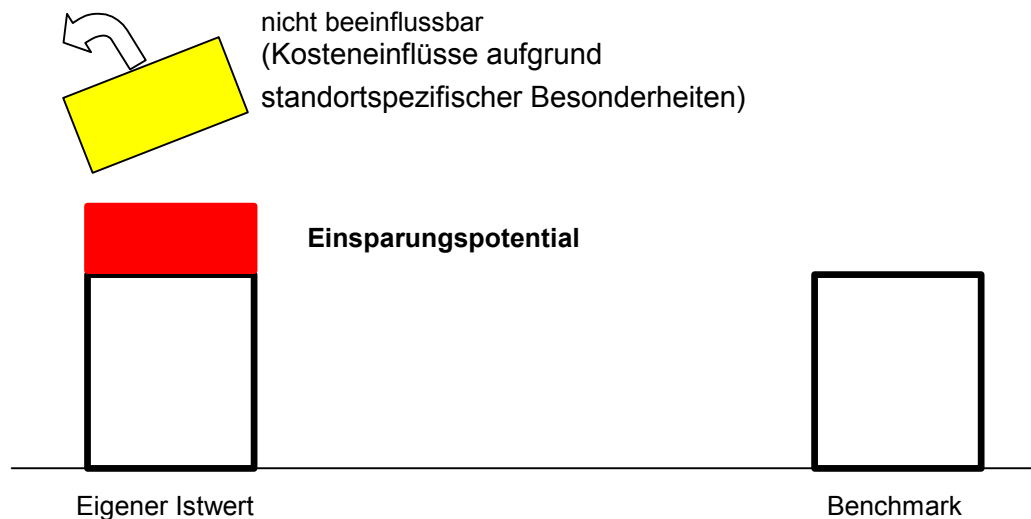


Abbildung 3-3: Vergleich von Kennzahlen (Eigener Istwert zu Benchmark)

Zunächst ist im Kennzahlenvergleich nach der Datenerhebung und –auswertung der nicht beeinflussbare Kostenanteil zu bestimmen. Dieser nicht beeinflussbare Kostenanteil ergibt sich infolge von Kosteneinflüssen auf Grund von "standortspezifischen Besonderheiten". Dies können in ihrer Auswirkung auf die Errichtungskosten zum Beispiel beengte Platzverhältnisse oder ein schlechter Baugrund, der eine Bodenauswechslung erforderlich macht, sein. Hinsichtlich der Betriebskosten können sich "standortspezifischen

Besonderheiten“ beispielsweise aus erhöhten Anforderungen an die Reinigungsleistung, z.B. wegen einer prekären Immissionssituation, ergeben.

Generell wird die Festlegung der standortspezifischen Besonderheiten – zumindest teilweise – auch subjektive Elemente enthalten. Es ist daher wichtig, dass diese Festlegung stets in Absprache und in Übereinstimmung mit den Benchmarking-Teilnehmern erfolgt.

Das Einsparungspotenzial für einen bestimmten ”Prozess“ ergibt sich aus dem Vergleich der ”Kennzahl“ der eigenen Anlage (”eigener Istwert“) mit der ”Kennzahl“ der Benchmark-Anlage nach Abzug des nicht beeinflussbaren Kostenanteils auf Grund der standortspezifischen Besonderheiten (vgl. Abbildung 3-3).

Nachdem das Einsparungspotenzial ausgemacht ist, sollten zunächst intern bei den jeweiligen Anlagen konkrete Verbesserungsmaßnahmen ausgearbeitet und in der Folge umgesetzt werden. Nach der Umsetzung sind die Auswirkungen dieser Maßnahmen an der Anlage selbst zu beobachten, wozu die Kostenrechnung eine wesentliche Hilfestellung bietet. Somit kann beurteilt werden, ob und in welchem Umfang die gesetzten Maßnahmen Verbesserungen (Einsparungen) gebracht haben. Wesentlich ist es auch, dass die Erfahrungen mit den umgesetzten Maßnahmen mit anderen Benchmarking-Teilnehmern, z.B. in Arbeitsgruppen, ausgetauscht werden, um auf diese Weise Rückkopplungseffekte zu erzielen.

*Somit wird Benchmarking zu einem permanenten Prozess.*

### **3.3.4 Benchmarking-Projekte der Abwasserentsorgung in Europa**

Im vermutlich umfangreichsten der abgeschlossenen Benchmarking-Projekte haben 18 große Abwasserentsorgungsunternehmen, vornehmlich von Großstädten aus Deutschland, der Schweiz und Österreich, darunter die Wiener Magistratsabteilung 30 ”Wien Kanal“, ihre Organisationen miteinander verglichen. Ursprünglich haben einige deutsche Großstädte lediglich einen erweiterten Kennzahlenvergleich geplant. Schließlich hat man sich dazu entschlossen, diesen Organisationsvergleich in Form eines Benchmarkings mit Unterstützung eines Unternehmensberaters vorzunehmen, unter anderem um zu testen, ob Benchmarking auch für Abwasserentsorgungsunternehmen ein erfolgreiches Instrument sein kann.

In diesem Projekt wurden 2 Prozesse im Detail analysiert:

- Kanalnetz renovieren, erneuern und erweitern,
- Material beschaffen, verwalten und entsorgen.

Dieses Benchmarking-Projekt wurde von WIESMANN (1999) eingehend beschrieben. Von Seiten der Benchmarking-Teilnehmer wurde über die Erfahrungen mit diesem Projekt sowie die daraus gezogenen Folgerungen und Maßnahmen für Verbesserungen von WIBBE (1999) bzw. von NEUHOLD (1999) berichtet.

Von zwei großen Abwasserverbänden im deutschen Bundesland Nordrhein-Westfalen (Emschergenossenschaft/Lippeverband und Aggerverband) wurde ein Benchmarking-Pilotprojekt durchgeführt, wobei 4 Kläranlagen hinsichtlich *Entwurf, Bau und Betrieb dieser Anlagen auf der Basis von Kennzahlen verglichen wurden* (SCHULZ *et al.*, 1998; SCHULZ, 1999). Bei einem weiteren, gerade abgeschlossenen Benchmarking-Projekt wurde auf Initiative der Emschergenossenschaft eine größere Anzahl von Kläranlagen von Emschergenossenschaft/Lippeverband, Ruhrverband sowie von mehreren kommunalen Abwasserentsorgungsunternehmen miteinander verglichen (SCHULZ, 2000). Die Motivation für diese Projekte liegt unter anderem darin, dass Benchmarking als Möglichkeit der Betreiber gesehen wird, den Vergleich mit privaten Unternehmen (wie z.B. in Großbritannien und Frankreich) auf eine rationale Basis zu stellen.

In den Niederlanden wurde ein Benchmarking-Projekt für die Klärverwaltungen der Wasserbehörden auf Basis des Balanced-Score-Card-Verfahrens durchgeführt. Bei diesem werden nicht nur finanzielle Aspekte, sondern auch die Ausgewogenheit zwischen Finanzmanagement, Funktionstüchtigkeit, externen Perspektiven, Umwelt und Innovation bewertet (VAN HEEMST, 1999).

## **4 ÜBERSICHT ÜBER DAS DESIGN DES FORSCHUNGSPROJEKTES**

### **4.1 Projektträger - Projektzweck**

Projektträger ist der Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband ÖWAV, Marc-Aurel-Straße 5, 1010 Wien. Er wurde vom Ministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft als gemeinnütziger Verein mit der Übernahme der Projektträgerschaft für das Forschungsprojekt "Erfassung und Vergleich von technischen und wirtschaftlichen Kennzahlen in der Siedlungswasserwirtschaft – Benchmarking SWW" zum Zwecke der Wirtschaftlichkeitssteuerung durch Schaffung von Impulsen zur Kostensenkung und Aufzeigen von Einsparungspotenzialen betraut.

### **4.2 Projektbetreuung**

Die fachliche Abwicklung und wissenschaftliche Betreuung des Forschungsprojektes erfolgt durch:

- IWAG - Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien (Univ. Prof. DI Dr. Kroiss) – Zuständig für die Entwicklung technischer Kennzahlen im Bereich der Abwasserreinigungsanlagen.
- IWGA - Institut für Wasservorsorge, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Wien (Univ. Prof. DI Dr. Haberl) – Zuständig für die Entwicklung technischer Kennzahlen im Bereich der Kanalisationsanlagen.
- A.o. Univ.Prof. Dr. Werner Lengyel, Mödling – Konsulent.
- Quantum - Institut für betriebswirtschaftliche Beratung GmbH, Klagenfurt – Zuständig für die betriebswirtschaftlichen Belange.
- ÖWAV Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband – Zuständig für Projektleitung und Koordination.

Begleitet wird das Forschungsprojekt durch den beim ÖWAV bereits konstituierten Arbeitsausschuss "Benchmarking Siedlungswasserwirtschaft", welcher sich aus Vertretern des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, den Vertretern aller Landesregierungen sowie Kläranlagenbetreibern und dem o.a. Projektteam zusammensetzt. Durch die Einrichtung des Arbeitsausschusses wird gewährleistet, dass das Projekt bereits von Beginn an zielgerichtet abgewickelt wird und somit eine entsprechende Akzeptanz erreicht.

### 4.3 Projektergebnis – Projektnutzen

In einem ersten Schritt werden für jeden Benchmarking-Teilnehmer (Betreiber einer Anlage, z.B. Verband, Gemeinde, Stadt) eine individuelle Kosten- und Leistungsrechnung für das Wirtschaftsjahr 1999 erstellt sowie technische Kenngrößen vor Ort erfasst und eine detaillierte Leistungsdokumentation aufbereitet.

In einem zweiten Schritt werden auf Basis der einheitlich erfassten Daten für jede Anlage nachvollziehbare, anonymisierte technische und wirtschaftliche Kennzahlen sowie Referenzwerte (Benchmarks) ermittelt, die einen Vergleich der Effizienz von Anlagen der Siedlungswasserwirtschaft zulassen.

Das gegenständliche österreichweite Projekt weist folgende Nutzenstruktur auf:

#### **a) Projektnutzen für Gemeinden, Städte und Verbände (Errichter und Betreiber von Abwasseranlagen)**

- ⇒ Unterstützung bei der konkreten Implementierung einer Kosten- und Leistungsrechnung (= Basis für die Auswertungen) für die Steuerung, Kontrolle und Abrechnung.
- ⇒ Erstellung einer Kosten- und Leistungsrechnung bzw. Darstellung detaillierter Kostenstellenergebnisse auf Basis der konkreten Zahlen des Jahres 1999.
- ⇒ Erkennen von umsetzbaren Verbesserungs- bzw. Einsparungspotenzialen durch die Möglichkeit der Orientierung an Referenz- bzw. Spitzenwerten.
- ⇒ Grundlage für Verbesserung der Kosten-Nutzen-Relation.

#### **b) Projektnutzen für Förderstellen und Entscheidungsträger**

- ⇒ Durchführung eines österreichweiten Benchmarking-Projektes (Kosten- und Leistungsvergleich) in der Siedlungswasserwirtschaft und somit Schaffung von Impulsen zur Kostensenkung durch österreichweiten Betriebsvergleich.
- ⇒ Kostenvergleich unterschiedlicher Anlagengrößen und Verfahren sowie Schaffung von realistischen Grundlagen für Investitions- und Kostenplanungen unter Berücksichtigung der spezifischen Randbedingungen.
- ⇒ Methoden zur Ermittlung von Standardkosten.

### c) Projektnutzen für die Volkswirtschaft

- ⇒ Schaffung von "Wettbewerbskriterien" im öffentlichen Leistungsbereich.
- ⇒ Möglichkeit der Kostensenkung in einem umweltrelevanten Leistungsbereich mit volkswirtschaftlichen Jahresausgaben von ca. 20 – 30 Mrd. ATS p.a. (= ca. 1 % des BIP).

## 4.4 Projektmodule

Das Forschungsprojekt "Erfassung und Vergleich von technischen und wirtschaftlichen Kennzahlen in der Siedlungswasserwirtschaft – Benchmarking SWW" setzt sich im Wesentlichen aus folgenden 3 Modulen zusammen:

**Modul 1:** Erstellung detaillierter Grundlagen und Anweisungen für die Erfassung, Dokumentation und Auswertung technischer und wirtschaftlicher Daten zur Umsetzung des Forschungsprojektes.

Im Modul 1 wurde auf ein ausführliches Literaturstudium sowie eine Auswertung bereits vorliegender Projekte (Benchmarking ASAV, Benchmarking-Projekte aus Deutschland) aufgebaut und es wurde von den Projektmitarbeitern ein zunächst theoretisches Untersuchungsdesign für diese Benchmarking-Studie entwickelt. In einem sich daran anschließenden Arbeitsschritt wurden Gehalt und Praxisbezug dieses Untersuchungsdesigns anhand konkreter Praxisfälle (Anlagenbetriebe aus der Steiermark) überprüft bzw. getestet. Die diesbezüglichen Ergebnisse und Überlegungen wurden in einer Vorstudie dargestellt.

**Modul 2:** Erfassung der technischen und wirtschaftlichen Basisdaten vor Ort zur Dokumentation der technischen und wirtschaftlichen Leistung der Benchmarkingteilnehmer.

Zur Erfassung der technischen Daten wurden die von den Universitäten erarbeiteten Erhebungsbögen den Anlagenbetreibern zur Verfügung gestellt und gemeinsam mit einem Zivilingenieur vor Ort ausgefüllt. Je Bundesland war ein Zivilingenieur für die Datenaufnahme und die Plausibilitätsprüfung vor Ort verantwortlich.

Von der Firma Quantum wurde eine standardisierte Kosten- und Leistungsrechnung für das Jahr 1999 bei den einzelnen Anlagenbetreibern (Verbände, Gemeinden, Städte) unter Berücksichtigung der individuellen Gegebenheiten einerseits zur effizienten Steuerung des Betriebes, sowie andererseits als Grundlage für die Durchführung des Benchmarking-Projektes vor Ort eingeführt.



**Modul 3:** Auswertung der - österreichweit einheitlich erfassten - technischen und wirtschaftlichen Daten zur Ermittlung von spezifischen Referenzwerten, zum Aufzeigen von Einsparungspotenzialen, Kosten- und Leistungszusammenhängen, zur Darstellung von Entscheidungsgrundlagen und Detailprozessanalysen.

Die gegenständlichen Ausführungen beschreiben im Wesentlichen die Aufgabenstellungen und Inhalte der Module 2 und 3. Es werden einerseits die theoretischen Grundlagen sowie die methodische Vorgehensweise beschrieben, und andererseits die umfangreichen Ergebnisse der Untersuchungen dargestellt.

#### **4.5 Voraussetzung für die Teilnahme am Benchmarking-Projekt**

Für die Beteiligung am Benchmarking-Projekt werden aus technischer Sicht folgende Punkte vorausgesetzt, um durch Einschränkungen die Vergleichbarkeit zu unterstützen:

- ⇒ Ausbaugröße der Kläranlage zwischen 5.000 und 200.000 EW
- ⇒ Einstufige oder zweistufige Belebungsanlagen
- ⇒ Abwasserreinigungsanlagen mit plausiblen Betriebsdaten
- ⇒ Anlagen, deren Kanalisation einen Bauabschnitt (auch in Ortsnetzen) enthalten, der innerhalb der letzten 5 Jahre errichtet wurde und folgende Spezifikationen erfüllt:
  - nur Schmutz- oder Regenwasserkanäle; keine Mischwasserkanäle,
  - Leitungsnennweiten zwischen DN 200 und DN 400,
  - spezifische Leitungslänge pro Hausanschluss (Entsorgungsdichte) < 100 m,
  - keine Sonderverfahren in der Errichtung (grabenlos, Sprengfels etc.),
  - Leitungsmaterialien: Beton, Steinzeug oder PVC,
  - keine Sonderverfahren bei der Oberflächeninstandsetzung
- ⇒ Nachvollziehbarer ordnungsgemäßer Betrieb der Kanalisationsanlagen – Mitbetreuung von Ortsnetzen erwünscht

#### **4.6 Datenbehandlung – Anonymisierung**

Beim Projekt selbst und für eine Weiterführung ist es von größter Bedeutung, dass die zur Verfügung gestellten Daten, im besonderen die wirtschaftlichen Daten, vertraulich behandelt werden. Die erfassten Daten der Kosten- und Leistungsrechnung sowie die technischen Basisdaten wurden daher anonymisiert in einem Datenpool verwaltet. Sowohl die kaufmännischen als auch die technischen Daten wurden mit einem unterschiedlichen Code (A, B) in eine gemeinsame Datenbank eingespeist. Die Verknüpfung der Codes A und B erfolgt über einen dritten Code, den die Universitätsinstitute der TU Wien sowie der BOKU Wien für die Dauer der Projektbearbeitung erhalten. Nach Abschluss des Projektes wird sicher gestellt, dass die Daten einerseits und die Zuordnung der Daten zu den einzelnen Teilnehmern (Codes A, B und C) andererseits an getrennten unabhängigen Stellen aufbewahrt werden.

## **5 KOSTEN- UND LEISTUNGSRECHNUNG ALS GRUNDLAGE FÜR DAS BENCHMARKING**

### **5.1 Kosten- und Leistungsrechnung - Allgemein**

Die Betriebe bzw. Wirtschaftsunternehmen der öffentlichen Hand sind zunehmend mehr dem Vorwurf ausgesetzt, kaum betriebswirtschaftliche Instrumentarien zur wirtschaftlichen Steuerung ihrer Unternehmen einzusetzen. Ebenso wird der Ruf nach Kosten- bzw. Gebührentransparenz speziell in der Siedlungswasserwirtschaft immer lauter.

In diesem Sinne unterstützt das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft die flächendeckende Einführung der Kosten- und Leistungsrechnung als Grundlage für ein österreichweites Benchmarking in der Siedlungswasserwirtschaft. Damit sollte den Betreibern von Abwasseranlagen wirkungsvolle Instrumentarien in die Hand gegeben werden, die eine effiziente Steuerung des Unternehmens – auf Basis einer transparenten Kostenrechnung sowie der Möglichkeit der Orientierung an betriebswirtschaftlichen und technischen Referenzwerten bzw. Benchmarks – gewährleisten.

#### **Das Instrument Kosten- und Leistungsrechnung dient als:**

- ⇒ Grundlage für die **Ergebnisrechnung** und den daraus resultierenden Basisdaten für die Preisfindung (Leistungsverrechnung, Gebühren- und Tarifikalkulation bzw. Kostenbeitragsermittlung);
- ⇒ Vorstufe für **Kostenvergleichs- und Entscheidungsrechnung**;
- ⇒ Informationsbasis - Instrumentarium zur **Schaffung von Kosten- und Gebührentransparenz**.

Die Aufgaben der Kostenrechnung sind vielfältig und liegen insbesondere in:

- ⇒ der **Ermittlung der Selbstkosten** nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen als Grundlage für die Bestimmung von Gebühren und/oder Leistungsentgelten;

- ⇒ der regelmäßigen **Überwachung des Betriebsablaufes** zur Hebung des Kostenbewusstseins, zur Kostenminimierung und zur Vermeidung von Unwirtschaftlichkeiten (zur Kontrolle der innerbetrieblichen Wirtschaftlichkeit und zur Schaffung von Kosten- und Leistungstransparenz);
- ⇒ der Aufbereitung von Entscheidungsgrundlagen für Eigenerstellung oder Fremdbezug (make or buy);
- ⇒ der Aufbereitung von Unterlagen für die **Planung und Budgetierung**;
- ⇒ der Führung regelmäßiger Aufzeichnungen zur Dokumentation, Sicherung und Erhaltung des Betriebsvermögens (Anlagenspiegel);
- ⇒ der Durchführungsmöglichkeit eines **Benchmarking** zur Standortbestimmung für die Betriebsführung und zur Lokalisierung möglicher Einsparungspotenziale.

Das Vorhandensein einer Kosten- und Leistungsrechnung ist entsprechend den o.a. Ausführungen eine wichtige Voraussetzung für die Durchführung eines Benchmarking. Parallel erfüllt die Einbindung einer Kosten- und Leistungsrechnung in das Rechnungswesen aber insbesondere auch sämtliche Funktionen und Grundlagen zur effizienten Steuerung einer betrieblichen Leistungserstellung.

## 5.2 Weitere Aufgaben der Kosten- und Leistungsrechnung für das Benchmarking

Die Kosten- und Leistungsrechnung, die als Basis für einen Vergleich mehrerer Unternehmen herangezogen wird, hat speziell für ein Benchmarking noch weitere wesentliche Aufgaben zu erfüllen, welche sich alle an einem Ziel orientieren: **Betriebe unterschiedlichen Alters und heterogener Strukturen vergleichbar zu machen.**

Wesentlich ist, dass

- ⇒ bei allen Benchmarking-Teilnehmern eine einheitliche und vorab festgelegte Systematik in der Datenerfassung und Datengenerierung angewendet wurde.
  - ⇒ Kostenarten so definiert wurden, dass gegebenenfalls verschiedenartige Buchungsmethoden bei den Teilnehmern zu vergleichbaren Kostenpositionen für das Benchmarking aggregiert werden konnten (siehe Kapitel 6.4).
  - ⇒ unterschiedliche Investitionsstrukturen (Finanzierung, Förderung, Anschaffungsjahr etc.)
-

im Zuge eines vordefinierten Systems zu vergleichbaren Jahreskapitalkosten normiert wurden (siehe Kapitel 6.6.3).

⇒ Jahreskosten der einzelnen Betriebe auf vordefinierte Haupt- bzw. Teilprozesse heruntergebrochen wurden, um durch betriebswirtschaftlich-technische Auswertungen vergleichbarer Kennzahlen und in weiterer Folge die Benchmarks ermitteln zu können (siehe Kapitel 6.5).

Im Folgenden wird die Systematik der Kosten- und Leistungsrechnung für das Benchmarking beschrieben und dargestellt.

### **5.3 Datenbasis**

Grundlage für die Kosten- und Leistungsrechnung bilden die kameralen bzw. doppischen Rechnungsabschlussdaten der Benchmarking-Teilnehmer, welche als Excel-fähiges File (wenn möglich) aus dem Buchhaltungssystem exportiert wurden. Die Einzeldaten eines jeden Verbandes wurden anschließend in einem Kostenrechnungsmodul erfasst.

Die Vor-Ort-Arbeit bei den Verbänden basierte bereits auf vorliegenden Rechnungsabschlussdaten. Diese Rechnungsabschlussdaten wurden den einzelnen Kostenstellen zugeordnet.

Bei Vorliegen einer exakten Buchhaltung war es möglich, ganze Posten bzw. Konten einer Kostenart zuzuweisen. Weiters wurden Einzelbuchungen, welchen nicht der zugewiesenen Kostenart entsprachen, getrennt der zugehörigen Kostenstelle angerechnet.

Bei fehlenden EDV-mäßig verarbeitbaren Daten wurden die notwendigen Einzelbuchungen im Bedarfsfall händisch nacherfasst.

Bei Zuordnung der Einzelbuchungen auf Kostenstellen bzw. Kostenarten wurden Aufwendungen, welche nicht in direktem Zusammenhang mit der Abwasserentsorgung stehen, ausgeschieden (betriebsfremde Kosten), um die Vergleichbarkeit gewährleisten zu können.

Bei den Aufwendungen für Reparatur und Instandhaltungen wurde darauf Bedacht genommen, dass Reparaturen, welche eine Verlängerung der Nutzungsdauer darstellen bzw. größere Neuinvestitionen, welche als Reparatur und Instandhaltung im Rechnungsabschluss erfasst wurden, nicht als laufende Kosten in die Kostenrechnung einfließen, sondern im Anlagenverzeichnis erfasst werden und somit über kalkulatorische Abschreibungen bzw. Zinsen ihren Niederschlag finden.

Die Erfassung der Investitionskosten erfolgte über einen standardisierten Anlagenspiegel (siehe Kapitel 6.6.2.1). Vor allem im Bereich der erstmaligen Erfassung der Investitionskosten hat sich eine intensive Mitarbeit des jeweiligen Verbandes (Gemeinde) als sehr vorteilhaft erwiesen. Die Daten für die Erstellung des Anlagenspiegels konnten - falls vorhanden - aus bestehenden Anlagenaufzeichnungen übernommen und adaptiert werden oder mussten individuell den jeweiligen Schlussrechnungen bzw. Kollaudierungsprotokollen entnommen werden.

Die Zuteilung der Investitionskosten zu Kostenstellen wurde soweit möglich direkt durchgeführt. Bei der Erfassung der Kläranlageninvestitionen war es beim überwiegenden Teil der Benchmarking-Teilnehmer nicht möglich, eine Zuordnung durchzuführen. Es wurden uns in diesem Fall von Seiten der TU Wien Prozentsätze (in Abhängigkeit des Kläranlagentyps) bekannt gegeben, um eine Zuteilung der Investitionskosten auf Kostenstellen durchführen zu können. Im Bereich der Abwasserableitung war die Zuteilung zu Kostenstellen generell ohne größere Probleme möglich.

## **5.4 Das Kostenartenschema**

Die Kostenarten wurden grundsätzlich auf zwei Aggregationsebenen erfasst, gespeichert und verwaltet.

Im Zuge der Erhebung wurden in einem ersten Schritt sämtliche Haushaltsdaten als Einzelbuchungen in dem Kostenrechnungsmodul gespeichert, um vor allem im Hinblick auf spezifische Detailprozessanalysen jederzeit auf Daten in geeigneter Tiefe zurückgreifen zu können (relevante Daten wurden bei der Erhebung - falls notwendig - eigenen Posten zugeordnet, um z.B. Kosten für Reststoffentsorgung oder das Spülen der Kanäle in ihrer Höhe gesondert darstellen und analysieren zu können).

Zum Zwecke der Vergleichbarkeit und Übersichtlichkeit wurde für das Kostenrechnungssystem ein einheitliches, speziell auf die Bedürfnisse der Siedlungswasserwirtschaft abgestimmtes Kostenartenschema entwickelt (Tabelle 5-1).

BETRIEBSKOSTEN	KAPITALKOSTEN
<p><b>Materialkosten u. Stoffkosten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Werkstoffe f. Reparatur u. Instandhaltung</li> <li>Chemikalien</li> <li>Verbrauchsgüter d. laufend. Betrieb</li> </ul> <p><b>Personalkosten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Laufender Betrieb</li> <li>Reparatur und Instandhaltung</li> <li>Bezüge der Organe</li> </ul> <p><b>Leistungen durch Dritte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Laufender Betrieb</li> <li>Reparatur und Instandhaltung</li> </ul> <p><b>Energiekosten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Strom</li> <li>Gas</li> <li>sonstige Energiebezüge</li> </ul> <p><b>Reststoffentsorgung (Schlamm, Sandf., Rechengut)</b></p> <p><b>Sonstige betriebliche Kosten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Öffentliche Abgaben</li> <li>Verwaltung (Telefon, Büromaterial, etc.)</li> <li>Miet- und Pachtzinse (Leasing)</li> <li>Kosten für Kraftfahrzeuge und Reisespesen</li> <li>Kostenbeiträge und Transferzahlungen</li> <li>Übriger betrieblicher Aufwand</li> </ul>	<p><b>Anlagenabschreibung (kalk.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- baulich</li> <li>- maschinell bzw. elektrisch</li> </ul> <p><b>Geringwertige Wirtschaftsgüter</b></p> <p><b>Kalkulatorische Zinsen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- baulich</li> <li>- maschinell bzw. elektrisch</li> </ul> <p><b>Geldverkehrsspesen</b></p>
<b>SUMME BETRIEBSKOSTEN</b>	<b>SUMME KAPITALKOSTEN</b>

*Tabelle 5-1: Allgemeines Kostenartenschema*

Das folgende Zuordnungsschema der einzelnen Posten bzw. Konten zu den Kostenarten der gegenständlichen Kosten- und Leistungsrechnung (Tabelle 5-2) galt als Richtlinie für die Erhebung der wirtschaftlichen Daten der Benchmarking-Teilnehmer. Im speziellen Fall war vor Ort zu prüfen, ob und inwieweit das System der Postenbebuchung innerhalb der Benchmarking-Teilnehmer voneinander differierte. Diese Abweichungen wurden gemeinsam mit den Benchmarking-Teilnehmern an ein einheitliches System angepasst.

Allgemeine Kostenrechnungsauswertungen wurden auf Basis der allgemeinen Kostenartengliederung (Tabelle 5-1) aggregiert und dargestellt, spezielle Detailprozessanalysen und Auswertungen greifen auf Ergebnisse der Einzelposten bzw. Einzelkonten (Tabelle 5-2) zurück.

MUSTERZUWEISUNG DER EINZELNEN POSTEN		
<p><b>BETRIEBSKOSTEN</b></p> <p><b>Materialkosten u. Stoffkosten</b></p> <p><b>Werkstoffe f. Reparatur u. Instandhaltung</b></p> <p>4200 Pflanzliche Rohstoffe</p> <p>4210 Tierische Rohstoffe</p> <p>4220 Mineralische Rohstoffe</p> <p>4230 Roh- und Hilfsstoffe für das Bauhauptgew.</p> <p>4240 Roh- und Hilfsstoffe für das Baunebengew.</p> <p>4250 Sonstige Roh- und Hilfsstoffe</p> <p>4280 Fertig bez. Teile</p> <p>4290 Einstellvieh</p> <p><b>Chemikalien</b></p> <p>4550 Chemische u. sonstige artverwandte Mittel</p> <p><b>Verbrauchsgüter d. laufend. Betrieb</b></p> <p>6020 Wasser</p> <p>4010 Verbrauchsgüter Anschaffung</p> <p>4020 Verbrauchsgüter f. innerbetr. Leistungen</p> <p>4030 Handelswaren</p> <p>4300 Lebensmittel</p> <p>4400 Futtermittel</p> <p>4530 Schmier- und Schleifmittel</p> <p>4540 Reinigungsmittel</p> <p>4590 Sonstige Verbrauchsgüter</p> <p><b>Personalkosten</b></p> <p><b>Laufender Betrieb</b></p> <p>5200 Gehälter Angestellte</p> <p>5210 Löhne Arbeiter</p> <p>5820 DGB zum Familienlastenausgleichsfonds</p> <p>5830 Sonstige Lohnnebenkosten</p> <p><b>Reparatur und Instandhaltung</b></p> <p>5201 Gehälter Angestellte</p> <p>5211 Löhne Arbeiter</p> <p>5821 DGB zum Familienlastenausgleichsfonds</p> <p>5831 Sonstige Lohnnebenkosten</p> <p><b>Bezüge der Organe</b></p> <p>7210 Obmann Aufwandsentschädigung</p> <p>7211 Kassier Aufwandsentschädigung</p> <p>7215 Reisegebühren Vorstand</p> <p><b>Leistungen durch Dritte</b></p> <p><b>Laufender Betrieb</b></p> <p>7280 sonstige Leistungen</p> <p>7281 Spülen</p> <p>7283 Kamerabefahrung</p> <p>7287 Aus- und Weiterbildung</p> <p>7289 Personalleistungen d. Dritte</p> <p><b>Reparatur und Instandhaltung</b></p> <p>6100 Instandh. v. Grund u. Boden</p>	<p>6110 Instandh. v. Straßenbauten</p> <p>6120 Instandh. v. Wasser- u. Kanalanlagen</p> <p>6130 Instandh. v. sonst. Grundstückseinrichtungen</p> <p>6140 Instandh. v. Gebäuden</p> <p>6160 Instandh. v. Maschinen u. masch. Anlagen</p> <p>6170 Instandh. v. Fahrzeugen</p> <p>6180 Instandh. v. sonst. Anlagen</p> <p>6190 Instandh. v. Sonderanlagen</p> <p><b>Energiekosten</b></p> <p><b>Strom</b></p> <p>6000 Strom</p> <p>6001 Strom ARA</p> <p><b>Gas</b></p> <p>6010 Gas</p> <p><b>sonstige Energiebezüge</b></p> <p>4510 Brennstoffe</p> <p>6030 Wärme</p> <p><b>Reststoffentsorgung (Schlamm, Sandf., Rechengut)</b></p> <p>7282 Entgelt f. sonst Leistungen - Reststoffentsorgung</p> <p><b>Sonstige betriebliche Kosten</b></p> <p><b>Öffentliche Abgaben</b></p> <p>7100 Öffentliche Abgaben</p> <p>7110 Steuerfreie Abgaben</p> <p><b>Verwaltung (Telefon, Büromaterial, etc.)</b></p> <p>4560 Schreib-, Zeichen- u. sonst. Büromittel</p> <p>4570 Druckwerke und Drucksorten</p> <p>6300 Postdienste</p> <p>6310 Telekommunikationsdienste</p> <p>6400 Rechtskosten</p> <p>6410 Prüfungskosten</p> <p>6420 Beratungskosten</p> <p>7230 Repräsentationen</p> <p>7250 Bibliothekerverdienste</p> <p><b>Miet- und Pachtzinse (Leasing)</b></p> <p>7000 Mietzinse</p> <p>7010 Pachtzinse</p> <p>7020 Finanzierungsleasing</p> <p><b>Kosten für Kraftfahrzeuge und Reisespesen</b></p> <p>4520 Treibstoffe</p> <p>5600 Reisespesen</p> <p><b>Kostenbeiträge und Transferzahlungen</b></p> <p>7200 Kostenbeiträge (Kostenersätze) für Leistungen</p> <p>7260 Mitgliedsbeiträge an Institutionen (Inland)</p> <p>7500 Lauf. Transferzahlungen an den Bund</p> <p>7510 Lauf. Transferzahlungen an Länder</p> <p>7520 Lauf. Transferzahlungen an Gemeindeverbände</p> <p>7530 Lauf. Transferzahlungen an Gemeinden</p>	<p>7540 Lauf. Transferz. an sonst. Träger d. öffentl. Rech</p> <p>7550 Lauf. Transferzahlungen an Finanzinstitutionen</p> <p>7560 Lauf. Transferz. an sonstige Unternehmungen</p> <p>7570 Lauf. Transferz. an priv. Instit. o. Erwerbscharakt</p> <p>7590 Lauf. Transferz. an netto-veranschlagte Untern.</p> <p>7600 Pensionen und sonstige Ruhebezüge</p> <p>7640 Einmalige Entschädigungen</p> <p>7680 Zuwend. o. Gegenleistung an physische Person</p> <p>7700 Kapitaltransferz. an den Bund</p> <p>7710 Kapitaltransferz. an Länder</p> <p>7720 Kapitaltransferz. an Gemeindeverbände</p> <p>7730 Kapitaltransferz. an Gemeinden</p> <p>7740 Kapitaltransferz. an sonst. Träger d. öffentl. Rech</p> <p>7750 Kapitaltransferz. an Finanzinstitutionen</p> <p>7760 Kapitaltransferz. an sonst. Unternehmungen</p> <p>7770 Kapitaltransferz. an priv. Inst. o. Erwerbscharakte</p> <p>7780 Kapitaltransferz. an private Haushalte</p> <p>7790 Kapitaltransferz. an netto-veranschlagte Untern.</p> <p>7800 Laufende Transferzahlungen an das Ausland</p> <p>7850 Kapitaltransferzahlungen an das Ausland</p> <p><b>Übriger betrieblicher Aufwand</b></p> <p>6200 Transporte</p> <p>6700 Versicherungen</p> <p>6900 Schadensfälle</p> <p>7220 Rückersätze f. Einnahmen</p> <p>7290 Sonstige Ausgaben</p> <p><b>KAPITALKOSTEN</b></p> <p><b>Anlagenabschreibung - baulich (kalk.)</b></p> <p>6801 Anlagenabschreibung - baulich (kalk.)</p> <p><b>Anlagenabschreibung - masch. u. elekt. (kalk.)</b></p> <p>6802 Anlagenabschreibung - masch. u. elekt. (kalk.)</p> <p><b>Tatsächliche Tilgungen</b></p> <p>3400 Tatsächliche Tilgungen</p> <p><b>Tatsächlicher Annuitätenzuschuss</b></p> <p>8600 Tatsächlicher Annuitätenzuschuss</p> <p><b>Geringwertige Wirtschaftsgüter</b></p> <p>4000 Geringwertige Gebrauchsgüter</p> <p>4090 Geringwertige Ersatzteile</p> <p><b>Tatsächliche Zinsen</b></p> <p>6500 Tatsächliche Zinsen</p> <p><b>Kalkulatorische Zinsen</b></p> <p>6501 Kalkulatorische Zinsen baulich</p> <p>6502 Kalkulatorische Zinsen masch. u. elekt.</p> <p><b>Geldverkehrsspesen</b></p> <p>6571 Geldverkehrsspesen</p>

Tabelle 5-2: Zuordnungsschema der Posten auf Kostenarten

### 5.4.1 Differenzierung der Personalkosten

Zum Zwecke der Vergleichbarkeit wurden im Rahmen der Kostenarten spezifische Differenzierungen vorgenommen.



Die Personalkosten (Postenklassen 5) wurden für das Benchmarking in folgende zwei Bereiche gegliedert.

**Laufender Betrieb:** Hier wurden sämtliche Personalkosten erfasst, welche dem laufenden Betrieb der Abwasserentsorgung bzw. Abwasserreinigung (routinemäßige Kanalkontrollen, Personalaufwand für die Schlammpresse, Messungen etc.) zuzuordnen waren.

**Reparatur und Instandhaltung:** Unter dieser Kostenart wurden ereignisbezogene Personalkosten erfasst, welche nicht vorhersehbar und zum überwiegenden Teil Reparaturaufwendungen zuzuordnen waren.

#### **5.4.2 Differenzierung der Kapitalkosten**

Die Kapitalkosten wurden in drei unterschiedliche Kategorien gegliedert und getrennt nach baulichen bzw. maschinell und elektrischen Anlagen dargestellt. Eine nähere Beschreibung befindet sich im Kapitel 6.6.

#### **5.4.3 Instandhaltung versus Instandsetzung**

Instandsetzungsaufwand ist jener Aufwand, der den Nutzungswert der Anlage wesentlich erhöht und/oder die Nutzungsdauer wesentlich verlängert. Instandhaltungsaufwand hingegen liegt vor, wenn es sich um laufende Reparaturarbeiten handelt, die nicht zu einem Austausch von wesentlichen Teilen einer Anlage führen bzw. nicht als Instandsetzungsaufwand anzusehen sind.

Auf Grund der Tatsache, dass die Unterscheidung zwischen Instandhaltungs- und Instandsetzungsaufwendungen einen sehr weiten Interpretationsspielraum offen lässt und gerade für das Benchmarking die Gleichbehandlung aller Teilnehmer wesentlich ist, wurde im Zuge des Projektes gemeinsam mit den Anlagenbetreibern ein pragmatischer Ansatz erarbeitet.

### **5.5 Das Kostenstellenschema**

Einen wesentlichen Bestandteil der Kosten- und Leistungsrechnung, insbesondere im Hinblick auf ein Benchmarking relativ inhomogener Teilnehmer, bildet das standardisierte Kostenstellenschema. Bei der Konzeption wurde primär darauf geachtet, dass einzelne Haupt- bzw. Teilprozesse der Abwasserentsorgung bzw. -reinigung gesondert abgebildet werden

können. In zweiter Linie war eine klare kostenstellenmäßige Trennung zwischen Orts- und Verbandskanalisation notwendig, um im Zuge des Benchmarking Probanden mit unterschiedlichem Leistungsumfang miteinander vergleichen zu können.

Zur Systematisierung und Vergleichbarkeit der Kosten- und Leistungsdaten, insbesondere bei Verbänden mit unterschiedlichem Leistungsumfang (z.B. nur Errichtung und Betrieb von Verbandssammlern und Kläranlagen und keine Ortskanalisation [OK] oder Errichtung und Betrieb sämtlicher Anlagenteile), wurde folgendes Kostenstellenschema (Abbildung 5-3) konzipiert und verwendet:

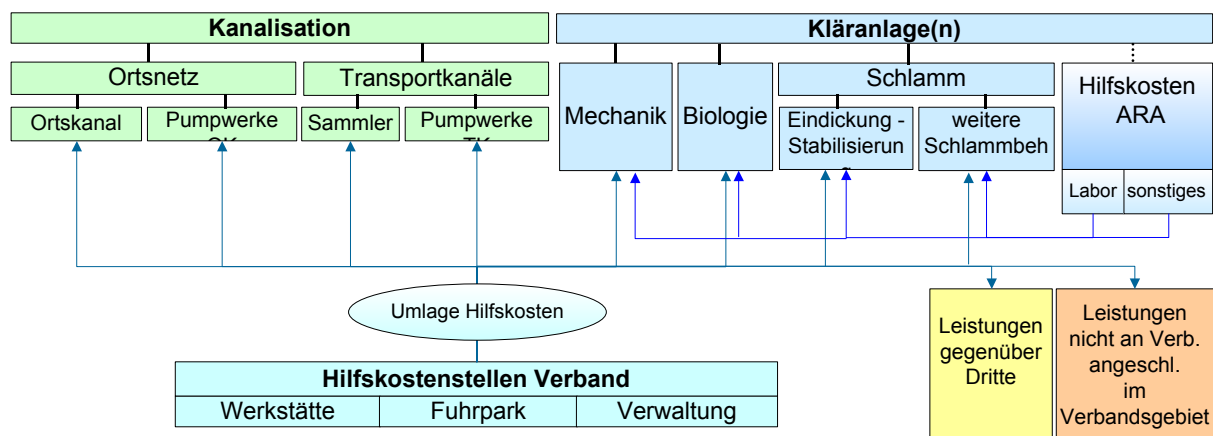


Abbildung 5-3: Kostenstellenplan

- ⇒ Durch die leistungsspezifische Kostenzuordnung zu den einzelnen Kostenstellen konnten die Jahreskosten pro Verband und pro Prozess bzw. Kostenstelle (z.B. nur Kosten der ARA, der Mechanik, der OK, der Verbandssammler, der OK Pumpwerke) dargestellt, verglichen und analysiert werden.
- ⇒ Übergeordnete Kosten wurden in sogenannten Hilfskostenstellen (Labor, Werkstätte usw.) erfasst. Diese Kosten wurden nach Ermittlung der Kostenstellenergebnisse auf die Hauptkostenstellen umgelegt.
- ⇒ Die Kosten der einzelnen Kostenstellen lagen jedoch nicht nur en bloc vor, sondern aufgegliedert nach den jeweiligen Kostenarten, z.B. Personalkosten, Kapitalkosten, Chemikalien entsprechend dem o.a. Kostenartenschema (siehe Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2).

Im Projekt konnte die Aufteilung der Kosten auf die einzelnen Kostenstellen teilweise nur im Nachhinein und pauschal vorgenommen werden, da eine Kostenrechnung und somit getrennte kostenrechnungsspezifische Datenerfassung zum Zeitpunkt der Verbuchung nicht erfolgte. Ein Großteil der Kosten, insbesondere die Personalkosten, konnten auf Basis der Stundenaufzeichnungen, welche von uns initiiert wurden, problemlos den jeweiligen Kostenstellen zugeordnet werden. Dabei wurde den Teilnehmern ein Stundenerfassungsschema übermittelt, welches von den Benchmarking-Teilnehmern für einen bestimmten Zeitraum mit den tatsächlichen Leistungs- und Zeitaufzeichnungen der einzelnen Mitarbeiter ausgefüllt wurde. Der erfasste Zeitraum bewegt sich dabei zwischen einer Woche bei sehr kleinen Kläranlagen mit nur einem Mitarbeiter, welcher jede Woche einen gleichen Arbeitsablauf durchführt, bis zu einem Erfassungszeitraum von 27 Wochen, wobei darauf Bedacht gelegt wurde, dass zumindest zum Großteil für einen Zeitraum von 3 Monaten Stundenaufzeichnungen durchgeführt wurden.

Für den Fall, dass die Kostenstellenbebuchung zukünftig gleichzeitig mit der Buchhaltung vorgenommen wird, ist eine exakte Kostenaufteilung auf Basis der direkten Belegzuordnung bzw. Arbeits(zeit)aufzeichnungen auf die einzelnen Kostenstellen laufend möglich.

## **5.6 Die Kosten- und Leistungsrechnung**

Das Ergebnis der Kostenarten- und Kostenstellenrechnung wird in einem Betriebsabrechnungsbogen für jeden einzelnen Benchmarking-Teilnehmer abgebildet. Dieser Betriebsabrechnungsbogen kann als Matrix der Kostenarten- und Kostenstellenergebnisse je nach Auswertungsbedarf auf unterschiedlichen Ebenen aggregiert und analysiert werden.

Die Tabelle 5-4 zeigt einen solchen Betriebsabrechnungsbogen in der Auswertungsebene 2 (Ortskanäle und Ortspumpwerke werden auf die Position Ortsnetz aggregiert).

Betriebsabrechnungsbogen Musterverband									
	Verband gesamt	Ortsnetz	Transport- kanäle	Verbands- kläranlage	Leistg. gegenüber Dritten	Leistg. gegenüber Dritten i.Verb.	Werkstatt	Fuhrpark	Verwaltung
<b>BETRIEBSKOSTEN</b>									
Materialkosten u. Stoffkosten									
Werkstoffe f. Reparatur u. Instandhaltung	333.680	105.760	20.677	184.297			20.877	2.069	
Chemikalien	830.455			830.455					
Verbrauchsgüter d. laufend. Betrieb	426.715	47.993		320.854			43.733	1.375	12.760
<b>Summe Materialkosten u. Stoffkosten</b>	<b>1.590.850</b>	<b>153.753</b>	<b>20.677</b>	<b>1.335.607</b>			<b>64.609</b>	<b>3.444</b>	<b>12.760</b>
Personalkosten									
Laufender Betrieb	6.369.208	712.052	107.679	2.876.291					2.673.186
Reparatur und Instandhaltung	364.870	143.637	26.597				194.636		
Bezüge der Organe	231.348								231.348
<b>Summe Personalkosten</b>	<b>6.965.426</b>	<b>855.689</b>	<b>134.276</b>	<b>2.876.291</b>			<b>194.636</b>		<b>2.904.534</b>
Leistungen durch Dritte									
Laufender Betrieb	2.062.497	1.045.930	87.920	865.514					63.134
Reparatur und Instandhaltung	1.141.600	409.991	3.592	599.322				128.696	
<b>Summe Leistungen durch Dritte</b>	<b>3.204.098</b>	<b>1.455.921</b>	<b>91.512</b>	<b>1.464.835</b>				<b>128.696</b>	<b>63.134</b>
Energiekosten									
Strom	1.807.632		450.471	1.357.161					
Gas									
sonstige Energiebezüge	51.211			51.211					
<b>Summe Energiekosten</b>	<b>1.858.843</b>		<b>450.471</b>	<b>1.408.372</b>					
<b>Summe Reststoffensorgung</b>	<b>3.851.382</b>			<b>3.851.382</b>					
Sonstige betriebliche Kosten									
Öffentliche Abgaben	382.405	9.054		300					373.051
Verwaltung (Telefon, Büromaterial, etc.)	722.970	280.079	133.287	41.595			9.718	3.160	255.132
Miet- und Pachtzinse (Leasing)	20.581	7.316							13.266
Reisespesen	126.005			360				42.425	83.220
Kostenbeiträge und Transferzahlungen	82.446	42.961		39.486					
Übriger betrieblicher Aufwand	247.307	56.954		141.526				48.827	
<b>Summe sonstige betriebliche Kosten</b>	<b>1.581.716</b>	<b>396.363</b>	<b>133.287</b>	<b>223.267</b>			<b>9.718</b>	<b>94.412</b>	<b>724.669</b>
<b>SUMME BETRIEBSKOSTEN</b>	<b>19.052.315</b>	<b>2.861.727</b>	<b>830.223</b>	<b>11.159.755</b>			<b>268.963</b>	<b>226.552</b>	<b>3.705.096</b>
KAPITALKOSTEN									
Anlagenabschreibung - baulich (kalk.)	42.815.096	30.538.218	8.055.295	3.353.188			341.504		526.891
Anlagenabschreibung - masch. u. elekt. (kalk.)	11.510.453	2.218.746	379.674	7.848.937			41.554	528.381	493.161
Geringwertige Wirtschaftsgüter	90.761	40.719		33.002			5.588		11.453
Kalkulatorische Zinsen	31.356.578	21.760.907	5.705.149	3.352.297			156.680	64.727	316.818
<b>SUMME KAPITALKOSTEN</b>	<b>85.772.888</b>	<b>54.558.590</b>	<b>14.140.118</b>	<b>14.587.423</b>			<b>545.326</b>	<b>593.108</b>	<b>1.348.324</b>
<b>GESAMTKOSTEN VOR UMLAGE</b>	<b>104.825.204</b>	<b>57.420.317</b>	<b>14.970.341</b>	<b>25.747.178</b>			<b>814.288</b>	<b>819.659</b>	<b>5.053.419</b>
Umlage Hilfskostenstellen		3.813.011	1.003.084	1.871.272			- 814.288	- 819.659	- 5.053.419
<b>GESAMTKOSTEN</b>	<b>104.825.204</b>	<b>61.233.328</b>	<b>15.973.425</b>	<b>27.618.450</b>					

Tabelle 5-4: Betriebsabrechnungsbogen

### Kostenstellendifferenzierung „Leistungen gegenüber Dritten“:

**Leistungen gegenüber Dritten:** z.B. Kanalspülungen (mit eigenem Spülwagen)  
bei anderen Verbänden

**Leistungen gegenüber Dritten i.Verband:** z.B. Fäkalienabfuhr durch den Verband innerhalb  
des Verbandsgebietes

Neben den unterschiedlichen Auswertungstiefen hinsichtlich der Kostenstellen- und Kostenartenstruktur wurden vor allem für den Bereich der Kapitalkosten drei grundlegende unterschiedliche Kostenrechnungssysteme angewandt, welche als haushaltsorientierte Kostenrechnung, klassische (betriebswirtschaftliche) Kostenrechnung bzw. Kostenrechnung für das Benchmarking bezeichnet werden. Entsprechend den dargestellten Kostenansatzsystemen können unterschiedliche Auswertungen generiert werden.

### **5.6.1 Haushaltsorientierte Kostenrechnung**

Die haushaltsorientierte “Kostenrechnung” – auch als finanzwirtschaftliche oder liquiditätsmäßige Kostenrechnung bezeichnet – ist keine Kostenrechnung im betriebswirtschaftlichen Sinn, da alle kameralen bzw. doppischen Ausgaben (angeordnetes Soll) ohne Kostenüberleitung übernommen werden (z.B. auch Investitionen, die keine Kosten, sondern Ausgaben darstellen).

Die haushaltsorientierte Sichtweise trägt dem Deckungserfordernis Rechnung und stellt das liquiditätsmäßige Erfordernis bezogen auf die einzelnen Kostenstellen dar.

Dieser Systematik Rechnung tragend, wurden demnach die tatsächlichen laufenden Zinsen und Tilgungen sowie die tatsächlichen Förderungen (in unterschiedlichster Form) aus dem Rechnungsabschluss berücksichtigt und in die Kostenarten- bzw. Kostenstellenrechnung aufgenommen. Bei der haushaltsorientierten Kostenrechnung wird keine Anlagenabschreibung (AfA) berücksichtigt, an Stelle dieser kalkulatorischen Werte werden die tatsächlichen Tilgungen und Zinsen angesetzt.

### **5.6.2 Klassische bzw. betriebswirtschaftliche Kostenrechnung**

Die zweite Darstellungsmöglichkeit spiegelt die klassische Kostenrechnung wider. In der klassischen bzw. betriebswirtschaftlichen Kosten- und Leistungsrechnung kommt es zu Abweichungen gegenüber der Kameralistik bzw. der haushaltsorientierten Kostenstellenrechnung, da es einerseits Kosten gibt, denen keine Ausgaben gegenüberstehen und andererseits Ausgaben vorliegen, die keine Kosten, sondern lediglich eine Transformation von Geldmittel in Sachmittel (Kauf eines Investitionsgutes) beinhalten. Aus diesem Grund bedarf es vor allem bei der betriebswirtschaftlichen Kostenrechnung einer korrekten Abgrenzung bzw. Kostenüberleitung.

Die Kostenüberleitung erfolgte durch eine sachliche, zeitliche und betragsmäßige Abgrenzung der finanzwirtschaftlichen Ausgaben.

Die Überleitung der Ausgaben in betriebswirtschaftliche Kosten erfolgt durch

- ⇒ Ausscheiden/Aufnahme von neutralen Ausgaben - Durchführung von sachlichen und zeitlichen Abgrenzungen,
- ⇒ Ausscheiden von vermögenswirksamen Ausgaben (Investitionen),
- ⇒ Erfassung und Hinzuzählung von kalkulatorischen Kosten (Anlagenabschreibung, kalkulatorische Zinsen).

Im Zuge dieses Kostenrechnungssystems blieben sämtlich Förderungen (Land und Bund) zum Zwecke der tatsächlichen Kostenfeststellung unberücksichtigt.

**Hinweis:** Hingewiesen wird, dass für den Fall der Gebührenkalkulation die eingebrachten Anschlussgebühren und erhaltenen Fördermittel bei der Kalkulation der Anlagenabschreibung entsprechend zu berücksichtigen sind.

### **Kalkulatorische Kosten (kalkulatorische Zinsen, kalkulatorische AfA)**

Den grundlegenden Unterschied der klassischen Kosten- und Leistungsrechnung zur haushaltsorientierten Kostenrechnung bildet der Ansatz von kalkulatorischen Kosten. Dabei wurden an Stelle der tatsächlichen Tilgungen bzw. Investitionsausgaben kalkulatorische Abschreibungen für Abnutzung (AfA) angesetzt und an Stelle tatsächlicher Zinsausgaben wurden kalkulatorische Zinsen sowohl für das Fremdkapital als auch für das Eigenkapital angesetzt.

Die kalkulatorischen Zinsen wurden auf Basis des durchschnittlich gebundenen Kapitals ( $[\text{Anschaffungskosten} - \text{Restwert}]/2$ ) mit einem einheitlichen kalkulatorischen Zinssatz ermittelt. Der kalkulatorische Zinssatz wurde im Projekt mit 3,5 % angesetzt.

Für die Ermittlung der kalkulatorischen Abschreibung sowie der kalkulatorischen Zinsen ist die Erstellung bzw. Pflege eines Anlagenspiegels erforderlich. Bei Verbänden (Gemeinden), bei welchen noch kein Anlagenspiegel vorhanden war, wurde im Zuge dieses Projektes erstmalig ein Anlagenspiegel erstellt.

Der Erfassung der Kapitalkosten (Anlagenabschreibungen und Zinsen) wurde infolge des hohen Anteils dieser Kostenposition an den gesamten Jahreskosten einerseits und zum Zwecke des betriebsübergreifenden Vergleiches andererseits besonderes Augenmerk geschenkt.

Für die einzelnen Verbände bzw. Gemeinden wurde demnach ein sogenannter Anlagenspiegel erstellt, in welchem zum Zwecke der Vereinheitlichung der Kostenansätze folgende Daten erfasst wurden:

- ⇒ Anschaffungskosten bzw. Investitionskosten der einzelnen Wirtschaftsgüter (über 5.000), welche noch betrieblich genutzt bzw. verwendet werden.
- ⇒ Zeitpunkt der Anschaffung bzw. Nutzungsbeginn.
- ⇒ Zuordnung der Investition bzw. der ermittelten Anlagenabschreibung zur jeweiligen Kostenstelle und Kostenarten (Unterscheidung in bauliche bzw. maschinell - elektrische Investitionen).

In der Tabelle 6.5 ist ein Ausschnitt eines Anlagenspiegels ersichtlich. Es wurden sämtliche Investitionen eines Benchmarking-Teilnehmers mit oben angeführten Daten im Detail erfasst.

## ANLAGENNACHWEIS per 31. Dezember 1999

XY

Posten- gruppe	BA	Bezeichnung	Anschaf- fungs- datum	tats. Nutzungs- dauer	Ursprüngliche Anschaffungs- kosten	Summe Abgänge	Kontrollsumme:		Abschreibung Haushaltsjahr
							Anschaffungs-kosten bis 31.12.99	Abgänge im lfd. Jahr	
004		Wasser- und Kanalisationsbauten			1.419.478,479		1.419.478,479	801.435	38.445,062
		Ortskanalisation							
	8111	BA02 Baumeisterarbeiten	Jän.72	40	2.200,000		2.200,000		55,000
	8111	BA03 Baumeisterarbeiten	Jän.80	40	29.750,451		29.750,451		743,761
	8111	BA04 Baumeisterarbeiten	Jän.84	40	113.392,641		113.392,641		2.834,816
	8111	BA05 Baumeisterarbeiten	Jän.86	40	119.343,131		119.343,131		2.983,578
	8111	BA06 Baumeisterarbeiten	Jän.87	40	129.212,049		129.212,049		3.230,301
	8111	BA08 Baumeisterarbeiten	Jän.90	40	43.093,213		43.093,213		1.077,330
	8111	BA09 Baumeisterarbeiten	Jän.90	40	95.247,910		95.247,910	273,575	2.586,379
	8111	BA10 Baumeisterarbeiten	Jän.92	40	79.605,122		79.605,122	371,447	2.287,286
	8111	BA11 Baumeisterarbeiten	Jän.93	40	89.748,787		89.748,787		2.243,720
	8111	BA12 Baumeisterarbeiten	Jän.93	40	66.151,556		66.151,556		1.653,789
	8111	BA14 Baumeisterarbeiten	Jän.94	40	39.976,402		39.976,402		999,410
	8111	BA15 Baumeisterarbeiten	Jän.95	40	32.825,788		32.825,788		820,645
	8111	BA13 Baumeisterarbeiten	Jän.96	40	41.599,471		41.599,471	156,413	1.180,758
	8111	BA17 Baumeisterarbeiten	Jän.96	40	10.852,044		10.852,044		271,301
	8111	BA19 Baumeisterarbeiten	Jän.96	40	11.806,226		11.806,226		295,156
	8111	BA20 Baumeisterarbeiten	Jän.97	40	2.381,319		2.381,319		59,533
	8111	BA21 Baumeisterarbeiten	Jän.97	40	3.734,171		3.734,171		93,354
	8111	Pumpwerke Baumeisterarbeiten	Jän.97	40	11,640		11,640		291
	8111	Pumpwerke Baumeisterarbeiten	Jul.97	40	19,180		19,180		479
	8111	BA18 Baumeisterarbeiten	Jän.98	40	1.293,637		1.293,637		32,341
	8111	BA23 Baumeisterarbeiten	Jul.98	40	120,000		120,000		3,000
	8111	BA 25 Baumeisterarbeiten	Dez.99	40	86,855		86,855		1,086
	8111	BA 09 - 21 Baumeisterarbeiten	Dez.99	40	192,463		192,463		2,406

Tabelle 5-5: Anlagenspiegel (Auszug)

Um die Vergleichbarkeit der Kapitalkosten für das Benchmarking zu gewährleisten, wurde für die Berechnung der kalkulatorischen Abschreibung ein einheitliches und vereinfachtes Nutzungsdauerschema verwendet (siehe Tabelle 6-6).



<b>Einheitliche Nutzungsdauertabelle für Anlagen:</b>	
<b>Abwasserentsorgung</b>	
- baulich	40 Jahre
- maschinell und elektrisch	10 Jahre
<b>Abwasserreinigung</b>	
- baulich	30 Jahre
- maschinell und elektrisch	20 Jahre
- Steuerungs- Meß- und Regeltechnik	10 Jahre
<b>Verwaltung</b>	
- baulich	40 Jahre
- Betriebsausstattung	10 Jahre

*Tabelle 5-6: Nutzungsdauertabelle*

Der sich auf Grund der Anschaffungskosten und der zugeordneten Nutzungsdauer ergebende Werteverzehr (= Abnutzung) wird in der Kosten- und Leistungsrechnung als kalkulatorische Abschreibung berücksichtigt.

Auf Grund der unterschiedlichen Anschaffungsjahre und Anschaffungskosten innerhalb eines Verbandes (Gemeinde) sind die aus dem Anlagenspiegel resultierenden jährlichen Kapitalkosten, vor allem im Hinblick auf ein Benchmarking zwischen den Benchmarking-Teilnehmern, als solche noch nicht vergleichbar. Aus diesem Grund musste eine Normierung der Kapitalkosten vorgenommen werden.

Die Kapitalkosten werden wie in dem nachfolgenden Beispiel ersichtlich ermittelt.

**Ermittlung jährliche Abschreibung:**

<b>Anschaffungswert:</b>	9.000.000	
<b>Nutzungsdauer:</b>	30 Jahre	
<b>Abschreibung pro Jahr:</b>	<b>300.000</b>	[Anschaffungswert : Nutzungsdauer]

**Ermittlung jährliche kalkulatorische Zinsen:**

<b>Anschaffungswert:</b>	9.000.000	
<b>Endwert:</b>	0	
<b>Durchschnittlich gebundenes Kapital:</b>	4.500.000	[(Anschaffungswert + Endwert) : 2]
<b>Kalkulatorischer Zinssatz:</b>	3,5%	
<b>Kalkulatorische Zinsen pro Jahr:</b>	<b>157.500</b>	[durchschnittlich gebundenes Kapital x kalkulatorischer Zinssatz]

**Kalkulatorische Kosten pro Jahr gesamt:** **457.500** [Abschreibung pro Jahr + kalkulatorische Zinsen pro Jahr]

## 5.7 Kostenrechnung für das Benchmarking (Normierung der Kapitalkosten)

Wie bereits oben erwähnt, kann die klassische Kosten- und Leistungsrechnung insbesondere im Bereich der Kapitalkosten keine vergleichbare Basis für ein Benchmarking liefern.

Um beispielsweise für Investitionen, welche zu unterschiedlichen Zeitpunkten getätigt wurden, vergleichbare jährliche Kapitalkosten zu generieren, war ein weiterer Normierungsschritt notwendig.

### 5.7.1 Indexierung der Baukosten

Um die Kapitalkosten einzelner Verbände annähernd vergleichen zu können, war es notwendig, ein einheitliches (fiktives) Anschaffungsjahr zu unterstellen. Aus diesem Grund wurden sämtliche Anlagegüter der Verbände mit Hilfe von Indizes auf das fiktive Anschaffungsjahr 1999 normiert.

Diese fiktiven Anschaffungskosten bilden die Basis sowohl für die Ermittlung der kalkulatorischen Abschreibungen als auch für die kalkulatorischen Zinsen.

Die kalkulatorischen Abschreibungen wurden wiederum anhand der einheitlich festgelegten Nutzungsdauer (siehe Tabelle 6-6) errechnet. Dabei kommen bei der Kapitalkostenermittlung für das Benchmarking auch Anlagen zum Ansatz, welche auf Grund ihres Alters betriebswirtschaftlich bereits abgeschrieben sind, aber noch betrieblich genutzt werden.

Die Berechnung der kalkulatorischen Zinsen erfolgte wiederum auf Basis des durchschnittlich gebundenen Kapitals (siehe Kapitel 6.6.2.1) mit dem Ansatz eines einheitlichen Zinssatzes (3,5 %). Basis dafür bilden die fiktiv errechneten bzw. normierten Anschaffungskosten.

*Die im Zuge der Normierung ermittelten kalkulatorischen Abschreibungen bzw. kalkulatorischen Zinsen dienen ausschließlich dem Vergleich der einzelnen Verbände (Gemeinden) und haben in ihren Absolutbeträgen keine finanzwirtschaftliche Relevanz.*

### 5.7.2 Neutralisierung der Förderungen

Wesentlich für den Vergleich einzelner Abwasserentsorgungsbetriebe ist die Neutralisierung der Förderungen. Diese kamen in der Kosten- und Leistungsrechnung für das Benchmarking auf Grund der Verrechnung von kalkulatorischen Abschreibungen und kalkulatorischen Zinsen auf Basis normierter Anschaffungskosten und unter gleichzeitiger Nicht-Berücksichtigung der tatsächlichen Zinsaufwendungen aus dem Jahresabschluss nicht zum Tragen. Dabei blieben sowohl unterschiedliche Landes- als auch Bundesförderungen sowie Unterschiede bei der Aufbringung von Anschlussgebühren und sonstigen Eigenmittel unberücksichtigt.

5.7.3 Das Kostenrechnungssystem für das Benchmarking

Grafisch kann das System der Kosten- und Leistungsrechnung für das Benchmarking wie folgt dargestellt werden:

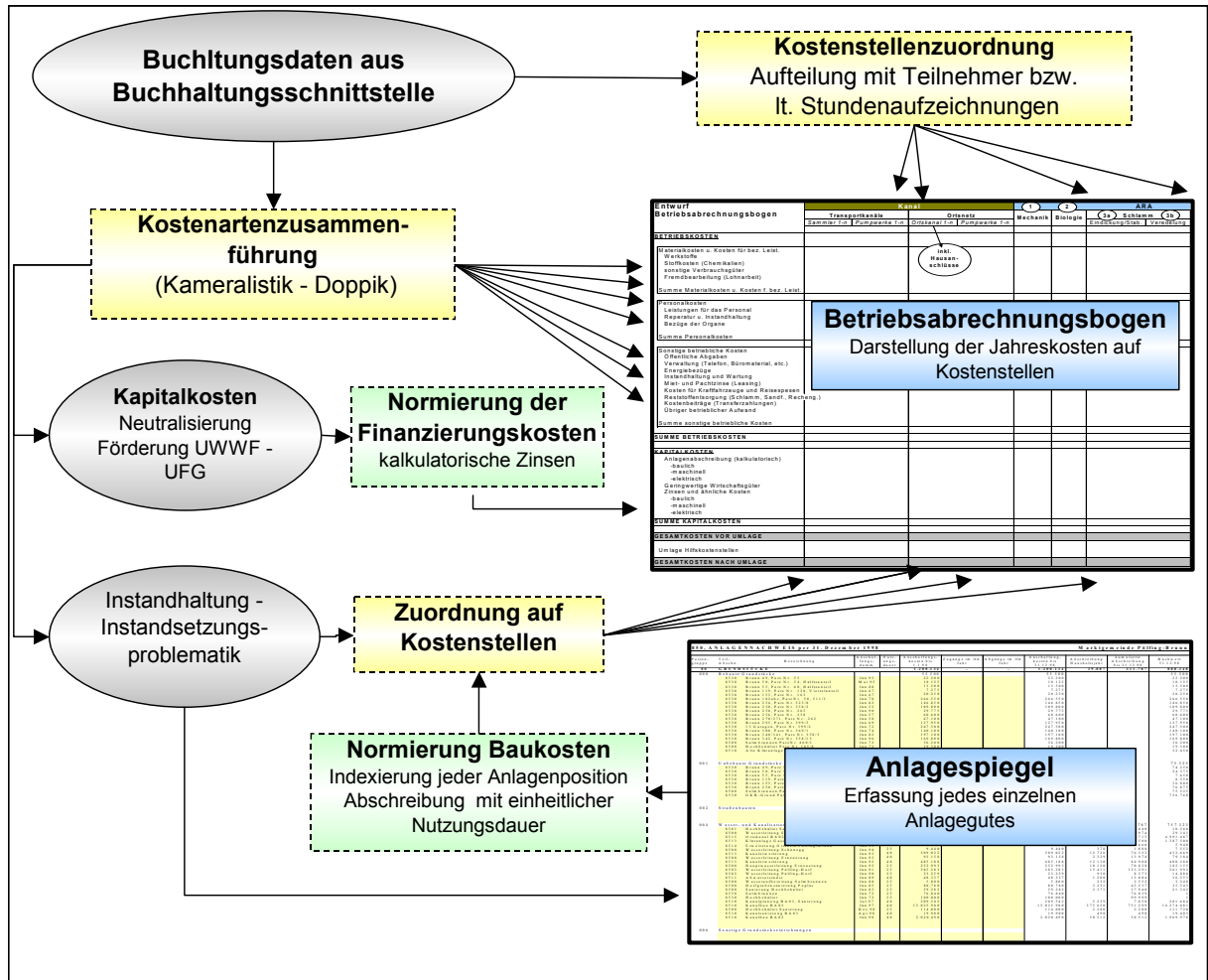


Abbildung 5-7: System der Kosten- und Leistungsrechnung

Dieses Ermittlungsschema sowie Kostenrechnungssystem wurde bei allen Benchmarking-Teilnehmern angewendet, um die Einheitlichkeit der Erhebung und Berechnung für den Vergleich zu gewährleisten.

## 6 METHODIK - ABWASSERABLEITUNG

### 6.1 Allgemeines

Zunächst folgt ein kurzer Überblick über den Ablauf bei der Auswertung der **Gesamtkanalisationen** (sh. Abbildung 6-5). Der Projektablauf bei der Auswertung der **Detailbauabschnitte** wird in Kap. 6.7 dargestellt.

1. Nach Übermittlung der ausgefüllten techn. Erhebungsbögen (Original Excel Dateien) erfolgte ein erster grober Check und darauf Rücksprache mit Zivilingenieuren
2. Eingabe aller Daten der Originaldateien in Muster-Dateien
3. Einlesen aller Muster-Dateien in SQL-Datenbank. Gründe für die Wahl dieser **Datenbank** sind:
  - a) Abfrage- und Auswertemöglichkeiten für mehrere Benutzer gleichzeitig über MS Excel bzw. MS Access (anwenderfreundlich)
  - b) einheitliche Datenbankstruktur innerhalb des gesamten Projekts (gleiche DB wie TU Wien)
  - c) Passwort geschützt auf eigenem Server (nur 2 Bearbeitern aus Kernteam bekannt)
  - d) Ausbaufähig und updatefähig für zukünftige Nutzung
4. Evaluierung der **Bezugsgrößen**:

Prinzipiell kommen als Bezugsgrößen für Errichtung und Betrieb von Kanalisationen die Länge des Kanalnetzes, die Abwassermenge, die Einwohner(werte) und die Hausanschlüsse in Betracht, wobei bei genauerer Analyse natürlich auch die Art und Anzahl der Sonderbauwerke Berücksichtigung finden muss.

Die Auswertungen wurden primär auf die Kanallängen (Laufmeter) bezogen durchgeführt, wobei bei den Ortsnetzen auch auf die Einwohner (E) bezogen ausgewertet wurde.
5. Die **Plausibilitätsprüfung** der Daten erfolgte in 3 Stufen:

Stufe 1 - Formale Überprüfung:

Stufe 2 - Technische Kontrolle:

Stufe 3 - Techn. & wirtschaftlich kombinierte Kontrolle

### 6. Gruppeneinteilung

Die Kanalnetze werden in Orts- und Verbandsnetze aufgeteilt. Die Verbandsnetze werden nach Leitungslängen in 3 Gruppen eingeteilt. Dies erfolgt vor allem hinsichtlich der betrieblichen Auswertungen. Um aber die Darstellung zu vereinheitlichen wird die

Gruppeneinteilung auch bei den Auswertungen der Kapitalkosten durchgeführt.

## 7. Bezugsgrößenanalyse

Analyse der möglichen Bezugsgrößen und Auswahl der geeigneten Bezugsgröße(n)

## 8. Benchmarkfindung

## 6.2 Prozesseinteilung

Die Auswahl der Prozesse orientiert sich einerseits an deren unterschiedlichen, definierbaren Leistungen und andererseits an der kostenmäßig getrennten Erfassbarkeit.

In Abbildung 6-1 sind die Prozesse „Sammlung“, „Transport“ und „Behandlung“ für die Errichtung der Kanalisation ersichtlich.

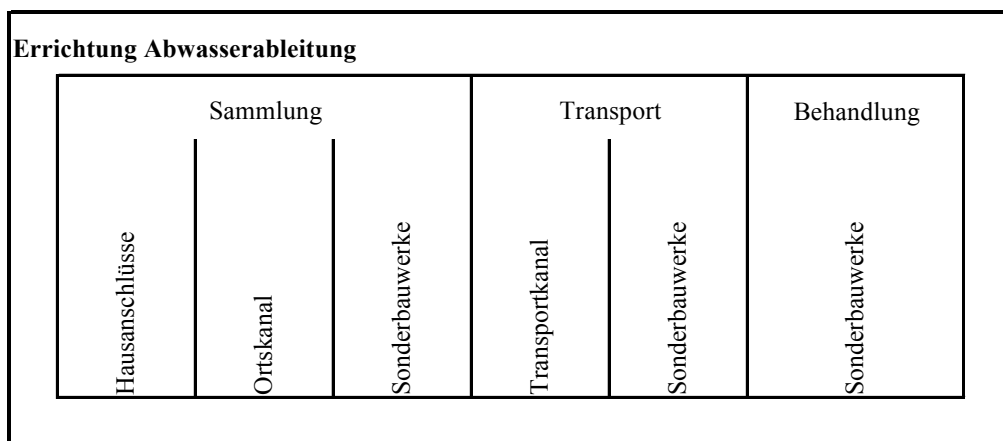


Abbildung 6-1: Definition der Prozesse der Errichtung der Abwasserableitung

Im Sinne einer definierbaren Leistung und der kostenmäßigen Erfassbarkeit wurde die Unterteilung in Verbandsnetz und Ortsnetz jeweils unterteilt in Leitungen & Sonderbauwerke gewählt.

### 6.2.1 Kostenstellen Verbandsnetz / Ortsnetz

Die Unterscheidung Verbandsnetz / Ortsnetz wird aus organisatorischen Gründen benötigt, um den Betriebsaufwand des Betreibers dem richtigen Umfang an Kanalanlagen gegenüberzustellen. (Abb. 6-2)

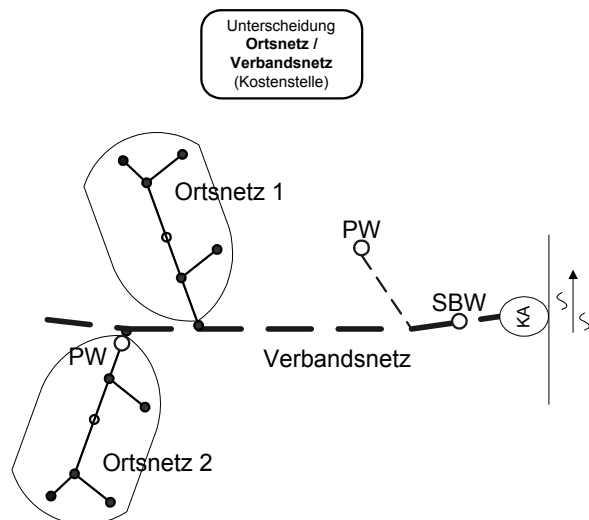


Abbildung 6-2: Schema zur Unterscheidung Ortsnetz und Verbandsnetz

Wenn der Benchmarking – Teilnehmer

- (a) eine **Kläranlage ohne Kanalnetz** ist, ist die Unterscheidung hinfällig.
- (b) eine **einzelne Gemeinde** mit ihrer Anlage (KA + Kanal) ist, dann ist der Bezug eindeutig  
→ 1 Ortsnetz ist zu erfassen.
- (c) ein **Verband** mit mehreren Mitgliedsgemeinden ist, gilt folgendes:

Als **Verbandsnetz** sollen alle Kanalanlagen des Verbandes inkl. Sonderbauwerke (SBW+PW) erfasst werden, die zum Vermögen des **Verbandes** gehören (Anlagenspiegel) und von diesem **betrieben** werden.

**Ortsnetze** sollen als solche nur dann erhoben werden, wenn der **Verband** für die Mitgliedsgemeinde den **Kanalbetrieb vollständig** übernimmt.

Wenn der **Verband** nur Teile des Kanalbetriebs als Dienstleistung für die Mitgliedsgemeinden übernimmt, dann dürfen diese Ortsnetze nicht miterfasst werden.

### 6.2.2 Transportkanal / Ortskanal

Die Unterscheidung **Ortskanal / Transportkanal** zielt auf die Funktion des Kanals (Sammeln oder Transport) ab und in weiterer Folge auf den betrieblichen Aufwand den dieser Kanal erzeugt. (Abb. 6-3)

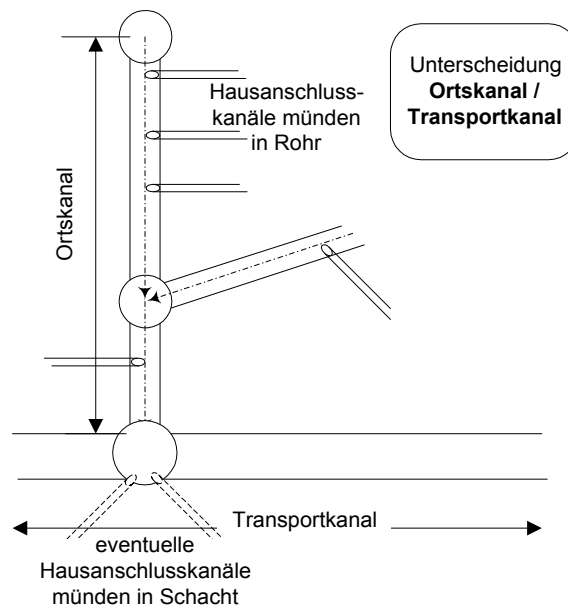


Abbildung 6-3: Definition Ortskanal / Transportkanal

In diesem Sinne wird als **Ortskanal** eine Freispiegelleitung mit *Hausanschlusskanälen*, die in das Rohr einmünden, definiert.

Beim **Transportkanal** münden eventuelle Hausanschlusskanäle nicht in das Rohr sondern in die Schächte. Wenn ein Transportkanal als **Druckleitung** ausgeführt ist, dann muss er als Druckleitung erfasst werden.

### 6.2.3 Prozesseinteilung Kanalbetrieb

Der Kanalbetrieb wird üblicherweise in die 4 Haupt-Prozesse **Inspektion**, **Wartung**, **Instandsetzung** und **Sonstige Aufgaben** eingeteilt. Bei der Erhebung der Kosten wurden diese Prozesse so weit wie möglich in die Kostenarten „Laufender Betrieb“ und „Reparatur & Instandhaltung“ getrennt (sh. Abbildung 6-4).

- a) **Laufender Betrieb:** Unter laufendem Betrieb werden alle Tätigkeiten verstanden, die durch gesetzliche Regelungen bzw. aus betrieblichen Gründen turnusmäßig verrichtet werden.
- b) **Reparatur und Instandhaltung:** Darunter werden ereignisbezogene Tätigkeiten verstanden, welche nicht vorhersehbar sind und zum überwiegenden Teil Reparaturaufwendungen zuzuordnen sind. Wenn Reparaturen von Fremdfirmen getätigt werden (und mehr als 50.000,- ÖS betragen), werden diese nach projektsinterner Vereinbarung dem Prozess Instandsetzung zugeordnet und damit kostenrechnerisch „aktiviert“ (siehe Abschnitt 5).



*Kommentar: Der Begriff „Instandhaltung“ wird in der Fachliteratur üblicherweise als Überbegriff für alle betrieblichen Maßnahmen verwendet. Hier wird der Ausdruck „Reparatur und Instandhaltung“ als in Österreich gängige Bezeichnung für Wartungsarbeiten zur Störungsbeseitigung übernommen.*

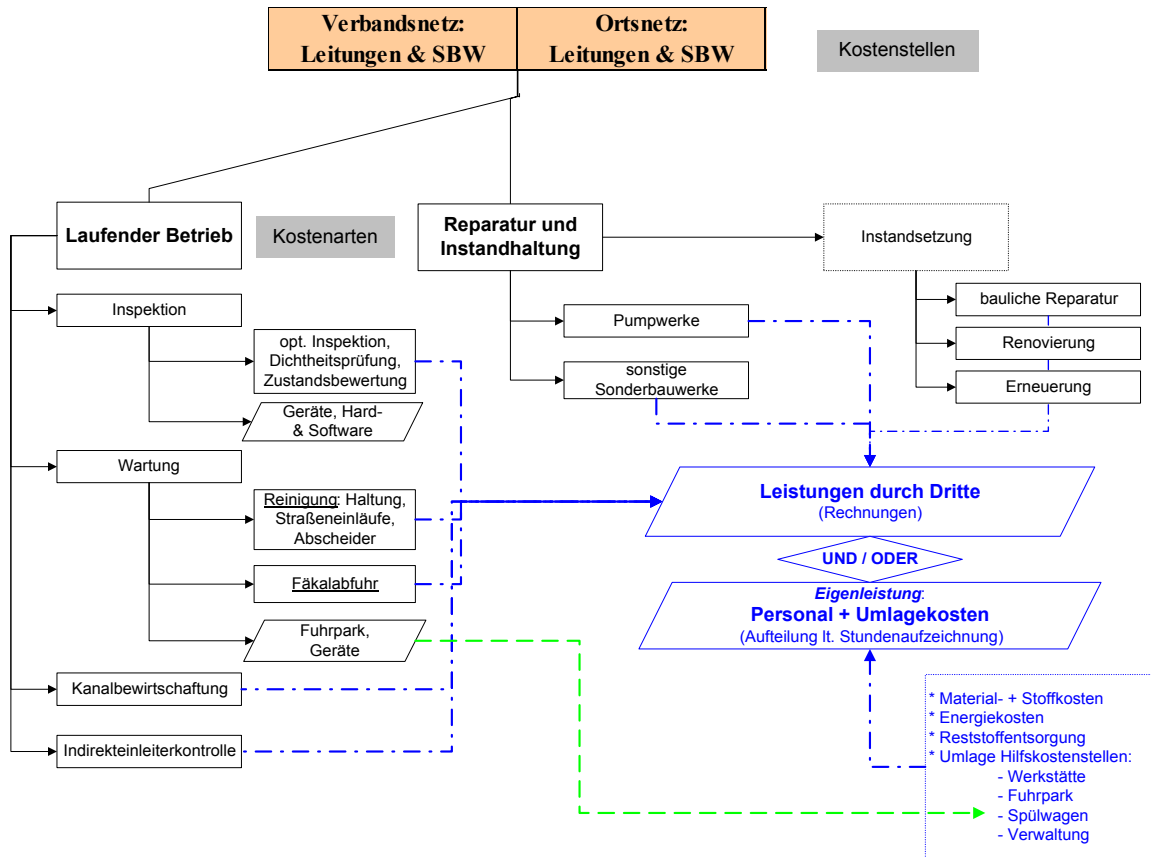


Abbildung 6-4: Prozesseinteilung Kanalbetrieb (adaptiert für Benchmarking SWW)

Für den "Detail-Prozess" Kanalbau werden die detaillierten Betrachtungen in Kap. 6.7 dargestellt.

### 6.3 Datenerfassung

Für jedes Bundesland wurde 1 Zivilingenieur-Büro per Werkvertrag verpflichtet, die Erhebung der technischen Daten und deren Prüfung auf Plausibilität bei den Anlagen (eine Kläranlage mit angeschlossenem Kanalnetz) im jeweiligen Bundesland durchzuführen.

Die Erhebung der technischen Daten erfolgte auf Basis der zur Verfügung gestellten Erhebungsbögen (sh. Beschreibung der Tabellenblätter Kap. 6.3.1), welche vom Anlagenbetreiber vorausgefüllt wurden. Vom ZI wurden die Erhebungsbögen vervollständigt und die angegebenen Daten auf Plausibilität vor Ort geprüft. Danach wurden die vollständig ausgefüllten Erhebungsbögen an das Institut für Wassergüte der TU Wien gesendet.

### 6.3.1 Übersicht über die Tabellenblätter des technischen Erhebungsbogens

**ALLGEMEIN** – Allgemeine, organisatorische und übergreifende Angaben

**KANAL GESAMT** – Daten, die für gesamtes Kanalnetz zu erfassen sind, wenn in Bauabschnitte geteilt → für jeden Bauabschnitt ein Tabellenblatt anlegen

**BAUABSCHNITT KANAL DETAIL** – Daten, die nur für einen ausgewählten Bauabschnitt bzw. ein Baulos zu erfassen sind

**KANAL BETRIEB** – Daten des Kanalbetriebes

**KLÄRANLAGE** – Daten, die für die Abwasserreinigungsanlage zu erheben sind

Im Folgenden werden die einzelnen Tabellenblätter grob erläutert. Weitere detailliertere Erläuterungen sind als Kommentare zu den entsprechenden Erhebungspunkten auf einem der beiden ausgedruckten Exemplare bzw. in der Datei zu finden.

### 6.3.2 Tabellenblatt Allgemein

Wie der Name schon sagt, werden hier allgemeine Daten erfasst, die der Beschreibung des Teilnehmers am Benchmarking (Verband bzw. Gemeinde) dienen und zur Auswertung anonymisiert werden. Diese Daten helfen, einen Überblick über die Größe, organisatorische Struktur des Teilnehmers und eine grobe Beschreibung des entwässerten Einzugsgebietes zu bekommen.

### 6.3.3 Tabellenblatt Kanal Gesamt

Die Daten des gesamten Netzes sind für den Anlagenspiegel und insbesondere für das Benchmarking Kanal-Betrieb relevant. Falls es möglich ist, eine Zusammenstellung über das gesamte Kanalnetz, zB mittels Kanaldatenbank, zu erstellen, muss dieses Tabellenblatt nur 1-mal für das Verbandsnetz und 1-mal für die Ortsnetze ausgefüllt werden. In den meisten Fällen wird man je Bauabschnitt ein Tabellenblatt ausfüllen müssen (außer Bauabschnitt Detail --> *Tabellenblatt Bauabschnitt Kanal Detail*)!

Der von der Kostenerfassung erhobene betriebliche Aufwand für die Kanalisation wird auf den Umfang der Anlagen bezogen, die in Summe aus diesen Daten ermittelt werden!

### 6.3.4 Tabellenblatt Bauabschnitt Kanal Detail

Diese Daten dienen für die Detailanalyse Kanalbau.

Es sollte **1 Bauabschnitt** ausgewählt werden, der folgende Bedingungen erfüllt:

- Baujahr ab 1994 und vorliegende Schlussrechnung

- Vorzugsweise Trennsystem
- Leitungsnennweite zwischen DN 150 und DN 400
- spezifische Leitungslänge pro Hausanschluss (Entsorgungsdichte) < 100 m
- keine Sonderverfahren in der Errichtung (grabenlos, Sprengfels, etc.)
- Leitungsmaterialien Beton, Steinzeug, PVC und GFK
- keine Sonderverfahren bei der Oberflächeninstandsetzung

Um bei sehr großen Bauabschnitten bessere Aussagen zu erzielen, kann auch ein **Baulos** verwendet werden.

### **6.3.5 Tabellenblatt Kanal Betrieb**

In diesem Bereich werden die technischen bzw. organisatorischen Daten des Kanalbetriebes abgefragt. Der betriebliche Aufwand dafür (Personal, Material etc.) wird von der Kostenerfassung erhoben.

Wenn bei den entsprechenden Punkten nach Fremd- bzw. Eigenleistung gefragt wird, können sehr wohl auch beide Kästchen markiert werden, wenn Arbeiten in einem bestimmten Bereich teilweise durch Fremdfirmen und teilweise durch eigenes Personal gemacht wird. Die Leistungen von Fremdfirmen werden dann kostenmäßig durch die gestellten Rechnungen und die Eigenleistungen über den erfassten Zeitaufwand dafür bestimmt.

## **6.4 Plausibilitätsprüfung**

Die Plausibilitätsprüfung erfolgte in folgenden 3 Stufen:

### **Stufe 1 - Formale Überprüfung: auf Vollständigkeit und auf Rechenfehler**

- zB Summen-Kontrolle der Längen

### **Stufe 2 - Technische Kontrolle:**

- Plausibilität von bestimmten Kenngrößen zB lfm/E, lfm/HA,
- Gibt es für die angegebenen Tätigkeiten die passende Ausrüstung?

### **Stufe 3 - Technisch wirtschaftlich kombinierte Kontrolle:**

- Gibt es zB. "Kapitalkosten Fuhrpark"
- bzw. "Kapitalkosten Spülfahrzeug" für die angegebenen Fahrzeuge?
- Stimmt die Aufteilung der Kosten auf Verbands- und Ortsnetz mit der Aufteilung der Kanallängen überein?

Nach jeder Stufe wurden bei Unklarheiten Rückfragen an die ZI bzw. direkt an die Kontaktpersonen der Teilnehmer gerichtet.

In Abbildung 6-5 ist der Ablauf der Datenerfassung und die zugeordneten Kontrollen der Daten ersichtlich.

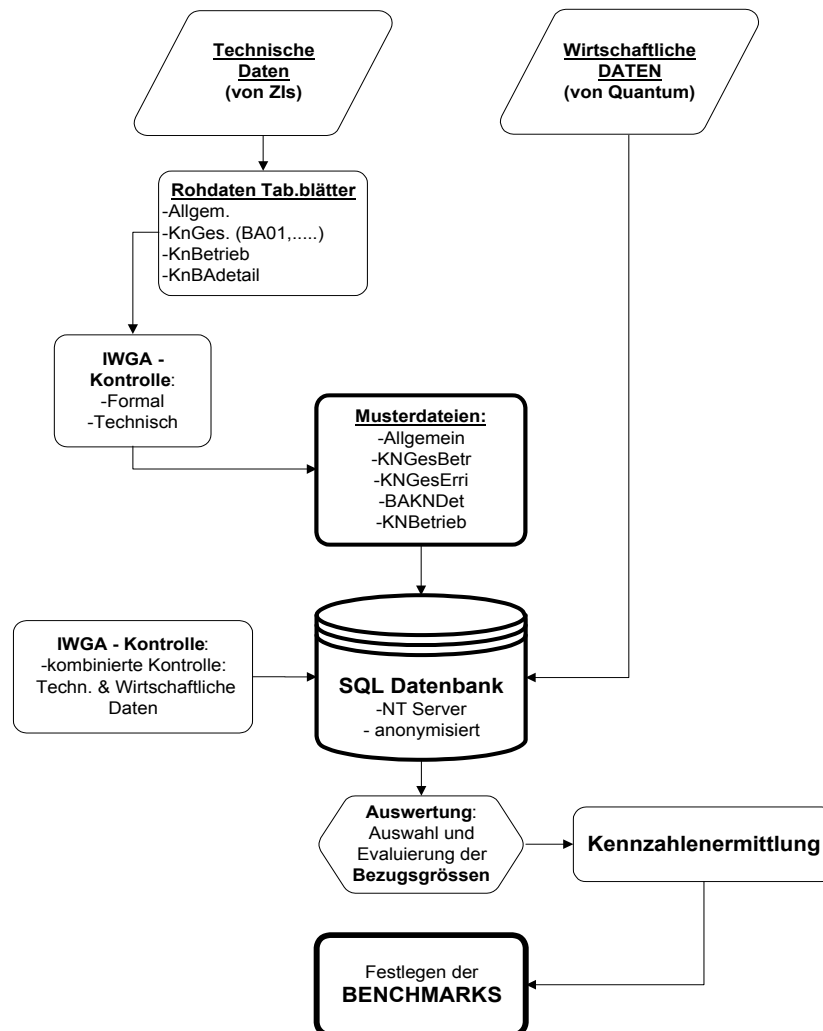


Abbildung 6-5: Schema Vorgehensweise Gesamt-Auswertung der Kanalisationen (Modul 3)

## 6.5 Bezugsgrößen

### 6.5.1 Allgemeines / Mögliche Bezugsgrößen

Prinzipiell kommen als Bezugsgrößen für Errichtung und Betrieb von Kanalisationen die Länge des Kanalnetzes, die Abwassermenge, die Einwohner(werte) und die Hausanschlüsse in Betracht, wobei bei genauerer Analyse natürlich auch die Art und Anzahl der Sonderbauwerke Berücksichtigung finden muss. Auf die Auswertung der Sonderbauwerke alleine wurde verzichtet, u.a. weil der betriebliche Aufwand nicht für die unterschiedlichen

Arten der Sonderbauwerke (SBW) zu differenzieren war und auf diese verschiedene Bezugsgrößen (zB kW, m<sup>3</sup>, EZG<sub>MWÜB</sub>) anzuwenden sind.

### 6.5.2 Bezugsgrößenanalyse

Im Folgenden werden die Korrelationen zwischen den Kapitalkosten und den Leitungslängen dargestellt. Die beiden folgenden Abbildungen zeigen einen relativ guten Korrelationskoeffizienten, der die Bezugsgröße Leitungslänge bestätigt.

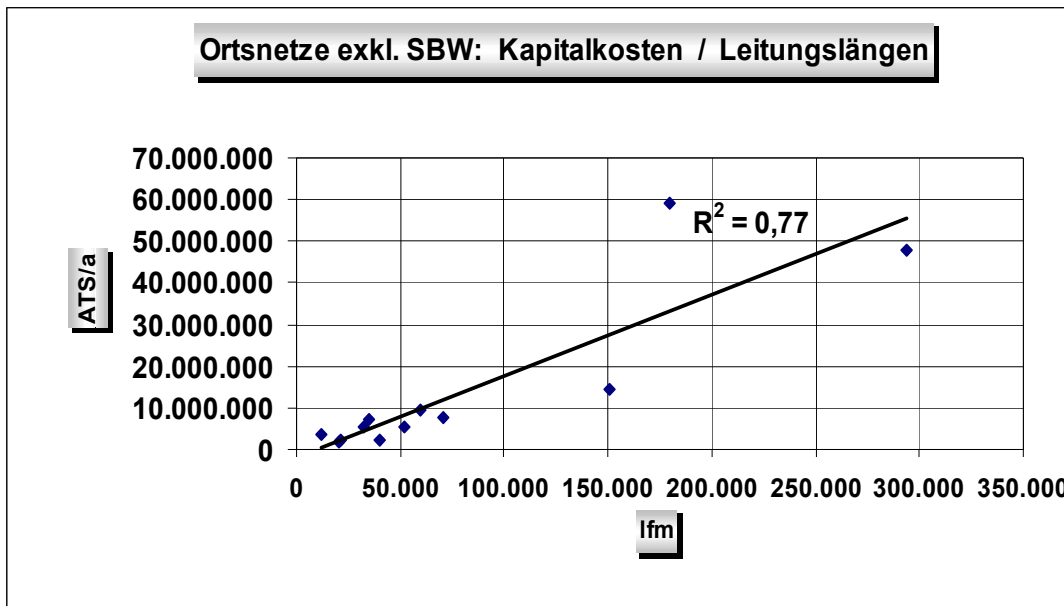


Abbildung 6-6: Korrelation zwischen Kapitalkosten und Leitungslängen bei Ortsnetzen exkl. SBW

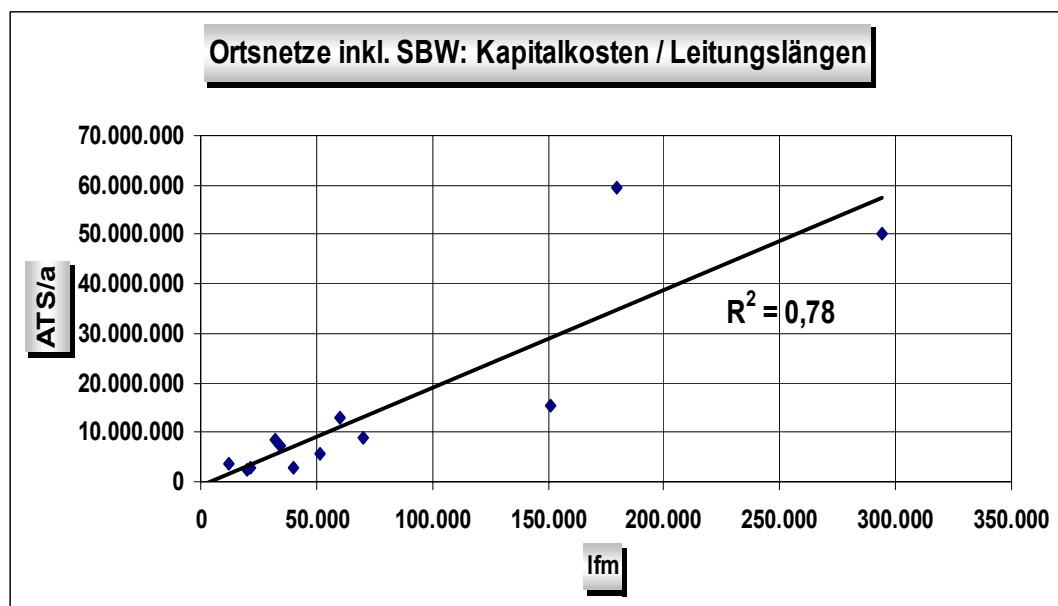


Abbildung 6-7: Korrelation zwischen Kapitalkosten und Leitungslängen bei Ortsnetzen inkl.. SBW

Folgende Abbildungen (Abb. 6-8,6-9) zeigen die Korrelation der Kapitalkosten mit den Einwohnern (E) im Entsorgungsgebiet bei Ortsnetzen. Diese Korrelation wurde bei den Verbandsnetzen nicht als zielführend erachtet. Die Korrelation ergibt ein zufriedenstellendes Zahlenergebnis, wenn man jedoch den Teilnehmer mit der größten Einwohneranzahl weglässt, ergibt sich ein nicht relevantes Korrelationsverhältnis. Daher werden die Auswertungen auf die Einwohner bezogen in das Kapitel Wirtschaftliche Betrachtungen transferiert, da sie dort für den weiteren Ausbau im ländlichen Raum für interessante Zahlen sorgen.

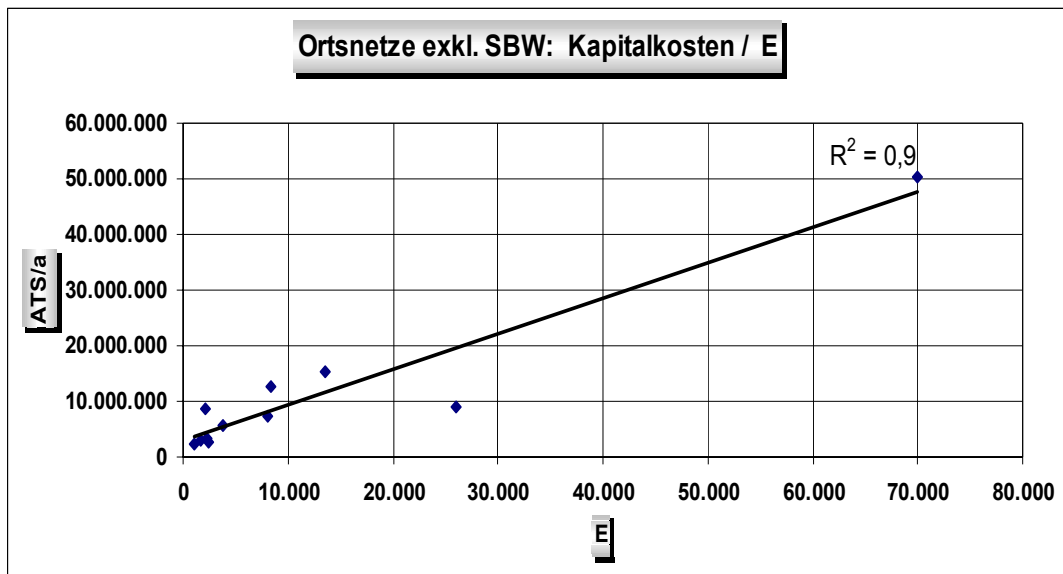


Abbildung 6-8: Korrelation zwischen Kapitalkosten und Einwohner (E) bei Ortsnetzen exkl. SBW

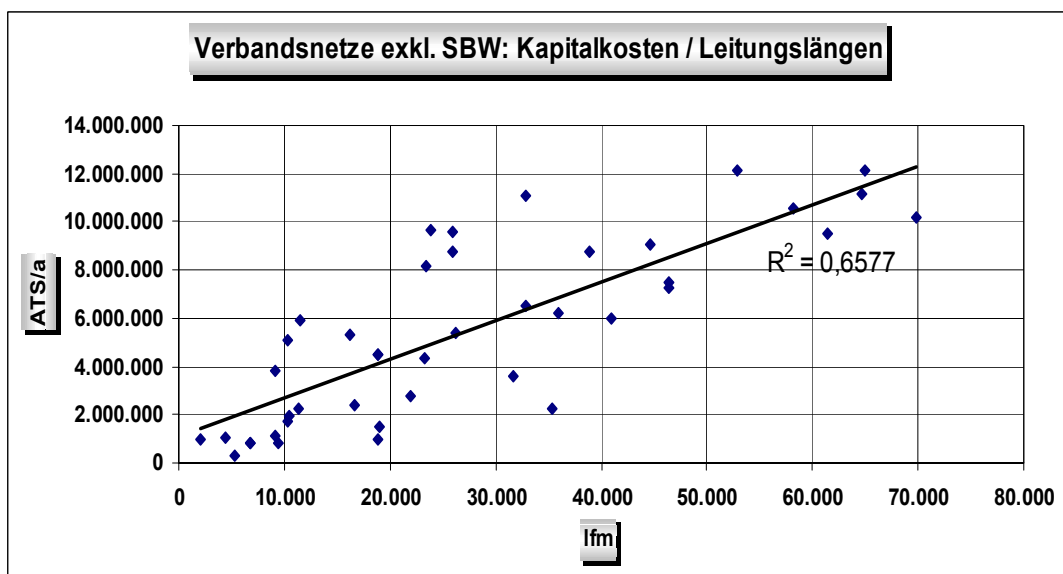


Abbildung 6-9: Korrelation zwischen Kapitalkosten und Leitungslängen bei Verbandsnetzen exkl. SBW

Die folgende Abbildung (Abb. 6-10) zeigt eine relativ gute Korrelation, die im Vergleich zu den Ortsnetzen verständlicherweise abnehmen muss, da die Unterschiede in den Einflussfaktoren bei verschiedenen Transportkanälen viel größer sind als bei vergleichbaren Ortsnetzen.

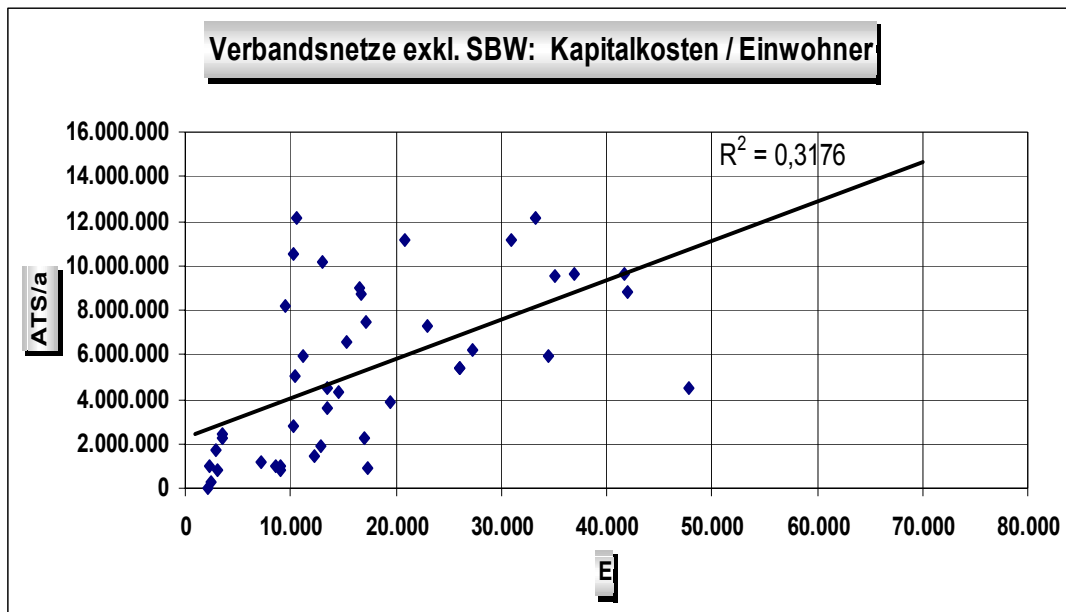


Abbildung 6-10: Korrelation zwischen Kapitalkosten zu Einwohnern bei Verbandsnetzen exkl. SBW

Obige Abbildung bestätigt die Vermutung, dass durch die großen Unterschiede in der Topografie, Besiedlungsdichte, Anzahl und Größe der Indirekteinleiter etc. kein signifikanter Zusammenhang mehr gesehen werden kann zwischen Kapitalkosten und Anzahl der Einwohner.

### 6.5.3 Wahl der Bezugsgrößen

Aufgrund obiger Analyse wurden die Auswertungen primär auf die Kanallängen (Laufmeter) bezogen durchgeführt, wobei bei den Ortsnetzen für die wirtschaftlichen Betrachtungen auch auf die Einwohner (E) bezogen ausgewertet wurde.

Prinzipielle Unterscheidung in

- **errichtete / finanzierte Kanallängen**  
Die meisten Verbände (46) haben nur ihre eigenen Verbandsanlagen errichten lassen. Einige Verbände (4) haben einzelne Ortsnetze errichtet und müssen auch diese finanzieren.
- **betriebene Kanallängen**  
Das Kanalnetz, das betrieben wird, kann sich dahingehend von obigem unterscheiden,

dass für einzelne Ortsnetze der Betrieb von einigen Verbänden (5) zur Gänze übernommen wird.

Sehr wichtig ist die exakte Zuordnung der jeweiligen Kostenarten (Aufteilung der Betriebskosten) zu den richtigen Kostenstellen (auf Verbands- bzw. Ortsnetz und jeweils aufgeteilt nach Leitungen und Sonderbauwerke).

Bei der Erfassung der technischen Daten und deren Zuordnung auf die Kostenstellen ist die Unterscheidung in Ortsnetz und Verbandsnetz entscheidend, damit die Betriebsaufwendungen richtig zugeordnet werden können.

Bei der Kostenerhebung war die Zuordnung der Kapital- sowie der Betriebskosten auf die Kostenstellen der Kanalisation laut Aussage der erhebenden Partner im allgemeinen gut durchführbar. Die Datengüte Kosten, die als Merkmal der Kostenzuordnung zu den einzelnen Kostenstellen vergeben wurde, gilt daher mehr oder weniger nur für die Güte der Aufteilung auf die Prozesse der Abwasserreinigung.

*Daher wurde der Datengüte Kosten für den Bereich der Kanalisationen keine weitere Aufmerksamkeit geschenkt. Jedoch bleibt die Frage, wie gut die Kostenaufteilung mit den technischen Angaben zu Verbands- und Ortsnetzen übereinstimmt. Einige Teilnehmer mussten hier aufgrund mangelnder Plausibilität ausgeschieden werden.*

## 6.6 Gruppeneinteilung

Insgesamt nahmen 78 Gemeinden und Verbände am Benchmarking SWW teil. Davon lieferten 52 Teilnehmer ausreichende Unterlagen über die Gesamt-Kanalisation.

Die übergeordnete organisatorische Einteilung ergab, dass 8 Teilnehmer als Ortsnetz (Gruppe ON) und 44 als Verbandsnetz inkl. eventueller Ortsnetze (Gruppen VN I, VN II, VN III) ausgewertet werden können. Eine weitere Unterteilung der Gruppe der Ortsnetze wurde nicht durchgeführt.

Die Einteilung der Verbandsnetze in Gruppen soll eine gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse innerhalb der Gruppen gewährleisten. Bei der Betrachtung der Errichtungskosten sollte demnach in Gruppen ähnlicher Tiefenlage, mittl. Schachtabstand, Rohrprofil, Untergrundverhältnisse etc. aufgeteilt werden. Bei der Auswertung der Kapitalkosten der Gesamt-Kanalisationen ist dies aufgrund der unzureichenden Datenlage jedoch nicht möglich.

*Um die Darstellung in den Diagrammen zu vereinheitlichen, wird aber die Gruppeneinteilung auch bei den Auswertungen der Kapitalkosten und Jahreskosten durchgeführt.*

Bei der betrieblichen Auswertung spielt die Gesamtlänge und das Alter der Leitungen und die Anzahl der Sonderbauwerke eine bedeutende Rolle. Die Bezugsgrößenanalyse bestätigte, dass



sich die Einteilung anhand der Leitungslängen am besten eignet. Aufgrund der Stichprobengröße hat sich die Einteilung in 3 Gruppen als günstig erwiesen. Als Teilungsgrenzen wurden 15.000 und 40.000 lfm gewählt. Dies ergab bei den Auswertungen der Kapitalkosten Gruppengrößen von 13 Teilnehmer mit weniger als 15 km (Gruppe VN I), 19 Teilnehmer zwischen 15 und 40 km (Gruppe VN II) und 13 Teilnehmer mit errichteten Leitungslängen über 40 km (Gruppe VN III). Einige wenige Teilnehmer sind bei der Auswertung der Betriebskosten in einer anderen Gruppe, weil sich die errichteten Längen von den zu betreibenden Kanallängen unterscheiden.

## **6.7 Detailanalyse Kanalbau**

### **6.7.1 Vorgehensweise**

Ursprünglich sollte im Rahmen dieses Projektes je ein Detailbauabschnitt für 70 Kanalisationsanlagen hinsichtlich der Investitionskosten untersucht werden. Jedoch sind alle erforderlichen Daten für die jeweiligen Detailbauabschnitte innerhalb der gesetzten zeitlichen Frist nur für 40 Kanalisationsanlagen eingelangt. Von diesen 40 Anlagen mussten 5 ausgeschieden werden, da sie die unten angeführten Soll-Charakteristiken nicht aufwiesen. Auch konnten für sie keine eigenen Gruppen gebildet werden, da die Teilnehmerzahl je Gruppe zu gering gewesen wäre.

Um die Investitionskosten für die betrachteten Kanalisationsanlagen vergleichen zu können, wurden die untersuchten Anlagen in 2 Gruppen eingeteilt. Auch wurden bereits bei der Auswahl der zu betrachtenden Kanalisationsanlagen gewisse Soll-Charakteristiken der Kanalisation (bevorzugt Schmutz- oder Regenwasserkanäle, Kanaldurchmesser DN 200 – DN 400, und keine Sonderverfahren in der Errichtung und Oberflächeninstandsetzung) vorgegeben, die allerdings nur zum Teil eingehalten wurden.

Naturgemäß waren die erforderlichen Ingenieurmaßnahmen und damit zum Teil auch die Kosten für die Errichtung der Kanäle großteils von den lokalen Gegebenheiten, insbesondere von den Boden-, Grundwasser-, Oberflächenverhältnissen, den vorhandenen Einbauten und den Platzverhältnissen, abhängig und daher sehr unterschiedlich. Um ein sinnvolles Vergleichen der Investitionskosten der betrachteten Kanalisationsanlagen trotzdem zu ermöglichen, wurden anhand der Schlussrechnungen alle Leistungen die lokal bedingt waren (z.B. Künettenaushub in felsigem oder fließenden Böden, Pressvortriebe, Wasserhaltungen, Gewässerquerungen, erforderliche Baustraßen) oder für andere Bauwerke bestimmt waren (z.B. Betonarbeiten für Pumpwerke) von den Gesamtinvestitionskosten des jeweiligen Bauabschnittes abgeschlagen. Diese Maßnahme ermöglichte es, dass alle Investitionskosten auf ähnliche erbrachte Leistungen bezogen und somit vergleichbar sind. Jedoch konnten Einflussfaktoren wie Spekulationen seitens der Baufirmen, jeweilige Konjunkturlage zur Zeit

der Angebotslegung und besondere lokale und regionale Marktverhältnisse auf die Preisbildung nicht berücksichtigt werden. Inwieweit eine Benchmarkfindung trotz dieser nicht quantifizierbaren Einflüsse möglich war, ist in Kap. 9.7 Ergebnisse Detailanalyse Kanalbau dargestellt.

### **6.7.2 Datenerfassung**

Für jedes Bundesland wurde 1 Zivilingenieur-Büro per Werkvertrag verpflichtet, die Erhebung der technischen Daten und deren Prüfung auf Plausibilität bei den Anlagen (eine Kläranlage mit angeschlossenem Kanalnetz) im jeweiligen Bundesland durchzuführen.

Die Erhebung der technischen Daten erfolgte auf Basis der zur Verfügung gestellten Erhebungsbögen (sh. Beschreibung der Tabellenblätter Kap. 6.3), welche vom Anlagenbetreiber vorausgefüllt wurden. Vom ZI wurden die Erhebungsbögen vervollständigt und die angegebenen Daten auf Plausibilität vor Ort geprüft.

Zusätzlich wurden die einzelnen Verbände ersucht, für jeden Kanalbauabschnitt die zugehörige Schlussrechnungen zu übermitteln, um eine Plausibilitätsprüfung und Detailanalyse durchführen zu können.

### **6.7.3 Plausibilitätsprüfung**

Die für die kostenmäßige Auswertung erforderlichen Daten (Kanallänge, Durchmesser, Schachanzahl, Erschwernisse, Investitionskosten, etc.) der betrachteten Detailbauabschnitte wurden großteils den zugehörigen Schlussrechnungen entnommen. Damit wurde sichergestellt, dass die Eingangsgrößen in die Benchmarkfindung der Realität entsprechen, denn es musste festgestellt werden, dass die seitens der Verbände ursprünglich angegebenen Daten zum Teil ungenau waren bzw. grobe Fehler aufwiesen.

### **6.7.4 Gruppeneinteilung**

Die betrachteten Kanalisationsabschnitte wurden in 2 Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe umfasst jene Bauabschnitte die großteils aus Ortskanälen bestehen und die zweite Gruppe jene die großteils aus Transportkanälen bestehen. Diese Einteilung wurde auf Grund der Erfahrung getroffen, dass die Baupreise für Kanäle im Ortsbereich bei sonst ähnlichen Voraussetzungen wesentlich teurer sind, als für Transportleitungen im Überlandbereich. Eine weitere Gruppierung konnte nicht vorgenommen werden, da sonst die Anzahl der Teilnehmer pro Gruppe zu gering gewesen wäre um eine sinnvolle Auswertung vorzunehmen.

### **6.7.5 Bezugsgrößenanalyse**

Um die Investitionskosten für die einzelnen Kanalisationsabschnitte vergleichen zu können, wurde als Bezugsgröße Investitionskosten/Laufmeter Kanal gewählt.

## 7 METHODIK - ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN

### 7.1 Repräsentativität der untersuchten Abwasserreinigungsanlagen

Wesentlich für die Verallgemeinerbarkeit der in dieser Studie getätigten Aussagen bezüglich Abwasserreinigungsanlagen ist die Repräsentativität der untersuchten Anlagen. In Tabelle 7-1 und der dazugehörigen Abbildung 7-1 wurden die mit dieser Studie erfassten Kläranlagen und deren EW-Ausbau in verschiedenen Größenklassen gegenübergestellt. Bei diesem Vergleich wurden rein gewerbliche oder industrielle Kläranlagen nicht berücksichtigt. Beim Benchmarkingprojekt (BM-Projekt) wurden insgesamt 76 Kläranlagen untersucht, deren EW-Ausbau in Summe rund 4,3 Millionen betragen. An diese 76 Kläranlagen sind rund 1,56 Millionen Einwohner angeschlossen. Dies entspricht ca. 20 % der in Österreich lebenden Bevölkerung.

Eine Voraussetzung für die Teilnahme am Benchmarkingprojekt war eine Ausbaugröße zwischen 5.000 und 200.000 EW. Wie aus Tabelle 7-1 ersichtlich, nahmen jedoch am Projekt auch zwei Anlagen mit kleiner als 5.000 EW-Ausbau und drei Kläranlagen mit mehr als 200.000 EW-Ausbau teil.

BM-Projekt			ARA's Österreich <sup>1)</sup>		EW-Ausbau	
Summe Einwohner	Anzahl	Summe EW-Ausbau	Anzahl	Summe EW-Ausbau	von	bis
3.709	2	6.700	488	1.002.643		<5000
38.420	11	88.592	147	1.175.311	5.001	12.000
128.905	13	259.500	105	1.981.183	12.001	25.000
477.372	30	1.104.575	77	2.914.515	25.001	50.000
400.423	9	824.113	30	2.384.543	50.001	100.000
382.767	8	1.161.500	15	2.243.500	100.001	200.000
125.138	3	877.000	10	3.202.000	200.001	500.000
-	0	-	2	1.470.000	500.001	1.000.000
-	0	-	1	3.000.000	> 1000000	
1.556.734	76	4.321.980	936	19.393.022	Summe	

Tabelle 7-1: Vergleich von Anzahl und EW-Ausbau der am Benchmarkingprojekt teilgenommenen Kläranlagen mit den in Österreich vorhandenen

- 1) Als Datenbasis diente: Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen, Folge 9, Kläranlagen Nachbarschaften, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien 2001.

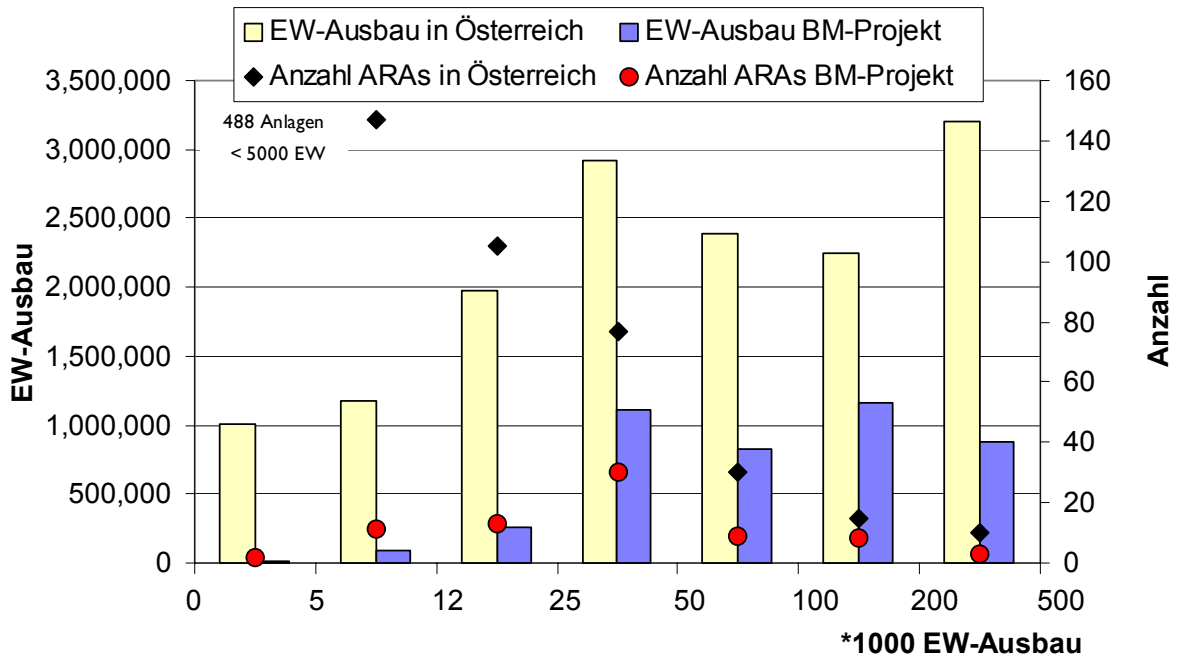


Abbildung 7-1: Vergleich von Anzahl und EW-Ausbau der am Benchmarkingprojekt teilnehmenden Kläranlagen mit den insgesamt in Österreich vorhandenen

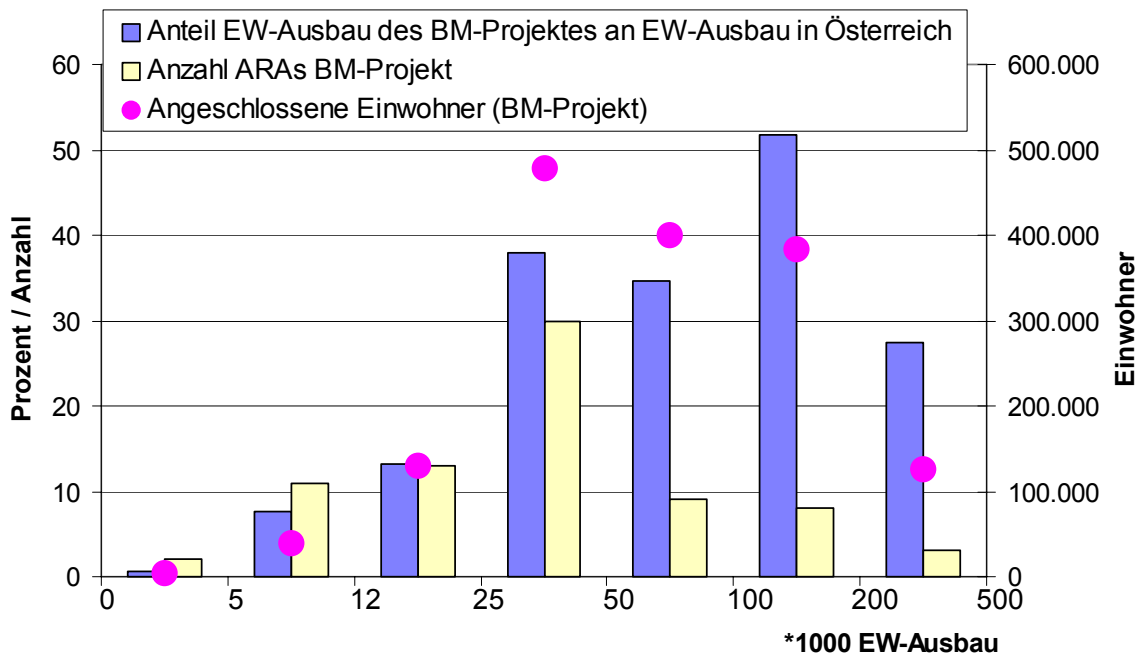


Abbildung 7-2: Prozentueller Anteil der Einwohnerwerte (Ausbau) des Benchmarkingprojekts von den in Österreich vorhandenen EW-Ausbau sowie angeschlossene Einwohner, die durch das Benchmarkingprojekt erfasst wurden

Wie aus Abbildung 7-2 ersichtlich, stellen diese drei Kläranlagen mit mehr als 200.000 EW-Ausbau ca. 27 Prozent der in Österreich vorhandenen Kläranlagen mit einer Größe zwischen 200.000 und 500.000 EW-Ausbau dar. In der Größenklasse zwischen 100.000 und 200.000 wurden 52 Prozent der in Österreich vorhandenen Kläranlagen untersucht. In den Größenklassen von 25.000 bis 50.000 und von 50.000 bis 100.000 wurden jeweils rund 35 Prozent der Einwohnerwerte (Ausbau) erfasst. Dies bedeutet, dass bei den Anlagen zwischen 25.000 und 500.000 EW-Ausbau mit durchschnittlich 37 Prozent Beteiligung, bezogen auf die EW-Ausbau, am Benchmarkingprojekt eine sehr hohe Repräsentativität gegeben ist.

Für Anlagen der Größenordnung von 5.000 bis 12.000 und 12.000 bis 25.000 EW-Ausbau liegt die durchschnittliche Beteiligung bei 11 Prozent. Anlagen kleiner 5.000 EW-Ausbau stellen nicht das ursprüngliche Ziel der Untersuchungen dar, fanden aber dennoch Berücksichtigung im Projekt.

Zusammenfassend kann gesagt werden dass die Studie für ca. 75% der österreichischen Kläranlagenkapazität - Kläranlagen mit einer Ausbaugröße zwischen 5.000 und 500.000 EW - repräsentativ ist. Noch nicht ausreichend gesichert repräsentativ ist die Studie für die vielen sehr kleinen Kläranlagen (unter 5.000 EW) und für die Großanlagen über 500.000 EW (Wien, Linz und Graz).

## **7.2 Vergleich der Anlagen über Prozesse**

Im Folgenden werden jene Prozesse vorgestellt, welche im Modul 3 des Projektes im Bereich der Abwasserreinigungsanlagen untersucht wurden. Die Entwicklung eines Prozessmodells für Abwasserreinigungsanlagen (siehe Abbildung 7-3) ermöglicht es, auch Anlagen unterschiedlicher Verfahrensweisen miteinander zu vergleichen. So unterschiedlich einzelne Anlagen und deren Betriebsweisen sein können, so sind einzelne Prozesse immer ähnlich und damit vergleichbar. Durch die klare Definition von Prozessen und Teilprozessen ist daher ein Vergleich möglich.

Beim ersten Teil des Projektes wurden die vier Prozesse *mechanische Reinigung*, *biologische Reinigung*, *Schlammverdickung und Stabilisierung* und *weitergehende Schlammbehandlung* sowohl in Hinblick auf deren Errichtung als auch im Betrieb untersucht. Um für bestimmte Prozesse Benchmarks ermitteln zu können, ist es Voraussetzung, dass die Kosten- und Leistungsrechnung an das jeweilige Prozessmodell angepasst ist.

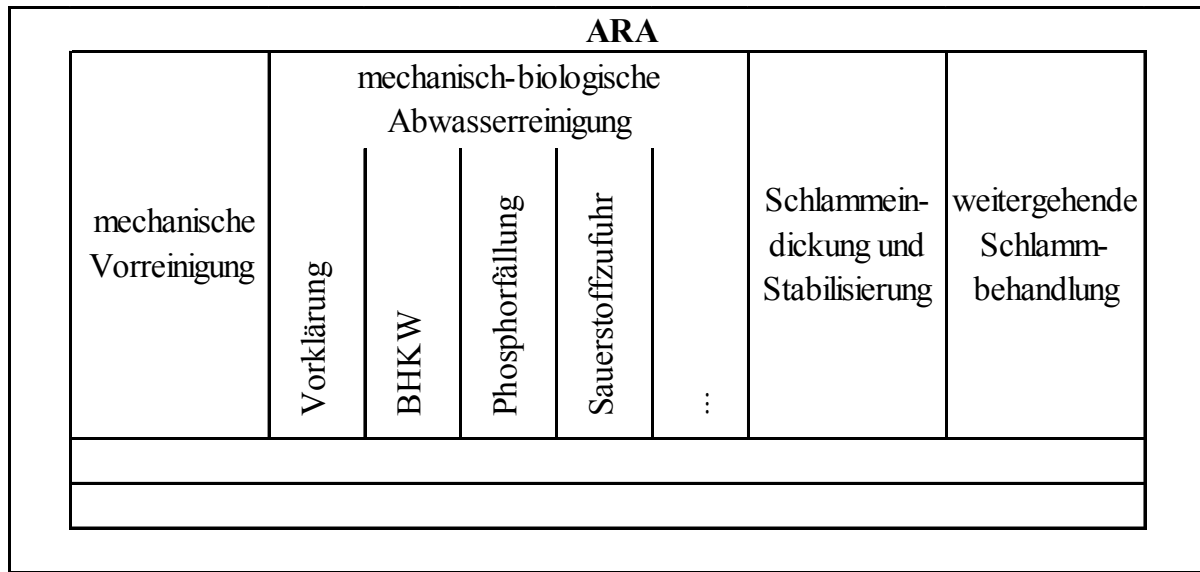


Abbildung 7-3: Prozessmodell der Abwasserreinigungsanlage

Für den Vergleich der Prozesse ist es erforderlich, diese zu definieren sowie kostenbeeinflussende Faktoren zu erfassen.

Kostenbeeinflussende Faktoren können gesetzliche Vorgaben (Reinigungsziel), Entscheidungen bei Planung und Betrieb (Art der Einrichtung), standortspezifische Besonderheiten (Grundwasser) sowie die Input- (Schmutzfracht) und Outputgüter (Sandfanggut) des jeweiligen Prozesses sein.

Anschließend werden daher die vier untersuchten Prozesse beschrieben und die jeweils zugehörigen Einrichtungen aufgelistet. Außerdem werden für jeden Prozess die wesentlichen kostenbeeinflussenden Faktoren zusammengestellt sowie deren Input- und Outputgüter beschrieben. Die vollständige Erfassung der Input- und Outputgüter ist einerseits für die Beurteilung der Betriebskosten erforderlich, und stellt andererseits ein wesentliches Element der Plausibilitätsprüfung dar. Die Input- und Outputgüter der untersuchten Prozesse werden daher gesondert ausgewiesen.

Im Gegensatz zum ersten Teil des Projektes (= Modul 1) wurden die Prozessgrenzen zwischen Prozess 1 und Prozess 2 geändert. Der Prozess 1 wird nun als *mechanische Vorreinigung* bezeichnet und schließt das Vorklärbecken nun nicht mehr mit ein. Der Prozess 2, die *mechanisch-biologische Abwasserreinigung*, inkludiert nun auch das Vorklärbecken. Die anderen Prozesse und deren Grenzen wurden wie im Modul 1 gewählt und im Folgenden genau beschrieben. Die Abänderung der Grenzen ergab sich aus der Überlegung, möglichst vergleichbare Prozesse schaffen zu wollen. Dadurch ist der Prozess *mechanische Vorreinigung* von Anlagen mit und jene ohne Vorklärbecken miteinander vergleichbar. Andererseits beinhalten nun die Prozesse *mechanisch-biologische Abwasserreinigung* sowie

*Schlammverdickung und Stabilisierung*, was man als Abwasserreinigung im engeren Sinne bezeichnen könnte. Der Prozess *weitergehende Schlammbehandlung* subsumiert alles, was für die Behandlung und Entsorgung des stabilisierten Schlammes erforderlich ist.

### 7.2.1 Prozess 1 – Mechanische Vorreinigung

Die mechanische Vorreinigung gliedert sich in Anlagen zur Abtrennung von Sand, Fett und Grobstoffen sowie Übernahmestationen. Der Prozess *mechanische Vorreinigung* umfasst daher die Einrichtungen Rechen, Sandfang, Fettfang sowie Fäkalübernahmestation bzw. Kanalräumgutübernahmestation.

Die Investitions- und Betriebskosten des Zulaufpumpwerkes werden nicht dem Prozess der mechanischen Vorreinigung, sondern zur Gänze der Kanalisation zugeordnet.

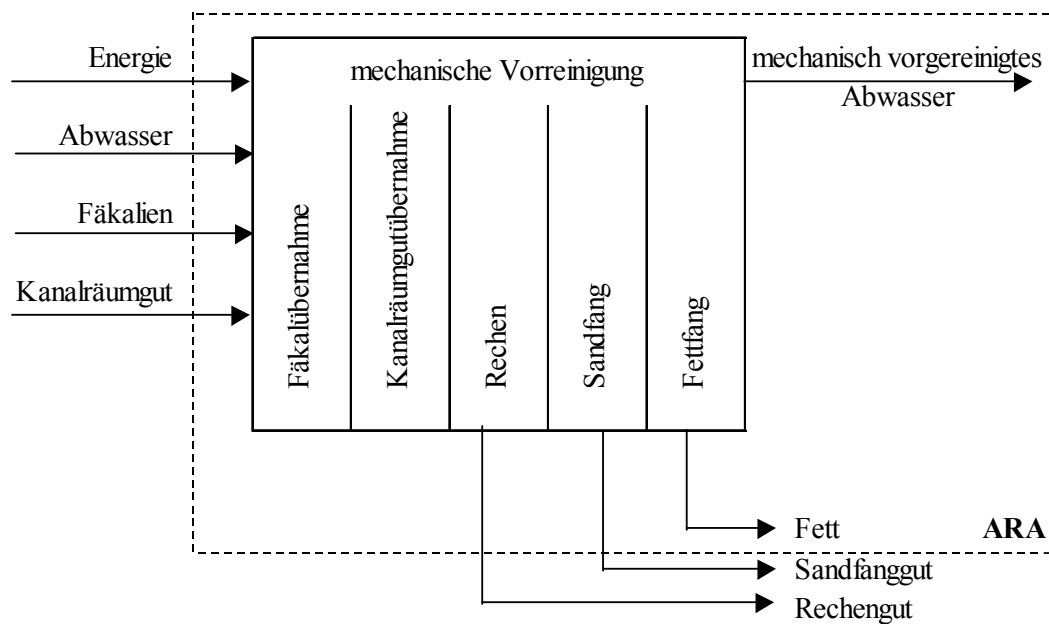


Abbildung 7-4: Prozess – mechanische Vorreinigung

Die kostenbeeinflussenden Faktoren der mechanischen Vorreinigung sind in der Art der Einrichtungen zu suchen:

- Rechen (Art, Rechengutwäsche, ...)
- Ausführung des Sandfanges (belüftet/unbelüftet, Sandfanggutwäsche, ...)
- Fäkalübernahmestation (ja/nein)
- Kanalräumgutübernahmestation (ja/nein)



Die Inputgüter dieses Prozesses sind Rohabwasser, Energie und gegebenenfalls Senkgruben- bzw. Kanalräumgut. Die Outputgüter stellen mechanisch vorgereinigtes Abwasser und je nach Art der Einrichtungen Rechen- und Sandfanggut sowie Fett dar.

### 7.2.2 Prozess 2 – Mechanisch-biologische Abwasserreinigung

Je nach Verfahrenskonzept wird das mechanisch vorgereinigte Abwasser der Vorklärung zugeführt, einem weiteren mechanischen Reinigungsschritt. Die Vorklärung wurde in den beschriebenen Prozess integriert, weil die dort abgeschiedenen Schmutzfracht einerseits die Faulung (erhöhte Gasproduktion), und andererseits die biologische Abwasserreinigung beeinflussen. Bei der biologischen Abwasserreinigung wird das mechanisch gereinigte Abwasser mit Hilfe von Mikroorganismen gereinigt. Man unterscheidet zwei Hauptgruppen von Verfahren. Das Belebungsverfahren mit Mikroorganismen, die im zu reinigenden Abwasser suspendiert sind (schweben), und die Biofilmverfahren mit Mikroorganismen, die auf Bewuchsflächen fixiert sind, an denen das zu reinigende Abwasser vorbeifließt [Gujer, 1999]. Im Zuge des Benchmarkingprojektes werden ausschließlich Abwasserreinigungsanlagen untersucht, die nach dem Belebungsverfahren betrieben werden. Dieses Verfahren beruht auf dem Zusammenspiel von zwei getrennten Reaktoren, wobei neben der eigentlichen Reinigung des Abwassers im Belebungsbecken die Biomasse im Nachklärbecken effizient abgetrennt und aufkonzentriert werden muss.

Der Prozess der *mechanisch-biologischen Abwasserreinigung* umfasst daher das/die Vorklärbecken, das/die Belebungsbecken und das/die Nachklärbecken sowie jene maschinellen und elektrischen Einrichtungen, die diesen Becken zurechenbar sind. Auch die Einrichtungen der Phosphorfällung sowie jene Anlagenteile des/der BHKWs (Blockheizkraftwerk) und von Gasmotoren (für den Direktantrieb von Verdichtern) werden dem Prozess der *biologischen Abwasserreinigung* zugeordnet. Der Zuordnung der Kosten des/der BHKWs bzw. von Gasmotoren zur biologischen Abwasserreinigung liegt die Überlegung zu Grunde, dass der Nutzen (= elektrische Energie) ebenfalls dem Prozess *biologische Abwasserreinigung* zugerechnet wird.

Als kostenbeeinflussend für den Prozess *mechanisch-biologische Abwasserreinigung* können folgende Faktoren angeführt werden:

- Reinigungsziel (Kohlenstoffentfernung, Nitrifikation, Nährstoffentfernung)
- Reinigungsleistung
- Verfahrenskonzept
- Art der Belüfter und Verdichter

- Regelungskonzept (Art der Messwertaufnehmer)
- Art der Umwälzung
- Fällungsart, Fällungsort und Fällmittelart
- Vorklärbecken bzw. Absetzteil bei einem Emscherbrunnen (ja/nein)
- Beckentyp der Belebungsbecken (Rechteckbecken, Umlaufbecken, ...)
- Beckentyp der Nachklärbecken (Rechteckbecken, Rundbecken, Trichterbecken, ...)
- Art der Schlammräumung im Nachklärbecken
- Notwendigkeit baulicher Maßnahmen auf Grund standortspezifischer Besonderheiten

Die Inputgüter dieses Prozesses sind mechanisch vorgereinigtes Abwasser, Energie und Fällmittel. Die Outputgüter stellen biologisch gereinigtes Abwasser, Primärschlamm und Überschussschlamm dar.

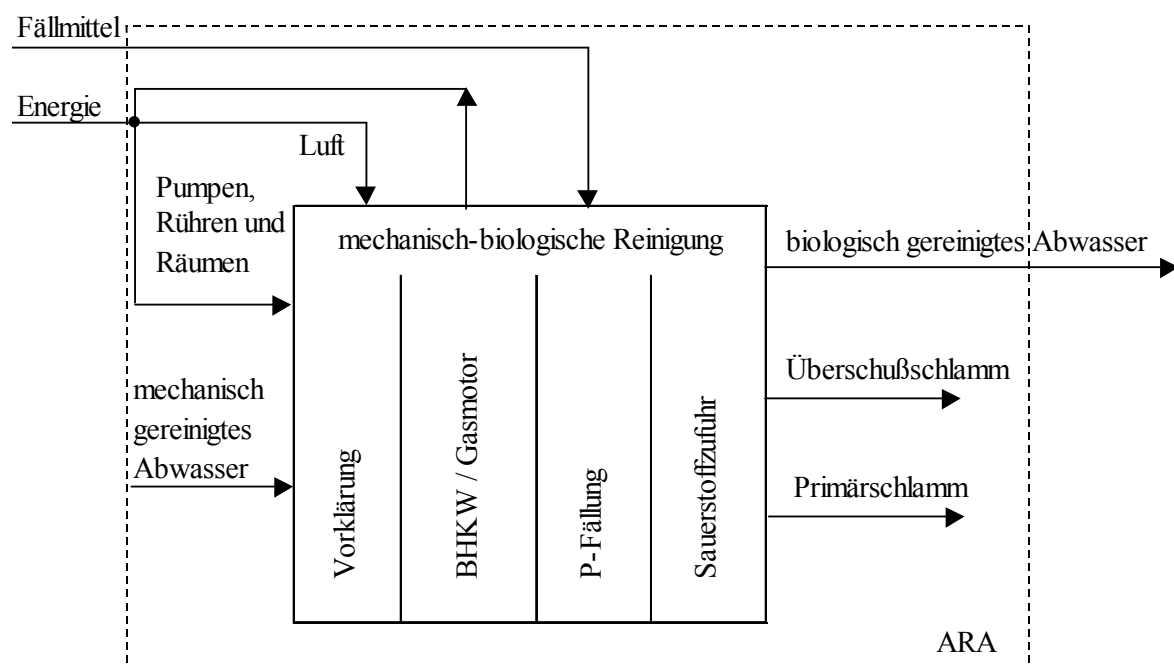


Abbildung 7-5: Prozess –mechanisch biologische Reinigung

### 7.2.3 Prozess 3 – Schlammeindickung und Stabilisierung

Bei der Schlammeindickung soll dem Schlamm (Primärschlamm oder Überschussschlamm) so weit wie möglich Wasser entzogen werden, um das Volumen des Schlammes zu verringern.

Bei der Schlammstabilisierung werden die organischen Stoffe, die sich schnell zersetzen und daher Geruchsprobleme verursachen können, in einem technischen Verfahren unter kontrollierten Bedingungen abgebaut.

Zu diesem Prozess zählen jene Einrichtungen, die der Voreindickung und Stabilisierung des Schlammes dienen, wie beispielsweise:

- maschinelle Überschussschlammeindickung (MÜSE)
- Voreindicker
- Faulraum des Emscherbrunnens
- beheizte Schlammfäulung inklusive aller Nebenaggregate (Gasspeicher, Fackel, ...)
- getrennte aerobe Stabilisierung

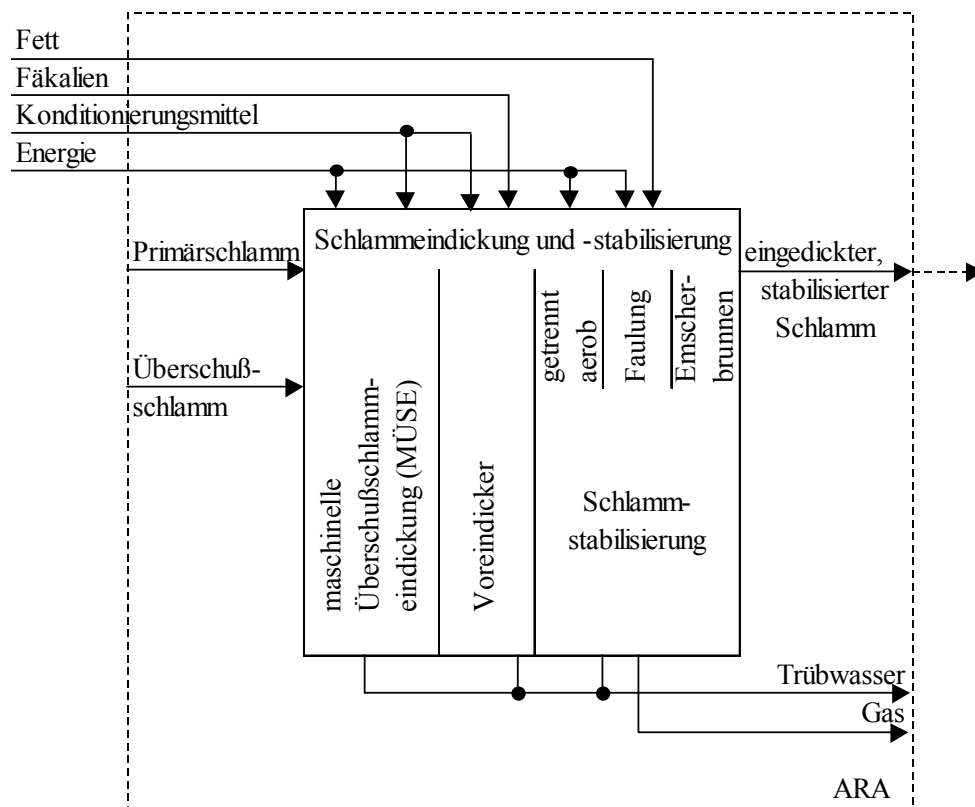


Abbildung 7-6: Prozess – Schlammeindickung und Stabilisierung

Die Prozessgrenze ist dort zu sehen, wo ein stabilisierter Schlamm vorliegt, der ohne weitere Behandlung einer Verwertung zugeführt werden könnte.

Bei einem Verfahren mit simultaner aerober Schlammstabilisierung überlagern sich die Prozesse der *mechanisch-biologischen Abwasserreinigung* und der *Schlammeindickung und Stabilisierung*. In diesem Fall werden alle Kosten dem Prozess der *mechanisch-biologischen Abwasserreinigung* zugerechnet.

Als kostenbeeinflussend für den Prozess *Schlammeindickung und Stabilisierung* können folgende Faktoren angeführt werden:

- Bautyp von Voreindicker und MÜSE  
    Art der Konditionierungsmittel von Voreindicker und MÜSE
- Art der Stabilisierung

Bei der Faulung:

    Anzahl von Faulbehältern, Übernahme von Stoffen, Betriebsart, Gasausbeute

Bei getrennter aerober Stabilisierung:

    Reaktortyp, Anzahl von Reaktoren, Art der Belüftung

Zu den Inputgütern dieses Prozesses zählen Überschussschlamm und Energie. Zusätzlich können je nach Verfahren Primärschlamm, Konditionierungsmittel, Senkgrubenräumgut, Fett und andere Stoffe als Inputgüter hinzukommen. Outputgüter sind eingedickter und stabilisierter Schlamm sowie Trübwasser und Gas je nach Art der Eindickung und Stabilisierung.

#### **7.2.4 Prozess 4 – weitergehende Schlammbehandlung**

Der Prozess *weitergehende Schlammbehandlung* fasst all jene Verfahrensschritte zusammen, die, wie der Name schon sagt, der weiteren Behandlung des stabilisierten Schlammes dienen. Dieser Prozess schließt auch die Verwertung bzw. Entsorgung des Klärschlammes ein. Da beim Prozess *weitergehende Schlammbehandlung* die wesentlichen Mengen an Trübwasser anfallen, wird eine separate Trübwasserbehandlung diesem Prozess zugeordnet.

Diesem Prozess sind Kläranlageneinrichtungen zuzuordnen, die der Eindickung bzw. Stapelung des stabilisierten Schlammes dienen, sowie jene Komponenten, die eine Entwässerung und/oder Trocknung ermöglichen. Bei Anlagen mit separatem Trübwasserspeicher zählt dieser ebenfalls zum Prozess *weitergehende Schlammbehandlung*.

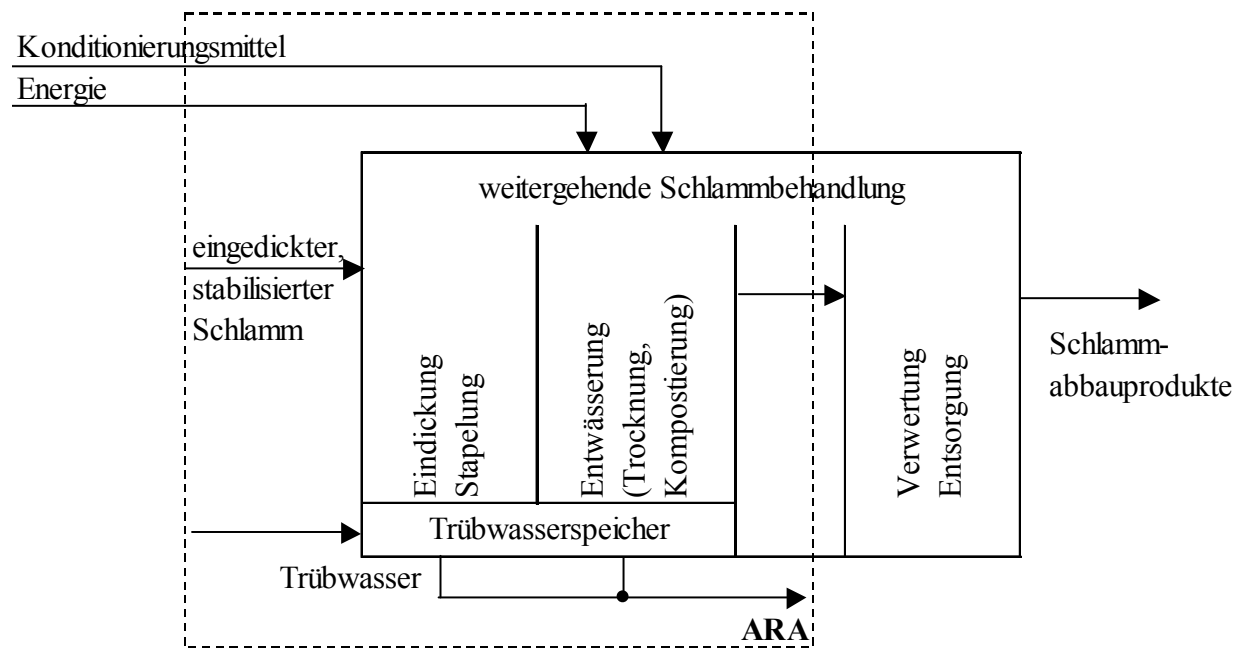


Abbildung 7-7: Prozess – weitergehende Schlammbehandlung

Als kostenbeeinflussend für den Prozess *weitergehende Schlammbehandlung* können folgende Faktoren angeführt werden:

- Bautyp von Eindicker bzw. Stapler
- Art der Entwässerung, gegebenenfalls der Trocknung oder Kompostierung
  - Art der Konditionierungsmittel
  - Anforderungen auf Grund der Schlammverwertung/-entsorgung (erforderliche Trockensubstanz des entwässerten Schlammes)
- Art der Trübwasserbehandlung
- Art der Hygienisierung
- Art der Verwertung / Entsorgung

Die Inputgrößen dieses Prozesses sind eingedickter, stabilisierter Schlamm, Konditionierungsmittel und Energie sowie gegebenenfalls Trübwasser. Die einzige Outputgröße dieses Prozess stellen die Trübwasser dar.

### **7.3 Datenerhebung**

Die Datenerhebung wurde in Form eines Erhebungsbogens (siehe Anhang) durchgeführt. Die erhobenen Daten sollen einerseits die Prozesse möglichst genau beschreiben, und andererseits die Kosteneinflussfaktoren der einzelnen Prozesse erfassen. Die zu erhebenden Daten leiten sich direkt von den unter Punkt 7.1 beschriebenen Prozessen ab. Um die Erhebung der Daten einer größeren Anzahl von Kläranlagen möglichst effizient zu gestalten, wurden die Erhebungsbögen in Anlehnung an die Formulare des Kläranlagenzustandsberichtes (ÖWAV Arbeitsbehelf 22) erstellt.

Besondere Berücksichtigung bei der Datenerhebung finden Investitionskosteneinflüsse durch standortspezifische Gegebenheiten. Diese werden getrennt nach der Notwendigkeit besonderer baulicher Maßnahmen (Verhinderung von Lärm- und Geruchsemissionen, Grundwasserschutzmaßnahmen, ...) und besonderer Kosteneinflüsse bei der Errichtung des Betriebsgebäudes (Architektur, städtebauliche Anordnung, ...) erfasst. Wird im technischen Erhebungsbogen angegeben, dass erhöhte Investitionskosten auf Grund standortspezifischer Gegebenheiten erforderlich waren, muss für die jeweilige Maßnahme auch die Höhe der Investition erhoben werden.

Die Erhebungsbögen wurden den Anlagenbetreibern zur Verfügung gestellt, um die technischen Daten vor Ort gemeinsam mit den erhebenden Zivilingenieuren zu erfassen.

### **7.4 Plausibilitätsprüfung**

Bevor die technischen Daten für die Berechnung und Ermittlung von Bezugsgrößen herangezogen werden können, ist es erforderlich, diese Daten bezüglich ihrer Plausibilität zu prüfen. Der Vergleich von Messwerten und deren Verhältnisse zueinander mit Erfahrungswerten einerseits, und die Methode der Bilanzierung von geeigneten Parametern mittels Stoffflussanalyse andererseits bieten ein geeignetes Instrument für eine rasche und günstige Plausibilitätsprüfung der erhobenen technischen Daten. Für die genaue Beschreibung dieser Methoden wird auf die Literatur (Schweighofer, 1997; Nowak, 1998; Müller, 1999) verwiesen.

Als Ergebnis der Plausibilitätsprüfung wird die Datenqualität der einzelnen Anlagen getrennt für CSB, Stickstoff, Phosphor und die Trockensubstanz als hoch, mittel oder niedrig eingestuft. Diese Einstufung der Datengüte findet sowohl bei der Bezugsgrößenanalyse als auch bei der „Benchmarkfindung“ Verwendung.

## 7.5 Einteilung der Anlagen in Gruppen

Wie aus Abbildung 7-8 ersichtlich ist, nahmen am Benchmarkingprojekt Kläranlagen verschiedener Verfahren und unterschiedlichster Belastung teil. Von den insgesamt 76 Kläranlagen können 23 Anlagen mit simultaner aerober Stabilisierung, 43 Kläranlagen mit mesophiler Faulung und 10 Anlagen mit getrennter aerober Stabilisierung bzw. Kaltfaulung voneinander unterschieden werden.

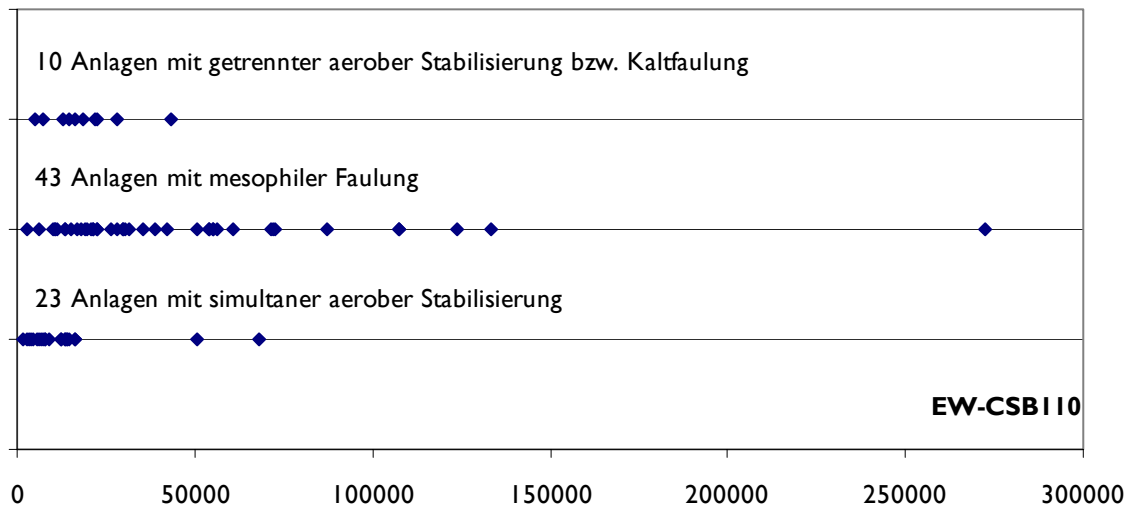


Abbildung 7-8: Kläranlagentypen, gereiht nach durchschnittlicher Belastung, errechnet aus der durchschnittlichen CSB Zulaufkraft (EW-CSB110)

Um einen seriösen Vergleich dieser sehr heterogenen Stichprobe durchführen zu können ist es erforderlich, die Anlagen in Gruppen einzuteilen. Es bietet sich einerseits eine Einteilung nach dem Kläranlagentyp, und andererseits nach der Anlagengröße bzw. der durchschnittlichen Belastung an.

Wie aus Abbildung 7-9 hervorgeht, sind die spezifischen Kosten sehr stark von der Kläranlagengröße bzw. der mittleren Belastung abhängig. Dies gilt sowohl für Betriebskosten – in Abbildung 7-9 ausgedrückt in Kosten je EW-CSB110 – als auch für die Kapitalkosten. Die in diesem Kapitel dargestellten Zusammenhänge von Anlagengröße und Kosten sowie die daraus abgeleitete Gruppeneinteilung werden anhand der Betriebskosten durchgeführt. Analoges gilt für Kapital- und Jahreskosten und hätte dieselbe Gruppeneinteilung zur Folge gehabt. Anlagen einer Gruppe sind nur dann miteinander vergleichbar, wenn keine Abhängigkeit der spezifischen Kosten von der Kläranlagengröße bzw. der mittleren Belastung innerhalb der Gruppe erkennbar ist. Aus der Analyse der Kostenkurven, in Abbildung 7-10 dargestellt, ergab sich die Einteilung in fünf Gruppen. Wie die im Kapitel 7.6 beschriebene Bezugsgrößenanalyse gezeigt hat, ist die sinnvollste Einteilung jene in Gruppen nach der durchschnittlichen Belastung - ausgedrückt in EW-CSB110.

Der CSB wird von allen Kläranlagen am zuverlässigsten gemessen und stellt umgerechnet in EW auch für den Laien eine gut vorstellbare Größe dar.

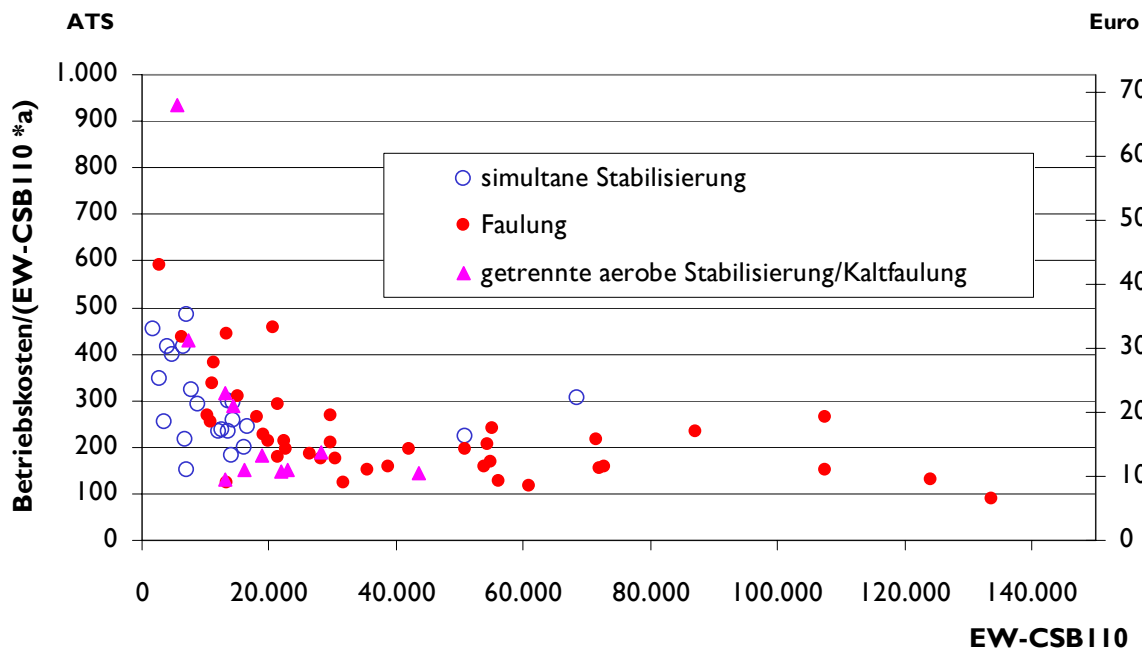


Abbildung 7-9: Betriebskosten je EW-CSB110 (= Einwohnerwert, errechnet aus der durchschnittlichen CSB-Belastung) der drei Anlagentypen in Abhängigkeit zu den EW-CSB110

Würde man diese fünf Gruppen zusätzlich nach Anlagentypen unterscheiden, käme man auf insgesamt 15 mögliche Gruppen. Es stellt sich daher die Frage, ob und wann eine Unterscheidung nach Kläranlagentypen erforderlich ist. Aufgrund des gewählten Prozessmodells ist der Vergleich der Prozesse 1 und 4 - *mechanische Vorreinigung* und *weitergehende Schlammbehandlung* - vom Anlagentyp unabhängig. Die Vergleichbarkeit des Prozesses 2 - *mechanisch biologische Abwasserreinigung* - ist natürlich davon abhängig, ob bei einer Anlage simultan oder getrennt stabilisiert wird. Anlagen mit gleichzeitiger Stabilisierung sind im Vergleich zu jenen, die getrennt stabilisieren, benachteiligt. Sie können aber dennoch als Benchmark ausgewiesen werden, wenn die Summe der spezifischen Kosten von Prozess 2 und 3 als Maßstab herangezogen wird. Es ist dadurch auch ein besserer Vergleich der Anlagentypen möglich.

Die Vergleichbarkeit des Prozesses 3 *Schlammeindickung und Stabilisierung* ist grundsätzlich von der Art der getrennten Stabilisierung unabhängig und damit zulässig. Es hat sich aber im Verlauf des Projektes gezeigt, dass eine Kostenaufteilung, vor allem der Energiekosten bei getrennt aerob stabilisierenden Anlagen, nicht oder nur sehr schwer möglich ist. Aussagekräftig und im Sinne des Benchmarking (= vom anderen lernen) interessant ist daher vor allem der Vergleich von Anlagen mit mesophiler Faulung untereinander.



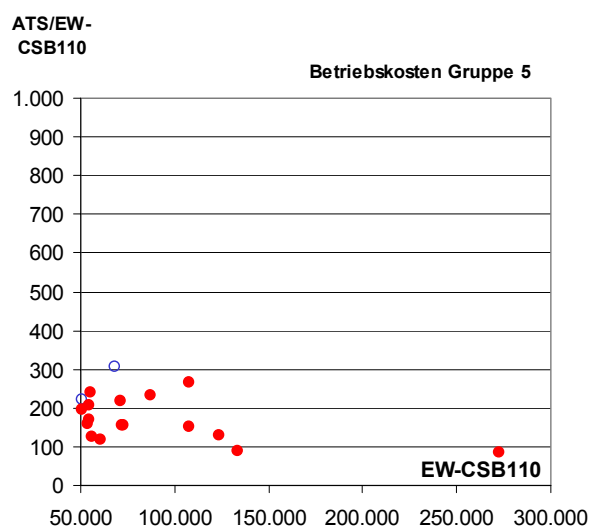
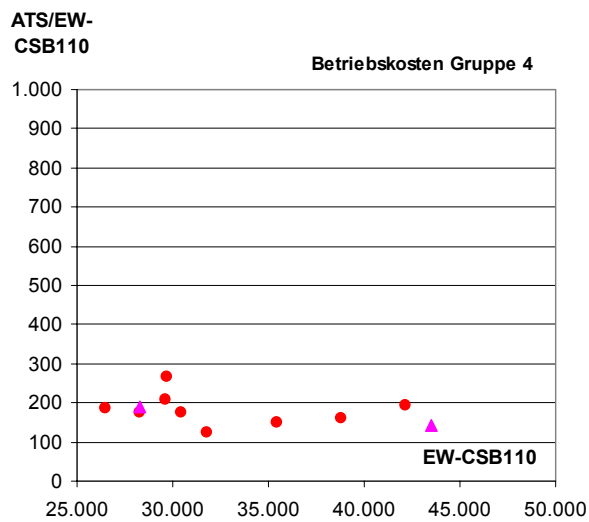
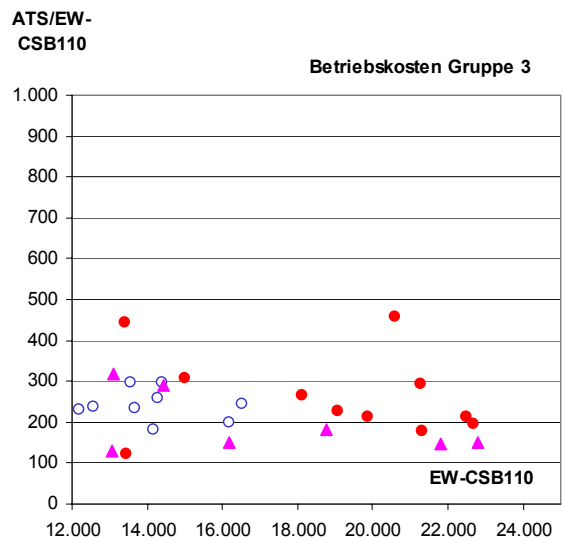
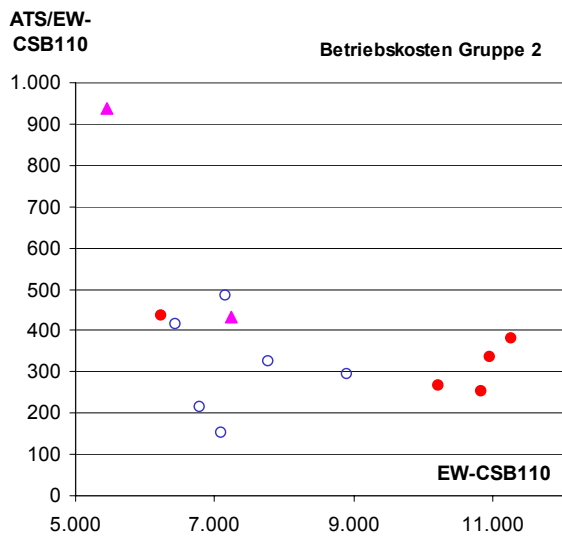
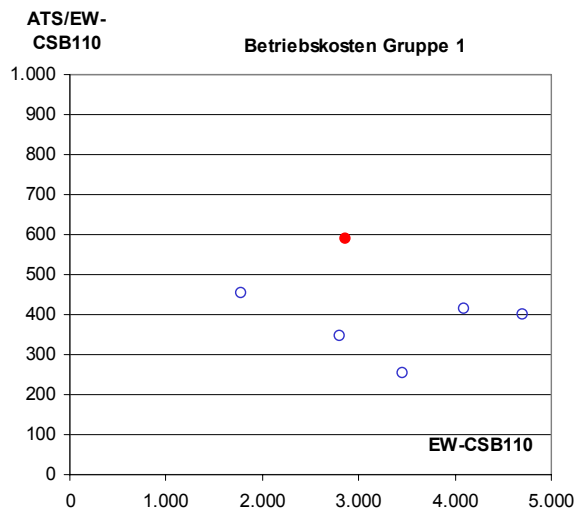


Abbildung 7-10 Betriebskosten, bezogen auf EW-CSB110 der einzelnen Gruppen

<b><u>Gruppeneinteilung</u></b>		Anzahl
Gruppe 1 Anlagen kleiner 5.000 EW-CSB110		
1a	Anlagen mit simultaner Stabilisierung	5
1b	getrennte Stabilisierung - Faulung	1
1c	getrennte Stabilisierung - aerob bzw. Kaltfaulung	0
		6
Gruppe 2 Anlagen von 5.000 bis 12.000 EW-CSB110		
2a	Anlagen mit simultaner Stabilisierung	6
2b	getrennte Stabilisierung - Faulung	5
2c	getrennte Stabilisierung - aerob bzw. Kaltfaulung	3
		14
Gruppe 3 Anlagen von 12.000 bis 25.000 EW-CSB110		
3a	Anlagen mit simultaner Stabilisierung	9
3b	getrennte Stabilisierung - Faulung	12
3c	getrennte Stabilisierung - aerob bzw. Kaltfaulung	6
		27
Gruppe 4 Anlagen von 25.000 bis 50.000 EW-CSB110		
4a	Anlagen mit simultaner Stabilisierung	0
4b	getrennte Stabilisierung - Faulung	9
4c	getrennte Stabilisierung - aerob bzw. Kaltfaulung	2
		11
Gruppe 5 Anlagen größer 50.000 EW-CSB110		
5a	Anlagen mit simultaner Stabilisierung	2
5b	getrennte Stabilisierung - Faulung	16
5c	getrennte Stabilisierung - aerob bzw. Kaltfaulung	0
		18

*Tabelle 7-12 Gruppeneinteilung*

Aus den angeführten Gründen wurde daher auf eine zusätzlich zur Einteilung nach der Größe getroffenen Gruppeneinteilung verzichtet. Bei den Auswertungen wurden jedoch die unterschiedlichen Kläranlagentypen entsprechend gekennzeichnet, wenn dies mit einem zusätzlichen Informationsgewinn verbunden war.

Da die Kläranlagentypen nicht in unterschiedliche Gruppen aufgeteilt sind, ergibt sich außerdem die Möglichkeit des direkten Vergleiches untereinander. Um simultan und getrennt stabilisierende Anlagen auch bei den Prozessen 2 und 3 miteinander vergleichen zu können, wurde die Summe der Kosten dieser beiden Prozesse zusätzlich ausgewertet.

## 7.6 Bezugsgrößen

### 7.6.1 Allgemeines

Unter Bezugsgröße wird jene Größe verstanden, die als Divisor der jeweiligen Kosten bei der Ermittlung einer Kennzahl fungiert. Die Wahl der Bezugsgröße hat daher einen wesentlichen Einfluss auf die ermittelte Kennzahl. Eine Größe ist dann als Bezugsgröße geeignet, wenn sie für die jeweiligen Kosten auch tatsächlich relevant ist. Für die Betriebskosten der Kläranlage ist es beispielsweise von untergeordneter Bedeutung, ob viel oder wenig Abwasser über die Anlage fließt, entscheidend ist vielmehr, welche Schmutzfracht gereinigt werden muss. Der Kubikmeter Abwasser wird daher als Bezugsgröße für die Betriebskosten keine geeignete Größe sein, sondern vielmehr wird die Schmutzfracht als Bezugsgröße zu wählen sein.

Das Ziel muss sein, möglichst wenige, dafür aber aussagekräftige Kennzahlen zu bilden. So einfach dies klingen mag, es liegt ein gewisser Widerspruch darin. Je höher die Datendichte, desto geringer wird die Wahrscheinlichkeit, eine sensitive Bezugsgröße zu finden.

### 7.6.2 Mögliche Bezugsgrößen

Im Folgenden werden daher mehrere mögliche Bezugsgrößen für Kapitalkosten, Betriebskosten und Jahreskosten vorgestellt und anschließend deren Aussagekraft für einzelne Kostenpositionen mithilfe linearer Korrelationen untersucht.

#### a) Ausbaugröße der Kläranlage in Einwohnerwerten (EW-Ausbau):

Die Ausbaugröße einer Kläranlage wird gegenwärtig häufig als Bezugsgröße für die Investitionskosten verwendet. Sehr viele Kostenangaben werden als Betrag je EW angegeben. Diese Größe hat den Vorteil, dass sie einerseits als allgemein verständlich gilt, und andererseits die Einwohnerwerte kostenrelevant sind. Der Nachteil liegt darin, dass die Ausbaugröße in EW keine Aussage über das angestrebte Reinigungsziel enthält, dieses die Investitionskosten jedoch wesentlich beeinflusst. Eine Kläranlage mit beispielsweise 10.000 EW Ausbaugröße, welche nur auf Kohlenstoffentfernung ausgelegt wurde, bedingt geringere Investitionskosten als eine Anlage derselben Ausbaugröße, welche auch auf Nährstoffentfernung bemessen wurde.

#### b) ”Normierte“ Ausbaugröße (EW<sub>norm</sub>-Ausbau):

Um das Problem der unterschiedlichen Reinigungsziele zu lösen, wird eine normierte Ausbaugröße der biologischen Reinigungsstufe errechnet. Dabei wird ermittelt, welche theoretische Leistungsfähigkeit in EW die vorhandenen Volumina unter Einhaltung der Grenzwerte nach 1.AEVkA aufweisen. Laut A131 sind für ein Standardabwasser (BSB60,

Nges11, Pges1,7, Q-TW200, Q-RW(Q-TW\*2/14)) bei einem Schlammalter von 25 Tagen ein Volumen von 670 Liter je Einwohnerwert erforderlich und bei einem Schlammalter von 12,5 Tagen rund 400 Liter je Einwohnerwert. Bei simultan aerob stabilisierenden Anlagen wurde daher das vorhandene Volumen des Prozesses 2 (Vorklärung, Belebungsbecken und Nachklärung) durch  $0,67 \text{ m}^3$  geteilt, um die EWnorm-Ausbau zu bestimmen.

Hat eine Anlage mit simultaner aerober Stabilisierung (erforderliches Schlammalter = 25 Tage) beispielsweise ein Belebungsbecken mit  $6.000 \text{ m}^3$  und eine Nachklärung mit  $3.000 \text{ m}^3$ , so errechnen sich daraus  $(9.000 / 0,67)$  13.433 EWnorm-Ausbau.

Bei Anlagen mit getrennter Stabilisierung wurden zusätzlich zu den 400 l/EW noch 60 l/EW als erforderliches Stabilisierungsvolumen angesetzt und das vorhandene Volumen der Prozesse 2 und 3 (Stabilisierungsbecken bzw. Faulraumvolumen) durch  $0,46 \text{ m}^3$  geteilt und somit die EWnorm-Ausbau ermittelt. Die Annahme der gleichen spezifischen Volumina für Stabilisierungsbecken und Faulraum stellt eine Vereinfachung dar, die jedoch mit 60 l/EW auf der sicheren Seite liegt.

Hat eine Anlage mit getrennter Stabilisierung (erforderliches Schlammalter = 12,5 Tage) beispielsweise ein Vorklärbecken mit  $1.000 \text{ m}^3$ , ein Belebungsbecken mit  $5.000 \text{ m}^3$ , ein Nachklärbecken mit  $4.000 \text{ m}^3$  und einen Faulraum mit  $2.420 \text{ m}^3$ , so errechnen sich daraus  $(12.420 / 0,46)$  27.000 EWnorm-Ausbau.

c) Maximale Zulaufmenge laut Wasserrechtsbescheid (Q-Zulauf max):

Die maximale Wassermenge laut Wasserrechtsbescheid ist für jene Anlagenteile maßgebend, für deren Bemessung diese maximale Wassermenge zu Grunde liegt. Demzufolge können z.B. die Kapitalkosten der mechanischen Vorreinigung zu dieser Wassermenge in Bezug gesetzt werden um herauszufinden, ob diese Größe für die Kapitalkosten des Prozesses 1 maßgebend ist.

d) Mittlere Belastung, ausgedrückt in Einwohnerwerten, errechnet aus:

- der CSB-Zulaufmenge unter der Annahme, dass ein Einwohnerwert 110 g CSB je Tag entspricht (EW-CSB110)
- der Nges-Zulaufmenge unter der Annahme, dass ein Einwohnerwert 11 g Nges je Tag entspricht (EW-Nges11)
- der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Zulaufmenge unter der Annahme, dass ein Einwohnerwert 6,5 g  $\text{NH}_4\text{-N}$  je Tag entspricht (EW-NH4N6,5)
- der Pges-Zulaufmenge unter der Annahme, dass ein Einwohnerwert 1,7 g Pges je Tag entspricht (EW-Pges1,7)

Die mittlere Belastung ausgedrückt in EW ist eine mögliche Bezugsgröße für die Betriebskosten, für die einzelnen Prozessbetriebskosten sowie für die Jahreskosten und hat einen zentralen Stellenwert bei der Bezugsgrößenanalyse.

e) Mittelwert der Zulaufwassermenge (Q-Zulauf):

Die Zulaufwassermenge kann für den Prozess *mechanische Vorreinigung* als Bezugsgröße maßgebend sein, da hier die Prozessbetriebskosten – auf alle Fälle die Energiekosten - vorwiegend von der Wassermenge bestimmt werden.

f) Fracht an stabilisierter Trockensubstanz (TS-Fracht stabilisiert):

Die Menge an stabilisierter Trockensubstanz des zu entsorgenden Schlammes ist möglicherweise ein gutes Maß für die Betriebskosten des Prozesses 3 *Eindickung und Schlammstabilisierung* und wird aus diesem Grund bei der Bezugsgrößenanalyse näher untersucht.

g) Menge an entwässertem Schlamm (Schlamm entwässert):

Da die Menge entwässerten Schlammes ein Maß für die Kosten des Entwässerungssystems darstellt und die Entsorgungskosten widerspiegelt, ist diese Bezugsgröße in Hinblick auf die Prozesskosten der weitergehenden Schlammbehandlung näher zu untersuchen. Alternativ dazu steht die Menge an Trockensubstanz des entsorgten Schlammes zur Diskussion.

### 7.6.3 Bezugsgrößenanalyse

Die Bezugsgrößenanalyse wird in die drei Kostenbereiche unterteilt:

- a) Betriebskosten und Betriebskosten der Prozesse
- b) Kapitalkosten und Kapitalkosten der Prozesse
- c) Jahreskosten

Die unter 7.6.2 vorgestellten Bezugsgrößen sind jeweils auf der X-Achse dargestellt und mit jener Abkürzung versehen, die bei der Beschreibung der Bezugsgröße in Klammer geschrieben wurde. Bei den folgenden Beschreibungen wird nicht auf jedes Einzeldiagramm eingegangen, sondern vor allem auf Besonderheiten hingewiesen. Durch die Darstellung aller Korrelationsergebnisse soll dem Leser die Möglichkeit gegeben werden, die statistischen Zusammenhänge selbst nachzuvollziehen bzw. die Entscheidung zugunsten der gewählten Bezugsgrößen besser verstehen zu können.

a) Bezugsgrößenanalyse für die Betriebskosten

---

Die in Abbildung 7-11 dargestellten Korrelationen der Betriebskosten zeigen einerseits den Zusammenhang der Betriebskosten mit der mittleren Belastung, ausgedrückt als EW-CSB110, EW-Nges11, EW-Pges1,7 und EW-NH4N6,5, und andererseits mit der durchschnittlichen Zulaufwassermenge. Zusätzlich ist auch eine Korrelation mit den EW-Ausbau errechnet. Wie aus dem im jeweiligem Diagramm eingetragenen Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) erkennbar, besteht die höchste Übereinstimmung zwischen Betriebskosten und den EW-Nges11 ( $R^2=0,76$ ). Auffällig ist, dass sich für EW-CSB110 ein qualitativ schlechterer Zusammenhang ergibt ( $R^2=0,69$ ), was aufgrund von Untersuchungen des Institutes nicht unerwartet ist.

Das Bestimmtheitsmaß liefert das Quadrat des Korrelationskoeffizienten und ist demnach ein Maß für die Güte des linearen Zusammenhanges. Das Bestimmtheitsmaß kann zwischen 0 und 1 liegen, wobei 1 das maximal mögliche ist und in diesem Falle alle Punkte auf einer Gerade liegen. Bei einem Bestimmtheitsmaß unter 0,7 muss der Zusammenhang als qualitativ schlecht bezeichnet werden.

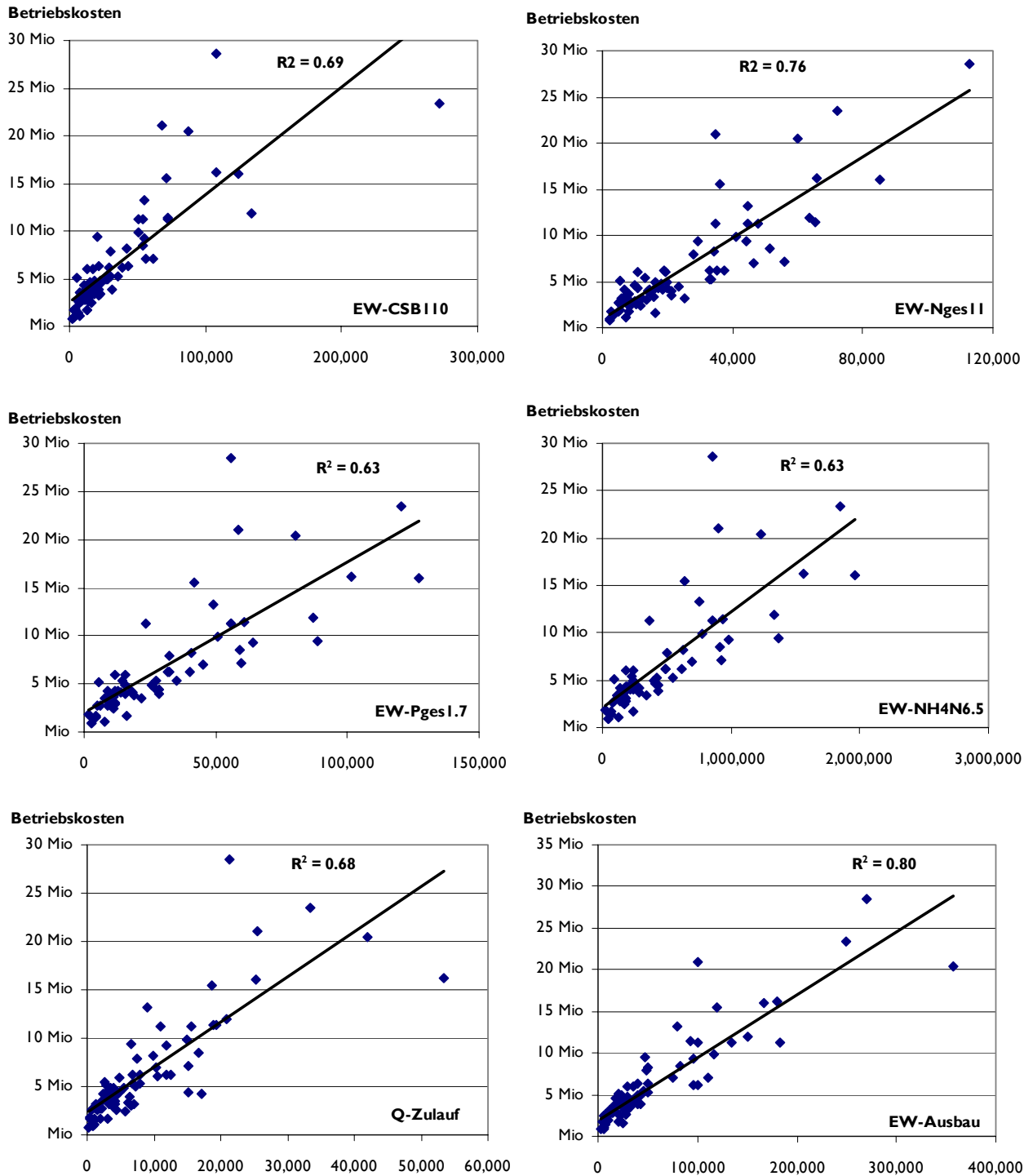


Abbildung 7-11 Korrelation der Betriebskosten mit möglichen Bezugsgrößen

Eine Erklärung dafür könnte darin liegen, dass der Gesamtstickstoff vorwiegend bei großen Kläranlagen gemessen wird und daher, aufgrund der besseren Ausstattung der Labors, dem tatsächlichen Wert besser entspricht als der CSB aller Kläranlagen. Um dies näher zu

untersuchen, wurden nur von jenen Anlagen die CSB Werte für die Korrelation verwendet, deren CSB-Daten bei der Plausibilitätsprüfung mit gut bzw. mittel eingestuft wurden. Wie aus Abbildung 7-12 abgelesen werden kann, erhöht dies das Bestimmtheitsmaß auf 0,74. Schränkt man die Grundgesamtheit auch bei den Stickstoffwerten ein, sodass nur noch jene Werte akzeptiert werden, die einerseits tatsächlich gemessen, und andererseits bei der Plausibilitätsprüfung mit gut bzw. mittel eingestuft wurden, so erhöht sich das Bestimmtheitsmaß auf 0,87. Interessant ist, dass bei der Korrelation der CSB-Werte genau jener Anlagen, die die soeben genannten Bedingungen für Nges erfüllen (Plausibilität gut bzw. mittel und Nges. tatsächlich gemessen), ein ebenso hoher Zusammenhang ( $R^2=0,85$ ) mit den Betriebskosten ermittelt wird wie mit Nges.

Zusammenfassend kann für die Betriebskosten gesagt werden, dass sich sowohl EW-CSB110 als auch EW-Nges11 als Bezugsgröße eignen.

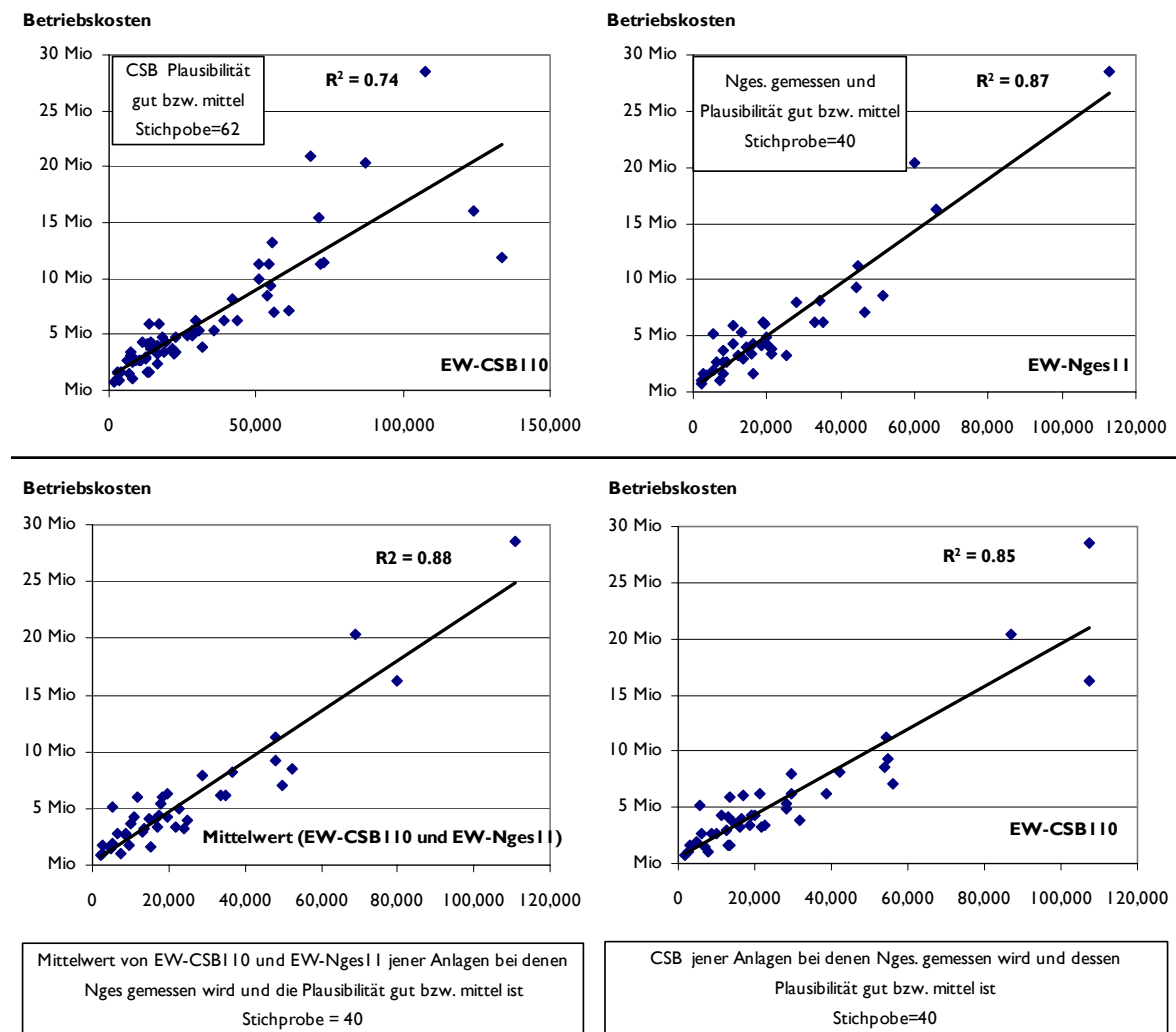


Abbildung 7-12 Korrelation der Betriebskosten mit Bezugsgrößen guter bzw. mittlerer Plausibilität



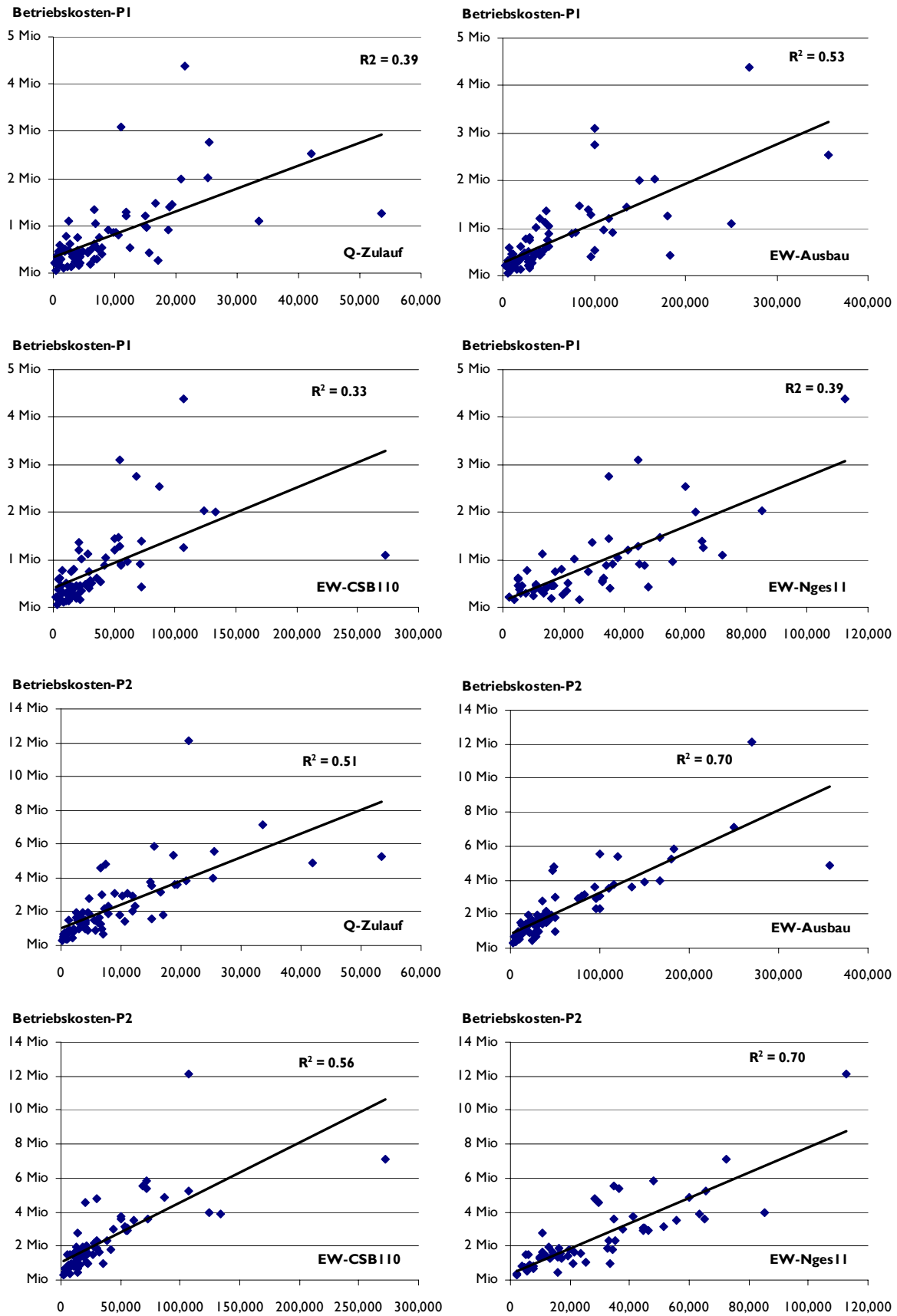


Abbildung 7-14 Korrelation der Betriebskosten von Prozess 1 und 2 mit möglichen Bezugsgrößen

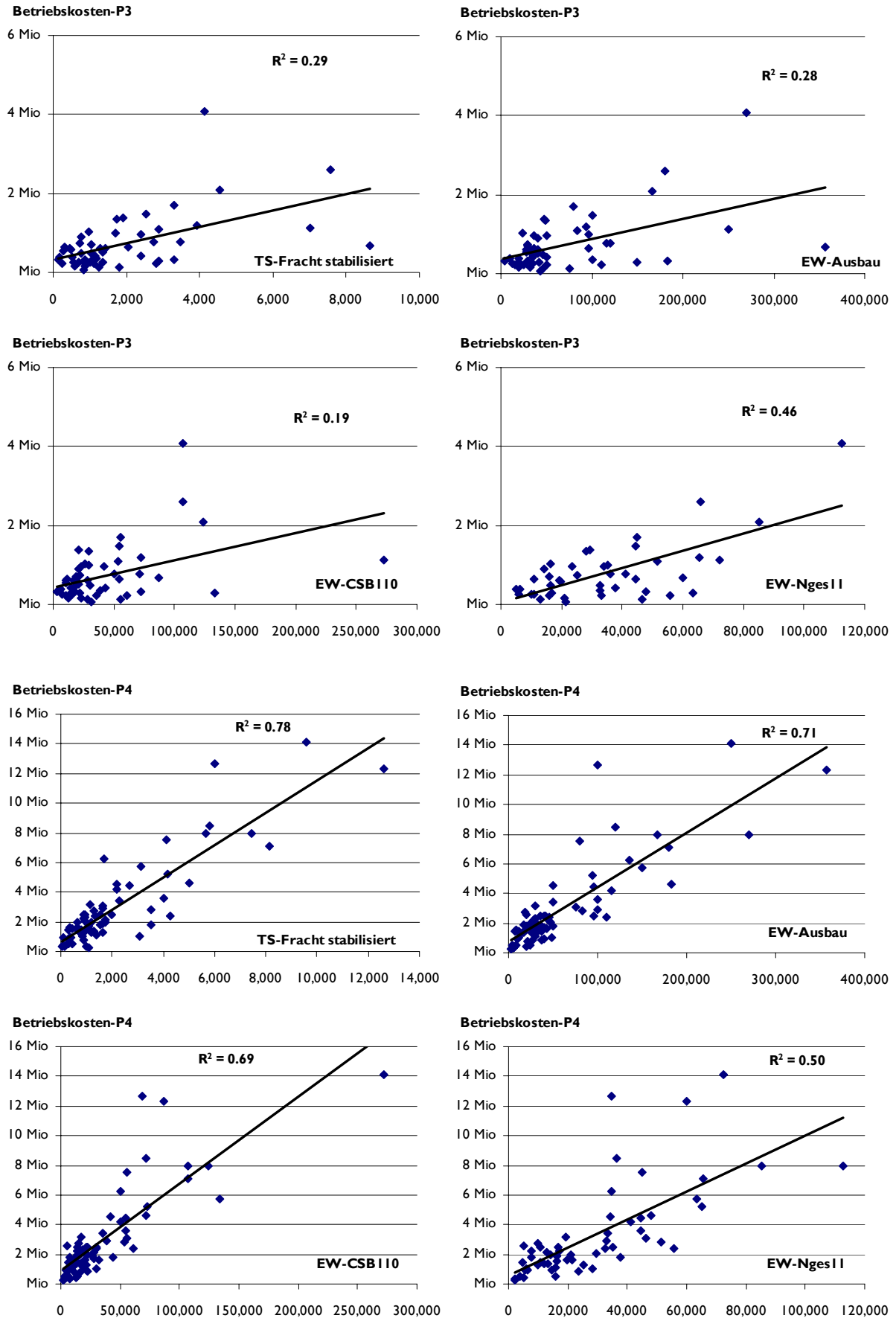


Abbildung 7-15 Korrelation der Betriebskosten von Prozess 3 und 4 mit möglichen Bezugsgrößen

Bei den Bezugsgrößenanalysen der Betriebskostendetailprozesse konnte kein Zusammenhang, der Zulaufwassermenge mit den Betriebskosten des Prozesses 1 hergestellt werden. Außerdem hat sich aufgrund der Auswertungen die Vermutung nicht bestätigt, dass die TS-Fracht des stabilisierten Schlammes die Betriebskosten des Prozesses 3 beeinflusst.

Bestätigt hat sich hingegen der Zusammenhang zwischen der entwässerten Schlammmenge und den Betriebskosten des Prozesses 4 mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,78.

Die in manchen Prozessen bemerkenswert hohe Korrelation von EW-Ausbau mit den Prozessbetriebskosten ist möglicherweise damit zu begründen, dass die Personalanzahl des Betriebspersonals aufgrund der EW-Ausbau festgelegt wird und somit ein beträchtlicher Teil der Betriebskosten - die Personalkosten - mit den EW-Ausbau in Zusammenhang steht.

Die Bezugsgrößenanalyse der Betriebskosten kann folgendermaßen zusammengefasst werden: Beim Prozess 1 ergibt sich für keine der untersuchten Bezugsgrößen ein direkter Zusammenhang mit den Betriebskosten. Für die Prozesse 2 und 3 ist der EW-Nges11 ein durchaus gutes Maß, wobei für den Prozess 2 dies auch für den EW-CSB110 gilt. Für die Betriebskosten des Prozesses 4 kommen sowohl die entwässerte Schlammmenge als auch der EW-CSB110 als Bezugsgröße in Frage.

Als Bezugsgröße für die Betriebskosten der ARA-Gesamt sowie für die Betriebskosten der Einzelprozesse wird der EW-CSB110 verwendet.

Wie die Analysen gezeigt haben, ist für die Gesamtbetriebskosten der EW-CSB110 eine gute Bezugsgröße für die Kosten. Bei den Detailprozessen wurde das Ziel verfolgt, nach Möglichkeit nur eine Bezugsgröße für alle vier Prozesse zu verwenden, damit die spezifischen Kosten auch addiert werden können. Für die Prozesse 2 und 3 gilt dies im besonderen Maße, da nur durch die Summenbildung der spezifischen Kosten dieser beiden Prozesse Anlagen mit und ohne getrennter Stabilisierung vergleichbar werden.

Eine Addition von spezifischen Kosten wäre beispielsweise nicht möglich wenn für den Prozess 1 die Wassermenge und für den Prozess 2 die EW-CSB110 als Bezugsgröße verwendet werden würde.

Aus den oben genannten Vorstellungen kamen als möglich Bezugsgrößen für alle Prozesse nur noch der EW-CSB110 und der EW-Nges11 in Frage. Da der Gesamtstickstoff nur bei größeren Anlagen gemessen wird, und die Analytik dieses Parameters sehr oft mit Fehlern behaftet ist, wurde EW-Nges nicht als Bezugsgröße verwendet, was die Vergleichbarkeit der Kennzahlen für Anlagen mit hohem Industrieinfluss deutlich einschränkt.

## b) Bezugsgrößenanalyse für die Kapitalkosten

Die Bezugsgrößenanalyse bei den Kapitalkosten beschränkt sich im Wesentlichen auf die möglichen Bezugsgrößen EW-Ausbau und EWnorm-Ausbau. Für den Prozess 1 wurde zusätzlich die maximale Zulaufmenge laut Bescheid mit den Kapitalkosten korreliert. Für den Prozess 3 wurde das Faulraumvolumen zu den Kapitalkosten in Beziehung gesetzt.

Wie aus Abbildung 7-17 ersichtlich ist, gibt es weder zwischen den Kapitalkosten des Prozesses 1 und der maximalen Zulaufmenge laut Bescheid noch zwischen den Kapitalkosten des Prozesses 3 und dem Faulraumvolumen einen relevanten Zusammenhang.

Bei den Prozessen 1, 3 und 4 kann davon ausgegangen werden, dass die Anlagenteile auf die EW-Ausbau ausgelegt wurden und diese daher maßgebend für deren Errichtungskosten sind. Beim Prozess 2 besteht das bereits beschriebene Problem, dass je nach Reinigungsziel ein EW-Ausbau sehr unterschiedliche spezifische Kosten verursacht haben kann. Für den Prozess 2 wird daher der normierte Einwohnerwert EWnorm-Ausbau als Bezugsgröße verwendet. Da die Kapitalkosten des Prozesses 2 auch maßgebend für die gesamten Kapitalkosten sind, wird für diese ebenfalls EWnorm-Ausbau als Bezugsgröße herangezogen.

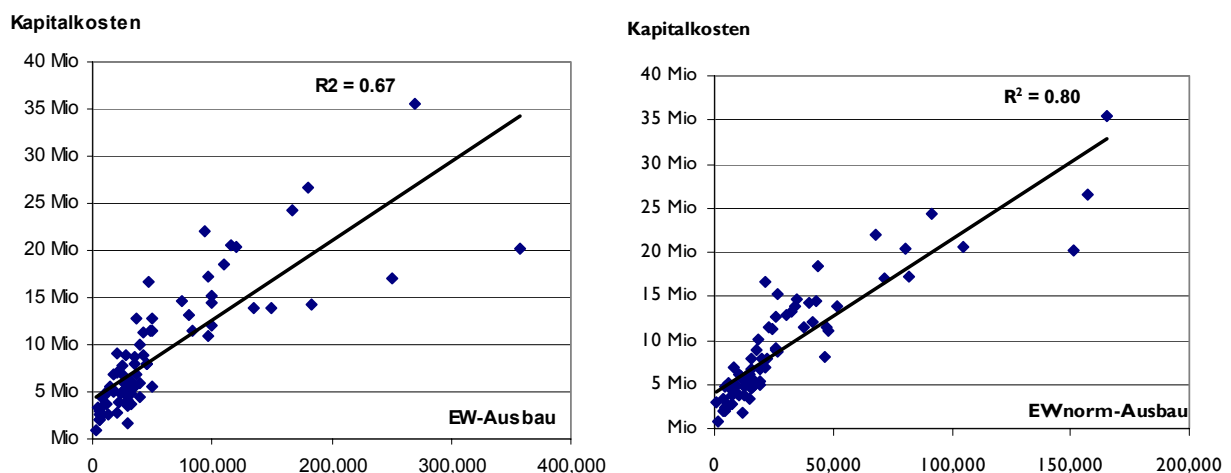
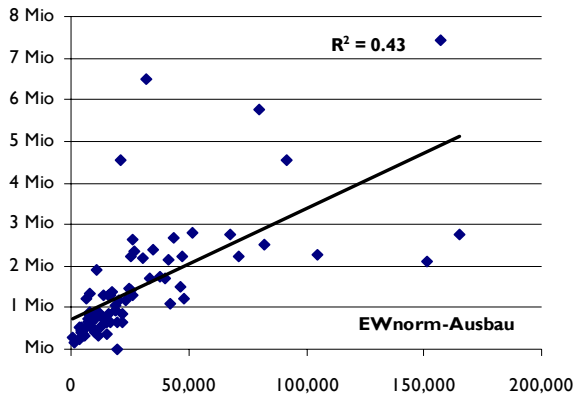
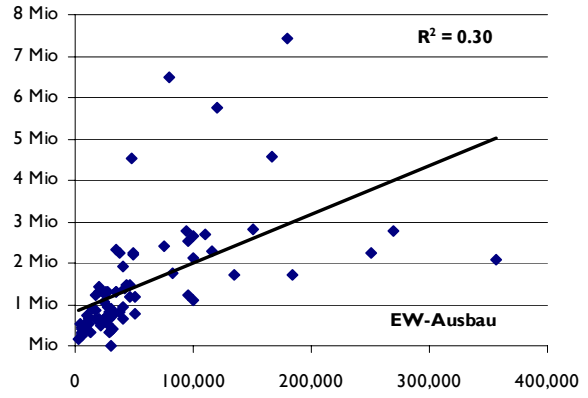


Abbildung 7-16 Korrelation der Kapitalkosten mit EW-Ausbau und EWnorm-Ausbau

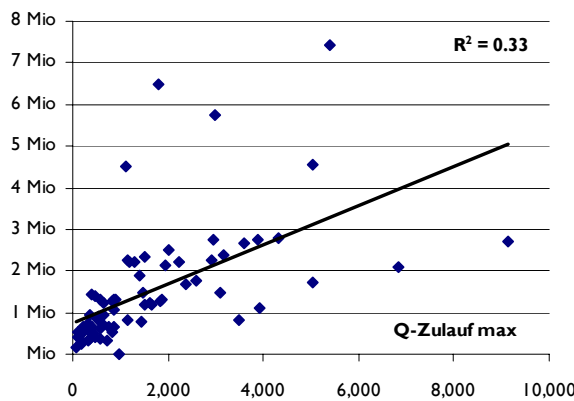
Kapitalkosten-P1



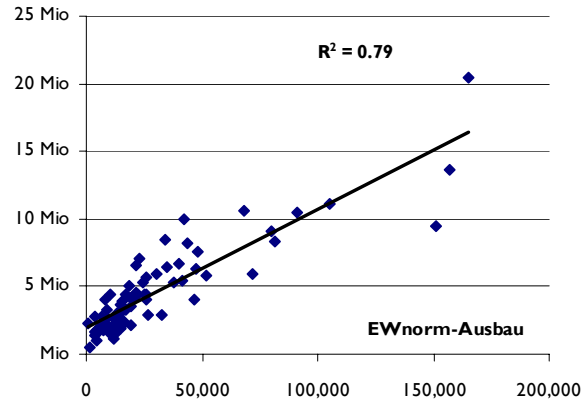
Kapitalkosten-P1



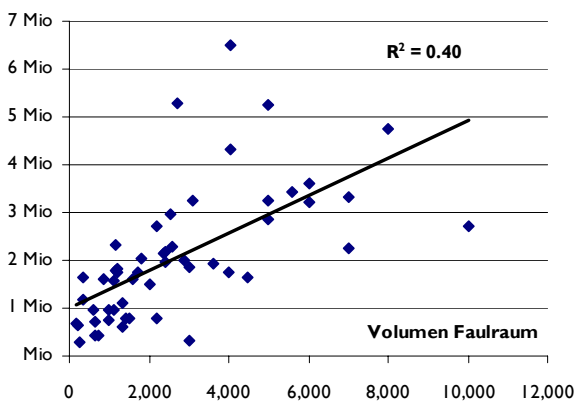
Kapitalkosten-P1



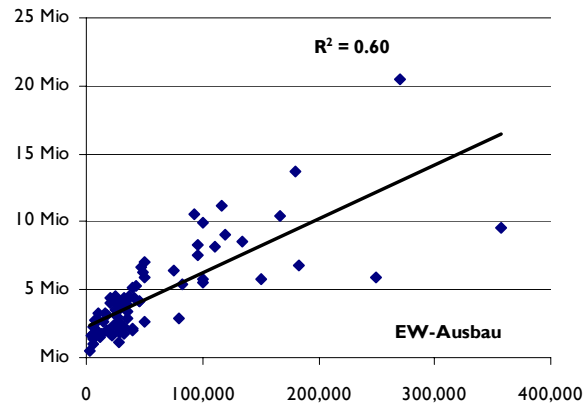
Kapitalkosten-P2



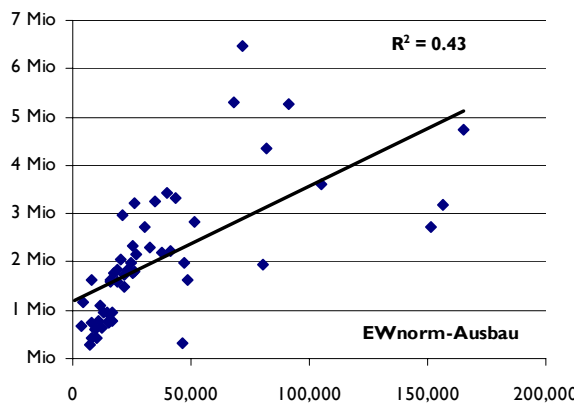
Kapitalkosten-P3



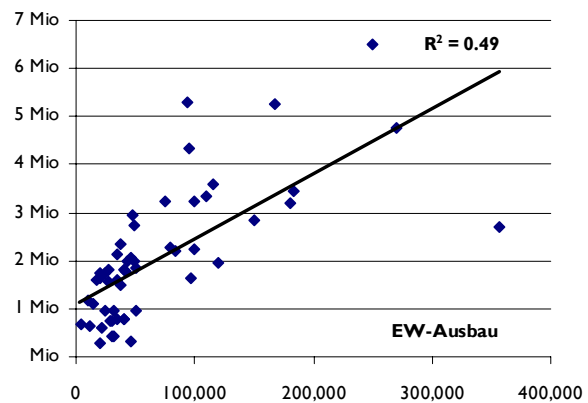
Kapitalkosten-P2



Kapitalkosten-P3



Kapitalkosten-P3



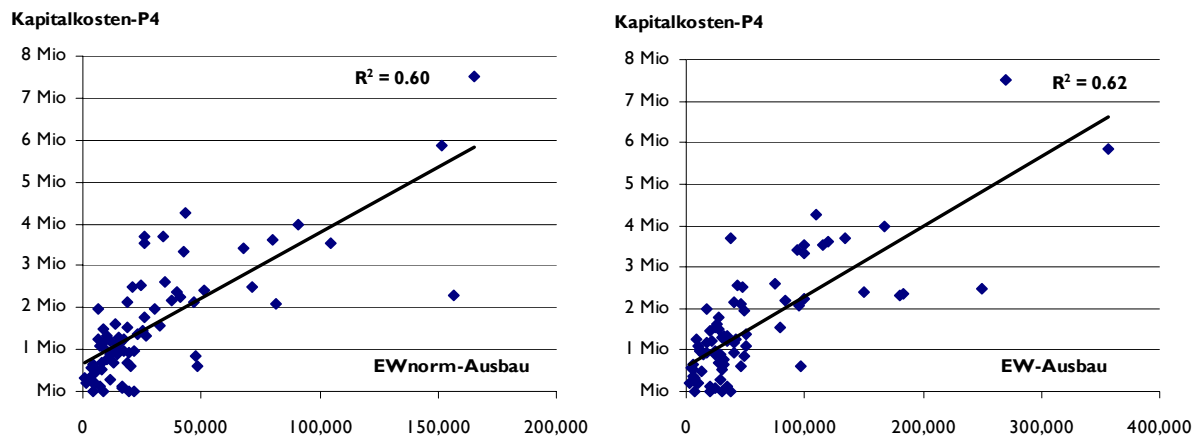


Abbildung 7-17 Korrelation der Kapitalkosten der Prozesse 1 bis 4 mit möglichen Bezugsgrößen

### c) Bezugsgrößenanalyse für die Jahreskosten

Bei den Jahreskosten ergibt sich ein sehr ähnliches Bild wie bei den Betriebskosten. Es zeigt sich ein sehr guter Zusammenhang zwischen EW-Nges11 und den Jahreskosten. Bei den EW-CSB110 zeigte sich auch bei den Jahreskosten, dass eine Eingrenzung der Stichprobe auf Werte, deren Plausibilität mit gut und mittel bewertet wurden, den statistischen Zusammenhang zwischen EW-CSB110 und den Jahreskosten verbessert ( $R^2=0,78$ ).

Für die Jahreskosten wurde daher ebenfalls der EW-CSB110 als Bezugsgröße verwendet.

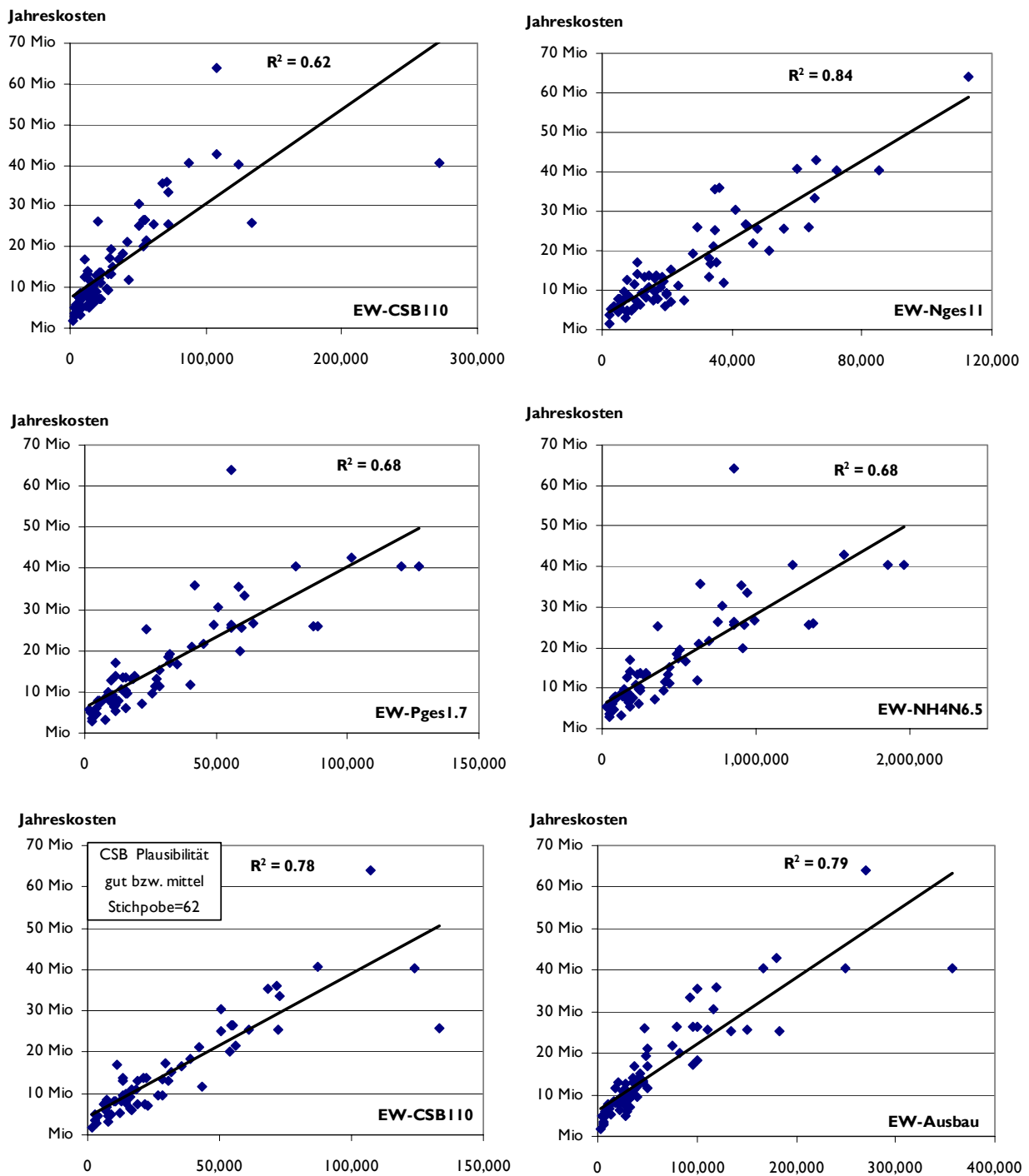


Abbildung 7-16 Korrelation der Jahreskosten mit möglichen Bezugsgrößen

## 7.7 Festlegung des Benchmarkbereiches und der Benchmarks

Bei den Gesamtkosten der Betriebs-, Kapital- und Jahreskosten wird je Gruppe nicht eine Anlage als Benchmark angegeben, sondern ein Benchmarkbereich (siehe 7.7.2). Benchmarkanlagen sind jene Anlagen, die aufgrund der nachfolgend angeführten Kriterien als Benchmark in Frage kommen und geringere spezifische Kosten aufweisen, als durch den Benchmarkbereich festgelegt wurde.

### 7.7.1 Welche Anlagen können Benchmark werden

Bei den Kriterien, ob eine Anlage Benchmark werden kann oder nicht, muss unterschieden werden, ob man von Kapitalkosten oder von Betriebs- und Jahreskosten spricht. Da die Kapitalkosten auf EWNorm-Ausbau bezogen werden bzw. die Kapitalkosten der Prozesse 1, 3 und 4 auf EW-Ausbau, ist es für den Vergleich der spezifischen Kapitalkosten irrelevant, ob die geforderte Reinigungsleistung aktuell erreicht wird oder nicht. Auf die Problematik des Kapitalkostenvergleiches von Anlagen unterschiedlicher Errichtungszeitpunkte und unterschiedlicher Investitionsstrategien wird unter 10.2 noch näher eingegangen.

Im Gegensatz dazu kommen als Benchmarkanlagen bei den Betriebs- und Jahreskosten nur Kläranlagen in Frage die den folgenden Kriterien genügen:

- die Anforderungen der 1. Abwasser Emissionsverordnung (1.AEVkA) werden eingehalten
- die Datenlage ist plausibel und abgesichert
- die Abwassercharakteristik kann als vorwiegend kommunal bezeichnet werden

Die Ausweisung einer Anlage als Benchmark bedingt also, dass die Anlage die gesetzlichen Anforderungen der 1.AEVkA erfüllt, was nicht den Anforderungen des individuellen Wasserrechtsbescheides entsprechen muss.

Die Datenlage ist aus zwei Gründen sehr wichtig. Erstens werden die spezifischen Kosten mit Hilfe der Zulauffrachten als Bezugsgröße ermittelt, und ein 20%iger Fehler bei der Erfassung des Zulauf-CSB wirkt sich im selben Maße auf die Berechnung der spezifischen Kosten aus. Zweitens ist Benchmarking nicht nur ein Kennzahlenvergleich, sondern es soll vom Besten und nicht vom Billigsten gelernt werden. Sind die Input- und Outputgüter der Prozesse aufgrund der Datenlage nicht klar, so könnte aus einem Vergleich falsche Schlüsse gezogen werden.

Die Festlegung, dass Kläranlagen mit Abwasser stark gewerblicher bzw. industrieller

---



Charakteristik nicht Benchmarkanlagen sein können, ist mit der Tatsache zu begründen, dass ein Vergleich mit kommunalen Anlagen aufgrund der Abwasserzusammensetzung wenig sinnvoll ist. Außerdem sind Anlagen mit starkem gewerblichen bzw. industriellen Anteil meist gekennzeichnet durch einen hohen Anteil an leicht abbaubarem CSB, der jedoch nicht in dem Maße höhere Kosten verursacht, wie er die spezifischen Kosten – aufgrund der Bezugsgröße EW-CSB110 - verringert. Als einfaches Beispiel dient der Vergleich zweier Anlagen, von denen eine Anlage rein kommunales Abwasser von 50.000 Einwohnern verarbeitet und an die andere 25.000 Einwohner und eine Brauerei mit 25.000 EW-CSB110 angeschlossen sind. Bei beiden Anlagen würden zur Berechnung der spezifischen Kosten 50.000 EW-CSB110 herangezogen. Die Anlage mit der Brauerei hat jedoch aufgrund der Tatsache, dass sie wesentlich weniger Ammonium nitrifizieren muss, der leicht abbaubare gelöste Anteil an CSB leicht oxidiert werden kann und dabei weniger Schlamm entsteht wesentlich geringere Kosten. Aus diesem Grund wurde festgelegt, dass Anlagen mit einem Stickstoff zu CSB Verhältnis im Zulauf von kleiner als 0,07 (in den Abbildungen mit N/CSB gekennzeichnet) nicht Benchmarkanlagen sein können. Da bei kleinen Anlagen der Gesamtstickstoff meistens nicht gemessen wird, wird dieses Kriterium für Anlagen der Gruppen 1 bis 3 nicht angewandt. Dies ist jedoch von geringer Bedeutung weil in dieser Größengruppe meist Anlagen mit simultaner aerober Stabilisierung vorhanden sind, wo das N/CSB Verhältnis eine untergeordnete Rolle in Bezug auf die Kosten einnimmt.

### 7.7.2 Festlegung des Benchmarkbereiches

Der Benchmarkbereich wird durch die niedrigsten spezifischen Kosten der potenziellen Benchmarkanlagen jeder Gruppe zuzüglich eines prozentuellen Aufschlags nach oben abgeschlossen. Die Höhe dieses Aufschlages wurde je nach Kostenart (Betriebs-, Kapital- und Jahreskosten) und Anlagengruppe unterschiedlich festgelegt.

	Gruppen 1 und 2	Gruppen 3, 4 und 5
Betriebskosten	20 %	10 %
Kapitalkosten	10 %	10 %
Jahreskosten	15 %	10 %

Tabelle 7-1: Prozentsätze zur Berechnung des Benchmarkbereiches

Die festgelegten Prozentsätze zur Ermittlung des Benchmarkbereiches sollen einerseits datenbedingte Unsicherheiten ausgleichen, jährliche Schwankungen der Zulaufdaten und Unsicherheiten bei der Kostenzuordnung – z.B von Personalkosten, aber auch von Reparatur und Instandhaltungskosten – beinhalten. Bei kleinen Anlagen (Gruppe 1 und 2) sind die Schwankungen und Unsicherheiten der Daten stärker ausgeprägt als bei großen Anlagen,

weshalb der Ausgleichsprozentsatz bei den Betriebskosten mit 20 % angesetzt wurde und bei großen Anlagen nur mit 10 %. Datenbedingte Unschärfen der Kapitalkosten sind von der Anlagengröße unabhängig und wurden daher bei allen Größenklassen mit 10 % angesetzt. Daraus kann für die Jahreskosten ein mittlerer Wert von 15 % bei den Anlagen der Gruppe 1 und 2 und von 10 % bei den Anlagen der Gruppen 3 bis 5 abgeleitet werden.

Die angegebenen Prozentsätze können logisch nicht eindeutig begründet werden. Sie wurden auf Basis der Erfahrung des Institutes für Wassergüte festgelegt, um bei der Interpretation von Einsparungspotenzialen keine unzuverlässig hohen Erwartungen zu verursachen, die zufolge der Datenunsicherheit nicht gerechtfertigt sind.

### **7.7.3 Festlegung von Benchmarks**

Wie bereits dargestellt wurde, wird bei den spezifischen Gesamtkosten (Betriebs- Kapital- und Jahreskosten) nicht nur eine Anlage je Gruppe als Benchmark ausgewiesen, sondern ein Benchmarkbereich festgelegt. Alle Anlagen, die den Kriterien entsprechen und niedrigere Kosten haben als durch den Benchmarkbereich festgelegt, sind demnach Benchmarkanlagen.

Für die einzelnen Prozesse wird je Gruppe genau eine Benchmark für die Betriebskosten festgelegt. Benchmark der Gruppe und des jeweiligen Prozesses ist jene Anlage, die den unter 7.7.1 angeführten Kriterien entspricht und die geringsten spezifischen Kosten aufweist.

Wie die Analyse der Daten gezeigt hat, ist die Datendichte plausibler Daten in den einzelnen Prozessen bei den Kapitalkosten so gering, dass die Festlegung von Benchmarks als nicht sinnvoll erachtet werden muss.

Auf den ersten Blick ist es möglicherweise nicht ganz verständlich, warum bei den Gesamtkosten von Betriebs- Kapital- und Jahreskosten ein Benchmarkbereich angegeben wurde, hingegen bei den Prozessen einzelne Benchmarks definiert wurden.

Bei den Gesamtkosten zielt die Benchmarkbestimmung darauf ab, herauszufinden, welche Betriebs-, Kapital- und Jahreskosten als minimal erreichbar angesehen werden können. Es können daraus jedoch keine Hinweise auf die konkreten Einsparungspotentiale erkannt werden.

Anders verhält es sich bei den Benchmarks der einzelnen Prozesse. Durch den direkten Vergleich aller Benchmarkingteilnehmer mit dem auf diese Weise identifizierten sehr effizienten Prozess einer Anlage können Anhaltspunkte für die Verbesserung des eigenen Prozesses gewonnen werden. Dies bedeutet, dass durch den direkten Vergleich der klar definierten Prozesse und der kostenbeeinflussenden Faktoren Einsparungspotenziale erkannt

werden können.

So unterschiedlich einzelne Anlagen und deren Betriebsweisen sein können, so sind einzelne Prozesse immer ähnlich und damit vergleichbar. Für die Kosten der Gesamtanlage kann man sich am Benchmarkbereich orientieren, für die Steigerung der Effizienz liefert der Vergleich mit der Prozessbenchmark konkrete Anregungen für die Umsetzung

## 8 ERGEBNISSE DER KOSTEN- UND LEISTUNGSRECHNUNG

### 8.1 Allgemeines

Die Ergebnisse der Kosten- und Leistungsrechnung dienen primär den Führungskräften und Kostenverantwortlichen der Anlagenbetreiber zur internen betriebswirtschaftlichen Steuerung.

Unabhängig von den Benchmarking - Auswertungen können aus der Kosten- und Leistungsrechnung u.a. folgende betriebswirtschaftliche Informationen gewonnen werden:

- Darstellung der Jahresgesamtkosten der Abwasserableitung und Abwasserreinigung.
- Anteile der unterschiedlichen Kostenarten an den Gesamtkosten (z.B. Personalkosten-, Materialkosten-, Energiekosten-, Kapitalkostenanteil mit und ohne Förderungswirkung etc.).
- Anteile der einzelnen Kostenstellen (Prozesse) an den Gesamtkosten (z.B. Ortsnetz, Transportkanal, Mechanik, Biologie, Klärschlamm Entsorgung etc.).
- Anteil der Overheadkosten an den Gesamtkosten.
- Kostenstellenergebnisse bezogen auf unterschiedliche Kostenarten (z.B. Energiekosten für Mechanik, Personalkosten für die weitergehende Schlammbehandlung etc.).

Aufbauend auf diesen Kosten- und Leistungsrechnungsergebnissen kann durch eine Gegenüberstellung der eigenen (für das Benchmarking normierten) Kennzahlen mit jenen anderer Abwasserentsorgungsbetriebe (ebenfalls normiert) ein **externer Betriebsvergleich** durchgeführt werden.

Zusätzlich wird, aus den Erfahrungen bei der Einführung bzw. Durchführung der Kosten- und Leistungsrechnung für das Benchmarking, die grundsätzliche Struktur der Buchhaltungs- bzw. Rechnungswesensysteme innerhalb der untersuchten Stichprobe grob skizziert.

***An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die vorgenommenen Auswertungen in diesem Kapitel auf kostenrechnerischen IST-Kosten der durchgeführten Recherchen basieren und können damit nicht unmittelbar für einen direkten externen Betriebs-Vergleich herangezogen werden.***

Die ausgeführten Analysen und Darstellungen geben einen Überblick über die Kostenstruktur innerhalb der Benchmarking – Stichprobe. Eine Generalisierung der Ergebnisse ist in Anbetracht der Stichprobe und der Heterogenität (trotz der Bildung unterschiedlicher Gruppen) nur bedingt möglich.

## 8.2 Benchmarking-Stichprobe für die Kostenanalyse

Die Kostenanalyse für die gesamte Stichprobe stellt teilweise prozentuelle Kostenanteile bezogen auf die Gesamtjahreskosten (Ableitung und Reinigung) dar. Die Heterogenität innerhalb der Stichprobe machte es deshalb erforderlich neben der technischen Gruppierung auch organisatorische Unterschiede zwischen den Teilnehmern zu berücksichtigen.

Die Teilnehmer wurden in 3 Gruppen unterteilt, um eine verbesserte Vergleichbarkeit bei unterschiedlichen Aufgabengebieten zu erreichen.

Die Unterteilung in diese 3 Gruppen zielen demnach im Wesentlichen auf den Erbrachten Leistungsumfang der einzelnen Benchmarking – Teilnehmer ab:

- Gruppe A** Verbände oder Gemeinden, welche ausschließlich die Errichtung und den Betrieb der Abwasserreinigung durchführen
- Gruppe B** Verbände mit Betrieb und Errichtung der Verbandssammler sowie der Abwasserreinigung
- Gruppe C** Verbände und Gemeinden, welche für die Durchführung der gesamten Abwasserentsorgung zuständig sind (Errichtung und Betrieb der Ortskanalisation, Sammler und Abwasserreinigung). Die Verteilung zwischen Verbänden und Gemeinden innerhalb dieser Gruppe ist aus nachfolgender Grafik ersichtlich:



Abbildung 8-1: Verteilung der Stichprobe auf die organisatorischen Gruppen

Gleichzeitig wurden für die Reinigungsanlagen im Vergleich 5 Größenklassen mit je 3 verschiedenen Verfahren unterschieden. Die Zuteilung der Teilnehmer zu den einzelnen Größenklassen wurde von der TU Wien vorgenommen:

### Größenklassen

- ① kleiner 5.000 EW-CSB<sub>110</sub> 6 Anlagen
  - 5 davon mit simultaner Stabilisierung
  - eine mit getrennter Stabilisierung – Faulung
- ② von 5.000 EW-CSB<sub>110</sub> bis 12.000 EW-CSB<sub>110</sub> 13 Anlagen
  - 6 Anlagen mit simultaner Stabilisierung
  - 5 Anlagen mit getrennter Stabilisierung – Faulung
  - 2 Anlagen mit getrennter Stabilisierung – aerob bzw. Kaltfaulung
- ③ von 12.000 EW-CSB<sub>110</sub> bis 25.000 EW-CSB<sub>110</sub> 28 Anlagen
  - 9 Anlagen mit simultaner Stabilisierung
  - 12 Anlagen mit getrennter Stabilisierung – Faulung
  - 7 Anlagen mit getrennter Stabilisierung – aerob bzw. Kaltfaulung
- ④ von 25.000 EW-CSB<sub>110</sub> bis 50.000 EW-CSB<sub>110</sub> 11 Anlagen
  - 9 Anlagen mit getrennter Stabilisierung – Faulung
  - 2 Anlagen mit getrennter Stabilisierung – aerob bzw. Kaltfaulung
- ⑤ größer 50.000 EW-CSB<sub>110</sub> 18 Anlagen
  - 2 Anlagen mit simultaner Stabilisierung
  - 16 Anlagen mit getrennter Stabilisierung – Faulung

### 8.3 Struktur des Rechnungswesens

Vor der Analyse der Kostenstruktur innerhalb der Benchmarking-Stichprobe soll dieses Kapitel im Überblick die Struktur der Buchhaltungs- bzw. Rechnungswesensysteme darstellen.

Die Kostenrechnung wurde im Rahmen des Benchmarking sowohl für doppische als auch für kamerale Rechnungswesensysteme durchgeführt. Die folgenden Grafiken geben einen Überblick über die unterschiedlichen Strukturen:

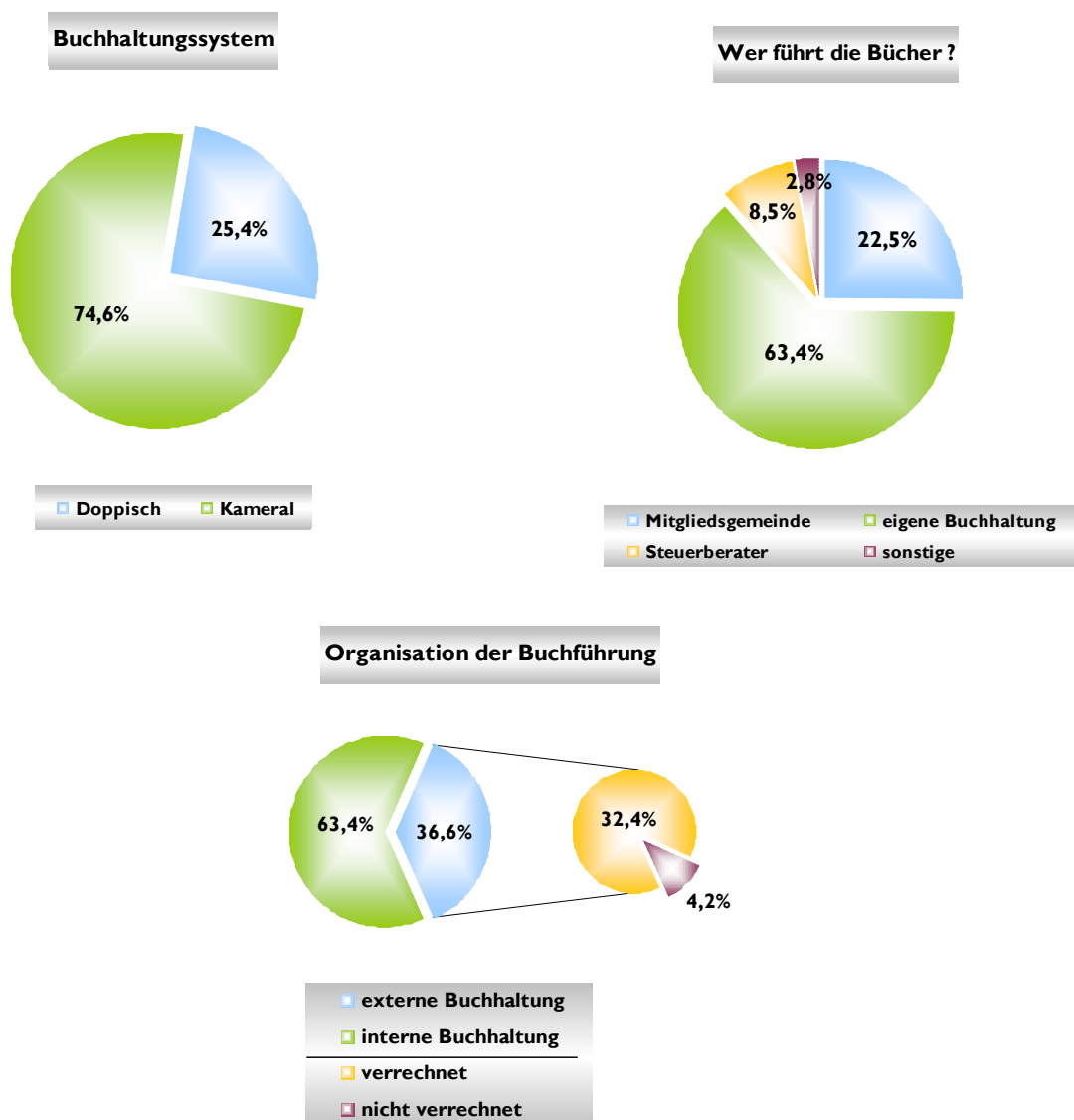


Abbildung 8-2: Struktur des Rechnungswesens



Der überwiegende Anteil der Teilnehmer führt eine kamerale Buchhaltung, wobei größtenteils auch im eigenen Haus gebucht wird. Knapp 40 % der Buchhaltungen werden extern durchgeführt.

Wird das Rechnungswesen nicht unmittelbar durch eigenes Personal der Organisation geführt, stellt sich zwangsläufig die Frage nach der Verrechnung. Im Falle von externen Dritten (Steuerberater) ist dies jedenfalls gegeben. Wird durch Mitgliedsgemeinden im Rahmen des Gemeindehaushaltes in einem eigenen Rechnungskreis gebucht, ist die Verrechnung nicht immer klar geregelt. Der Anteil jener Teilnehmer, welche keinerlei Verrechnung durchführen, ist jedoch mit 4,2 % relativ gering. Die Abgrenzung von Verwaltungsleitungen in diesem Fall gilt jedoch als grundsätzlich problematisch (siehe auch Kapitel 8.10.2 Seite 142 f).

Betrachtet man die Tiefe der Rechnungswesensysteme so ist festzustellen, dass überwiegend ein Mindestmaß an entsprechender Detaillierung fehlt. So wurde bei nur 22,5 % der Teilnehmer eine durchgängige Trennung der Hauptbereiche Orts-/Verbandskanalisation, Kläranlage und Verwaltungskosten (Kostenstellenhauptgruppen) im Rahmen der Buchführung vorgefunden.

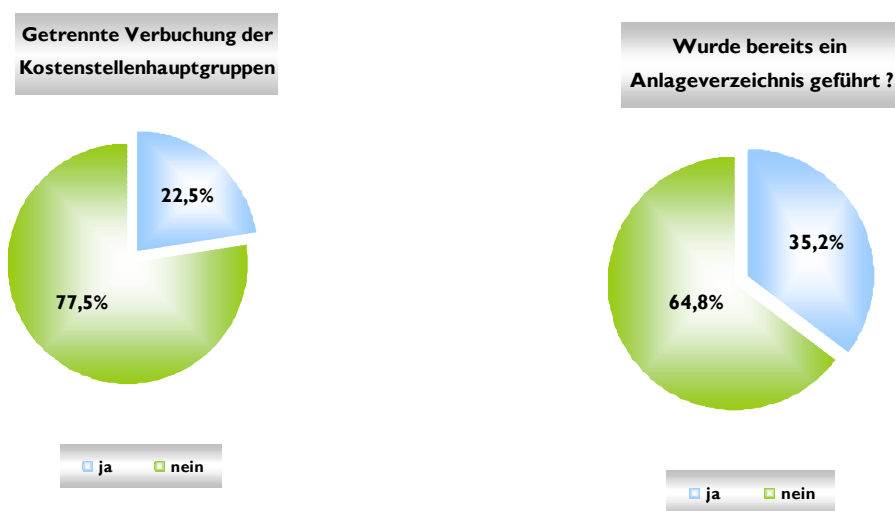


Abbildung 8-3: Getrennte Verbuchung – Führung Anlagenverzeichnis

Die Erfassung des Anlagevermögens in Form eines Anlagenspiegels haben rund 35 % der Benchmarking-Teilnehmer bereits vollzogen (wobei davon rund 25 % den Anteil der Doppiker darstellen). Eine Zuordnung des Anlagevermögens auf die Hauptbereiche (siehe oben) haben zudem nur einzelne Teilnehmer bereits vorgenommen.

Im Zuge der Einführung der Kosten- und Leistungsrechnung (Einmalkostenrechnung) wurde für alle Benchmarking-Teilnehmer ein Anlagenspiegel erstellt, welcher zukünftig durch die jährliche Eingabe lediglich der Anlagenzugänge ohne großen Aufwand aktualisiert werden kann.

### 8.4 Gesamtjahreskostenanalyse – Ableitung und Reinigung

Nachfolgende Analysen stellen die Anteile einzelner Kostenblöcke der Abwasserableitung und -reinigung im Verhältnis zu den Gesamtkosten - in Abhängigkeit der unterschiedlichen organisatorischen Gruppierungen - in Prozentverhältnissen dar.

Diese Gesamtkostenauswertung beinhaltet sämtliche erhobenen Jahreskosten, also auch Hilfskosten der Gesamtorganisation (Verwaltung, Werkstatt, Fuhrpark), welche im Zuge des Umlageverfahrens auf die einzelnen Hauptkostenstellen verteilt wurden.

#### 8.4.1 Anteil der Jahresableitungs- bzw. Jahresreinigungskosten

Innerhalb der organisatorischen Gruppen (A = ARA; B = ARA u. Sammler; C = ARA u. Sammler u. Ortskanal) verteilen sich die Gesamtjahreskosten bezogen auf Abwasserableitung und Abwasserreinigung wie folgt:

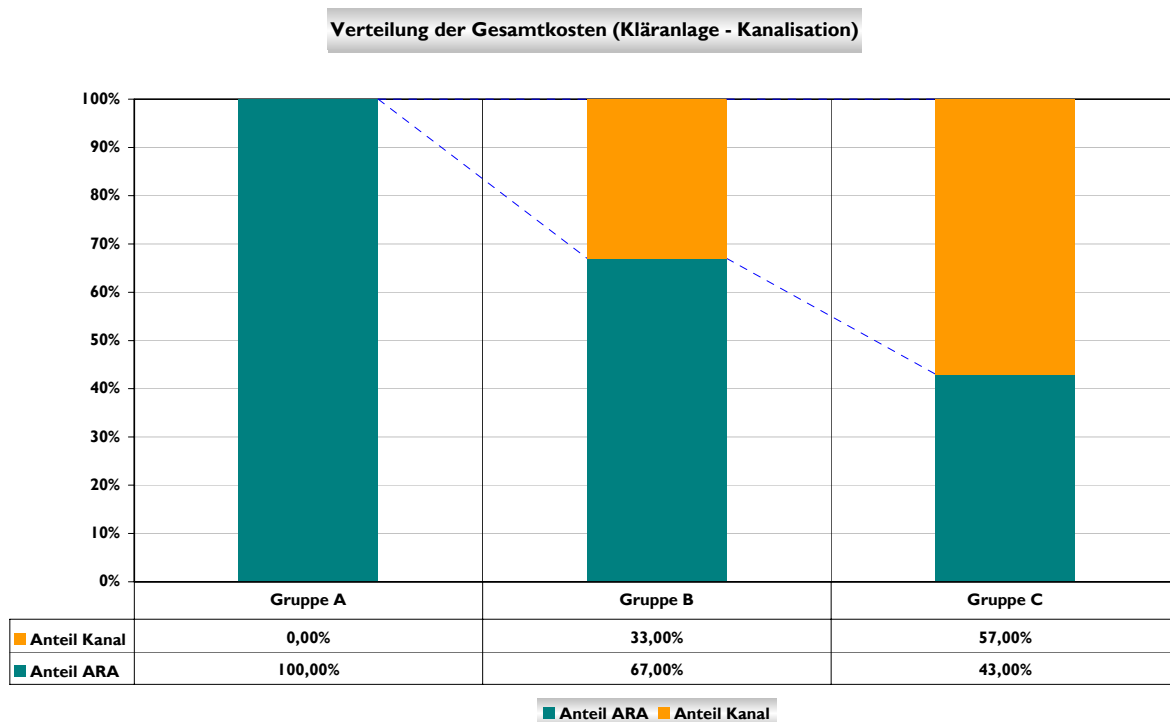


Abbildung 8-4: Verteilung der Gesamtkosten (Kläranlage – Kanalisation)

Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass sich die Kostenverteilung zwischen der Gruppe B und Gruppe C von einem Kläranlagenanteil von 67 % zu einem Anteil von 43 % verschiebt. Diese Veränderung ist durch die Kosten für die Errichtung und Betreuung der Ortskanäle erklärbar.

### 8.4.2 Betriebs- bzw. Kapitalkostenanteile an den Gesamtjahreskosten

Der Vergleich der Jahresgesamtkosten bezogen auf Kapital- und Betriebskosten führt zu folgendem Ergebnis:

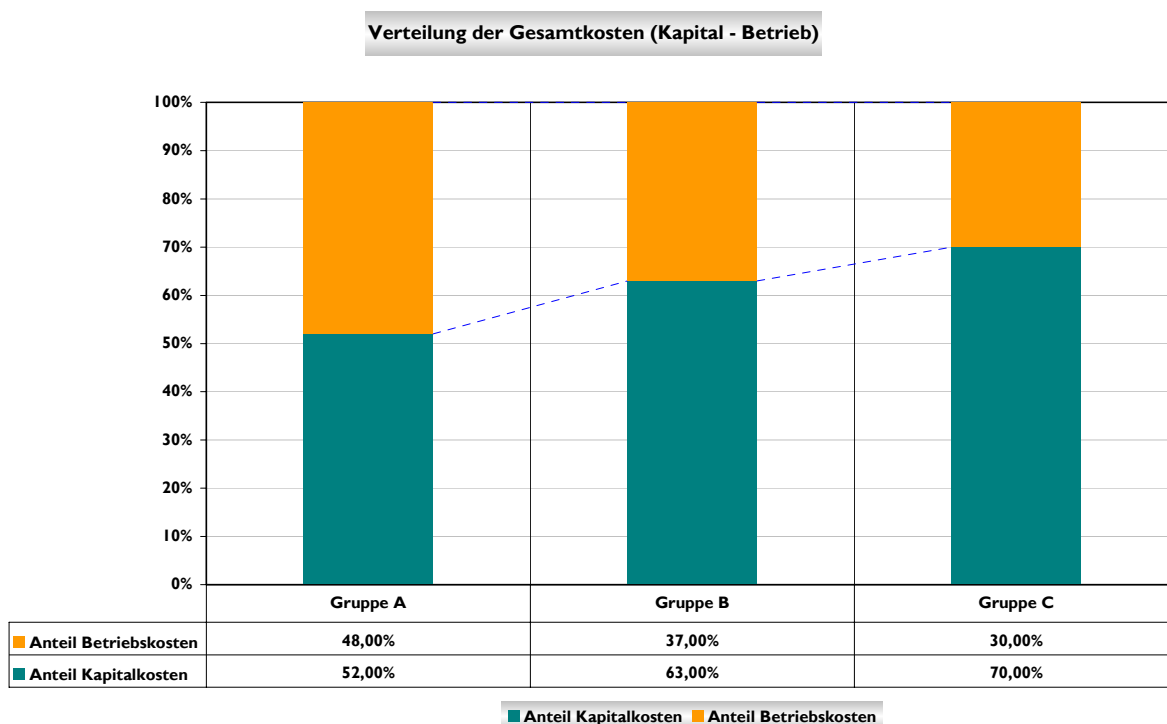


Abbildung 8-5: Verteilung der Gesamtkosten (Kapital – Betrieb)

Die zusätzliche Betreuung und Errichtung - einerseits der Verbandskanäle (Gruppe B) und andererseits der gesamten Kanalisation (Gruppe C) - ist in der Zunahme der Kapitalkosten erkennbar. Aus dieser Darstellung wird bereits ersichtlich, dass der Bereich der Abwasserableitung kapitalintensiver ist als die Abwasserreinigung.

Betrachtet man nur die Abwasserreinigung (Gruppe A) so ergibt sich ein Kapitalkostenanteil von 52 %. Bei Betreuung und Errichtung der gesamten Abwasserableitung und –reinigung ergibt sich ein Kapitalkostenanteil von bis zu 70 %.

## 8.5 Jahreskosten Abwasserableitung - gesamt

Die gesamten Jahreskosten werden nun für den Bereich der Abwasserableitung weiter analysiert. Dabei werden nur Ergebnisse für die Gruppen B und C berücksichtigt, da die Gruppe A ausschließlich die Abwasserreinigung durchführt.

### 8.5.1 Abwasserableitung – Betriebs- bzw. Kapitalkostenanteile

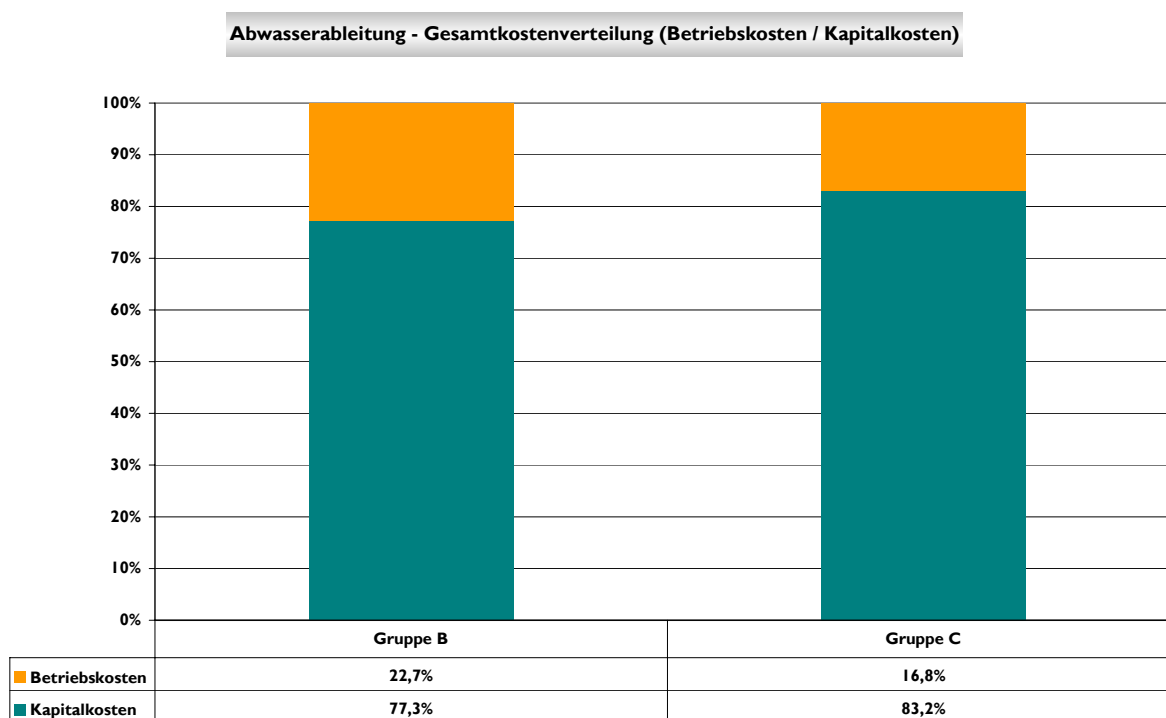


Abbildung 8-6: Abwasserableitung - Gesamtkostenverteilung (Betriebskosten / Kapitalkosten)

Wie schon beim Vergleich der Jahreskosten ersichtlich ist, wird mit zunehmender Kanalisation der Anteil der Kapitalkosten entsprechend höher. In dem Bereich der Abwasserableitung ist der Anteil der Kapitalkosten mit 77 % bzw. 83 % wesentlich höher als im Bereich der Gesamtkosten (Kosten inklusive ARA).

Interessant ist dabei, dass der Unterschied zwischen der Gruppe B und der Gruppe C bei dieser Betrachtung nicht sehr groß ist. Demnach ist davon auszugehen, dass die zusätzliche Durchführung der Errichtung und des Betriebes von Ortskanälen innerhalb eines Verbandes oder einer Gemeinde die Jahreskosten gleichermaßen kapital- als auch betriebskostenseitig steigert.

### 8.5.2 Abwasserableitung - Baulich bzw. maschineller Kapitalkostenanteil

Der Vergleich der Jahreskapitalkosten hinsichtlich des baulich- bzw. maschinellen Anteils lässt sich wie folgt darstellen:

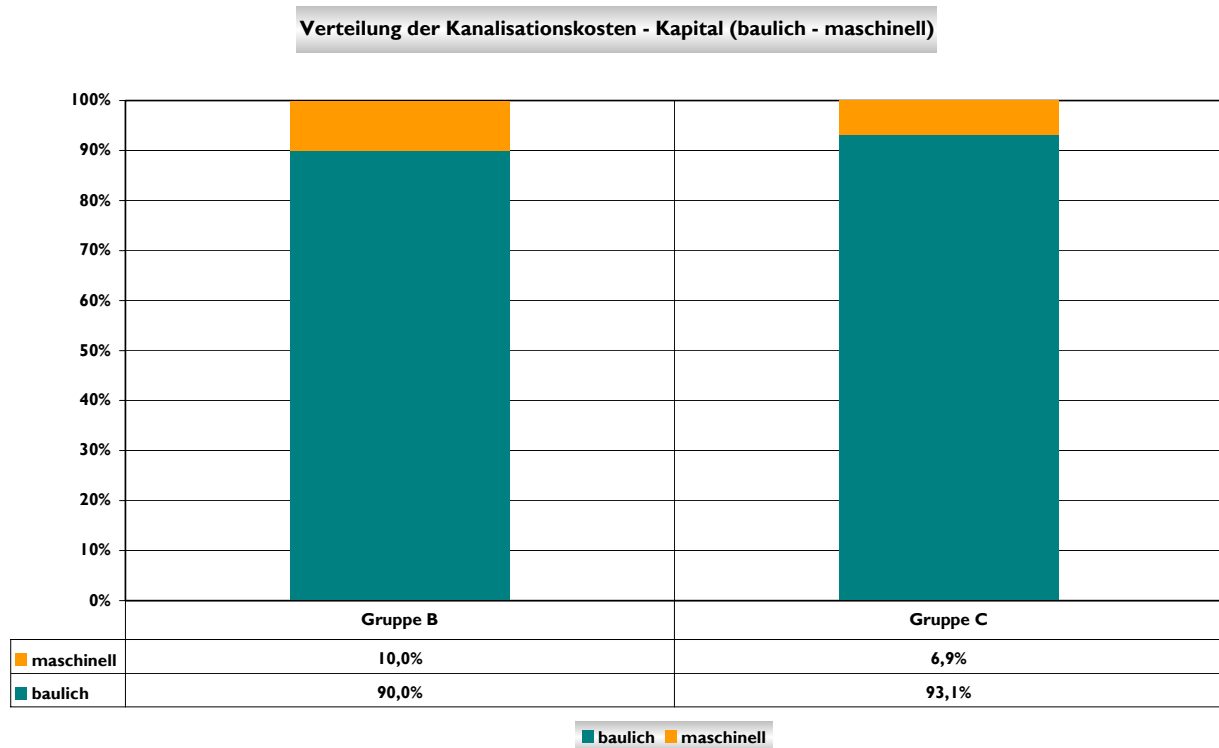


Abbildung 8-7: Verteilung der Kanalisationskosten – Kapital (baulich – maschinell)

Den überwiegenden Teil der Kapitalkosten (rund 90 %) stellen im Bereich der Kanalisation die baulichen Investitionen dar. Deutlich wird auch hier die fehlende Differenz im Unterschied zwischen der Gruppe B und der Gruppe C.

## 8.6 Jahreskosten Abwasserableitung - Detailauswertung

Im nächsten Schritt werden die Kostenblöcke innerhalb der Abwasserableitung im Detail analysiert. Dabei wird einerseits die Verteilung innerhalb der definierten Prozesse bzw. werden andererseits auch die Anteile der untersuchten Kostenarten dargestellt.

### 8.6.1 Jahreskapitalkosten Kanalisation bzw. Sonderbauwerke

Der Anteil der Jahreskapitalkosten wurde bezogen auf die Kostenstellengruppen „Kanalisation“ und „Sonderbauwerke“ (= Pumpwerke, Regenüberlaufbecken etc.) unter Berücksichtigung der organisatorischen Kriterien untersucht:

Die Analyse Kapitalkostenanteile ergibt unter Berücksichtigung der Kostenstellenzuordnung im Detail folgendes Bild:

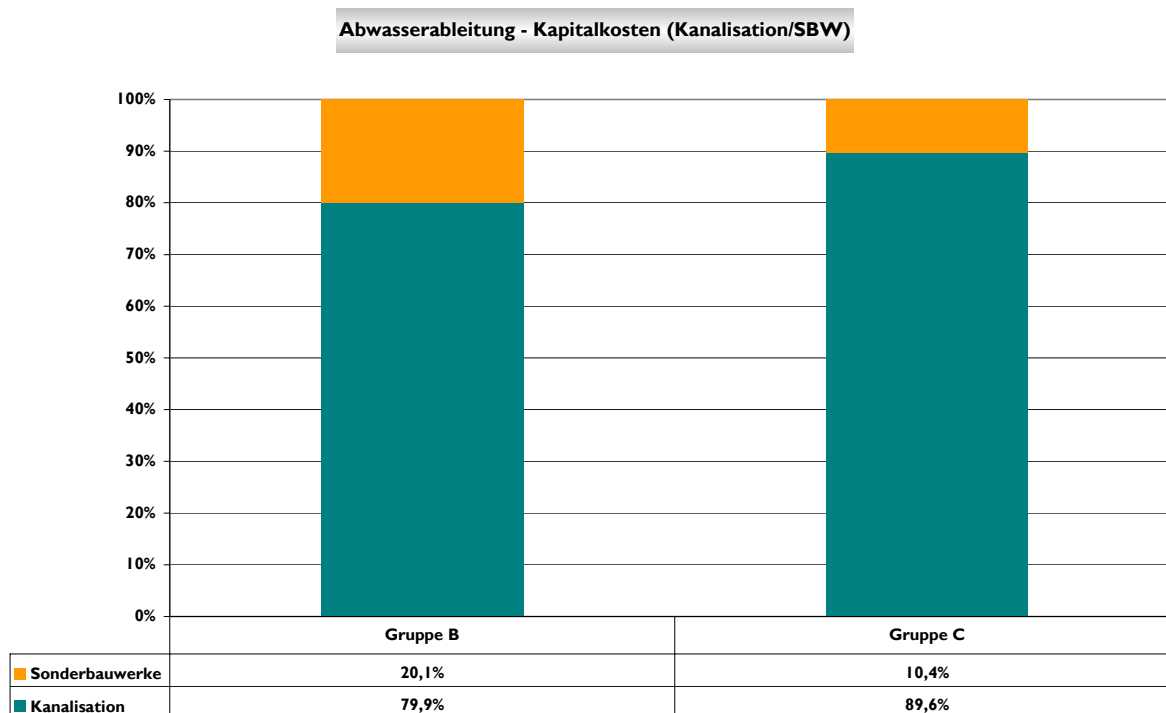


Abbildung 8-8: Abwasserableitung - Kapitalkosten (Kanalisation/SBW)

Es wird deutlich, dass sich der überwiegende Teil der Jahreskapitalkosten im Bereich der reinen Kanalisation niederschlägt. Dieser Anteil von rund 80 % erhöht sich innerhalb der Gruppe C (Errichtung und Betrieb der Gesamtkanalisation) noch deutlich auf knapp 90%.

### 8.6.2 Jahresbetriebskosten Kanalisation bzw. Sonderbauwerke

Wird die selbe Auswertung auf den Bereich der Betriebskosten angewandt, wird eine deutliche Verschiebung dieses Verhältnisses sichtbar:

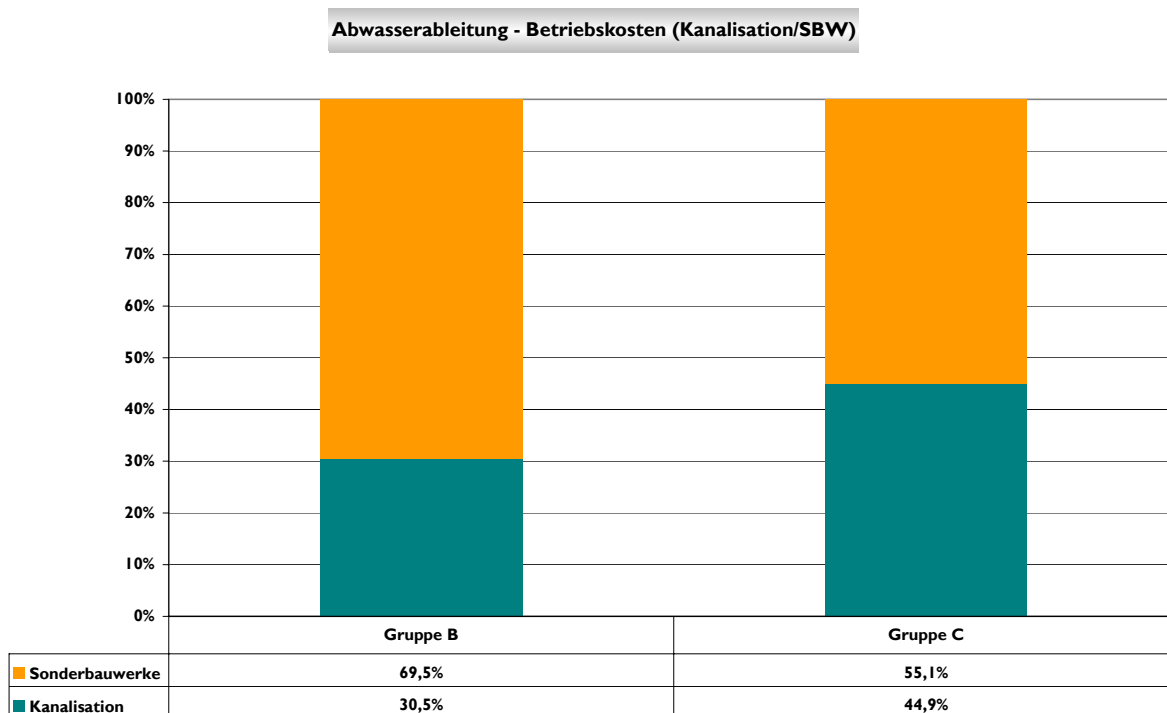


Abbildung 8-9: Abwasserableitung Betriebskosten (Kanalisation/SBW)

Die Betriebskosten im Bereich der Abwasserableitung schlagen sich anteilmäßig größtenteils im Betrieb der Sonderbauwerke nieder. Interessant ist, dass der Betriebskostenanteil Kanalisation bei der Gruppe C im Vergleich zu den Investitionskosten **überproportional zunimmt**.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass **55 % bis 69 % der Betriebskosten** der Abwasserableitung im Bereich der **Sonderbauwerke** anfallen.

### 8.6.3 Kapital- bzw. Betriebskosten bezogen auf Kostenstellen der Abwasserableitung

Die gemeinsame Darstellung dieser Kostenverteilungen innerhalb der Abwasserableitung zeigt nachfolgende Grafik:

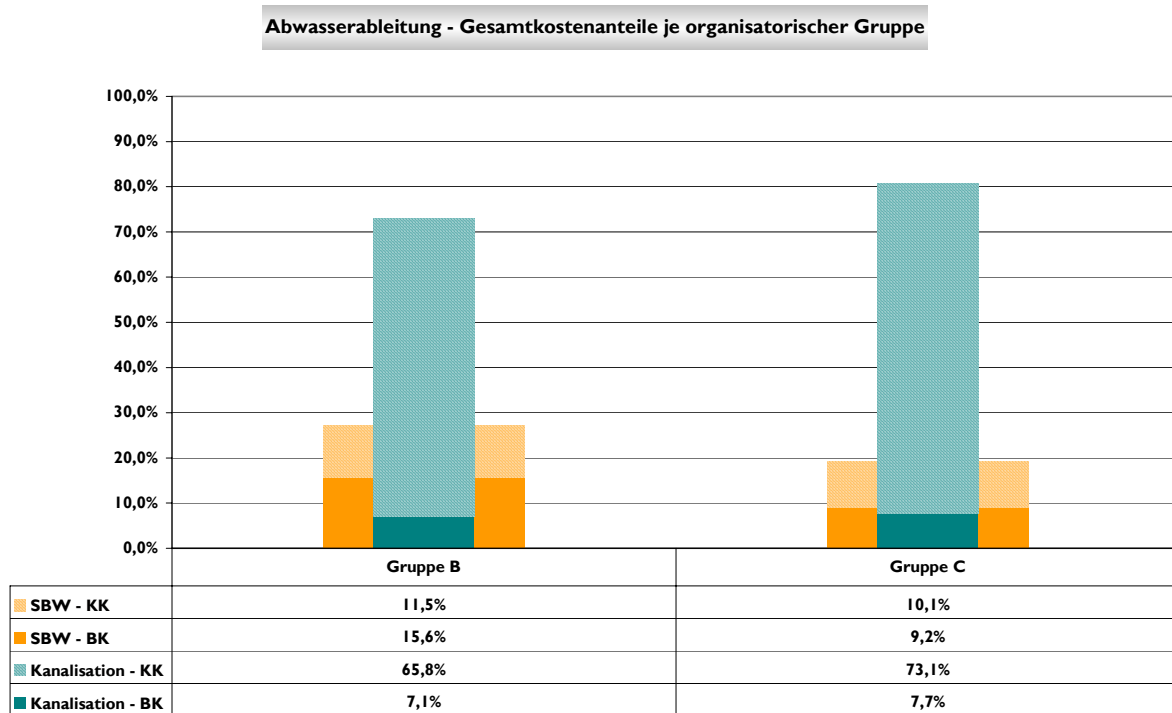


Abbildung 8-10: Abwasserableitung – Gesamtkostenanteile je organisatorischer Gruppe

Aus dieser Darstellung wird deutlich, dass der unmittelbar beeinflussbare Bereich der Betriebskosten im Rahmen der Abwasserableitung mit rund 22 % bzw. 17 % relativ gering bleibt.



### 8.6.4 Abwasserableitung - Betriebskostenstruktur

Die Zuordnung sämtlicher Betriebskosten/Kostenarten zu den definierten Kostenarten ermöglicht die Auswertung der Kostenartenblöcke innerhalb der Abwasserableitung.

Die kostenartenspezifische Verteilung der Betriebskosten wird in nachfolgender Grafik dargestellt:

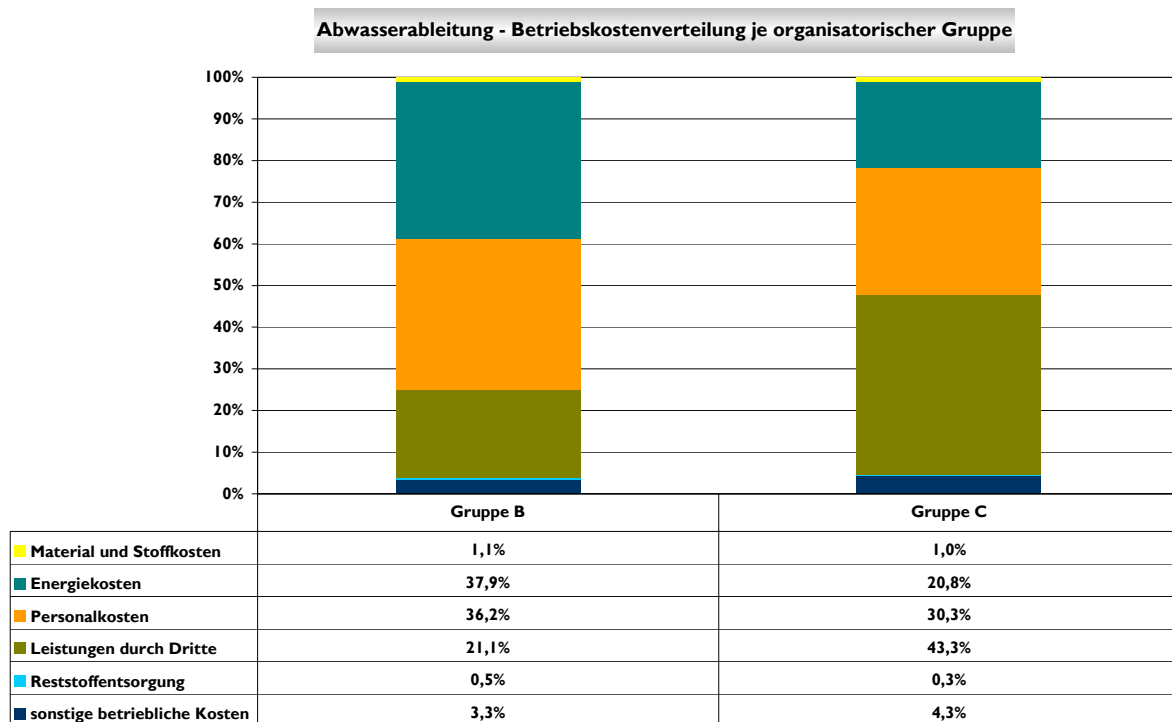


Abbildung 8-11: Abwasserableitung – Betriebskostenverteilung je organisatorischer Gruppe

Die wesentlichsten Kostenblöcke im Betrieb der Abwasserableitung bilden die

- Energiekosten
- Personalkosten
- Leistungen durch Dritte.

Auffallend ist im Vergleich der organisatorischen Gruppen die starke Ausweitung der Drittleistungen innerhalb der Gruppe C auf das Doppelte. Ebenso gibt es eine deutliche Verschiebung der Betriebskostenanteile im Bereich der Energiekosten, welche jedoch primär unterschiedlichen Pumpwerksanteilen zu Grunde zu legen ist.

## 8.7 Jahreskosten Kläranlage - Gesamt

Analog zu den Auswertungen im Bereich Abwasserableitung werden nun die Kostenanteile im Bereich der Abwasserreinigung in Prozentanteilen dargestellt.

Im Gegensatz zu den Analysen der Abwasserableitung werden im Bereich der Kläranlagen nicht die organisatorischen Kriterien sondern die Größengruppen (siehe Kapitel **Fehler!** **Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sowie 8.2) für eine Unterteilung herangezogen.

### 8.7.1 Abwasserreinigung – Betriebs- bzw. Kapitalkostenanteile

Das Verhältnis Kapitalkosten zu Betriebskosten im Bereich der Abwasserreinigung lässt sich unter Berücksichtigung der Größengruppen wie folgt darstellen:

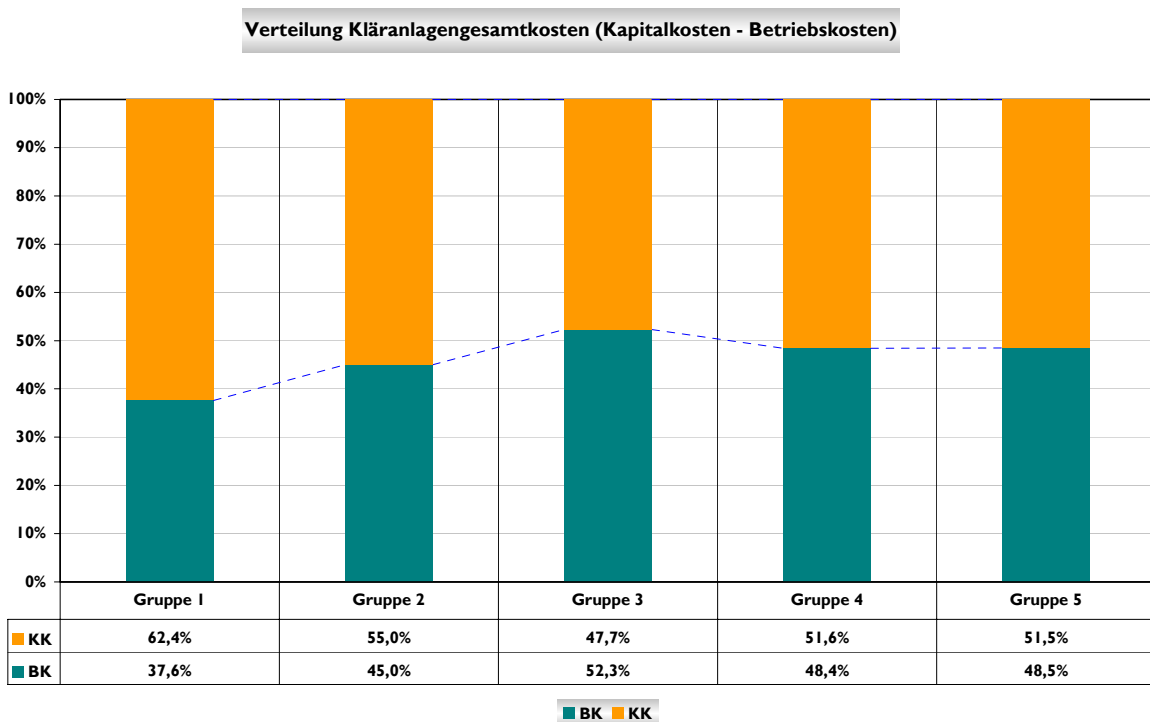


Abbildung 8-12: Verteilung Kläranlagengesamtkosten (Kapitalkosten – Betriebskosten)

Die Gegenüberstellung der Kapital- und Betriebskosten zeigt deutlich, dass mit abnehmender Kläranlagengröße der Kapitalkostenanteil steigt und **sich ab einer Größe von ca. 12.000 EW-CSB<sub>110</sub> (Gruppe 3) bei einem Kapitalkostenanteil von ca. 50 % einpendelt**. Bei **kleinen Kläranlagen** ist der Betriebskostenanteil mit ca. **38 % wesentlich** geringer.

## 8.7.2 Abwasserreinigung – Baulich bzw. maschineller Kapitalkostenanteil

Die Unterscheidung der Kapitaljahreskosten bezogen auf bauliche und maschinelle Anteile der Abwasserreinigung ergibt unter Berücksichtigung unterschiedlicher Kläranlagengrößen nachfolgende Ergebnisse:

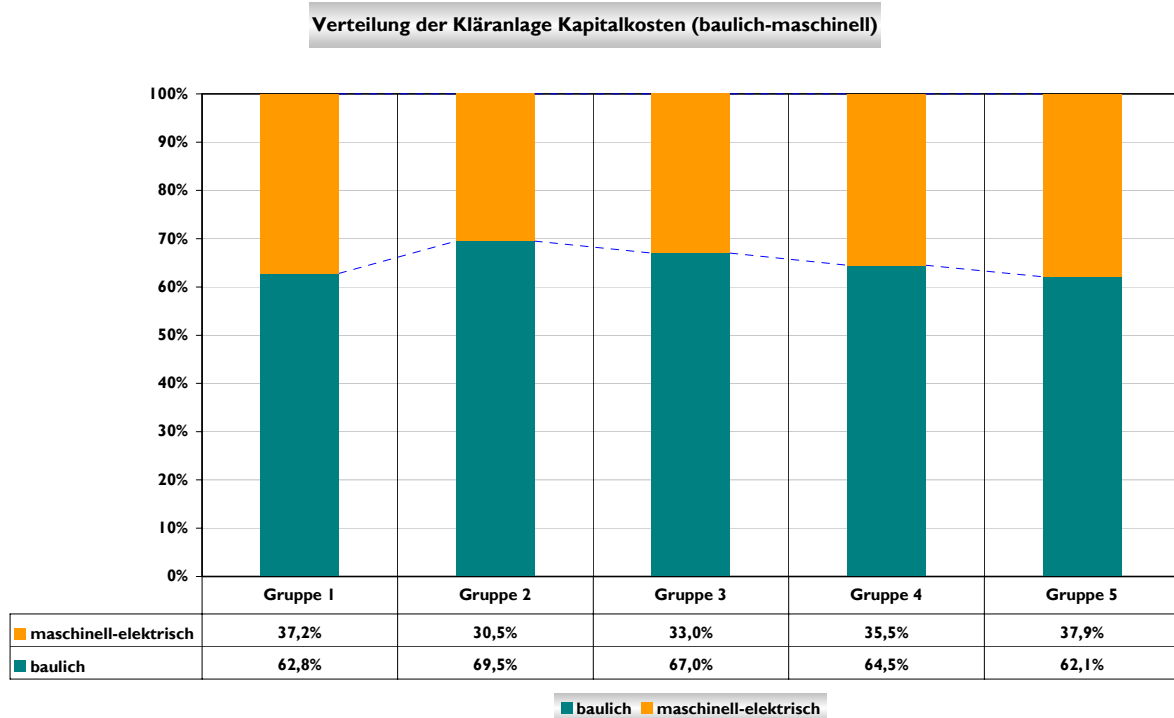


Abbildung 8-13: Verteilung der Kläranlage Kapitalkosten (baulich – maschinell)

Offensichtlich wird, dass der Anteil der maschinell-elektrischen Jahreskosten keinen wesentlichen Zusammenhang mit der Kläranlagengröße aufweist und demnach auch die baulichen Anlagenteile größenunabhängig bei ungefähr **65 % der Jahreskapitalkosten** darstellen.

## 8.8 Jahreskosten Abwasserreinigung – Detailauswertung

Nachfolgende Analysen gehen im Detail auf die Kostenarten- und Kostenstellenstruktur ein. Diese Auswertungen berücksichtigen keine organisatorischen Hilfskosten (Verwaltung, Fuhrpark und Werkstatt). Der detaillierten Analyse dieser Hilfskosten ist ein eigenes Kapitel gewidmet (siehe Kapitel 8.10 unten).

### 8.8.1 Kapitalkosten Abwasserreinigung – Detailanalyse

Im Bereich der Abwasserreinigung war eine Zuordnung auf die einzelnen Kostenstellen bei einem Großteil der Investitionskosten und den damit verbundenen kalkulatorischen Abschreibungen und Zinsen nur über **eine prozentmäßige Schätzung** möglich (insbesondere für mehrere Prozesse gemeinsam durchgeführte bauliche Maßnahmen, welche im Nachhinein sehr schwer aufteilbar waren).

Nachfolgende Grafik verdeutlicht den Anteil jener Kapitalkosten, welche im Bereich Abwasserreinigung im Nachhinein nicht unmittelbar den Prozessen zuordenbar waren.

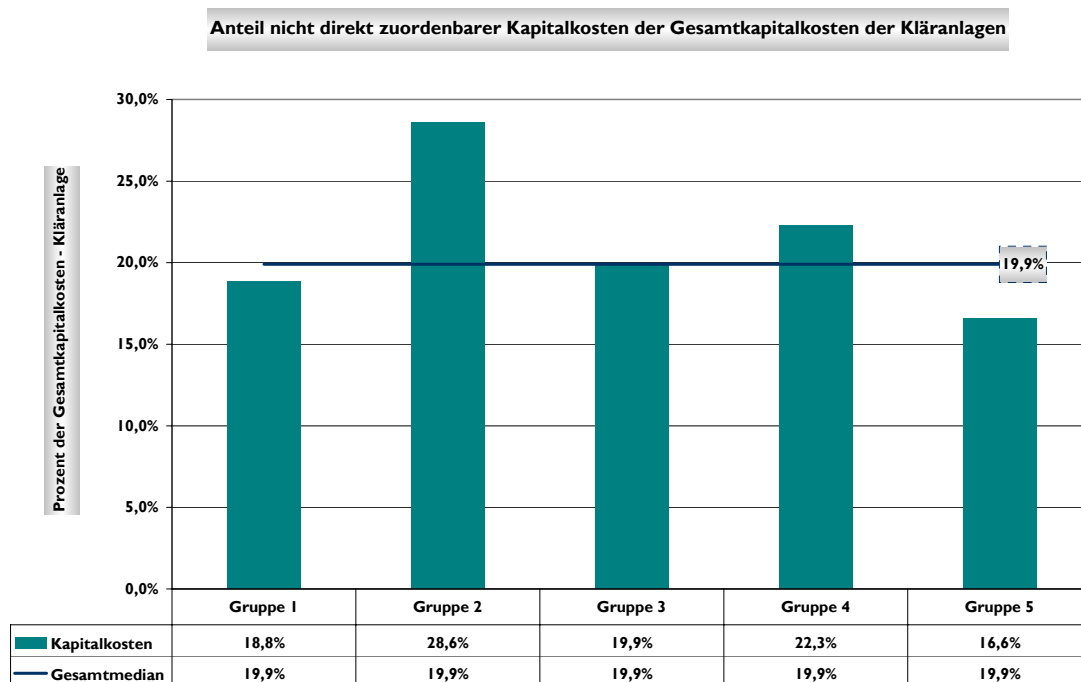


Abbildung 8-14: Anteil nicht direkt zuordenbarer Kapitalkosten der Gesamtkapitalkosten der Kläranlage

Der Median der einzelnen Größengruppen für die **nicht exakt zuordenbaren Kapitalkosten** liegt bei rund **20 % der gesamten Jahreskapitalkosten** der Kläranlagen.

Aus diesem Grund wurde im Rahmen der Abwasserreinigung die prozessbezogene Detailanalyse *nur* für den Bereich der Betriebskosten vollzogen, da es ansonsten zu groben Unschärfen gekommen wäre.

### 8.8.2 Betriebskostenverteilung Prozesse

Die Verteilung der Kläranlagenbetriebskosten auf die Prozesse in Abhängigkeit der Größengruppen stellt sich demnach wie folgt dar:

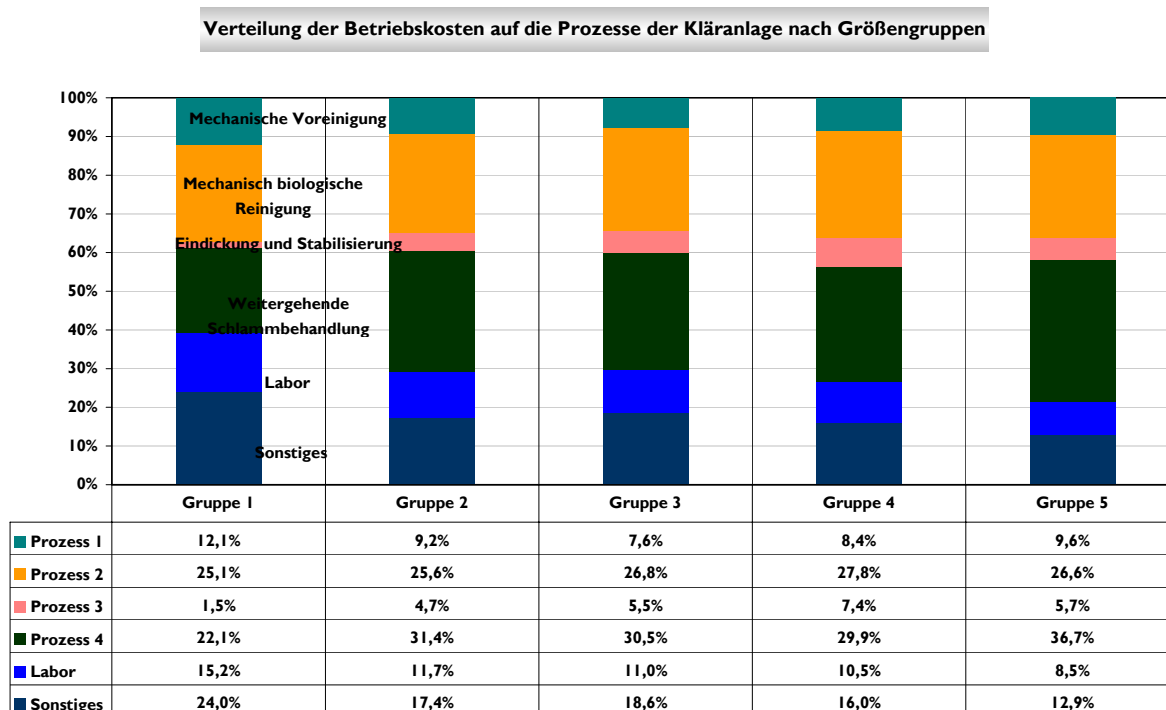


Abbildung 8-15: Verteilung der Betriebskosten auf die Prozesse der Kläranlage nach Größengruppen

Aus dieser Auswertung ist deutlich erkennbar, dass sich das Verhältnis der prozessbezogenen Betriebskosten der Kläranlage mit zunehmender Größe nicht extrem verändert.

Deutlich ist ersichtlich, dass die Jahresbetriebskosten im Bereich Labor die kleinen Kläranlagen wesentlich höher belasten als dies bei größeren Anlagen der Fall ist. Für diesen Bereich kommt die Fixkostendegression voll zum Tragen (Gruppe 1 nicht repräsentativ!).

Auffallend ist - insbesondere bei kleineren Anlagen - der hohe Anteil der Kostenstelle 592 –

ARA sonstige Betriebskosten. Die Detailanalyse dieser Kostenstelle ergibt folgendes Bild:

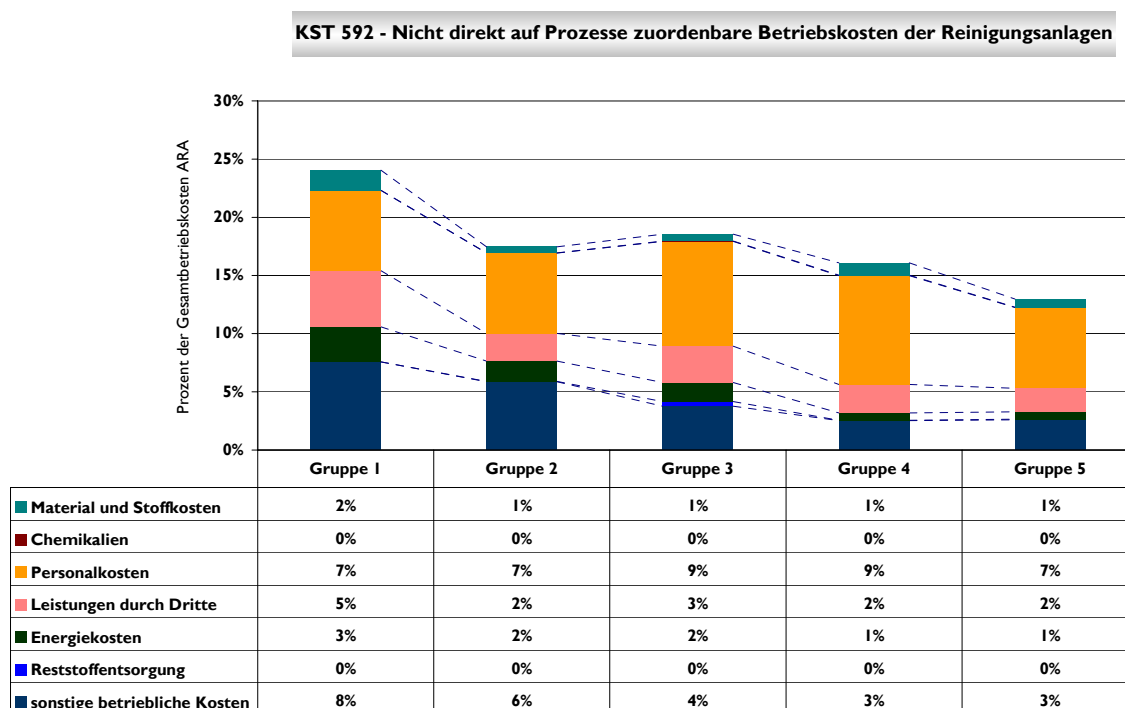


Abbildung 8-16: KST 592 – Nicht direkt auf Prozesse zuordenbare Betriebskosten der Reinigungsanlagen

Für den Kostenblock – sonstige betriebliche Kosten – im Bereich der Kostenstelle 592 ist anzumerken, dass es bei kleinen Kläranlagen teilweise nicht möglich war (fehlende personelle Ressourcen für eine exakte Zuteilung der Einzelbuchungen) die Einzelkosten nachträglich auf die Hauptprozesse bzw. das Labor zuzuordnen. Dieser Umstand erklärt die Tatsache, dass der Anteil der sonstigen Kosten in dieser Gruppe höher liegt als vergleichsweise bei den übrigen Gruppen.

Deutlich wird aber, dass der Personalkostenanteil dieser Kostenstelle sehr hoch ist. Dieser Umstand ist aus der Tatsache zu erklären, dass im Zuge der Arbeitszeitaufzeichnungen Tätigkeiten, welche nicht unmittelbar den Prozessen der Kläranlage zuzuordnen waren (Wartung und Pflege der Außenanlagen, Grünarbeiten etc.), dieser Kostenstelle 592 – Sonstige betriebliche Kosten ARA zugeordnet wurden.

Für das Benchmarking der Kläranlagenprozesse wurden diese Kosten wiederum mit einem Schlüssel den Prozessen zugerechnet.

Um konkrete Aussagen über die Personalkostenstruktur machen zu können, werden die

Personalkostenblöcke der Kostenstelle 592 nun im Verhältnis zu den gesamten Personalkosten der Abwasserreinigung dargestellt:

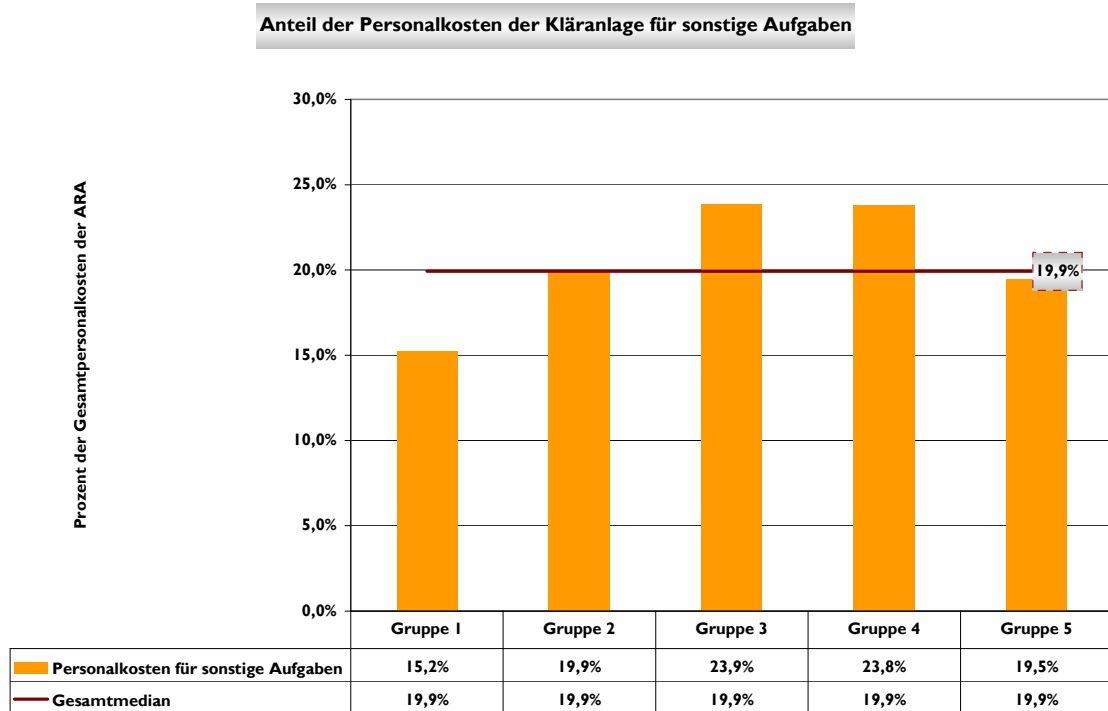


Abbildung 8-17: Anteil der Personalkosten der Kläranlage für sonstige Aufgaben

Erkennbar wird, dass der **Anteil der Personalkosten für nicht direkt zuordenbare Leistungen** auf der Kläranlage im Median mit rund **20 % einen wesentlichen Anteil** ausmacht.

### 8.8.3 Betriebskosten - Verteilung der Kostenarten

Ein Vergleich der Hauptkostenarten der Kläranlage bezogen auf einzelne Prozesse ermöglicht die Verteilung der Kostenarten innerhalb eines Prozesses, differenziert nach Größengruppen. Folgende Hauptkostenarten werden dargestellt:

- ⇒ Materialkosten
- ⇒ Kosten für chemische Mittel
- ⇒ Personalkosten

- ⇒ Kosten für Leistungen durch Dritte (Reparatur und laufender Betrieb)
- ⇒ Energiekosten
- ⇒ Entsorgungskosten
- ⇒ Sonstige Kosten

Vergleicht man die Kostenartenanteile des Kläranlagenbereichs, so lässt sich folgende Kostenverteilung je nach Kläranlagengröße ermitteln:

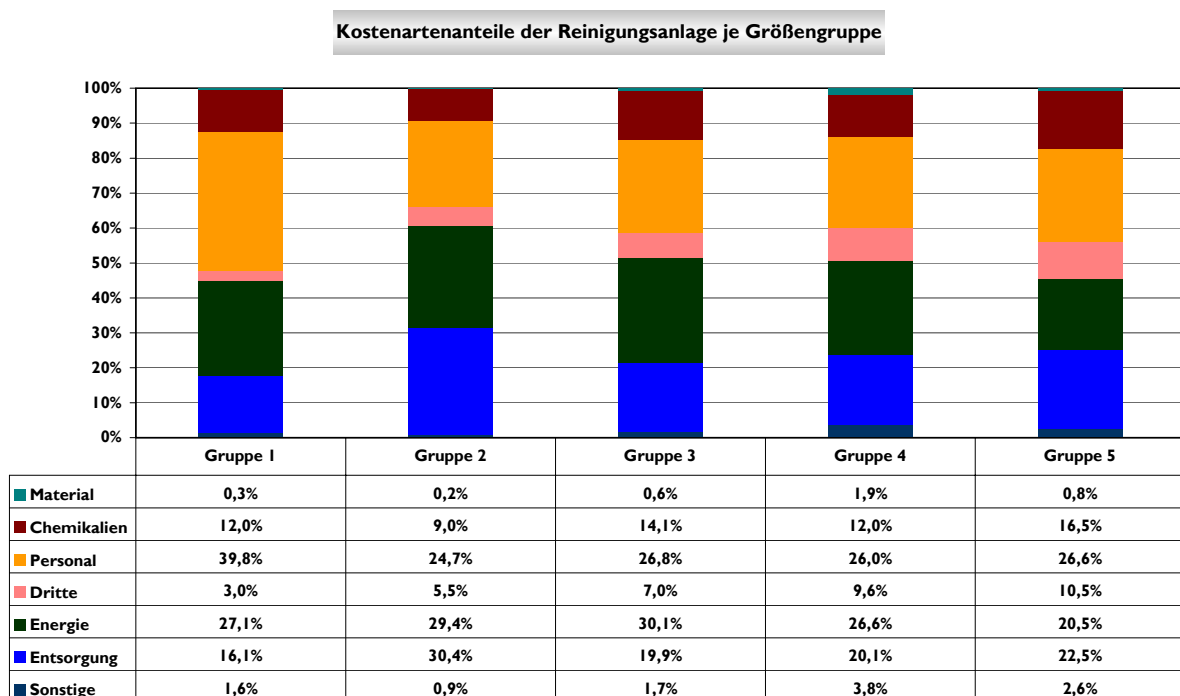


Abbildung 8-18: Kostenartenanteile der Reinigungsanlage je Größengruppe

Diese Auswertung zeigt deutlich die wesentlichsten Kostenblöcke in der Abwasserreinigung:

- Personal (Gruppe 1 rd. 40 % - Gruppen 2 bis 5 rd. 26 %)
- Energie (rd. 21 % bis 30 %)
- Entsorgung (rd. 16 % bis 30 %)

Erkennbar ist, dass der Anteil der einzelnen Kostenblöcke keine differenziert nach Größengruppen wesentliche Unterschiede aufweist. Ausnahme dabei bildet auf Grund der unterschiedlichen Möglichkeiten die Entsorgungskosten (überwiegend Klärschlamm, nur



gering Rechengut). Wie oben ersichtlich ist, schwankt der Anteil in diesem Bereich zwischen 15 % und 30 %.

Den größten Betriebskostenblock der Abwasserreinigung bilden die Personalkosten. Diese nehmen jedoch mit zunehmender Größe der Kläranlage ab.

Betrachtet man den Personalkostenblock der Reinigungsanlage im Detail – bezogen auf die Prozesse und unter Berücksichtigung der Größengruppen – so stellt sich folgendes Bild dar:

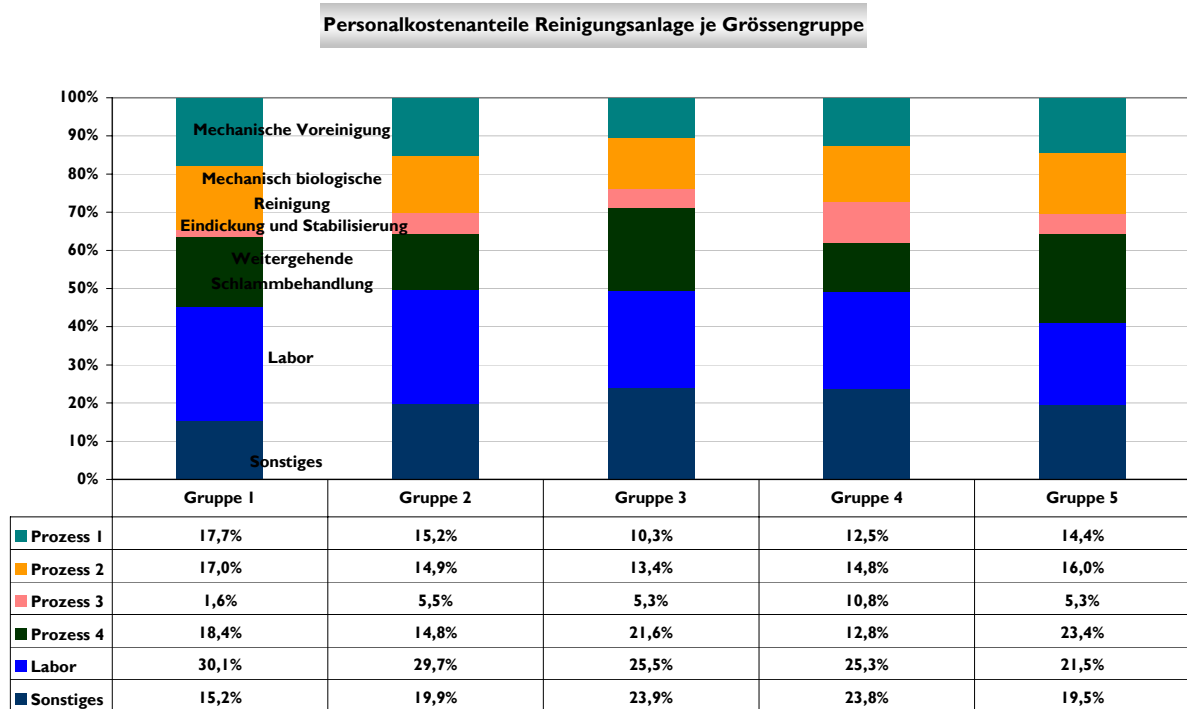


Abbildung 8-19: Personalkostenanteile Reinigungsanlage je Größengruppe

Ersichtlich wird, dass die bereits oben herausgearbeitete **Fixkostendegression im Bereich des Labors im Wesentlichen auf die Personalkosten zurückzuführen** ist.

Wiederum ist der hohe Anteil der sonstigen Leistungen im Bereich „Personalkosten Kläranlage“ zu erkennen (siehe 8.8.2 oben).

#### 8.8.4 Kostenartenverteilung – Detailprozesse Kläranlage

In einem weiteren Detaillierungsschritt wird es nun möglich die einzelnen Prozesse auf ihre Kostenartenanteile zu analysieren. Diese Auswertung zeigt in einzelnen Prozessen doch deutliche Schwankungen in der Verteilung. Dies ist im Einzelnen auch auf die unterschiedlichen technischen Verfahren zurückzuführen.

### 8.8.4.1 Kostenverteilung Kläranlage - Mechanische Vorreinigung (Prozess 1)

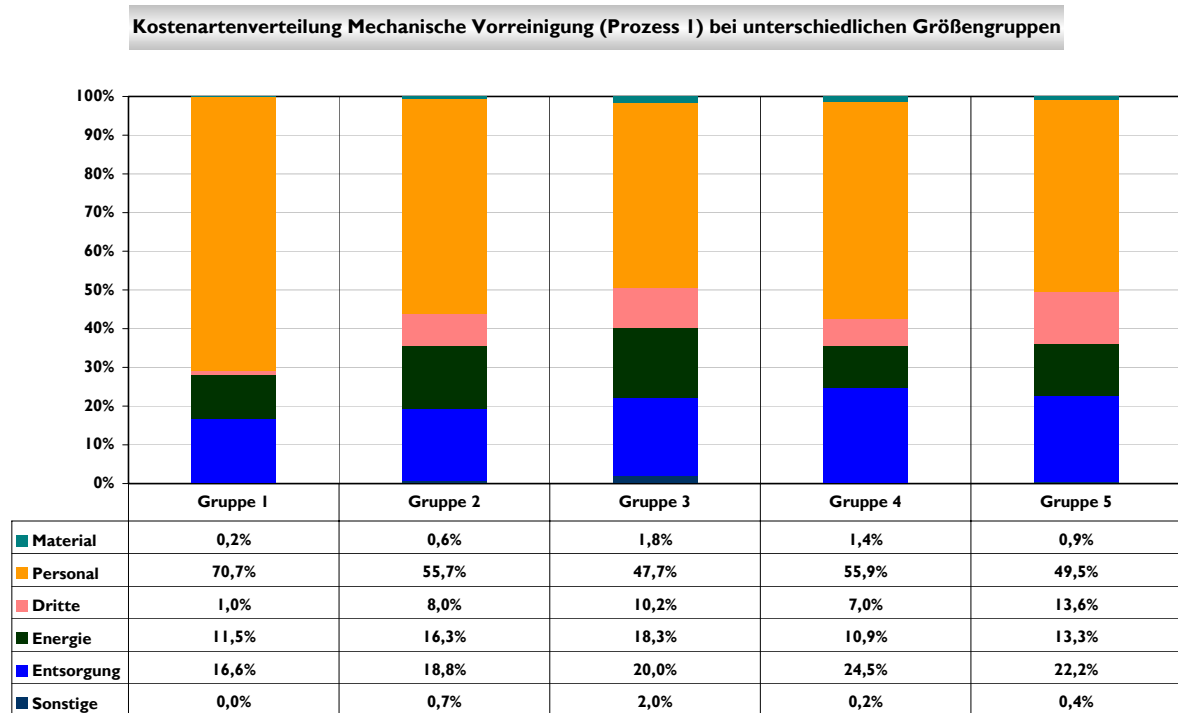


Abbildung 8-20: Kostenartenverteilung Mechanische Vorreinigung (Prozess 1) bei unterschiedlichen Größengruppen

Den Hauptkostenanteil im Bereich der mechanischen Vorreinigung stellen die Personalkosten dar, wobei sich der Anteil von knapp 70 % (Gruppe 1) auf ca. 50 % Gruppe 5 reduziert.

### 8.8.4.2 Kostenverteilung Kläranlage – Mechanisch-Biologische Reinigung (Prozess 2)

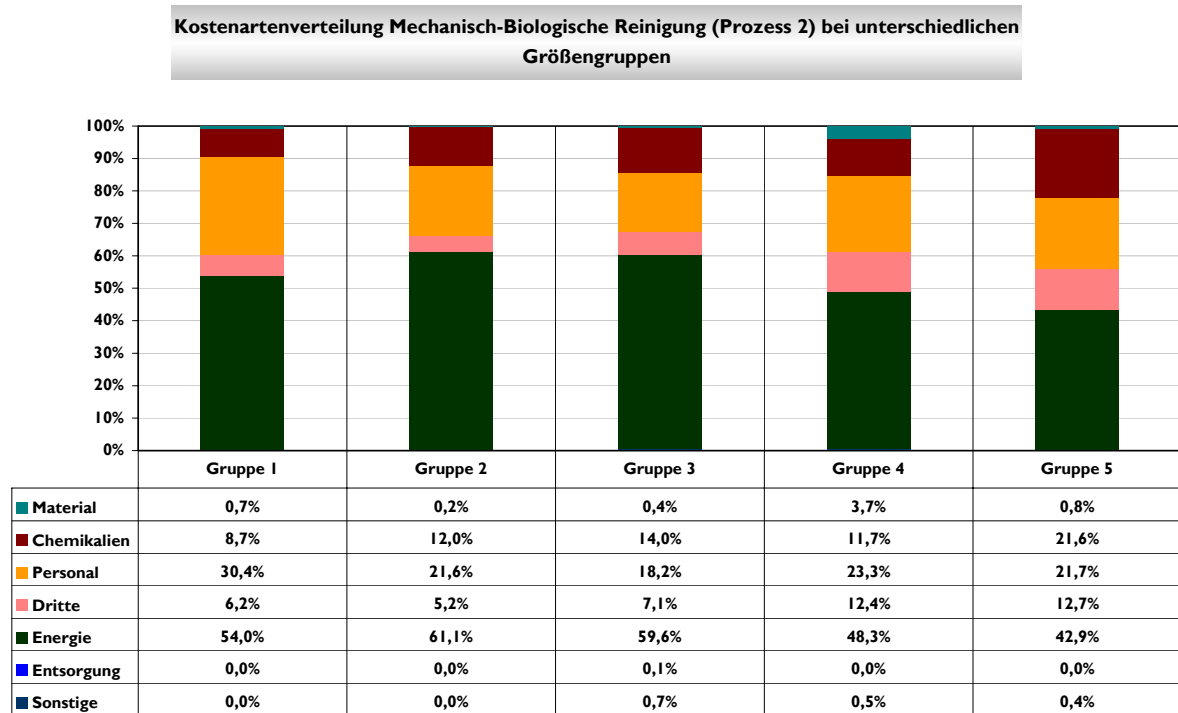


Abbildung 8-21: Kostenartenverteilung Mechanisch-Biologische Reinigung (Prozess 2) bei unterschiedlichen Größengruppen

Den größten Kostenblock stellen im Bereich der Biologie die Energiekosten dar. Dabei ist interessant, dass mit zunehmender Kläranlagengröße der Anteil von ca. 60 % bei kleineren Anlagen auf knapp 40 % um einen deutlichen Anteil sinkt.

### 8.8.4.3 Kostenverteilung Kläranlage – Eindickung/Stabilisierung (Prozess 3)

Die Verteilung der Kostenarten bezogen auf die Eindickung und Stabilisierung stellt sich wie folgt dar:

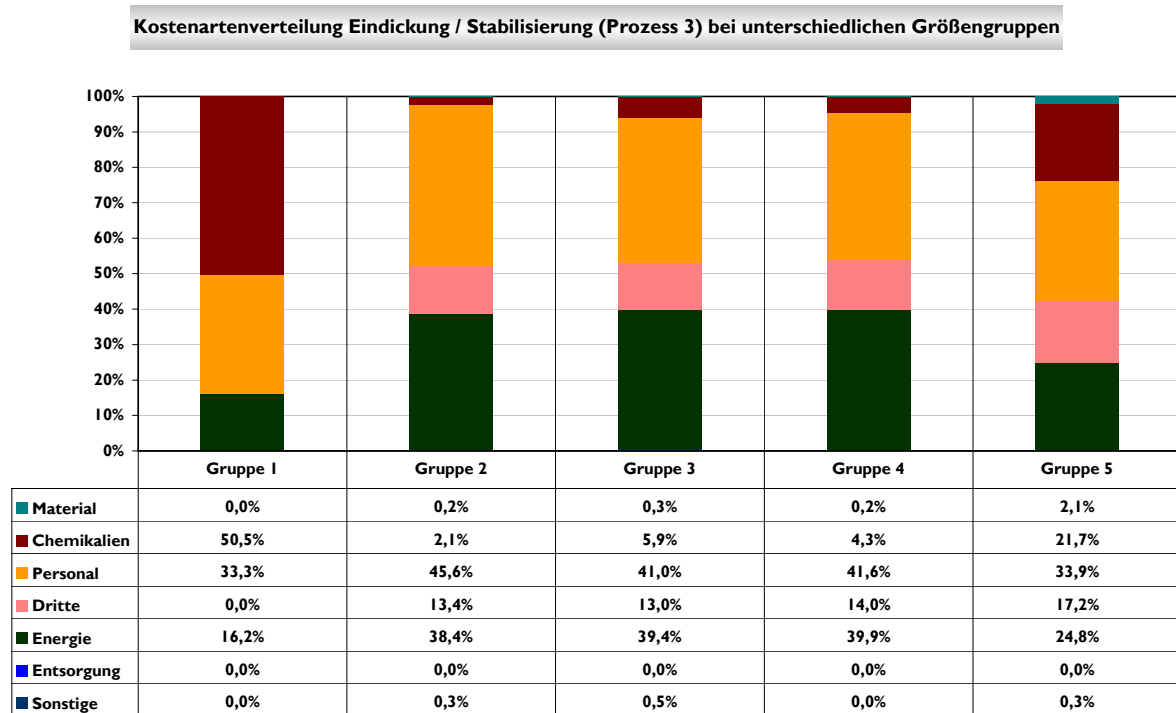


Abbildung 8-22: Kostenartenverteilung Eindickung/Stabilisierung (Prozess 3) bei unterschiedlichen Größengruppen

Die extreme Abweichung in der Verteilung innerhalb der Kostenarten in der Gruppe 1 ist ausschließlich auf ein Einzelergebnis zurückzuführen, da alle anderen Kläranlagen der Gruppe 1 eine simultane Stabilisierung durchführen. Trotzdem schlagen sich auch in den anderen Gruppen die unterschiedlichen technischen Verfahren stark durch.

### 8.8.4.4 Kostenverteilung Kläranlage – Weitergehende Schlammbehandlung (Prozess 4)

Die weitergehende Schlammbehandlung weist folgende Kostenverteilung auf:

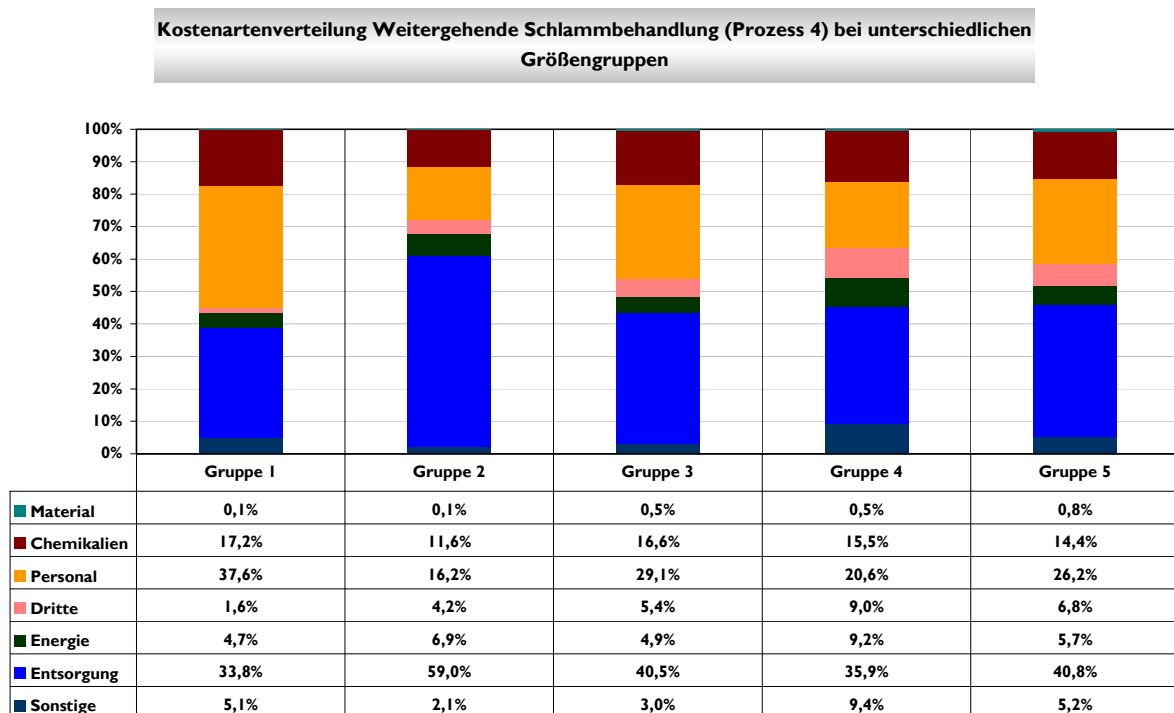


Abbildung 8-23: Kostenartenverteilung Weitergehende Schlammbehandlung (Prozess 4) bei unterschiedlichen Größengruppen

Den größten Kostenanteil stellen die Entsorgungskosten dar, wobei sich der Prozentanteil je nach Kläranlagengröße verschiebt. Insbesondere in der Gruppe 2 werden offensichtlich die **geringeren Personalkosten durch höhere Entsorgungskosten überkompensiert**.

## **8.9 Kläranlagenbetriebskosten Minima / Maxima / Median je EW-CSB<sub>110</sub>**

Die in diesem Kapitel dargestellten Werte umfassen die Prozesskosten der Abwasserreinigung im Detail bezogen auf die einzelnen Kostenarten. Es handelt sich dabei um jene Betriebskosten, welche direkt den Prozessen zuordenbar sind. Die Werte enthalten dabei keine Umlagekosten (indirekt den Prozessen angelastete Kosten) sondern ausschließlich Primärkosten (direkt den Prozessen angelastete Kosten).

Die Kostenumlagen werden in der Benchmarkfindung jedenfalls berücksichtigt, um die gesamten Betriebskosten der einzelnen Prozesses darzustellen. Demnach unterscheiden sich die im Folgenden dargestellten Werte von der Benchmarking –Auswertung. Die folgende Betrachtung ermöglicht einen kostenartenspezifischen Vergleich der einzelnen Prozesskosten (Minimum/Maximum/Median).

D.h. neben dem Vergleich der gesamten Prozesskosten wird auch ein Vergleich der einzelnen Kostenarten durchgeführt.

Aus der technischen Erhebung wurden die rückgerechneten Einwohnerwert auf Basis CSB<sub>110</sub> als Bezugsgröße herangezogen, um die relativen Betriebskosten für die Kläranlagengruppen zu errechnen.

### 8.9.1 Größengruppe 1 (ARA <5000 EW)

Der Vergleich der Größengruppe 1 – Kläranlagen kleiner 5.000 EW-CSB<sub>110</sub> lässt sich auf Basis der relativen Betriebskosten (exklusive Umlagekosten) durchführen.

#### Gesamtergebnis – Größengruppe 1

Aus dem Vergleich der Benchmarking-Teilnehmer ergibt sich für die Größengruppe 1 ein Einsparungspotenzial zwischen ca. ATS 260.000,-- p.a. (EUR 18.894,94) ca. 27 % und ca. ATS 960.000,-- p.a. (EUR 69.765,92) ca. 57 %.

**Hinweis:** Dabei ist hinzuweisen, dass dieses Gesamteinsparungspotenzial in Einzelfällen durch die vorhandene technische Ausstattung der Kläranlage nicht erreichbar ist.

#### 8.9.1.1 Prozessbetriebskosten je EW-CSB<sub>110</sub> – Gesamt

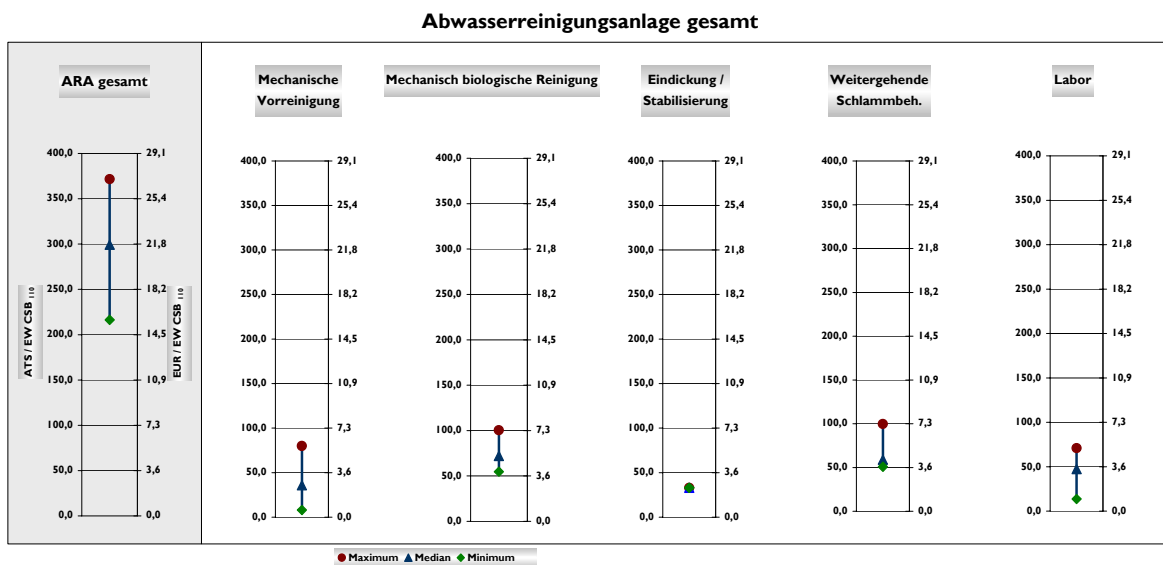


Abbildung 8-24: Größengruppe 1 - Prozessbetriebskosten - gesamt



ATS/EUR pro EW-CSB I 10	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Mechanische Vorreinigung	8,00	0,58	80,00	5,81	36,00	2,62
Mechanische biologische Reinigung	55,00	4,00	100,00	7,27	72,00	5,23
Eindickung/ Stabilisierung	Ergebnis nur von einem Teilnehmer - Einzelwerte werden nicht dargestellt					
Weitergehende Schlammbehandlung	51,00	3,71	100,00	7,27	59,00	4,29
Labor	14,00	1,02	71,00	5,16	47,00	3,42
ARA Gesamt	216,00	15,70	372,00	27,03	299,00	21,73

Tabelle 8-1: Größengruppe 1 - Kostenarten Prozessbetriebskosten - gesamt

Um die Ursache für die Höhe der einzelnen Kostenpositionen im Detail ermitteln zu können ist es notwendig, die Kostenarten der einzelnen Prozesse auszuwerten. In dieser Auswertung ist es - wie schon zuvor erwähnt - nicht möglich, die Umlagekosten aus den Hilfskostenstellen zu berücksichtigen.

### 8.9.1.2 Prozessbetriebskosten Mechanische Vorreinigung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 1 - lassen sich wie folgt darstellen:

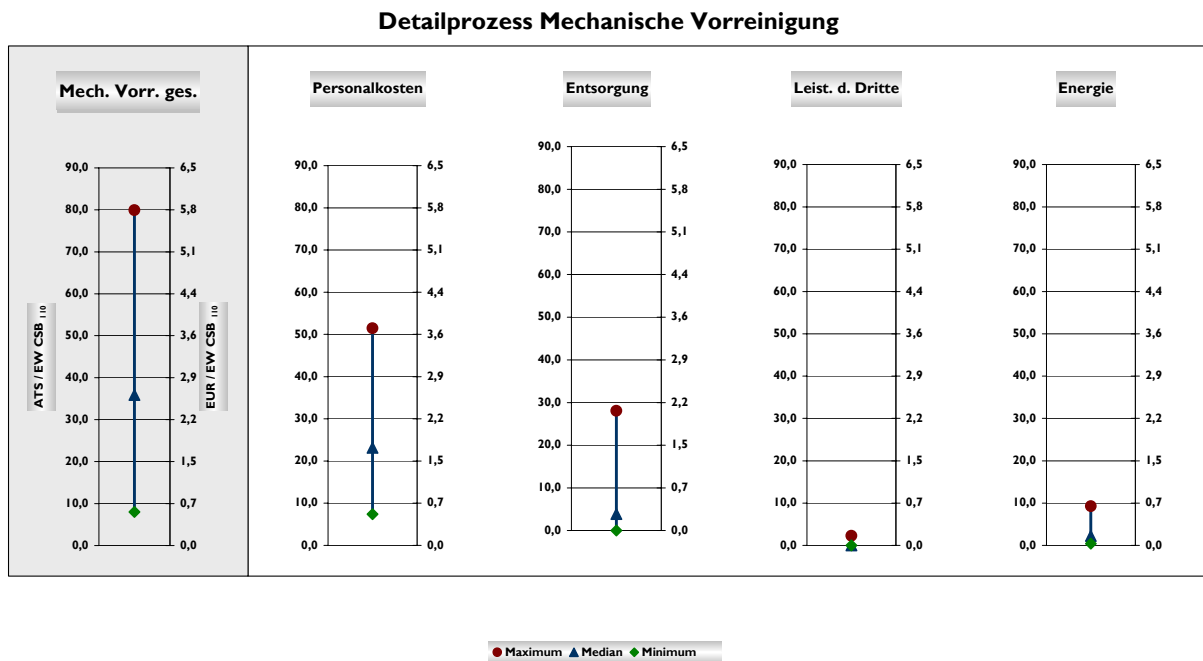


Abbildung 8-25: Größengruppe 1 - Prozessbetriebskosten – Mechanische Vorreinigung

ATS/EUR pro EW-CSBI 10	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	7,00	0,51	51,00	3,71	23,00	1,67
Entsorgungskosten	0,00	0,00	28,00	2,03	4,00	0,29
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	2,00	0,15	0,00	0,00
Energiekosten	0,00	0,00	9,00	0,65	2,00	0,15
<b>Mechanische Vorreinigung gesamt</b>	8,00	0,58	80,00	5,81	36,00	2,62

Tabelle 8-2: Größengruppe 1 - Kostenarten Prozessbetriebskosten - Mechanische Vorreinigung

### 8.9.1.3 Prozessbetriebskosten Mechanisch-Biologische Reinigung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 2 - lassen sich wie folgt darstellen:

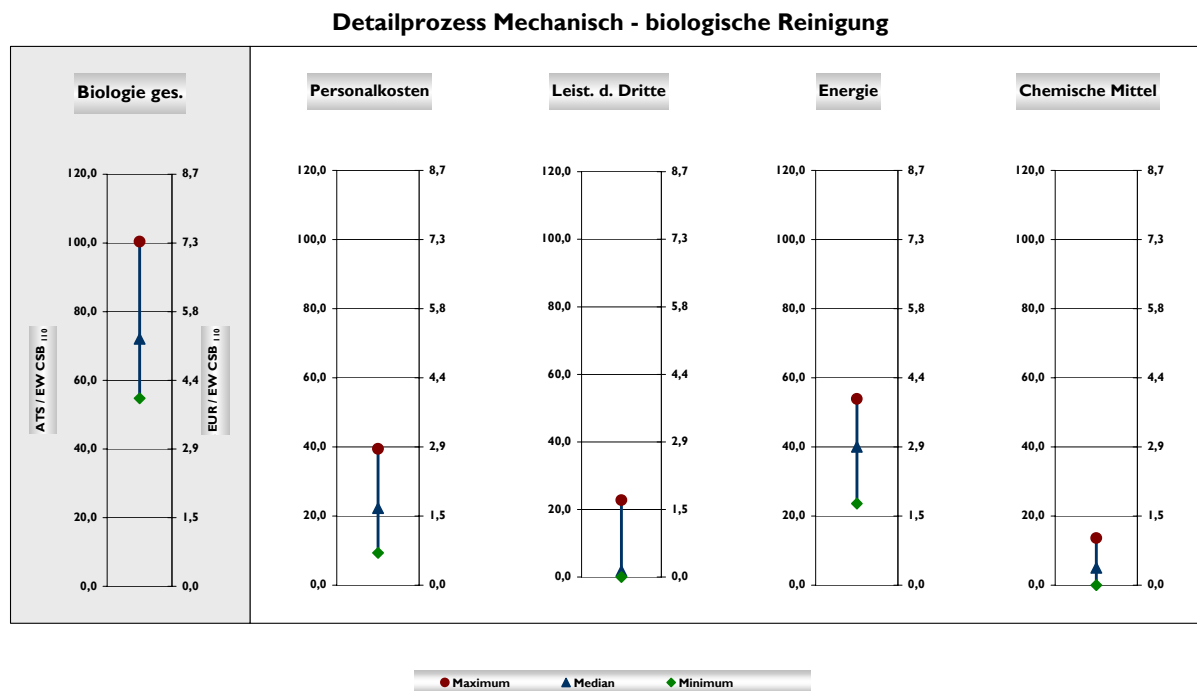


Abbildung 8-26: Größengruppe 1 - Prozessbetriebskosten – Mechanisch - Biologische Reinigung

ATS/EUR pro EW-CSB <sub>110</sub>	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
<b>Personalkosten</b>	9,00	0,65	40,00	2,91	22,00	1,60
<b>Leistungen durch Dritte</b>	0,00	0,00	23,00	1,67	2,00	0,15
<b>Energiekosten</b>	24,00	1,74	54,00	3,92	40,00	2,91
<b>Chemische Mittel</b>	0,00	0,00	14,00	1,02	5,00	0,36
<b>Biologie gesamt</b>	55,00	4,00	100,00	7,27	72,00	5,23

Tabelle 8-3: Größengruppe 1 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Mechanisch-Biologische Reinigung

### 8.9.1.4 Prozessbetriebskosten Eindickung/Stabilisierung je EW-CSB<sub>110</sub>

In dieser Größengruppe wird dieser Prozess nur von einem Teilnehmer durchgeführt. Um die Freigabe von Einzeldaten zu vermeiden, wird auf diese Darstellungen verzichtet.

### 8.9.1.5 Prozessbetriebskosten Weitergehende Schlammbehandlung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 4 - lassen sich wie folgt darstellen:

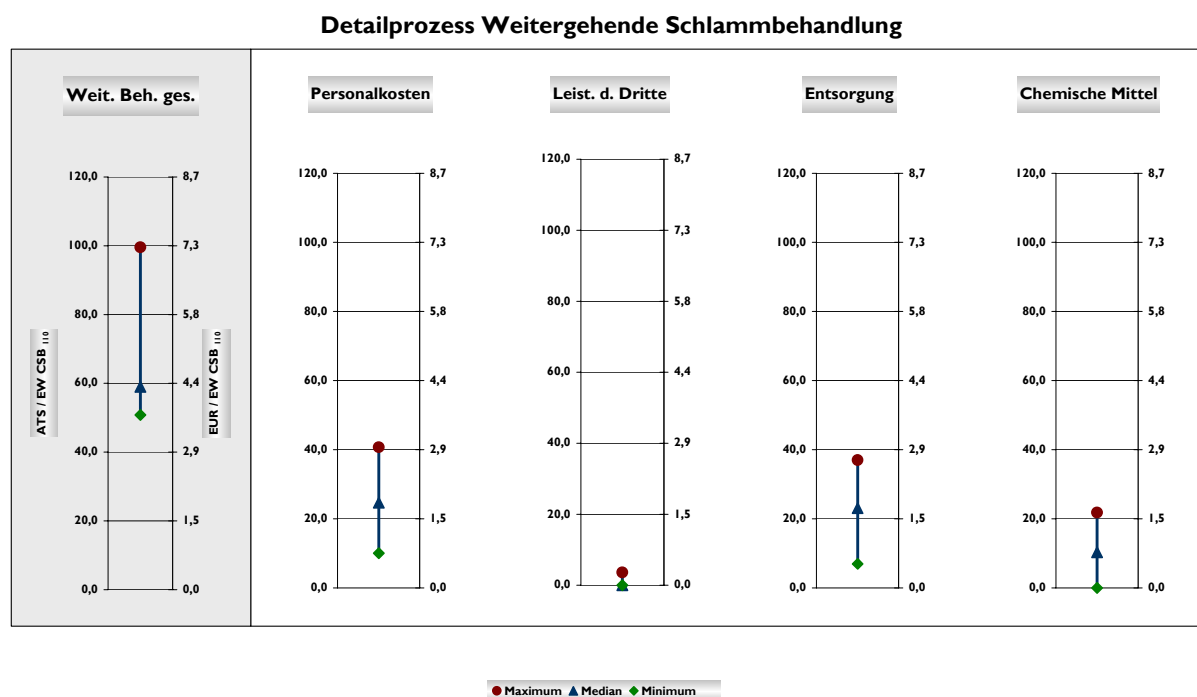


Abbildung 8-27: Größengruppe 1 - Prozessbetriebskosten – Weitergehende Schlammbehandlung

ATS/EUR pro EW-CSB 110	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	10,00	0,73	41,00	2,98	25,00	1,82
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	4,00	0,29	0,00	0,00
Entsorgung	7,00	0,51	37,00	2,69	23,00	1,67
Chemische Mittel	0,00	0,00	22,00	1,60	10,00	0,73
<b>Weitergehende Behandlung gesamt</b>	<b>51,00</b>	<b>3,71</b>	<b>100,00</b>	<b>7,27</b>	<b>59,00</b>	<b>4,29</b>

Tabelle 8-4: Größengruppe 1 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Weitergehende Schlammbehandlung

## **8.9.2 Größengruppe 2 (ARA >5.000 und <12.000 EW-CSB<sub>110</sub>)**

Der Vergleich der Größengruppe 2 – Kläranlagen größer 5.000 EW-CSB<sub>110</sub> und kleiner 12.000 EW-CSB<sub>110</sub> - lässt sich auf Basis der relativen Betriebskosten (exkl. Umlagekosten) durchführen.

### **Gesamtergebnis – Größengruppe 2**

Aus dem Vergleich der Benchmarking-Teilnehmer ergibt sich für die Größengruppe 2 ein Einsparungspotenzial im Bereich der Betriebskosten zwischen ca. ATS 410.000,-- p.a. (EUR 29.795,86) ca. 15 % und ca. ATS 3.940.000,-- p.a. (EUR 286.330,97) ca. 77 %.

**Hinweis:** Dabei ist hinzuweisen, dass dieses Gesamteinsparungspotenzial in Einzelfällen durch die vorhandene technische Ausstattung der Kläranlage nicht erreichbar ist.

### **8.9.2.1 Prozessbetriebskosten je EW-CSB<sub>110</sub> – Größengruppe 2 - Gesamt**

Um die Ursache für die Höhe der einzelnen Kostenpositionen im Detail ermitteln zu können ist es notwendig, die Kostenarten der einzelnen Prozesse auszuwerten. In dieser Auswertung ist es - wie schon zuvor erwähnt - nicht möglich, die Umlagekosten aus den Hilfskostenstellen zu berücksichtigen.

**Die Kostendarstellung der Kläranlage – Hauptprozesse und Hilfskostenstelle Labor - sieht demnach wie folgt aus:**

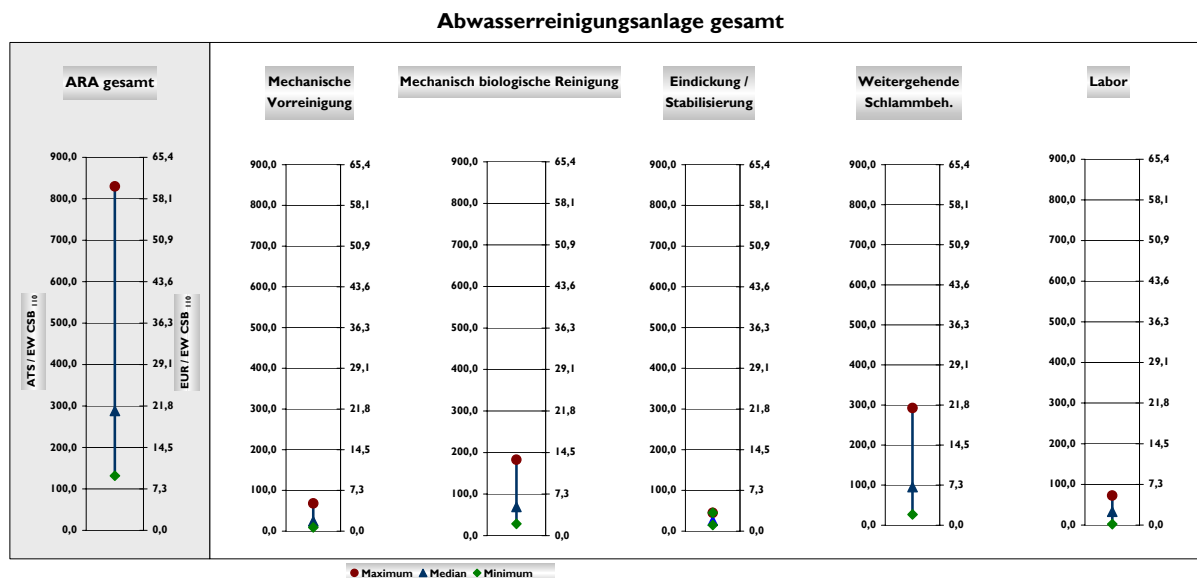


Abbildung 8-28: Größengruppe 2 - Prozessbetriebskosten - gesamt

ATS/EUR pro EW-CSB I 10	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
<b>Mechanische Vorreinigung</b>	9,00	0,65	68,00	4,94	24,00	1,74
<b>Mechanische biologische Reinigung</b>	28,00	2,03	183,00	13,30	69,00	5,01
<b>Eindickung/ Stabilisierung</b>	15,00	1,09	45,00	3,27	26,00	1,89
<b>Weitergehende Schlammbehandlung</b>	27,00	1,96	292,00	21,22	95,00	6,90
<b>Labor</b>	2,00	0,15	73,00	5,31	33,00	2,40
<b>ARA Gesamt</b>	132,00	9,59	830,00	60,32	288,00	20,93

Tabelle 8-5: Größengruppe 2 - Kostenarten Prozessbetriebskosten - gesamt

### 8.9.2.2 Prozessbetriebskosten Mechanische Vorreinigung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 1 - lassen sich wie folgt darstellen:

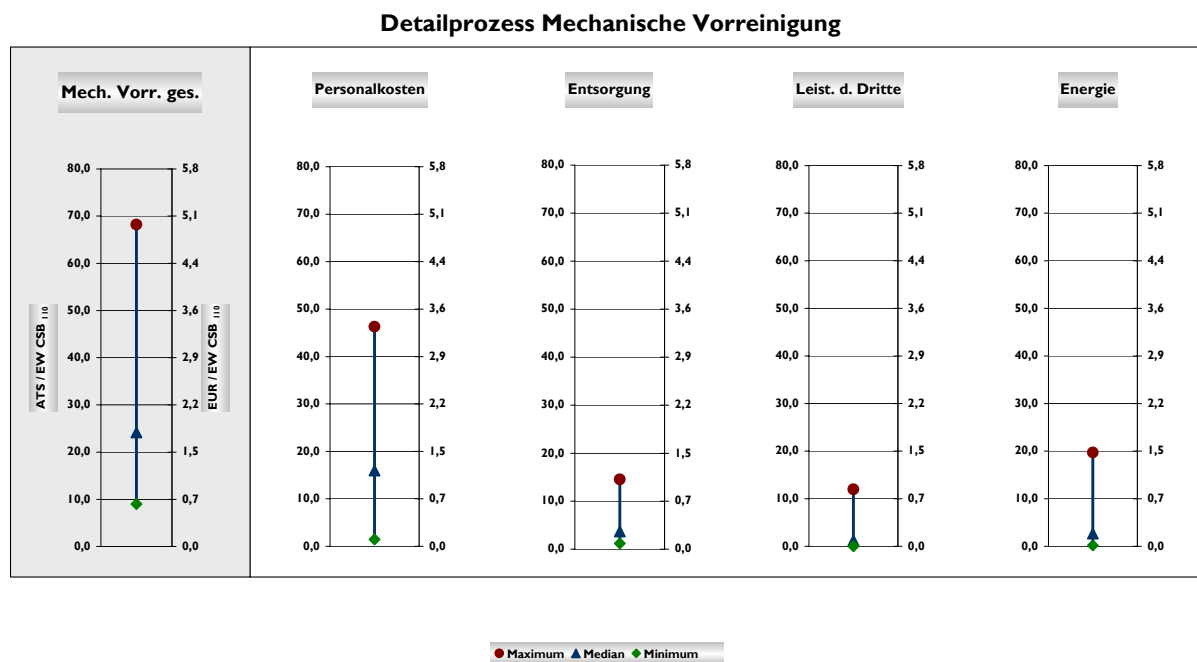


Abbildung 8-29: Größengruppe 2 - Prozessbetriebskosten – Mechanische Vorreinigung

ATS/EUR pro EW-CSB110	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	1,00	0,07	46,00	3,34	16,00	1,16
Entsorgungskosten	1,00	0,07	15,00	1,09	4,00	0,29
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	12,00	0,87	1,00	0,07
Energiekosten	0,00	0,00	20,00	1,45	3,00	0,22
<b>Mechanische Vorreinigung gesamt</b>	<b>9,00</b>	<b>0,65</b>	<b>68,00</b>	<b>4,94</b>	<b>24,00</b>	<b>1,74</b>

Tabelle 8-6: Größengruppe 2 - Kostenarten Prozessbetriebskosten - Mechanische Vorreinigung

8.9.2.3 Prozessbetriebskosten Mechanisch-Biologische Reinigung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 2 - lassen sich wie folgt darstellen:

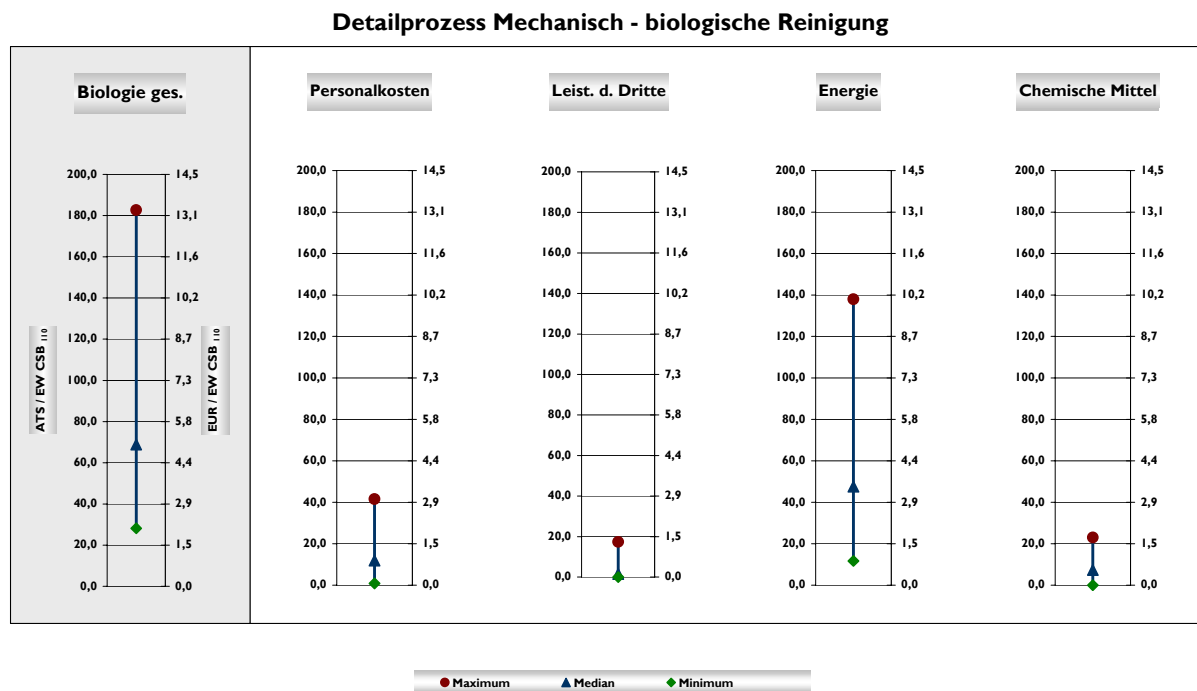


Abbildung 8-30: Größengruppe 2 - Prozessbetriebskosten – Mechanisch-Biologische Reinigung

ATS/EUR pro EW-CSB110	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	1,00	0,07	42,00	3,05	12,00	0,87
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	17,00	1,24	2,00	0,15
Energiekosten	12,00	0,87	138,00	10,03	48,00	3,49
Chemische Mittel	0,00	0,00	23,00	1,67	7,00	0,51
Biologie gesamt	28,00	2,03	183,00	13,30	69,00	5,01

Tabelle 8-7: Größengruppe 2 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Mechanisch-Biologische Reinigung



8.9.2.4 Prozessbetriebskosten Eindickung/Stabilisierung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 3 - lassen sich wie folgt darstellen:

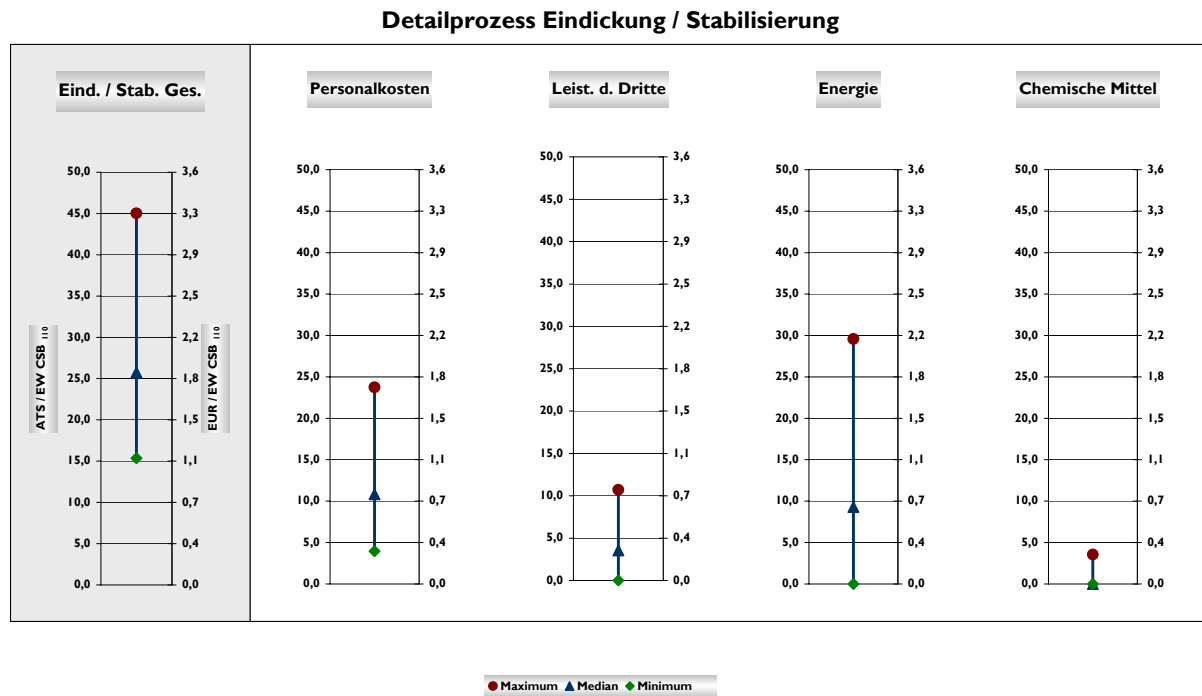


Abbildung 8-31: Größengruppe 2 - Prozessbetriebskosten – Eindickung / Stabilisierung

ATS/EUR pro EW-CSB 110	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	4,00	0,29	24,00	1,74	11,00	0,80
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	11,00	0,80	4,00	0,29
Energiekosten	0,00	0,00	30,00	2,18	9,00	0,65
Chemische Mittel	0,00	0,00	4,00	0,29	0,00	0,00
<b>Eindickung / Stabilisierung gesamt</b>	<b>15,00</b>	<b>1,09</b>	<b>45,00</b>	<b>3,27</b>	<b>26,00</b>	<b>1,89</b>

Tabelle 8-8: Größengruppe 2 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Eindickung / Stabilisierung

8.9.2.5 Prozessbetriebskosten Weitergehende Schlammbehandlung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 4 - lassen sich wie folgt darstellen:

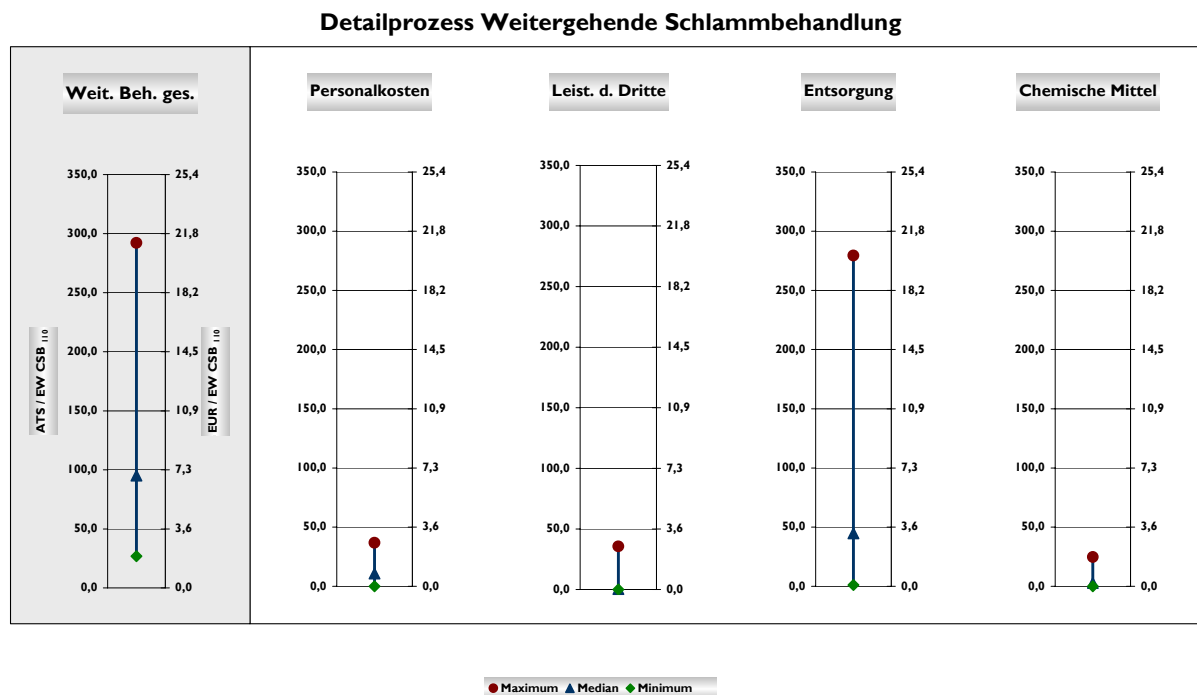


Abbildung 8-32: Größengruppe 2 - Prozessbetriebskosten – Weitergehende Schlammbehandlung

ATS/EUR pro EW-CSB110	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	0,00	0,00	37,00	2,69	11,00	0,80
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	36,00	2,62	0,00	0,00
Entsorgung	1,00	0,07	279,00	20,28	45,00	3,27
Chemische Mittel	0,00	0,00	25,00	1,82	3,00	0,22
<b>Weitergehende Behandlung gesamt</b>	<b>27,00</b>	<b>1,96</b>	<b>292,00</b>	<b>21,22</b>	<b>95,00</b>	<b>6,90</b>

Tabelle 8-9: Größengruppe 2 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Weitergehende Schlammbehandlung

### **8.9.3 Größengruppe 3 (ARA >12.000 und <25.000 EW-CSB<sub>110</sub>)**

Der Vergleich der Größengruppe 3 – Kläranlagen größer 12.000 EW-CSB<sub>110</sub> und kleiner 25.000 EW-CSB<sub>110</sub> – wurde auf Basis der relativen Betriebskosten (exkl. Umlagekosten) sowie bezogen auf die einzelnen Kostenarten durchgeführt.

#### **Gesamtergebnis – Größengruppe 3**

Aus dem Vergleich der Benchmarking-Teilnehmer ergibt sich für die Größengruppe 3 ein Einsparungspotenzial zwischen ca. ATS 90.000,-- p.a. (EUR 6.540,56) ca. 6 % und ca. ATS 5.310.000,-- p.a. (EUR 385.892,75) ca. 56 %.

**Hinweis:** Dabei ist hinzuweisen, dass dieses Gesamteinsparungspotenzial in Einzelfällen durch die vorhandene technische Ausstattung der Kläranlage nicht erreichbar ist.

#### **8.9.3.1 Prozessbetriebskosten je EW-CSB<sub>110</sub> – Größengruppe 3 - Gesamt**

Um die Ursache für die Höhe der einzelnen Kostenpositionen im Detail ermitteln zu können ist es notwendig, die Kostenarten der einzelnen Prozesse auszuwerten. In dieser Auswertung ist es - wie schon zuvor erwähnt - nicht möglich, die Umlagekosten aus den Hilfskostenstellen zu berücksichtigen.

**Die Kostendarstellung der Kläranlage – Hauptprozesse und Hilfskostenstelle Labor - sieht demnach wie folgt aus:**

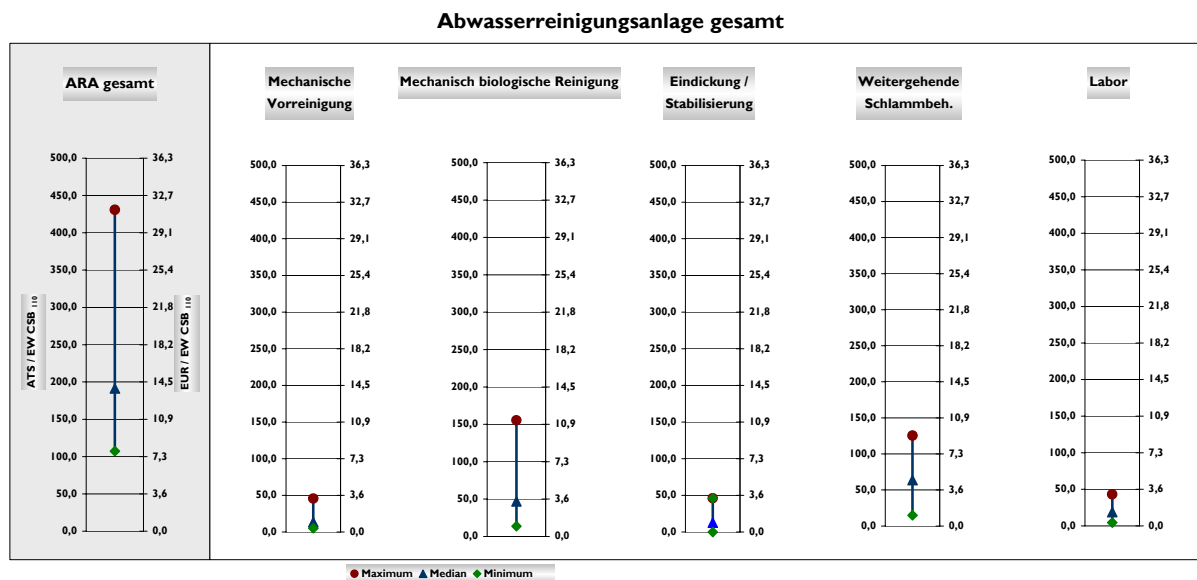


Abbildung 8-33: Größengruppe 3 - Prozessbetriebskosten - gesamt

ATS/EUR pro EW-CSB I 10	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
<b>Mechanische Vorreinigung</b>	5,00	0,36	46,00	3,34	14,00	1,02
<b>Mechanische biologische Reinigung</b>	14,00	1,02	155,00	11,26	47,00	3,42
<b>Eindickung/ Stabilisierung</b>	0,00	0,00	46,00	3,34	13,00	0,94
<b>Weitergehende Schlammbehandlung</b>	15,00	1,09	126,00	9,16	64,00	4,65
<b>Labor</b>	4,00	0,29	43,00	3,12	19,00	1,38
<b>ARA Gesamt</b>	107,00	7,78	431,00	31,32	191,00	13,88

Tabelle 8-10: Größengruppe 3 - Kostenarten Prozessbetriebskosten - gesamt

### 8.9.3.2 Prozessbetriebskosten Mechanische Vorreinigung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 1 - lassen sich wie folgt darstellen:

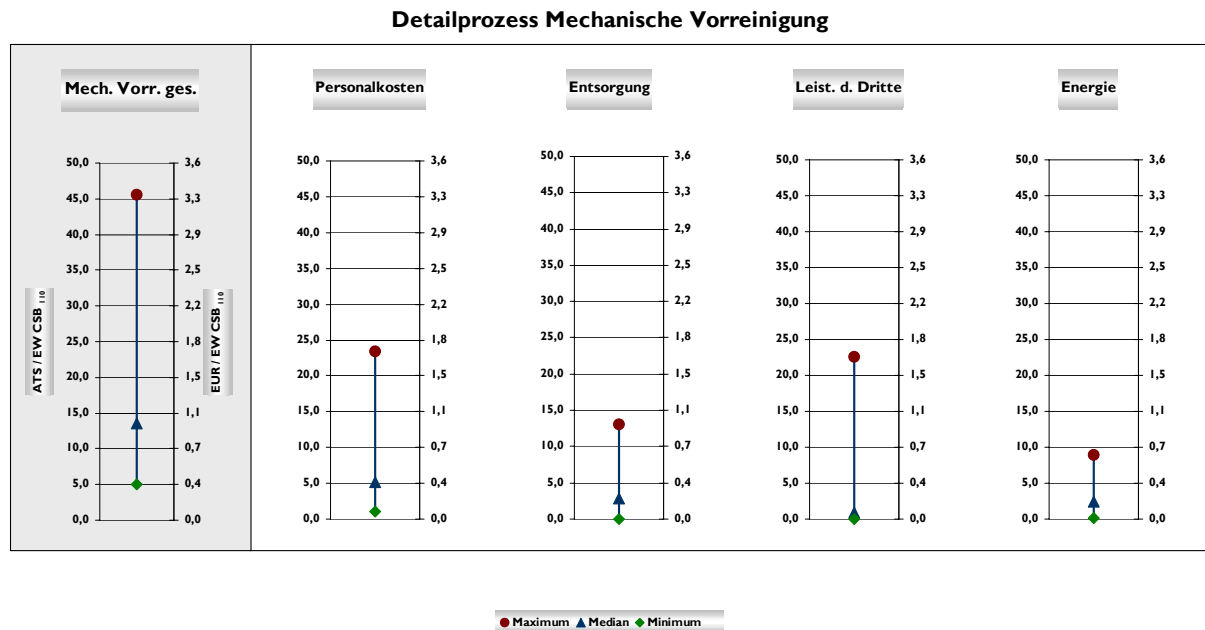


Abbildung 8-34: Größengruppe 3 - Prozessbetriebskosten – Mechanische Vorreinigung

ATS/EUR pro EW-CSB <sub>110</sub>	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	1,00	0,07	23,00	1,67	5,00	0,36
Entsorgungskosten	0,00	0,00	13,00	0,94	3,00	0,22
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	23,00	1,67	1,00	0,07
Energiekosten	0,00	0,00	9,00	0,65	2,00	0,15
<b>Mechanische Vorreinigung gesamt</b>	<b>5,00</b>	<b>0,36</b>	<b>46,00</b>	<b>3,34</b>	<b>14,00</b>	<b>1,02</b>

Tabelle 8-11: Größengruppe 3 - Kostenarten Prozessbetriebskosten - Mechanische Vorreinigung

### 8.9.3.3 Prozessbetriebskosten Mechanisch-Biologische Reinigung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 2 - lassen sich wie folgt darstellen:

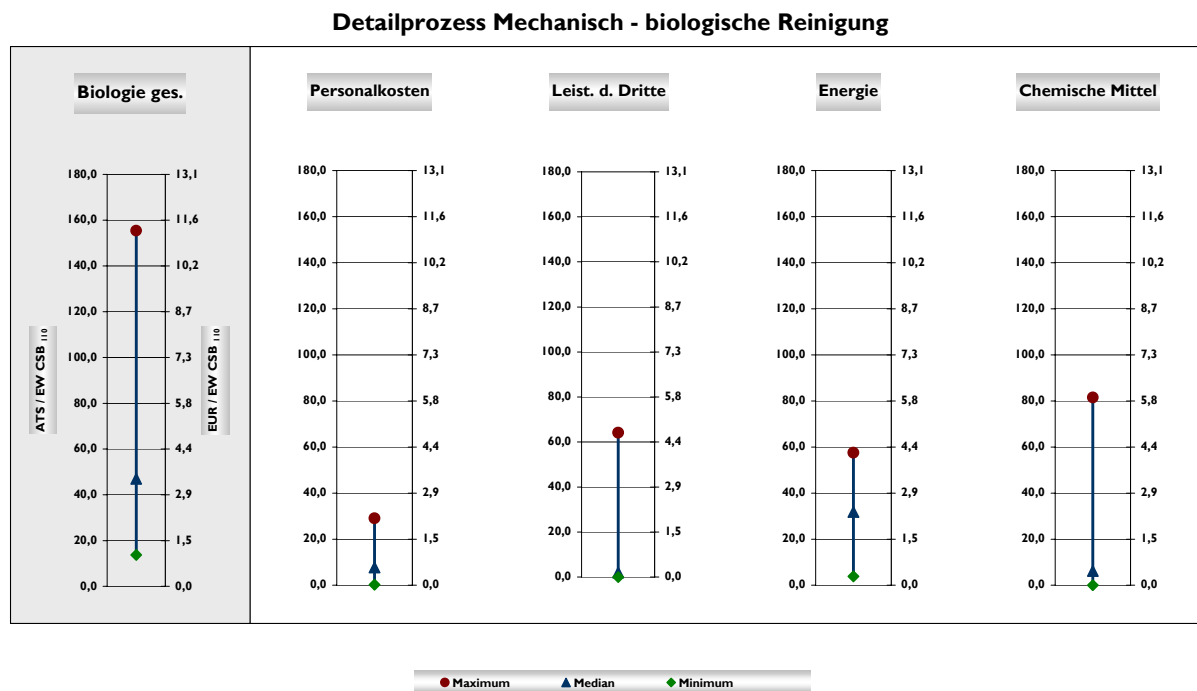


Abbildung 8-35: Größengruppe 3 - Prozessbetriebskosten – Mechanisch-Biologische Reinigung

ATS/EUR pro EW-CSB110	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	0,00	0,00	29,00	2,11	8,00	0,58
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	64,00	4,65	2,00	0,15
Energiekosten	4,00	0,29	58,00	4,22	32,00	2,33
Chemische Mittel	0,00	0,00	81,00	5,89	6,00	0,44
Biologie gesamt	14,00	1,02	155,00	11,26	47,00	3,42

Tabelle 8-12: Größengruppe 3 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Mechanisch-Biologische Reinigung

### 8.9.3.4 Prozessbetriebskosten Eindickung/Stabilisierung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 3 - lassen sich wie folgt darstellen:

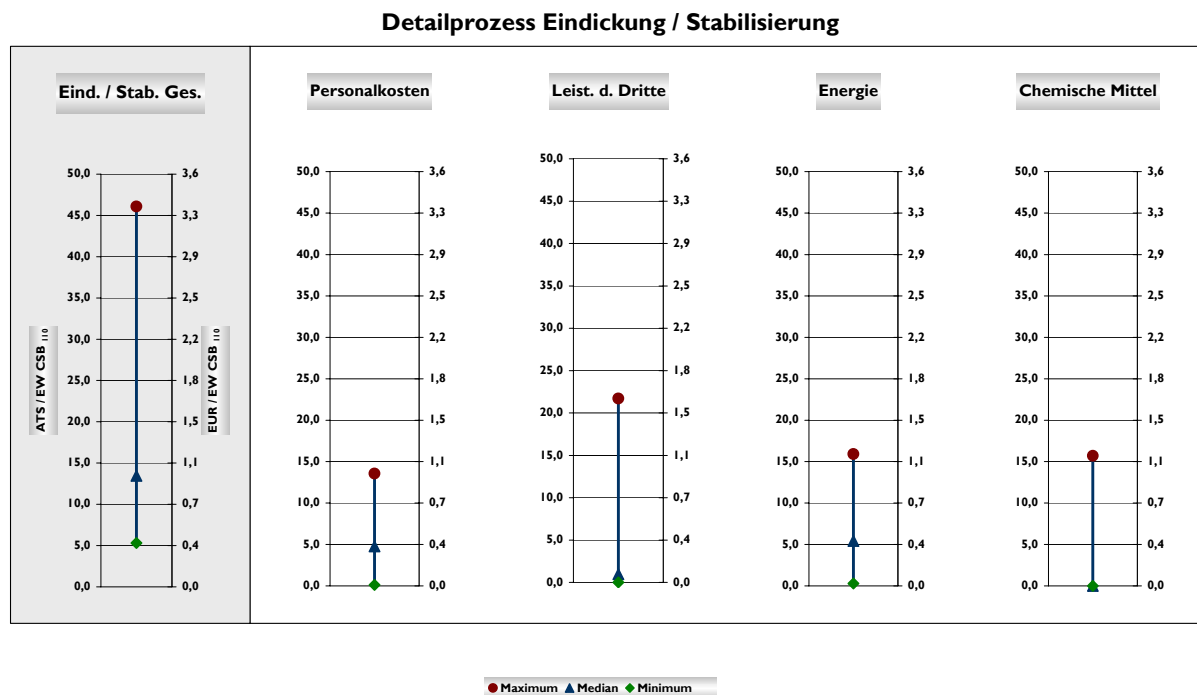


Abbildung 8-36: Größengruppe 3 - Prozessbetriebskosten – Eindickung / Stabilisierung

ATS/EUR pro EW-CSB110	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	0,00	0,00	14,00	1,02	5,00	0,36
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	22,00	1,60	1,00	0,07
Energiekosten	0,00	0,00	16,00	1,16	5,00	0,36
Chemische Mittel	0,00	0,00	16,00	1,16	0,00	0,00
<b>Eindickung / Stabilisierung gesamt</b>	<b>5,00</b>	<b>0,36</b>	<b>46,00</b>	<b>3,34</b>	<b>13,00</b>	<b>0,94</b>

Tabelle 8-13: Größengruppe 3 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Eindickung / Stabilisierung

### 8.9.3.5 Prozessbetriebskosten Weitergehende Schlammbehandlung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 4 - lassen sich wie folgt darstellen:

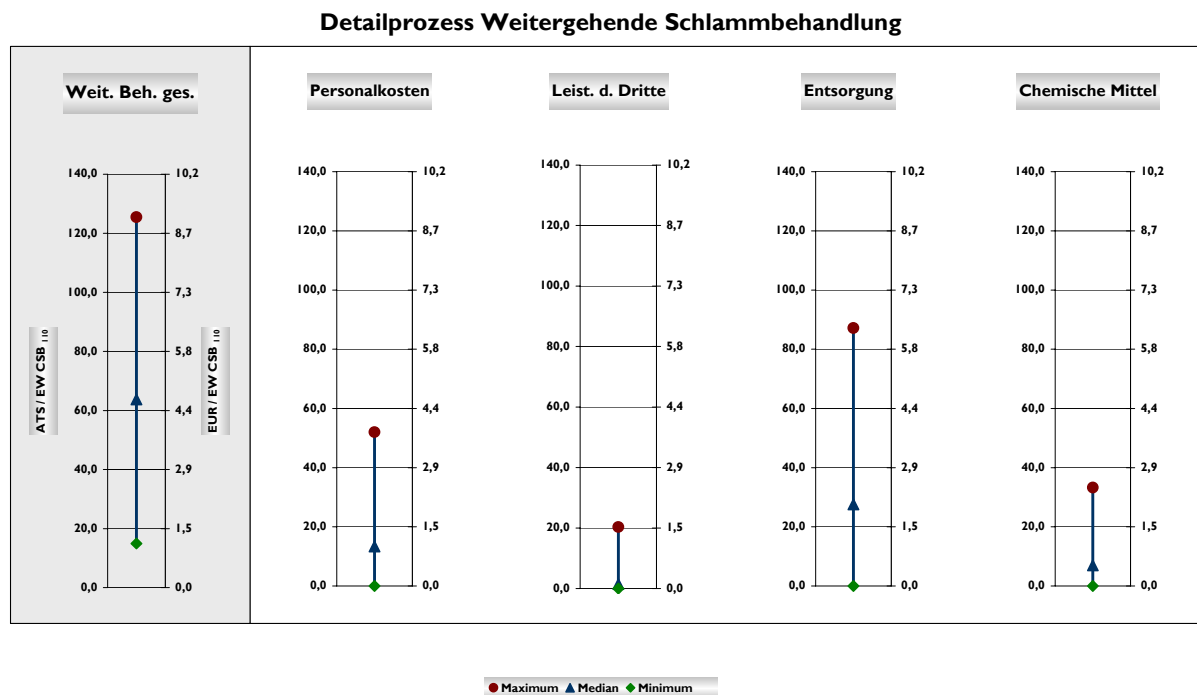


Abbildung 8-37: Größengruppe 3 - Prozessbetriebskosten – Weitergehende Schlammbehandlung

ATS/EUR pro EW-CSB <sub>110</sub>	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	0,00	0,00	52,00	3,78	13,00	0,94
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	20,00	1,45	1,00	0,07
Entsorgung	0,00	0,00	87,00	6,32	28,00	2,03
Chemische Mittel	0,00	0,00	33,00	2,40	7,00	0,51
<b>Weitergehende Behandlung gesamt</b>	<b>15,00</b>	<b>1,09</b>	<b>126,00</b>	<b>9,16</b>	<b>64,00</b>	<b>4,65</b>

Tabelle 8-14: Größengruppe 3 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Weitergehende Schlammbehandlung



#### **8.9.4 Größengruppe 4 (ARA >25.000 und <50.000 EW-CSB<sub>110</sub>)**

Der Vergleich der Größengruppe 4 – Kläranlagen größer 25.000 EW-CSB<sub>110</sub> und kleiner 50.000 EW-CSB<sub>110</sub> wurde - wie schon zuvor ausgeführt - auf Basis der Gesamtbetriebskosten exkl. Umlagekosten und auf Basis der Kostenarten durchgeführt.

#### **Gesamtergebnis – Größengruppe 4**

Aus dem Vergleich der Benchmarking-Teilnehmer ergibt sich für die Größengruppe 4 ein Einsparungspotenzial zwischen ca. ATS 20.000,-- p.a. (EUR 1.453,46) ca. 1 % und ca. ATS 2.690.000,-- p.a. (EUR 195.489,92) ca. 34 %.

**Hinweis:** Dabei ist hinzuweisen, dass dieses Gesamteinsparungspotenzial in Einzelfällen durch die vorhandene technische Ausstattung der Kläranlage nicht erreichbar ist.

#### **8.9.4.1 Prozessbetriebskosten je EW-CSB<sub>110</sub> – Größengruppe 4 - Gesamt**

Um die Ursache für die Höhe der einzelnen Kostenpositionen im Detail ermitteln zu können ist es notwendig, die Kostenarten der einzelnen Prozesse auszuwerten. In dieser Auswertung ist es - wie schon zuvor erwähnt - nicht möglich, Umlagekosten aus den Hilfskostenstellen zu berücksichtigen.

**Die Kostendarstellung der Kläranlage – Hauptprozesse und Hilfskostenstelle Labor sieht demnach wie folgt aus:**

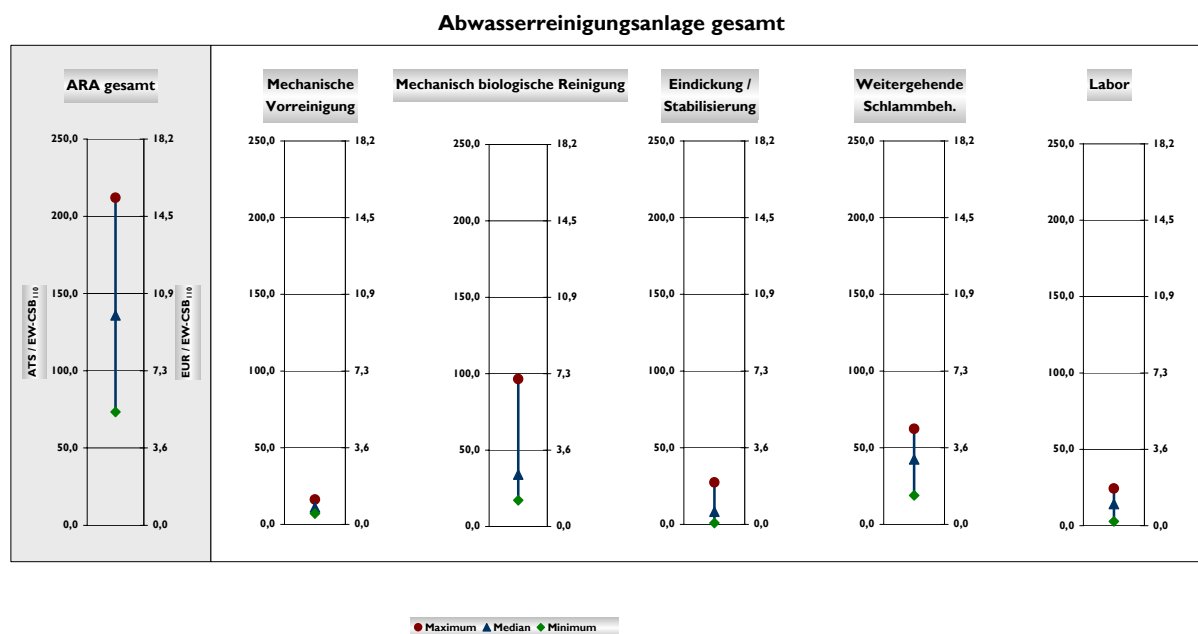


Abbildung 8-38: Größengruppe 4 - Prozessbetriebskosten - gesamt

ATS/EUR pro EW-CSB I 10	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Mechanische Vorreinigung	7,00	0,51	16,00	1,16	11,00	0,80
Mechanische biologische Reinigung	17,00	1,24	96,00	6,98	34,00	2,47
Eindickung/ Stabilisierung	1,00	0,07	27,00	1,96	8,00	0,58
Weitergehende Schlammbehandlung	19,00	1,38	62,00	4,51	42,00	3,05
Labor	3,00	0,22	24,00	1,74	14,00	1,02
<b>ARA Gesamt</b>	<b>73,00</b>	<b>5,31</b>	<b>212,00</b>	<b>15,41</b>	<b>136,00</b>	<b>9,88</b>

Tabelle 8-15: Größengruppe 4 - Kostenarten Prozessbetriebskosten - gesamt

8.9.4.2 Prozessbetriebskosten Mechanische Vorreinigung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 1 lassen sich wie folgt darstellen:

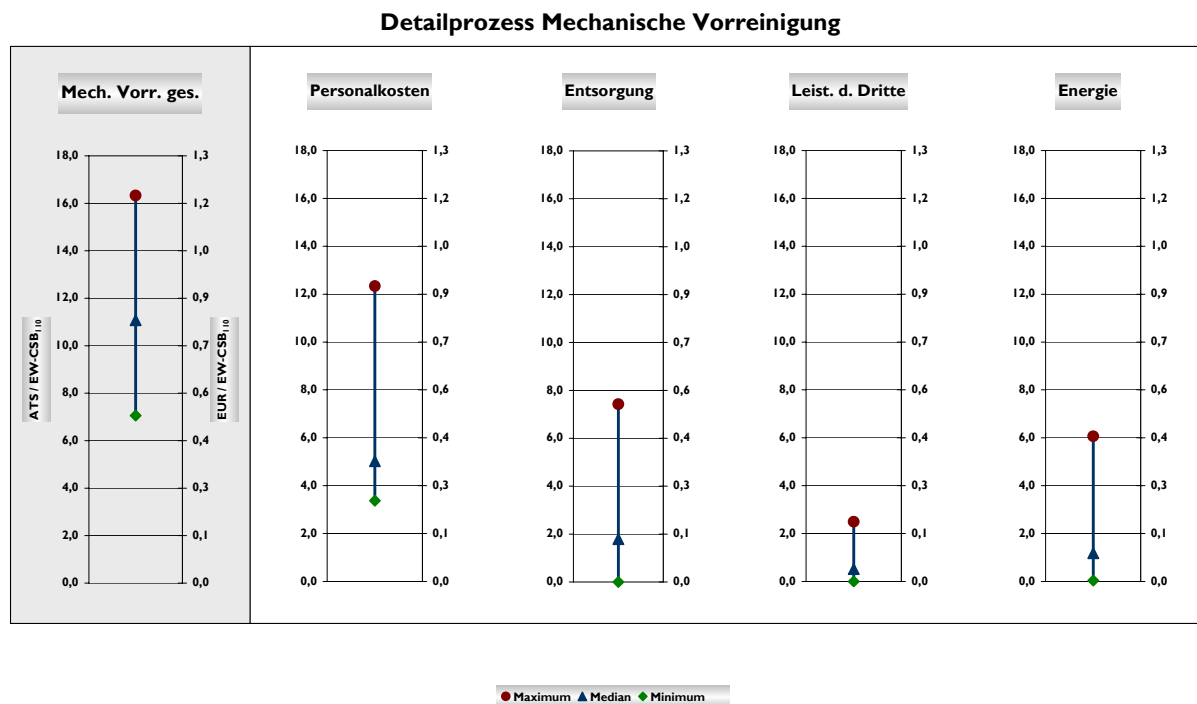


Abbildung 8-39: Größengruppe 4 - Prozessbetriebskosten – Mechanische Vorreinigung

ATS/EUR pro EW-CSB I 10	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	3,00	0,22	12,00	0,87	5,00	0,36
Entsorgungskosten	0,00	0,00	7,00	0,51	2,00	0,15
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	2,00	0,15	1,00	0,07
Energiekosten	0,00	0,00	6,00	0,44	1,00	0,07
<b>Mechanische Vorreinigung gesamt</b>	<b>7,00</b>	<b>0,51</b>	<b>16,00</b>	<b>1,16</b>	<b>11,00</b>	<b>0,80</b>

Tabelle 8-16: Größengruppe 4 - Kostenarten Prozessbetriebskosten - Mechanische Vorreinigung

8.9.4.3 Prozessbetriebskosten Mechanisch-Biologische Reinigung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 2 - lassen sich wie folgt darstellen:

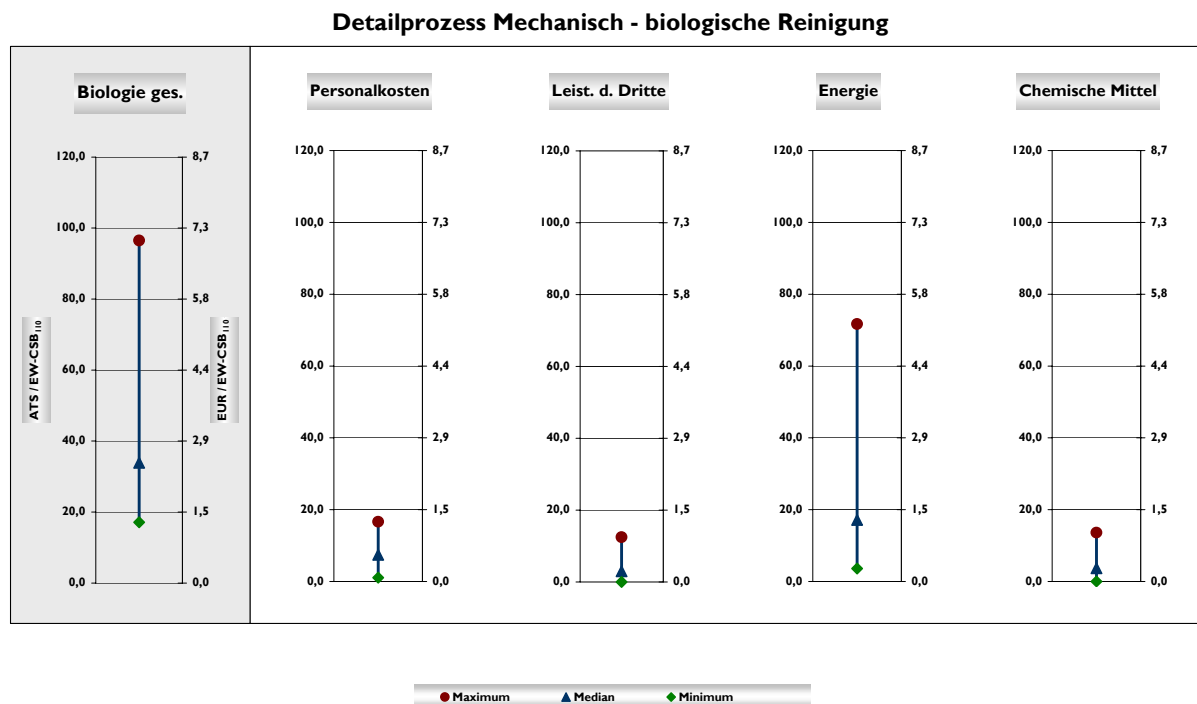


Abbildung 8-40: Größengruppe 4 - Prozessbetriebskosten – Mechanisch-Biologische Reinigung

ATS/EUR pro EW-CSB I 10	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	1,00	0,07	17,00	1,24	7,00	0,51
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	12,00	0,87	3,00	0,22
Energiekosten	4,00	0,29	72,00	5,23	17,00	1,24
Chemische Mittel	0,00	0,00	14,00	1,02	4,00	0,29
Biologie gesamt	17,00	1,24	96,00	6,98	34,00	2,47

Tabelle 8-17: Größengruppe 4 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Mechanisch-Biologische Reinigung

8.9.4.4 Prozessbetriebskosten Eindickung/Stabilisierung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 3 - lassen sich wie folgt darstellen:

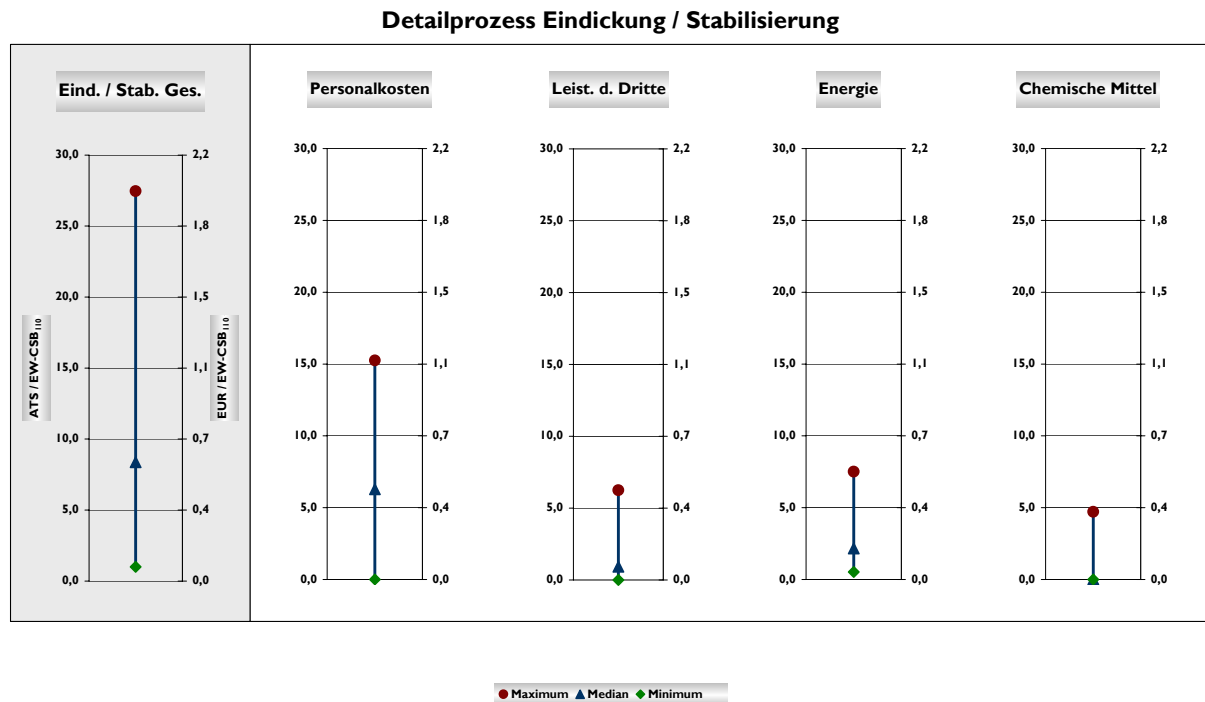


Abbildung 8-41: Größengruppe 4 - Prozessbetriebskosten – Eindickung / Stabilisierung

ATS/EUR pro EW-CSB 110	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	0,00	0,00	15,00	1,09	6,00	0,44
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	6,00	0,44	1,00	0,07
Energiekosten	1,00	0,07	8,00	0,58	2,00	0,15
Chemische Mittel	0,00	0,00	5,00	0,36	0,00	0,00
Eindickung / Stabilisierung gesamt	1,00	0,07	27,00	1,96	8,00	0,58

Tabelle 8-18: Größengruppe 4 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Eindickung / Stabilisierung

### 8.9.4.5 Prozessbetriebskosten Weitergehende Schlammbehandlung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 4 - lassen sich wie folgt darstellen:

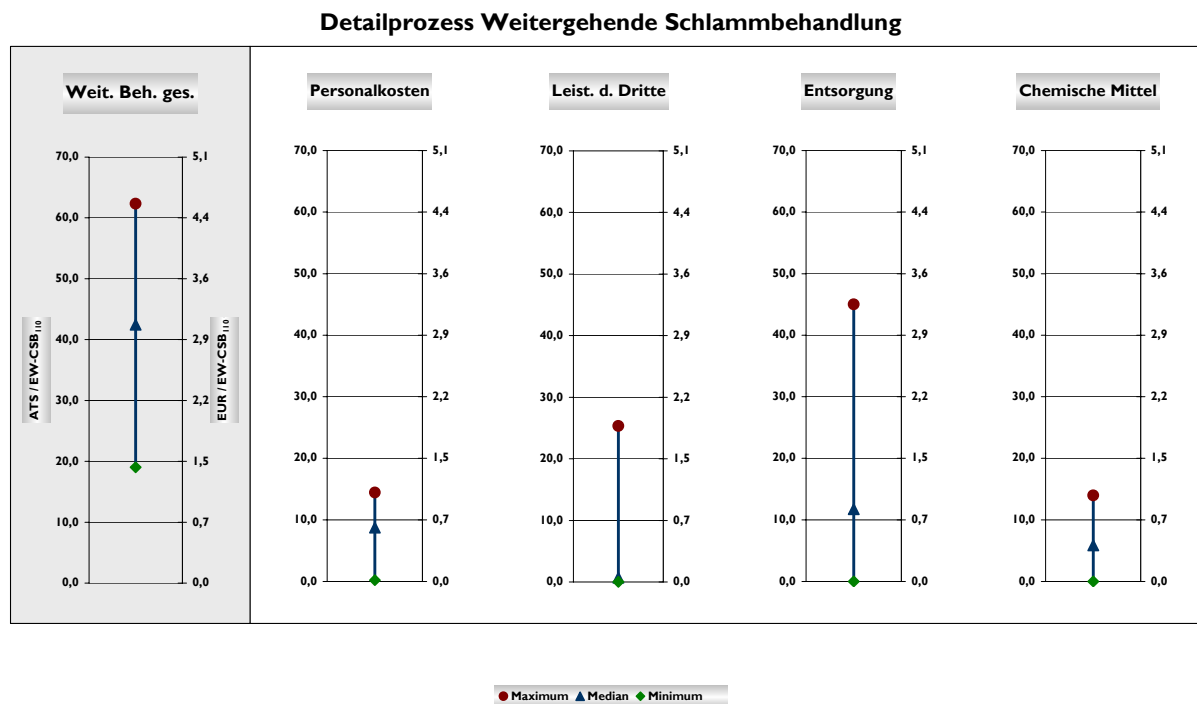


Abbildung 8-42: Größengruppe 4 - Prozessbetriebskosten – Weitergehende Schlammbehandlung

ATS/EUR pro EW-CSB 110	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	0,00	0,00	14,00	1,02	9,00	0,65
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	25,00	1,82	1,00	0,07
Entsorgung	0,00	0,00	45,00	3,27	12,00	0,87
Chemische Mittel	0,00	0,00	14,00	1,02	6,00	0,44
<b>Weitergehende Behandlung gesamt</b>	<b>19,00</b>	<b>1,38</b>	<b>62,00</b>	<b>4,51</b>	<b>42,00</b>	<b>3,05</b>

Tabelle 8-19: Größengruppe 4 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Weitergehende Schlammbehandlung

### 8.9.5 Größengruppe 5 (ARA >50.000 EW-CSB<sub>110</sub>)

Der Vergleich der Größengruppe 5 – Kläranlagen größer 50.000 EW-CSB<sub>110</sub> – wurde auf Basis der Gesamtbetriebskosten exkl. Umlagekosten und auf Basis der Kostenarten durchgeführt.

#### Gesamtergebnis – Größengruppe 5

Aus dem Vergleich der Benchmarking-Teilnehmer ergibt sich für die Größengruppe 5 ein Einsparungspotenzial zwischen ca. ATS 2.300.000,-- p.a. (EUR 167.147,52) ca. 14 % und ca. ATS 12.180.000,-- p.a. (EUR 885.155,12) ca. 58 %.

**Hinweis:** Dabei ist hinzuweisen, dass dieses Gesamteinsparungspotenzial in Einzelfällen durch die vorhandene technische Ausstattung der Kläranlage nicht erreichbar ist.

#### 8.9.5.1 Prozessbetriebskosten je EW-CSB<sub>110</sub> – Größengruppe 5 - Gesamt

Um die Ursache für die Höhe der einzelnen Kostenpositionen im Detail ermitteln zu können ist es notwendig, die Kostenarten der einzelnen Prozesse auszuwerten. In dieser Auswertung ist es - wie schon zuvor erwähnt - nicht möglich, Umlagekosten aus den Hilfskostenstellen zu berücksichtigen.

**Die Kostendarstellung der Kläranlage – Hauptprozesse und Hilfskostenstelle Labor - sieht demnach wie folgt aus:**

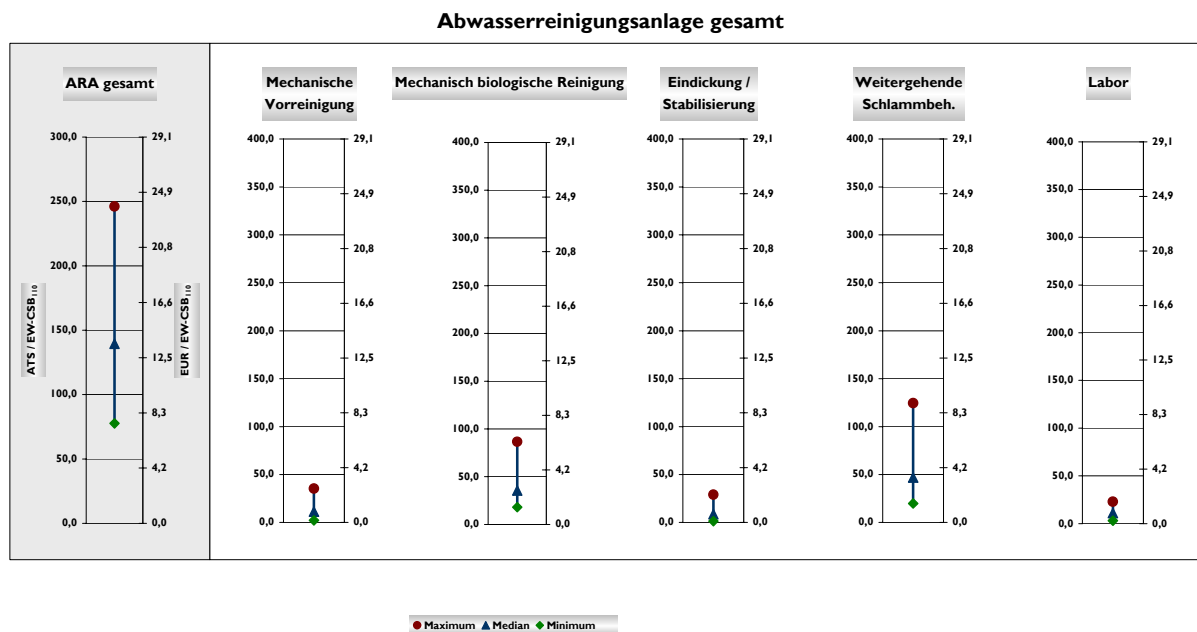


Abbildung 8-43: Größengruppe 5 - Prozessbetriebskosten - gesamt

ATS/EUR pro EW-CSB I 10	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Mechanische Vorreinigung	2,00	0,15	35,00	2,54	11,00	0,80
Mechanische biologische Reinigung	18,00	1,31	87,00	6,32	35,00	2,54
Eindickung/ Stabilisierung	1,00	0,07	29,00	2,11	9,00	0,65
Weitergehende Schlammbehandlung	20,00	1,45	125,00	9,08	47,00	3,42
Labor	3,00	0,22	23,00	1,67	11,00	0,80
<b>ARA Gesamt</b>	<b>78,00</b>	<b>5,67</b>	<b>246,00</b>	<b>17,88</b>	<b>140,00</b>	<b>10,17</b>

Tabelle 8-20: Größengruppe 5 - Kostenarten Prozessbetriebskosten - gesamt



### 8.9.5.2 Prozessbetriebskosten Mechanische Vorreinigung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 1 - lassen sich wie folgt darstellen:

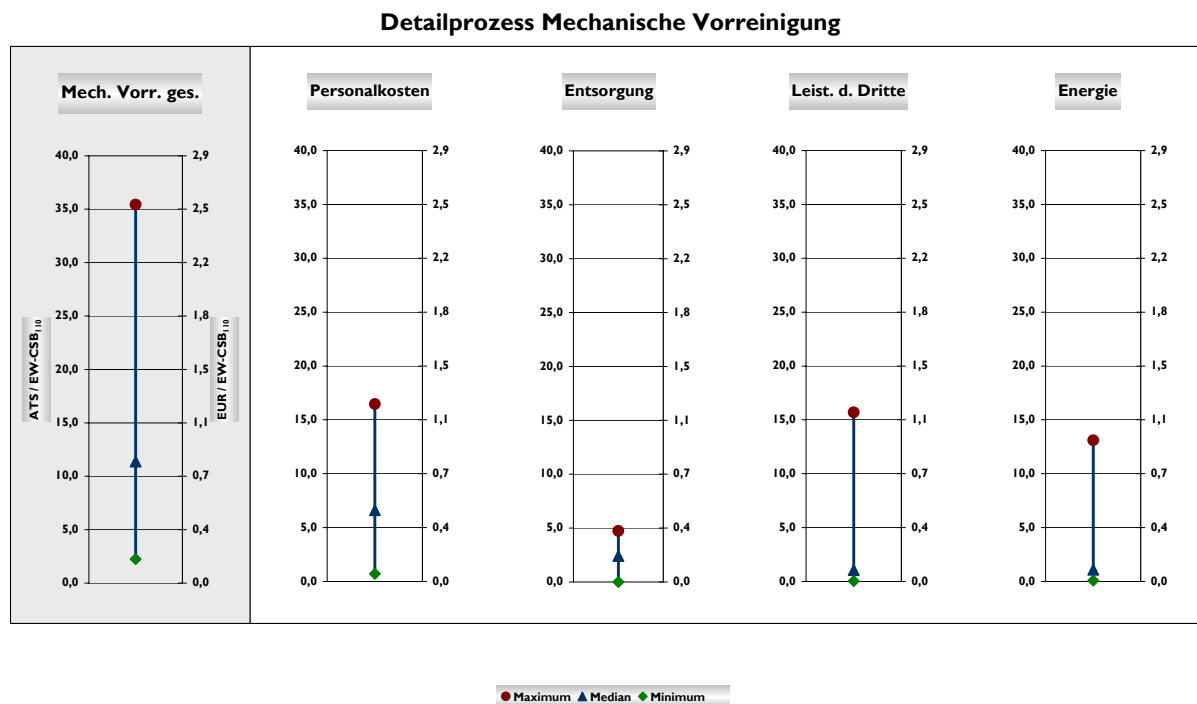


Abbildung 8-44: Größengruppe 5 - Prozessbetriebskosten – Mechanische Vorreinigung

ATS/EUR pro EW-CSB I 10	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	1,00	0,07	16,00	1,16	7,00	0,51
Entsorgungskosten	0,00	0,00	5,00	0,36	2,00	0,15
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	16,00	1,16	1,00	0,07
Energiekosten	0,00	0,00	13,00	0,94	1,00	0,07
<b>Mechanische Vorreinigung gesamt</b>	<b>2,00</b>	<b>0,15</b>	<b>35,00</b>	<b>2,54</b>	<b>11,00</b>	<b>0,80</b>

Tabelle 8-21: Größengruppe 5 - Kostenarten Prozessbetriebskosten - Mechanische Vorreinigung

8.9.5.3 Prozessbetriebskosten Mechanisch-Biologische Reinigung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 2 - lassen sich wie folgt darstellen:

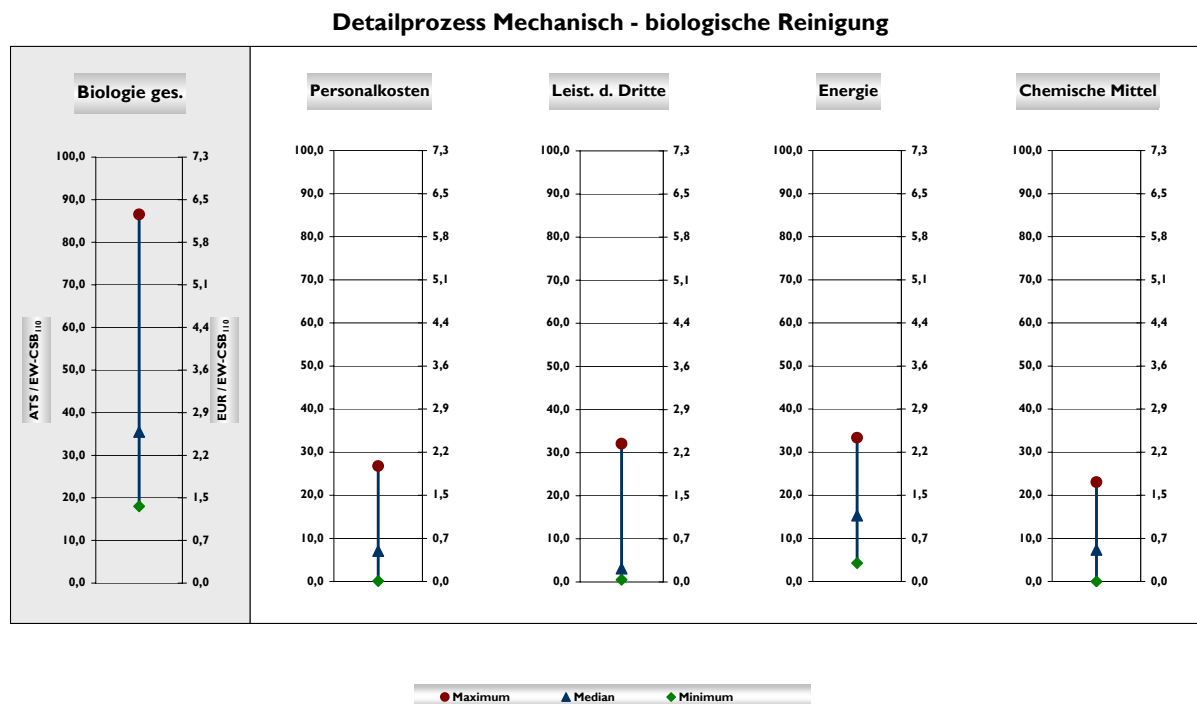


Abbildung 8-45: Größengruppe 5 - Prozessbetriebskosten – Mechanisch-Biologische Reinigung

ATS/EUR pro EW-CSB I 10	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	0,00	0,00	27,00	1,96	7,00	0,51
Leistungen durch Dritte	1,00	0,07	32,00	2,33	3,00	0,22
Energiekosten	4,00	0,29	33,00	2,40	15,00	1,09
Chemische Mittel	0,00	0,00	23,00	1,67	7,00	0,51
<b>Biologie gesamt</b>	<b>18,00</b>	<b>1,31</b>	<b>87,00</b>	<b>6,32</b>	<b>35,00</b>	<b>2,54</b>

Tabelle 8-22: Größengruppe 5 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Mechanisch-Biologische Reinigung

8.9.5.4 Prozessbetriebskosten Eindickung/Stabilisierung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 3 - lassen sich wie folgt darstellen:

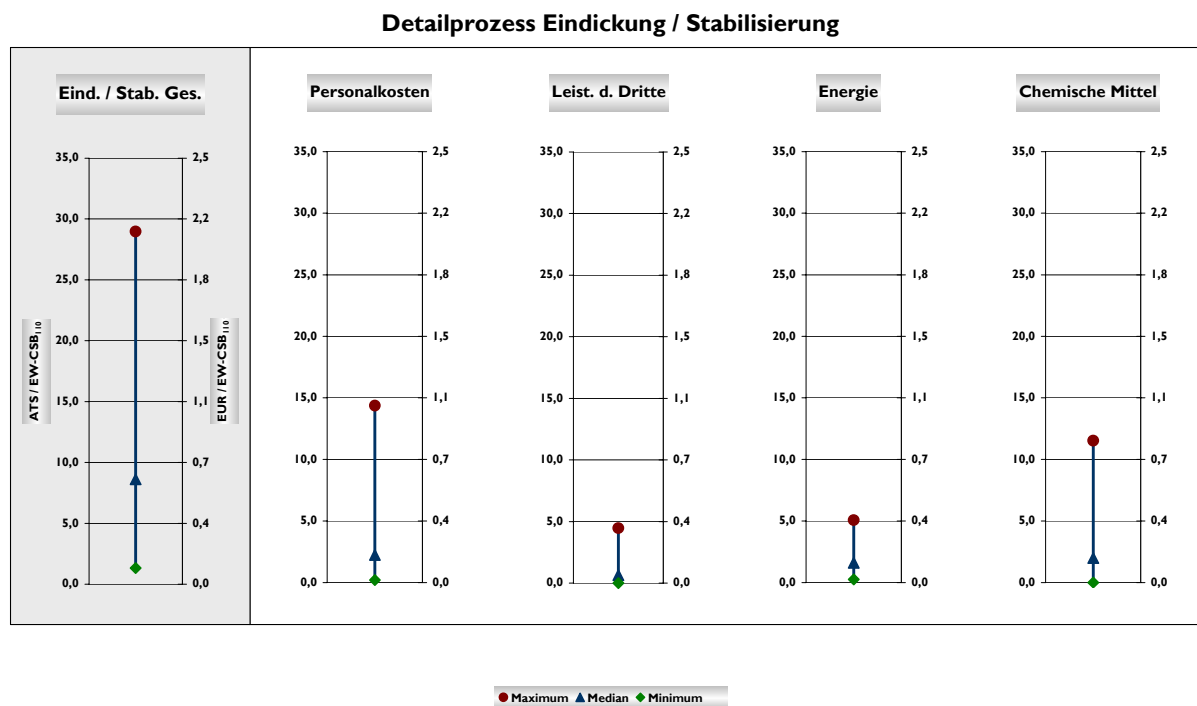


Abbildung 8-46: Größengruppe 5 - Prozessbetriebskosten – Eindickung / Stabilisierung

ATS/EUR pro EW-CSB 110	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	0,00	0,00	14,00	1,02	2,00	0,15
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	4,00	0,29	1,00	0,07
Energiekosten	0,00	0,00	5,00	0,36	2,00	0,15
Chemische Mittel	0,00	0,00	12,00	0,87	2,00	0,15
<b>Eindickung / Stabilisierung gesamt</b>	<b>1,00</b>	<b>0,07</b>	<b>29,00</b>	<b>2,11</b>	<b>9,00</b>	<b>0,65</b>

Tabelle 8-23: Größengruppe 5 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Eindickung / Stabilisierung

### 8.9.5.5 Prozessbetriebskosten Weitergehende Schlammbehandlung je EW-CSB<sub>110</sub>

Die Kostenarten - Prozess 4 - lassen sich wie folgt darstellen:

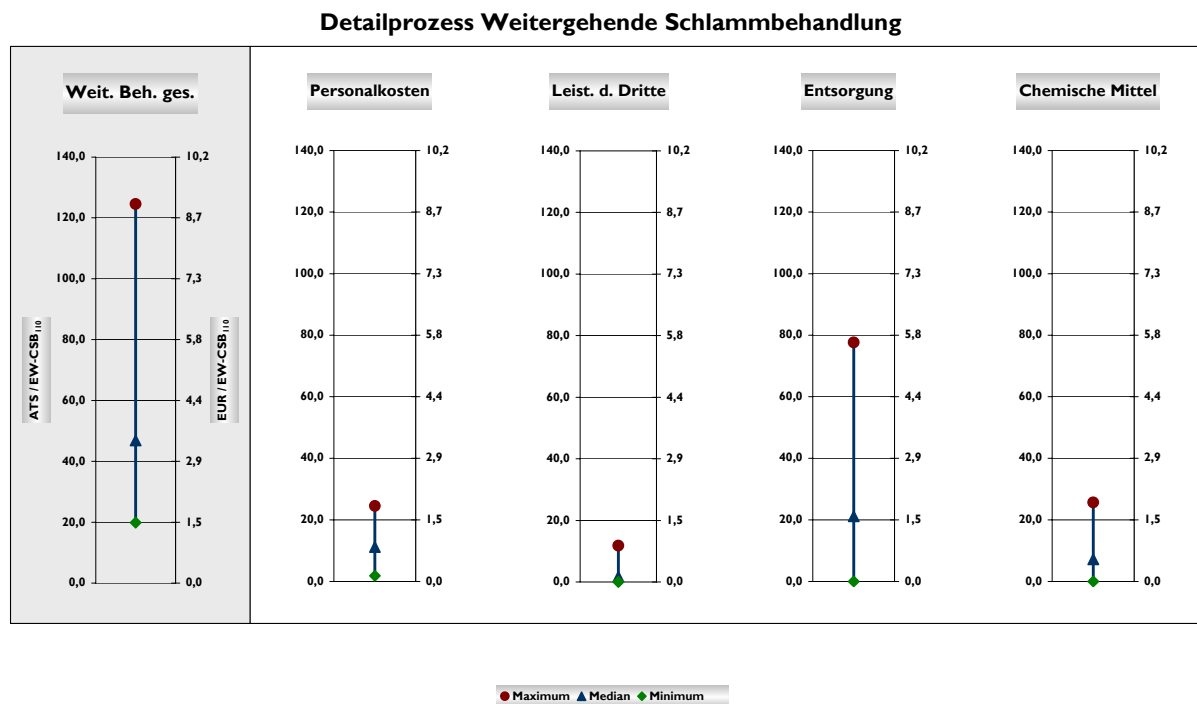


Abbildung 8-47: Größengruppe 5 - Prozessbetriebskosten – Weitergehende Schlammbehandlung

ATS/EUR pro EW-CSB 110	MIN		MAX		MEDIAN	
	ATS	EUR	ATS	EUR	ATS	EUR
Personalkosten	2,00	0,15	25,00	1,82	11,00	0,80
Leistungen durch Dritte	0,00	0,00	12,00	0,87	2,00	0,15
Entsorgung	0,00	0,00	78,00	5,67	21,00	1,53
Chemische Mittel	0,00	0,00	26,00	1,89	7,00	0,51
<b>Weitergehende Behandlung gesamt</b>	<b>20,00</b>	<b>1,45</b>	<b>125,00</b>	<b>9,08</b>	<b>47,00</b>	<b>3,42</b>

Tabelle 8-24: Größengruppe 5 - Kostenarten Prozessbetriebskosten – Weitergehende Schlammbehandlung

## 8.10 Organisatorische Hilfskostenstellen

### 8.10.1 Allgemeines

Die organisatorischen Hilfskosten wurden im Zuge der Datenerhebung gesondert erfasst und ausgewertet. Im diesem Kapitel werden diese Kosten unter Berücksichtigung der definierten organisatorischen Gruppen einer näheren Betrachtung zugeführt.

Aus nachfolgender Grafik wird ersichtlich, dass sich der Anteil dieser Hilfskosten in Bezug zu den Gesamtkosten der Teilnehmer (Durchschnitt der Einzelwerte) in einem Rahmen zwischen 7 % bis 10 % bewegt.

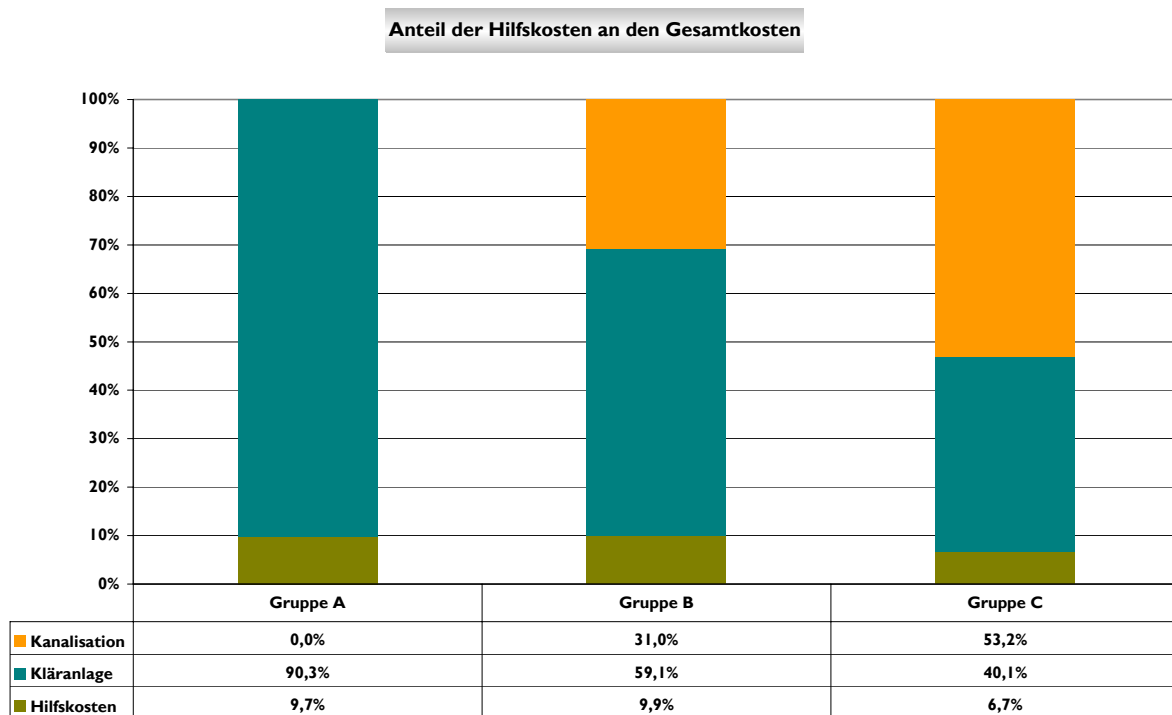


Abbildung 8-48: Anteil der Hilfskosten an den Gesamtkosten

Auffallend ist in Bezug zu den organisatorischen Gruppen, dass der Anteil der Hilfskosten im Bereich der Gruppe C (Errichtung und Betrieb der gesamten Abwasserentsorgung) mit 6,7 % doch deutlich geringer ist.

In der Detailanalyse der Hilfskosten ergibt sich nachfolgende Verteilung:

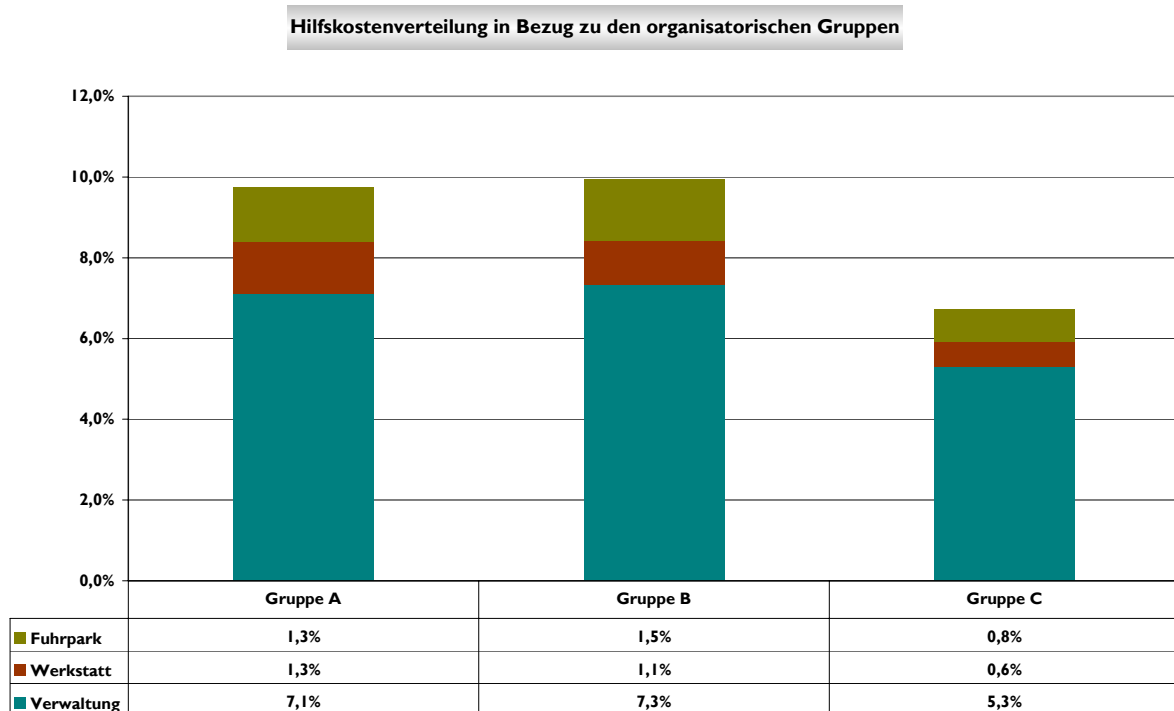


Abbildung 8-49: Hilfskostenverteilung in Bezug zu den organisatorischen Gruppen

Das Ergebnis der Detailauswertung ist insofern überraschend, als der Unterschied im Anteil der Hilfskosten der Gruppe C im Wesentlichen auf den geringen Verwaltungskostenanteil von 5,3 % zurückzuführen ist (nähere Ausführung siehe Kapitel 8.10.2 unten).

### 8.10.2 Verwaltungskosten

Nachfolgend werden die Verwaltungskosten innerhalb der Benchmarking-Stichprobe näher analysiert. Vorab erscheint dabei die Differenzierung der organisatorischen Einheiten als wesentlich. Die Darstellung erfolgt demnach je organisatorischer Gruppe.

Nachfolgend wird der Anteil der Verwaltungskosten (Durchschnitt der Einzelwerte) im Verhältnis zu den Gesamtkosten der Teilnehmer dargestellt:

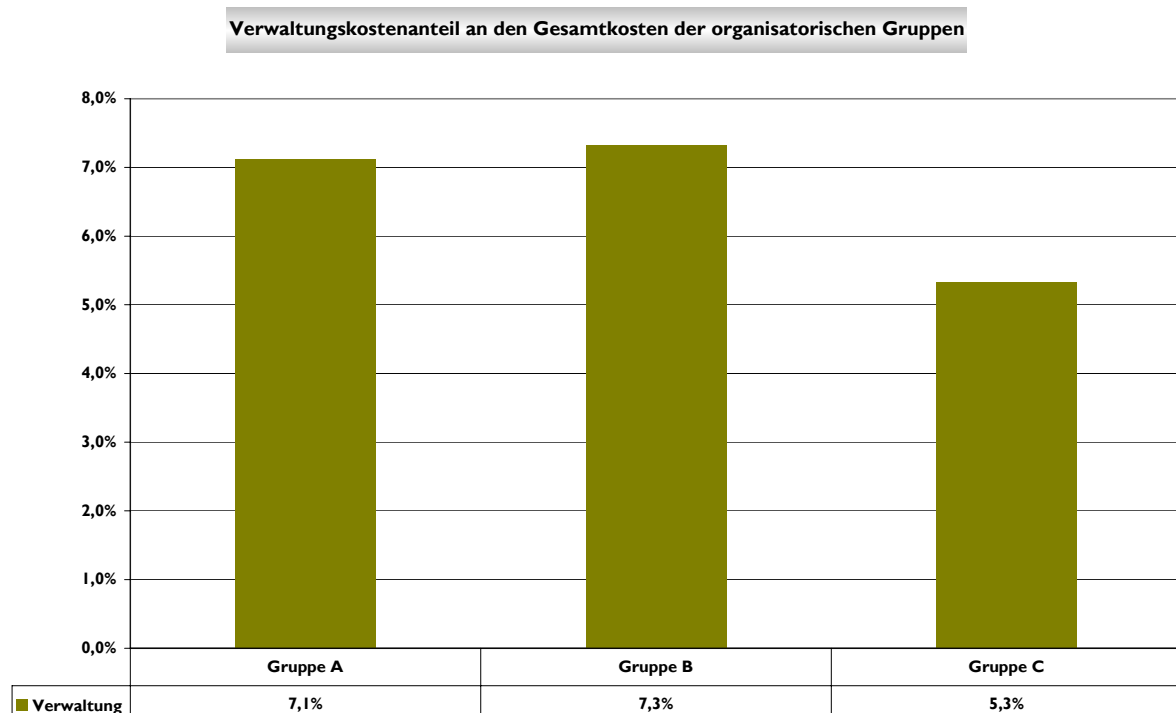


Abbildung 8-50: Verwaltungskostenanteil an den Gesamtkosten der organisatorischen Gruppen

Zunächst ist ersichtlich, dass der Verwaltungsanteil (bezogen auf Betriebskosten und Kapitalkosten) an den Gesamtkosten in etwa bei 7 % liegt. Bemerkenswert ist jedoch, dass der Verwaltungsanteil in der Gruppe C (Errichtung und Betrieb Reinigungsanlage und gesamte Kanalisation) mit 5,5 % doch deutlich niedriger ist.

Bei näherer Betrachtung wird dieser Unterschied sehr einfach nachvollziehbar und gleichzeitig relativiert. Der Gruppe C sind auch einzelne Gemeinden zugeordnet, welche per Definition die gesamte Abwasserableitung und Abwasserreinigung durchführen. Tatsache ist, dass sich die Kosten für Verwaltungsleistungen innerhalb einer Gemeinde nicht unmittelbar und exakt abgrenzen bzw. zuordnen lassen.

Nimmt man demnach für diese Auswertung die Kostenanteile der Gemeinden heraus, stellen sich die Verwaltungskostenanteile wie folgt dar:

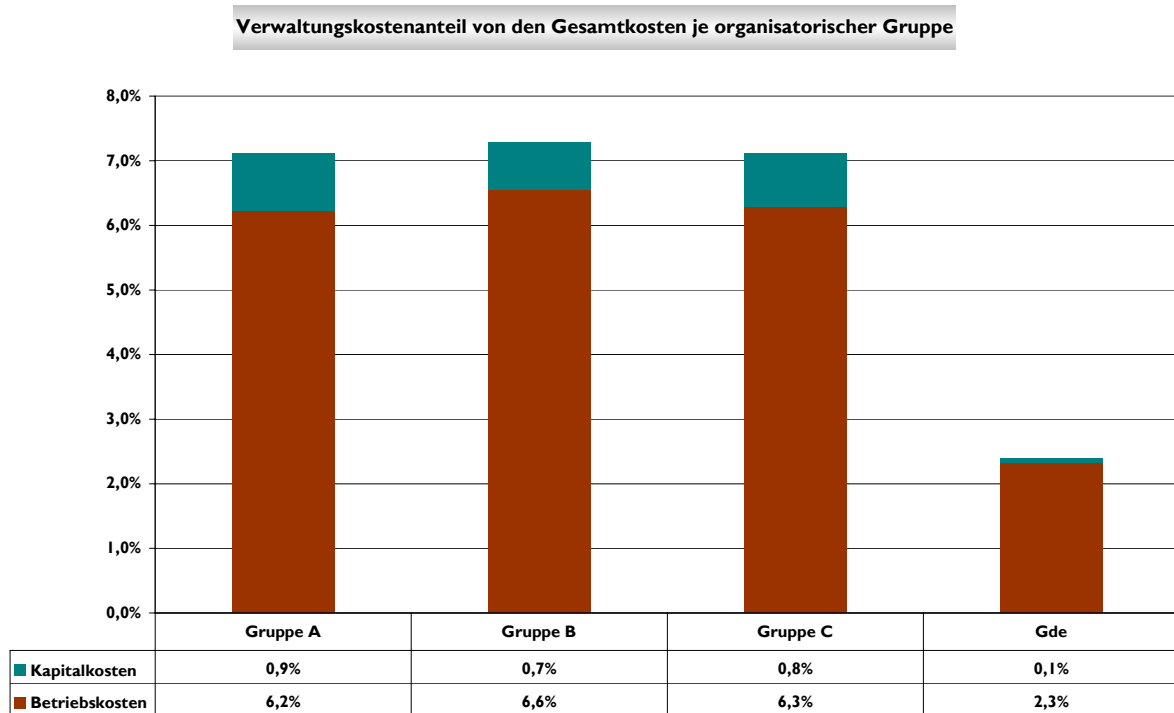


Abbildung 8-51: Verwaltungskostenanteil von den Gesamtkosten je organisatorischer Gruppe

Nun wird deutlich, dass der Verwaltungskostenanteil auch bei der Gruppe C ohne Einzelgemeinden bei rund 7 % liegt. Der Verwaltungskostenanteil innerhalb der Gemeindegruppe ist **mit 2,4 % wesentlich geringer**. Dies ist unserer Ansicht nach auf das **teilweise Fehlen von nicht unmittelbar abgrenzbaren Verwaltungsleistungen** (sowohl Kapital- als auch Betriebskosten) zurückzuführen.

Dieser Umstand wird auch zukünftig bei der Erstellung von Kostenrechnungen für den Bereich Abwasser innerhalb einer Gemeinde zu berücksichtigen sein.



## 8.11 EXKURS: Individualauswertungen - Vorschau

Parallel zur Kostenstrukturanalyse bezogen auf organisatorische Gruppen bzw. Größenklassen im Bereich der Reinigungsanlagen wurde die Kostenstruktur der einzelnen Teilnehmer des Benchmarking-Projektes analysiert.

Im Folgenden wird die Individualanalyse, welche für jeden Einzelteilnehmer durchgeführt wurde, kurz erläutert.

Neben den Individualauswertungen der Gesamtjahreskosten auf Basis der Ist – Kostenrechnung und der Darstellung der Kapitalkosten wird insbesondere der Bereich der Betriebskosten im Detail analysiert und in Bezug zu technisch und größenmäßig vergleichbaren Werten gesetzt.

Die Teilnehmer sollen dadurch einen einfachen und raschen Überblick bezüglich Handlungsbedarf und maximal möglichem Verbesserungspotenzial erhalten.

Als Bezugsgröße werden beispielsweise im Bereich Abwasserreinigung die rückgerechneten EW-CSB<sub>110</sub> zur Generierung von relativen Kennzahlen herangezogen.

Die Individualdarstellung eines Teilnehmers könnte sich demnach folgendermaßen darstellen:

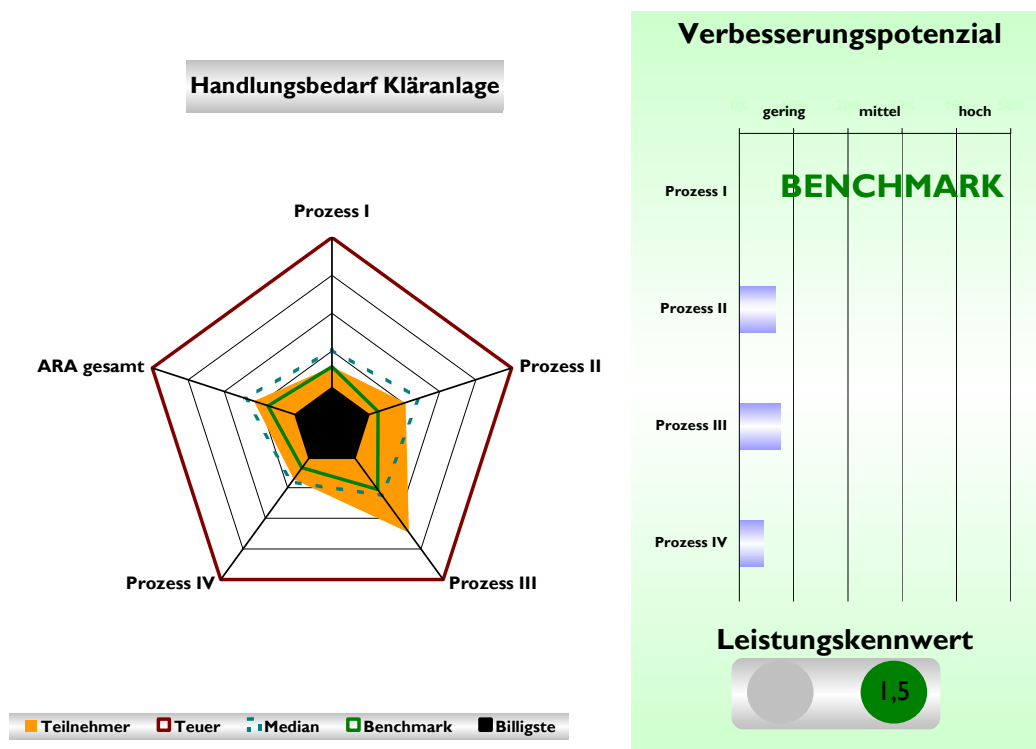


Abbildung 8-52: Individualauswertung eines Teilnehmers – Beispiel 1

Handlungsbedarf:

Die innere, schwarze Fläche stellt den Bereich der im Vergleich günstigsten Reinigungsanlagen derselben Gruppe (technisch und größenmäßig) dar. Es werden sowohl die einzelnen Prozesse der Reinigungsanlage dargestellt als auch die Kläranlage gesamt. Der kostenmäßig höchste Wert der Gruppe wird mit der roten Umrandung dargestellt. Die **hellblaue strichlierte Linie** stellt den **Median der Gruppe** dar, während die **grüne Linie** den jeweiligen **Benchmarkwert** (Prozesse und Reinigungsanlage gesamt) **der Gruppe** darstellt.

Die gelbe Fläche stellt die Werte des jeweiligen Teilnehmers und das Verhältnis der eigenen Kosten- und Leistungsstruktur zum Billigsten (schwarz) bzw. zur Benchmark sowie in Relation zum Teuersten (rot) dar und zeigt den **Handlungsbedarf** auf.

Verbesserungspotenzial:

Nun muss ein großer Handlungsbedarf innerhalb eines Prozesses nicht unbedingt bedeuten, dass eine diesbezügliche Verbesserung kostenmäßig stark durchschlägt. Deshalb wird in nebenstehender Grafik (Verbesserungspotenzial) der Handlungsbedarf bzw. das Verbesserungspotenzial kostenmäßig bewertet. Daraus ergibt sich nun das **mögliche Verbesserungspotenzial** für den jeweiligen Teilnehmer.

Leistungskennwert:

Zur qualitativen Leistungsbeurteilung ist auch der individuelle Leistungskennwert dargestellt. Der Leistungskennwert ist eine quantitative Beurteilung der nach der Reinigung im Ablauf verbleibenden Gewässerbelastung. Ist der Leistungskennwert  $> 2,5$  kann die 1. Abwasser-Emissions-Verordnung für kommunales Abwasser 1. AEVka nicht eingehalten werden. Bei einem Leistungskennwert  $\leq 2,5$  ist keine zuverlässige Aussage möglich ob die 1. AEVka eingehalten wird oder nicht. Es wird daher einerseits der Leistungskennwert angegeben und andererseits farblich gekennzeichnet ob die 1. AEVka eingehalten wurde oder nicht. Rot bedeuten 1. AEVka nicht eingehalten, grün kennzeichnet, dass die Anlage die 1. AEVka erfüllt.

Die Grafik ist demnach wie folgt zu interpretieren:

*Für die mechanische Vorreinigung (Prozess I) würde dieser Teilnehmer in seiner Gruppe die Benchmark darstellen. Dort ist der Handlungsbedarf gleich dem Benchmarkwert.*

Im Bereich der mechanisch-biologischen Reinigung (Prozess II) weist der Teilnehmer ebenfalls nur ein geringes Verbesserungspotenzial auf und liegt mit seinem Wert zwischen der Benchmark und dem Median. Das größte Verbesserungspotenzial dieses Teilnehmers liegt in der Eindickung und Stabilisierung (Prozess III). Dort liegt er doch deutlich über dem Billigsten (der allerdings die geforderte Reinigungsleistung nicht erfüllt), aber auch über der Benchmark und dem Median. Der Handlungsbedarf in der weitergehenden Schlammbehandlung (Prozess IV) ist wiederum gering.

Betrachtet man das Verbesserungspotenzial wird ersichtlich, dass der geringe Handlungsbedarf im Prozess II fast dasselbe Potenzial in sich birgt, wie der größere Handlungsbedarf im Prozess III. D.h. eine Verbesserung im Prozess II kann sich kostenmäßig ebenso stark auswirken, wie im Prozess III.

Abgesehen vom möglichen kostenmäßigen Verbesserungspotenzial gibt es beim gegenständlichen Benchmarking-Teilnehmer kein technisches Verbesserungspotenzial. Dies bedeutet, dass die 1. Abwasser-Emmissions-Verordnung für kommunales Abwasser (1.AEV) von diesem Teilnehmer erfüllt wird (siehe positive – grüne Leistungskennzahl).

Im Vergleich dazu die „Visitenkarte“ eines anderen Teilnehmers:

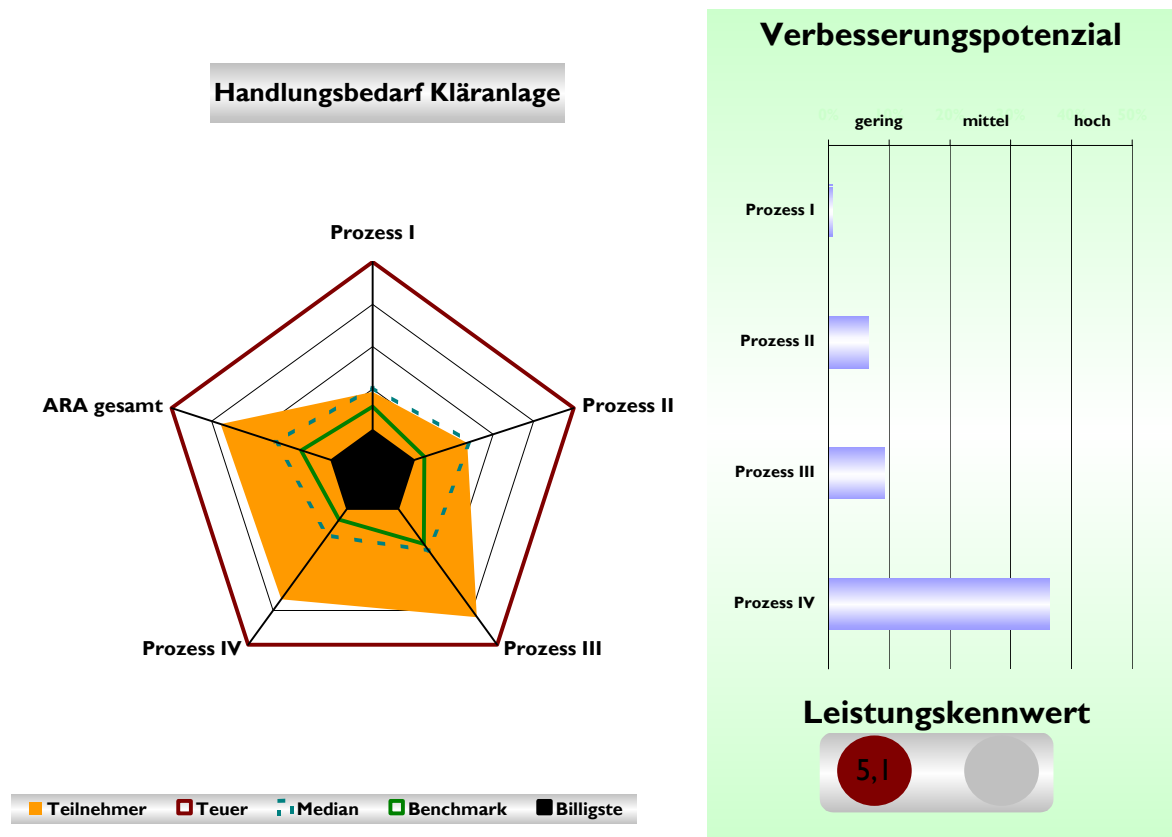


Abbildung 8-53: Individualauswertung eines Teilnehmers – Beispiel 2

## **9 ERGEBNISSE - ABWASSERABLEITUNG**

### **9.1 Allgemeines**

Für 8 Teilnehmer, die ein Kanalnetz vollständig zumindest in einer Gemeinde errichteten und betreiben, ist es sinnvoll die Auswertungen speziell bezüglich der Ortsnetze durchzuführen. Diese Teilnehmer errichteten in Summe 446 km Kanalisation und 135 Sonderbauwerke, davon 61 Pumpwerke und haben diese auch zu betreiben.

Bei den Auswertungen der Ortsnetze wurde aufgrund der geringen Anzahl auf statistische Analysen verzichtet.

52 Teilnehmer errichteten und betreiben zumindest das Verbandsnetz. Bei jenen Teilnehmern, die Ortsnetze errichteten bzw. betreiben, werden diese mit ausgewertet. Diese Teilnehmer errichteten in Summe 1742 km Kanalisation und 1232 Sonderbauwerke, davon 412 Pumpwerke und haben 2468 km Kanalisation zu betreiben.

Prinzipielle Bezugsgröße ist, wie bereits vorne ausführlich beschrieben, die Länge des Kanalnetzes.

Auf eine getrennte Auswertung der Sonderbauwerke wurde verzichtet, u.a. weil der betriebliche Aufwand nicht für die unterschiedlichen Arten d. SBW zu differenzieren war und auf diese verschiedene Bezugsgrößen (zB kW, m<sup>3</sup>, EZG<sub>MWÜB</sub>) anzuwenden sind. Es wurde der Weg gewählt jeweils eine Auswertung der Leitungen und eine Auswertung Leitungen inkl. Sonderbauwerke zu erstellen. Das heisst, dass die Aufwendungen für die Sonderbauwerke auf die selbe Bezugsgrösse Länge der Leitungen umgelegt wurden.

Die Problematik der Aufteilung der Kosten der Sonderbauwerke auf die Länge des Netzes ist den Bearbeitern bewusst, da kleinere Netze natürlich benachteiligt sind, deshalb werden diese Kostenanteile auch extra in der Darstellung ausgewiesen, um zu erkennen, ob diese massgebend sind oder nicht. Ebenso dämpft die Gruppeneinteilung nach der Grösse der Netze diesen Einfluss.

### **9.2 Betrachtungen zur Benchmarkfestlegung**

#### **9.2.1 Welche Anlagen können Benchmark werden**

Da die Auswertung von gesamten Kanalisationen bezüglich der Errichtungskosten ein sehr schwieriges Unterfangen ist, wurde eine Detailanalyse von je einem Bauabschnitt pro Teilnehmer anhand der Schlussrechnungen durchgeführt (sh. Kap.9.7)

Zur Festlegung der Benchmarks muss generell angemerkt werden, dass auf Grund der Vielzahl an Randbedingungen und standortspezifischen Besonderheiten vor allem im Bereich Abwasserableitung mit den hier verfügbaren Daten die ermittelten Benchmarkbereiche mit einer dementsprechenden Unsicherheit behaftet sind.

Nichtsdestotrotz gibt es eine Auswertung der Kapitalkosten auf die gesamte Kanalisation (inkl. und exkl. Sonderbauwerke), bei der aber die maßgeblichen Einflüsse auf die Errichtungskosten (wie zB Tiefenlage, mittl. Schachtabstand etc) aufgrund der unzureichenden Datenlage nicht berücksichtigt werden konnten.

Für den Betrieb von Kanalisationen zeigt Abb. 9-1 eine Übersicht über die möglichen Tätigkeiten. Die hinterlegten Felder heben jene Maßnahmen hervor, die im Mittelpunkt des Projektinteresses stehen, da sie am ehesten durch eigenes Personal verrichtet werden und die aufgrund der Datenlage näher betrachtet werden können.

Inspektion			Wartung			Sanierung			sonstige Aufgaben
Vorplanung			Vorplanung			Konsequenzen aus der Inspektion			*Instandhaltungsplanung *Schulungen *Betriebsanweisungen *Kanalkataster *Indirekteinleiter *Sonstiges
Feststellung des Istzustandes			Reinigung			Ermittlung der optimalen Lösung			
Bauliche Untersuchungen	Hydraulische Untersuchungen	Umweltrelevante Untersuchungen	Kanalnetz	Schächte	Straßeneinläufe	Bauliche	Hydraulische	Umweltrelevante	
Beurteilung des Istzustandes			weitere Maßnahmen Konservieren Schmierer Auswechseln Nachstellen			Maßnahmen Reparatur Renovierung Erneuerung			
Vergleich mit den Anforderungen			Pumpwerke	Sonderbauwerke					

Abbildung 9-1: Potenzielle Massnahmen des Kanalbetriebes

Zur Beurteilung des Kanalbetriebes müssen die **Anforderungen** an den Kanalbetrieb in Österreich betrachtet werden. Für den in diesem Projekt bundesweit durchgeführten Vergleich von Anlagen gibt es leider keine bundesweiten Regelungen. Die folgenden Punkte sind ein komprimierter Querschnitt aus verschiedenen Richtlinien der Bundesländer und ÖWWV-Regelblatt 22 (1989):

- ↳ TV-Inspektion: bei Bauabnahme und alle 10 – 15 Jahre
- ↳ Kanal-Reinigung: mind. alle 5 Jahre
- ↳ Inspektion der Sonderbauwerke: 1x pro Monat

#### Folgerungen für die Ermittlung der Benchmarks:

- ↳ erforderlicher Inspektionsaufwand ist für Kanalanlagen älter als 10 Jahre gegeben

- ↳ erforderlicher Reinigungsaufwand für Kanalanlagen älter als 5 Jahre gegeben
- ↳ gewisser Minimalaufwand je Pumpwerk und sonstiger Sonderbauwerke (altersunabhängig)

Bei kleinen Kanalnetzen ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass die erforderlichen Reinigungs- und Inspektionsleistungen für das gesamte Netz konzentriert innerhalb von Wochen bzw. Tagen erbracht werden. Damit ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass diese Leistungen nicht im Betrachtungsjahr 1999 angefallen sind.

Wenn Teilnehmer mit kleinen Kanalnetzen noch dazu keine bzw. sehr wenige Sonderbauwerke zu betreuen haben, kann auch bei verschwindenden Betriebskosten ein ordnungsgemäßer Betrieb geführt werden.

### 9.2.2 „AUSSAGEKRAFT bezüglich Benchmarking“

Da keine Daten über den Zustand und die Umweltauswirkungen der Kanalisationen vorliegen und der Betrachtungszeitraum mit nur 1 Jahr viel zu kurz ist, kann keine „Leistungskennzahl“ vergeben werden, die einen ordnungsgemäßen Betrieb bestätigt und die die Teilnehmer als mögliche Benchmark qualifiziert. Um trotzdem eine Einstufung der Teilnehmer durchzuführen, wurde die „AUSSAGEKRAFT“ bezüglich Benchmarking entwickelt.

Eine **geringe** „AUSSAGEKRAFT“ bedeutet aber keineswegs, dass ein Teilnehmer keinen ordnungsgemässen Kanalbetrieb führt - dazu ist der Betrachtungszeitraum viel zu kurz. Eine **hohe** AUSSAGEKRAFT bedeutet dies auch nicht, aber die Wahrscheinlichkeit, dass die Kennzahl dieser Teilnehmer eine Benchmark eines ordnungsgemässen Betriebs ist, ist hoch.

Dabei wird prinzipiell davon ausgegangen, dass bei vermehrter Eigenleistung und grösseren Kanalnetzen die Wahrscheinlichkeit steigt, dass die betrieblichen Aktivitäten kontinuierlich durchgeführt werden und damit im Untersuchungsjahr angefallen sind. Bei vermehrter Vergabe aller Leistungen an Fremdfirmen v.a. bei kleinen Kanalnetzen steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die erforderlichen Tätigkeiten in einem kurzen Zeitraum konzentriert durchgeführt werden und nicht im Untersuchungsjahr angefallen sind.

Die Abb.9-2 zeigt ein Schema über die Einstufung der „AUSSAGEKRAFT“

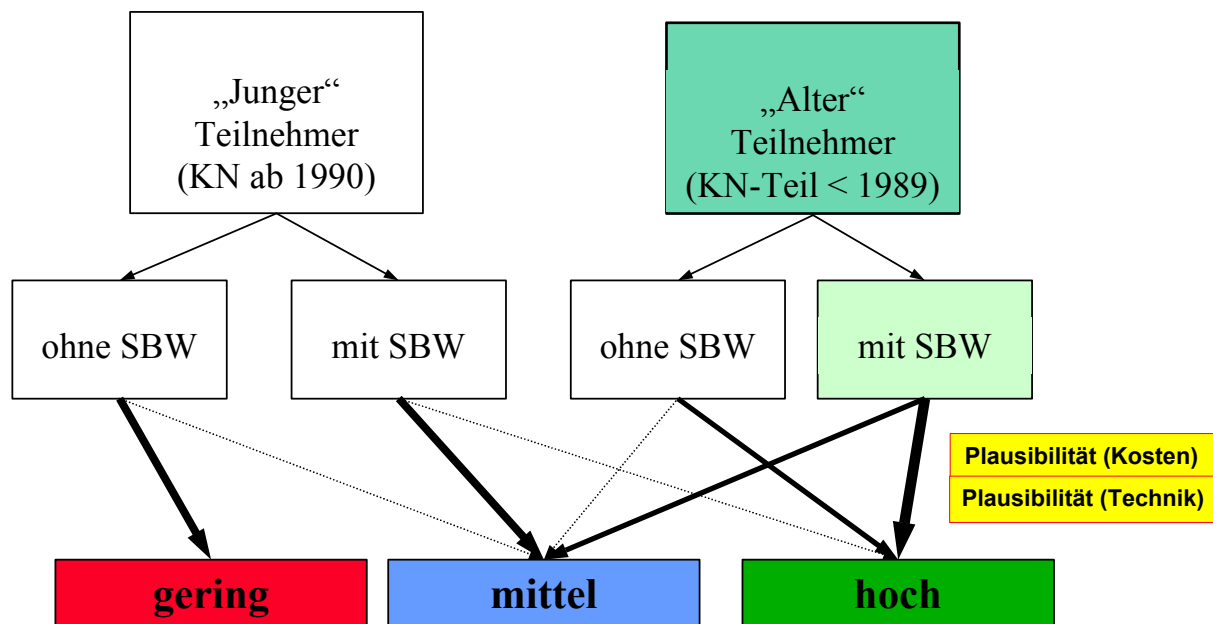


Abbildung 9-2: Schema zur Einstufung der „AUSSAGEKRAFT“ bez. Benchmarking

Es gibt in Summe 3 Einstufungen:

- ↪ Aussagekraft, die sich nur auf den Betrieb der Leitungen bezieht
- ↪ Aussagekraft, die sich auf den Betrieb der Sonderbauwerke bezieht und
- ↪ Aussagekraft für die Einstufung des gesamten Kanalbetriebes

Im folgenden werden die Kriterien zur Einstufung der Aussagekraft erläutert:

- ↪ Plausibilität Technische Daten:
  - Stufe 1 - Formale Überprüfung
  - Stufe 2 - Technische Kontrolle
- ↪ Plausibilität der Kostenaufteilung:
  - Stufe 3 - Techn. & wirtschaftlich kombinierte Kontrolle
- ↪ Alter des Kanalnetzes:
  - Anteilige Länge älter als 10 Jahre bzw. 5 Jahre
- ↪ Reinigung:
  - wenn Teile d. Kanalnetzes älter als 5 Jahre wird geprüft, ob eigene Ausrüstung vorhanden und /oder Fremdvergabe erfolgt, sowohl für Leitungen als auch für SBW

- ↪ Inspektion:  
wenn Teile d. Kanalnetzes älter als 10 Jahre wird geprüft, ob eigene Ausrüstung vorhanden und /oder Fremdvergabe erfolgt
- ↪ Pumpwerke:  
Anzahl der Pumpwerke: Inspektionsaufwand je PW in gewisser Regelmässigkeit notwendig; wenn die Wartung durch Eigenpersonal erfolgt, sollte 1 Fahrzeug vorhanden sein
- ↪ Sonderbauwerke:  
Anzahl der SBW, wenn die Wartung durch Eigenpersonal erfolgt, sollte 1 Fahrzeug vorhanden sein
- ↪ Indirekteinleiter:  
Anzahl der Indirekteileiter: wenn die Überwachung und Kontrolle durch Eigenleistung erfolgt, müssen auch die dafür notwendigen Meßgeräte vorhanden sein  
Kommentar: Durch die IVO (1998) ist ein nicht zu vernachlässigender Verwaltungs- und Überwachungsaufwand für die Kanalisationsunternehmen entstanden.

Weiters wird bei einem sehr hohen Anteil von Reparatur & Instandhaltungskosten an den einzelnen Kostenarten dies bei der Einstufung in eine niedrigere Wertung berücksichtigt.

Es gibt keine mathematisch nachvollziehbare Wertung, sondern die Einstufung passiert aufgrund des Gesamteindrucks über alle Kriterien aufgrund der Erfahrung des wissenschaftlichen Bearbeiters des Instituts für Wasservorsorge.

Zusammenfassend werden deshalb als Benchmark-tauglich nur Anlagen eingestuft, deren

- Datenlage als **plausibel** und **abgesichert** beurteilt wird,
- Und deren „Aussagekraft“ **hoch** ist (für die Betriebskosten + Jahreskosten Benchmarks)



### 9.3 Ergebnisse der Kapitalkostenauswertungen

Wie bereits ausführlich betont, sind durch die Vielzahl an Randbedingungen und standortspezifischen Besonderheiten vor allem im Bereich Abwasserableitung mit den hier verfügbaren Daten die ermittelten Benchmarkbereiche mit einer dementsprechenden Unsicherheit behaftet. Deshalb wurde bei den Auswertungen der Kapitalkosten der Benchmarkbereich auch relativ hoch über den jeweils günstigsten Werten angesetzt.

#### 9.3.1 Ortsnetze

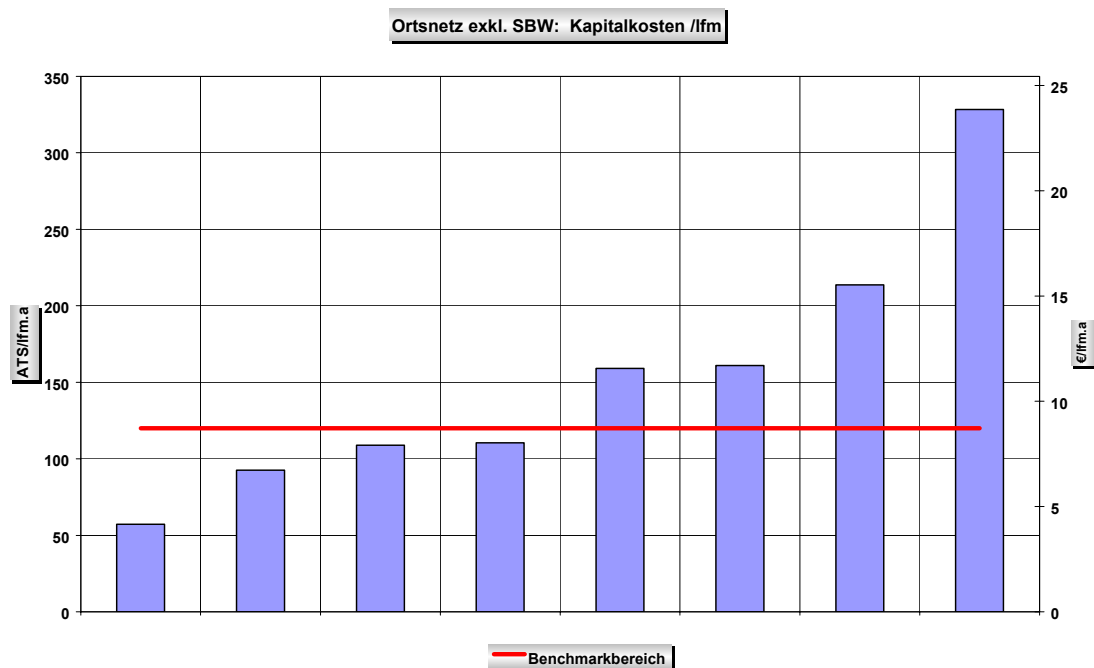


Abbildung 9-3: spezifische Kapitalkosten Ortsnetze exkl. SBW

In Abbildung 9-3 ist der Benchmarkbereich für spezifische Kapitalkosten Ortsnetze exkl. SBW mit 120 ATS//fm.a (8,7 €/fm.a) festgelegt. Die relativ grosse Bandbreite der Werte innerhalb dieser Gruppe ist auffällig und passt aber ganz gut zu den Auswertungen der Investitionskosten in Kap. 9.7.

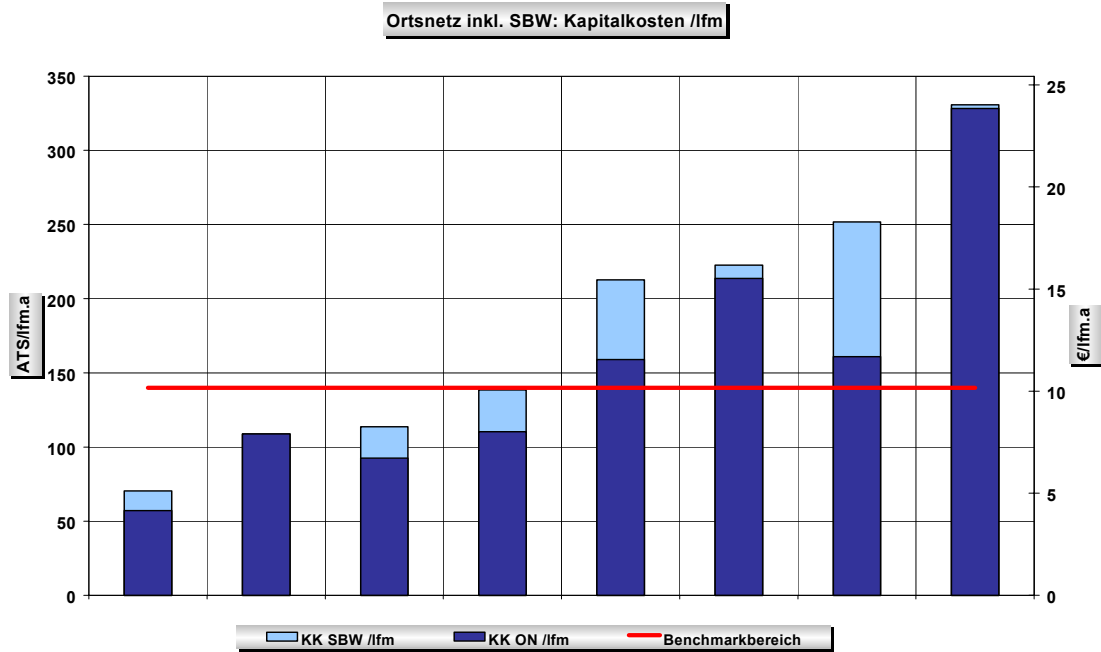


Abbildung 9-4: spezifische Kapitalkosten Ortsnetze inkl. SBW

In Abbildung 9-4 ist der Benchmarkbereich für spezifische Kapitalkosten Ortsnetze inkl. SBW mit 140 ATS/lfm.a (10,2 €/lfm.a) festgelegt. Dabei ist zu beachten, dass sich die Reihung bei Zunahme der Kapitalkosten für die SBW nur geringfügig ändert. Das heisst, der Einfluss auf die Kapitalkosten der Leitungen überwiegt im Regelfall bei diesen Teilnehmern.

### 9.3.2 Verbandsnetze

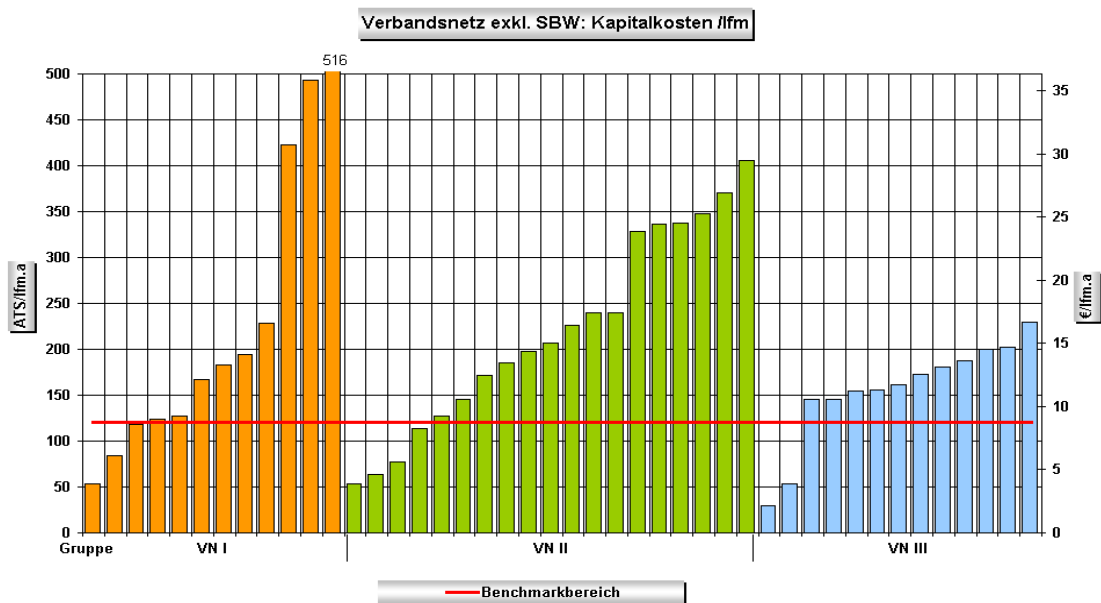


Abbildung 9-5: spezifische Kapitalkosten Verbandsnetze exkl. SBW

In Abbildung 9-5 ist der Benchmarkbereich für spezifische Kapitalkosten Verbandsnetze exkl. SBW für alle Gruppen - da die Gruppeneinteilung primär für die betrieblichen Auswertungen gewählt wurde - ebenso wie bei den Ortsnetzen mit 120 ATS/lfm.a (8,7 €/lfm.a) festgelegt.

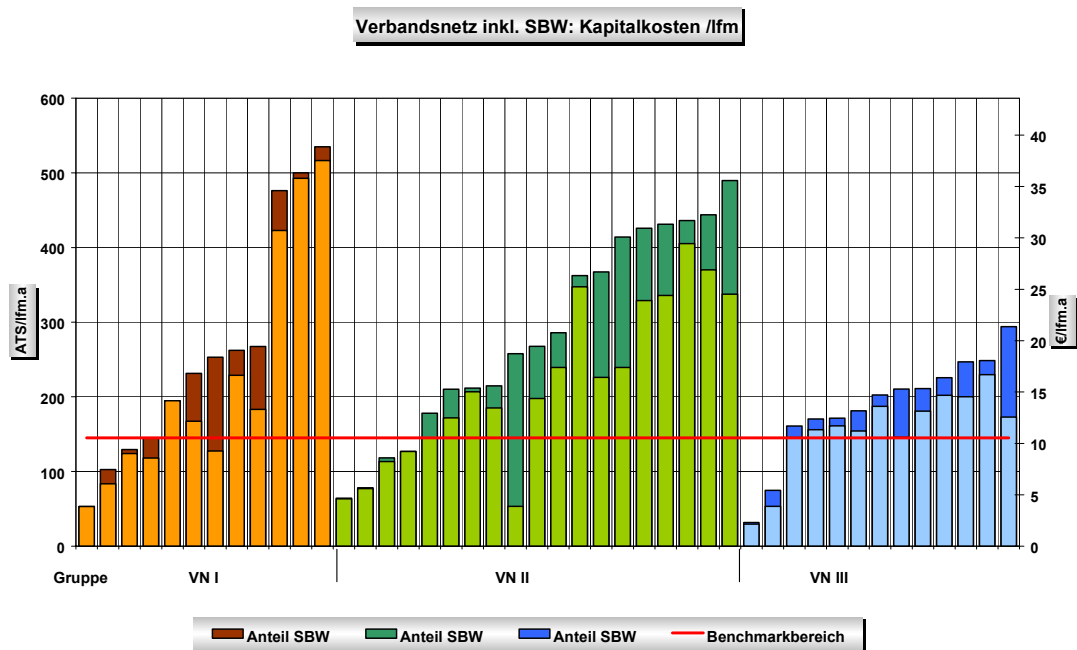


Abbildung 9-6: spezifische Kapitalkosten Verbandsnetz inkl. SBW aufgeteilt nach Anteil der Leitungen (VN) und Anteil der Sonderbauwerke (SBW)

Der Benchmarkbereich für spezifische Kapitalkosten der Verbandsnetze inkl. SBW wurde für alle Gruppen mit 145 ATS/lfm.a (10,5 €/lfm.a) festgelegt.

## 9.4 Ergebnisse der Betriebskostenauswertung

**Achtung:** Ab hier werden in den Diagrammen Abstufungen in der Helligkeit der einzelnen Balken bzw. Balkenteile entsprechend der „AUSSAGEKRAFT“ bezüglich Benchmarking der jeweiligen Teilnehmer gemacht. Das heisst, nur bei Teilnehmern mit hoher Aussagekraft haben die Balken bzw. Balkenteile die gleiche Farbe wie in der Legende angezeigt, bei mittlerer Aussagekraft erscheint sie etwas heller und bei geringer Aussagekraft sehr hell!

### 9.4.1 Ortsnetze

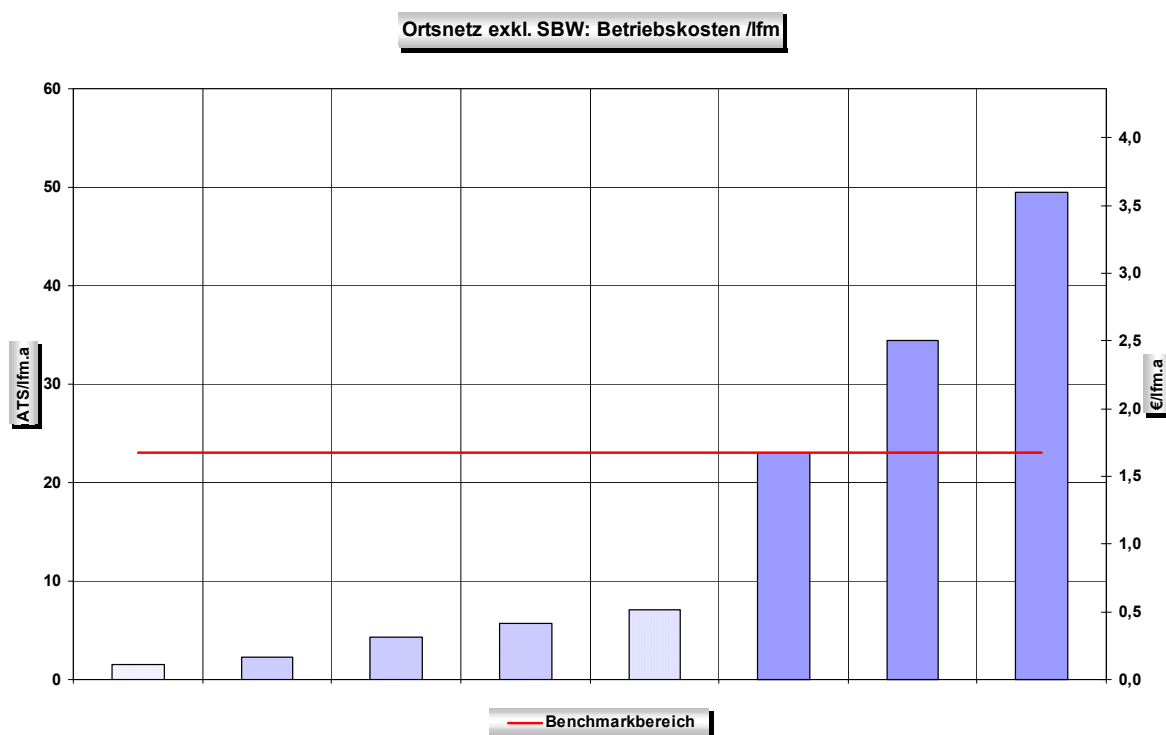


Abbildung 9-7: spezif. Betriebskosten Ortsnetz exkl. SBW

In Abb. 9-7 ist zu erkennen, dass die Teilnehmer mit den günstigsten Werten mit einer geringen bzw. mittleren Aussagekraft eingestuft wurden. Der Benchmarkbereich wurde beim besten Teilnehmer mit einer hohen Aussagekraft mit 23 ATS/lfm.a (1,7 €/lfm.a) festgesetzt.

Bei der Abb. 9-8 ist ersichtlich, dass bezüglich des Betriebes der Sonderbauwerke wesentlich mehr Teilnehmer mit einer hohen Aussagekraft eingestuft wurden. Dies hängt damit zusammen, dass dies mehrheitlich durch eigenes Personal durchgeführt wird. Der Benchmarkbereich wurde beim günstigsten Teilnehmer festgelegt, der bei beiden Anteilen mit einer hohen Aussagekraft eingestuft wurde und beträgt 44 ATS/lfm.a (3,2 €/lfm.a).

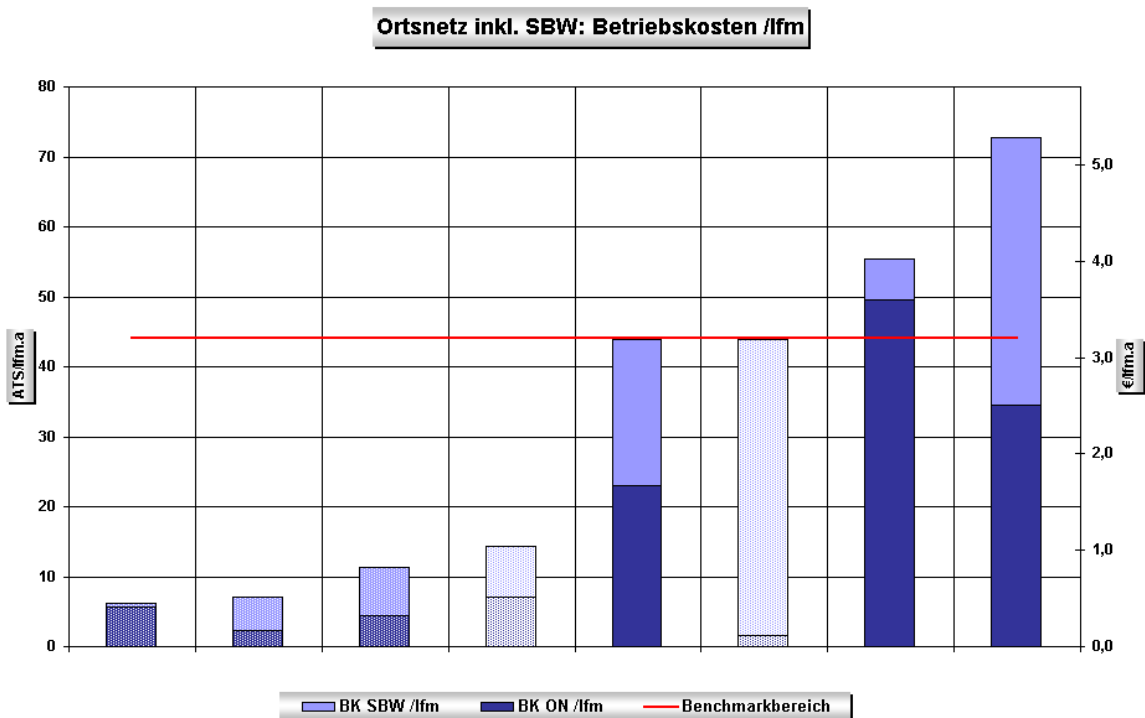


Abbildung 9-8: spezif. Betriebskosten Ortsnetz inkl. SBW

### 9.4.2 Verbandsnetze

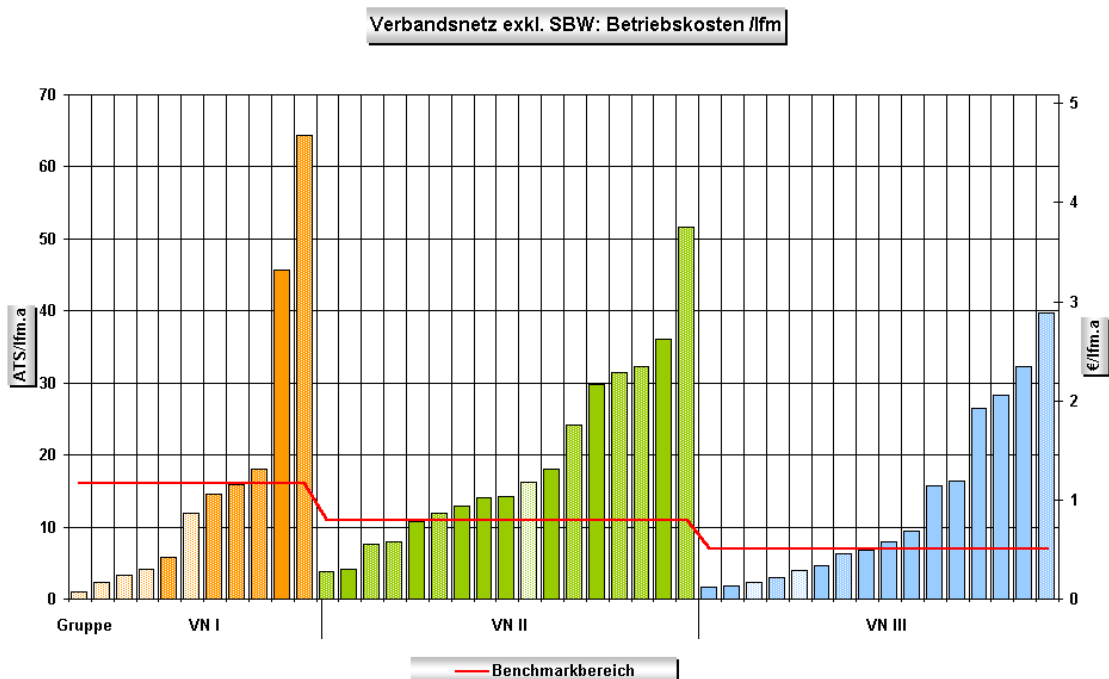


Abbildung 9-9: spezif. Betriebskosten Verbandsnetz exkl. SBW

In Abb. 9-9 ist zu ersehen, dass mit größer werdendem Kanalnetz der Anteil der Teilnehmer mit einer hohen Aussagekraft zunimmt. In Gruppe 1 (Leitungslänge kleiner 15000m) wird der

Benchmarkbereich wieder beim günstigsten Teilnehmer mit hoher Aussagekraft mit 16 ATS/lfm.a (1,2 €/lfm.a) festgelegt. Bei den Gruppen 2 und 3 wird der Benchmarkbereich etwas niedriger angesetzt jedoch wird nicht beim günstigsten mit hoher Aussagekraft sondern etwas darüber hinaus die Marke mit 11 bzw. 7 ATS/lfm.a (0,8 bzw. 0,5 €/lfm.a) festgelegt.

Bei den Ausreißern mit den sehr hohen Werten könnte man vermuten, dass etwaige Reparatur- oder Sanierungsarbeiten dies auslösen. Weiter hinten im Bericht in Abbildung 9-27 wird diese Vermutung jedoch nicht bestätigt.

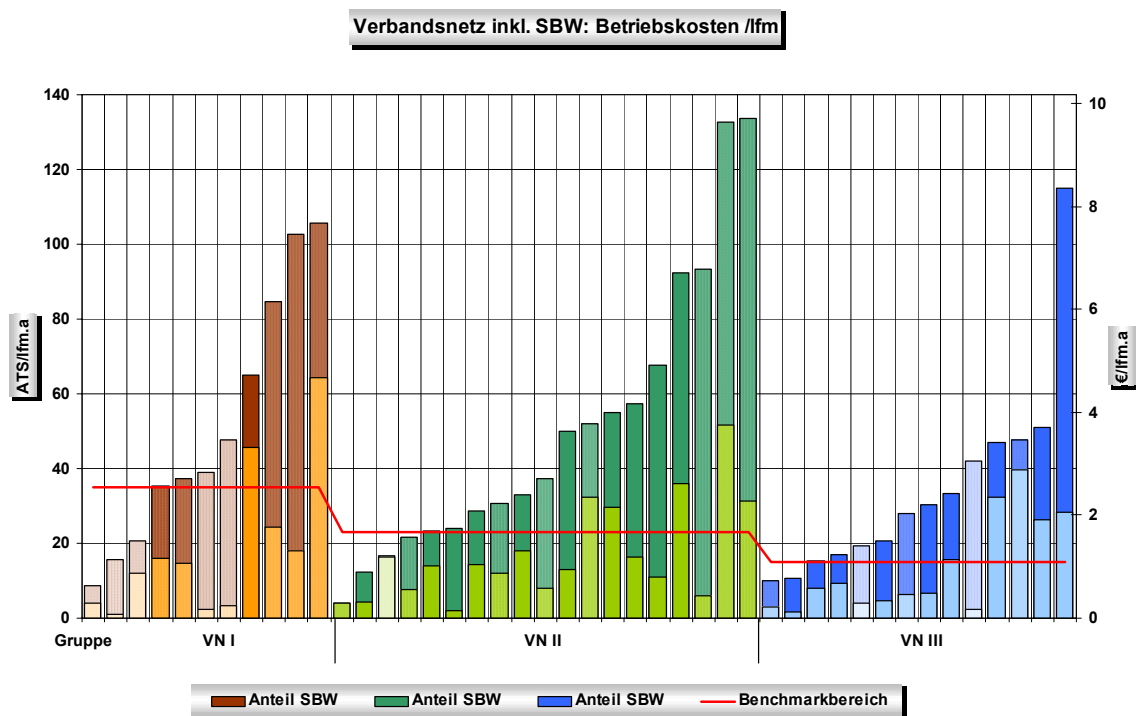


Abbildung 9-10: spezif. Betriebskosten der Verbandsnetze inkl. SBW

In Abbildung 9-10 ist bei der Gruppe 1 im Gegensatz zu den anderen Gruppen zu erkennen, dass keiner der Teilnehmer bei beiden Anteilen (BK SBW und BK Leitungen VN) eine hohe Aussagekraft hat. Deshalb wurde der Benchmarkbereich in dieser Gruppe relativ hoch mit 35 ATS/lfm.a (2,5 €/lfm.a) angesetzt. Weiters ist zu ersehen, dass der Anteil der Betriebskosten für die Sonderbauwerke bei den meisten Teilnehmern massgebend ist, wobei sich dieser Einfluss verständlicherweise bei der Gruppe 3 durch die längeren Leitungslängen reduziert.

## 9.5 Ergebnisse der Jahreskostenauswertung

In den folgenden Abbildungen werden jeweils die Anteile der Betriebs- und der Kapitalkosten und bei der Auswertung der Gesamtkanalisation zusätzlich die Anteile der Leitungen und der Sonderbauwerke an den Jahreskosten dargestellt.

### 9.5.1 Ortsnetze

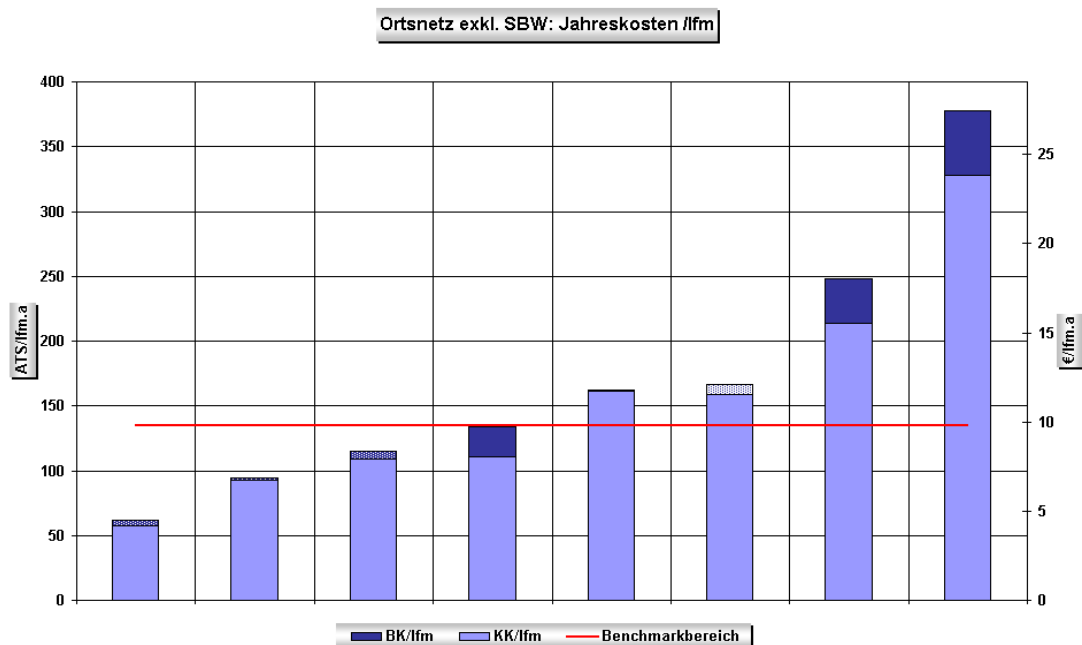


Abbildung 9-11: spezif. Jahreskosten Ortsnetz exkl. SBW aufgeteilt nach Betriebs- und Kapitalkosten

In Abb. 9-11 ist wieder eine sehr grosse Bandbreite der Werte zu ersehen. Der Benchmarkbereich mit 135 ATS/lfm.a (9,8 €/lfm.a) ist in Anlehnung an die Kapitalkosten beim Wert des günstigsten Teilnehmers mit hoher Einstufung der Aussagekraft gewählt.

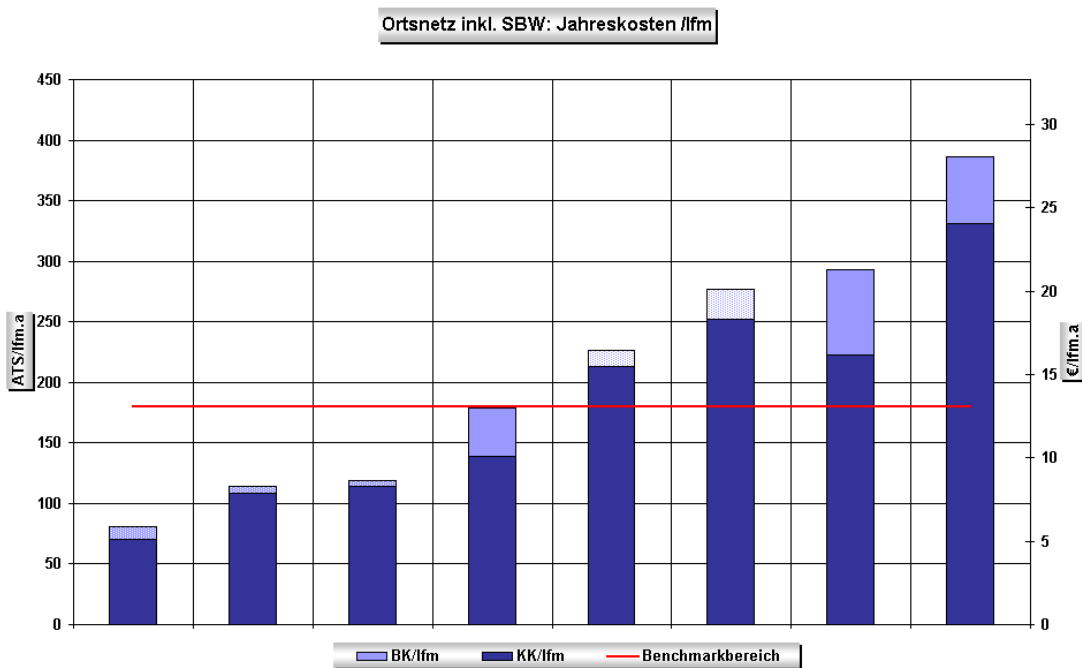


Abbildung 9-12: spezif. Jahreskosten Ortsnetz inkl. SBW aufgeteilt nach Betriebs- und Kapitalkosten

Der Benchmarkbereich der Ortsnetze inkl. SBW mit 180 ATS/lfm.a (13,1 €/lfm.a) ist ebenso beim Wert des günstigsten Teilnehmers mit hoher Einstufung der Aussagekraft gewählt (Abb. 9-12). Abb. 9-13 enthält dieselben Werte, diesmal in Anteile SBW und Leitungen aufgeteilt.

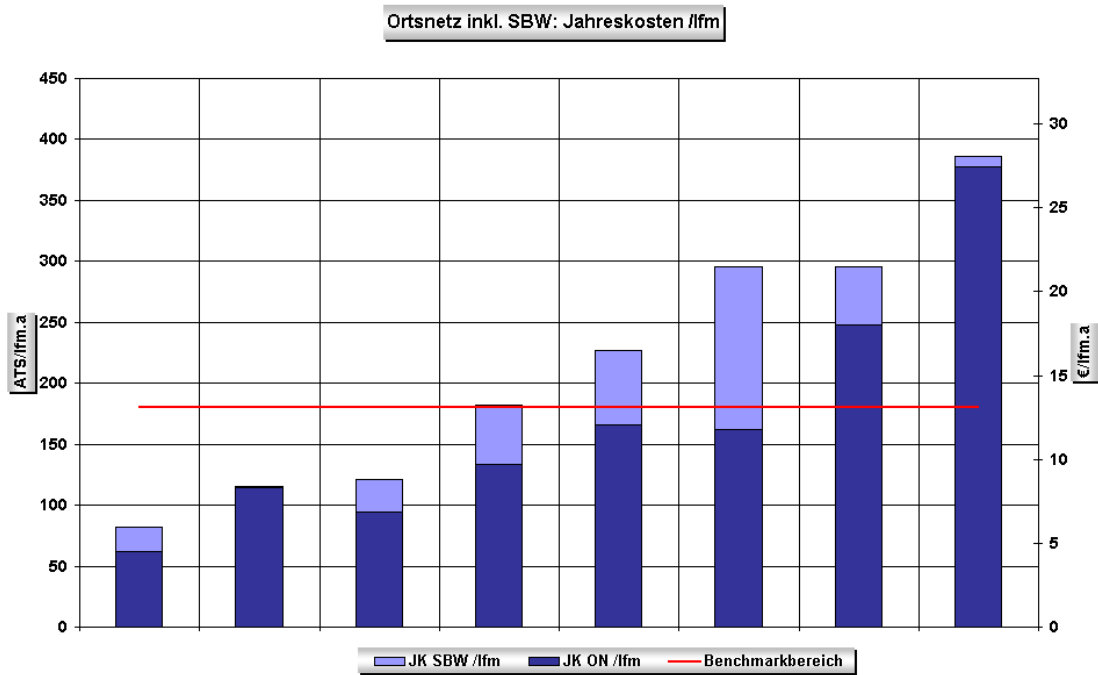


Abbildung 9-13 : spezif. Jahreskosten Ortsnetz inkl. SBW aufgeteilt nach SBW und Leitungen

### 9.5.2 Verbandsnetze

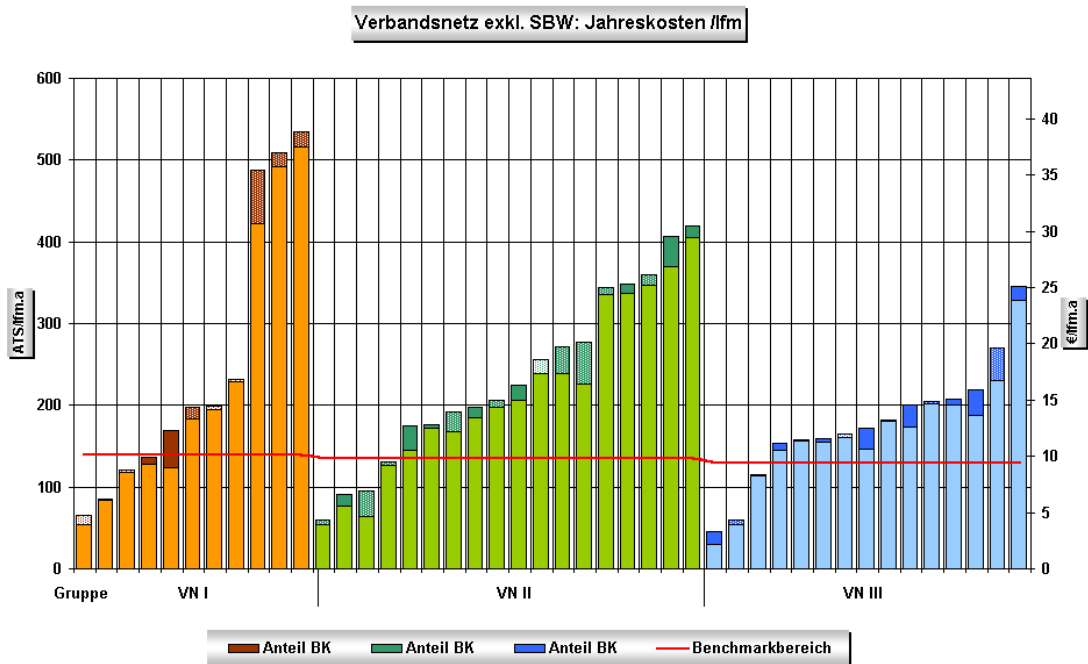


Abbildung 9-14: spezif. Jahreskosten der Verbandsnetze exkl. SBW aufgeteilt nach Betriebs,- und Kapitalkosten



Bei den Jahreskosten der Verbandsnetze wurde der Benchmarkbereich in Anlehnung an die Summe der Kapital- und Betriebsbenchmarks unter Berücksichtigung der Aussagekraft bei den Auswertungen exkl. SBW mit 140 / 135 / 130 ATS/lfm.a (10,2 / 9,8 / 9,4 €/lfm.a) in Abb. 9-14 und bei den Auswertungen inkl. SBW mit 200 / 170 / 150 ATS/lfm.a (14,5 / 12,4 / 10,9 €/lfm.a) abgestuft (Abb. 9-15, 9-16).

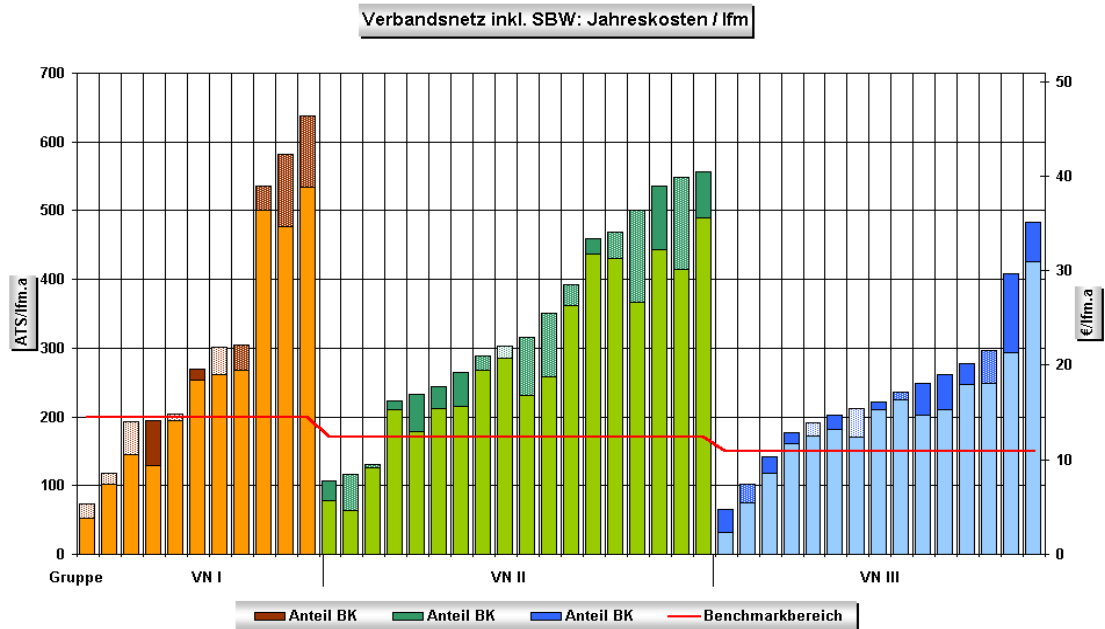


Abbildung 9-15: spezif. Jahreskosten der Verbandsnetze inkl. SBW aufgeteilt nach Betriebs,- und Kapitalkosten

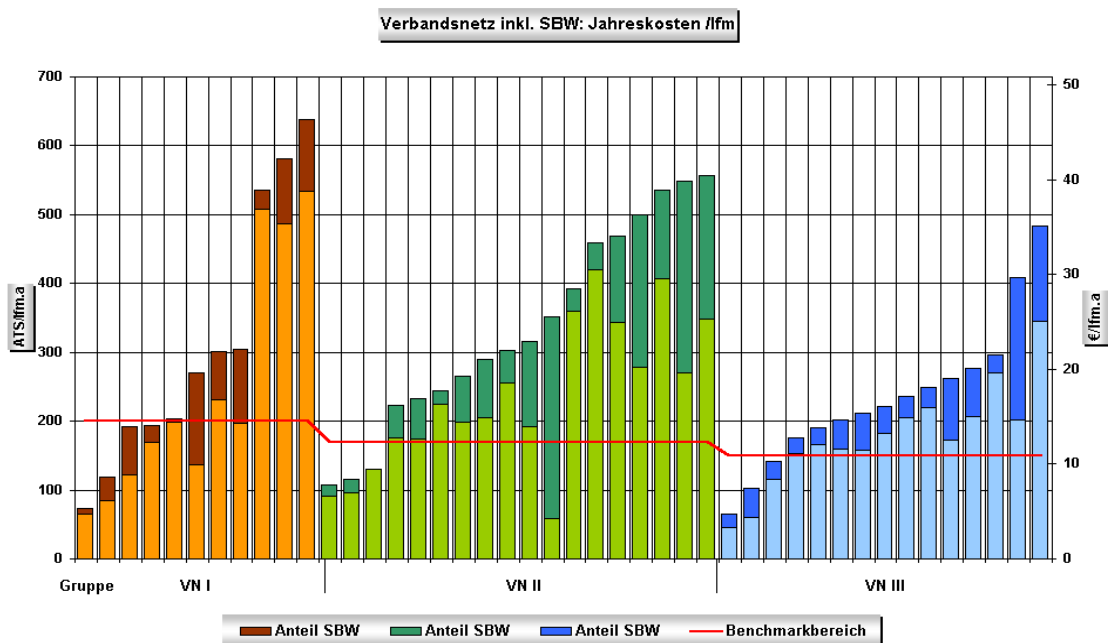


Abbildung 9-16: spezif. Jahreskosten der Verbandsnetze inkl.. SBW mit Anteil der Leitungen (VN) und Anteil der SBW

In Tabelle 9-1 sind alle Wertebereiche und Benchmarkbereiche der vorangegangenen Abbildungen der Ortsnetze und Verbandsnetze aufgeteilt in die Gruppen und jeweils exkl. und inkl. SBW nach Kapital-, Betriebs- und Jahreskosten nochmals in übersichtlicher Form dargestellt.

Tabelle 9-1: Übersicht über die Ergebnisse der Kapital- Betriebs- und Jahreskosten bei Orts- und Verbandsnetzen

		Ortsnetz				Verbandsnetz											
		exkl. SBW		inkl. SBW		exkl. SBW						inkl. SBW					
		von	bis	von	bis	< 15km		>15km <40km		> 40km		< 15km		>15km <40km		> 40km	
<b>ATS/lfm.a</b>		von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
<b>Kosten</b>																	
<b>Kapital-</b>	Wertebereich	60	330	70	330	55	520	55	405	30	230	55	535	65	490	35	295
	Benchmarkbereich		120		140		120		120		120		145		145		145
<b>Betrieb-</b>	Wertebereich	2	50	6	55	1	65	4	53	2	40	13	189	13	184	10	80
	Benchmarkbereich		23		44		16		11		7		35		23		15
<b>Jahres-</b>	Wertebereich	62	380	80	380	65	535	60	420	45	345	80	700	110	1190	50	480
	Benchmarkbereich		135		180		140		135		130		200		170		150
		Ortsnetz				Verbandsnetz											
		exkl. SBW		inkl. SBW		exkl. SBW						inkl. SBW					
		von	bis	von	bis	< 15km		>15km <40km		> 40km		< 15km		>15km <40km		> 40km	
<b>€/lfm.a</b>		von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
<b>Kosten</b>																	
<b>Kapital-</b>	Wertebereich	4,4	24,0	5,1	24,0	4,0	37,8	4,0	29,4	2,2	16,7	4,0	38,9	4,7	35,6	2,5	21,4
	Benchmarkbereich		8,7		10,2		8,7		8,7		8,7		10,5		10,5		10,5
<b>Betrieb-</b>	Wertebereich	0,1	3,6	0,4	4,0	0,1	4,7	0,3	3,9	0,1	2,9	0,9	13,7	0,9	13,4	0,7	5,8
	Benchmarkbereich		1,7		3,2		1,2		0,8		0,5		2,5		1,7		1,1
<b>Jahres-</b>	Wertebereich	4,5	27,6	5,8	27,6	4,7	38,9	4,4	30,5	3,3	25,1	5,8	50,9	8,0	86,5	3,6	34,9
	Benchmarkbereich		9,8		13,1		10,2		9,8		9,4		14,5		12,4		10,9

## 9.6 Wirtschaftliche Betrachtungen

### 9.6.1 Auswertungen auf Einwohner (E) bezogen

Diese Auswertungen wurden nur für die Ortsnetze durchgeführt. E ist die Anzahl der angeschlossenen Einwohner in genau diesen Ortsnetzen. Die Ergebnisse sollten dazu dienen, die Ausbaukosten der restlichen in Österreich noch zu entsorgenden Gebiete besser abschätzen zu können. Jedoch zeigt sich in den Diagrammen, dass die Schwankungsbreite der Kapitalkosten bei Ortsnetzen exkl. SBW von ca. 1000 bis 3000 ATS/E.a (72,7 bis 218 €/E.a) und inkl. SBW von 1000 bis 4000 ATS/E.a (72,7 bis 290,7 €/E.a) sehr hoch ist, sodass man eine sehr grosse Bandbreite an Ausbauvolumen bekommen würde (Abb. 9-17, 9-18).

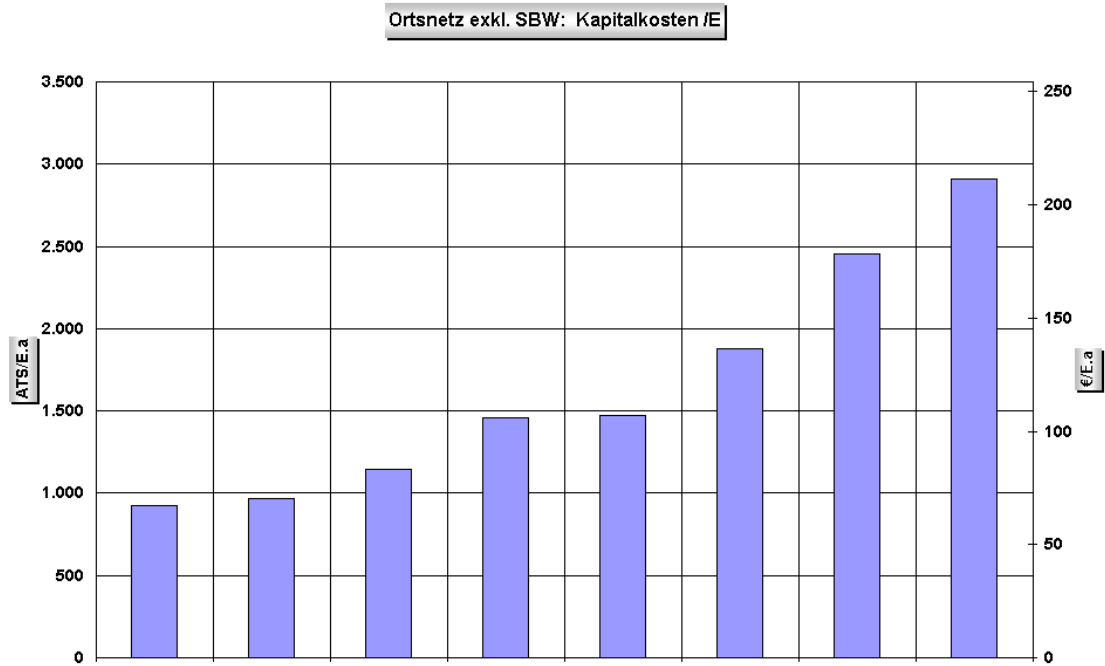


Abbildung 9-17: Spezifische Kapitalkosten Ortsnetze exkl. SBW /E

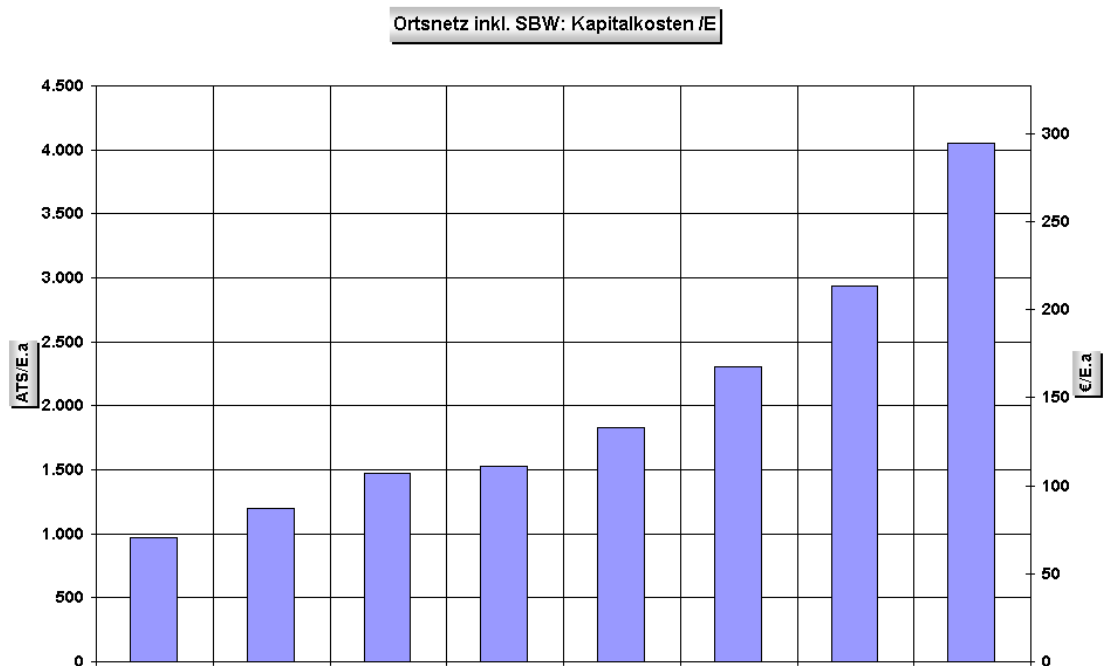


Abbildung 9-18: Spezifische Kapitalkosten Ortsnetze inkl. SBW /E

Die spezif. Betriebskosten schwanken in einem noch grösserem Masse, exkl. SBW von 25 bis 440 ATS/E.a (1,8 bis 32 €/E.a) bzw. inkl. SBW von 80 bis 540 ATS/E.a (5,8 bis 39,2 €/E.a) (Abb. 9-19, 9-20).

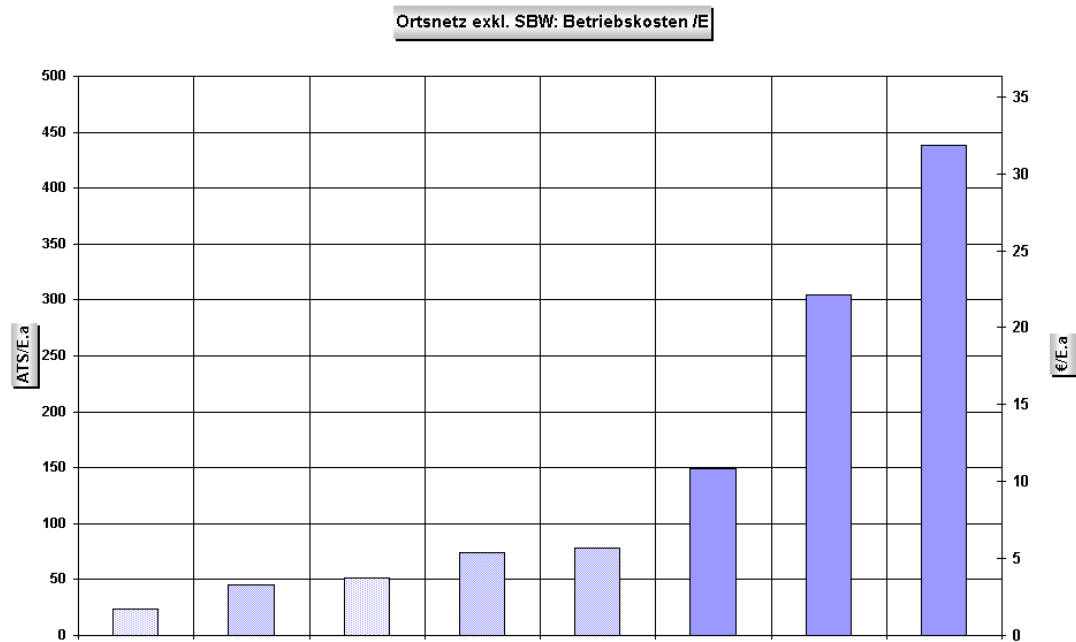


Abbildung 9-19: Spezifische Betriebskosten Ortsnetze exkl. SBW /E

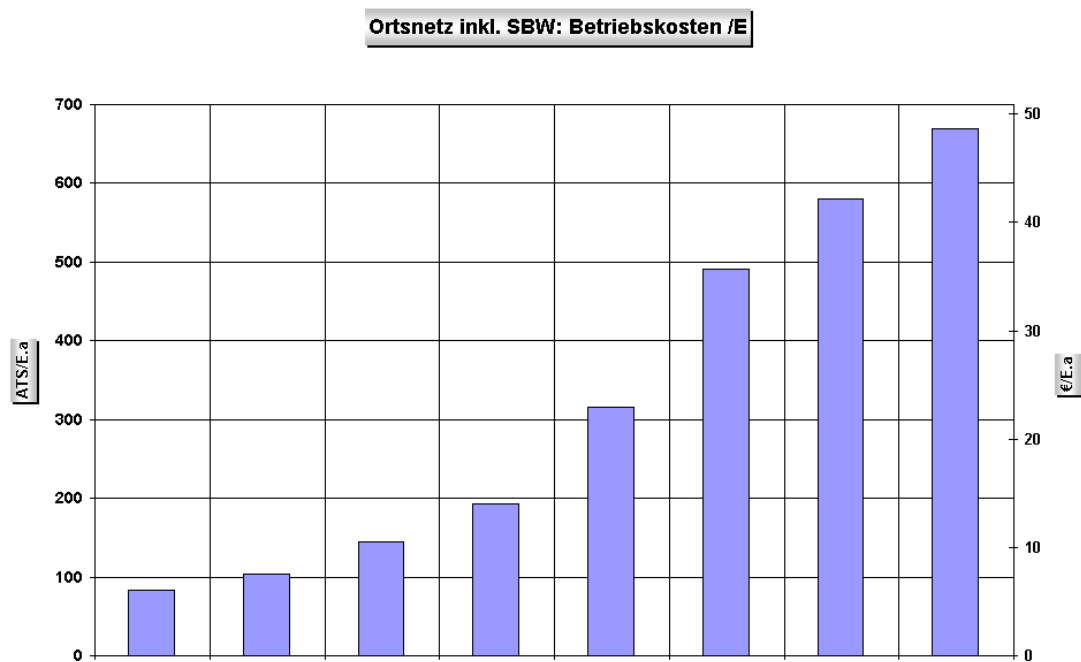


Abbildung 9-20: Spezifische Betriebskosten Ortsnetze inkl. SBW /E

Die Bandbreiten der Jahreskosten ergeben sich aus der Summe der Kapital- und Betriebskosten folglichweise bei Auswertung exkl. SBW zu ca. 1000 bis 3400 ATS/E.a (72,7 bis 247,1 €/E.a) und 1100 bis 4500 ATS/E.a (79,9 bis 327 €/E.a) (Abb. 9-21, 9-22).

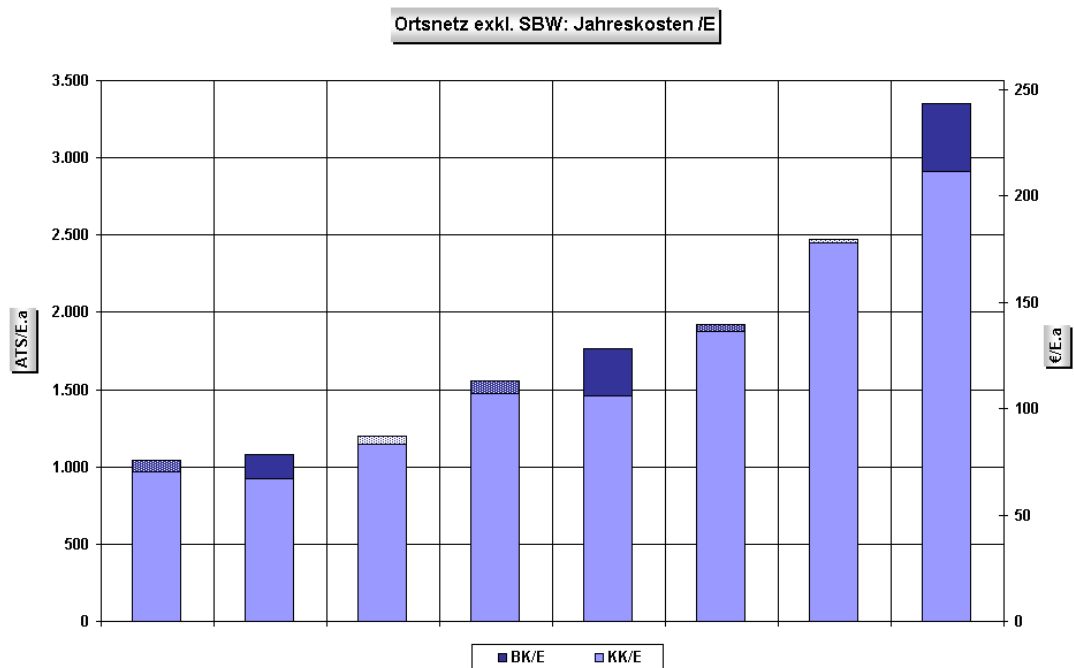


Abbildung 9-21: Spezifische Jahreskosten Ortsnetze exkl. SBW /E

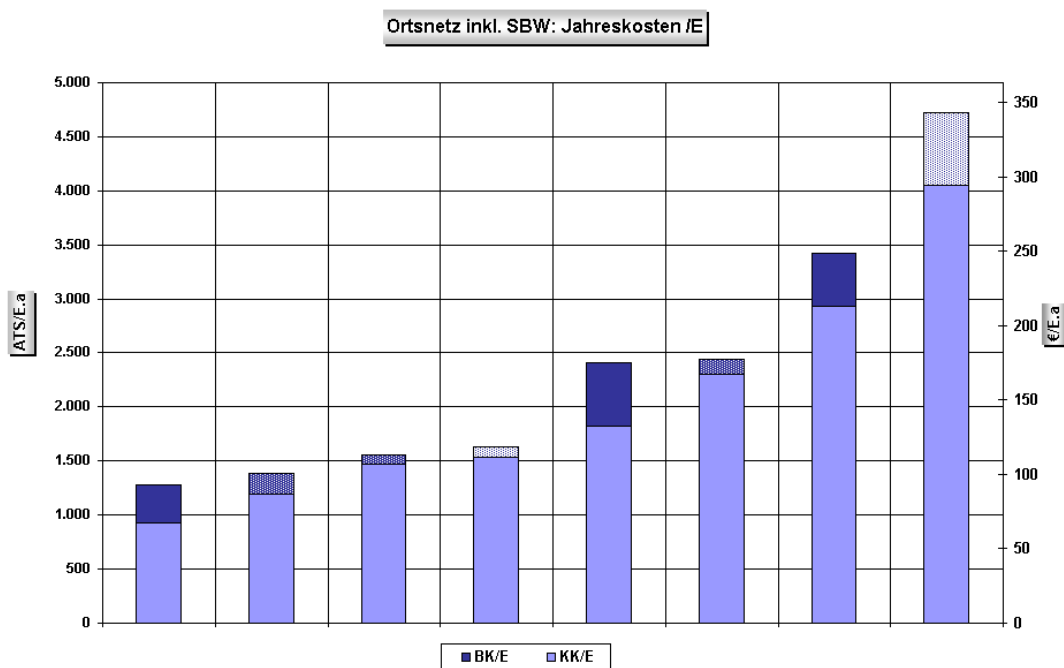


Abbildung 9-22: Spezifische Jahreskosten Ortsnetze inkl. SBW /E

### 9.6.2 Auswertungen bezüglich der Betriebskostenarten

Diese Auswertungen geben einerseits Aufschluss über den Anteil der zu erbringenden betrieblichen Leistungen, der an Fremdfirmen vergeben wird und andererseits zeigt sich daraus, ob im Betrachtungsjahr 1999 erhöhter Aufwand für Reparatur und Instandhaltung

erbracht werden musste. Da bei den Ortsnetzen die Stichprobe sehr klein ist, werden diese Auswertungen nur für die Verbandsnetze durchgeführt.

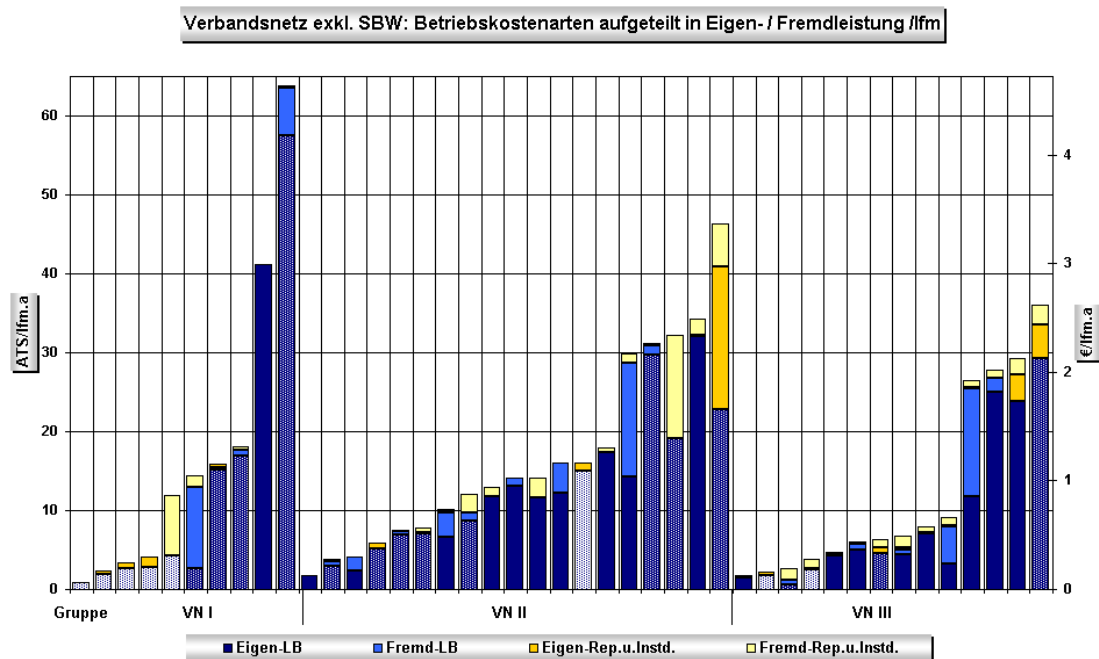


Abbildung 9-23: Betriebskostenanteile Verbandsnetz exkl. SBW aufgeteilt nach Eigen / Fremd und Laufender Betrieb / Rep. & Instandhaltung

Aus Abb. 9-23 ist zu ersehen, dass die Teilnehmer mit höheren spezifischen Gesamtaufwänden bei der Gruppe 1 und 3 relativ geringe Anteile an spezifischen Reparatur- und Instandhaltungskosten hatten, hingegen bei Gruppe 2 diese teilweise durch den erhöhten Reparaturaufwand erklärt werden können. Es kann auch kein Trend hinsichtlich Fremdvergabe bei höheren spezifischen Gesamtwerten erkannt werden.

Bei Betrachtung derselben Darstellung für Verbandsnetze inkl. SBW in Abb. 9-24 wird der Anteil an Rep. & Instandhaltung nochmals kleiner, was sich durch den erhöhten laufenden Betriebsaufwand für die Sonderbauwerke im allgemeinen erklären lässt.

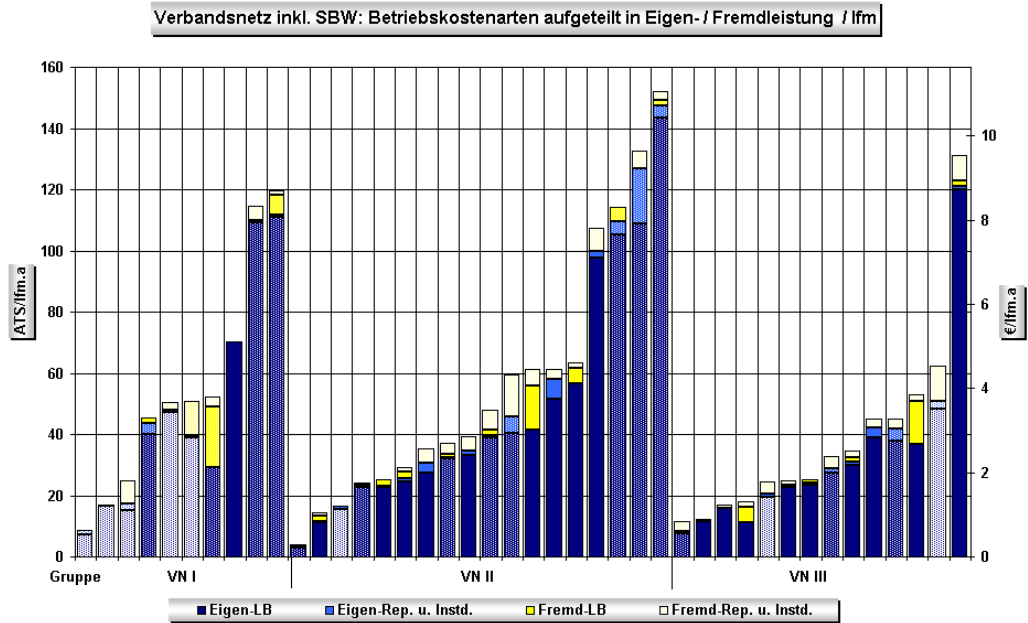


Abbildung 9-24: Betriebskostenanteile Verbandsnetz inkl.. SBW aufgeteilt nach Eigen / Fremd und Laufender Betrieb / Rep. & Instandhaltung

In den Abb. 9-25 und 9-26 werden die spezifischen Betriebskosten der Verbandsnetze in Eigen und Fremdleistung aufgeteilt. In beiden Abbildungen ist klar zu erkennen, dass die betrieblichen Aufgaben überwiegend in Eigenleistung erbracht werden. Der Prozentsatz erhöht sich bei Hinzunahme der Sonderbauwerke nochmals beträchtlich.

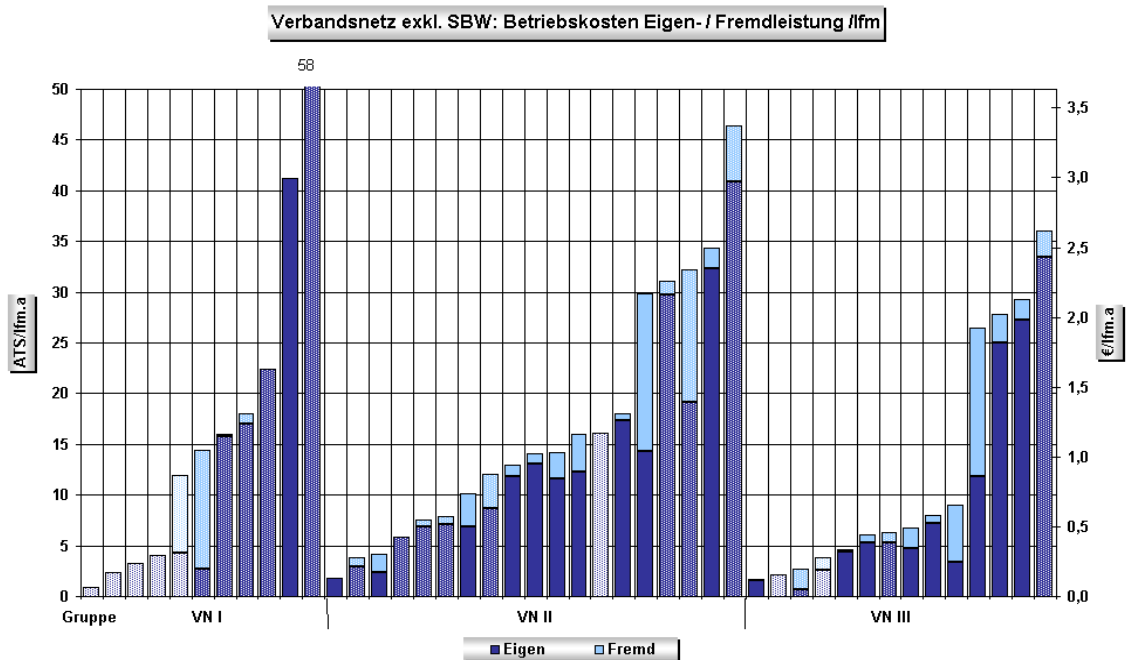


Abbildung 9-25: Aufteilung der spezifischen Betriebskosten der Verbandsnetze exkl. SBW in Eigen- und Fremdleistung

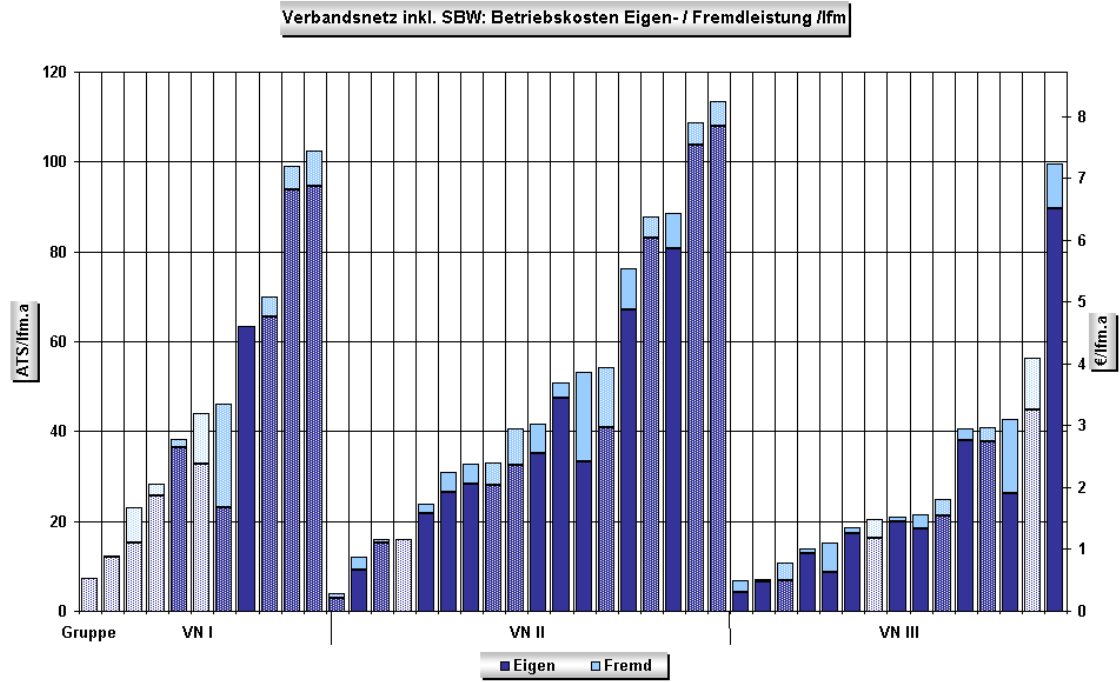


Abbildung 9-26: Aufteilung der spezifischen Betriebskosten der Verbandsnetze inkl. SBW in Eigen- und Fremdleistung

In den Abb. 9-27 und 9-28 wird jeweils die Eigen bzw. Fremdleistung bei Verbandsnetzen exkl. SBW in Laufenden Betrieb und in Reparatur & Instandhaltung aufgeteilt.

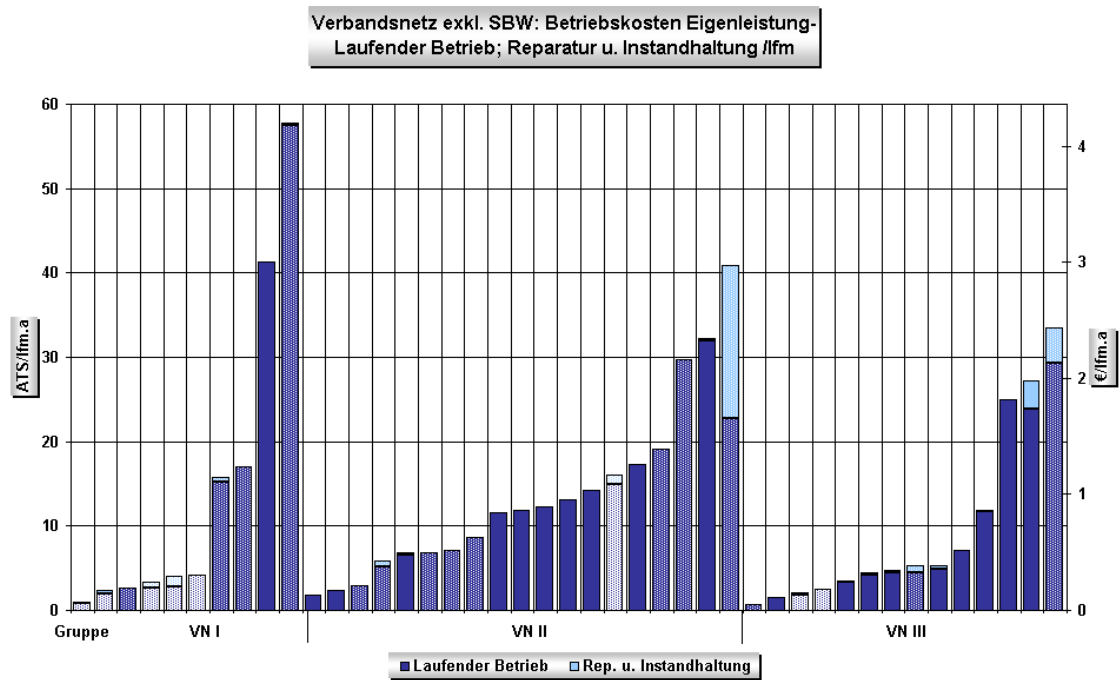


Abbildung 9-27: Eigenleistung bei Verbandsnetzen exkl. SBW aufgeteilt in Laufenden Betrieb und in Reparatur & Instandhaltung.



In Abb. 9-27 ist klar ersichtlich, dass die Eigenleistung beim Betrieb der Leitungsnetze vorwiegend für den laufenden Betrieb eingesetzt wird und in der Abb. 9-28 ist ersichtlich, wenn Arbeiten an Firmen vergeben werden, dann überwiegend für Reparatur und Instandhaltung.

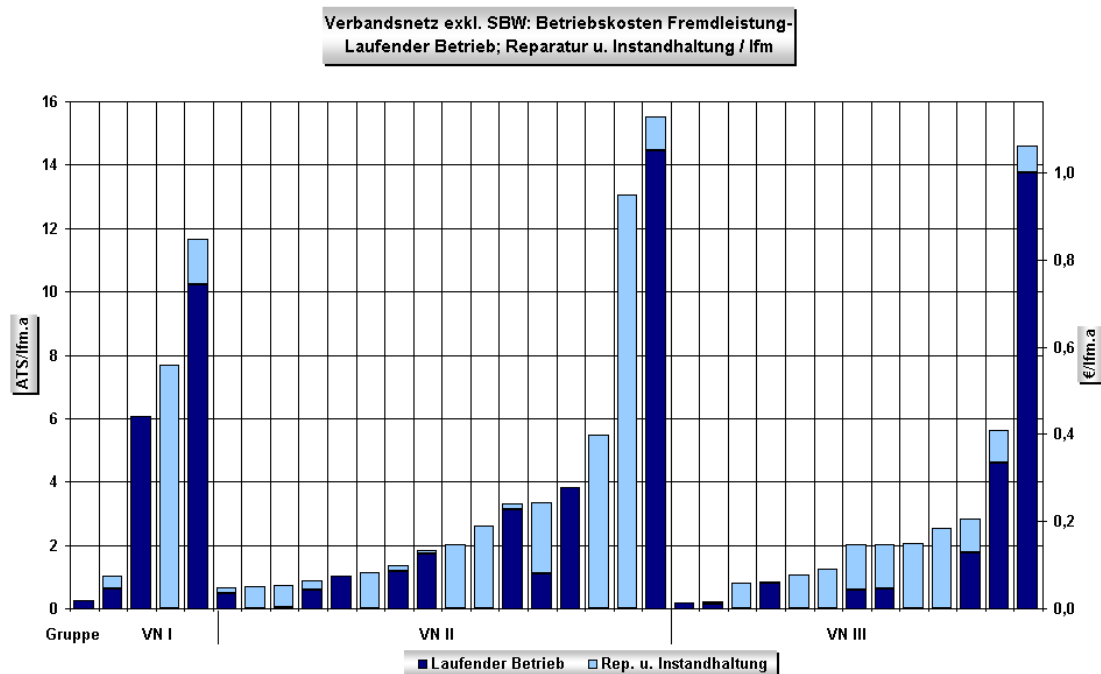


Abbildung 9-28: Fremdleistung bei Verbandsnetzen exkl. SBW aufgeteilt in Laufenden Betrieb und in Reparatur & Instandhaltung

### 9.6.3 Analyse hinsichtlich Entwässerungssystem

Im Folgenden wird ein möglicher Weg dargelegt, um Misch- und Trennsysteme miteinander zu vergleichen. Dahinter steht die Überlegung dass beim Systemvergleich nicht die gesamten Kanallängen als Basis verwendet werden dürfen, sondern nur die Längen, die zur Schmutzwasserentsorgung dienen. Das heißt, es werden die Längen der Schmutzwasserkanäle und die Längen der Mischwasserkanäle verwendet. Und weil in einem Entsorgungsgebiet natürlich beide Systeme nebeneinander auftreten können, wird die Summe aus beiden Längen zur Berechnung verwendet.

Das Trennsystem wird bei dieser Methode klarerweise „benachteiligt“, weil die Errichtungskosten der Regenwasserkanäle die spezif. Kosten erhöhen. Im Gegenzug werden beim Mischsystem die Errichtungskosten der Sonderbauwerke auf die Kanallängen aufgerechnet.

Zusätzlich wird in den Abbildungen der Anteil Misch- und Trennsystem in Prozent dargestellt. Aufgrund der Datenlage kann diese Auswertung nur für die Ortsnetze durchgeführt werden.

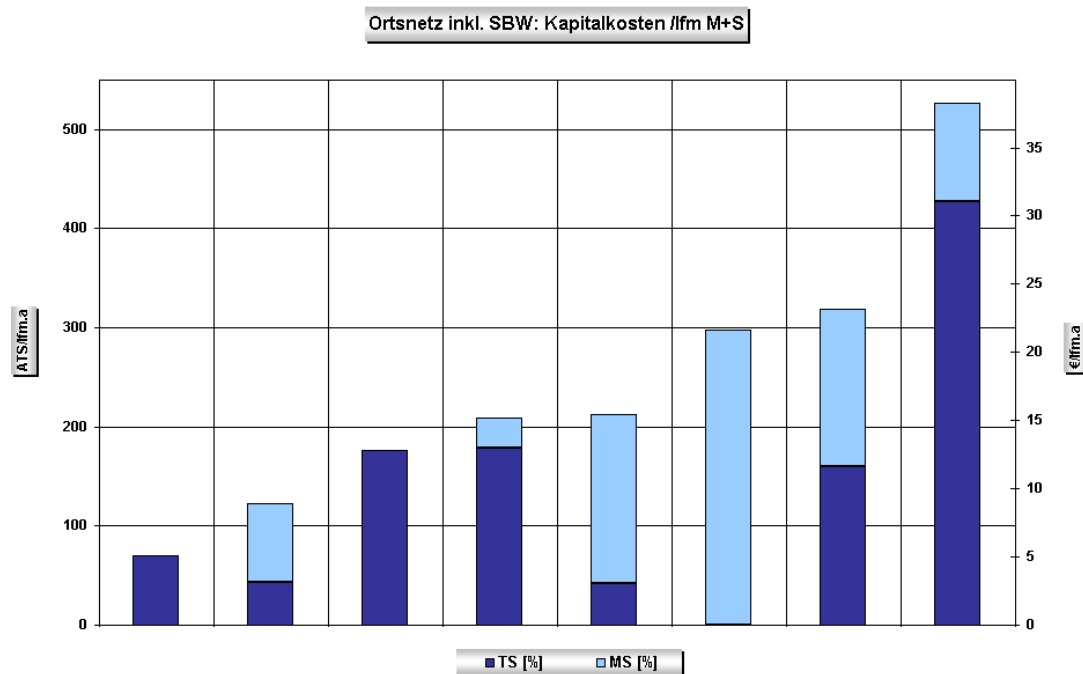


Abbildung 9-29: Kapitalkosten der Ortsnetze inkl. SBW auf Schmutz- und Mischwasserkanäle bezogen

Aus Abb. 9-29 ist zu erkennen, dass bei den Kapitalkosten der Wettkampf zwischen Misch- und Trennsystem ziemlich unentschieden erklärt werden muss. Das heisst, dass die jeweilige örtliche Situation bedeutend mehr Einfluss auf die Kapitalkosten als die Systemwahl hat. Ebenso ist die Situation in den beiden folgenden Abbildungen für die Betriebs- und die Jahreskosten zu beurteilen.

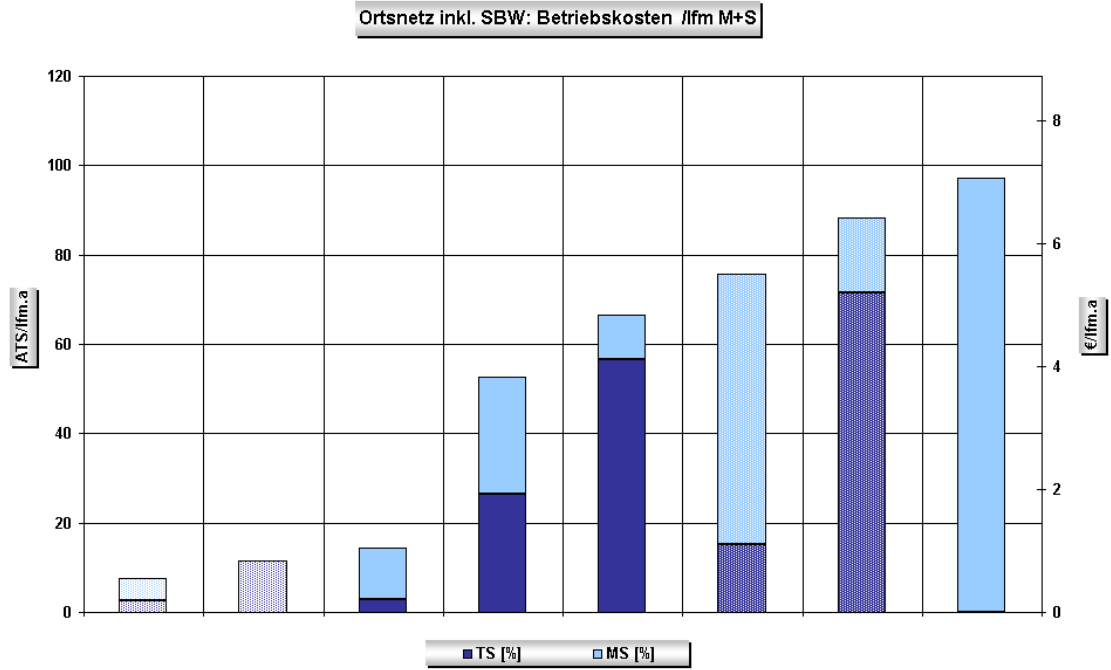


Abbildung 9-30: Betriebskosten der Ortsnetze inkl. SBW auf Schmutz- und Mischwasserkanäle bezogen

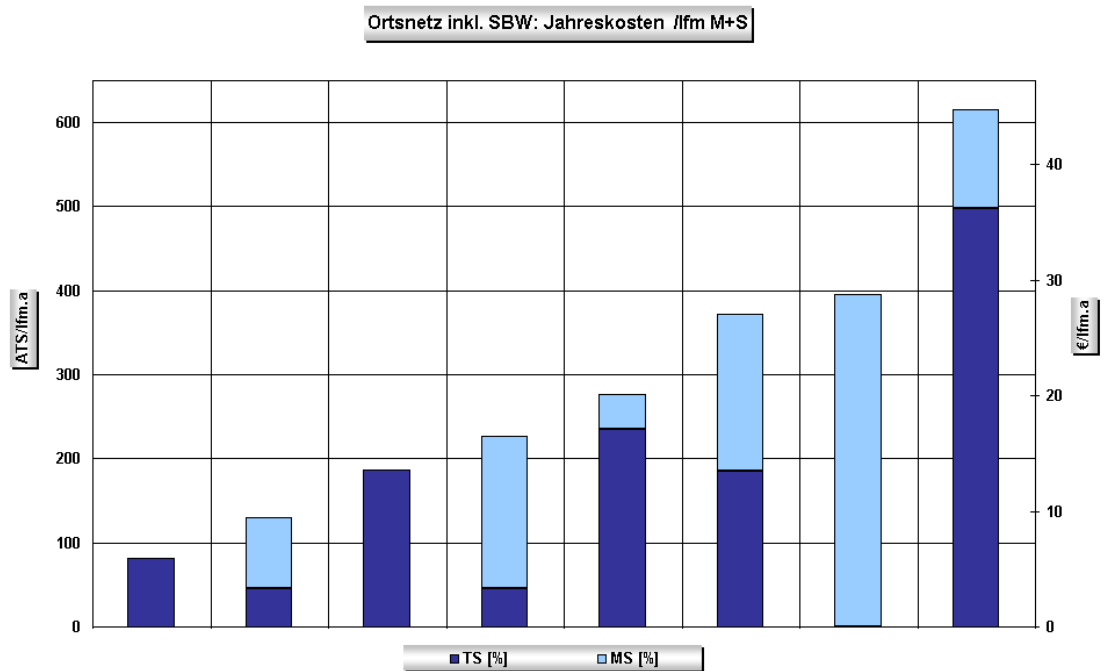


Abbildung 9-31: Jahreskosten der Ortsnetze inkl. SBW auf Schmutz- und Mischwasserkanäle bezogen

## 9.7 Ergebnisse der Detailanalyse Kanalbau

### 9.7.1 Einleitung

Naturgemäß sind die erforderlichen Ingenieurmaßnahmen und damit zum Teil auch die Kosten für die Errichtung von Kanälen großteils von den lokalen Gegebenheiten, insbesondere von den Boden-, Grundwasser-, Oberflächenverhältnissen, den vorhandenen und geplanten Einbauten und den Platzverhältnissen abhängig und daher sehr unterschiedlich. Weiters sind noch, falls öffentliche Straßen durch die Künette berührt werden, die Vorgaben der jeweiligen Straßenverwaltungen für die Wiederherstellung kostenrelevant. Um ein sinnvolles Vergleichen der Investitionskosten der betrachteten Kanalisationsabschnitte trotzdem zu ermöglichen, wurden anhand der Schlussrechnungen alle Leistungen, die lokal bedingt (z.B. Künettenaushub in felsigem oder fließenden Böden, Pressvortriebe, Wasserhaltungen, Gewässerquerungen, erforderliche Baustraßen) oder für andere Bauwerke bestimmt waren (z.B. Betonarbeiten für Pumpwerke), soweit sie anhand der Schlussrechnungen erkannt werden konnten, von den Investitionskosten des jeweiligen Bauabschnittes abgeschlagen. Diese Maßnahme ermöglichte es, dass alle Investitionskosten auf ähnliche erbrachte Leistungen bezogen wurden und somit vergleichbar sind. Allerdings muss eingewendet werden, dass die Kostenaufteilung auf die einzelnen Leistungsgruppen und Positionen oft nicht nach dem tatsächlichen Kostenaufwand erfolgt, wie sich auch im Zuge der Auswertung der Kosten für die Leistungsgruppen im Rahmen dieses Projektes bestätigte, sondern ein "Top Down Approach" seitens der Baufirmen angewendet wird, d.h. zuerst die Gesamtkosten geschätzt und diese dann auf die einzelnen Positionen aufgeteilt werden. Aus diesem Grund wurde auf eine Darstellung der Kosten für die einzelnen Leistungsgruppen verzichtet und werden im folgenden nur die Investitionskosten für die einzelnen Kanalisationsabschnitte behandelt.

Zusätzlich konnten auch Einflussfaktoren auf die Preisbildung, wie Spekulationen seitens der Baufirmen, Qualität der Ausschreibung und besondere lokale und regionale Marktverhältnisse nicht berücksichtigt werden. Konjunkturelle Schwankungen der Baupreise sind ein weiterer Faktor, der nur schwer quantifiziert werden kann. Die Baumaßnahmen für die betrachteten Kanalisationsabschnitte in diesem Projekt umfassen den Zeitraum von 1982 – 2001. In Kapitel 9.7.4 wird der Einfluss der Konjunktur auf die Baupreise näher untersucht.

Für die betrachteten Kanalisationsabschnitte wurden die Investitionskosten den Schlussrechnungen über die jeweiligen Bauabschnitte entnommen. Insgesamt wurden 40 Bauabschnitte von unterschiedlichen Kanalisationsanlagen untersucht. Für 31 dieser Bauabschnitte wurde eine Analyse der Kosten für die einzelnen Leistungsgruppen vorgenommen. Für die verbleibenden 9 Bauabschnitte konnte eine Auswertung der einzelnen

Leistungsgruppen nicht durchgeführt werden, da der Abrechnungszeitraum vor 1990 war und diese Schlussrechnungen auf etwas anderen Leistungsgruppen und -positionen beruhten bzw. bei einem Verband die Kanäle in Eigenregie errichtet wurden und daher keine detaillierte Schlussrechnung vorlag. Weiters war für vier der betrachteten Kanalisationsabschnitte der durchschnittliche Durchmesser größer als DN 400. Diese wurden in der weiteren Auswertung nicht mehr berücksichtigt, da sie die durchschnittlichen Baupreise verfälscht hätten und für eine eigene Gruppe eine zu geringe Anzahl darstellten. Schließlich musste noch ein Teilnehmer ausgeschieden werden, weil dessen betrachteter Bauabschnitt zur Gänze mit einem Sonderverfahren (Vorpressverfahren) errichtet wurde und daher mit herkömmlichen Bauverfahren nicht vergleichbar ist. Eine genaue Auswertung wurde daher nur mit 35 Teilnehmern durchgeführt.

Die betrachteten Kanalisationsabschnitte wurden in 2 Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe umfasst jene Bauabschnitte, die großteils aus Ortskanälen bestehen und die zweite Gruppe jene, die großteils aus Transportkanälen bestehen. Diese Einteilung wurde auf Grund der Erfahrung getroffen, dass die Baupreise für Kanäle im Ortsbereich bei sonst ähnlichen Voraussetzungen wesentlich teurer sind, als für Transportleitungen im Überlandbereich. Eine weitere Gruppierung (z.B. nach dem Durchmesser) konnte nicht vorgenommen werden, da sonst die Anzahl der Teilnehmer pro Gruppe zu gering gewesen wäre um eine sinnvolle Auswertung vorzunehmen. Eine Korrelation zwischen den Investitionskosten und dem Rohrdurchmesser konnte aber für die betrachtete Stichprobe nicht nachgewiesen werden (siehe Abbildung 9-36).

Im Rahmen dieses Projektes wurde auch versucht, Einflüsse auf die Baupreise, wie Anzahl der Bieter, Kanaltiefe, Schachtabstand, und Rohrmaterial zu untersuchen. Diese Auswertungen sind in den folgenden beiden Kapiteln über die Investitionskosten für Ortskanäle und Transportkanäle enthalten. Versteckte Kosten, wie z.B. Oberflächeninstandsetzungsarbeiten für die gesamte Straßenbreite, sind nur bei einem Teilnehmer aufgefallen und die Auswirkung dieser Kosten auf die Gesamtinvestitionskosten war nur gering.

Im Folgenden sind die Investitionskosten / Laufmeter Kanal für die gruppierten Kanalisationsabschnitte dargestellt. Von diesen Investitionskosten wurden bereits, wie oben erwähnt, Kosten, die durch lokale Gegebenheiten bedingt sind, soweit wie möglich abgeschlagen, um zu gewährleisten, dass alle Teilnehmer verglichen werden können. Für jede Gruppe wurde auch der Median dargestellt. Diese Mediane können aufgrund der erwähnten Gründe nicht als Benchmarks angesehen werden. Vielmehr sind sie mit einem Toleranzintervall versehen als Richtwerte für Investitionskosten im Kanalbau zu verstehen. Aufgrund der jeweiligen Verhältnisse können diese Richtpreise aber über- oder unterschritten werden und trotzdem "angemessen" sein. Die Beurteilung, ob ein Preis angemessen ist,

bedarf dem Urteil einer Fachperson die mit den lokalen und regionalen Verhältnissen bestens vertraut ist.

### 9.7.2 Investitionskosten für Ortskanäle

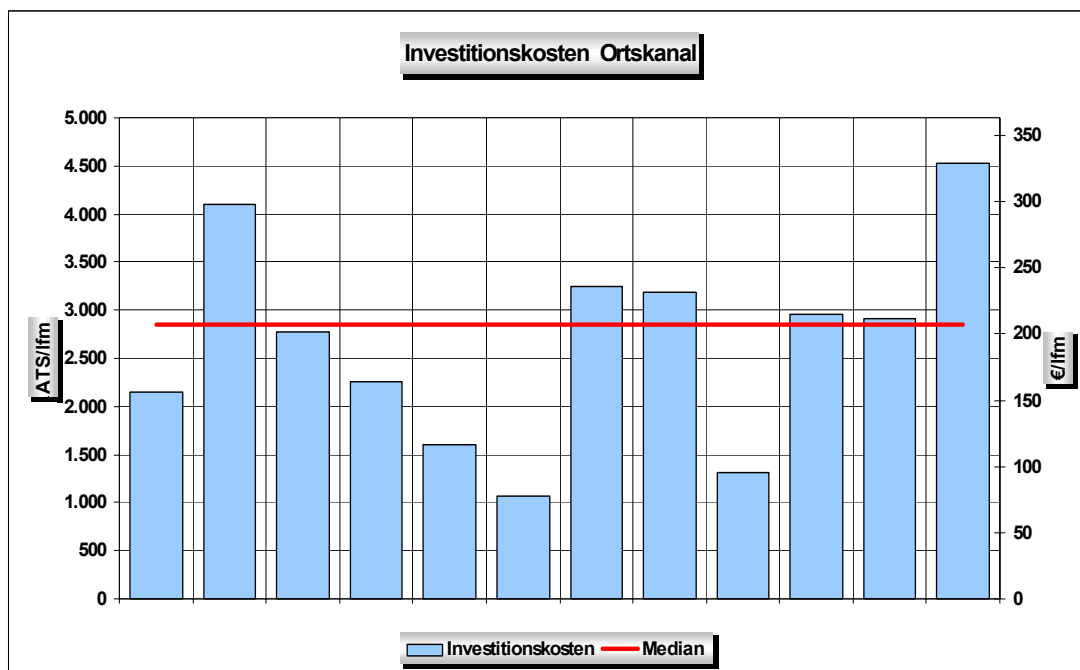


Abbildung 9-32: Darstellung der Investitionskosten für Ortskanäle

In obiger Abbildung sind die Investitionskosten für Kanalisationsabschnitte, die großteils im Ortsgebiet liegen, für die in Kap. 6.7.1 angegebenen Verhältnisse dargestellt. Die Anordnung der Teilnehmer ist chronologisch, links ist der älteste Teilnehmer und rechts der Jüngste angeordnet. Der Durchmesser dieser Kanäle beträgt durchschnittlich DN 150 – DN 300. Der Median beträgt rd. 2850,- ATS ( 207,12 €).

Der Grossteil an den Gesamtkosten fällt auf die Leistungsgruppen Kanalrohre und Wasserversorgung (Median rd. 28%). Die verwendeten Rohrmaterialien sind PVC, GF-UP, Steinzeug und Beton. Für den Teilnehmer mit Investitionskosten von über 4500,- ATS (327 €) sind außergewöhnlich hohe Rohrkosten verantwortlich. Für einen weiteren Teilnehmer sind Kosten von rd. 500,- ATS (36,3 €) für eine Betonummantelung von PVC Rohren angefallen. Für die Rohrmaterialien konnte in dieser Gruppe keine Korrelation mit den Kanalrohrpreisen hergestellt werden, da die Anzahl der Kanalisationsabschnitte in der Gruppe zu gering ist.

Ansonsten sind die hohen Preisunterschiede in dieser Gruppe durch unterschiedliche Preise in den Leistungsgruppen Kanalrohre & Wasserversorgung, Straßenwiederherstellung, Erd- und Aufbrucharbeiten, und Baustellengemeinkosten bedingt. Eine signifikante Korrelation zwischen diesen Leistungsgruppen und den Investitionskosten konnte nicht ermittelt werden.

Der Grund dafür ist, wie bereits erwähnt, die Vermutung, dass Baufirmen die Investitionskosten für eine Kanalisationsanlage oft nach dem “Top Down approach” ermitteln, d.h. zuerst werden die Gesamtkosten geschätzt und diese dann auf die einzelnen Positionen aufgeteilt. Zusätzlich konnten auch Einflussfaktoren auf die Preisbildung wie Spekulationen seitens der Baufirmen und besondere lokale und regionale Marktverhältnisse nicht berücksichtigt werden. Auf den Einfluss der Konjunktur auf die Baupreise wird in Kap.9.7.4 näher eingegangen.

Wenn man den angegebenen Median für die Investitionskosten mit einem Toleranzintervall von 10% versieht, ergeben sich Richtwerte von rd. 2550 - 3100 ATS / lfm Kanal (185,3 – 225,3 €) für die in Kap. 6.7.1 angegebenen Verhältnisse.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, können aufgrund der jeweiligen Verhältnisse diese Richtpreise ober- oder unterschritten werden und trotzdem “angemessen” sein. Die Beurteilung, ob ein Preis angemessen ist, bedarf dem Urteil einer Fachperson, die mit den lokalen und regionalen Verhältnissen bestens vertraut ist.

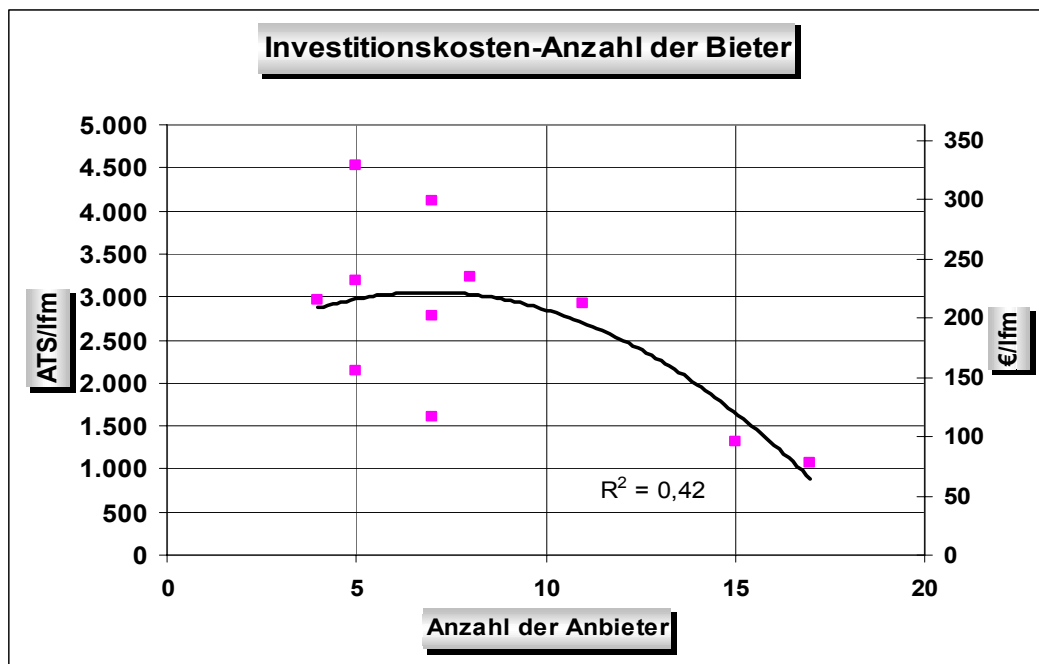


Abbildung 9-33: Korrelation der Investitionskosten mit der Anzahl der Bieter

In den Abbildungen 9.33 – 9.36 wurde noch versucht, die Investitionskosten mit der Anzahl der Bieter, dem mittleren Schachtabstand, der relativen Kanaltiefe (Länge der Schachtringe) und dem durchschnittlichen Rohrdurchmesser zu korrelieren. Wie aus diesen Abbildungen ersichtlich ist, ergibt sich nur ein schwach signifikanter Zusammenhang zwischen den Investitionskosten und dem mittleren Schachtabstand ( $R^2 = 0,63$ ), wobei die Anzahl der erforderlichen Schächte wiederum von der Anzahl der Hausanschlusschächte abhängt (Ortskanal).

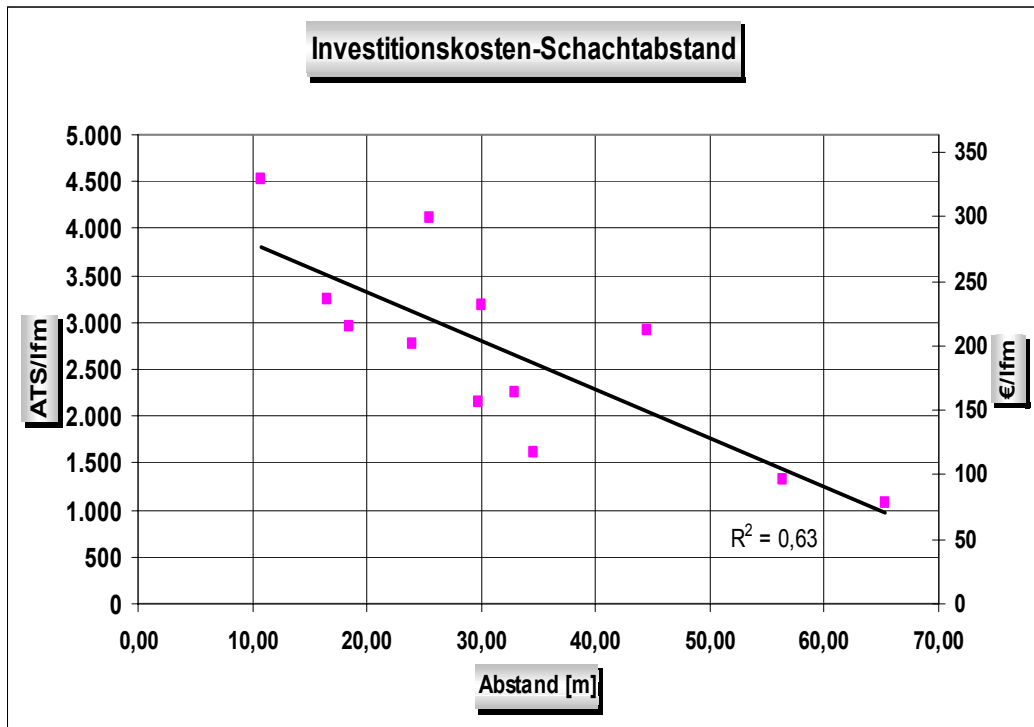


Abbildung 9-34: Korrelation der Investitionskosten mit dem mittleren Schachtabstand

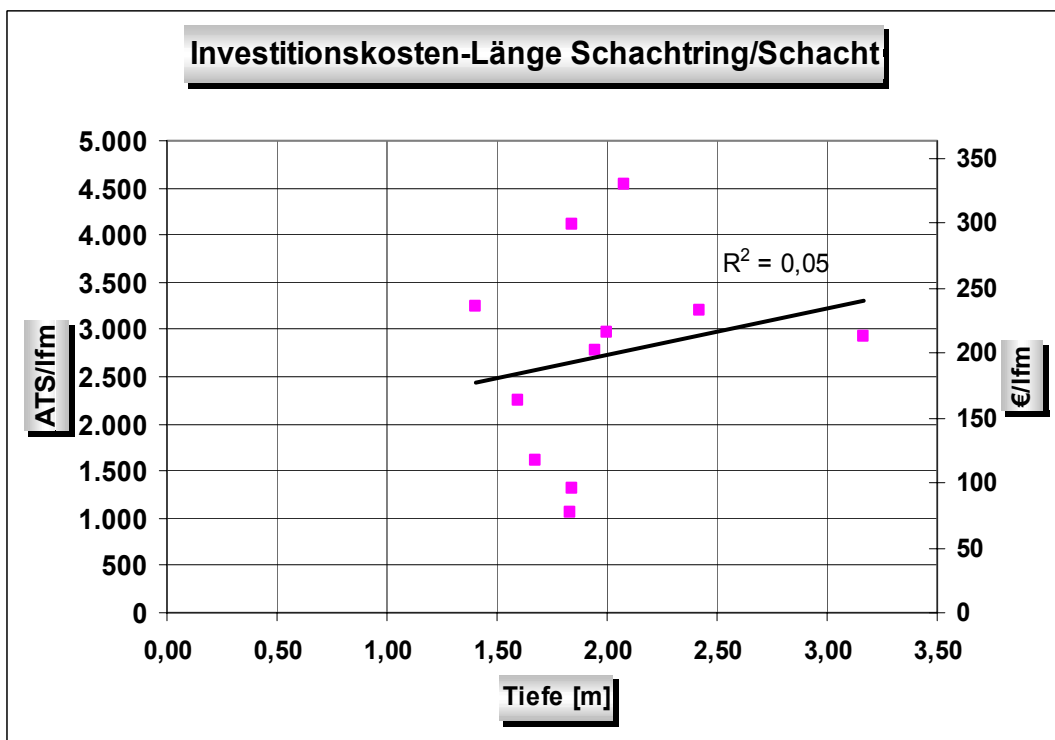


Abbildung 9-35: Korrelation der Investitionskosten mit der mittleren Länge der Schachtringe/Schacht



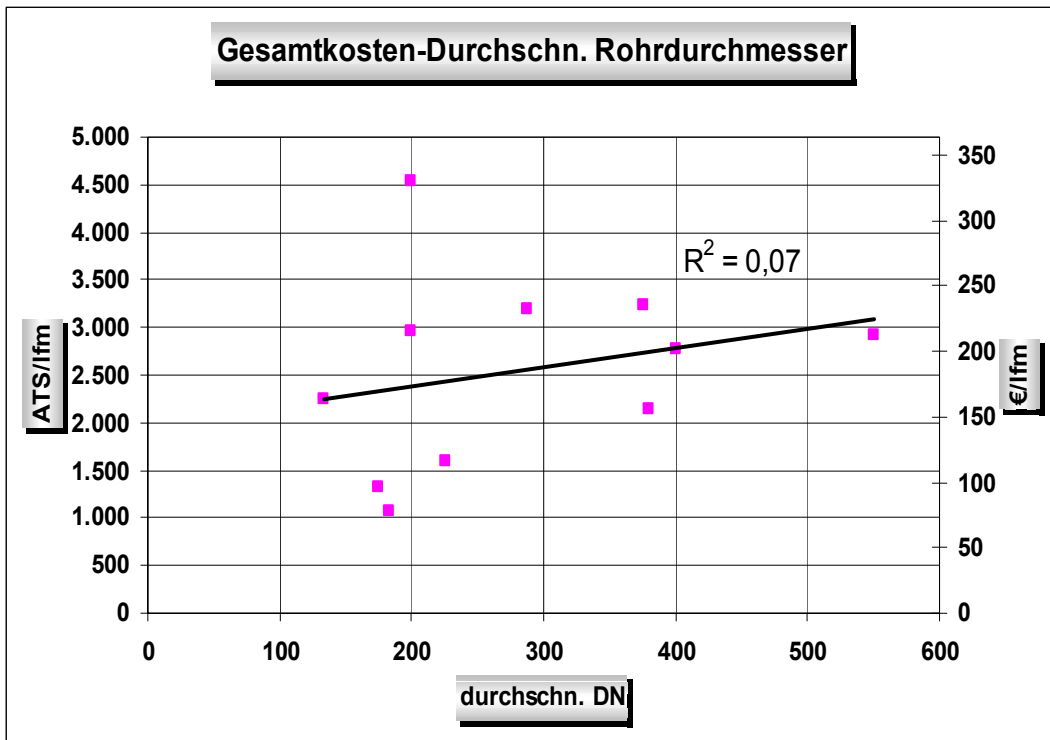


Abbildung 9-36: Korrelation der Investitionskosten mit dem durchschnittlichen Rohrdurchmesser

### 9.7.3 Investitionskosten für Transportkanäle

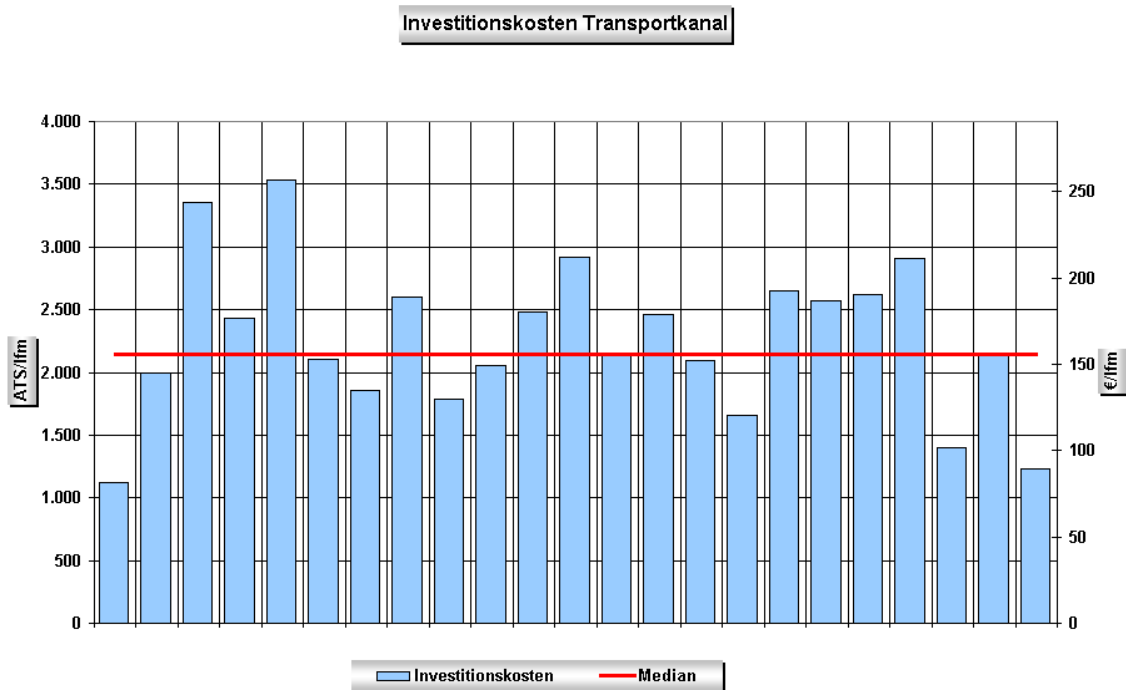


Abbildung 9-37: Darstellung der Investitionskosten für Transportkanäle

In Abb. 9-37 sind die Investitionskosten für Kanalisationsabschnitte, die groÙteils aus

Transportkanälen bestehen, für die in Kap. 6.7.1 angegebenen Verhältnisse dargestellt. Die Anordnung der Teilnehmer ist chronologisch, links ist der älteste Teilnehmer und rechts der Jüngste angeordnet. Der Durchmesser dieser Kanäle beträgt durchschnittlich DN 150 – DN 400. Der Median beträgt rd. 2150,- ATS (156,2 €).

Grundsätzlich gelten für die Investitionskosten für Transportkanäle die gleichen Aussagen wie sie für die Investitionskosten für Ortskanäle getroffen wurden. Wie erwartet liegen die Investitionskosten für Transportkanäle beträchtlich (um ca. 700 ATS / 50,9 €) unter jenen für Ortskanäle.

Wenn man den angegebenen Median der Investitionskosten mit einem Toleranzintervall von +/-10% versieht ergeben sich Richtwerte von rd. 1900 - 2400 ATS / lfm Kanal (138,1 – 174,4 €), für die in Kap. 6.7.1 angegebenen Verhältnisse. Aufgrund der größeren Stichproben für diese Gruppe können diese Zahlen als gefestigter angesehen werden als jene für die Ortskanäle.

Auch hier gilt die Aussage, dass diese Werte trotzdem nicht als Benchmarks angesehen werden dürfen, sondern sie aufgrund der jeweiligen Verhältnisse über- oder unterschritten werden und trotzdem “angemessen” sein können. Die Beurteilung, ob ein Preis angemessen ist, bedarf dem Urteil einer Fachperson, die mit den lokalen und regionalen Verhältnissen bestens vertraut ist.

In den folgenden Abbildungen 9-38 bis 9-34 wurde versucht die Investitionskosten mit der Anzahl der Bieter, dem mittlerem Schachtabstand, der relativen Kanaltiefe (Länge der Schachtringe), dem Anteil an befestigter Oberfläche und dem Rohrdurchmesser zu korrelieren. Wie aus diesen Abbildungen ersichtlich ist, ergibt sich für keinen dieser Fälle ein signifikanter Zusammenhang. Für den Fall Investitionskosten – Anteil an befestigter Oberfläche wurde auf die Darstellung eines Korrelationskoeffizienten sowie Interpolation einer Kurve verzichtet, da augenscheinlich keine signifikante Korrelation besteht.

Nur für die Korrelation der Investitionskosten mit dem am häufigsten verwendeten Rohrmaterial (Abbildung 9-43) ist ersichtlich, dass die Wahl des Rohrmaterials einen Einfluß auf die Investitionskosten hat. Aufgrund der geringen Anzahl an Bauabschnitten / Rohrmaterial können aber keine generellen Aussagen getroffen werden, außer dass z.B. PVC Rohre im Regelfall billiger sind als GF-UP oder GGG Rohre (inkl. Einbau). Daraus allgemeine Empfehlungen für die zu verwendenden Rohrmaterialien zu geben, ist allerdings schwer, da auch noch andere Faktoren, wie z.B. Einbau- und Verlegekriterien, berücksichtigt werden müssen. In manchen der betrachteten Bauabschnitte hätte wahrscheinlich aber, ohne die konkrete Situation zu kennen, auch ein billigeres Rohrmaterial ausreichend sein können.

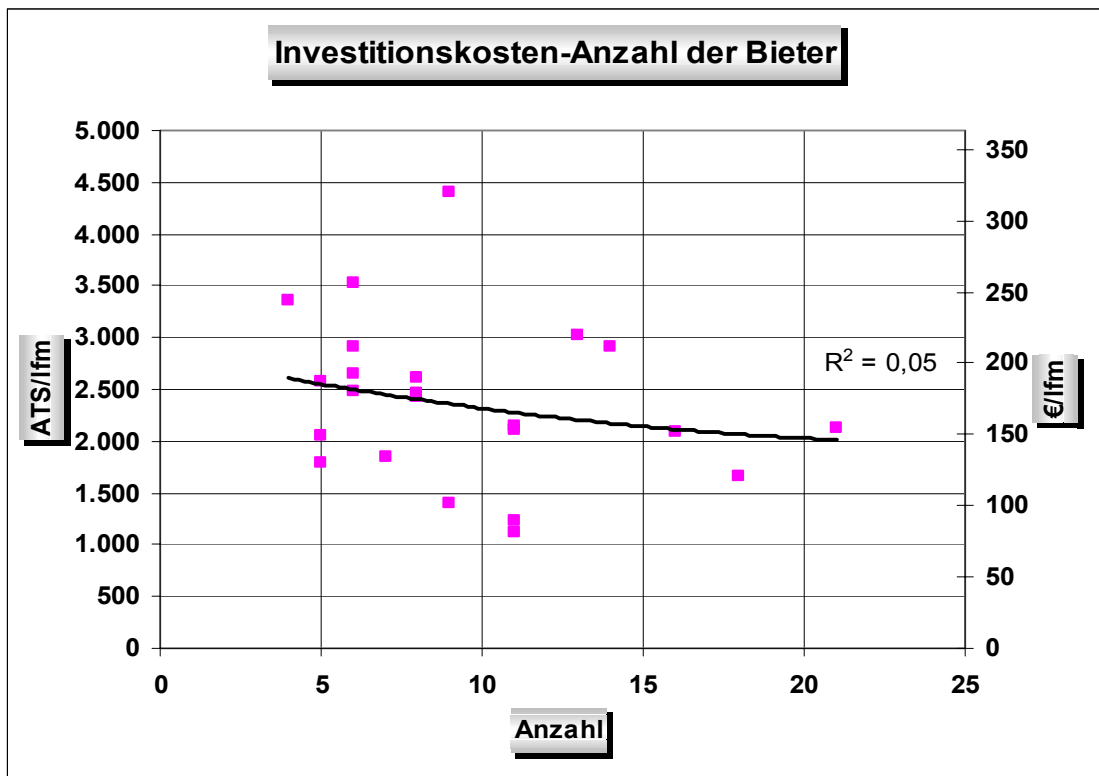


Abbildung 9-38: Korrelation der Investitionskosten mit der Anzahl der Bieter

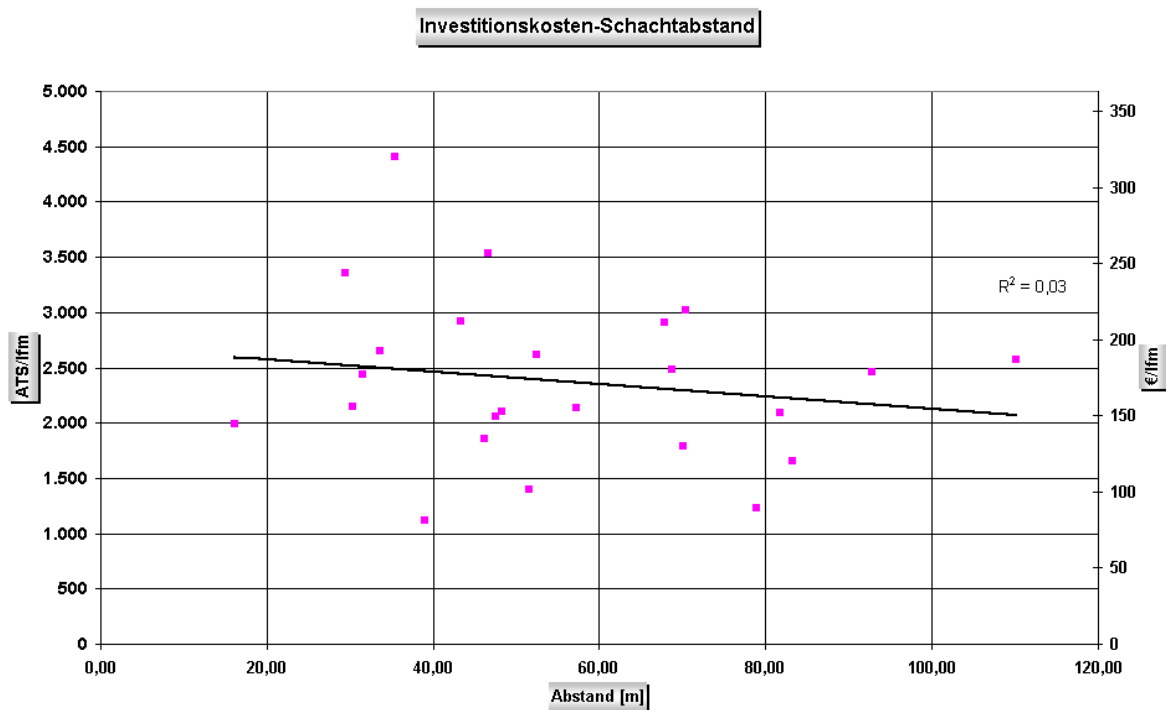


Abbildung 9-39: Korrelation der Investitionskosten mit dem mittleren Schachtabstand

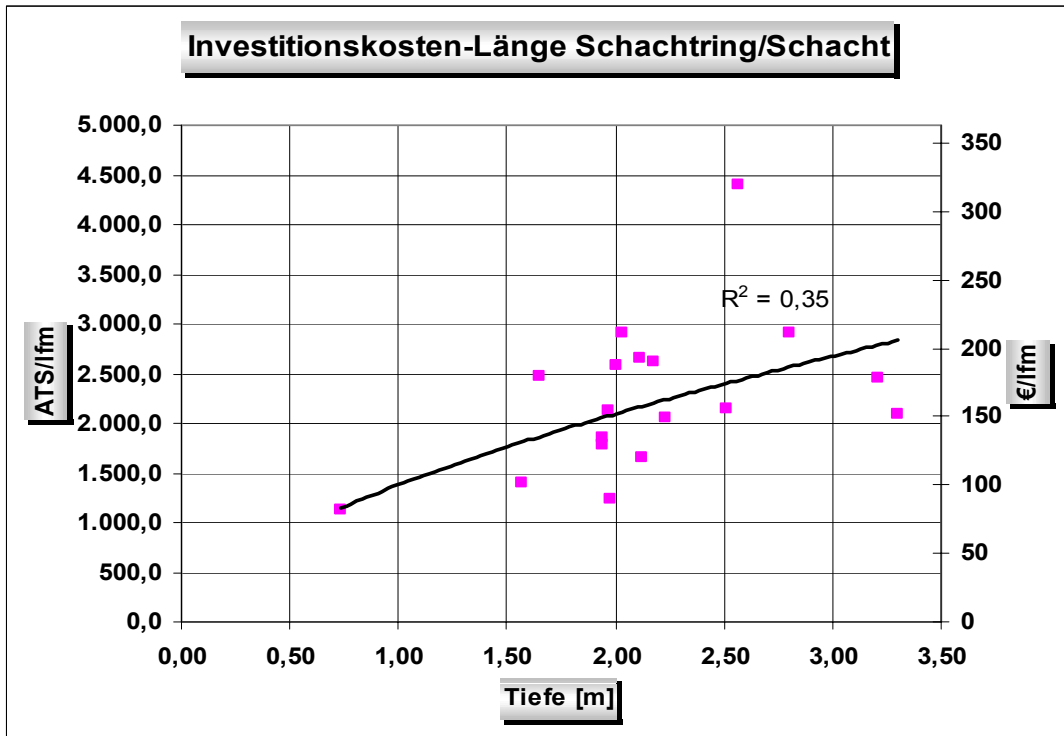


Abbildung 9-40: Korrelation der Investitionskosten mit der mittleren Länge der Schachtringe/Schacht

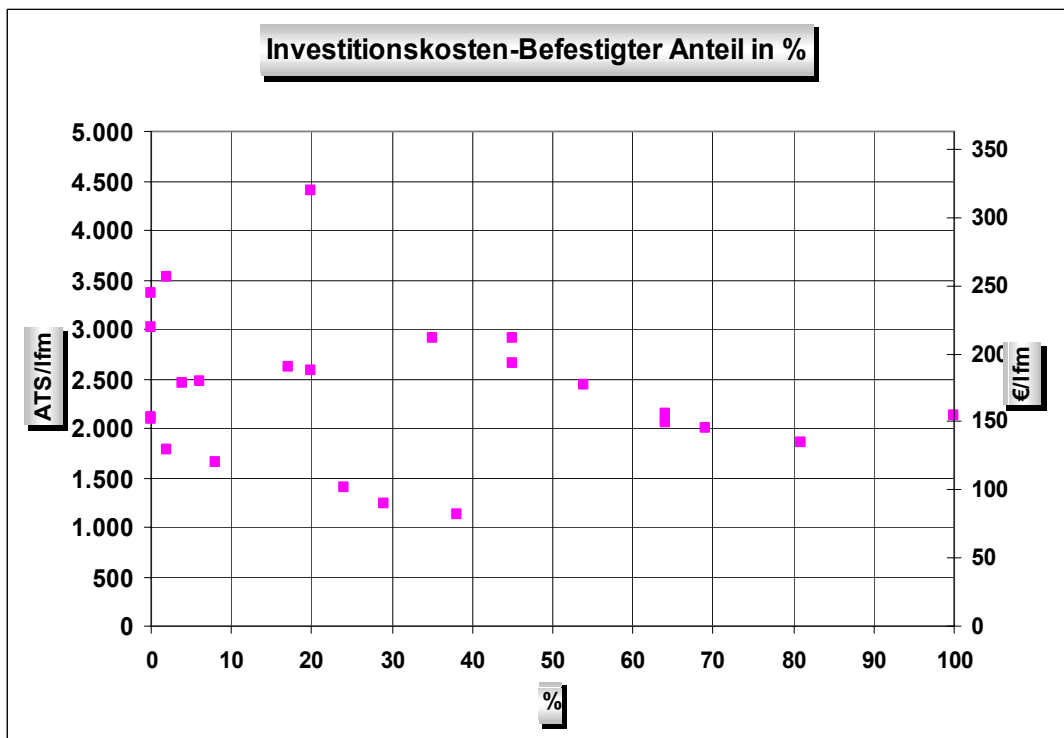


Abbildung 9-41: Korrelation der Investitionskosten mit dem Anteil an befestigter Oberfläche

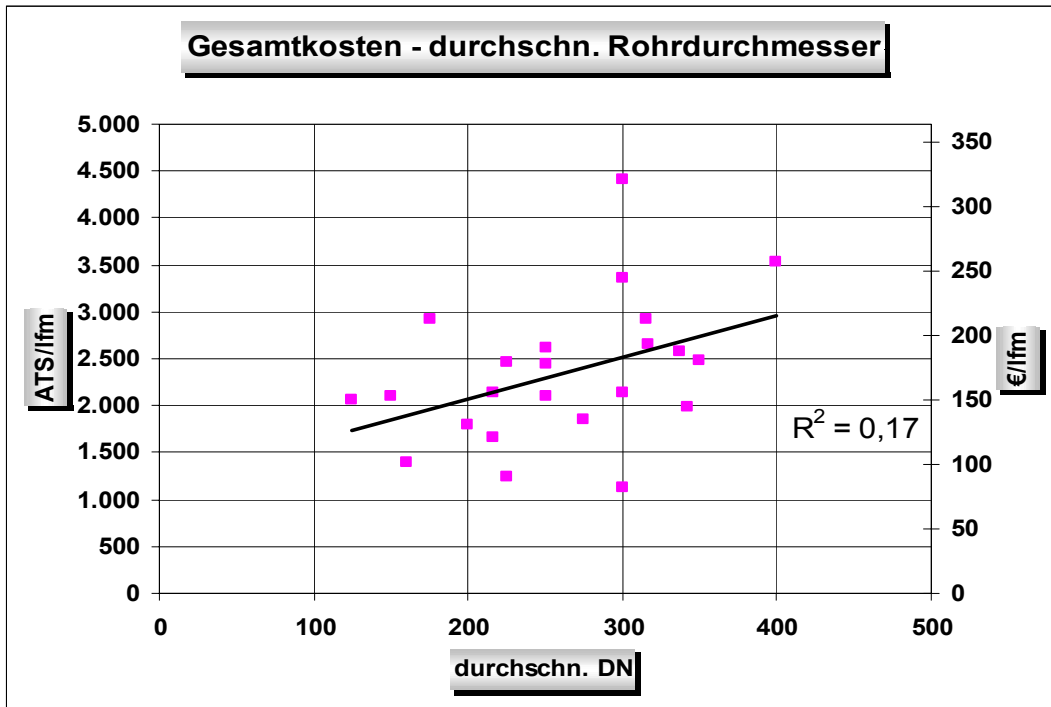


Abbildung 9-42: Korrelation der Investitionskosten mit dem durchschnittlichen Rohrdurchmesser

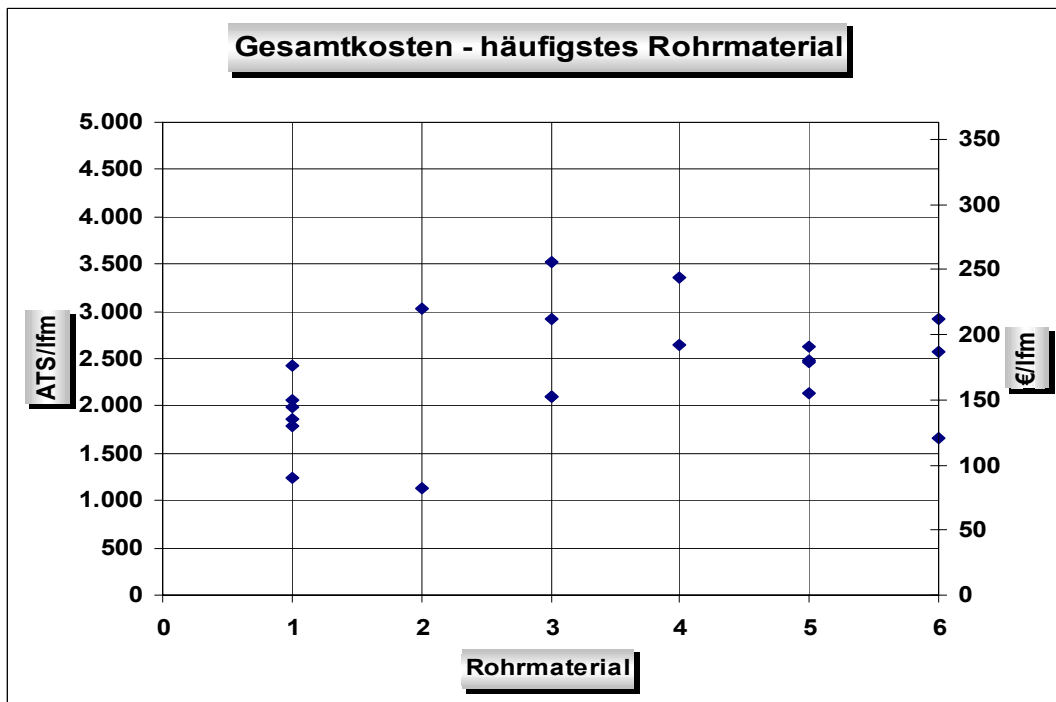


Abbildung 9-43: Korrelation der Investitionskosten mit dem häufigsten verwendeten Rohrmaterial

Legende: 1 = PVC; 2 = Beton; 3 = FZ/AZ; 4 = Steinzeug; 5 = GFUP; 6 = GGG;

9.7.4 Konjunkturelle Einflüsse auf die Investitionskosten

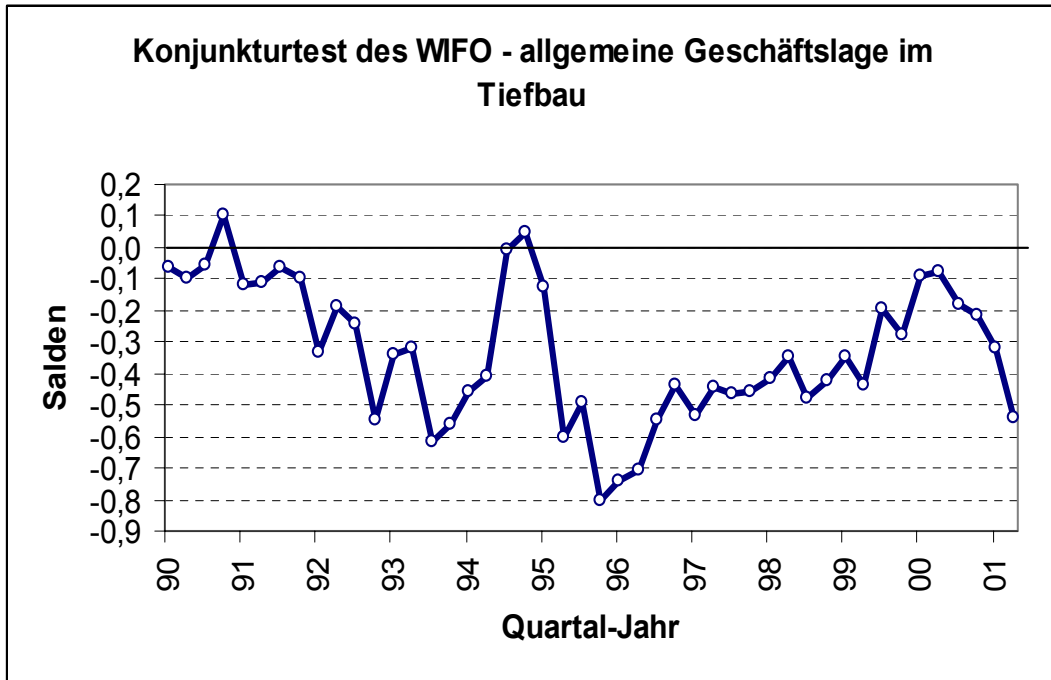


Abbildung 9-44: Konjunkturtest des WIFO – allgemeine Geschäftslage im

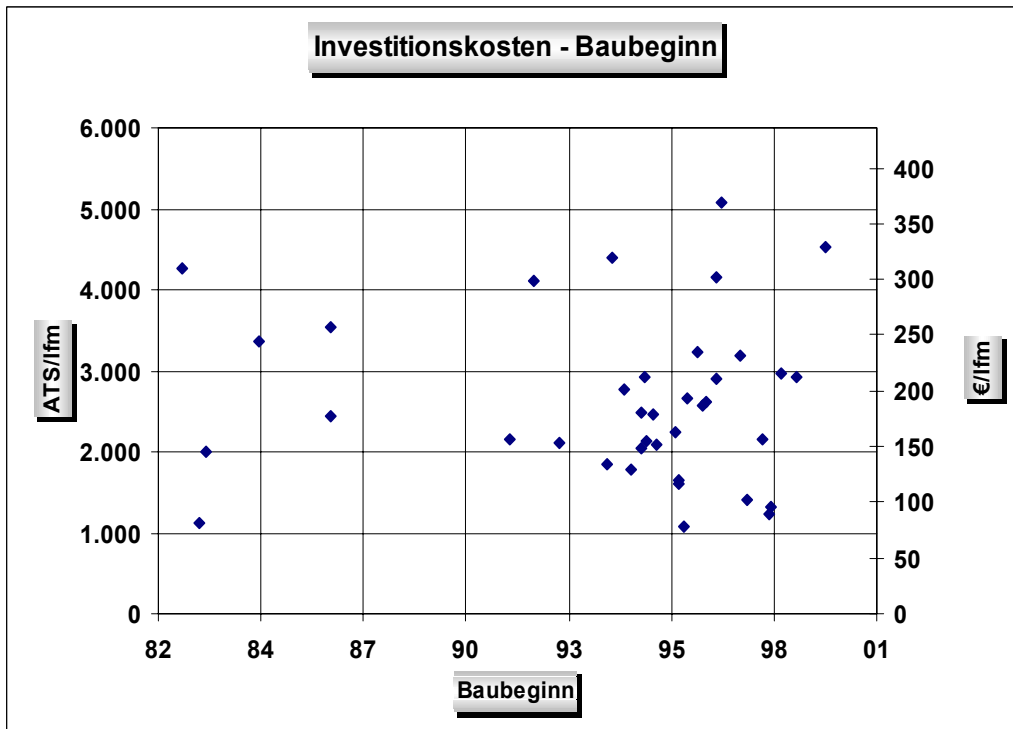


Abbildung 9-45: Korrelation der Investitionskosten mit dem Baubeginn (Tiefbau)

Die Einschätzung der allgemeinen Geschäftslage ist einer der wichtigsten Indikatoren für die Bewertung der aktuellen konjunkturellen Situation. In Abbildung 9-44 sind diese vom WIFO vierteljährlich erhobenen Daten für den Tiefbau seit 1990 aufgetragen.

Anhand der Abbildung 9-44 kann man erkennen, dass in der Einschätzung der Geschäftslage Anfang der 90er Jahre sich Optimisten und Pessimisten noch etwa die Waage hielten, dann aber bis Mitte 1994 die Pessimisten massiv zunahm (Saldo  $-0,6$ ), danach rapid bis Mitte 1995 ca. das Ausgangsniveau von 1990/91 wieder erreicht wurde (leicht positives Saldo) und danach genauso rapid bis Ende 1996 die Pessimisten auf beachtliche 80% anstiegen. In weiterer Folge wurde die Geschäftslage bis Anfang/Mitte 2000 wieder zunehmend positiver beurteilt, wobei das Niveau von 1990/91 jedoch nicht mehr erreicht wurde. Seit Mitte 2000 fiel das Saldo von ca.  $-0,1$  wieder auf ca.  $-0,55$  im 2ten Quartal 2001 zurück.

Als Grund für das Tief Ende 1996 ist eine kurzfristige Stagnation des Umsatzes in der Tiefbauindustrie anzusehen. Ansonsten ist der Umsatz seit 1996 für die Branche Rohrleitungs- und Kabelbau, abgesehen vom Jahr 1999 kontinuierlich um ca. 23% gestiegen (Daten lt. Statistik Austria).

In Abbildung 9-45, die die Investitionskosten für die im Rahmen dieses Projektes betrachteten Bauabschnitte chronologisch geordnet zeigt, ist ein Einfluß dieser konjunkturellen Schwankungen nicht signifikant ersichtlich. Der Grund dafür ist wahrscheinlich die zu weite Streuung der untersuchten Bauabschnitte hinsichtlich technischer Besonderheiten, die aus den Schlussrechnungen aufgrund der in Kap. 6.7.1 erwähnten Gründe nicht vollkommen herausgerechnet werden konnten, und vor allem auch hinsichtlich wirtschaftlicher Regionalräume.

Die Baupreise im Kanalbau sind den allgemeinen Erfahrungen zufolge ausgehend von einem Höchstwert Ende der 80er und Anfang der 90er Jahre bis heute, entgegen der Entwicklung des Tiefbauindex, gefallen und haben in den letzten Jahren Tiefstwerte erreicht. Diese Entwicklung wird z. B. auch in Reicherter und Günthert (1997) beschrieben. Diese Beobachtung deckt sich insofern mit dem obigen Konjunkturlagebericht, als seit Anfang der 90er Jahre, abgesehen von der kurzzeitigen Trendwende im Jahr 1995, die Anzahl der Pessimisten die Anzahl der Optimisten immer überstieg. In diesem Zeitraum fanden auch ausgeprägte Konkurrenzkämpfe der im Tiefbau tätigen Unternehmen statt, die zu Preiskämpfen und zu einer Reduktion der am Markt befindlichen Unternehmen führten und somit einen wesentlichen Grund für die fallenden Preise darstellten bzw. immer noch darstellen. Der Einfluß der Konjunkturlage auf das Preisniveau ist z. B. in Pöchlhammer (2001) ausführlich beschrieben und es stellt sich somit die Frage, inwieweit ein Benchmark (hier besser Richtwert), der aus Werten der Vergangenheit bestimmt wurde, auch in der Zukunft seine Aussagekraft bewahrt. Eine regelmäßige Kontrolle und allfällige Anpassung der ermittelten Richtwerte anhand der aktuellen Situation scheint daher unumgänglich.

### 9.7.5 Zusammenfassung Detailanalyse Kanalbau

Aufgrund der in Kap. 6.7.1 dargestellten Gründe ist die Angabe eines Benchmarks für Investitionskosten generell problematisch und es werden deshalb im Rahmen dieses Projektes nur Richtwerte angegeben.

Diese Richtwerte betragen für Ortskanäle 2550 – 3100 ATS / lfm (185,3 – 225,3 €) und für Transportkanäle 1900 - 2400 ATS/lfm (138,1 – 174,4 €), für die in Kap. 6.7.1 angegebenen Verhältnisse. Diese Richtwerte ergaben sich aufgrund der Auswertung von 35 Bauabschnitten von unterschiedlichen Kanalisationsanlagen, wobei 12 Bauabschnitte vorwiegend Ortskanäle und die restlichen Bauabschnitte vorwiegend Transportkanäle beinhalten. Eine weitere Gruppeneinteilung, z.B. nach dem Durchmesser, konnte aufgrund der geringen Stichprobe nicht durchgeführt werden.

Diese Richtwerte sollten nicht als absolut angesehen werden sondern können aufgrund der jeweiligen Verhältnisse über- oder unterschritten werden und trotzdem “angemessen” sein. Die Beurteilung, ob diese Preise dann angemessen sind, bedarf dem Urteil einer Fachperson, die mit den lokalen und regionalen Verhältnissen bestens vertraut ist.

Diese Richtwerte würden sich dann insbesondere dazu eignen, z. B. regionale “Hochpreisgebiete” oder die Wahl teurer Rohmaterialien (wobei diese natürlich auch zweckmäßig sein können), etc. zu erkennen.



## 10 ERGEBNISSE ABWASSERREINIGUNG

Nach der Festlegung der Bezugsgrößen wurden für die drei Kostenbereiche spezifische Kosten ermittelt. An dieser Stelle sei nochmals wiederholt, dass für die Jahreskosten, für die Gesamtbetriebskosten und für die Betriebskosten der vier Prozesse EW-CSB110 als Bezugsgröße verwendet wurde. Für die Kapitalkosten insgesamt und jene des Prozess 2 wurden die EWnorm-Ausbau als Bezugsgröße verwendet, für die Prozesse 1, 3 und 4 die EW-Ausbau (siehe Tabelle 10-1).

	<b>Kapitalkosten</b>	<b>Betriebskosten</b>	<b>Jahreskosten</b>
Gesamt	EWnorm-Ausbau	EW-CSB110	EW-CSB110
Prozess 1	EW-Ausbau		
Prozess 2	EWnorm-Ausbau		
Prozess 3	EW-Ausbau		
Prozess 4			

*Tabelle 10-1: Verwendete Bezugsgrößen*

In den folgenden Abbildungen 10-1 bis 10-13 wurden die spezifischen Kosten für jede Gruppe der Größe nach gereiht und grafisch dargestellt. Den Abbildungen können nicht nur die jeweilige Benchmarks entnommen werden, sondern auch ein Benchmarkbereich (siehe 7.7.2) der jeweiligen Gruppen bei den Betriebs-, Kapital- und Jahreskosten sowie der Median der Gruppen bei den Teilprozessen als Orientierungsmaßstab.

*Es sei besonders darauf hingewiesen, dass alle spezifischen Kosten in diesem Kapitel nach Umlage der Hilfskostenstellen ermittelten wurden. In den Kapiteln der Kosten- und Leistungsrechnung werden die gleichen spezifischen Kosten zum Teil vor Umlage der Hilfskostenstellen errechnet womit natürlich unterschiedliche Ergebnisse verbunden sind. Ob die spezifischen Kosten vor bzw. nach Umlage relevant sind hängt von der Fragestellung ab.*

Die Kapitel 10.1 bis 10.3 befassen sich mit der Festlegung von Benchmarkbereichen und Benchmarks für die Betriebs- und Kapitalkosten Gesamt und die Teilprozesse sowie für die Jahreskosten. Der Betreiber soll durch den direkten Vergleich mit anderen (internes Benchmarking) seine eigenen Einsparungspotenziale konkretisieren können.

Die anschließenden Kapitel (wirtschaftliche Betrachtungen, Einsparungspotenziale, Kosteneffizienz für den Gewässerschutz) stellen sozusagen das externe Benchmarking dar, das vor allem den Fachleuten der Behörden und einschlägiger Institutionen (=Regelungsgebern) als Entscheidungshilfe dienen soll.

## 10.1 Ergebnisse der Betriebskostenauswertung

### 10.1.1 Ergebnisse der Gesamtbetriebskosten

In Abbildung 10-1 sind die Gesamtbetriebskosten gereiht nach der Höhe der spezifischen Kosten sowie der Benchmarkbereich gruppenweise dargestellt. Als zusätzliche Information sind einerseits jene Anlagen, die die 1.AEVkA nicht einhalten, und andererseits jene Anlagen, die Benchmark sind, gekennzeichnet. Allen Anlagen, die unterhalb der Benchmarklinie liegen und keine Kennzeichnung aufweisen, haben zwar niedrige spezifische Betriebskosten, kommen aber entweder aufgrund von starkem gewerblichen bzw. industriellen Einfluss nicht als Benchmarkanlagen in Frage (N/CSB Kennzeichnung an der Abszisse) oder weisen im Untersuchungsjahr 1999 eine Datenlage auf, die als nicht ausreichend abgesichert angesehen wird.

Um zu sehen, ob bei den Betriebskosten Unterschiede zwischen Anlagen mit simultaner und getrennter Stabilisierung bestehen, wurden Anlagen mit simultaner aerober Stabilisierung mit einem schwarzen Rahmen gekennzeichnet. Um die Anonymität der Teilnehmer wahren zu können wurde bei der Gruppe 1 auf die Kennzeichnung der Art der Stabilisierung verzichtet. Auf den Vergleich der Verfahren wird noch näher eingegangen.

In der Tabelle 10-2 wurde einerseits der Benchmarkbereich, und andererseits der Median der einzelnen Gruppen zusammengefasst. Um die Übersichtlichkeit in den Abbildungen der Betriebs-, Kapital- und Jahreskosten zu wahren, wurde der jeweilige Gruppenmedian nicht zusätzlich eingezeichnet. Da für die Einzelprozesse kein Benchmarkbereich definiert wurde, ist in den Abbildungen der Einzelprozesse der Gruppenmedian grafisch dargestellt. Für die Medianberechnung der einzelnen Gruppe wurden jeweils alle Werte der Gruppe herangezogen.

[ATS/EW-CSB110]	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Benchmarkbereich	303	253	219	175	142
Gruppenmedian	407	339	234	175	164

Tabelle 10-2: Höhe des Benchmarkbereich und des Median der Betriebskosten der Gruppen 1 bis 5

### 10.1.2 Ergebnisse der Betriebskostenauswertung der Prozesse 1 bis 4

Die Festlegung der Benchmark der jeweiligen Gruppe wurde bereits beschrieben.

Beim Prozess 1 der Gruppe 1 zeigt sich eines der Hauptprobleme bei kleinen Anlagen, welches in der Aufteilung der Kosten auf die Einzelprozesse liegt.

In Tabelle 10-3 wurden einerseits die Benchmarks, und andererseits die Mediane der einzelnen Gruppe zusammengestellt. Um das mögliche Einsparungspotenzial der Prozesse in Relation zu den Gesamtbetriebskosten abschätzen zu können, wurde der Anteil des Medians der Betriebskosten des Prozesses 1 an den Betriebskosten zusätzlich angeführt.

[ATS/EW-CSB110]	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Benchmark P1	16	23	19	14	12
Gruppenmedian P1	77	42	24	18	18
Anteil Betriebskosten	19 %	12 %	10 %	10 %	11 %

*Tabelle 10-3: Höhe der Benchmark und des Median der Betriebskosten des Prozesses 1 und Anteil des Prozesses 1 an den Gesamtbetriebskosten*

Bei der Bestimmung der Benchmark des Prozesses 2 ist zu berücksichtigen, dass simultan stabilisierende und getrennt stabilisierende Anlagen miteinander verglichen werden. Bei der Benchmarkfestlegung muss daher darauf Rücksicht genommen werden, um welchen Anlagentyp es sich handelt. Bei den Gruppen 1 und 2 kommen ausschließlich Anlagen mit simultaner aerober Stabilisierung als Benchmark in Frage. Bei der Gruppe 3 ergibt sich der interessante Fall, dass eine Anlage mit simultaner aerober Stabilisierung und eine mit Faulung in etwa die selben spezifischen Kosten aufweisen. In diesem Fall ist die Anlage mit simultaner aerober Stabilisierung effizienter, weil bei gleichen Kosten die Schlammstabilisierung bereits erfolgt ist und aufgrund des höheren Schlammalters die Reinigungsleistung besser sein kann. Durch die Addition der spezifischen Kosten der Prozesse 2 und 3 kann diese Überlegung leicht nachvollzogen werden. Bei den Gruppen 4 und 5 sind jeweils Anlagen mit Faulung eindeutig als Benchmark auszuweisen. Diese beiden Anlagen haben auch bei der Summe der spezifischen Kosten der Prozesse 2 und 3 jeweils die niedrigsten Betriebskosten.

[ATS/EW-CSB110]	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Benchmark P2	137	112	89	43	32
Gruppenmedian P2	150	118	89	61	56
Anteil Betriebskosten	37 %	35 %	38 %	35 %	34 %

*Tabelle 10-4: Höhe der Benchmark und des Median der Betriebskosten des Prozesses 2 und Anteil des Prozesses 2 an den Gesamtbetriebskosten*

Beim Prozess 3 Schlammeindickung und Stabilisierung haben definitionsgemäß nur jene Anlagen spezifische Kosten, deren Schlamm getrennt stabilisiert wird. In der Abbildung 10-4 wurde zur Unterscheidung von Anlagen mit Faulung und getrennter aerober Stabilisierung letztere dick strichliert umrandet. Wie aus Abbildung 10-4 ersichtlich, kommen von den insgesamt 10 Anlagen mit getrennter aerober Stabilisierung nur vier Anlagen als Benchmark in Frage. Eine gemeinsame Benchmark von Anlagen mit und ohne Faulung hat keinen Sinn, weil man sich für die Auffindung von Einsparungspotenzialen an Anlagen gleicher Stabilisierungsart orientieren muss. Zusätzlich hat sich gezeigt, dass vor allem die Energiekostenaufteilung auf Prozess 2 und 3 bei getrennt aerob stabilisierenden Anlagen sehr schwierig ist, da meist ein gemeinsames Belüftungsaggregat verwendet wird. Es werden daher für den Prozess 3 ausschließlich Anlagen mit Faulung als Benchmarkanlagen herangezogen.

Bei der Gruppe 1 wird für den Prozess 3 keine Benchmark angegeben. Für die Gruppe 2 kann keine Benchmark angegeben werden, weil die in Frage kommenden Anlagen ca. doppelt so hohe spezifische Kosten aufweisen wie die Benchmarkanlage der Gruppe 3 und daher nicht als Vergleichsanlagen empfohlen werden können. Die Höhe der Benchmarks und der Mediane der Gruppen 3 bis 5 können der Tabelle 10-5 entnommen werden.

[ATS/EW-CSB110]	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Benchmark P3			25	9	12
Gruppenmedian P3		54	25	16	11
Anteil Betriebskosten		16 %	11 %	9 %	7 %

*Tabelle 10-5: Höhe der Benchmark und des Median der Betriebskosten des Prozesses 3 und Anteil des Prozesses 3 an den Gesamtbetriebskosten*

Die Summen der spezifischen Kosten der Prozesse 2 und 3 der einzelnen Anlagen sind in Abbildung 10-5 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass bei den Gruppen 2 und 3 Anlagen mit simultaner aerober Stabilisierung niedrigere Betriebskosten aufweisen als Anlagen mit

getrennter Schlammstabilisierung. Bei den Gruppen 1 und 2 ist dies eindeutig aus der Grafik ersichtlich. Für die Gruppe 3 wird für Anlagen mit simultaner aerober Stabilisierung ein Median von 100 ATS/EW-CSB110 und für getrennt stabilisierende Anlagen ein Median von 117 ATS/EW-CSB110 errechnet. Bei den Anlagen der Gruppe 5 liegen die beiden simultan stabilisierenden Anlagen um den Median von 72 ATS/EW-CSB110.

Beim Prozess 4 wurden die Benchmarks ermittelt, wie unter 7.7.3 beschrieben. Diese können der Tabelle 10-6 ebenso entnommen werden wie die Mediane der einzelnen Gruppen.

[ATS/EW-CSB110]	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Benchmark P4	100	75	79	75	52
Gruppenmedian P4	142	139	112	75	69
Anteil Betriebskosten	35 %	41 %	48 %	43 %	42 %

*Tabelle 10-6: Höhe der Benchmark und des Median der Betriebskosten des Prozesses 4 und Anteil des Prozesses 4 an den Gesamtbetriebskosten*

Im Gegensatz zum Prozess 2+3 sind beim Prozess 4 die Kosten der weitergehenden Schlammbehandlung bei Anlagen mit simultaner Schlammstabilisierung tendenziell höher als bei getrennt stabilisierenden Anlagen. Dies steht im Einklang mit der höheren mittleren spezifischen Schlammproduktion bei simultan stabilisierenden Anlagen. Die Schlammmentwässerung als Detailprozess des Prozesses 4 wird noch Gegenstand näherer Untersuchungen in diesem Zusammenhang sein (siehe 10.6.2).

Alle Gruppenmediane der Prozesse 1 bis 4 sind in der Tabelle 10-7 zusammengefasst. Bemerkenswert dabei ist, dass der Median der Betriebskosten der Prozesse 2+3 rund 45 Prozent des Medianes der Gesamtbetriebskosten aller Gruppen ausmacht.

Daraus kann abgeleitet werden, dass die Betriebskosten zu ca. 45 % von der mechanisch biologischen Abwasserreinigung inklusive Schlammstabilisierung verursacht werden und die anderen 55 Prozent der mechanischen Vorreinigung (ca. 10 %) bzw. hauptsächlich der weitergehenden Schlammbehandlung (ca. 45 %) zugerechnet werden müssen.

[ATS/EW-CSB110]	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Gruppenmedian P1	77	42	24	18	18
Gruppenmedian P2	150	118	89	61	56
Gruppenmedian P3	(108)	54	25	16	11
Gruppenmedian P4	142	139	112	75	69
<b>Gruppenmedian P2+P3</b>	<b>150</b>	<b>127</b>	<b>107</b>	<b>77</b>	<b>72</b>
<b>Gruppenmedian Gesamt</b>	<b>407</b>	<b>339</b>	<b>234</b>	<b>175</b>	<b>164</b>

*Tabelle 10-7: Zusammenfassung der Mediane der Gruppen der Betriebskosten*

Zum besseren Verständnis sei hier noch angemerkt, dass der Median den mittleren Wert einer Gruppe darstellt. Dies bedeutet, dass die Hälfte der Werte einer Gruppe größer und die andere Hälfte kleiner als der Median ist. Aus diesem Grund muss die Summe der Mediane der Einzelprozesse nicht gleich dem Median der Gesamtkosten sein. Der Gruppenmedian P2+P3 stellt keine Addition von Gruppenmedian P2 und Gruppenmedian P3 dar, sondern ist der mittlere Wert der bereits addierten spezifischen Betriebskosten dieser beiden Gruppen.

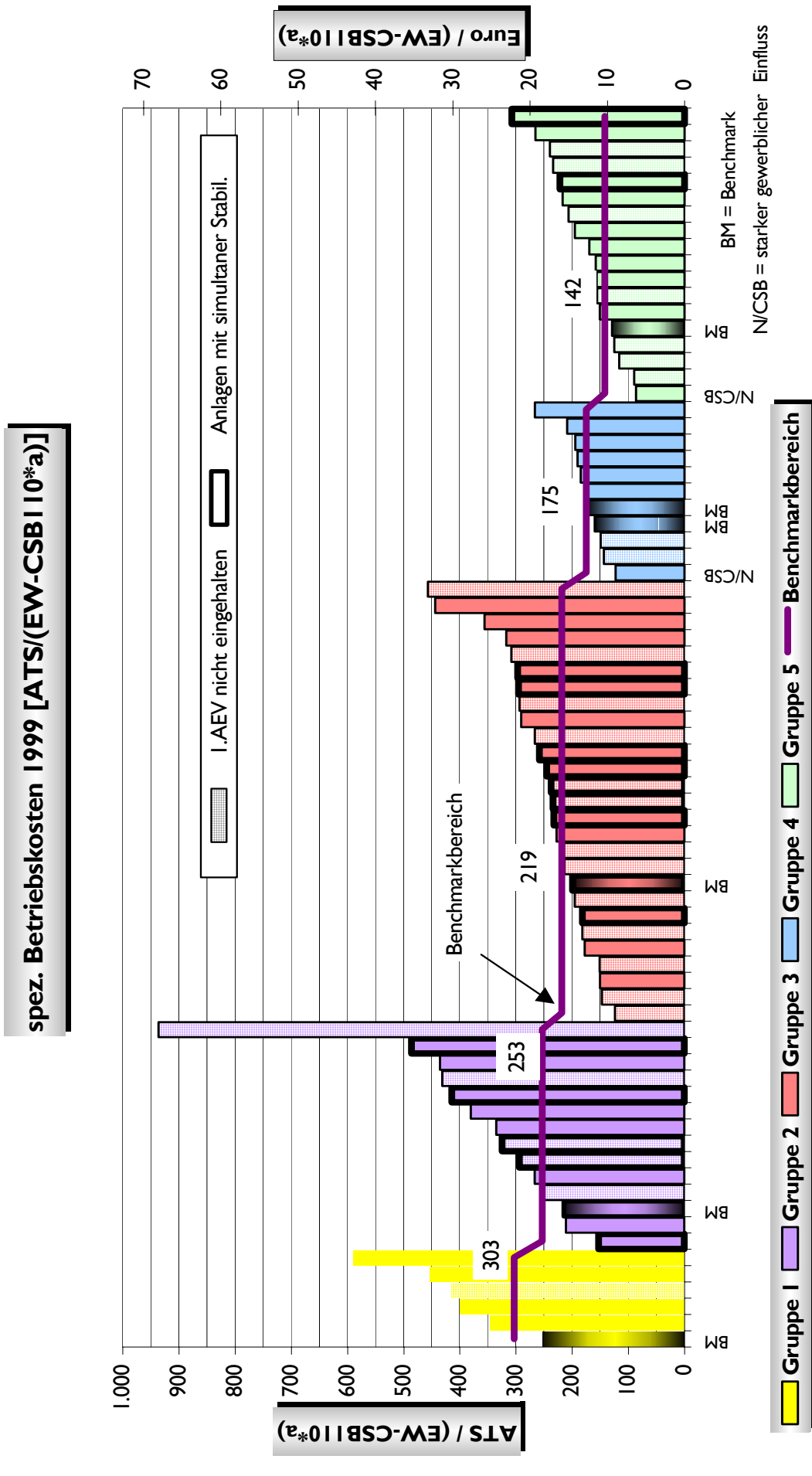


Abbildung 10-1: Vergleich der Betriebskosten 1999 der untersuchten Anlagen

(Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren, wurde bei den Anlagen der Gruppe 1 die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)

**Betriebskosten 1999 Prozess I [ATS/(EW-CSB I 10\*a)]**

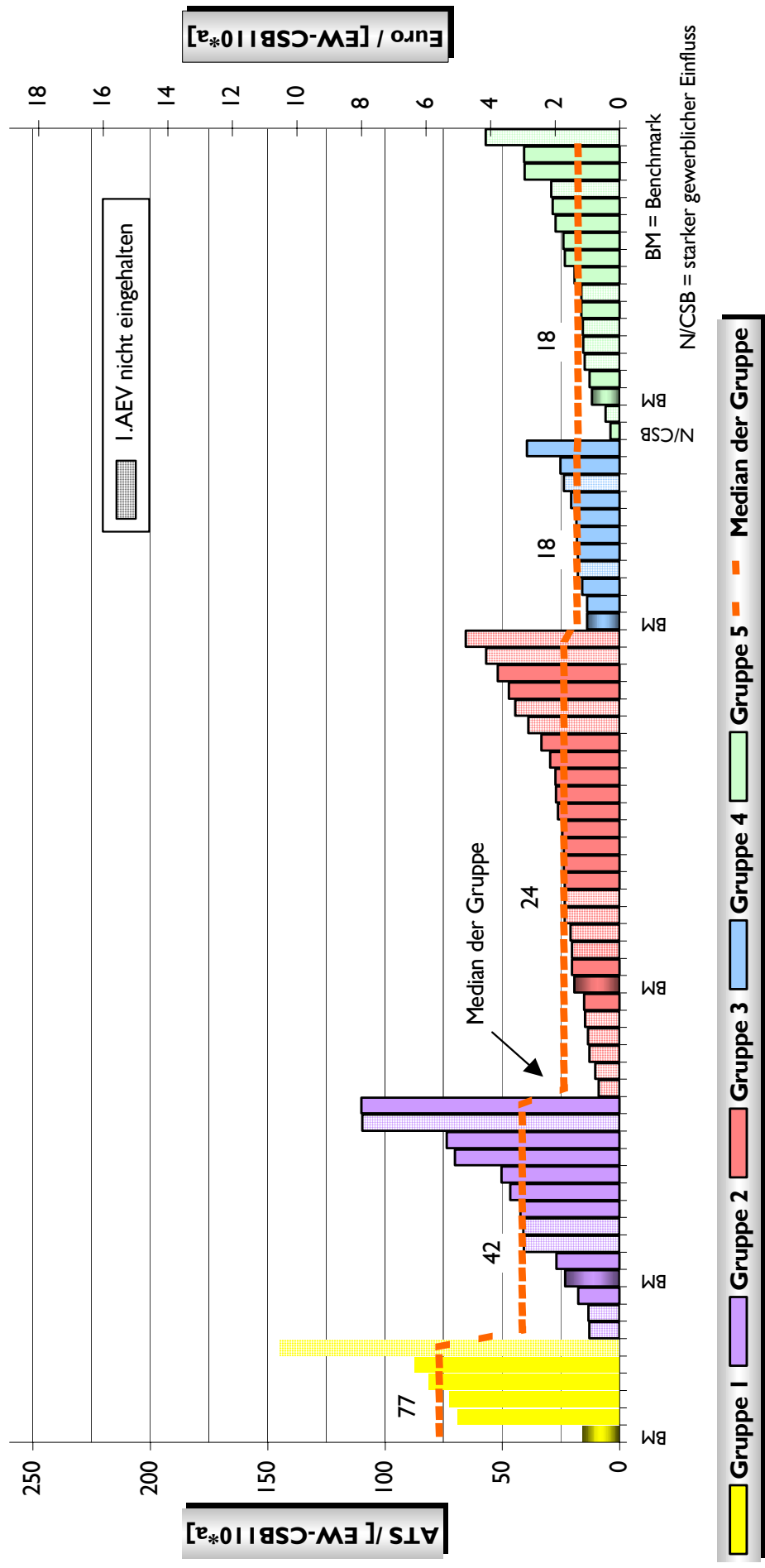


Abbildung 10-2: Vergleich der Betriebskosten 1999 von Prozess I der untersuchten Anlagen  
 (Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren, wurde bei den Anlagen der Gruppe I die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)



**Betriebskosten 1999 Prozess 2 [ATS/(EW-CSBI 10\*a)]**

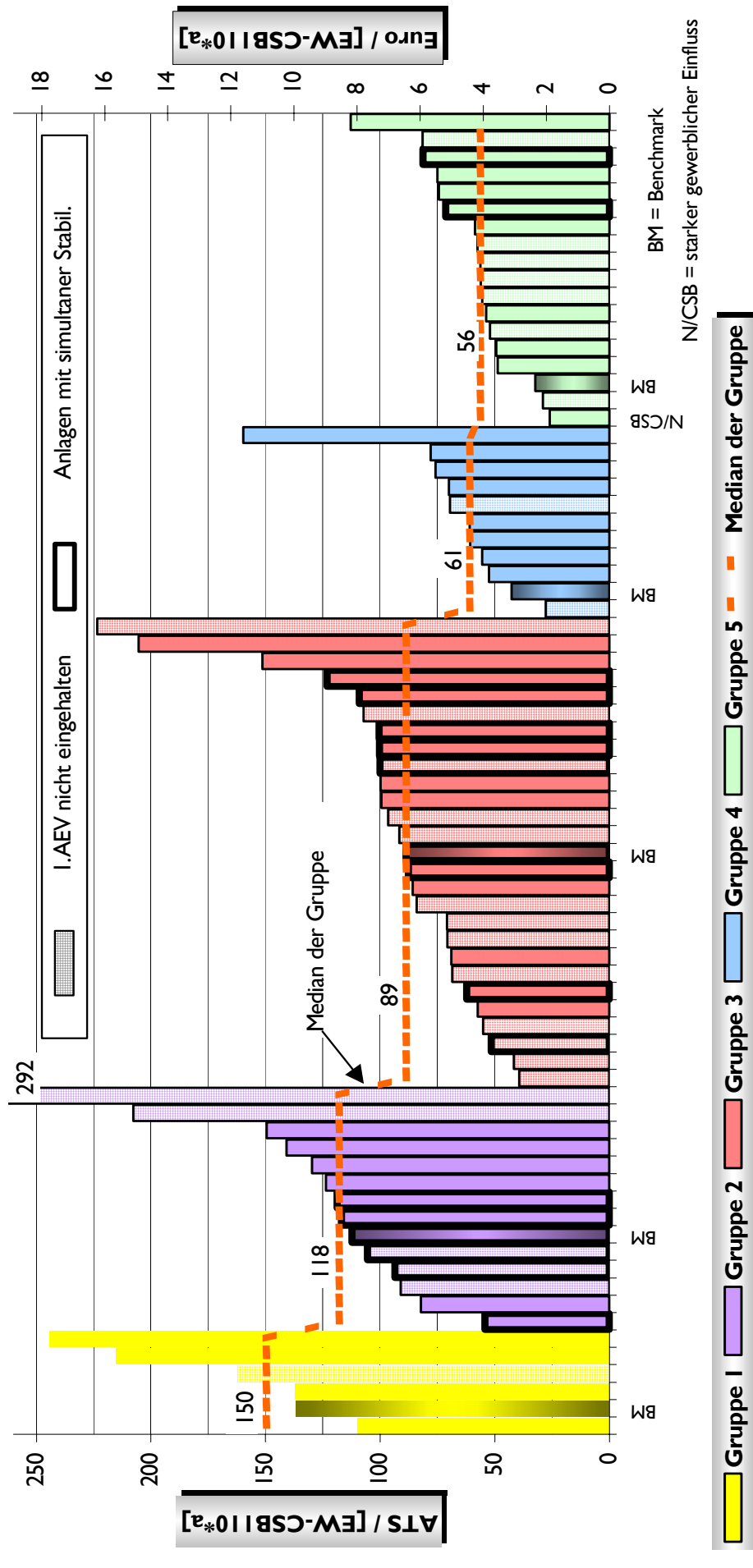


Abbildung 10-3: Vergleich der Betriebskosten 1999 von Prozess 2 der untersuchten Anlagen

(Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren, wurde bei den Anlagen der Gruppe 1 die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)

**Betriebskosten 1999 Prozess 3 [ATS/(EW-CSB I 10\*a)]**

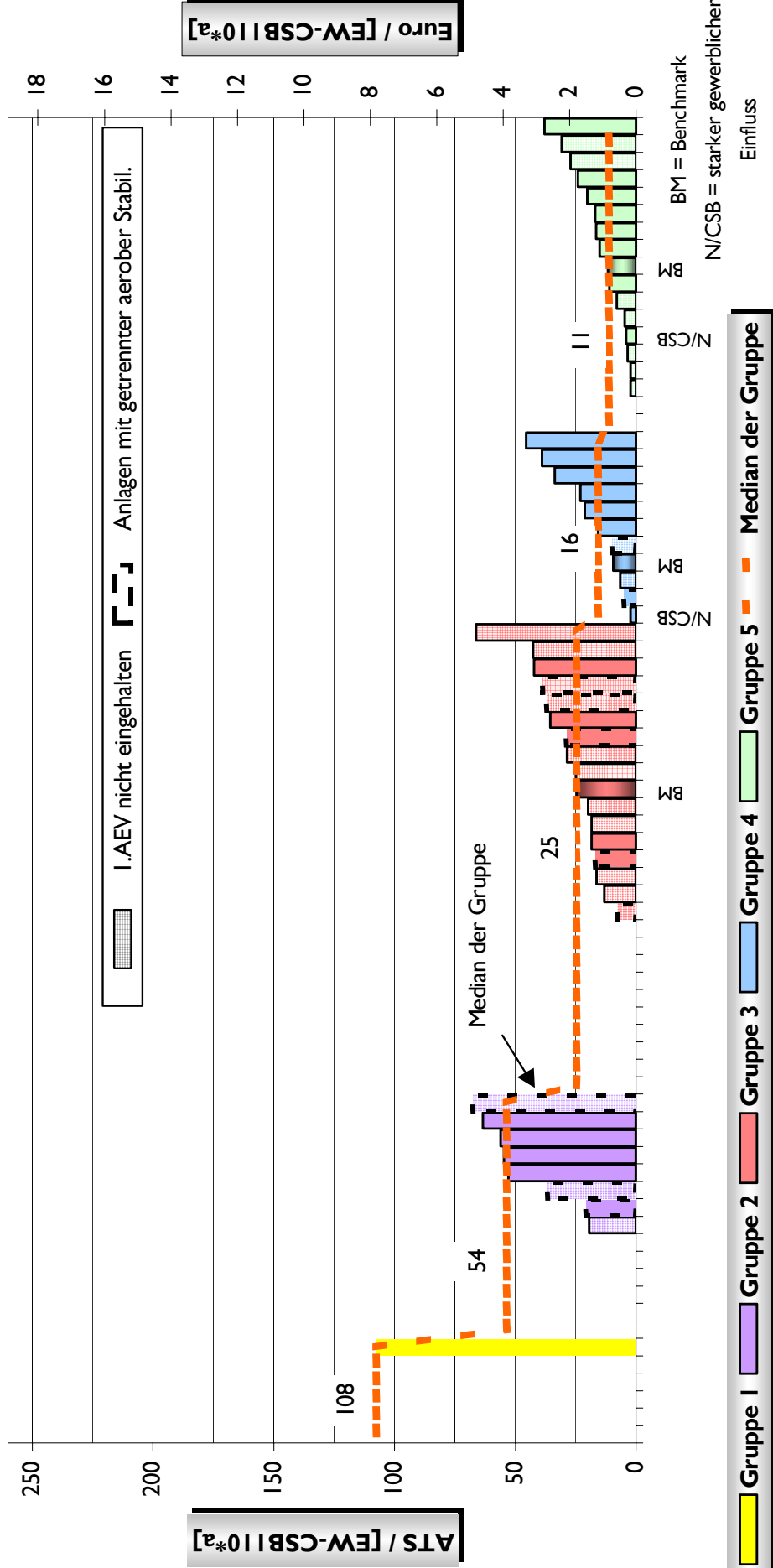


Abbildung 10-4: Vergleich der Betriebskosten 1999 von Prozess 3 der untersuchten Anlagen  
 (Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren, wurde bei den Anlagen der Gruppe 1 die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)

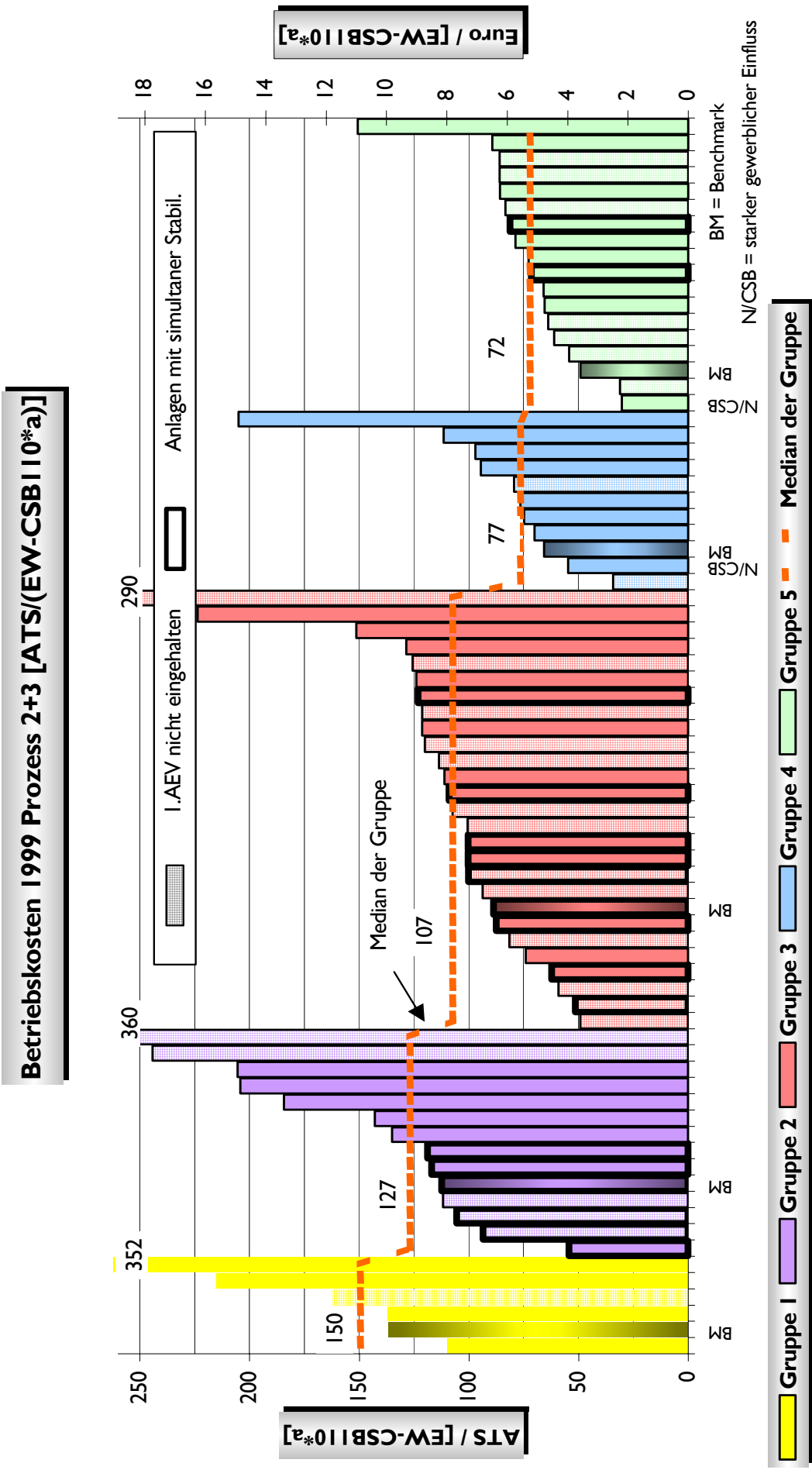


Abbildung 10-5: Vergleich der Betriebskosten 1999 von Prozess 2+3 der untersuchten Anlagen (Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren, wurde bei den Anlagen der Gruppe 1 die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)

**Betriebskosten 1999 Prozess 4 [ATS/(EW-CSBI 10\*a)]**

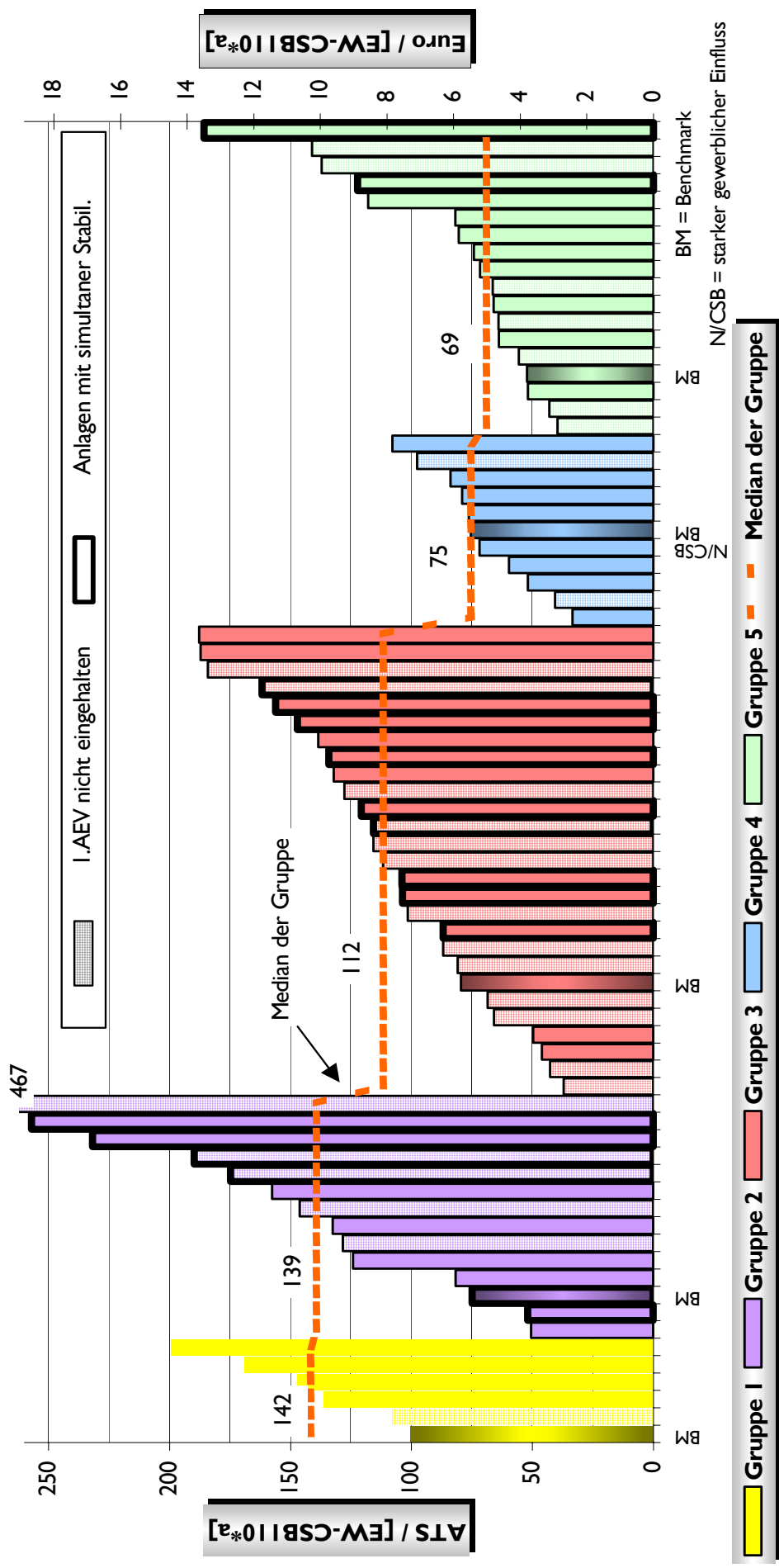


Abbildung 10-6: Vergleich der Betriebskosten 1999 von Prozess 4 der untersuchten Anlagen (Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren, wurde bei den Anlagen der Gruppe 1 die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)

## 10.2 Ergebnisse der Kapitalkostenauswertung

In den Abbildungen 10-7 bis 10-12 sind die Kapitalkosten nach der Höhe der spezifischen Kosten gereiht und gruppenweise dargestellt. Für die Kapitalkosten insgesamt und jene des Prozesses 2 wurden die EWNorm-Ausbau als Bezugsgröße verwendet, für die Prozesse 1, 3 und 4 die EW-Ausbau. Da die berechnete Bezugsgröße EWNormiert-Ausbau jenen Einwohnerwert widerspiegelt, der mit den vorhandenen Volumina nach dem Stand der Technik gereinigt werden kann, ist eine Kennzeichnung der Anlagen, die aktuell die 1.AEVkA nicht einhalten, nicht erforderlich. Diese Art der Auswertung kann auch als kapazitätsspezifische Auswertung bezeichnet werden. Es werden die vorhandene Substanz (Kapazität) der Anlagen und deren Kosten miteinander verglichen.

Für die Berechnung des Benchmarkbereiches werden grundsätzlich die niedrigsten Kapitalkosten je Gruppe um 10 Prozent erhöht. Alle Anlagen deren Kapitalkosten niedriger sind als dieser Benchmarkbereich sind Benchmarkanlagen. Die Festlegung der Benchmarks ist zwar methodisch gesehen einfach, es müssen jedoch folgende, dabei auftretenden Unsicherheiten berücksichtigt werden.

Bei den gewählten Bezugsgrößen und der Art der Berechnung der Kapitalkosten werden Anlagen bevorzugt, deren maschinelle Anlagenteile bereits beschrieben sind und die zum Zeitpunkt ihrer Errichtung in Bezug auf das Volumen sehr großzügig ausgelegt worden sind. Als Beispiel für die Unschärfen des Kapitalkostenvergleiches können die zwei Anlagen der Gruppe drei mit den niedrigsten Kapitalkosten herangezogen werden. Beide Anlagen wurden im selben Jahr für ca. gleich viele Einwohnerwerte errichtet, Anlage A mit etwas weniger Volumen. 1998 wurde die Anlage A an den Stand der Technik angepasst, ein Nachklärbecken zusätzlich errichtet und in diverse andere bauliche und maschinellen Einrichtungen investiert. Die Anlage B ist noch funktionstüchtig, eine Anpassung an den Stand der Technik steht aber unmittelbar bevor. Die spezifischen Kapitalkosten der Anlage A sind 1999 wesentlich höher als jene der Anlage B, vor allem auch deshalb, da im Zuge des Umbaus das Volumen nicht wesentlich geändert wurde und somit EWNorm-Ausbau denen der Vergleichsanlage entsprechen. Die Schlussfolgerung daraus kann natürlich nicht sein, dass die Anlage, die (noch) nicht an den Stand der Technik angepasst wurde, Benchmarkanlage ist. Deshalb wurde in der Gruppe 3 die Anlage mit den zweitniedrigsten Kapitalkosten als Bezugsanlage für den Benchmarkbereich herangezogen.

In Tabelle 10-8 wurde einerseits die Höhe des Benchmarkbereiches, und andererseits der Median der Gruppen zusammengefasst.

[ATS/EWnormiert-Ausbau]	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Benchmarkbereich	512	284	261	189	147
Gruppenmedian	511	493	431	295	287

Tabelle 10-8: Höhe des Benchmarkbereich und des Median der Kapitalkosten der Gruppen 1 bis 5

Für die Kapitalkosten der einzelnen Prozesse war es erforderlich, die Gesamtkapitalkosten einerseits in bauliche und maschinelle Investitionen zu trennen, und andererseits eine Aufteilung auf die vier Prozesse vorzunehmen. Die Qualität der Prozesszuordnung der Kapitalkosten war je nach Datenlage stark unterschiedlich bzw. nicht möglich. Von der Firma Quantum wurde vor Ort eine Beurteilung (nach Schulnotensystem) für die Güte der Kapitalkosten und deren Aufteilung vorgenommen. War die Aufteilung seitens des Betreiber nicht möglich, wurden die Kapitalkosten mithilfe eines Aufteilungsschlüssels den einzelnen Prozessen zugeordnet. Der Aufteilungsschlüssel wurde in Anlehnung an jene Anlagen erstellt, denen eine gute Aufteilung durch den Anlagenbetreiber bescheinigt wurde. Der folgenden Tabelle können Qualität und Aufteilung der Kapitalkosten entnommen werden.

Note	Anzahl ARA's		ARAs gesamt
	Kapitalkostenaufteilung vom Betreiber	Aufteilungsschlüssel	
1	<b>1</b>	-	1
2	<b>24</b>	9	33
3	18	9	27
4	5	7	12
nicht beurteilt	-	3	3
Summe	48	28	76

Tabelle 10-9: Qualität der Kapitalkosten und deren Aufteilung

Aussagekräftige und als Basis für einen Prozessbenchmark geeignete Daten für die einzelnen Prozesse stehen nur von 25 Anlagen zur Verfügung. Diese 25 Anlagen verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Gruppen: null in Gruppe 1, zwei in Gruppe 2, sieben in Gruppe 3, fünf in Gruppe 4 und elf in Gruppe 5.

Aufgrund der geringen Anzahl an Anlagen in den einzelnen Gruppen und der generellen Unschärfe der Kapitalkosten muss von einer Benchmarkvergabe für die einzelnen Prozesse

Abstand genommen werden. Die Methodik ist klar und kann jederzeit bei ausreichender Datenlage zur Anwendung gebracht werden. Es wird daher empfohlen, bei der Errichtung von neuen Abwasserreinigungsanlagen eine prozessbezogene Aufteilung der baulichen und maschinellen Investitionskosten anzustreben.

In den Abbildungen 10-8 bis 10-12 werden die Ergebnisse der Kapitalkostenauswertungen der einzelnen Prozesse dargestellt und nur jene 25 Anlagen mit den Farben der jeweiligen Gruppe versehen, deren Kapitalkostenaufteilung vom Anlagenbetreiber selbst durchgeführt und deren Qualität mit gut bzw. sehr gut beurteilt worden ist. Für die Berechnung des Medians werden alle Werte der jeweiligen Gruppe verwendet. Der Gruppenmedian kann als erster realistischer Anhaltspunkt für die Aufteilung der Kapitalkosten auf die vier Prozesse angesehen werden und wird daher in der Tabelle 10-10 für die einzelnen Gruppen zusammengestellt.

[ATS/EW(norm)-Ausbau]	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Gruppenmedian P1	71	48	28	26	23
Gruppenmedian P2	304	229	210	157	120
Gruppenmedian P3	(157)	63	41	37	26
Gruppenmedian P4	102	60	39	22	27
<b>Summe der Gruppenmediane</b>	<b>477</b>	<b>400</b>	<b>318</b>	<b>242</b>	<b>196</b>

Tabelle 10-10: Zusammenfassung der Mediane der Gruppen

Da bei den Kapitalkosten der Prozesse unterschiedliche Bezugsgrößen verwendet worden sind, ist die Summe der Gruppenmediane im Vergleich zum Median der Gesamtkosten (siehe Tabelle 10-8) niedriger. Es ist aber zulässig, die spezifischen Kosten der Prozesse zu addieren und daraus fiktive Gesamtkosten je Einwohnerwert zu ermitteln.

Um ein Gefühl für die prozentuelle Aufteilung der Kapitalkosten auf die vier Prozesse zu erhalten, werden in Tabelle 10-11 diese Prozentsätze für die einzelnen Gruppen angeführt.

[%]	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Gruppenmedian P1	15	12	9	11	12
Gruppenmedian P2	64	57	66	65	61
Gruppenmedian P3		16	13	15	13
Gruppenmedian P4	21	15	12	9	14

Tabelle 10-11: Zusammenfassung der Mediane der Gruppen (% bezogen auf Gesamtkapitalkosten)

**Kapitalkosten 1999 [ATS/(EWnorm-Ausbau\*a)]**

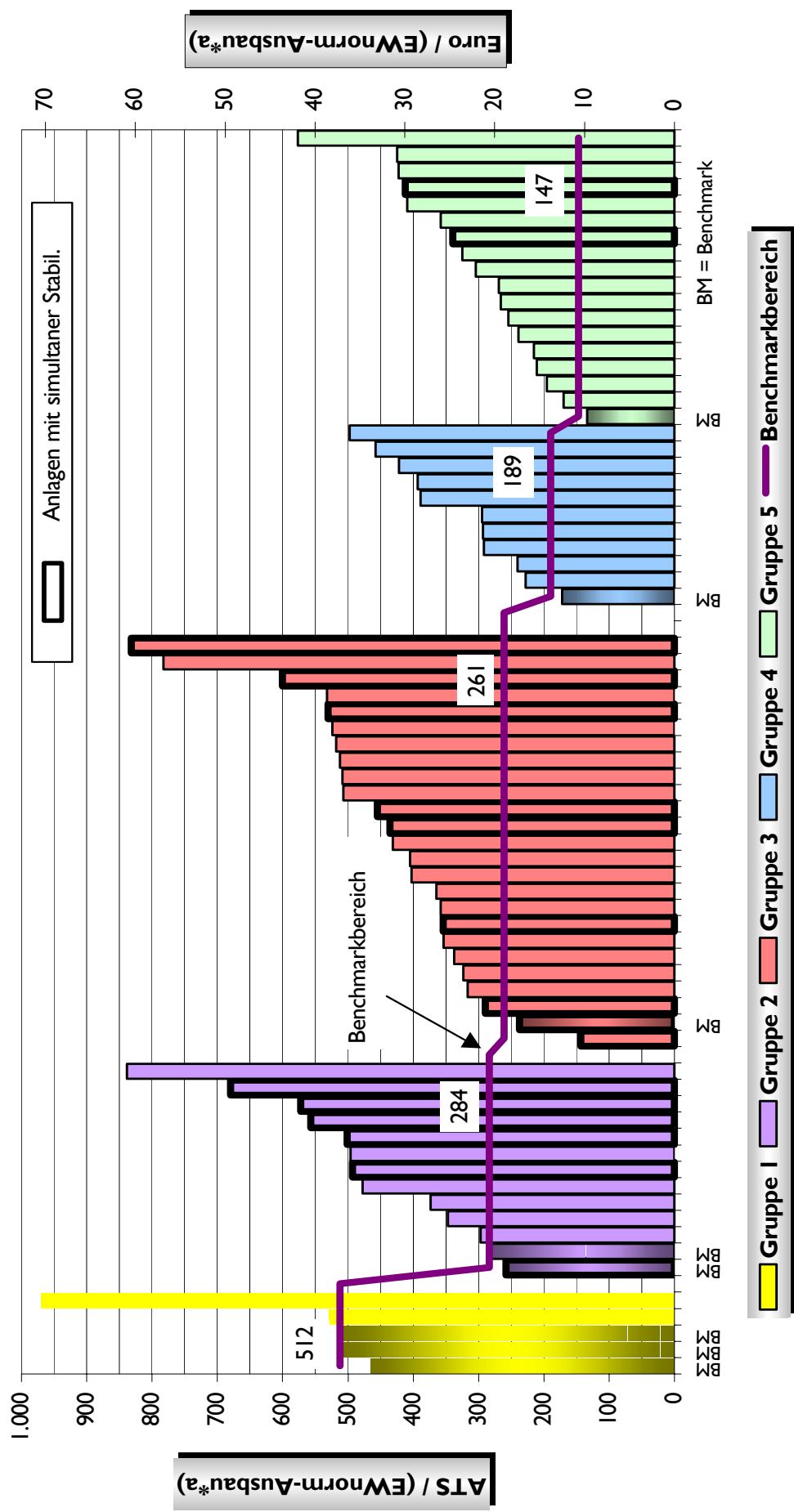


Abbildung 10-7: Vergleich der Kapitalkostenkosten 1999 der untersuchten Anlagen



**Kapitalkosten 1999 Prozess I [ATS/(EW-Ausbau\*a)]**

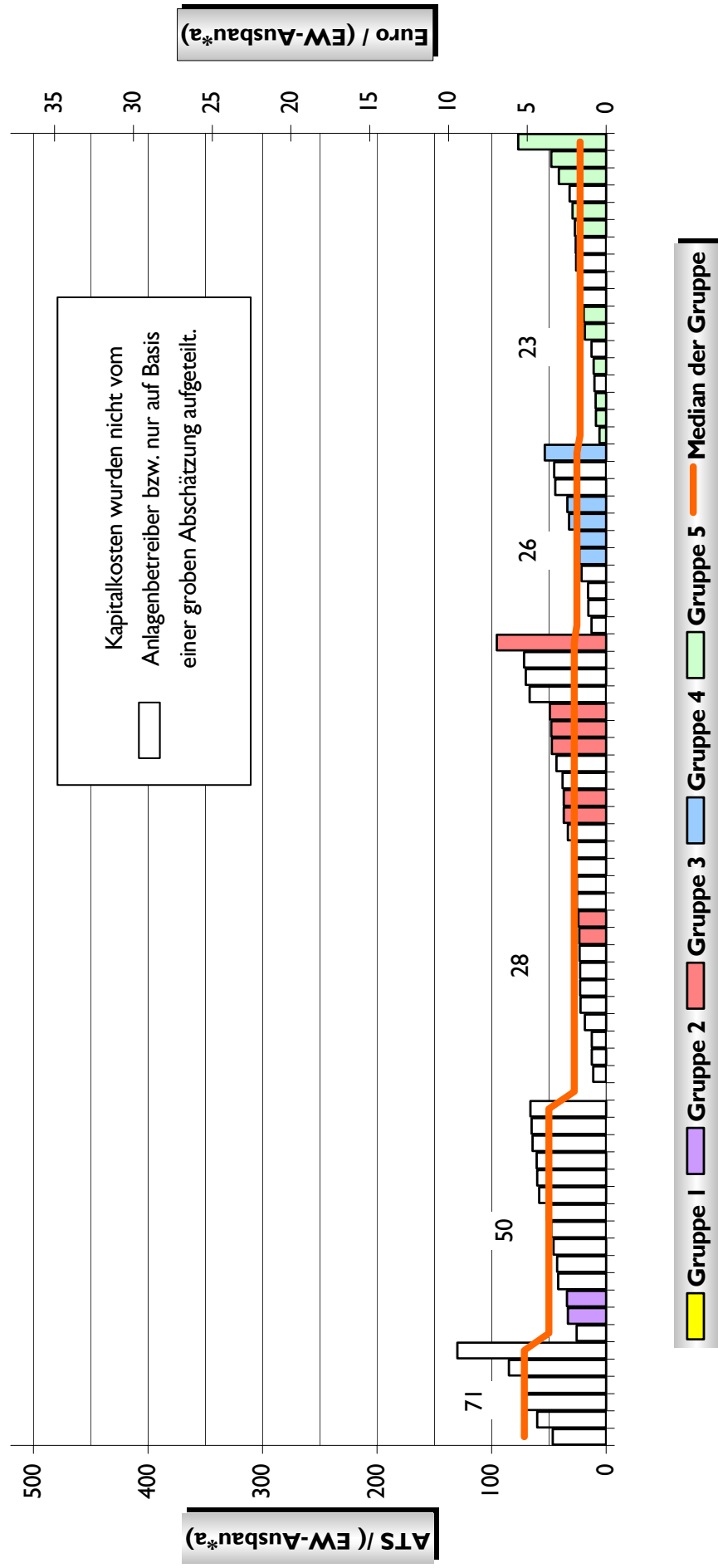


Abbildung 10-8: Vergleich der Kapitalkostenkosten 1999 von Prozess I der untersuchten Anlagen

**Kapitalkosten 1999 Prozess 2 [ATS/(EWnorm-Ausbau\*a)]**

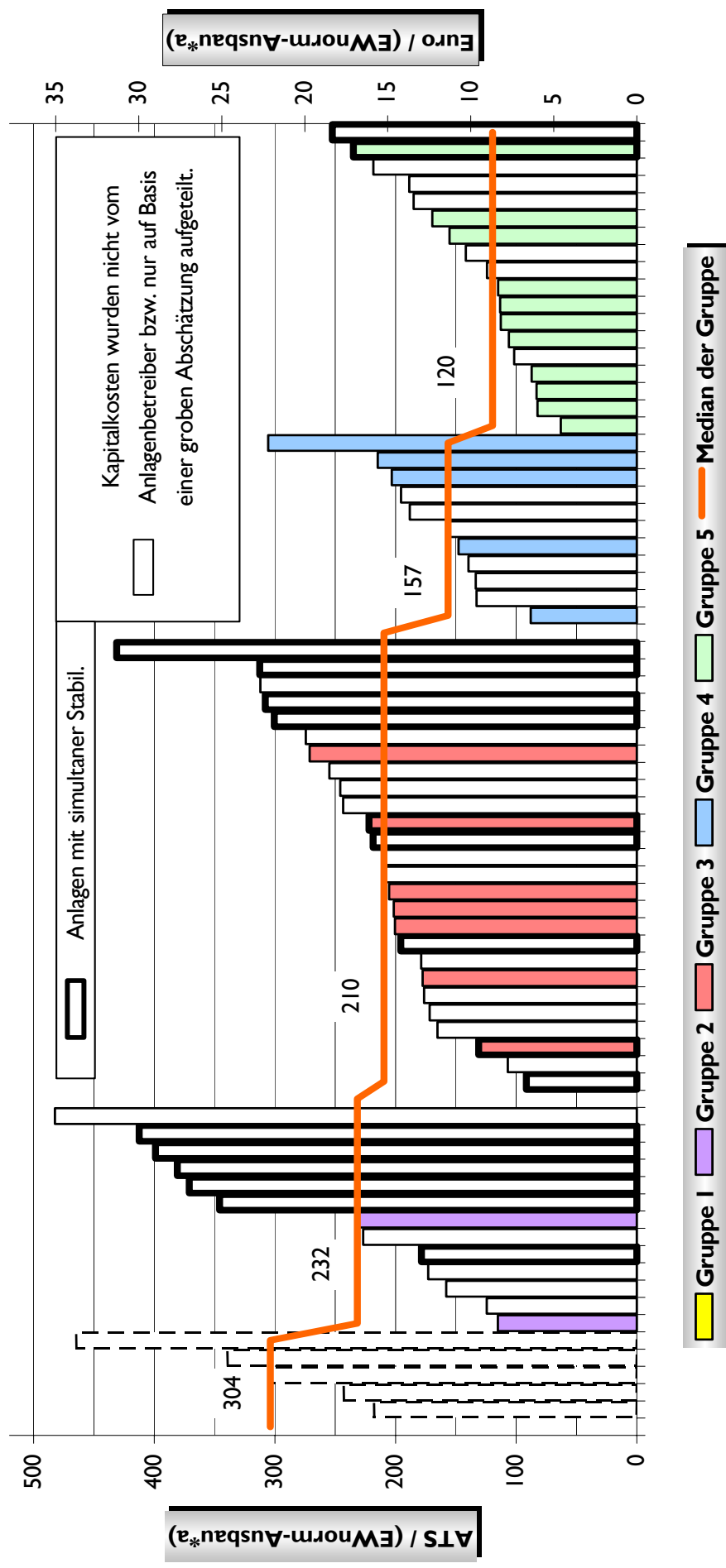


Abbildung 10-9: Vergleich der Kapitalkostenkosten 1999 von Prozess 2 der untersuchten Anlagen

(Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren wurde bei den Anlagen der Gruppe 1 die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)

**Kapitalkosten 1999 Prozess 3 [ATS/(EW-Ausbau\*a)]**

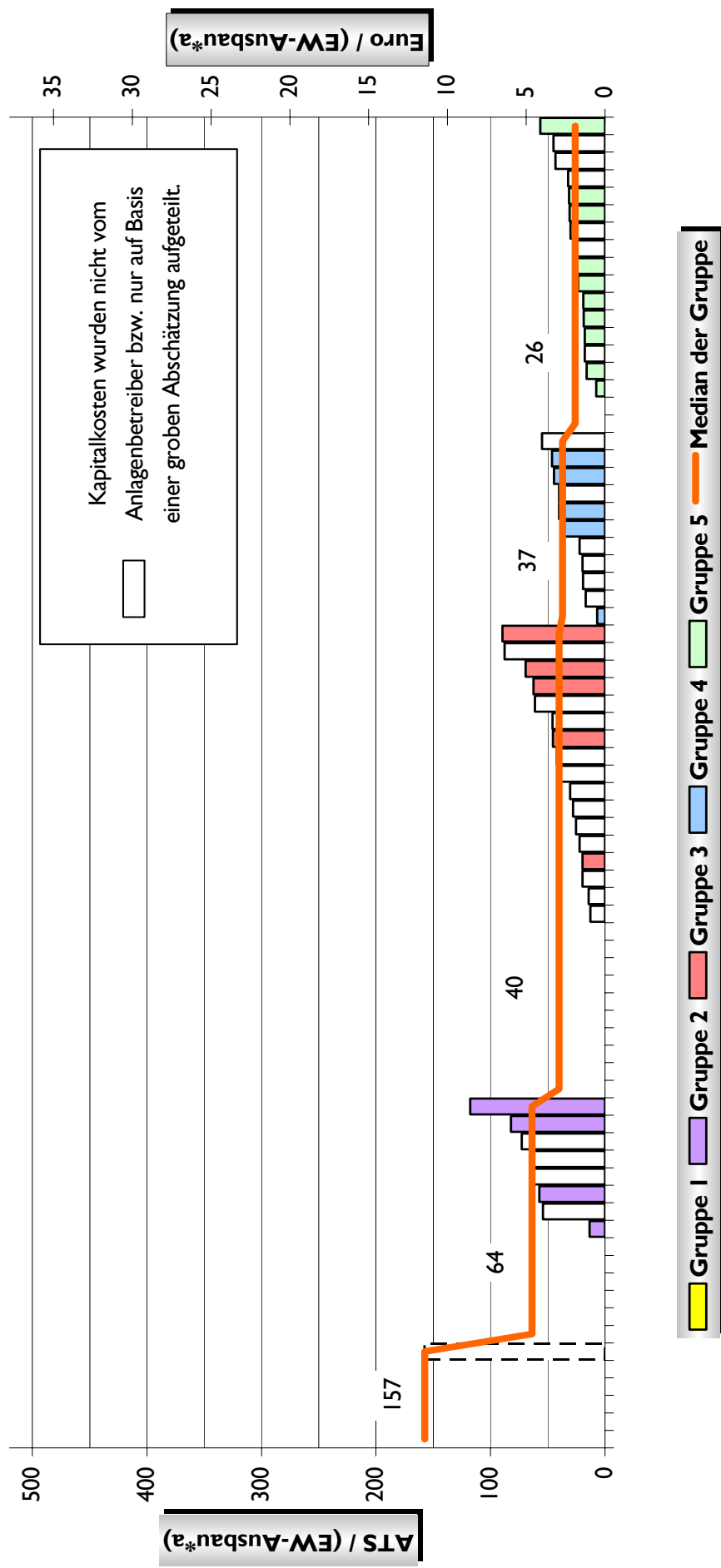


Abbildung 10-10: Vergleich der Kapitalkostenkosten 1999 von Prozess 3 der untersuchten Anlagen (Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren wurde bei den Anlagen der Gruppe 1 die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)

**Kapitalkosten 1999 Prozess 2+3 [ATS/(Ewnorm-Ausbau\*a)]**

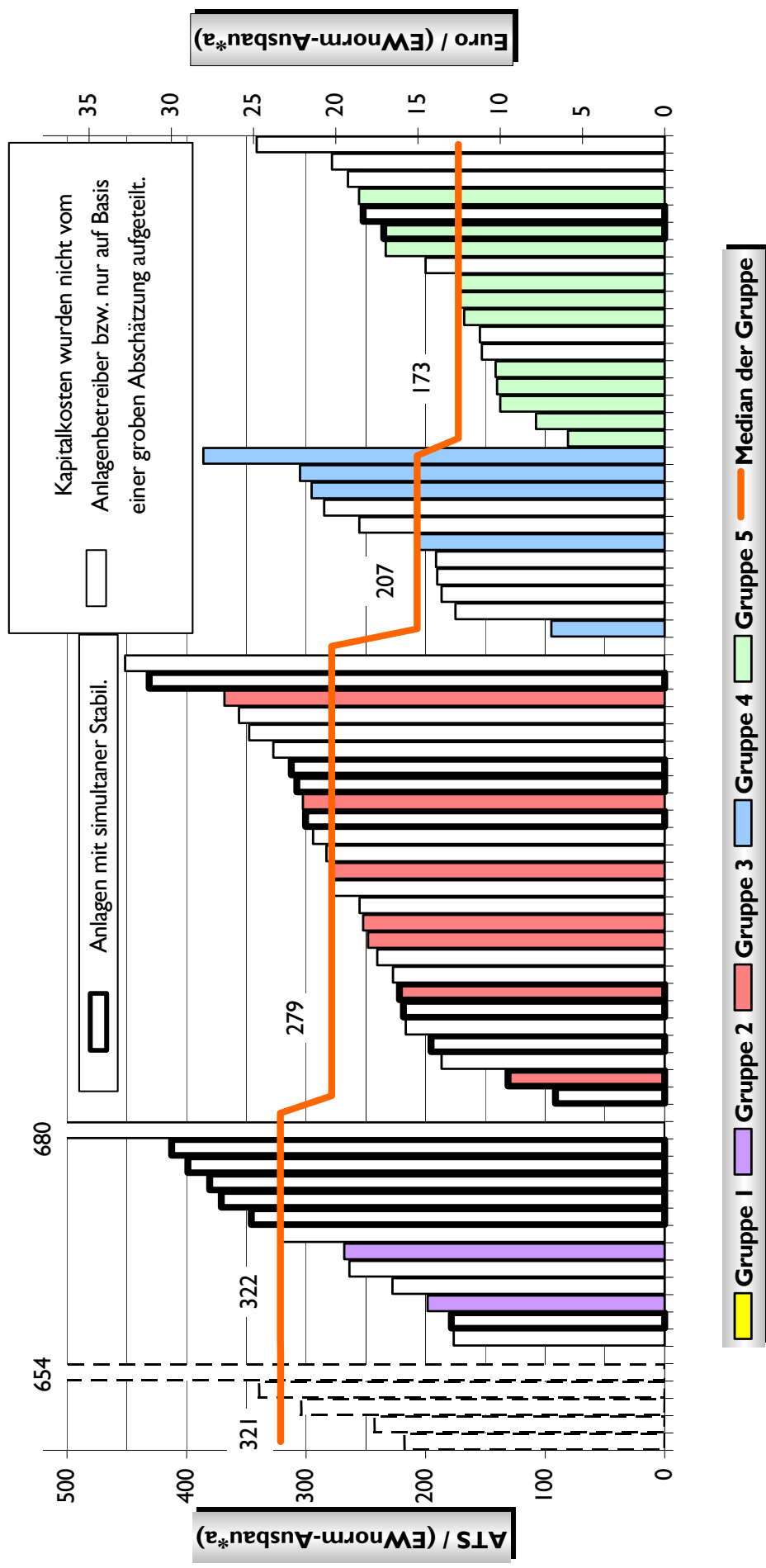


Abbildung 10-11: Vergleich der Kapitalkostenkosten 1999 von Prozess 2+3 der untersuchten Anlagen  
(Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren, wurde bei den Anlagen der Gruppe 1 die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)

**Kapitalkosten 1999 Prozess 4 [ATS/(EW-Ausbau\*a)]**

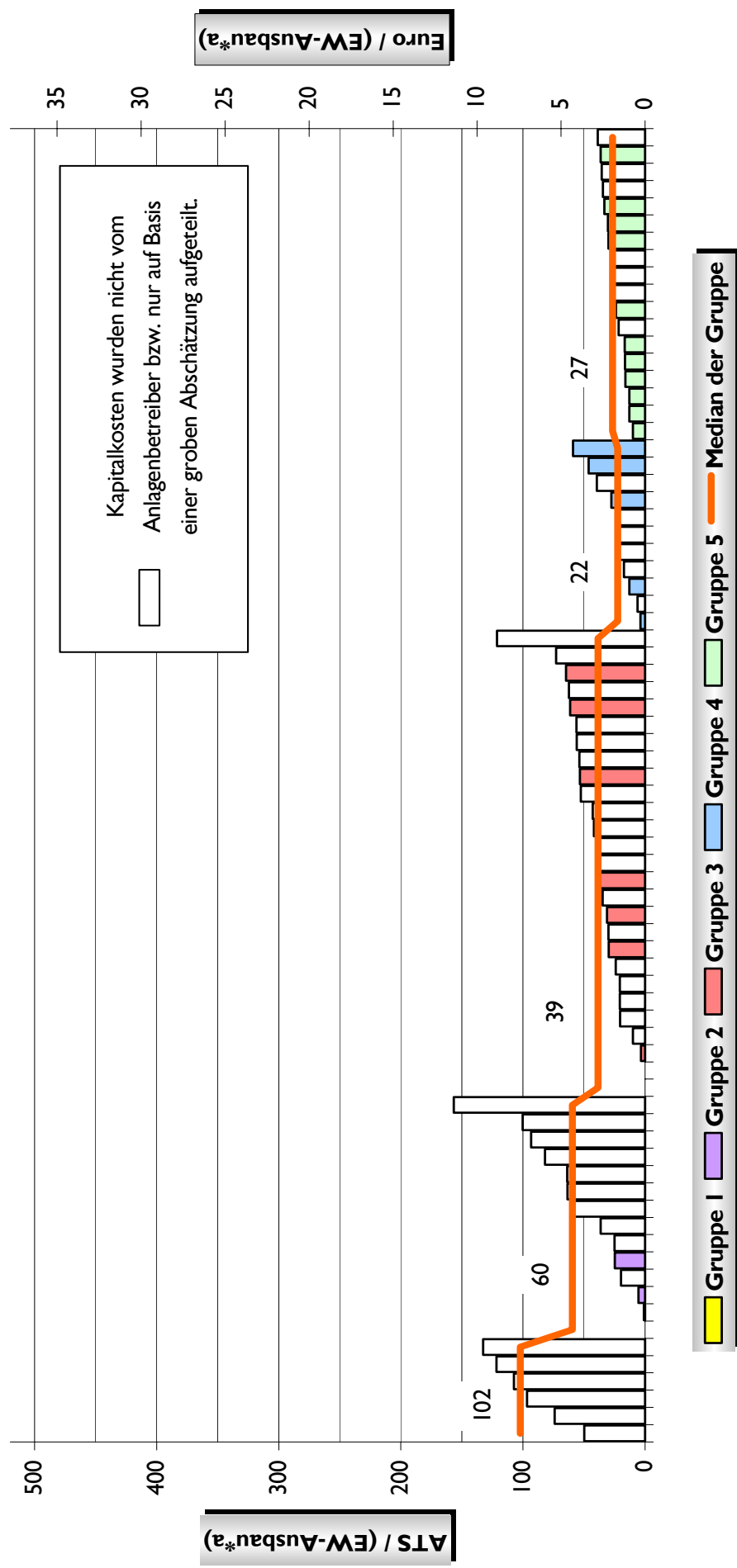


Abbildung 10-12: Vergleich der Kapitalkostenkosten 1999 von Prozess 4 der untersuchten Anlagen

### 10.3 Ergebnisse der Jahreskostenauswertung

In Abbildungen 10-13 sind die Jahreskosten nach der Höhe der spezifischen Kosten gereiht und gruppenweise dargestellt. Für die Jahreskosten werden ebenso wie für die Betriebskosten der EW-CSB110 als Bezugsgröße verwendet. Bei den Jahreskosten werden Anlagen, die die 1.AEVkA nicht einhalten bzw. Anlagen mit simultaner aerober Stabilisierung wie bereits bei den Betriebskosten grafisch gekennzeichnet. Auch hier wurden die Anlagen der Gruppe 1 zur Wahrung der Anonymität nicht gekennzeichnet.

Die Festlegung des Benchmarkbereiches und der Benchmarks wird bei den Jahreskosten in gleicher Weise vorgenommen wie bei den Betriebskosten. Der einzige Unterschied liegt darin, dass bei den Gruppen 1 und 2 zu den niedrigsten in Frage kommenden spezifischen Kosten 15 % addiert werden, um den Einfluss der größeren Datenungenauigkeit bei den kleineren Kläranlagen zu berücksichtigen.

Bei den Jahreskosten werden für die Gruppen 1 und 2 jeweils zwei Benchmarkinganlagen und für die Gruppen 3 und 5 jeweils eine Benchmarkanlage festgelegt. In der Gruppe 4 liegen alle Teilnehmer in einem sehr engen Bereich, sodass sogar drei Anlagen als Benchmark ausgewiesen werden können.

In Tabelle 10-12 ist der Benchmarkbereich der Jahreskosten sowie der Median der Jahreskosten dargestellt. Dem gegenübergestellt, wurde der Median der Betriebskosten und der Anteil in Prozent je Gruppe errechnet. Aus dieser Berechnung kann abgeleitet werden, dass die Betriebskosten zwischen 35 und 40 Prozent der Jahreskosten betragen.

[ATS/EW-CSB110]	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Benchmarkbereich Jahreskosten	975	913	488	477	358
Median Jahreskosten	1154	942	602	472	463
Median Betriebskosten	407	339	234	175	164
<b>Anteil an den Jahreskosten</b>	<b>35 %</b>	<b>36 %</b>	<b>39 %</b>	<b>37 %</b>	<b>35 %</b>

*Tabelle 10-12: Höhe des Benchmarkbereiches und des Medians der Jahreskosten der Gruppen 1 bis 5 sowie der Mediane der Betriebskosten und mittlerem Anteil der Betriebskosten an den Jahreskosten*

Beim Vergleich von Anlagen mit und ohne simultaner aerober Stabilisierung kann bei den Jahreskosten der Gruppen 2 und 3 keine eindeutige Aussage gemacht werden. Bei der Gruppe 5 liegen beide Anlagen mit simultaner aerober Stabilisierung eindeutig über dem Median.

Auf den sehr großen Unterschied des Benchmarkbereiches zwischen den Gruppen 2 und 3 wird im folgenden Kapitel 10.4 *wirtschaftliche Betrachtungen* noch näher eingegangen.

**spez. Jahreskosten 1999 [ATS/(EW-CSB I 10\*a)]**

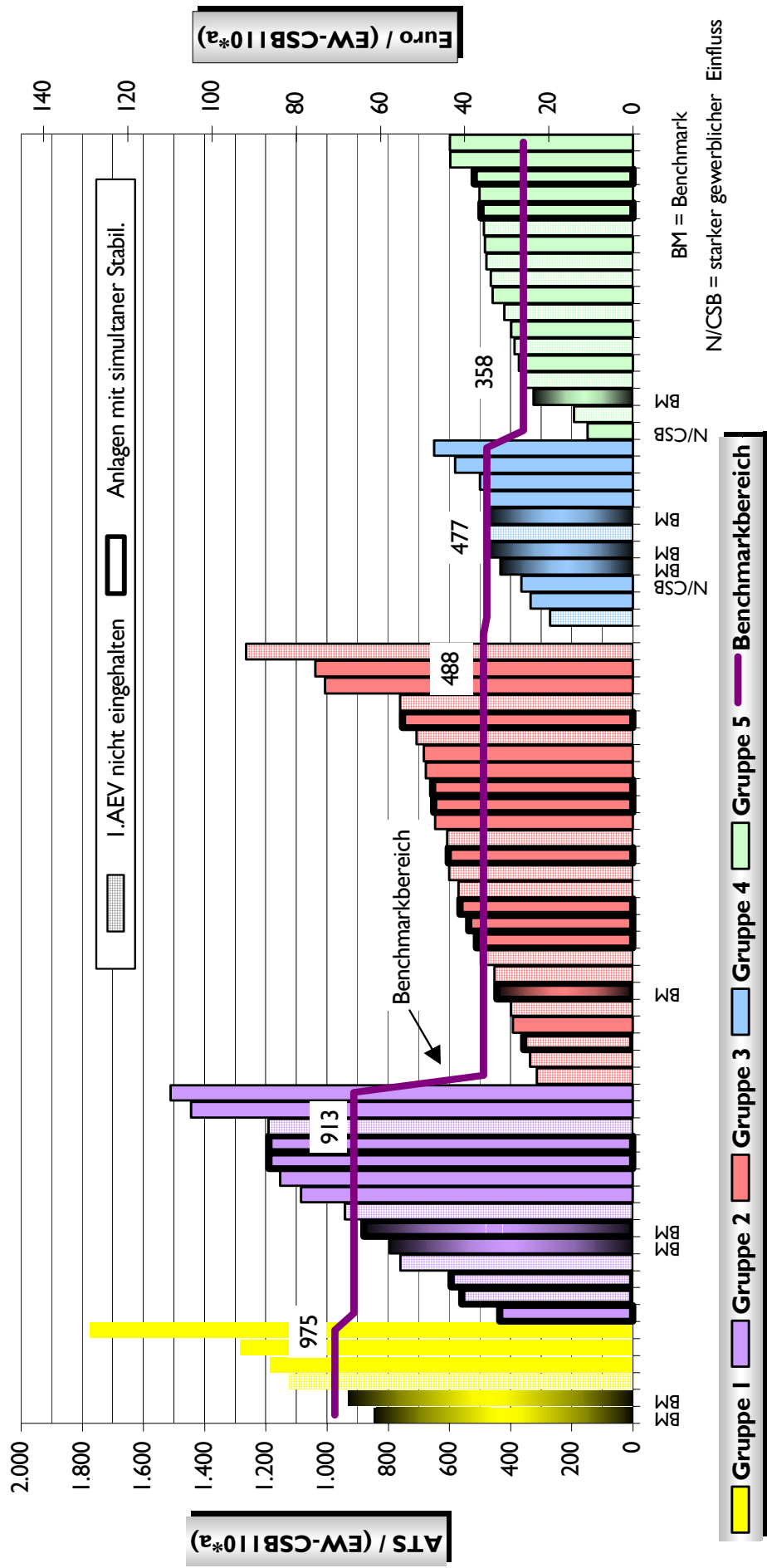


Abbildung 10-13: Vergleich der Jahreskosten 1999 der untersuchten Anlagen

(Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren, wurde bei den Anlagen der Gruppe 1 die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)

## 10.4 Wirtschaftliche Betrachtungen - Externes Benchmarking

### 10.4.1 Belastungsspezifischer Vergleich

Um einen allgemeinen Vergleich von Betriebs-, Kapital- und Jahreskosten durchführen zu können, wurden alle drei Kostenarten auf die durchschnittliche Belastungen EW-CSB110 bezogen. Dadurch ist die Addition der spezifischen Kosten von Betriebs- und Kapitalkosten möglich. Um einen entsprechenden Überblick gewährleisten zu können, werden die spezifischen Kostenarten, bezogen auf EW-CSB110, in den Abbildungen 10-16 bis 10-18 zum Teil nochmals dargestellt.

Aus dem Vergleich der Abbildung 10-17 und 10-7 ist ersichtlich, dass sich die spezifischen Kapitalkosten bezogen auf EW-CSB110, von den spezifischen Kapitalkosten, bezogen auf EWnorm-Ausbau (Abbildung 10-7), sehr deutlich unterscheiden. Bei der belastungsspezifischen Betrachtung der Kapitalkosten fällt ebenfalls auf, dass die spezifischen Kosten der Gruppe 2 deutlich höher sind als jene der Gruppe 3. Natürlich ist eine Verringerung der spezifischen Kosten mit der Größe der Anlage zu erwarten. Die wesentlich höheren belastungsspezifischen Kapital- und Jahreskosten der Gruppe 2 im Vergleich zur Gruppe 3 können nicht nur in Zusammenhang mit den Anlagengröße erklärt werden. Es wurde daher näher untersucht, ob auch die Auslastung eine entscheidende Rolle spielt.

Vorweg soll jedoch klargestellt werden, wie die Auslastung einer Kläranlage definiert ist und wie sie beim Benchmarkingprojekt berechnet wurde.

Eine Abwasserreinigungsanlage ist dann ausgelastet, wenn die Bemessungsbelastung im Betrieb tatsächlich auftritt. Die maßgebenden Frachten sind laut ATV A131 in Verbindung mit der Abwassertemperatur als Zwei-Wochen-Mittel für Nitrifikation und Denitrifikation und als Vier-Wochen-Mittel für die Schlammstabilisierung zu bilden. Als Illustrationsbeispiel kann eine Winterfremdenverkehrsgemeinde für beispielsweise 5.000 Einwohner herangezogen werden. Unter der Annahme, dass sich während der Saison für ein Monat die Belastung verdreifacht, benötigt diese Gemeinde eine Kläranlage mit 15.000 EW-Ausbau. Tritt der Bemessungsfall von 15.000 EW auf, so ist die Anlage zu 100 % ausgelastet. Die mittlere Belastung wäre in diesem Beispiel ca. 6000 EW-CSB110.

Die Berechnung der Auslastung wurde beim Benchmarkingprojekt auf Basis der im Untersuchungsjahr aufgetretenen Belastung durchgeführt. Anhand der Monatsmittelwerte der CSB-Zulauffrachten und der Temperatur wurde ein Bemessungsfall ermittelt. Für diesen Bemessungsfall wurde, unter Verwendung der anlagenspezifischen Daten (Schlammindex, geforderte Zulaufwassermenge udgl.), das erforderliche Volumen laut ATV A131 ermittelt. Die Auslastung in Prozent ergibt sich schließlich aus dem Verhältnis der errechneten Volumina zu den vorhandenen Volumina.



Wie aus Abbildung 10-14 ersichtlich ist, steigen die belastungsspezifischen Kapitalkosten mit sinkender Auslastung deutlich an. Bei den Betriebskosten ist der Einfluss der Auslastung erwartungsgemäß erheblich geringer.

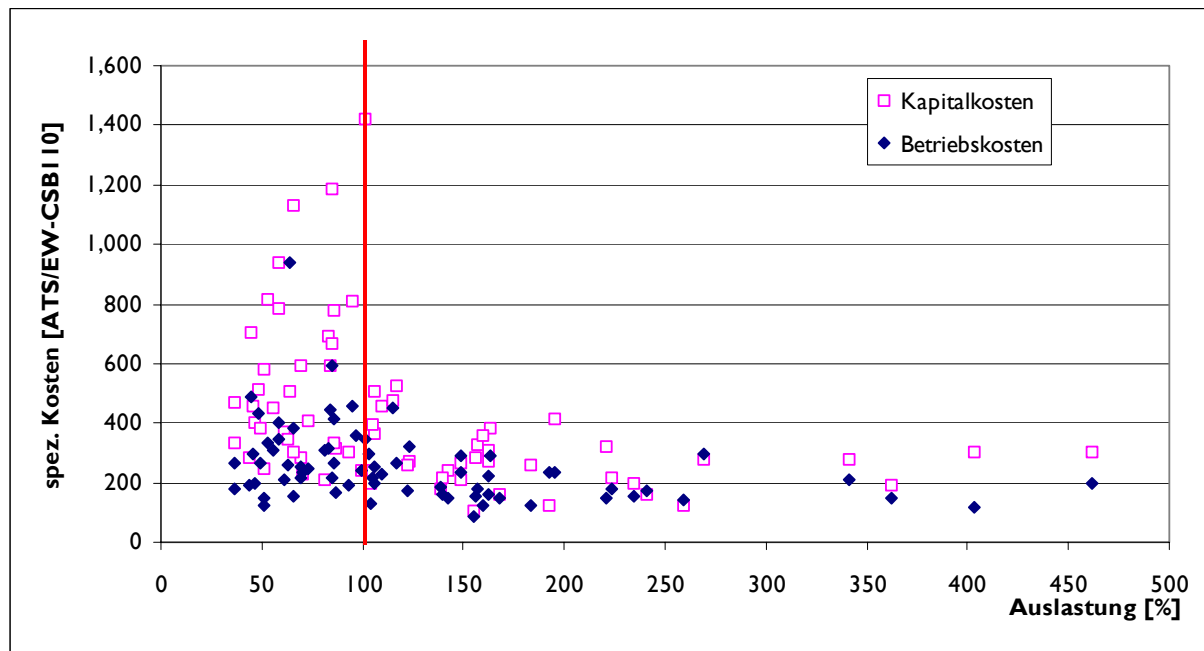


Abbildung 10-14: spezifische Kapital- und Betriebskosten in Abhängigkeit von der Auslastung

In Abbildung 10-15 sind die Ergebnisse dieser Berechnung für die einzelnen Anlagen grafisch dargestellt. In dieser Abbildung wurden nur jene Anlagen schraffiert dargestellt, die die 1.AEVkA hinsichtlich der Stickstoffparameter nicht einhalten. Anlagen, die unzureichende oder keine P-Fällung aufweisen, sind hier nicht gekennzeichnet, weil die P-Fällung in keinem signifikantem Zusammenhang mit der Auslastung steht. Deutlich erkennbar ist, dass bis zu einer Auslastung von ca. 150 % die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen bei gutem Betrieb und günstigen Schlammeigenschaften sowie geringen Schwankungen der Stickstofffracht möglich ist. Anlagen, die eine Auslastung jenseits von 160 Prozent aufweisen, müssten rasch an den Stand der Technik angepasst werden.

In Abbildung 10-15 ist der Median der Auslastung je Gruppe eingetragen. Für die Gruppen 1 und 2 liegt die mittlere Auslastung unter 100 Prozent, in den Gruppen 3 bis 5 bei 100 % oder darüber. Bei kleinen Anlagen (Gruppe 1 und 2) muss unter anderem aufgrund größerer Belastungsschwankungen sowie großen Unsicherheiten bei der Abschätzung zukünftiger Entwicklungen (Gewerbe etc.) mit größeren Sicherheiten geplant werden. Eine Auslastung von unter 100 Prozent ist bei kleinen Anlagen ist daher anders zu bewerten als bei großen Anlagen. Es kann der Schluss gezogen werden, dass der größte Teil der Kläranlagenkapazität in Österreich bezüglich der in der 1.AEVkA geforderten Reinigungsleistung voll ausgeschöpft bzw. sogar überlastet ist.

Dies steht in klarem Gegensatz zu vielfach geäußerten Aussagen über die Auslastung

österreichischer Kläranlagen. Ursache dafür ist eine falsche Bezugsgröße.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass einerseits die spezifischen Kosten mit steigender Größe der Anlage geringer werden, und andererseits vor allem die belastungsbezogenen Kapitalkosten deutlich von der Auslastung abhängig sind, was prinzipiell auch zu erwarten war.

**Auslastung 1999**

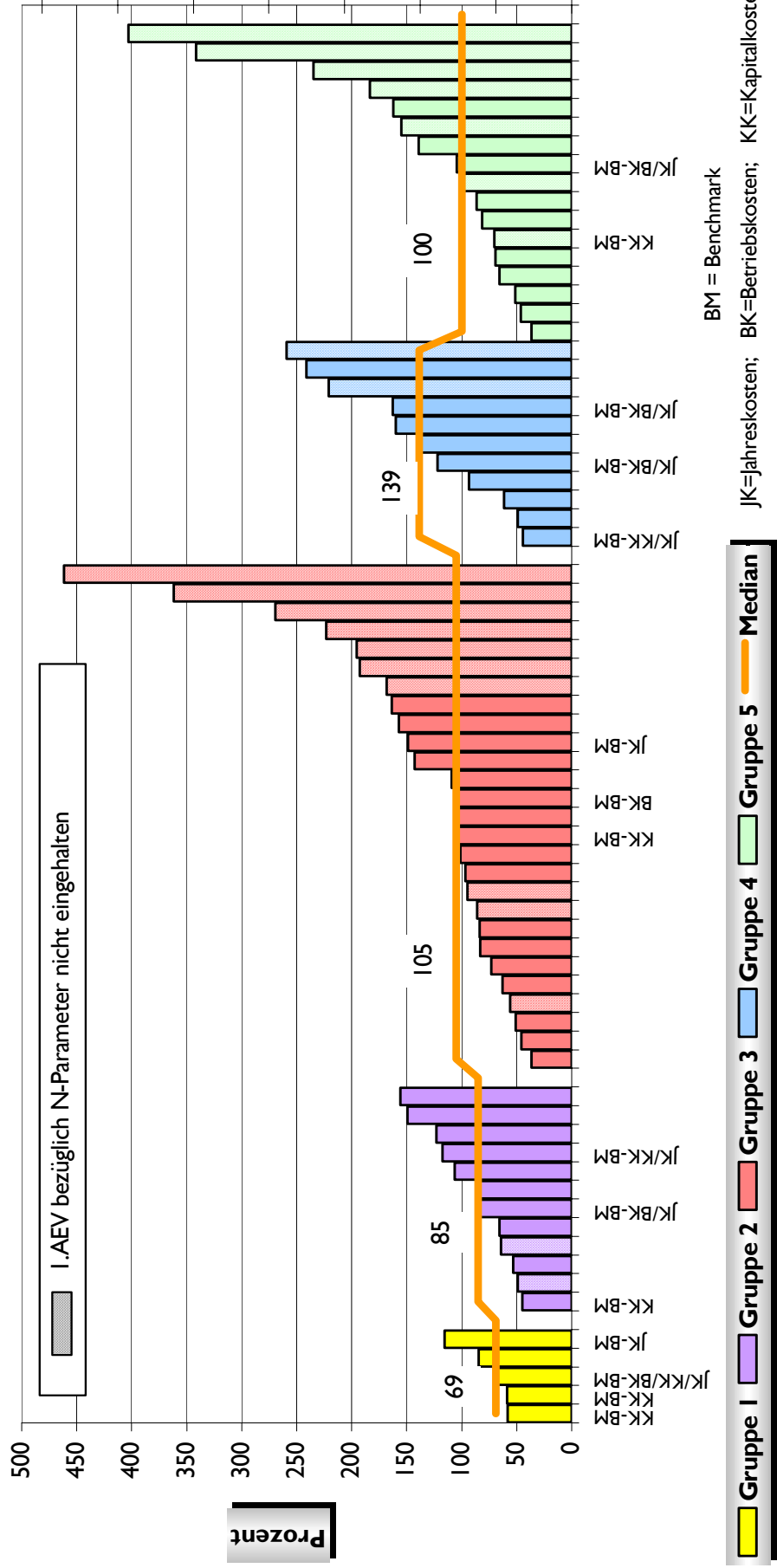


Abbildung 10-15: Auslastung der untersuchten Kläranlagen in Prozent

**spez. Betriebskosten 1999 [ATS/(EW-CSB110\*a)]**

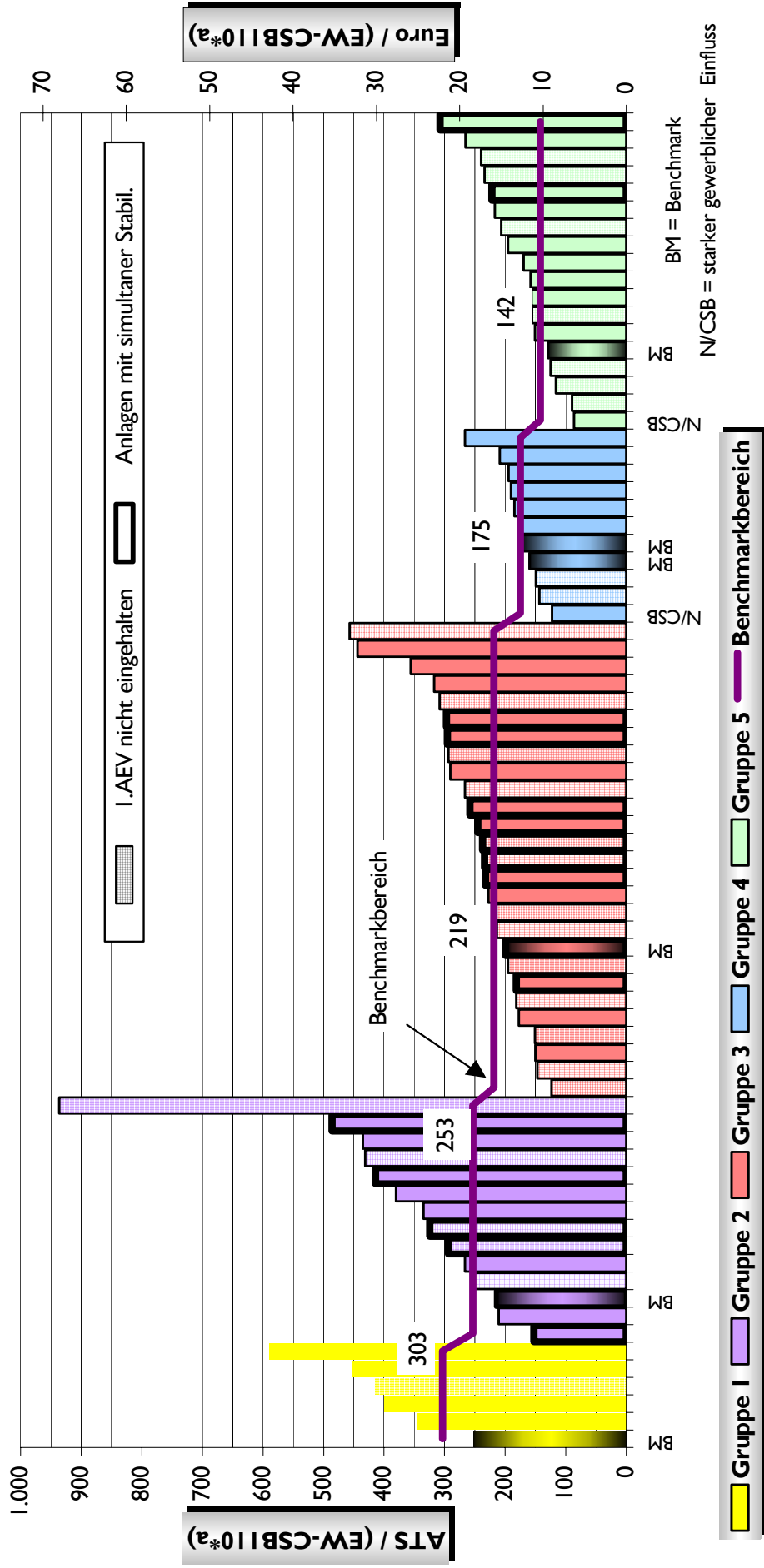


Abbildung 10-16: Vergleich der belastungsspezifischen Betriebskosten 1999 der untersuchten Anlagen (Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren, wurde bei den Anlagen der Gruppe 1 die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)

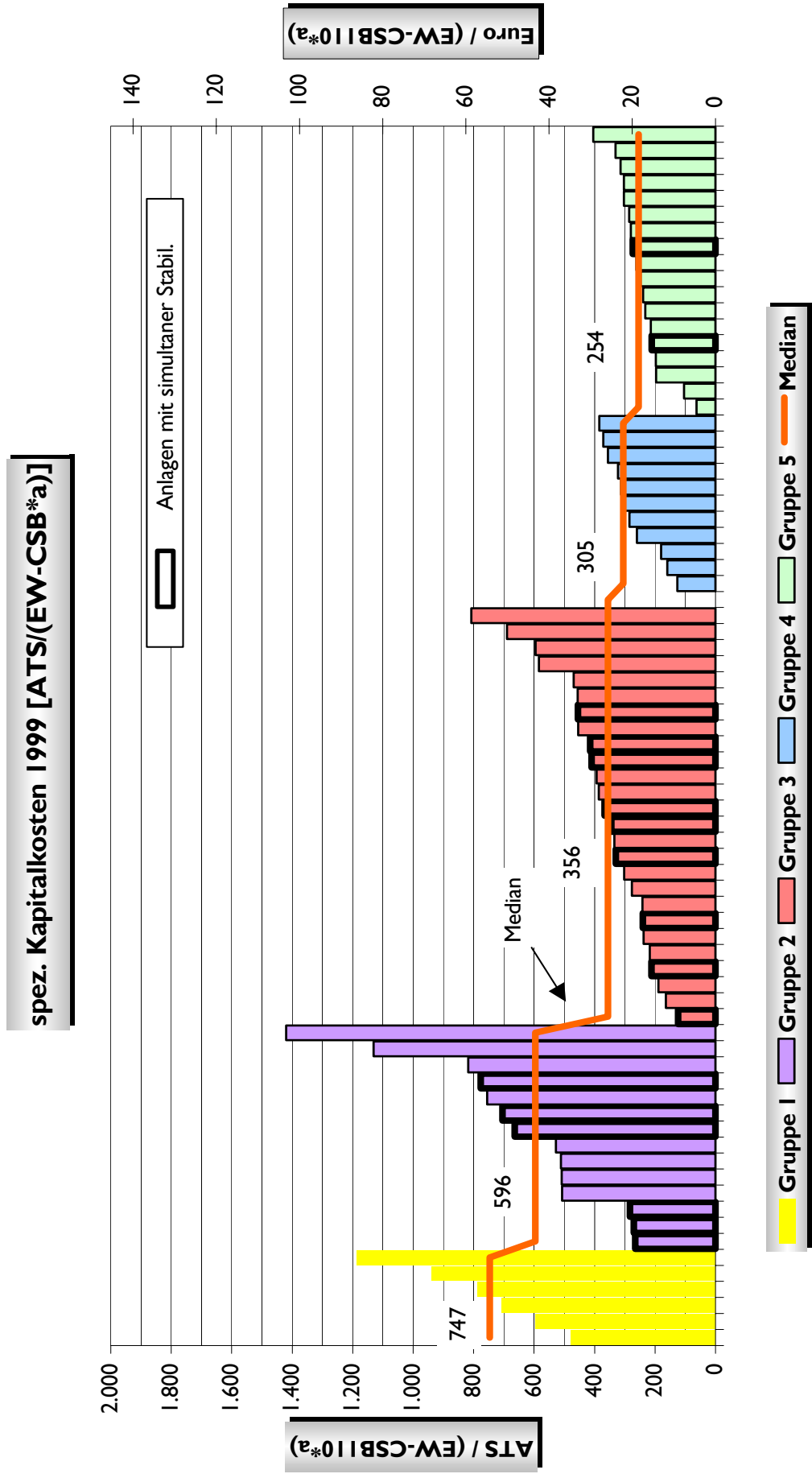


Abbildung 10-17: Vergleich der belastungsspezifischen Kapitalkosten 1999 der untersuchten Anlagen (Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren, wurde bei den Anlagen der Gruppe 1 die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)

**spez. Jahreskosten 1999 [ATS/(EW-CSB I 10\*a)]**

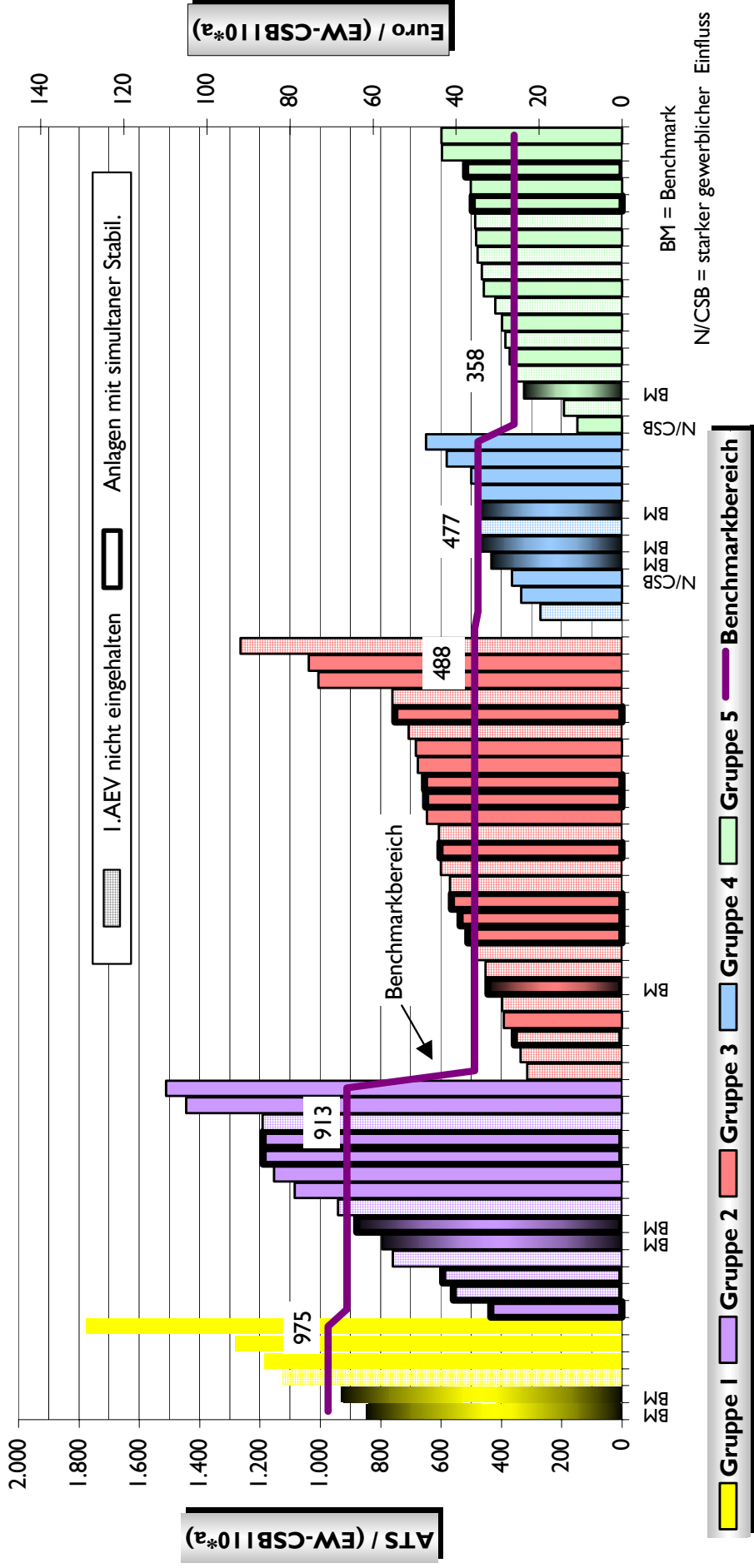


Abbildung 10-18: Vergleich der belastungsspezifischen Jahreskosten 1999 der untersuchten Anlagen (Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren, wurde bei den Anlagen der Gruppe 1 die Art der Stabilisierung nicht gekennzeichnet)

### 10.4.2 Theoretisches Einsparungspotenzial

Das theoretische Einsparungspotenzial für die Betriebskosten kann durch die Berechnung der Summen der Abweichung der tatsächlichen Kosten vom festgelegten Benchmarkbereich ermittelt werden. Die mit den EW-CSB110 gewichtete Summe der Abweichungen der tatsächlichen Betriebskosten vom Benchmarkbereich im Verhältnis zu den gesamten tatsächlichen Betriebskosten ergibt das theoretische Einsparungspotenzial je Gruppe.

Theoretisches Einsparungspotenzial.....  $\sum(\Delta K * EW-CSB110)$

Summe tatsächliche Betriebskosten.....  $\sum(K * EW-CSB110)$

$\Delta K$ ...Kostenabweichung der tatsächlichen spezifischen Betriebskosten je Anlage vom Benchmarkbereich

K...spezifische Betriebskosten je Anlage

Bei Benchmarkanlagen und Anlagen, die aufgrund ihres N/CSB-Verhältnisses nicht Benchmark werden konnten, wurde  $\Delta K$  gleich 0 gesetzt. Mithilfe dieser Berechnungsmethode wurden ein theoretisches Einsparungspotenzial je Gruppe ermittelt. Anlagen, deren Betriebskosten unter dem Benchmarkbereich liegen und nicht gleich 0 gesetzt wurden, weisen ein negatives  $\Delta K$  auf. Dies deshalb, da davon ausgegangen werden muss, dass bei ordnungsgemäßen Betrieb bzw. richtiger Datenlage die Betriebskosten dieser Anlagen zumindest den Kosten des Benchmarkbereiches entsprechen würden (siehe Abbildung 10-19).

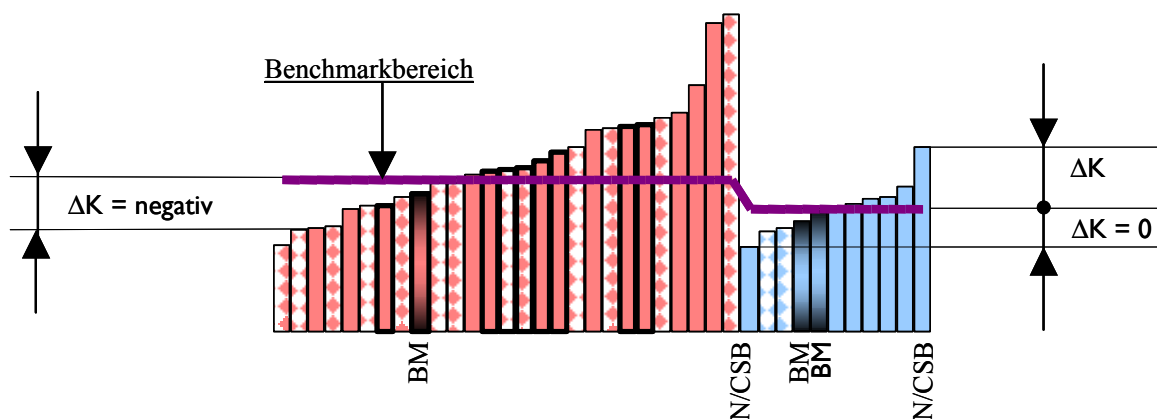


Abbildung 10-19: Berechnung des theoretischen Einsparungspotentiales

Der Tabelle 10-13 sind die im Projekt erfassten EW-CSB110 je Gruppe zu entnehmen sowie deren prozentueller Anteil an den insgesamt in Österreich entsorgten EW-CSB110. Dabei wird davon ausgegangen, dass derzeit insgesamt 12 Millionen EW-CSB110 in Österreich entsorgt werden. Außerdem enthält die Tabelle das berechnete Einsparungspotenzial je Gruppe, die Summe der Betriebskosten (absolut) je Gruppe und das daraus errechnete

Einsparungspotenzial je Gruppe. Das insgesamt errechnet theoretische Einsparungspotential der Benchmarkingteilnehmer beträgt 76 Mio. Schilling.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Summe
EW-CSB110	19.702	111.221	458.740	364.439	1.553.401	2,5 Mio.
Anteil an entsorgten EW-CSB110 [%]	0,2 %	0,9 %	3,8 %	3,0 %	12,9 %	20,8 %
theoretisches Einsparungspotenzial [ATS/a]	2,16 Mio.	10.7 Mio.	12,3 Mio.	2,56 Mio.	48 Mio.	76 Mio.
$\Sigma$ Betriebskosten [ATS/a]	8 Mio.	37 Mio.	112 Mio.	64 Mio.	253 Mio.	474 Mio.
Einsparungspotenzial [%]	27 %	29 %	11 %	4 %	19 %	16 %

*Tabelle 10-13: Einwohnerwerte, Prozent der Einwohnerwerte bezogen auf EW-CSB, entsorgt in Österreich, Einsparungspotenzial in Prozent, Betriebskosten und Einsparungspotenzial in ATS/Jahr der Gruppe 1 bis 5*

Wie viel vom theoretisch errechneten Einsparungspotential auch tatsächlich erwirtschaftet werden kann ist natürlich sehr stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängig. Kläranlagen die beispielsweise aufgrund ungünstiger Beckengestaltung hohen Rührenergieverbrauch haben und nur durch Investition in die Umgestaltung der Beckengeometrie den Energieverbrauch senken können werden die erforderliche Investition nur dann tätigen wenn der Nutzen entsprechend hoch ist.

Inwiefern die Erkenntnisse aus dem Benchmarkingprojekt Aussagen mit österreichweiter Gültigkeit zulassen, hängt davon ab, wie repräsentativ die Stichprobe der Größenklasse ist. Wie repräsentativ die untersuchten Anlagen im Vergleich zu den Anlagen in Österreich sind, kann nur anhand der EW-Ausbau untersucht werden, da es keine Zusammenstellung der mittleren Belastung (EW-CSB110) aller österreichischen Kläranlagen gibt. In Abbildung 10-20 wurden daher die am Projekt teilnehmenden Anlagen nach EW-Ausbau gereiht und zu den in Österreich vorhandenen Anlagen in Verhältnis gesetzt. Die farbliche Kennzeichnung entspricht der Gruppeneinteilung nach der durchschnittlichen Belastung (EW-CSB110) im Jahr 1999.

Nur zwei Teilnehmer des Projektes haben weniger als 5000 EW-Ausbau. Die Summe der in Österreich vorhandenen Anlagen mit einer Ausbaugröße von weniger als 5.000 Einwohnerwerten beträgt 1 Mio. EW-Ausbau. Dies sind 5 % der insgesamt in Österreich



vorhandenen Kapazität von 19,4 Mio. EW-Ausbau. Die beiden Anlagen mit unter 5.000 EW-Ausbau entsprechen 0,01 % aller in Österreich vorhandenen Anlagen dieser Größe und sind daher nicht repräsentativ.

Betrachtet man das Segment von 5.000 bis 50.000 EW-Ausbau, so liegen darin 31 % oder 6,1 Mio. EW-Ausbau aller österreichischen Kläranlagen. Von dieser Größenklasse wurde in dieser Studie rund ein Viertel der Anlagenkapazität erfasst. Diesem Segment können alle Anlagen der Gruppen 2 und 3, zwei Drittel der Anlagen der Gruppe 1 und 4/5 der Anlagen der Gruppe 4 zugeordnet werden.

Von den Anlagen zwischen 50.000 und 200.000 EW-Ausbau, denen österreichweit 4,6 Mio. EW-Ausbau zugerechnet werden, wurde fast die Hälfte der Anlagenkapazität (43 %) beim Benchmarkingprojekt erfasst. Mit Ausnahme von zwei Anlagen der Gruppe 4 deckt sich hier die Gruppeneinteilung nach der mittleren Belastung (> 50.000 EW-CSB110) mit jener nach den EW-Ausbau.

Drei der untersuchten Anlagen haben eine Ausbaugröße von mehr als 200.000 EW, aber kleiner als 500.000 EW und entsprechen 27 % der in dieser Größenklasse in Österreich vorhandenen Anlagenkapazität mit insgesamt 3,2 Mio. EW-Ausbau.

Am Benchmarkingprojekt nahmen keine Anlagen teil, deren Ausbaugröße mehr als 500.000 EW betragen. Die drei Anlagen dieser Größe, die es in Österreich gibt (Wien, Linz und Graz) machen 23 % (=4,5 Mio. EW-Ausbau) der gesamt EW-Ausbau aus.

Abschließend soll noch einmal darauf hingewiesen werden, dass für die Gruppen 1 und 2 (Kläranlagen < 12.000 EW) die Untersuchung als mäßig repräsentativ angesehen werden muss, während für die Gruppen 3 bis 5 eine hohe Repräsentativität der Ergebnisse angenommen werden kann.

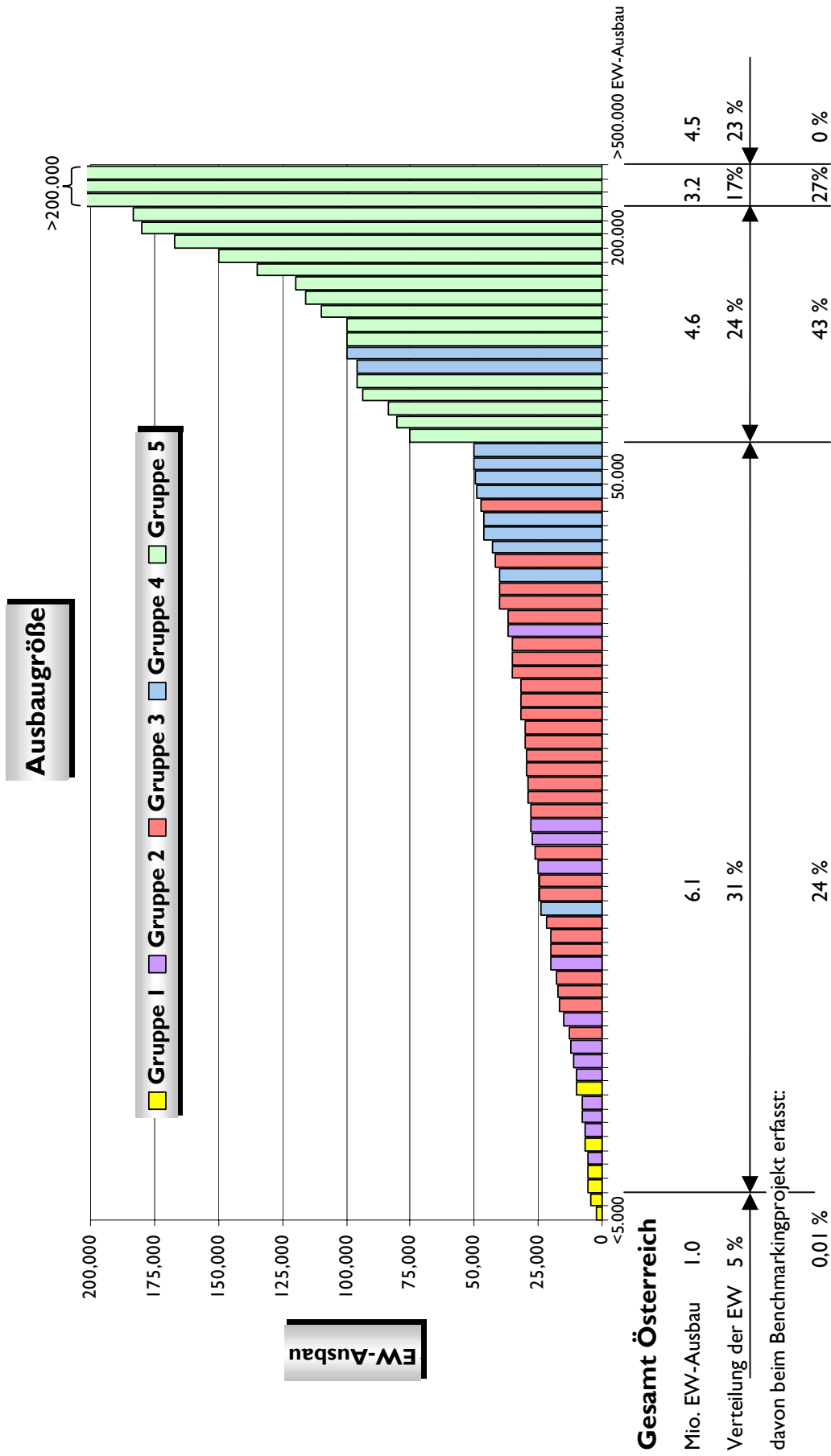


Abbildung 10-20: Ausbaugröße und Repräsentativität der untersuchten Anlagen im Vergleich zu allen österreichischen Kläranlagen mit insgesamt 19,4 Mio. EW-Ausbau

## 10.5 Kosteneffizienz für den Gewässerschutz

In Abbildung 10-21 sind die spezifischen Betriebskosten in Abhängigkeit vom erzielten Reinigungseffekt, quantifiziert durch den Leistungskennwerten dargestellt. Der Leistungskennwert (= LW) ist eine quantitative Beurteilung der nach der Reinigung im Ablauf verbleibenden Gewässerbelastung. Er ist das Ergebnis einer Bewertungsmethode, die eine gemeinsame Bewertung der für den Gewässerschutz relevanter Ablaufparameter (CSB,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  und Pges.) ermöglicht [ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 9, 2000]. Bei der Ermittlung der Leistungskennwert werden die maßgebenden Einflussfaktoren (CSB,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  und Pges.) mit einem Bewertungsfaktor (der angenähert den Reziprokwerten der maximal zulässigen Ablaufkonzentrationen laut 1.AEVkA entspricht) multipliziert. Die Summe dieser 4 Bewertungsgrößen ergibt den Leistungskennwert. Durch die berücksichtigten Parameter und deren Gewichtung ist der Leistungskennwert ein Maß für folgende gewässerbeeinflussenden Faktoren: Sauerstoffzehrungspotenzial, Eutrophierungspotenzial, Fischtoxizität, hygienische Aspekte und organische Restverschmutzung.

Um die Vergleichbarkeit der Anlagen untereinander zu verbessern, wird der Leistungskennwert (LW) mit dem Verdünnungsfaktor  $a$  auf Standardabwasserbeschaffenheit umgerechnet. Auf diese Weise wird der unterschiedliche Einfluss von Fremdwasser kompensiert. Der mit dem Verdünnungsfaktor multiplizierte Leistungskennwert wird abgekürzt mit  $\text{LW}a$  bezeichnet.

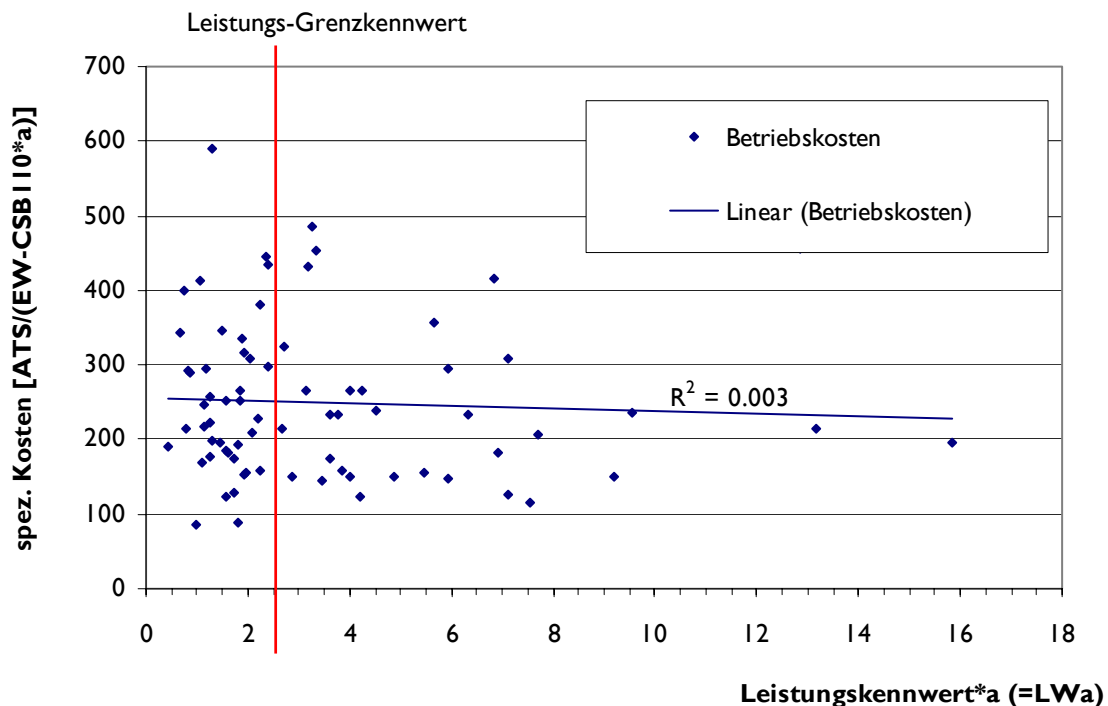


Abbildung 10-21: spezifische Betriebskosten in Abhängigkeit des Leistungskennwertes

Der im Diagramm 10-21 eingezeichnete Leistungs-Grenzkennwert ist eine Maßzahl für die erreichte Reinigungsleistung. Die 1. AEVKA kann nur für  $LW_a \leq 2,5$  eingehalten werden.

Betrachtet man die als Punkte eingetragenen Betriebskosten in Abhängigkeit vom Leistungskennwert, kann keine Abhängigkeit der Kosten vom Leistungskennwert festgestellt werden ( $R^2=0,003$ ). Es gibt also keine statistisch nachweisbare Abhängigkeit der Betriebskosten von der Qualität der Reinigungsleistung (Ablaufgüte).

Je kleiner der Leistungskennwert, desto höher der Nutzen der eingesetzten Betriebskosten. Daraus kann abgeleitet werden, dass eine Optimierung der Betriebsführung hinsichtlich des Kosten-Nutzen-Verhältnisses dahingehen muss, die Reinigungskapazität der vorhandenen Einrichtungen möglichst weitgehend auszunutzen. Diese Forderung wird zusätzlich untermauert, wenn man die Kapitalkosten ( $\frac{2}{3}$  der Jahreskosten) mit berücksichtigt, weil diese von der Betriebsführung nicht mehr beeinflusst werden können. Da sich das Kosten-Nutzen-Verhältnis auch unterhalb des Leistungs-Grenzkennwertes verringert (=verbessert), sollten Anreize geschaffen werden, Kläranlagen so zu betreiben, dass die Kosteneffizienz optimiert und daher die Reinigungsleistung der Kläranlage voll ausgeschöpft wird.

## 10.6 Ergebnisse der Detailprozesse der Abwasserreinigung

Bei einem Workshop am 9.11.2000 an der TU-Wien wurde mit den Pilotanlagenbetreibern der gemeinsame Beschluss gefasst, folgende zwei Detailprozesse im Zuge des Projektes näher zu beleuchten:

1. Sauerstoffzufuhr inklusive Regelung bzw. Steuerung
2. Schlammwässerung

### 10.6.1 Sauerstoffzufuhr – Regelung bzw. Steuerung

Für die Beurteilung der Kosten der Sauerstoffzufuhr sind die Betriebskosten des Prozesses 2 maßgebend. In Abbildung 10-22 wurden die spezifischen Betriebskosten dieses Prozesses nach dem Belüftungssystem gruppiert. Der Median der spezifischen Betriebskosten des Prozesses 2 der Anlagen mit Druckbelüftungssystem beträgt 76 ATS/EW-CSB110. Die mittleren Betriebskosten der 17 Anlagen mit Oberflächenbelüftern betragen 81 ATS/EW-CSB110 und die 5 Anlagen mit Turbinenbelüfter weisen spezifische Kosten von 130 ATS/EW-CSB110 auf. Die restlichen 8 Anlagen haben gemischte Systeme und sind daher nicht eindeutig zuordenbar. In Bezug auf die Betriebskosten kann demzufolge kein signifikanter Unterschied zwischen Druck- und Oberflächenbelüftern festgestellt werden. Die untersuchten Turbinenbelüfter haben im Mittel wesentlich höhere Kosten als Oberflächen- und Druckbelüfter, aufgrund der geringen Stichprobe kann jedoch keine seriöse allgemeine Aussage bezüglich ihrer Effizienz gemacht werden.

Da in den Betriebskosten des Prozesses 2 nicht nur jene Kosten enthalten sind, die dem Belüftungssystem zugerechnet werden können, wird der Vergleich von Anlagen mit Druck- und Oberflächenbelüftern auch in Hinblick auf den Energieverbrauch des Prozesses 2 durchgeführt.

Da der Energieverbrauch des Prozesses 2 zum überwiegenden Teil durch das Belüftungssystem inklusive der Rührwerke bestimmt ist, wurde der Vergleich der Systeme nach dem spezifischen Energieverbrauch durchgeführt. In Abbildung 10-23 wurden die Anlagen nach Belüftungssystemen gruppiert und nach dem spezifischen Energieverbrauch (bezogen auf die CSB Zulaufkraft in kg/d) gereiht. Es zeigt sich ein ähnliches Ergebnis wie beim Vergleich der Kosten. Zwischen Druck- und Oberflächenbelüftern kann kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die untersuchten Turbinenbelüfter haben auch bei diesem Vergleich mit 1 kWh/kg-CSB zu den schlechtesten Wert.

Um abschätzen zu können, in welcher Größenordnung der Gesamtenergiebedarf einer Kläranlage je EW-CSB110 und Jahr liegt und welchen Anteil der Prozess 2 daran hat, wurden

die mittleren Werte je Gruppe in Tabelle 10-14 zusammengestellt.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
kWh ARAgesamt/ (EW-CSB110*a)	41	41	35	26	26
Anteil des Prozesses 2 an ARA gesamt	71 %	64 %	77 %	72 %	66 %

*Tabelle 10-14: Energiebedarf je EW-CSB110/Jahr und Anteil des Prozesses 2 in Prozent des Gesamtenergieverbrauches der Kläranlagen.*

Der Vergleich der unterschiedlichen Regelungsarten ist in Abbildung 10-24 dargestellt. In dieser Abbildung wurden die Anlagen nach dem Regelungskonzept gruppiert und innerhalb der Gruppen nach dem spezifischen Energieverbrauch gereiht. 8 Anlagen gaben an, ihr Belüftungssystem per Hand zu regeln, 6 Anlagen verwenden eine Regelung nach der Ammoniumkonzentration, 4 Anlagen verwenden eine Regelung nach dem Redoxpotenzial, 12 Anlagen haben eine starre Zeit-Pausen-Steuerung und 30 Anlagen eine variable Zeit-Pausen-Regelung im Einsatz. Von den restlichen Anlagen wurden keine Angaben zum verwendeten Regelungskonzept gemacht. Auf der X-Achse der Abbildung 10-24 ist als Zusatzinformation eingetragen, welche Sonden bei der Regelung des Belüftungssystems zum Einsatz kommen. Zusammenfassend wird festgestellt, dass das gewählte Regelkonzept keinen Einfluss auf den spezifischen Energieverbrauch hat. Auffällig ist jedoch, dass mehr als die Hälfte der Anlagen, die die 1.AEVkA nicht einhalten, kein Regelkonzept angegeben haben bzw. die Belüftung per Hand geregelt wird.

**spezifische Betriebskosten 1999 Prozess 2**

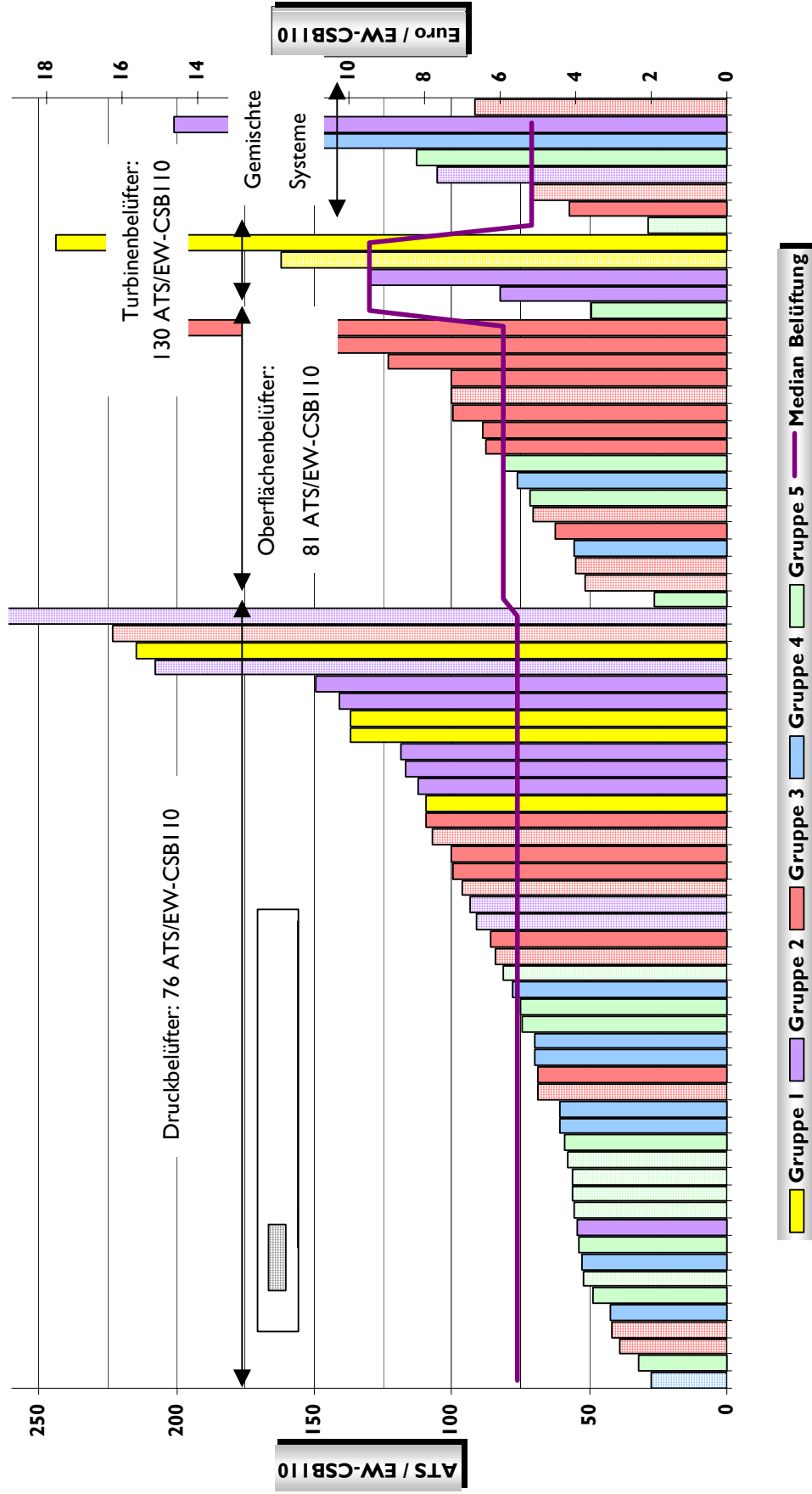


Abbildung 10-22: spezifische Betriebskosten gruppiert nach dem Belüftungssystem

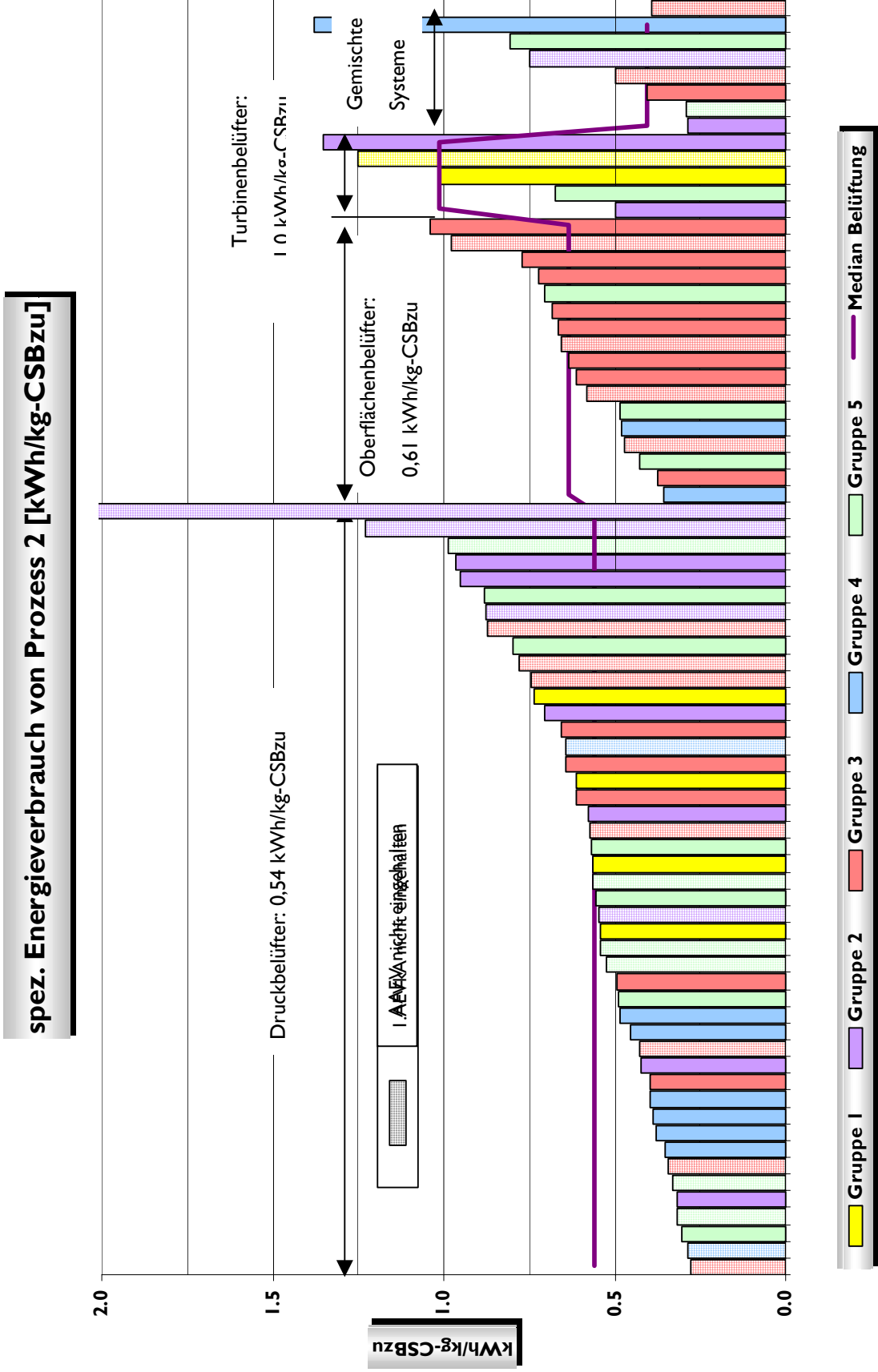


Abbildung 10-23: spezifischer Energieverbrauch von Prozess 2 gruppiert nach dem Belüftungssystem



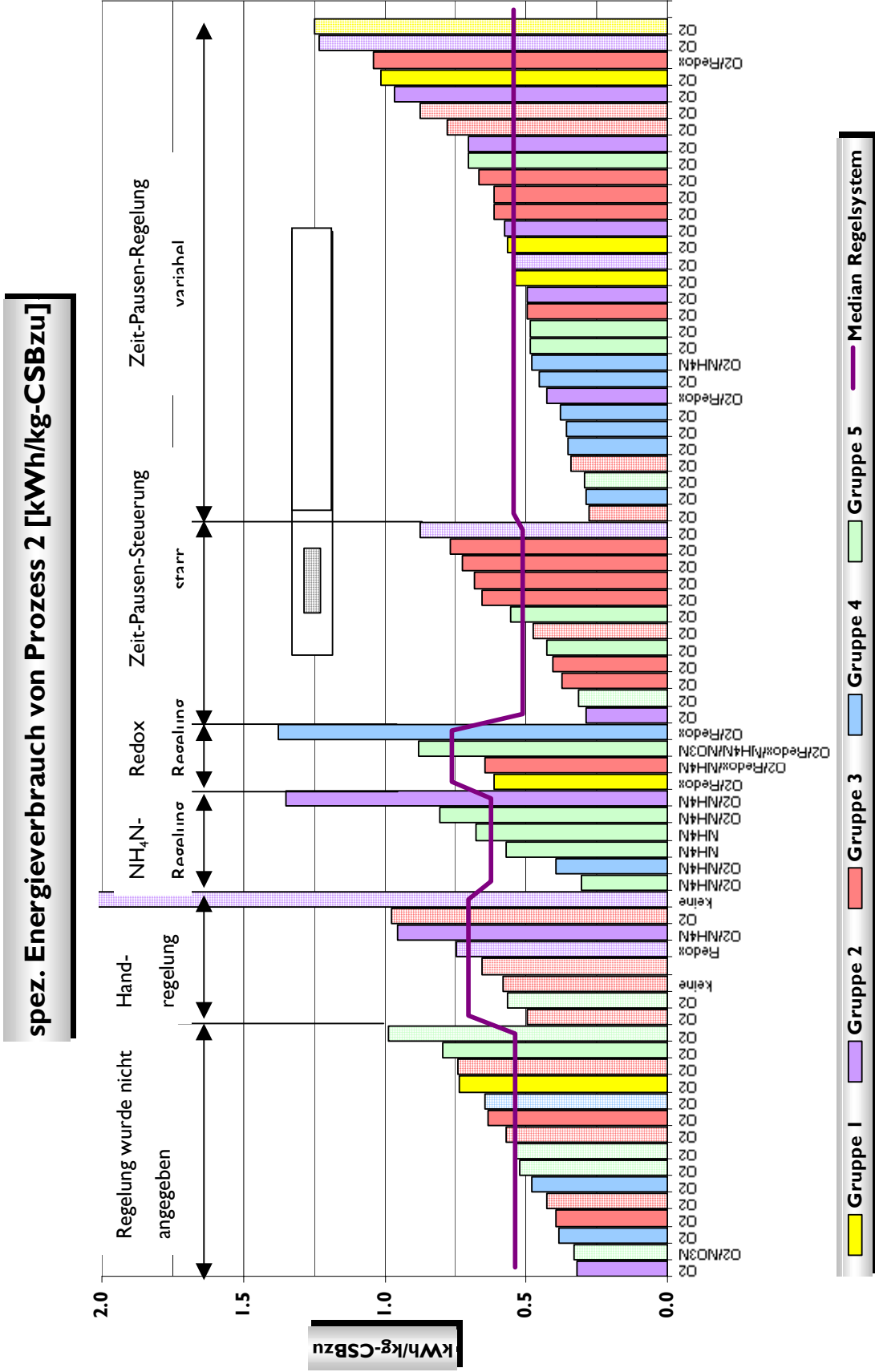


Abbildung 10-24: spezifischer Energieverbrauch gruppiert nach dem Regelsystem

### 10.6.2 Schlamm entwässerung

Beim Detailprozess Schlamm entwässerung ist vor allem interessant, welchen Einfluss die Art der Entwässerung auf die Kosten des Prozesses 4 hat. Beim Benchmarkingprojekt wurden 31 Anlagen untersucht, deren Schlamm entwässerung mit Hilfe von Kammerfilterpressen erfolgt. Bei 16 Anlagen wird der Schlamm auf Siebbandpressen entwässert, 15 Anlagen verwenden Zentrifugen, 6 Anlagen haben keine Schlamm entwässerung (landwirtschaftliche Nassschlamm entsorgung) und bei 8 Anlagen wird der Schlamm durch Lohnpressung entwässert.

Für den Detailprozess Schlamm entwässerung sind vor allem die Anlagen mit Zentrifugen, Kammerfilter- und Siebbandpressen von Bedeutung.

In der Tabelle 10-15 wurden daher die spezifischen Kosten dieser drei Entwässerungssysteme getrennt nach Kostenarten dargestellt. Für die Berechnung der spezifischen Kosten je Kostenart wurden die Gesamtkosten aller Anlagen durch die Gesamtmenge entwässerten Schlammes des jeweiligen Entwässerungssystems dividiert. Die Kosten für die Detailprozessanalyse wurden auf Tonnen entwässerten Schlammes bezogen, weil die Entsorgungskosten meist je Tonne zu bezahlen sind und somit die Relation der anderen Kostenarten zu den Entsorgungskosten besser abgeschätzt werden kann.

[ATS/t entwässerten Schlammes]	Material und Stoffkosten	Personal-kosten	Leistungen durch Dritte	Strom-kosten	Summe (Spalte 1 bis 4)	Entsorgungs-kosten
Kammerfilterpresse	203	178	43	32	457	437
Siebbandpresse	67	190	53	66	376	295
Zentrifuge	197	184	59	59	499	495

Tabelle 10-15: Mittlere spezifische Kosten gruppiert nach Entwässerungssystem und Kostenart

Aus Tabelle 10-15 und Abbildung 10-25 ist ersichtlich, dass die Material- und Stoffkosten bei Zentrifugen und Kammerfilterpressen wesentlich höher sind als bei Siebbandpressen. Die Personalkosten sind mit 178 bis 190 ATS/t für die drei untersuchten Systeme etwa gleich hoch. Die Kosten von Leistungen durch Dritte wurden bei Siebbandpressen mit 53 ATS/t und bei Zentrifugen mit 59 ATS/t entwässerten Schlammes etwa gleich hoch angegeben, während die Kosten bei Kammerfilterpressen bei 43 ATS/t liegen. Bei den Stromkosten sind Kammerfilterpressen mit 32 ATS/t erwartungsgemäß am günstigsten, gefolgt von Zentrifugen mit 59 ATS/t und Siebbandpresse mit 66 ATS/t. Errechnet man die Summe dieser vier

Kostenarten, die für die Schlammentwässerung bestimmend sind, so kommt man für Zentrifugen mit 500 ATS/t auf die höchsten Kosten, bei Kammerfilterpressen auf 457 ATS/t und bei Siebbandpressen auf 376 ATS/t entwässerten Schlammes.

Obgleich die Entsorgungskosten nicht direkt dem Detailprozess Schlammentwässerung zugeordnet werden können, wurden die spezifischen Kosten der Entsorgung in die Tabelle 10-15 aufgenommen, um einen Vergleich vornehmen zu können. Daraus ist ersichtlich, dass die Kosten der Entsorgung ungefähr in der gleichen Größenordnung liegen wie die Summe der anderen Kostenarten. Auffällig ist, dass Siebbandpressen sowohl bei den Entsorgungskosten als auch bei der Summe der übrigen Kosten (Material und Stoffkosten, Personalkosten, Leistungen durch Dritte und Stromkosten) die niedrigsten spezifischen Kosten aufweisen. Daraus kann jedoch nicht abgeleitet werden, dass Siebbandpressen grundsätzlich günstiger sind. Beim Vergleich von Siebbandpressen muss berücksichtigt werden, dass der erzielbare Trockensubstanzgehalt wesentlich geringer ist und dieses Entwässerungssystem vorwiegend bei Anlagen zum Einsatz kommt, deren Schlamm der landwirtschaftlichen Verwertung bzw. der Kompostierung zugeführt werden kann. Die Entsorgungsart erklärt auch die vergleichsweise günstigen spezifischen Entsorgungskosten von Anlagen mit Siebbandpressen wobei berücksichtigt werden muss, dass aufgrund der geringeren TS-Konzentration mehr Schlamm entsorgt werden muss.

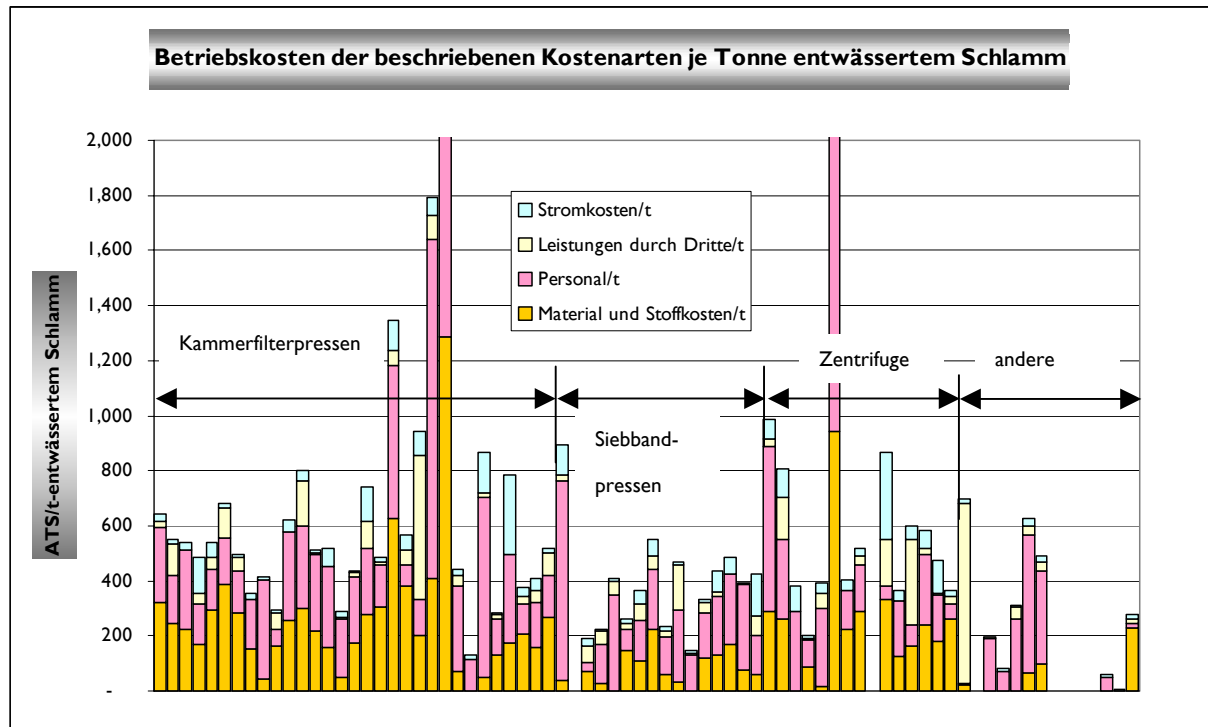


Abbildung 10-25: Mittlere spezifische Kosten gruppiert nach Entwässerungssystem und Kostenart

Zusammenfassend kann für die untersuchten Anlagen festgehalten werden, dass bei den für die Schlammentwässerung maßgebenden Kostenarten die Siebbandpressen die niedrigsten spezifischen Kosten aufweisen. Die spezifischen Kosten von Kammerfilterpressen und Zentrifugen sind mit 460 und 500 ATS je Tonne entwässerten Schlammes in etwa gleich hoch. Die spezifischen Kosten für die Schlamm Entsorgung sind in der gleichen Größenordnung wie die Summe der für die Entwässerung maßgebenden spezifischen Kostenarten. Der wesentliche Kostenfaktor für den Prozess 4 (weitergehende Schlammbehandlung) sind daher die Entsorgungskosten.

## 11 ZUSAMMENFASSUNG

Beim Benchmarking wird durch den systematischen Vergleich von Prozessen, Methoden und Produkten eine Grundlage für die Wirtschaftlichkeitssteuerung durch Identifizierung von Kosteneinsparungspotenzialen und Leistungseffizienzen geschaffen.

Im vorliegenden Projekt wurde das Benchmarking auf die Abwasserentsorgung, unterteilt in Abwasserableitung und Abwasserreinigung, angewandt. Dabei erfolgte die Untersuchung im Hinblick auf Errichtung und Betrieb.

Zur vergleichenden Beurteilung der Anlagen zur Abwasserableitung wurden Verbands- und Ortsnetze erfasst und jeweils unterteilt in Leitungen und Sonderbauwerke.

Von den 71 am Projekt teilnehmenden Gemeinden und Verbänden, konnten auf Grund der verfügbaren Daten nur 53 für den Teil „Abwasserableitung“ verwendet werden. Davon standen 45 Verbands- und 8 Ortsnetze zur Verfügung.

Grundlage für die Kostenerfassung bilden die kameralen bzw. doppischen Rechnungsabschlussdaten der Benchmarking-Teilnehmer. Die Einzeldaten eines jeden Verbandes wurden anschließend in einem **einheitlichen Kostenrechnungssystem** (gem. der Vorstudie) erfasst.

Dabei wurden in einem ersten Schritt die Aufwendungen der Teilnehmer in Kosten übergeleitet (Ansatz von kalkulatorischen Abschreibungen und Zinsen, Abgrenzung betriebsfremder Aufwendungen). Dafür war insbesondere die (teilweise erstmalige) Erfassung der Investitionskosten in einem **standardisierten Anlagenspiegel** erforderlich.

In einem zweiten Schritt wurden sämtliche Kosten den definierten Kostenstellen (Prozesse) zugeordnet. Im Bereich der Personalkosten wurden zu diesem Zweck **Stundenaufzeichnungen** in Abstimmung mit dem Kostenstellenplan geführt.

Die mit diesem Kostenrechnungsschema ermittelten **Jahreskosten** wurden für die betriebswirtschaftliche Auseinandersetzung in Hinblick auf die Kostenverteilung innerhalb und zwischen der untersuchten **Teilnehmergruppen** herangezogen.

Für den Teilnehmervergleich zur Ermittlung der Benchmarks wurde in einem weiteren Schritt eine Indexierung der Kapitaljahreskosten auf ein **einheitliches (fiktives) Anschaffungsjahr 1999** vorgenommen. Die somit ermittelten normierten Kapitaljahreskosten wurden für einen Vergleich im Rahmen der Benchmarkingauswertungen angesetzt.

Zur Ermittlung von repräsentativen Kennzahlen mussten die Kosten mit relevanten

Bezugsgrößen verknüpft werden. Die Bezugsgrößenanalyse für die Abwasserableitung ergab, dass die Leitungslänge die beste Bezugsgröße darstellt. Für die Ortsnetze bringt die Bezugsgröße „angeschlossene Einwohner“ wesentliche Zusatzinformationen.

Um einen aussagekräftigen Vergleich aller Verbandsanlagen zu ermöglichen erfolgte eine Einteilung in 3 Gruppen nach der Länge des bestehenden Kanalnetzes. Gruppe 1 sind Kanalnetze mit weniger als 15.000 lfm, Gruppe 2 sind Kanalnetze mit 15.000 – 40.000 lfm, Gruppe 3 sind Kanalnetze mit mehr als 40.000 lfm. Wegen der geringen Anzahl der Ortsnetze wurde hier keine Unterteilung vorgenommen.

Zur Festlegung der Benchmarks muss generell angemerkt werden, dass auf Grund der Vielzahl an Randbedingungen und standortspezifischen Besonderheiten vor allem im Bereich Abwasserableitung mit den hier verfügbaren Daten die ermittelten Benchmarkbereiche mit einer dementsprechenden Unsicherheit behaftet sind.

Wegen fehlender gesetzlicher Vorschriften kann bei der Abwasserabteilung deren Einhaltung nicht als Kriterium herangezogen werden.

Als Benchmark-tauglich werden deshalb nur Anlagen eingestuft, deren

- Datenlage als plausibel und abgesichert beurteilt wird,
- Und deren „Aussagekraft“ hoch sein muss (für die Betriebskosten-Benchmark)

	ATS/lfm.a	Ortsnetz				Verbandsnetz															
		exkl. SBW		inkl. SBW		exkl. SBW						inkl. SBW									
		von	bis	von	bis	< 15km		>15km <40km		> 40km		< 15km		>15km <40km		> 40km					
<b>Benchmarkbereiche</b>																					
Kapitalkosten			120		140			120		120			120			145			145		145
Betriebskosten			23		44			16		11			7			35			23		15
Jahreskosten			135		180			140		135			130			200			170		150

	€/lfm.a	Ortsnetz				Verbandsnetz															
		exkl. SBW		inkl. SBW		exkl. SBW						inkl. SBW									
		von	bis	von	bis	< 15km		>15km <40km		> 40km		< 15km		>15km <40km		> 40km					
<b>Benchmarkbereiche</b>																					
Kapitalkosten			8,7		10,2			8,7		8,7			8,7			10,5			10,5		10,5
Betriebskosten			1,7		3,2			1,2		0,8			0,5			2,5			1,7		1,1
Jahreskosten			9,8		13,1			10,2		9,8			9,4			14,5			12,4		10,9

Tabelle 11-1: Zusammenfassung der festgelegten Benchmarkbereiche Abwasserableitung

Die in obiger Tabelle angegebenen Benchmarks müssen im Lichte der bereits ausführlich diskutierten Randbedingungen wie der eingeschränkten Datengrundlage und dem zusätzlich sehr kurzen Betrachtungszeitraum bei den betrieblichen Auswertungen gesehen werden.

Die entwickelte Methodik des Benchmarking ist grundsätzlich für den Bereich Abwasserableitung tauglich. Mit noch auszuarbeitenden Adaptierungen für eine Fortsetzung

dieses Projektes in der Siedlungswasserwirtschaft wird empfohlen den eingeschlagenen Weg weiterzugehen.

Für den Vergleich von Abwasserreinigungsanlagen wurde ein Prozessmodell entwickelt, das es erlaubt, Anlagen unterschiedlicher Verfahrens- und Betriebsweisen miteinander zu vergleichen. Es wurden die vier Prozesse *mechanische Vorreinigung* (Prozess 1), *mechanische biologische Abwasserreinigung* (Prozess 2), *Schlammeindickung und Stabilisierung* (Prozess 3) und *weitergehende Schlammbehandlung* (Prozess 4) untersucht. Um einen seriösen Vergleich der sehr heterogenen Stichprobe von 76 Kläranlagen durchführen zu können, ist es erforderlich, die Anlagen entsprechend ihrer Größe in Gruppen einzuteilen. Für die Charakterisierung der Größe wird der Einwohnerwert EW verwendet. Der Einwohnerwert stellt eine Verschmutzungsgröße dar, die der durchschnittlichen Verschmutzung entspricht, die von einem Einwohner während eines Tages verursacht wird. Die Gruppeneinteilung wird aufgrund der durchschnittlichen Belastung mit organischer Verunreinigung (gemessen als chemischer Sauerstoffbedarf CSB), ausgedrückt als EW-CSB110 (= 110g CSB/Einwohner /Tag) vorgenommen.

Die Gruppe 1 umfasst 6 Anlagen mit einer durchschnittlichen Belastung von kleiner 5.000 EW-CSB110, die Gruppe 2 14 Anlagen mit einer Belastung zwischen 5.000 und 12.000 EW-CSB110, die Gruppe 3 27 Anlagen mit einer durchschnittlichen Belastung zwischen 12.000 und 25.000 EW-CSB110, die Gruppe 4 11 Anlagen mit einer Belastung zwischen 25.000 und 50.000 EW-CSB110 und die Gruppe 5 18 Anlagen mit einer Belastung von mehr als 50.000 EW-CSB110.

Um aussagekräftige Kennzahlen berechnen zu können, ist es erforderlich, die erhobenen Kosten mit möglichst sensitiven Bezugsgrößen zu verknüpfen. Eine umfangreiche Bezugsgrößenanalyse hat gezeigt, dass für verschiedene Zwecke unterschiedliche Bezugsgrößen erforderlich sind um eine möglichst gute Vergleichbarkeit der Kosten herzustellen. Das Ergebnis dieser Analyse ist im Folgenden beschrieben.

Für die Jahreskosten, für die Gesamt-Betriebskosten und für die Betriebskosten der vier Prozesse 1 bis 4 ist die Bezugsgröße EW-CSB110 am besten geeignet um Vergleichbarkeit herzustellen. Die Abwassermenge (z.B. Trinkwasserverbrauch, mittlere Abwassermenge m<sup>3</sup>/d) eignet sich nicht als Bezugsgröße.

Für die Gesamt-Kapitalkosten und jene des Prozess 2 wird als Bezugsgröße EWnorm-Ausbau verwendet. EWnorm-Ausbau ist jene Belastung ausgedrückt in EW, bei der jede der Abwasserreinigungsanlagen die gesetzlichen Anforderungen der 1. AEVKA entsprechend den derzeit gültigen Bemessungsregeln einhalten kann. Für die Prozesse 1, 3 und 4 wird als Bezugsgröße EW-Ausbau verwendet. EW-Ausbau ist jene Belastung in EW, für die die Abwasserreinigungsanlage tatsächlich geplant und errichtet wurde.

Bei den Jahreskosten (Summe der jährlichen Betriebs-, und Kapitalkosten) wird je Gruppe ein

Benchmarkbereich definiert. Benchmarkanlagen sind jene Anlagen, die hinsichtlich der Einhaltung der 1.Abwasseremissionsverordnung, der Plausibilität der Daten und aufgrund der kommunalen Abwassercharakteristik aus technischer Sicht die notwendigen Qualitätskriterien erfüllen und deren spezifischen Kosten kleiner oder gleich dem Benchmarkbereich sind. Bei der Festlegung des Benchmarkbereiches wurde die Ungenauigkeit der Daten berücksichtigt. Diese Größe wird im weiteren für die Abschätzung des Einsparungspotentials verwendet.

Für die einzelnen Prozesse 1 bis 4 wird bei den Betriebskosten je Gruppe eine Benchmark definiert. Benchmark der Gruppe für den jeweiligen Prozess ist jene Anlage, die den genannten Kriterien aus technischer Sicht entspricht und die geringsten spezifischen Kosten im jeweiligen Prozess aufweist. Die Unsicherheit der Daten und der Kostenzuordnung ist hier nicht berücksichtigt.

Bei den Betriebskosten führt die Auswertung der Daten je nach Anlagengröße zu einem Benchmarkbereich zwischen ca. 300 und 140 ATS/EW-CSB110 und Jahr (siehe Abbildung 11-1). Der Rückgang des Benchmarkbereiches der spezifischen Betriebskosten von Größengruppe zu Größengruppe ist annähernd gleich groß und beträgt ca. 40 ATS/EW-CSB110 und Jahr. Es folgt daraus klar, dass nur Anlagen ähnlicher Größe hinsichtlich der spezifischen Betriebskosten verglichen werden dürfen. Der Vergleich der Betriebskosten der Prozesse hat gezeigt, dass die Betriebskosten zu 45 Prozent von der mechanisch biologischen Abwasserreinigung inklusive Schlammstabilisierung verursacht werden und die anderen 55 Prozent der mechanischen Vorreinigung bzw. hauptsächlich der weitergehenden Schlammbehandlung zugerechnet werden müssen. Der Vergleich von Anlagen mit simultaner und getrennter Schlammstabilisierung hat gezeigt, dass simultan stabilisierende Anlagen im Prozess 2+3 niedrigere Kosten aufweisen, jedoch beim Prozess 4 tendenziell höher Kosten haben als getrennt stabilisierenden Anlagen.

<i>Benchmarkbereich</i>	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Betriebskosten [ATS/EW-CSB-110*a] [Euro/EW-CSB-110*a]	303 22,02	253 18,75	219 15,92	175 12,72	142 10,32
Kapitalkosten [ATS/EWnorm-Ausbau*a] [Euro/EWnorm-Ausbau*a]	512 37,21	284 20,64	261 18,97	189 13,74	147 10,68
Jahreskosten [ATS/EW-CSB-110*a] [Euro/EW-CSB-110*a]	975 70,86	913 66,35	488 35,46	477 34,66	358 26,02

*Tabelle 11-1: Zusammenfassung der festgelegten Benchmarkbereiche*

Der festgelegte Benchmarkbereich der Kapitalkosten der einzelnen Gruppen kann der Tabelle 11-1 entnommen werden. Die Kapitalkosten wurden auf EWnorm-Ausbau bezogen, welche der Kapazität der Anlage nach dem Stand der Technik entsprechen. Der große Unterschied



bei den spezifischen Kapitalkosten zwischen den Gruppen 1 und 2 ist auf die spezifisch höheren Errichtungskosten kleiner Anlagen zurückzuführen und muss aufgrund der geringen Anzahl an untersuchten Anlagen in Gruppe 1 auch nicht repräsentativ sein.

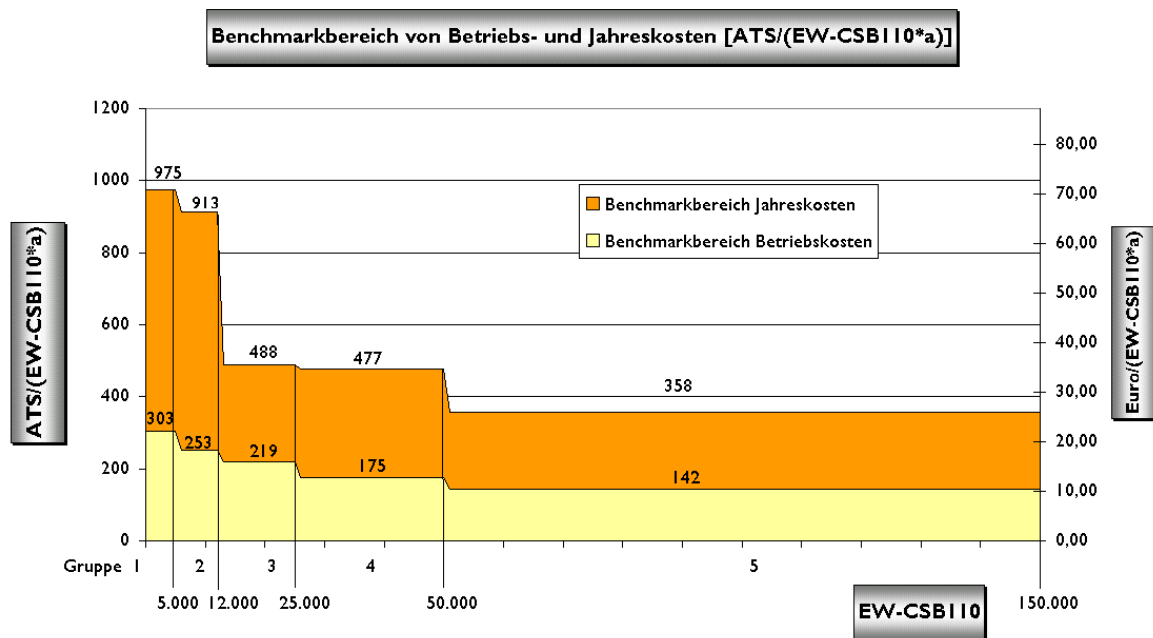


Abbildung 11-1: Benchmarkbereich der Betriebs- und Jahreskosten der einzelnen Gruppen

Der Benchmarkbereich der belastungsspezifischen Jahreskosten liegt zwischen 975 ATS/EW-CSB110 der Gruppe 1 und 358 ATS/EW-CSB110 der Gruppe 5 (siehe Abbildung 11-1). Im Gegensatz zu den kapazitätsspezifischen Kapitalkosten fällt bei den Jahreskosten, der Benchmarkbereich zwischen der Gruppe 2 und 3 von 913 ATS/EW-CSB110 auf 488 ATS/EW-CSB110. Der unerwartet hohe Unterschied der Jahreskosten der Gruppen 2 und 3 wurde näher untersucht und dabei festgestellt, dass dies vor allem darauf zurückzuführen ist, dass die Anlagen der Gruppen 1 und 2 eine Auslastung von deutlich unter 100 % aufweisen, hingegen die Anlagen der Gruppen 3 bis 5 im Mittel mit 100 Prozent oder mehr ausgelastet sind.

Für die Betriebskosten wurde ein Einsparungspotential ermittelt, das der Summen der Abweichung der tatsächlichen Kosten vom festgelegten Benchmarkbereich entspricht. Die mit den EW-CSB110 gewichtete Summe der Abweichungen der tatsächlichen Betriebskosten vom Benchmarkbereich im Verhältnis zu den gesamten tatsächlichen Betriebskosten ergibt das Einsparungspotenzial. Wie viel vom theoretisch errechneten Einsparungspotential von 76 Mio. ATS/Jahr der Benchmarkingteilnehmer tatsächlich erreicht werden kann ist von der Höhe der Kosteneinflüsse aufgrund standortspezifischer Besonderheiten abhängig.

Bei der Untersuchung der Kosteneffizienz für den Gewässerschutz hat sich gezeigt, dass es keine statistische Abhängigkeit der Betriebskosten von der Qualität der Reinigungsleistung

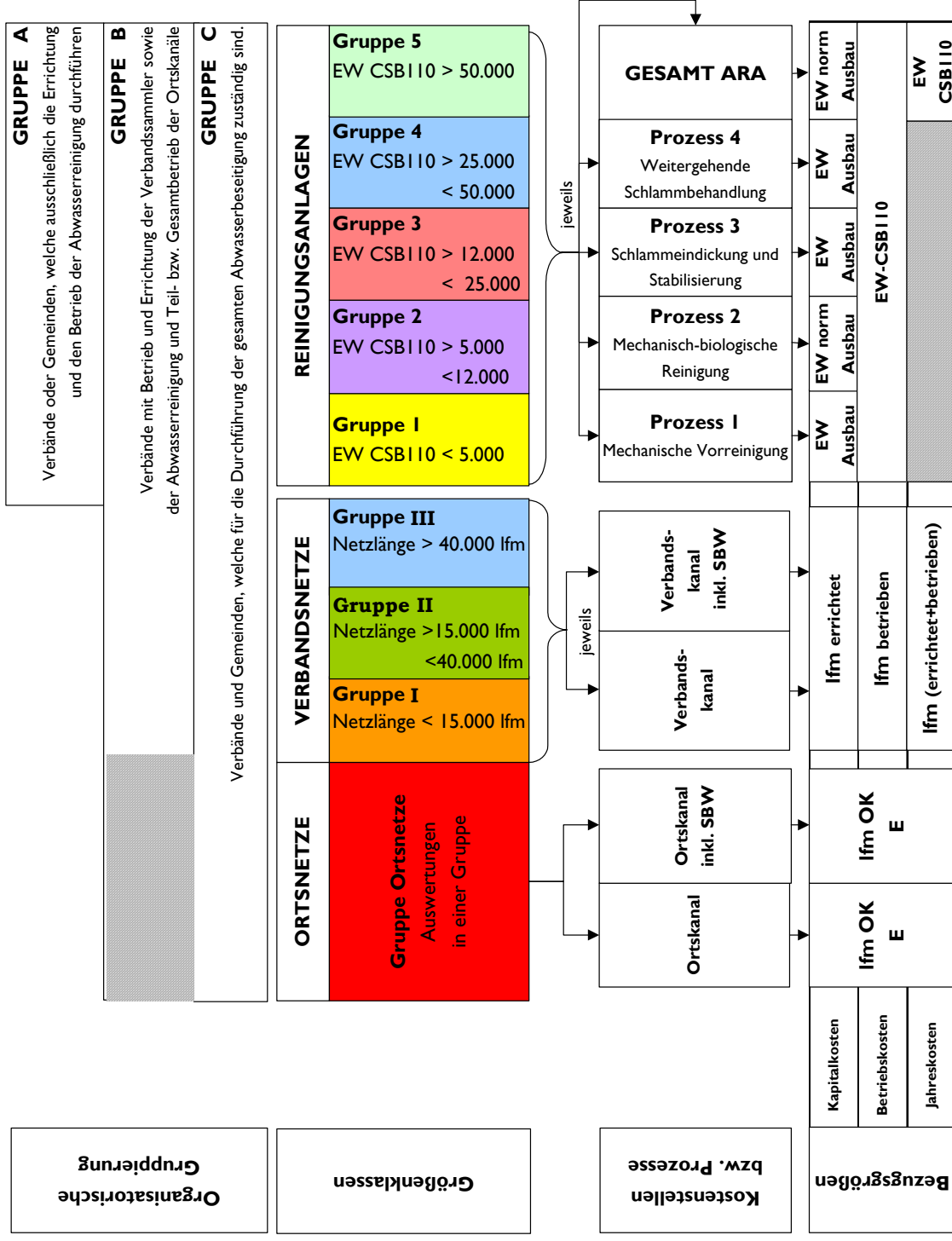
gibt. Daraus kann abgeleitet werden, dass eine Optimierung der Betriebsführung hinsichtlich des Kosten-Nutzen-Verhältnisses dahingehen muss, die Reinigungskapazität der vorhandenen Anlage möglichst weitgehend auszunutzen.

Für die österreichweite Gültigkeit der Aussagen und des berechneten Einsparungspotentials ist die Repräsentativität der untersuchten Anlagen entscheidend. Die untersuchten Anlagen liegen im wesentlichen zwischen 5.000 und 500.000 EW-Ausbau. In dieser Größenordnung liegen ca. 75 Prozent aller österreichischen Kläranlagen. Von den in Österreich zwischen 5.000 und 50.000 EW-Ausbau vorhandenen 6,1 Mio. Ausbaupkapazität nahmen 24 % am Benchmarkingprojekt teil. Von den 4,6 Mio. EW Ausbaupkapazität die es in Österreich zwischen 50.000 und 100.000 gibt wurden 43 Prozent untersucht. Zwischen 200.000 und 500.000 EW-Ausbau gibt es Österreichweit Ausbaupkapazität für 3,2 Mio. EW, wovon 27 Prozent beim Projekt untersucht wurden.

## **12 SCHLUSSBEMERKUNG**

Dieses Projekt stellt nur den ersten aber entscheidenden Schritt für eine tatsächliche Senkung der Kosten für die Abwasserableitung und –reinigung dar. Es enthält noch keine Aussagen über das tatsächlich erreichbare Optimierungspotential und die damit allenfalls verbundenen Kosten. Es ist außerdem noch nicht ausgeführt, wie diese entwickelte und an 76 Anlagen geprüfte Methode auf alle Anlagen in Österreich aber auch im Ausland ausgedehnt werden kann. einerseits muss sicher gestellt sein, dass der Informationsfluss für die Benchmarkingteilnehmer wirksam wird und andererseits müssen die notwendige Geheimhaltungserfordernisse gewahrt werden können. Als organisatorische Stütze für die Weiterführung und Umsetzung des Projektes im praktischen Handeln für ganz Österreich existiert der Arbeitsausschuss Benchmarking im ÖWAV, der auch dieses Projekt bereits begleitet hat. Für die erfolgreiche Weiterführung des Projektes sollte darüber hinaus die sehr erfolgreiche Zusammenarbeit der bei diesem Projekt beteiligten Auftraggeber und –nehmer fortgeführt werden.

### 13 ÜBERSICHT ÜBER DIE GEBILDETEN GRUPPEN UND KENNZAHLEN



## 14 LITERATUR

- ATV-Arbeitsblatt A 131 (1991): Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen ab 5000 Einwohnerwerten. Abwassertechnische Vereinigung e.V. (ATV), St. Augustin.
- BALMÉR P., MATTSSON B. (1994): Wastewater treatment plant operation costs. *Wat. Sci. Tech.*, **30**(4), 7 - 15.
- BALMÉR P. (1999): Operation costs and consumption of resources at nordic nutrient removal plants. *Proceedings*, 328 - 334, IAWQ 8<sup>th</sup> Conf. on "Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants", 6 - 9 September, Budapest.
- BARENTHIEN, L. (1998) Möglichkeiten des optimierten Personal – und Arbeitsmitteleinsatzes. In Tagungsband "Entwicklungen in der Kanalisationstechnik" 28.-29.1.98 Köln.
- BODE H., GRÜNEBAUM T. (1999): The cost of municipal sewage treatment – Structure, origin, minimization – Methods of fair cost comparison and allocation. *Proceedings*, 344 - 353, IAWQ 8<sup>th</sup> Conf. on "Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants", 6 - 9 September, Budapest.
- BOHN T. (1993): Wirtschaftlichkeit und Kostenplanung von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen. Schriftenreihe des Institutes für Baubetriebslehre der Universität Stuttgart - Band 34, Expert-Verlag.
- BOHN T. (1998): Einflussfaktoren der Betriebskosten bei der kommunalen Abwasserreinigung. Schriftenreihe WAR (Darmstadt) - Band 108, 11-27.
- DOHMANN, M; HAUBMANN, R. (1991) Erarbeitung von Kriterien zum Umfang notwendiger Wartungsarbeiten in öffentlichen Kanalisationssystemen. Schlussbericht zum Projekt Nr. A 1.6 des Kuratoriums für Wasserwirtschaft e.V. Aachen
- FLECKSEDER H. (1995): Warum benötigen wir in Österreich die Generelle Entwässerungsplanung. *Wiener Mitteilungen* - Band 121, A 13.
- GRÜNEBAUM T., SCHMITT F., SCHRÖTER D., WEYAND M. (1996): Analyse der Betriebskosten von Kläranlagen. *siwawi* (Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum) - Band 32, 5 - 30.
- GRUNWALD, G. (1998) Erfahrungen mit Maßnahmen zur Effektivitätssteigerung. In Tagungsband "Entwicklungen in der Kanalisationstechnik" 28.-29.1.98 Köln.
- GUJER W. (1999): Siedlungswasserwirtschaft. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg.
- HAUBMANN, R.(1995) Optimierung des Kanalbetriebs. *GWA* Band 148.
- HAUBMANN, R. (1997) Strategien für die Kanalreinigung. In *GWA* Nr. 158, 30. Essener Tagung.
- KNAUR, H. (1999) Begriffe und Definition der Sanierung gemäß Europäischen Normen. *Wiener Mitteilungen* Band 154.
- LAND TIROL (1999): Kläranlagenkataster Tirol 1998. Amt der Tiroler Landesregierung, Wasserwirtschaft, Sachgebiet Siedlungswasserwirtschaft, Innsbruck.
- MÜLLER H. (1999): Plausibilitätsprüfung in der Eigenüberwachung. Tagungsunterlagen, 1. ÖWAV-Workshop "Biologische Abwasserreinigung - Betrieb von Belebungsanlagen", 8.- 9.4., Wien.
- NEUHOLD G. (1999): Die Stadt Zürich im europäischen Vergleich – Ergebnisse, Maßnahmen. Tagungsunterlagen, 2. Internationales Symposium von ATV, ÖWAV, VSA und RIONED "Betriebswirtschaft und Organisation der Abwasserentsorgung", 22.-23.11., München
- NOWAK O. (1991): Auswirkungen auf die Betriebskosten (durch die Wasserrechtsgesetznovelle 1990). *Wiener Mitteilungen* - Band 98, O 1 - O 34.

- NOWAK O.(1998): Stickstoffentfernung und gleichzeitige aerobe Stabilisierung bei schwach belasteten Belebungsanlagen. Wiener Mitteilungen - Band 145, 261 – 291.
- NOWAK O. (1999a): Möglichkeiten und Grenzen der Betriebskosten- und Energieeinsparung auf Kläranlagen. Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen (Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband - ÖWAV) - Folge 7, 77 - 114.
- NOWAK O. (1999b): Kostensparende Konzepte zur Nährstoffentfernung bei der Abwasserreinigung. Wiener Mitteilungen - Band 155, 353 - 397.
- NOWAK O. (1999c): Expenditures on the operation of municipal wastewater treatment plants for nutrient removal. Proceedings, 335 - 343, IAWQ 8<sup>th</sup> Conf. on "Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants", 6 - 9 September, Budapest.
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 9 (1991): Leistungsbeurteilung und Leistungsvergleich von Abwasserreinigungsanlagen – Bestimmung von Leistungskennzahlen. Österreichischer Wasser und Abfallwirtschaftsverband, Wien.
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 9 (2000): Kennzahlen für Abwasserreinigungsanlagen, Teil 1: Ablaufqualitäts-Bewertung und Beurteilung. Österreichischer Wasser und Abfallwirtschaftsverband, Wien.
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 22 (1999): Kläranlagenzustandbericht. Österreichischer Wasser und Abfallwirtschaftsverband, Wien.
- PECHER R. (1992): Abwassergebühr - Quo vadis ? Korrespondenz Abwasser, **39**, 638 - 654.
- SCHULZ A., SCHÖN J., SCHAUERTE H., GRAF P., AVERKAMP W. (1998): Benchmarking in der Abwasserbehandlung. Korrespondenz Abwasser, **45**, 2297 - 2302.
- SCHULZ A. (1999): Benchmarking in der Abwasserbeseitigung – Grundlagen, Methodik, Beispiele. Tagungsunterlagen, 2. Internationales Symposium von ATV, ÖWAV, VSA und RIONED "Betriebswirtschaft und Organisation der Abwasserentsorgung", 22.-23.11., München
- SCHULZ A. (2000): Mündliche Mitteilung
- SCHWEIGHOFER P. (1994): Möglichkeiten der Plausibilitätsprüfung von Messwerten. Wiener Mitteilungen - Band 116, G 1 – G 42.
- STADELMANN, K. (1998) Bedarfsabhängige Kanalreinigung – Erfahrungen mit dem Aufbau eines Entwicklungssystems. In Tagungsband "Entwicklungen in der Kanalisationstechnik" 28.-29.1.98 Köln.
- VAN HEEMST W.R. (1999): Benchmarking in der Wasserwirtschaft: Bestandsaufnahme November 1999. Tagungsunterlagen, 2. Internationales Symposium von ATV, ÖWAV, VSA und RIONED "Betriebswirtschaft und Organisation der Abwasserentsorgung", 22.-23.11., München
- WAGNER W., JUNG H.D. (1996): Vergleich von Betriebskosten von Abwasseranlagen in Deutschland und in Frankreich. siwawi (Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum), Band - 32, 31 - 58.
- WIBBE S. (1999): Benchmarking in der Abwasserwirtschaft. Korrespondenz Abwasser, **46**, 1432 - 1436.
- WIESMANN J. (1999): Neue Wege zum Benchmarking für Betreiber. ATV-Bundes- und Landesgruppentagung, 28.-29.9., Mainz. ATV-Schriftenreihe - Band 17, 257 - 280.

## **15 DIE MITARBEITER DES PROJEKTTEAMS**

- IWAG - Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien

Univ. Prof. DI Dr. Helmut Kroiss  
Univ.-Doz. DI Dr. Otto Nowak  
DI Stefan Lindtner

- IWGA - Institut für Wasserversorgung, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur

Univ. Prof. DI Dr. Raimund Haberl  
DI Thomas Ertl  
DI Markus Starkl  
Kirsten Sleytr

- Quantum - Institut für betriebswirtschaftliche Beratung GmbH, Klagenfurt

Mag. Marlene Bogensberger  
Mag. Josef Habich  
Ing. Franz Murnig