

F.W. Günthert/E. Reicherter

Investitions- kosten der Abwasser- entsorgung

Oldenbourg





Investitionskosten der Abwasserentsorgung

von

Prof. Dr.-Ing. Frank Wolfgang Günthert

Dipl.-Ing. Eckart Reicherter

Universität der Bundeswehr München

Institut für Wasserwesen

in Zusammenarbeit mit dem

Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft

mit 103 Abbildungen und 31 Tabellen

Oldenbourg Industieverlag München

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Günthert, Frank Wolfgang:

Investitionskosten der Abwasserentsorgung : mit 31 Tabellen /
von Frank Wolfgang Günthert ; Eckart Reicherter. In Zusammenarbeit
mit dem Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft. – München :
Oldenbourg-Industrieverl., 2001

ISBN 978-3-8356-6507-1

ISBN 978-3-8356-7336-6

© 2001 Oldenbourg Industrieverlag GmbH
Rosenheimer Straße 145, D-81671 München
Telefon: (089) 45051-0
www.oldenbourg-verlag.de

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Lektorat: Dr. Clemens Doriat

Herstellung: Rainer Hartl

Umschlagkonzeption: Kraxenberger Kommunikationshaus, München

Gedruckt auf säure- und chlorfreiem Papier

Druck: R. Oldenbourg Graphische Betriebe Druckerei GmbH

Inhalt

Vorwort

| | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | EINLEITUNG | 1 |
| 2 | AUFGABENSTELLUNG DES UNTERSUCHUNGSVORHABENS | 3 |
| 3 | ERFAHRUNGEN BEI DER ERHEBUNG DES DATENMATERIALS | 9 |
| | 3.1 Auswahl von Projekten | 9 |
| | 3.2 Schwankungsbreiten einzelner Kostenarten und deren Beurteilung | 10 |
| 4 | VERGLEICH VON KOSTENKENNWERTEN | 13 |
| | 4.1 Vergleich mittels Preisindex..... | 13 |
| | 4.2 Auftretende Schwierigkeiten bei der Anwendung von Preisindizes | 16 |
| | 4.3 Geschäftslage und Geschäftserwartung der Bauindustrie in Bayern..... | 17 |
| | 4.4 Neuer Ansatz für den Vergleich von Kostenkennwerten (korrigierter Preisindex)..... | 20 |
| | 4.5 Anwendung von Preisindizes | 22 |
| | 4.6 Verwendung von unverändertem und korrigiertem Preisindex am Beispiel Kanalisation | 27 |
| | 4.7 Umrechnungsfaktoren für das Bezugsjahr 1999..... | 28 |
| 5 | KOSTENRICHTWERTE DER RZWAS IN BAYERN | 29 |
| | 5.1 Kostenrichtwerte und Berechnung der Zuwendungen für Abwasseranlagen | 29 |
| | 5.2 Vergleich Kostenrichtwerte der RZWAs mit den Untersuchungen von UniBwM und StMLU | 35 |

| | | |
|------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.2.1 | Vergleich der Kostenrichtwerte Kläranlagen | 35 |
| 5.2.2 | Vergleich der Kostenrichtwerte Kanalisation | 36 |
| 5.2.3 | Vergleich der Kostenrichtwerte Regenüberlaufbecken und Stauraumkanäle..... | 37 |
| 5.2.4 | Vergleich der Kostenrichtwerte für Abwasserpumpwerke..... | 39 |
| 6 | INVESTITIONSKOSTEN | 41 |
| 6.1 | Beeinflussbarkeit von Investitionskosten..... | 41 |
| 6.2 | Kläranlage..... | 42 |
| 6.2.1 | Allgemeines und Datenauswertung | 42 |
| 6.2.2 | Gewählte Struktur für die Datenauswertung | 43 |
| 6.2.3 | Kostenkennwerte für neu gebaute Kläranlagen..... | 44 |
| 6.2.4 | Detaillierte Betrachtung von einzelnen Gewerken | 46 |
| 6.2.4.1 | Hebewerk..... | 46 |
| 6.2.4.2 | Rechen..... | 47 |
| 6.2.4.3 | Sandfang..... | 49 |
| 6.2.4.4 | Belebungsbecken | 51 |
| 6.2.4.5 | Vor- und Nachklärbecken | 52 |
| 6.2.4.6 | Schlammstapelbehälter | 53 |
| 6.2.4.7 | Betriebsgebäude..... | 54 |
| 6.2.4.8 | Filteranlagen | 56 |
| 6.2.4.9 | Phosphatfällungsanlagen..... | 57 |
| 6.2.4.10 | MSR und Elektrotechnik..... | 58 |
| 6.2.4.11 | Außenanlagen/Straßen..... | 59 |
| 6.2.4.12 | Sonstige Investitionskosten..... | 60 |
| 6.2.4.13 | Fertigteilbauweise von Belebungs- und Nachklärbecken..... | 61 |
| 6.2.4.14 | Beispiele für unterschiedliche Bauweisen..... | 63 |
| 6.2.5 | Modell zur Kostenschätzung bei kommunalen Kläranlagen | 65 |
| 6.2.6 | Literaturwerte und Angaben von Ingenieurbüros bei Kläranlagen..... | 70 |
| 6.2.6.1 | Gesamtbetrachtung | 70 |
| 6.2.6.2 | Investitionskostenaufteilung Kläranlagen | 76 |
| 6.2.6.3 | Spezifische Investitionskosten aus dem ATV-Handbuch..... | 78 |
| 6.2.6.4 | Kostenersparnis bei Nachklärbecken | 81 |
| 6.2.6.5 | Filter | 82 |
| 6.2.6.6 | Teichkläranlagen..... | 84 |
| 6.2.6.7 | Kleinkläranlagen..... | 84 |
| 6.2.6.8 | Kostenkennwerte von Ingenieurbüros (IB) | 87 |
| 6.2.7 | Vergleich und Wertung der Datenauswertung mit den Literaturwerten..... | 92 |
| 6.3 | Kanalisation | 93 |
| 6.3.1 | Allgemeines und Datenauswertung | 94 |
| 6.3.2 | Gewählte Struktur für die Datenauswertung | 96 |
| 6.3.3 | Kostenkennwerte für die Durchmesser DN 200 – 2000..... | 98 |
| 6.3.3.1 | Gesamtkosten Durchmesser..... | 98 |
| 6.3.3.2 | Grundkosten..... | 99 |
| 6.3.3.3 | Zuschläge..... | 101 |

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.3.4 | Detaillierte Betrachtung von Grundkosten und Zuschlägen für die Durchmesser DN 200 - 800..... | 102 |
| 6.3.4.1 | Gesamtkosten..... | 102 |
| 6.3.4.2 | Grundkosten..... | 103 |
| 6.3.4.3 | Erdarbeiten | 104 |
| 6.3.4.4 | Rohr | 106 |
| 6.3.4.5 | Straße..... | 108 |
| 6.3.4.6 | Schacht | 109 |
| 6.3.4.7 | Zuschläge..... | 111 |
| 6.3.4.8 | Wasserhaltung | 112 |
| 6.3.4.9 | Hausanschlüsse..... | 113 |
| 6.3.4.10 | Sparten..... | 114 |
| 6.3.4.11 | Pflaster DN 200 – 800 | 115 |
| 6.3.4.12 | Sonstiges..... | 116 |
| 6.3.4.13 | Bodenaustausch und Deponie | 117 |
| 6.3.4.14 | Spundwand | 118 |
| 6.3.4.15 | Leichter Fels | 120 |
| 6.3.4.16 | Schwerer Fels | 121 |
| 6.3.4.17 | Fließender Boden..... | 122 |
| 6.3.5 | Einfluss von Haltungslänge und Verlegetiefe auf die Kostenarten | 123 |
| 6.3.5.1 | Haltungslänge | 123 |
| 6.3.5.2 | Verlegetiefe | 124 |
| 6.3.6 | Sonstige Auswertungen im Bereich Kanalisation | 125 |
| 6.3.6.1 | Druckleitungen | 125 |
| 6.3.6.2 | Ei-Profil 600/1100 | 127 |
| 6.3.6.3 | Durchpressungen | 128 |
| 6.3.7 | Modelle zur Kostenschätzung bei Abwasserkanalisationen..... | 129 |
| 6.3.7.1 | Mögliche Modellvarianten zur Kostenschätzung am Beispiel der Kanalisation | 129 |
| 6.3.7.2 | Modell aus vorhandenen Projektdaten für DN 200 - 800..... | 130 |
| 6.3.7.3 | Modell aus Einheitspreisen | 133 |
| 6.3.8 | Literaturwerte und Angaben von Ingenieurbüros bei Kanalisationen | 136 |
| 6.3.8.1 | Herkömmliche Bauweise (offene Bauweise) | 136 |
| 6.3.8.2 | Automatisierte Verlegeverfahren | 138 |
| 6.3.8.3 | Kostenkennwerte von Ingenieurbüros..... | 141 |
| 6.3.9 | Vergleich und Wertung der Datenauswertung mit den Literaturwerten | 142 |
| 6.4 | Sonderbauwerke und Anlagen zur Regenwasserbehandlung | 143 |
| 6.4.1 | Datenerhebung Kostenkennwerte von Regenüberlaufbecken | 143 |
| 6.4.2 | Datenerhebung Kostenkennwerte von Abwasserpumpwerken | 146 |
| 6.4.3 | Literaturwerte und Angaben von Ingenieurbüros..... | 148 |
| 6.4.3.1 | Gesamtbetrachtung | 148 |
| 6.4.3.2 | Regenüberlaufbecken und Stauraumkanäle | 149 |
| 6.4.4 | Vergleich und Wertung der Datenauswertung mit den Literaturwerten bei Anlagen zur Regenwasserbehandlung | 152 |
| 6.5 | Sanierung von Kanalisationen | 153 |
| 6.5.1 | Wirtschaftlichkeit bei der Kanalsanierung..... | 153 |

| | | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.5.2 | Datenerhebung Kostenkennwerte und -strukturen zur Sanierung von Kanalisationen..... | 154 |
| 6.5.3 | Literaturwerte und Angaben von Ingenieurbüros für Sanierungsmaßnahmen von Kanalisationen | 158 |
| 6.5.4 | Vergleich und Wertung der Datenauswertung mit den Literaturwerten bei der Kanalsanierung..... | 161 |
| 6.6 | Fortschreibung des Datenmaterials | 162 |
| 7 | SONSTIGE VORHABEN VON VERBÄNDEN UND GREMIEN..... | 163 |
| 7.1 | Aktuelle Arbeiten der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV)..... | 163 |
| 7.2 | Untersuchung des BWK: "Kosten der Abwasserreinigung im internationalen Vergleich"..... | 166 |
| 7.3 | Benchmarking..... | 166 |
| 8 | WERTUNG, ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK | 167 |
| 9 | LITERATUR..... | 171 |
| 10 | VERZEICHNISSE..... | 175 |
| 10.1 | Abbildungsverzeichnis..... | 175 |
| 10.2 | Tabellenverzeichnis | 179 |
| 11 | ANHANG..... | 181 |
| 12 | STICHWORTVERZEICHNIS..... | 189 |

Vorwort

Als wichtige Voraussetzung für eine langfristig kostengünstige Abwasserentsorgung müssen u.a. zu erwartende Investitionskosten für neue und zu sanierende Abwasseranlagen möglichst frühzeitig und wirklichkeitsnah abgeschätzt werden. Kommunen können so ihre Haushalte richtig und vorausschauend planen, Planer durch Variantenvergleich günstige Vorschläge entwickeln sowie Prüfer durch kritische Wertung auf zweckmäßige und wirtschaftliche Lösungen dringen. Um die Grundlagen hierfür auf den neusten Stand zu bringen, wurde das Institut für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München vom Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft im Auftrag des Freistaates Bayern beauftragt, in dem Vorhaben „Spezifische Investitionskosten bei kommunalen Kläranlagen- und Kanalbauteilen“ aktuelle Daten zu ermitteln.

In der Untersuchung wurden abgerechnete Investitionskosten aus in den letzten Jahren durchgeführten Baumaßnahmen von Kläranlagen, Kanalneubau- und -sanierungsmaßnahmen, Abwasserpumpwerken und Regenwasserbehandlungsanlagen erhoben, auf spezifische Kosten umgerechnet und einen einheitlichen Kostenstand von 1999 gebracht. Die Gesamtsumme der Investitionskosten aller untersuchten Projekte betrug über 420 Mio. DM. Die Ergebnisse sind als Mittelwerte mit ihrem Schwankungsbereich in Kurven und Funktionen dargestellt. Es sind Hinweise angegeben, wie die Daten auf einen anderen, zukünftigen Kostenstand prognostiziert werden können. Damit liegt nun eine umfangreiche, praxisbezogene, aktuelle Zusammenstellung wichtigster Kostengrößen von kommunalen Abwasseranlagen vor, die interessierten Kommunen und Fachleuten zur Verfügung gestellt werden kann.

Die gewonnenen Daten waren u.a. auch eine Grundlage für die Festlegung der Kostenrichtwerte in der neuen Richtlinie für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben des Freistaates Bayern RZWas 2000. In einem eigenen Kapitel sind die Werte der RZWas 2000 den Werten der Erhebung gegenüber gestellt.

Allen, die am Zustandekommen dieser Arbeit mitgewirkt haben, sei herzlich gedankt, insbesondere Herrn Dipl.-Ing. E. Reicherter von der Universität der Bundeswehr München, der die umfangreichen Erhebungen und Auswertungen durchführte sowie den Herren Baudirektoren Dr.-Ing. E. Meißner, J. Riedl und

P. Schleypen aus der Bayer. Wasserwirtschaftsverwaltung, die das Vorhaben mit Rat und Tat laufend begleiteten. Besonderer Dank gilt auch allen Ingenieurbüros, Abwasserverbänden und Kommunen, die für das Projekt Planungsunterlagen bereitstellten.

Neubiberg/München im Januar 2001

Prof. Dr.-Ing. F.W. Günthert
Institut für Wasserwesen
Universität der Bundeswehr München

Prof. Dr.-Ing. A. Göttle
Präsident des Bayerischen
Landesamtes für Wasserwirtschaft
München

1 Einleitung

Die Diskussion über das Kostensparen in der Abwasserbeseitigung stellt in vielen Fällen die Abwasserreinigung als Primärziel dar. Dabei wird häufig übersehen, dass der Hauptanteil der Kosten im Kanalbereich liegt. Bei der öffentlichen Abwasserentsorgung betragen die Herstellungskosten der Abwasserreinigungsanlage etwa 20 – 30 % und die der Kanalisation etwa 70 – 80 % der Gesamtherstellungskosten. Bei den Abwassergebühren resultieren etwa ein Drittel aus den Kosten der Abwasserreinigung und etwa zwei Drittel aus denen der Kanalisation. Maßnahmen zur Kostensenkung greifen also am wirksamsten im Bereich der Kanalisation [19].

Im jeweiligen Einzelfall ist die Anwendung von kostensparenden Maßnahmen und deren kostenmäßigen Auswirkungen auf die gesamte Abwasserwirtschaft, bestehend aus Abwasserableitung, -reinigung, Niederschlagswasserbehandlung und -beseitigung, zu sehen.

Das Ziel einer Planung muss die wirtschaftlichste Lösungsvariante sein. Diese setzt sich aus den Investitions- und Betriebskosten zusammen. Um die Kosten einer neuen Planung und möglicher Alternativen in Kosten bewerten zu können, greift der Planer meist auf eigene Erfahrungswerte zurückliegender Projekte oder allgemein zugängliche Kostenkennwerte zurück. Diese sind meist nur wenig detailliert und gehen auf die örtlichen Randbedingungen, Verfahrenstechnik, u.a. kaum bzw. nicht ein. Das Datenmaterial ist meist nicht ausreichend, um die wirtschaftlichste Planungsvariante auszuwählen und diese für den Bürger, der die Kosten durch seine Abgaben trägt, so gering wie möglich zu halten.

Die Bayerische Wasserwirtschaftsverwaltung benötigt im Rahmen ihrer Gutachter- und Beratertätigkeit für die kommunale Abwasserbeseitigung sowie für die Ermittlung zukünftig noch erforderlicher Zuwendungen aktuelle Unterlagen über spezifische Baukosten von Abwasseranlagen. Diese Unterlagen sollen aus einer Vielzahl von in Bayern ausgeführten Anlagen zusammenfassend erhoben und auf einen gleichartigen Bewertungsstand gebracht werden. Das Ergebnis des Entwicklungsvorhabens soll der Bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung die Beratung, Bearbeitung und Prüfung von Planungen erleichtern.

2 Aufgabenstellung des Untersuchungsvorhabens

Die Bedeutung der Beiträge und Gebühren für Ver- und Entsorgung nimmt bei den allgemein steigenden Lebenshaltungskosten immer mehr zu. Diese Abgaben, die kostendeckend sein müssen, werden vom Bürger als Belastung empfunden und kritisch betrachtet. Nach einer ATV-Umfrage über Abwassergebühren im Jahre 1994 betragen durchschnittlich die Gesamtbetriebskosten 25,9 %, die Personalkosten 16,4 % und die kalkulatorischen Kosten aus den Baukosten 54,4 %. Die Kommunen müssen zusätzliche Aufgaben übernehmen, so dass für Investitionen und Unterhaltung von Maßnahmen der Ver- und Entsorgung von Wasser und der Abfallwirtschaft das Haushaltsvolumen mehr und mehr eingeschränkt wird. Diese Kosten müssen und werden daher zunehmend über Beiträge und Gebühren vom Bürger aufgebracht werden.

Eine Entlastung der Bürger durch eine staatliche Förderung der Investitionskosten dieser Maßnahmen wird infolge der vielfältigen Verpflichtungen und Aufgaben des Staates und wegen der weitgehend abgeschlossenen Ersterschließung (Anschlussgrad an Kanalisation in Bayern ca. 90 %) voraussichtlich künftig nicht mehr in dem Maße erfolgen können wie bisher.

Auch künftig werden weitere Investitionen für die Abwasserbeseitigung und -behandlung notwendig werden. Diese Investitionen (derzeit über 2 Mrd. DM jährlich) müssen einerseits für die aus Gründen des Gewässerschutzes noch erforderlichen Erstanschlüsse an Kanalisation und Kläranlage aufgebracht werden und andererseits, um die bestehenden Anlagen aus bautechnischen oder aus den gestiegenen rechtlichen Anforderungen, z.B. auf Grund der Vorgaben der EG zu sanieren bzw. zu ertüchtigen.

Die in der Planung ermittelten Baukosten sind die Grundlage sowohl für die Bemessung des Honorars des Planers als auch für eine staatliche Förderung. Sie müssen möglichst genau ermittelt werden. Basis für die Kostenschätzung sind i.d.R. Erfahrungswerte von vorausgegangenen, ausgeführten Vorhaben bzw. allgemein verfügbare Kostenangaben. Der zur Verfügung stehende Umfang und dessen Aufgliederung, die Repräsentanz und Aktualität des verwendeten Datenmaterials ist ausschlaggebend für die Güte und Genauigkeit der Kostenschätzung. Da die Planer ihre Erfahrungswerte aus nach Anzahl, Art und Zeitpunkt der Ausführung unterschiedlichen Projekten beziehen, ist diese Basis sehr unterschiedlich. Erhebungen über Bau- und Betriebskosten liegen zwar vor und geben gute Anhaltswerte und einen Kostenrahmen, sind jedoch zu wenig differenziert, gehen auf die Randbedingungen wie örtliche Verhältnisse, Abwasseranfall und -beschaffenheit, Einleitungsbedingungen u.a. kaum bzw. nicht ein.

Derzeitige Grundlagen der Kostenermittlung

- a) eigene, ausgeführte Baumaßnahmen:
 - Ausschreibungsergebnisse
 - Abrechnungen

- b) allgemein verfügbare Kostenangaben
 - Firmenangebote, -unterlagen
 - Literatur, Erhebungen von Fachverbänden wie z.B. ATV, Universitäten, großen Verbänden (Ruhrverband, Emschergenossenschaft/ Lippeverband u.a.), Behörden u. Sonstigen

Die unter a) genannten Grundlagen hängen maßgebend von Art, Anzahl und Zeitpunkt der ausgeführten und abgerechneten Vorhaben des Planers ab. Entscheidend hierbei ist, ob dem Planer für die jeweilige Kostenschätzung ausreichende Vorhaben zur Auswertung zur Verfügung stehen, die repräsentative Daten liefern und auf die jeweiligen Randbedingungen übertragbar sind.

Daneben sind immer allgemein verfügbare Kostenangaben, die unter b) genannt sind, einzuholen, mit in die Kostenschätzung einzuarbeiten bzw. als Plausibilitätskontrolle zu verwenden. Diese Kostenangaben können jedoch immer nur ergänzend angesetzt werden, da sie nicht für alle Bauteile und Bauaufgaben zur Verfügung stehen, die Randbedingungen nicht oder zu wenig berücksichtigen, teilweise nicht im Wettbewerb ermittelt wurden und die jeweiligen Vorgaben nicht mit einbeziehen.

Hieraus ist zu erkennen, dass derzeit meist nur Größenordnungen der zu erwartenden Investitionskosten ermitteln werden können. Die Streubreite der Kostenangaben macht deutlich, dass diese Art von Kostenauswertungen zwar tendenzielle Aussagen zulässt, für die Genauigkeit einer Kostenschätzung jedoch nicht immer ausreichend ist. Dies wird besonders deutlich, wenn der Bereich der Ausbaugrößen bei Kläranlagen unter 50.000 EW Ausbaugröße betrachtet wird, der in Bayern den Hauptanteil der noch zu bauenden, bzw. zu sanierenden Kläranlagen ausmacht, wo der Streubereich bis 100 % Schwankung beinhaltet.

Bisherige Untersuchungen des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft

Untersuchung von 1984

Um der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung aktuelle Erfahrungswerte über Gesamtinvestitionskosten und Kosten wesentlicher Bauteile geben zu können, wurden im Jahre 1982 Ingenieurbüros gebeten, dem Bayerischem Landesamt für Wasserwirtschaft abgerechnete Baukosten ausgewählter, neu erstellter Kläranlagen mitzuteilen. Für die Untersuchung wurden Kläranlagen aus den Baujahren 1978 bis 1982 berücksichtigt.

Es wurden 4 Anlagenarten unterschieden:

- Belebungsanlagen mit gemeinsamer aerober Schlammstabilisation
- Tropfkörperanlagen mit Schlammfäulung
- Belebungsanlagen mit Schlammfäulung
- Anlagen mit biologisch zweistufigen Teilen und Schlammfäulung

Es wurden die Gesamtkosten und Kosten des maschinen- sowie elektrotechnischen Teils getrennt ermittelt und ausgewertet. Die Untersuchung wurde für unterschiedliche Reinigungsstufen und Anlagenteile durchgeführt. Die Kostenangaben werden hier nicht weiter erläutert, da sie stark von den derzeitigen Preisen abweichen. Die Untersuchung war zum damaligen Zeitpunkt die detaillierteste ihrer Art in Bayern [11].

Untersuchung von 1991

Um eine Aktualisierung der 1984 erhobenen Daten mit geringen Aufwand durchzuführen, wurde auf Kostenvoranschläge in Entwürfen von Ingenieurbüros zurückgegriffen. Insgesamt konnten 15 Planungen aus ganz Bayern aus den Jahren 1988 bis 1990 ausgewertet werden. Es wurden folgende Anlagenteile untersucht:

Rechen, Sandfang, Belebungsbecken, Vorklär- und Nachklärbecken, Faulbehälter, Gasbehälter, Schlammstapelbehälter, Fällung, Elektroinstallation, Mess- und Regeltechnik und Betriebsgebäude.

Die spezifischen Gesamtkosten (ohne Kosten für Grunderwerb und Planung) belaufen sich für Anlagen mit einer Ausbaugröße bis 20.000 EW auf 700 bis 1200 DM/EW, bis 40.000 EW auf 400 DM/EW und über 50.000 EW auf rund 350 DM/EW. Die Untersuchungen 1984 und 1991 ergeben, dass die Preise in den Jahren 1978-1982 bei etwa der Hälfte der Kosten von 1988 - 1990 liegen [51].

Untersuchungsprogramm zur Ermittlung neuer Grundlagen

Ziel dieses Untersuchungsprogramms zur Kostenermittlung war es, die Datenbasis detaillierter zu erheben, um eine genauere Kostenschätzung und -prüfung vornehmen zu können und damit das "Wagnis" des Planers zu minimieren. Die Datenerhebung soll eine spätere Fortschreibung ermöglichen.

Für die Wirtschaftlichkeit einer Abwasseranlage ist die Optimierung von Bau- und Betriebskosten erforderlich. Die vorgesehene Untersuchung soll jedoch keine Wirtschaftlichkeitsstudie werden, sondern in einem ersten Schritt eine Erhebung der Baukosten von Abwasseranlagen, als Grundlage für Kostenschätzungen, Prüfung von Bauentwürfen und u.U. neuer Förderrichtlinien.

Die Baukosten sollen für öffentliche Abwasseranlagen, bestehend aus Abwasserableitung mit Regenwasserbehandlung und Abwasserreinigung einschließlich Schlammbehandlung erhoben werden. Eine Gesamtkostenbetrachtung für öffentliche und private (Hausanschlüsse u.a.) Abwasseranlagen ist nicht vorgesehen, da private Abwasseranlagen zu sehr einzelfallbezogen sind und nur bedingt allgemeingültige Aussagen zulassen.

Im Bereich Abwasserableitung sollen nach folgenden Kriterien für folgende Bauteile die Baukosten erhoben werden:

- Entwässerungssystem (Misch-, Trenn-, modifiziertes System)
- Entwässerungsverfahren (Freispiegel-, Druckverfahren)
- Rohrmaterialien
- Randbedingungen (Bodenklasse, Besiedelung, Oberfläche, Grundwasserstand u.a.)
- Bauteile (Kanal, Bauwerke, Pumpwerke, Sonderbauwerke, Spüleinrichtungen u.a.)
- Maschinen-, Elektro- und Regelungstechnik

Im Bereich der Abwasserreinigung sollen nach folgenden Kriterien für folgende Bauteile die Baukosten erhoben werden:

- Ausbaugröße (EW, Q) und Auslastungsgrad (Trockenwetter, Regenwetter)
- Abwasserbeschaffenheit (häuslich, gewerblich, Misch-, Trennsystem)
- Reinigungsleistung (Parameter, geforderte Qualität)
- Reinigungsverfahren (Belebung, Tropfkörper, einstufig, mehrstufig u.a.)
- Behandlungsstufen (mechanisch, biologisch, weitergehende)
- Schlammbehandlungsverfahren (aerob, anaerob, Entwässerung, Trocknung)
- Maschinen-, Elektro- und Regelungstechnik

Soweit als möglich sollen hierbei folgende Einflussfaktoren auf die Kosten quantitativ miterfasst werden:

- Organisation und Durchführung der Planung, Ausschreibung und Ausführung (Ing.-Büro, Generalunternehmer, Projektmanagement u.a.)
- Kläranlagenstandort in Bezug auf das Entwässerungsgebiet (zentrale - dezentrale Entsorgung)
- Abweichungen von technischen Regeln (DIN, ATV u.a.)
- Planungsreserven
- Sonderbauweisen, -verfahren
- sonstige Randbedingungen (z.B. Baukonjunktur)

Die Erhebung der Daten sollte im ersten Schritt auf der Grundlage der Datenerfassung der Bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung anhand ausgeführter, abgerechneter und mit Verwendungsnachweis geprüfter Vorhaben erfolgen. Hierbei sollten die Unterlagen des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, der Wasserwirtschaftsämter und der Vorhabens- und Leistungsdatei Wasserwirtschaft (WAL) der Wasserwirtschaftsverwaltung erhoben und ausgewertet werden. Ergänzend hierzu sollen im zweiten Schritt bei Ingenieurbüros, Kommunen und Zweckverbänden Planungs- und Kostendaten sowie Einflussfaktoren erfasst werden. Die Kostenerhebung sollte sich auf Anlagengrößen unter rd. 100.000 EW beschränken, da hier der größte Bedarf für Ersterschließung und Sanierung sein wird. Die Daten sollten alle mit dem Preissteigerungsindex auf das gleiche Bezugsjahr hochgerechnet werden.

3 Erfahrungen bei der Erhebung des Datenmaterials

3.1 Auswahl von Projekten

Zu Beginn des Projektes wurde versucht über die Vorhabens- und Leistungsdatei Wasserwirtschaft (WAL) der Wasserwirtschaftsverwaltung in Bayern Kosten über gebaute Projekte zu bekommen. In der WAL wird keine Trennung zwischen Kläranlagen und Kanalisation gemacht. Es können nur allgemeine Aussagen getätigt werden. Die WAL beinhaltet Angaben zu Gesamtbaukosten, Volumenangaben (Kanalisation: Längenangabe; bei Kläranlagen: angeschlossenen Einwohner) und alle Finanzierungsdaten. Mit den vorhandenen Daten wäre eine grobe/erste Kostenschätzung möglich, aber ohne jegliche Randbedingungen. Die WAL konnte demnach für das Forschungsvorhaben nur als Werkzeug zur Auswahl geeigneter Projekte verwendet werden. Wenn die WAL künftig für Kostenauswertungen verwendet werden soll, müssten die eingehenden Daten ergänzt werden.

Um an weitere geeignete Projekte für die Kostenuntersuchung zu kommen, wurde über das Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) und dem Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft (LfW) Kontakt mit den Wasserwirtschaftsämtern aufgenommen. Hierbei wurden zuerst die WWÄ in der näheren Umgebung von München befragt (WWA München, Freising, Weilheim, Ingolstadt). Bei den einzelnen WWÄ lagen für abgerechnete Projekte der Verwendungsnachweis und einige Projektunterlagen vor. Diese Angaben gaben einen schnellen und guten Überblick über das Projekt. Da aber für die Kostenuntersuchung detaillierte Unterlagen benötigt wurden, musste deshalb direkt auf die jeweiligen Planer zugegangen werden. Dort konnten Leistungsverzeichnisse (Schlussrechnungen) und Pläne in gewünschter Form eingesehen und ausgewertet werden. Die gestellten Ziele die Einflussfaktoren und Randbedingungen bei Baumaßnahmen herauszuarbeiten und zu quantifizieren, stieß bei allen Beteiligten (WWÄ, Ing.-büros, Verbände, Kommunen, etc.) auf größtes Interesse. Bis auf wenige Ausnahmen waren die planenden Ingenieurbüros sehr hilfsbereit und unterstützten das Projekt uneingeschränkt.

Die Leistungsverzeichnisse der einzelnen Ingenieurbüros waren z.T. sehr unterschiedlich gegliedert. Bei den Leistungsverzeichnissen für Abwasserkanalisationen konnten die Kosten auf die gewählte Kostenstruktur sehr gut aufgeteilt werden. Bei Kläranlagen konnte dies nicht immer eindeutig realisiert werden. Wegen der Zusammenfassung von Positionen

und Massen in den Leistungsverzeichnissen und Abrechnungsunterlagen konnten die Kosten in einer Nachkalkulation oft nur schwer wieder auf einzelne Anlagenteile aufgeteilt werden. Hier ergaben sich große Unterschiede bei dem Vorgehen der einzelnen Planer.

Bei Funktionalausschreibung oder Vergabe durch einen Sondervorschlag ergaben sich für ein oder mehrere Gewerke nur noch ein Gesamtpreis. Dies war hauptsächlich bei Kläranlagen zu beobachten. Einzelne Randbedingungen konnten dann im nachhinein nicht mehr herausgerechnet werden.

3.2 Schwankungsbreiten einzelner Kostenarten und deren Beurteilung

Die Untersuchungen des Forschungsvorhabens ergaben für die einzelnen Kostenarten unterschiedlich große Schwankungsbreiten. Die Schwankungsbreiten waren z.T. größer als erwartet. Deshalb soll hier erläutert werden, welche Schwankungsbreiten als „natürlich“ angesehen werden müssen.

Neben den konjunkturellen und örtlichen Einflüssen auf die Investitionskosten hatten die Gestaltung der Ausschreibungsunterlagen durch die Planer und die unterschiedliche Gewichtung der einzelnen Positionen des Leistungsverzeichnisses durch die Bauunternehmungen einen entscheidenden Einfluss auf die Investitionskosten. Je nach Gestaltung der Ausschreibungsunterlagen war eine Umsortierung der vorhandenen Kosten auf die Kostengliederung des Projektes erforderlich. Somit entstanden aufgrund unterschiedlicher Gliederung der Leistungsverzeichnisse natürliche Schwankungsbreiten von spezifischen Investitionskosten, die durch die Datenaufbereitung hingenommen werden mussten. Hierbei spielte die Kostenart Baustelleneinrichtung und deren unterschiedliche Gewichtung eine entscheidende Rolle.

Aus einer unterschiedlichen Gewichtung der Kostenart Baustelleneinrichtung durch die Bauunternehmungen und den daraus resultierenden Verschiebungen bei den restlichen Kostenarten ergaben sich „natürliche Mindestschwankungsbreiten“. Da einige Ausschreibungsunterlagen nicht nur in Kostenarten für die einzelnen Gewerke (z.B. Belebungsbecken, Nachklärbecken) gegliedert waren, sondern auch noch andere Kostenarten beinhalteten (z.B., Baustelleneinrichtung, Stundenlohnarbeiten) konnten diese Kostenarten z.T. 30% der gesamten Kosten betragen. Im Untersuchungsvorhaben wurden deshalb diese Kostenarten auf die einzelnen Gewerke/Kostenarten verteilt. Dabei wurden diese Kosten entsprechend dem Verhältnis der einzelnen Kosten an den Gesamtkosten zugeteilt. Deshalb müssen sicherlich Schwankungen bis zu 10% durchaus als natürlich angesehen werden. Eine vordefinierte Grundgliederung von Bauprojekten würde hier sicherlich weiterhelfen (siehe dazu Abschnitt 7.1, Arbeiten der ATV)