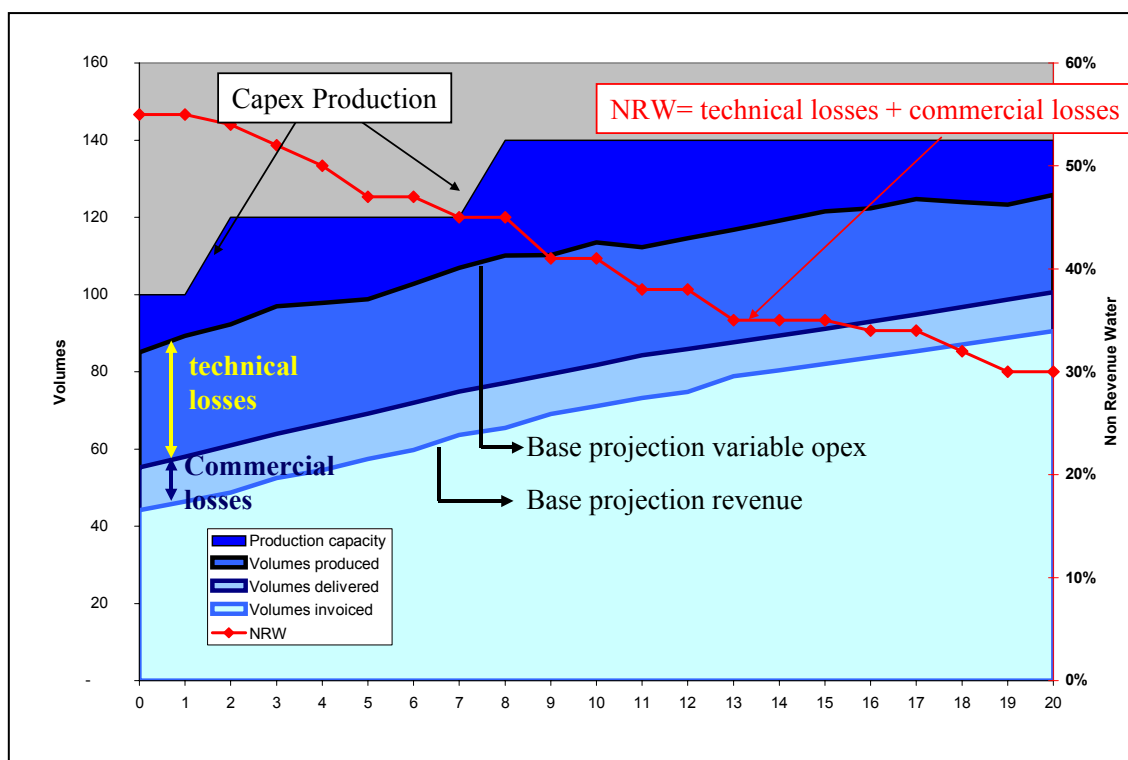


# Vertiefende Untersuchung und exemplarische Anwendung von ökonomischen Methoden und Kalkulationsgrundlagen der Abwasserklärung

Karl-Ulrich Rudolph, Michael Harbach

Institut für Umwelttechnik und Management an der  
Universität Witten/Herdecke gGmbH



Zuwendungsempfänger (ZE): Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke gGmbH, Witten	Förderkennzeichen: 02 WA 0736
Vorhabensbezeichnung: (Thema) <b>Verbundprojekt "Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet Abwasser",          Kernprojekt C „Simulation und Konzepte der Abwasserbehandlung“,          Teilprojekt C0 „Vertiefende Untersuchung und exemplarische Anwendung von ökonomischen Me-          thoden und Kalkulationsgrundlagen der Abwasserklärung und Koordinierung des Kernprojektes C“</b>	
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2006 – 31.12.2009	Berichtszeitraum: 01.05.2006 - 31.12.2009

Das in diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02WA0736 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	5
2	Vorgehensweise.....	6
3	Zum Kostenbegriff in der Abwasserentsorgung .....	7
3.1	Betriebswirtschaftliche und andere Kosten .....	7
3.2	Verbindliche versus unverbindliche Kosten.....	8
3.3	Die einzelnen Kostenarten in der Abwasserentsorgung.....	9
3.4	Fixkosten und variable Kosten .....	10
3.5	Die Kostenanteile der Abwasserentsorgung .....	11
3.6	Kosten und Ausgaben .....	12
3.7	Kosten und Preise, Entgelte, Tarife und Gebühren.....	14
3.7.1	Kosten und Preise .....	14
3.7.2	Entgelte, Tarife und Gebühren.....	16
4	Gesamtwirtschaftliche Einflussfaktoren.....	16
4.1	Außenwirtschaftliche Aspekte .....	17
4.1.1	Wechselkursschwankungen .....	17
4.1.2	Reinvestitionskosten.....	19
4.1.3	Devisenhaushalt .....	20
4.2	Inflation.....	23
5	Volkswirtschaftliche Betrachtung.....	25
5.1	Arbeitsmarkt .....	26
5.1.1	Statistik spiegelt nicht immer die Wirklichkeit wider .....	26
5.1.2	Arbeitsmarktpolitischer Nutzen von Infrastrukturinvestitionen .....	28
5.2	Subventionen .....	29
5.2.1	Preis ungleich Kosten .....	29
5.2.2	Wiederverwendung von Abwasser .....	30
6	Methoden und Richtwerte zur Kostenberechnung .....	30
6.1	Wahl der Methode .....	30

6.2	Richtwerte zur Kostenberechnung.....	31
6.3	Griffweise Kostenschätzung, Kostenermittlung und Kostenberechnung .	33
7	Übertragbarkeit deutscher Richtlinien .....	35
7.1	Humankapital .....	35
7.2	Technische und kalkulatorische Lebensdauer.....	37
8	Angepasste Kostenkurven .....	38
8.1	Literaturwerte .....	38
8.2	Modifizierung der Funktionen .....	39
9	Berücksichtigung von Unsicherheiten .....	40
9.1	Die Sensitivitätsanalyse.....	41
9.2	Vorgehensweise .....	41
10	Kalkulationsschema für Businesspläne .....	43
10.1	Programm zur Kostenkalkulation bei Abwasserprojekten .....	43
10.1.1	Aktuell erhältliche Programme von Drittanbietern.....	43
10.1.2	WatsanPCC.....	45
10.2	Anwendung auf ein Fallbeispiel.....	48
	Literaturverzeichnis .....	53
	Anhang .....	55

# 1 Einleitung

Bei der Entscheidung zu Technologien, Baukonzepten und letztlich auch Lieferanten für die Abwasserklärung kommt es als Erstes darauf an, die technischen Gegebenheiten unter den länderspezifischen Bedingungen angemessen zu berücksichtigen. Die wissenschaftlichen Grundlagen dazu werden mit den Kernprojekten A (Abwasserbehandlung) und B (Hygienisierung und Wasserwiederverwendung) im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts "Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Wasserver- und -entsorgung, Teil 2 - Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung" aufgearbeitet.

Die vorliegende Arbeit komplettiert das BMBF-Verbundprojekt mit seinen ansonsten vorwiegend technisch ausgerichteten Einzelprojekten um die (unverzichtbare) ökonomische Komponente. Sie stellt sicher, dass die ökonomischen methodischen Grundlagen und erhobenen ökonomischen Daten fachgerecht und unter Berücksichtigung der länderspezifischen Bedingungen erhoben und verarbeitet werden, und dass evtl. fehlende ökonomische Daten ergänzt werden.

Dabei geht es nicht darum, die bereits vorhandenen wissenschaftlichen Grundlagen der Ökonomie zu repetieren. Vielmehr konzentriert sich die Arbeit auf die Anpassung an die länderspezifischen Verhältnisse sowie auf jene Teilthemen von herausragender Bedeutung, für welche ein hoher Bedarf erkennbar ist und für welche die ökonomisch-wissenschaftlichen Grundlagen *anwendungsorientiert* noch nicht vorliegen.

Im Endergebnis kommt es stets darauf an, die bestgeeignete Abwasserbehandlungstechnologie oder -konzeption zu entwickeln, auszuwählen, anzuwenden. Das muss letztlich durch eine *ökonomische Abwägung von Kosten und Nutzen* gerechtfertigt werden, wobei die Input-Daten selbstverständlich auf einem technisch abgesicherten Fundament stehen sollen.

Insoweit beinhaltet die vorliegende Arbeit die Komplettierung der übrigen ingenieurtechnischen Projekte des BMBF-Verbundprogramms zu einem ökonomisch abgesicherten Gesamtprojekt.

Ziel des Projektes ist es hingegen nicht, eine ausführliche Diskussion oder gar detaillierte Anleitung für eine makroökonomische und finanzielle Projektbewertung zu bieten. Diese Methoden sind eher für Großprojekte geeignet, die von den multinationalen Geberinstitutionen wie Weltbank, Europäische Investmentbank oder auch Asian Development Bank initiiert werden. Bei weitergehenden Interessen

des Lesers hierzu möchten wir auf die im Literaturverzeichnis aufgeführten Werke der Weltbank (1996) und der Asian Development Bank (1999) verweisen.

Die Betonung dieses Forschungsvorhabens liegt vielmehr darauf, dem Praktiker eine aktualisierte und aufbereitete Sammlung von ökonomischen Methoden, Kalkulationsgrundlagen und Definitionen zu liefern, die es ihm ermöglichen, eine objektive Entscheidung bei der Auswahl von Projektalternativen zu treffen. Außerdem soll auf Probleme und Besonderheiten bei ökonomischen Bewertungen und Analysen hingewiesen werden, die häufig als nicht unmittelbar mit dem Projekt in Verbindung stehend angesehen und daher vielfach nicht beachtet werden.

## **2 Vorgehensweise**

Eine differenzierte Kostenbetrachtung einschließlich der Analyse von Ursache-Wirkungsbeziehungen ist in der weltweiten Abwasserentsorgung bislang vernachlässigt worden. Investitions- und Betriebskosten für Kanäle und Kläranlagen wurden bisher als unveränderbare und von standardisierten Richtlinien (wie sie von Abwasserverbänden in vielen Ländern veröffentlicht werden) vorgegebene Größen angesehen. Darüber hinaus fehlt es an einer einheitlichen Sprachregelung sowie an einem kritischen Überprüfen längst erprobter und allgemein angewandter betriebswirtschaftlicher Praktiken.

Der nachfolgende Beitrag überträgt zunächst den betriebswirtschaftlichen Kostenbegriff auf die Abwasserwirtschaft sowie die Kostenentstehung und differenziert nach einzelnen Kostenfaktoren. Anschließend werden unter Berücksichtigung länderspezifischer Verhältnisse Anleitungen für eine realistische und fachgerechte Kostenprognose und -ermittlung gegeben. Unter Berücksichtigung der zunehmenden internationalen Ausrichtung deutscher Ingenieurbüros wurden die betriebswirtschaftlichen Kostengrößen um das englische Pendant ergänzt. Eine Darstellung volkswirtschaftlich (makroökonomisch) relevanter Parameter ergänzt die betriebswirtschaftliche Seite.

Kapitel 7 bis 9 nennen abschließend einige Richtwerte und geben Hinweise auf bei Kostenrechnungen von Abwasserprojekten zu beachtende Punkte.

### 3 Zum Kostenbegriff in der Abwasserentsorgung

In der Abwasserwirtschaft wird der Kostenbegriff nicht einheitlich verwendet. Die unterschiedliche Handhabung der einzelnen Kostenbegriffe führte bei manchen Diskussionen schon zu einem Sprachgewirr babylonischen Ausmaßes. Bestes Beispiel sind die Betriebskosten, unter denen manche Planer ausschließlich diejenigen Kosten verstehen, die für den Betrieb einer Kläranlage anfallen: Fällungs- und Reinigungsmittel, Treibstoff für Generatoren etc. Andere wiederum bezeichnen sämtliche Kosten einer Kläranlage mit Betriebskosten, d.h. sie beziehen u.a. auch die Personalkosten und den Schuldendienst mit ein – eine Aufstellung, die dritte eher als laufende jährliche Kosten bezeichnen würden. Um Begriffsklarheit zu schaffen werden im Folgenden die unterschiedlichen Kostenbegriffe erläutert (eine ergänzende Definition betriebswirtschaftlicher Begriffe findet sich im Anhang, in Anlehnung an DWA).

#### 3.1 Betriebswirtschaftliche und andere Kosten

Unter betriebswirtschaftlichen Kosten versteht man im Allgemeinen die Kosten, die zur Herstellung, zum Betrieb und zur Finanzierung einer Abwasseranlage erforderlich sind (nachfolgende Definition orientiert sich an der Aufstellung in Gärtner und Rudolph (1998) sowie Gellert und Rudolph (1989)). In der betriebswirtschaftlichen Literatur werden diese Kosten als "bewerteter Verzehr von wirtschaftlichen Gütern materieller und immaterieller Art zur Erstellung und zum Absatz betrieblicher Güter (bzw. Leistungen) sowie zur Aufrechterhaltung der hierfür notwendigen Teilkapazitäten" (Busse von Colbe und Laßmann, 1990) bezeichnet. Kosten sind somit unabhängig von Zahlungsströmen (Auszahlungen und Ausgaben) und lassen sich aus den in der Finanzbuchhaltung eines Unternehmens ermittelten Aufwendungen, unter Berücksichtigung von neutralen Aufwendungen, Zusatzkosten und Anderskosten, ermitteln.

Bezogen auf die Abwasserwirtschaft sind diese Kosten im Einzelnen:

- Herstellungskosten (*production costs*)  
Hierzu gehören auch: aktivierungsfähige Baunebenkosten wie Honorare für Planungsleistungen, Gutachten u.ä., Grundstückserwerb, Vorbereitung des Grundstücks, Anschluss an Strom, Wasser etc., Kosten für ökologische Ausgleichsmaßnahmen, sofern vorgeschrieben;
- Kapitalkosten (*capital costs*)  
Zinsen für aufgenommene Kredite, Abschreibungen;

- Laufende Kosten (*annual costs*)

Löhne und Gehälter für Personal, Energiekosten, Materialkosten, Steuern, Beiträge und Versicherungen, Abwasserabgabe.

Von den betriebswirtschaftlichen Kosten können die gesamtwirtschaftlichen Kosten abgegrenzt werden. Unter diesen Kosten (oder Nutzen) fallen Aufwendungen (oder Erträge), die im Zuge des Produktionsprozesses anfallen und nicht vom Verursacher selbst getragen werden, sondern auf Dritte oder auch auf die Gesellschaft als Ganzes überwältzt werden (in der Literatur auch als volkswirtschaftliche oder soziale Kosten bezeichnet). Diese Kostenfaktoren erscheinen nicht in der Erfolgsrechnung des Unternehmens (Gewinn- und Verlustrechnung). Beispiele für diese Kostenfaktoren sind z.B. Luft- und Wasserverunreinigung, der übermäßige Abbau von Bodenschätzen, die Vernichtung von Pflanzen und Lebewesen, aber auch Erscheinungen des wirtschaftlichen Wachstums wie überoptimale Betriebsgrößen und Monopolisierung mit ihren unerwünschten Nebenerscheinungen.

Im internationalen Projektmanagement sind *CAPEX* und *OPEX* häufig verwendete Begriffe zur Charakterisierung der Projektkosten. Die *CAPEX* (=CAPital EXpenditures) fassen dabei alle jährlichen Ausgaben zusammen, die für die (Re-) Finanzierung eines Projektes anfallen (Tilgungen, Zinszahlungen, Abschreibungen). Die *OPEX* (= OPerational EXpenditures) umfassen die laufenden Ausgaben innerhalb eines Jahres zusammen, die nötig sind um bspw. eine Kläranlage zu betreiben (also Löhne und Gehälter, Energiekosten, Fällmittel etc.).

### 3.2 Verbindliche versus unverbindliche Kosten

Im Rahmen der technischen Ingenieurplanung ist es üblich, dass das Ingenieurbüro auf Basis der angefertigten Planung eine Kostenschätzung durchführt. Weiterhin sollten die Planungsunterlagen nach einschlägigen Empfehlungen (z.B. LAWA, 2005) eine Kalkulation der laufenden jährlichen Kosten enthalten.

Auf Basis dieser Kostengrößen kann eine erste Kostenberechnung erfolgen. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass die vom Ingenieurbüro angegebenen Kostengrößen Schätzkosten sind, für die das Planungsbüro keine Gewährleistung übernimmt<sup>1</sup>. Sollten die tatsächlichen Investitions- oder laufenden Kosten, die sich nach erfolgter Ausschreibung bzw. Inbetriebnahme der Abwasserreinigungsanlage

---

<sup>1</sup> Die Haftung des Planungsbüros ist beschränkt auf die fachgerechte Bearbeitung, aber nicht auf den Ergebniserfolg. Für diesen ist nur der Anlagenersteller (Investition) oder der Betreiber (Betrieb) haftbar.



ergeben, überschritten werden, so hat dies erhebliche Auswirkungen auf die Abwassergebühr.

In Deutschland ist es beispielsweise so, dass das Planungsbüro keine Haftung für die von ihm aufgestellte Kostenschätzung übernimmt und es auf Basis der geltenden Honorarordnung durchaus möglich ist, dass das Ingenieurbüro in eigenem Interesse höhere Baukosten ausweist, ist dies bei der Durchführung der Kostenberechnung unbedingt zu beachten. Es sollten in begründeten Fällen entsprechende Zu- und Abschläge gemacht werden, um zu einem realistischen Ergebnis zu gelangen.

Des Weiteren sollte ebenfalls die derzeitige Auftragslage der Fachfirmen mit berücksichtigt werden. Auch lassen sich viele Auftraggeber von dem Irrglauben leiten, dass sich die Kosten der Bauunternehmen auch zwangsläufig vollumfänglich in den Angebotspreisen widerspiegeln. Dies ist jedoch keineswegs der Fall, denn ähnlich wie bei der Mischkalkulation eines Supermarktes (Sonderangebote als Lockvogel werden häufig unter den Selbstkosten abgegeben) werden die Bauunternehmen im Wettbewerb jeweils die Preise durchzusetzen versuchen, die bei der gegenwärtigen Marktlage erzielbar sind. Dies führt dazu, dass in Zeiten hoher Nachfrage die Angebotspreise in der Regel weit über den Kosten liegen, in Zeiten schwacher Konjunktur können sie jedoch auch unterhalb der Kostenschwellen liegen, da die Unternehmen gebundenes Kapital (Fixkosten) auslasten müssen und nicht nach Belieben Mitarbeiter entlassen können.

Endgültige Aussagen über die tatsächliche Kostenhöhe können erst nach durchgeführter Ausschreibung gemacht werden: Im Rahmen des Ausschreibungswettbewerbs werden die Bieter dazu verpflichtet, unter Wettbewerb verbindliche Festpreise anzubieten, die sie einen bestimmten Zeitraum (z.B. drei Monate) garantieren müssen. Nach erfolgter Ausschreibung kann dann auf Basis der gesicherten und verbindlichen Preise die Kostenberechnung entsprechend angepasst werden.

### **3.3 Die einzelnen Kostenarten in der Abwasserentsorgung**

Die Gesamtkosten der Abwasserentsorgung lassen sich grundsätzlich in Kapitalkosten und laufende jährliche Kosten einteilen. Da für die Aufgaben der Abwasserentsorgung beträchtliche Summen investiert werden müssen (Errichtung von Abwasserreinigungsanlagen und Kanalisationssystemen), entfällt auf die Kapitalkosten zumeist der größte Anteil (von 60 % ± 15 %). Dieser Richtwert gilt für jedes Land. In den meisten Ländern (außer Europa, USA, Japan etc.) dürfte der Kapitalkostenanteil aufgrund der meist geringeren Lohnkosten und Energiepreise noch

sehr viel höher liegen. Allerdings sind die echten Kosten zumeist nicht unmittelbar sichtbar, weil Investitionen aus Entwicklungshilfe finanziert werden, nicht rückzahlbare Budgetmittel fließen, Quersubventionen vorliegen u.a.m.

Neben der Betriebsführung der Kläranlagen fallen auch für die Betriebsführung von Kanälen, Druckleitungen und Pumpwerken Kosten an. Diese bestehen im Wesentlichen aus:

- Personalkosten (*personnel / staff costs*),
- Energiekosten (*energy costs*),
- Materialkosten (*material costs*)
- Entsorgungskosten (Klärschlamm und Rechengut) (*disposal costs*),
- Steuern und Abgaben (z.B. Abwasserabgabe) (*taxes*).

Des Weiteren sind für den Betrieb des Kanalsystems einschließlich Pumpwerke und Druckleitungen Kosten für die Reinigung und Spülung sowie für die in regelmäßigen Abständen durchzuführende Kanalverförmung zur Schadensfrüherkennung zu berücksichtigen, die ebenfalls zu den Betriebskosten gehören.

### **3.4 Fixkosten und variable Kosten**

Da zur Bewältigung der Aufgabe "Abwasserentsorgung" erhebliche Investitionssummen für die Errichtung von Abwasserreinigungsanlagen und Kanalisationen/Druckleitungen erforderlich sind, stellen die Fixkosten den größten Anteil an den Entsorgungskosten dar. Je nach Höhe der Einwohnergleichwerte, Zustand und Ausbaugrad der Abwasserentsorgungsanlagen, Anschlussgrad etc. liegen die Fixkosten zwischen 50 und 90 % der gesamten Abwasserreinigungskosten (Rudolph, 1999a). Unter den fixen Kosten versteht man diejenigen Kostenkomponenten, die unabhängig von der zu reinigenden Abwassermenge anfallen (also wenn theoretisch eine Abwassermenge von 0 m<sup>3</sup> gereinigt wird, fallen die Fixkosten dennoch in voller Höhe an). Die Fixkosten bestehen hauptsächlich aus Kapitalkosten (Zins- und Tilgungszahlungen bzw. Abschreibungen) und fixen jährlichen Kosten.

Die fixen jährlichen Kosten unterscheiden sich von den variablen jährlichen Kosten dadurch, dass sie sich kurzfristig betrachtet, mit Erhöhung oder Verminderung der Abwasserreinigungsmengen nicht verändern. Zum Beispiel sind Personalkosten in der Regel kurzfristig fix (Mitarbeiter könne aus rechtlichen Gründen nicht kurzfristig entlassen werden), langfristig jedoch variable (z.B. Personalfreisetzung durch Sozialpläne, interne Personalumschichtungen etc.).

### 3.5 Die Kostenanteile der Abwasserentsorgung

Teilt man die Abwasserentsorgungskosten in die Bereiche "Abwasserbehandlung" und "Abwassertransport" auf, so hängt die Höhe des jeweiligen Anteils u.a. von folgenden Kriterien ab:

- Ausbaugröße der Kläranlage,
- Besiedlungsdichte,
- Baugrundverhältnisse,
- Entwässerungskonzept,
- Anschlussgrad/Anzahl der angeschlossenen Einwohner an die Kanalisation sowie an die Kläranlage.

Vereinfacht wird vielfach angenommen, dass ca. ein Drittel der Gesamtkosten auf die Abwasserreinigung und ca. zwei Drittel der Entsorgungskosten auf den Abwassertransport entfallen. Diese Faustregel ist jedoch zu einfach. Um belastbare Aussagen über die Kostenverteilung machen zu können, muss das jeweilige Projekt unter Berücksichtigung der jeweiligen Rahmenbedingungen betrachtet werden.

Die Ausbaugröße einer Kläranlage ist für die Reinigungskosten von entscheidender Bedeutung, da die spezifischen Reinigungskosten mit zunehmender Größe sinken (economies of scale). So liegen bei mittleren bis kleinen Kläranlagen die spezifischen Reinigungskosten zwischen 400 und 600 Euro, bei großen Kläranlagen zwischen 200 und 300 Euro. Hernández-Sancho und Sala-Garrido haben diesen Skaleneffekt in einem interessanten Experiment untersucht (Hernández-Sancho und Sala-Garrido, 2005). Die beiden Wissenschaftler der Universität von Valencia haben Daten von 338 Anlagen der Region gesammelt und ausgewertet. Dabei konnten sie obiges Ergebnis bestätigen: Die spezifischen Reinigungskosten sind bei kleinen Anlagen höher, als bei großen. Daraufhin haben sie die Kosten der kleinen Anlagen erneut berechnet. Diesmal jedoch unterstellt, dass die Kleinanlagen mit der gleichen Effizienz arbeiten, wie die großen. Das Ergebnis zeigte, dass nun keine Unterschiede mehr in den Reinigungskosten bestanden. Die Nutzbarmachung dieser Effizienz für Kleinanlagen ist allerdings nur theoretisch möglich, da sie zusammen mit den steigenden Skaleneffekten einhergeht.

Die Kosten für den Abwassertransport werden hauptsächlich von der Bevölkerungsdichte, d.h. der Länge der bis zu der Kläranlage zurückzulegenden Leitungsstrecke, determiniert. Es ist offensichtlich, dass bei dichter Besiedlung in Ballungsräumen (Städte) die spezifischen Abwasserkosten relativ gering sind, da nur rela-

tiv kurze Leitungswege notwendig sind. Im ländlichen, stark zersiedelten Raum (z.B. in ländlichen Regionen in Afrika) ergeben sich relativ hohe spezifische Abwassertransportkosten, da häufig weit auseinander liegende Siedlungen und sogar Einzelhäuser an die Kläranlage angeschlossen werden müssen und hierzu sehr lange, kostenintensive Transportleitungen verlegt werden müssen. Hier stellt sich die Frage, ob eine dezentrale Lösung in solchen Fällen nicht die kostengünstigere Alternative wäre.

Als weitere Einflussgröße auf die Abwassertransportkosten sind die Baugrundverhältnisse (sandige Böden, Stein/Granit), die Höhe des Grundwasserstandes (hohe Errichtungskosten, wenn die Bauarbeiten umfangreiche Wasserhaltungsmaßnahmen erfordern) sowie die zurückzulegenden Höhenunterschiede bzw. die Gefällesituation (Freigefälle erfordern geringe Betriebskosten, sind jedoch nur dort möglich, wo auch natürliches Gefälle ausreichend vorhanden ist) zu nennen.

Grundlegenden Einfluss auf die Kostenverteilung Reinigung/Transport hat das zugrunde gelegte Entwässerungskonzept sowie die hierin enthaltenen Prämissen (z.B. möglichst alle Leitungen im Freigefälle, dezentrale oder zentrale Kläranlage, Mische- oder Trennsystem, überörtlicher Abwassertransport über Druckleitungen).

Bevor ein umfangreiches Investitionsprogramm realisiert wird, sollte in jedem Fall ein Generalentwässerungskonzept aufgestellt werden, in dem die Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten im Detail untersucht und monetär bewertet werden. Das Generalentwässerungskonzept ist fortzuschreiben und ständig auf dem neuesten Stand zu halten.

### **3.6 Kosten und Ausgaben**

Ähnlich dem Problem der unterschiedlichen Verwendung des Begriffes "Betriebskosten" werden auch die Begriffe "Kosten" und "Ausgaben" (vor allem) von Technikern und von Ökonomen unterschiedlich verwendet, von manchen gar synonym (nachstehende Definitionen und das Beispiel orientieren sich an Jacobsen, 2005).

Tatsächlich sind sich die beiden Begriffe sehr ähnlich. Es bestehen dennoch Unterschiede, die nachstehend verdeutlicht werden.

Unter dem Begriff "Ausgaben" versteht der Wirtschaftswissenschaftler den Abfluss von Geldmitteln in einer bestimmten Zeitperiode. Hierbei ist es wichtig, diese Periode präzise zu definieren. Normalerweise beziehen sich die Ausgaben auf den Zeitraum von zwölf Monaten (einem Kalenderjahr). Verständnisprobleme treten jedoch stets dann auf, wenn Gesprächspartner A von einer Periode von bspw.

einem Monat ausgeht, während der Zeitraum bei Gesprächspartner B ein ganzes Jahr ausmacht.

Der Begriff "Kosten" bezeichnet i.d.R. den Geldbetrag, der in Folge einer getroffenen Entscheidung im Moment der Entscheidung abfließt. Anders ausgedrückt: Die Investitionskosten sind die Summe der Ausgaben, die fällig werden, um die Investition umzusetzen.

Während der Begriff "Ausgaben" (ziemlich) präzise ist, zeigt nachfolgendes Beispiel, wie undeutlich der Begriff "Kosten" sein kann:

Für die Verwirklichung eines Projektes sind Investitionen in Höhe von 100 Geldeinheiten (GE) nötig. Die Lebensdauer der Investition beträgt 10 Jahre. Am Ende der 10 Jahre ist der Restwert gleich Null. Jedes Jahr fallen 20 GE für Betrieb und Wartung an (Tabelle 1):

Tabelle 1: Investition A

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Investition	-100									
Betrieb u. Wartung	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20

Es ist leicht nachvollziehbar, wenn die Gesamtkosten dieses Projektes mit 300 GE angegeben werden.

Allerdings ist diese Rechnung nicht sehr vorteilhaft, wie nachstehende Tabelle zeigt:

Tabelle 2: Investition B

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Investition	-290									
Betrieb u. Wartung	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Auch bei diesem Projekt summieren sich die Gesamtkosten zu 300 GE auf. Der Unterschied besteht jedoch darin, dass die einzelnen Ausgaben unterschiedlich ausfallen. So sind für das zweite Projekt viel höhere Anfangsinvestitionen fällig, während die Ausgaben für Wartung und Betrieb sehr gering sind.

Aus diesem Grund ist die Verwendung des Barwertes (engl.: present value) von Vorteil (Rudolph u. Block, 2005). Der Barwert ist der Wert aller zukünftigen Zahlungsströme (negativ (Ausgaben) und positiv (Einnahmen)). Eine allgemein verwendete Formel zur Berechnung des Barwertes lautet

$$BW = \sum_{t=1}^n d_t (1+i)^{-t},$$

wobei  $d_t$  der Zahlungsstrom in Periode  $t$  ist und  $i$  der Kalkulationszinsfuß.

Der Barwert gibt den heutigen Wert einer Investition an. Er hat den gleichen Wert wie die Summe aller mit der Investition zusammenhängenden Zahlungsströme. Mit dem Barwert lassen sich Investitionen vergleichen, bei denen Zahlungsströme zu verschiedenen Zeitpunkten fällig werden.

### **3.7 Kosten und Preise, Entgelte, Tarife und Gebühren**

#### **3.7.1 Kosten und Preise**

Nun ist ferner jedoch auch zu beachten, dass Kosten nicht gleich Preisen sind, d.h. die Kosten für das Gut X nicht immer mit dem Betrag übereinstimmen, der auf der Quittung abgedruckt ist. Grund hierfür sind Marktstörungen, die entweder von einer Regierung oder der private Sektor hervorrufen kann. Zölle, Exportsteuern, Mehrwertsteuer und Subventionen sind beispielsweise bekannte Marktstörungen, verursacht von Regierungen.

Strom, der zu einem geringeren Preis angeboten wird als die Kosten, die für seine Herstellung anfallen, subventioniert implizit die Verbraucher. Sie können so mehr Strom konsumieren und erreichen einen höheren Lebensstandard. Diese implizite Subvention charakterisiert alle Infrastrukturgüter - Trink- und Abwasser, Verkehr, ÖPNV etc.

Also, auch wenn für ein Produkt oder eine Dienstleistung im Rahmen eines Projektes nichts bezahlt wird, heißt das nicht, dass dieses Gut umsonst ist. Genauso wenig bedeutet es aber auch, dass manche Zahlungen zwar finanzielle Kosten darstellen, aber keine ökonomischen. Bei Steuern, wie zum Beispiel der Mehrwertsteuer<sup>2</sup>, liegt nur eine Transferleistung vom Projekt zu der Regierung vor. Kapitel 5 greift diese Unterschiede noch einmal auf.

---

<sup>2</sup> Der Fall sieht anders aus, wenn in einem Sektor nicht alle Teilnehmer der gleichen Steuer unterworfen sind, wie z.B. in Deutschland, wo private Abwasserentsorger mehrwertsteuerpflichtig sind, öffentliche jedoch nicht (Rudolph und Harbach, 2006a).

Der Projektmanager hat zudem bei der Auflistung und Addition der Preise auch noch auf weitere Unterschiede zu achten, insbesondere bei Projekten, bei denen Komponenten importiert werden müssen. Dass Europreise nicht mit Dollarpreisen addiert werden können, ist selbstverständlich. Das methodische Problem besteht vielmehr in einem anderen Punkt.

Für die Preisangabe bei Projekten im Ausland stehen drei verschiedene Währungen zur Auswahl (World Bank, 1996):

- Inländische Währung zu inländischen Preisen
- Inländische Währungen zu "Grenzpreisen"<sup>3</sup>
- Ausländische Währung zu "Grenzpreisen"

Der Unterschied zwischen der Preisangabe in inländischer Währung zu inländischen Preisen und der Preisangabe in ausländischer Währung zu "Grenzpreisen" ist leicht verständlich. Für einen deutschen Importeur britischer Produkte erfolgt die Preisangabe in inländischer Währung zu inländischen Preisen in Euro, die Preisangabe in ausländischer Währung zu "Grenzpreisen" in Pfund.

In Freihandelszonen oder bei bilateralem Handel zwischen Ländern ohne Ein- und Ausfuhrbeschränkungen entspricht die Preisangabe in inländischer Währung zu inländischen Preisen der Preisangabe in inländischer Währung zu "Grenzpreisen". Einen Unterschied gibt es dann, wenn mindestens ein am Handel beteiligtes Land Beschränkungen in Form von Zöllen, Subventionen oder Quoten einführt.

Im Fall von Handelsrestriktionen - die inländische Regierung erhebt beispielsweise eine Einfuhrsteuer in Höhe von 40 % - entspricht die Preisangabe in inländischer Währung zu "Grenzpreisen" dem zum offiziellen Wechselkurs umgerechneten Preis des importierten Gutes. Die Einfuhrsteuer ist hierbei noch nicht berücksichtigt. Erfolgt jedoch die Preisangabe in inländischer Währung zu inländischen Preisen, so wird das importierte Gut erst zum offiziellen Wechselkurs in inländische Währung umgerechnet, anschließend wird dann die Einfuhrsteuer hinzugerechnet.

Für die Projektbewertung, beispielsweise in Form einer Kosten-Nutzen-Analyse, ist es unerheblich ob diese in inländischer Währung zu inländischen Preisen oder in einer der anderen beiden Preiseinheiten erfolgt. Jedoch ist es unerlässlich, dass

---

<sup>3</sup> Achtung: Der Begriff "Grenzpreis" ist irreführend und nicht mit den wirtschaftswissenschaftlichen Begriffen "Grenzkosten" oder "Grenznutzen" zu verwechseln, die die zusätzlichen Kosten bzw. Nutzen für eine weitere produzierte bzw. konsumierte Einheit darstellen. Vielmehr handelt es sich hierbei um eine Übersetzung des englischen Begriffes "border price", der den Preis an der (Staats-) Grenze bezeichnet.

alle Bewertungen und Untersuchungen in derselben Preiseinheit erfolgen. Denn, um beim Beispiel der Kosten-Nutzen-Analyse zu bleiben, wenn die Kosten in inländischer Währung zu inländischen Preisen aufgeführt werden, um dann mit den Nutzen verglichen zu werden, die aber in inländischer Währung zu "Grenzpreisen" berechnet wurden, ist das Ergebnis dieser Analyse ohne Aussagekraft.

### **3.7.2 Entgelte, Tarife und Gebühren**

Ähnlich wie mit Kosten und Preisen verhält es sich auch mit den Begriffen "Entgelte", "Tarife" und "Gebühren". Auch sie werden im Alltag gerne synonym verwendet.

Gebühren nennt man in der Finanzverwaltung die besonderen Vergütungen, welche von den Zahlungspflichtigen für unmittelbar von ihnen veranlasste öffentliche (Staats-, Gemeinde-) Leistungen oder für Benutzung von öffentlichen (Staats-, Gemeinde-) Einrichtungen erhoben werden. Da es keine Legaldefinition des Gebührenbegriffes gibt, hat die Rechtsprechung folgende Definition (fort-) entwickelt: Eine Gebühr ist eine öffentlich-rechtliche Geldleistung, die aus Anlass individuell zurechenbarer, öffentlicher Leistungen dem Gebührenschuldner (durch eine öffentlich-rechtliche Norm oder sonstige hoheitliche Maßnahme) einseitig auferlegt wird und dazu bestimmt ist, in Anknüpfung an diese Leistung deren Kosten ganz oder teilweise zu decken.

Der individuelle Charakter unterscheidet die Gebühr von dem Tarif: Ein Tarif ist eine Sammlung von festen Bedingungen, insbesondere Preisen, für Leistungen bestimmter Art. Solche Bedingungen werden dann Tarif genannt, wenn sie einseitig von einem Anbieter vielen möglichen Vertragspartnern angeboten werden; insbesondere auch, wenn sie amtlichen Charakter haben (z.B. die Versorgung von Haushalten mit Trinkwasser).

Der Begriff "Entgelt" bezeichnet die in einem Vertrag vereinbarte Gegenleistung. Ein entgeltlicher Vertrag ist also insbesondere ein gegenseitiger Vertrag, bei dem Leistung und Gegenleistung in einem Gegenseitigkeitsverhältnis stehen. Die Bindung kann aber auch auf andere Weise hergestellt werden, etwa durch Vereinbarung einer Bedingung.

## **4 Gesamtwirtschaftliche Einflussfaktoren**

Einrichtungen für Sammlung, Transport und Behandlung von Abwasser zeichnen sich durch ihre hohe Lebensdauer aus. Daher beträgt der Betrachtungshorizont von Entwässerungssystemen auch nicht nur wenige Jahre sondern zwischen 15



und 25 Jahren. Businesspläne, die für so einen langen Zeitraum erstellt werden müssen sind verständlicherweise stark mit Unsicherheiten behaftet. Diese Unsicherheiten entstehen dadurch, dass es Faktoren bei Investitionen dieser Größenordnung gibt, auf die die Planer keinen oder nur sehr geringen Einfluss haben, welche jedoch die Kalkulationen und tatsächlichen Kosten stark beeinflussen können.

Einige dieser Faktoren werden im Folgenden vorgestellt und ihr Einfluss auf die Kostenprognose von Abwassersystemen dargestellt. Zu nennen sind hier beispielsweise die Entwicklung der Inflationsrate und des Wechselkurses. Insbesondere in den so genannten Transformations- und Entwicklungsländern kann das außer Acht lassen beispielsweise der Inflationsrate zu bösen Überraschungen nach einigen Jahren führen, wie in Kapitel 4.2 deutlich wird. Eine Berücksichtigung in der Kostenschätzung wird jedoch dadurch erschwert, dass die vorstehend genannten Faktoren in eben jenen Ländern stark volatil sind, eine sichere Prognose über einen längeren Zeithorizont unmöglich ist.

#### **4.1 Außenwirtschaftliche Aspekte**

Während Kanalnetze meist<sup>4</sup> mit Hilfe einfachster technischer Mittel verlegt und später betrieben werden können, weisen manche Kläranlagen einen sehr hohen Technisierungsgrad auf. Das hat nicht nur Auswirkungen auf die Anforderungen an das Kläranlagenpersonal (siehe Kapitel 7.1) sondern auch auf den Bau und den Betrieb beziehungsweise die Wartung und Instandhaltung der Anlage.

Abwasserteiche sind wahrscheinlich die einzige Kläranlagenvariante, die in und von jedem Land gebaut werden können. Die Vielzahl technologischer Komponenten, die andere Anlagentypen benötigen, um ihre Reinigungskraft entfalten zu können, können viele nicht-industrialisierte Länder (noch) nicht selbst produzieren. Somit müssen diese Komponenten importiert werden.

##### **4.1.1 Wechselkursschwankungen**

Die Tatsache, dass der Wechselkurs sich ständig ändert, ist für die meisten Deutschen eine bekannte Größe. An die Zeiten (relativ) fester Wechselkurse, wie sie zu Zeiten des Bretton-Woods-Systems existierten (bis 1973), können sich wahrscheinlich nur noch wenige erinnern. Und die grafische Darstellung der Tauschverhältnisse USD/EUR macht deutlich, dass Wechselkursschwankungen einen Unsicherheitsfaktor für alle Länder darstellen: Bei seiner Einführung konnten die

---

<sup>4</sup> In Entwicklungsländern

Europäer für einen Euro 1,18 USD bekommen. Binnen zwei Jahre wertete der Euro so stark ab, dass Deutsche, Franzosen oder Spanier nun 1,18 Euro zahlen mussten um einen US-Dollar zu erhalten. Bekanntlich legte der Euro dann wenige Jahre später wieder deutlich zu und steht heute, nach einem zwischenzeitlichen Höhenflug, bei 1,35 USD.



Bild 1: Wechselkurs EUR/USD (Quelle: www.faz.net [April 2009])

Der Grund für die hohe Volatilität des Wechselkurses liegt an den unzähligen Faktoren, die den Kurs bestimmen: Das Zinsniveau im In- und Ausland, Entwicklungen der Exporte oder der Inflationsrate sowie die Erwartungen der Wirtschaftssubjekte hinsichtlich der Änderung volkswirtschaftlicher Parameter im Anschluss an Aussagen von Politikern und ranghohen Zentralbankern. Wenn Alan Greenspan, ehemaliger Präsident der amerikanischen Notenbank FED, beispielsweise früher einen Satz äußerte, den Investmentbanker und Journalisten als Andeutung zu Zinsänderungen interpretierten, konnte dies schon zu Reaktionen auf den Devisenmärkten führen, bevor die Zinsänderung beschlossen war.

Schwankende Wechselkurse stellen also nicht nur ein Problem bei Investitionen in Transformations- und Entwicklungsländern dar. Auch Unternehmen in Europa oder in anderen so genannten industrialisierten Ländern müssen die Veränderungen der internationalen Finanzströme bei ihren Entscheidungen im Auge behalten.

Ein aktuelles Beispiel für ein Land, das unter seinem stark schwankenden Wechselkurs leidet ist Südafrika. Hier hat die Regierung sogar explizit das Ziel eines stabilen Wechselkurses in ihr 3-Punkte-Programm aufgenommen, das Südafrika endgültig zu den entwickelten Nationen aufschließen lassen soll (neben der Halbierung der Arbeitslosigkeit und einem jährlichen Wirtschaftswachstum von 6 %).

#### **4.1.2 Reinvestitionskosten**

Großen Unternehmen, die täglich viele Waren im- und exportieren stehen mehrere Hilfsmittel zur Verfügung, um sich gegen unerwartete Wechselkursschwankungen abzusichern. Städte und Kommunen sind bei der Auswahl dieser Absicherungen eingeschränkt. Zumeist lohnt es sich aber auch erst gar nicht für die Kläranlagenbetreiber auf diese Methoden der Finanzmärkte zurückzugreifen, da – aufgrund der geringen Stückzahlen und seltenen Bestellungen – die Kosten für eine Absicherung die Währungsverluste noch übersteigen.

Der Einfluss des Wechselkurses auf die Kostenplanung hängt von der Importquote ab. Wie schon erwähnt, gibt es Kläranlagentypen mit einem hohen Technisierungsgrad, während andere mit einem sehr geringen Anteil an technischen Maschinen ihre Reinigungsleistung erbringen. Je nach dem, welcher Kläranlagentyp zur Anwendung kommt und in wie weit ein Land in der Lage ist, die benötigten Komponenten und die dazugehörigen Mittel für ihren Betrieb und ihre Wartung selbst zu produzieren, fällt die Höhe der Importquote es. Dabei bedeutet eine hohe Importquote, dass der Großteil der Komponenten (und Betriebsmittel) aus dem Ausland importiert werden muss.

Allerdings kann es gelegentlich auch vorkommen, dass ein Land sehr wohl in der Lage ist, eine Komponente selbst zu produzieren, durch Druck von außen jedoch dazu gezwungen wird, diese Komponente (teuer) zu importieren. Zur Illustration dieses Problems dient folgender Fall, der dem Verfasser bekannt ist: Eine Kommune in einem mittelamerikanischen Land hatte den Bau einer Kläranlage international ausgeschrieben. Gewinner der Ausschreibung war ein großes international tätiges Unternehmen der Wasserwirtschaft. Einige Zeit nach Inbetriebnahme der Kläranlage musste der Sand im Sandfang erneuert werden. Die Kommune wollte hierzu Sand aus der Region verwenden. Das Unternehmen, welches die Kläranlage errichtet hatte, bestand jedoch darauf, dass nur der von ihr produzierte Sand verwendet werden dürfte, da sonst die Garantie erlösche. So war die Kommune gezwungen den Sand zu hohen Kosten zu importieren. Wäre dieser Umstand schon während des Bieterprozesses bekannt gewesen, wäre ein anderes Angebot günstiger gewesen und ein anderes Unternehmen hätte den Zuschlag bekommen.

### **4.1.3 Devisenhaushalt**

Die vorstehend genannten Faktoren zeichnen sich durch ihren Einfluss auf die Kosten aus, die bei Bau und Betrieb einer Abwasserbehandlungsanlage entstehen. Somit fließen sie auch in die Bewertung von Projektvarianten ein. In diese Betrachtungen nicht mit eingeschlossen sind jedoch die Auswirkungen auf die Außenwirtschaft eines Landes. Eine hohe Importquote wirkt sich über den Wechselkurseffekt nicht nur negativ auf die Bau- und Betriebskosten aus. Der Devisenhaushalt einer Volkswirtschaft muss bei Projekten mit hohen Importquoten auch in die ökonomische Analyse einbezogen werden.

Bewohner europäischer Länder, insbesondere der Bundesrepublik Deutschland, die jedes Jahr erneut zum Exportweltmeister gekürt wird, mag es verwundern, dass eine hohe Importquote den Devisenhaushalt einer Volkswirtschaft beeinträchtigen kann. Doch ein Blick auf Tabelle 3 bestätigt diesen Zusammenhang für eine Vielzahl von Schwellen- und Entwicklungsländern.

Tabelle 3: Verhältnis von Importen zu Exporten in verschiedenen Ländern (Quelle: UN, 2005, aktuellste Daten)

Land	Importe (cif, in Mio. USD)	Exporte (fob, in Mio USD)
Algerien	9 190	12 613
Angola	3 407	9 237
Benin	759	542
Burkina Faso	577	166
China	413 062	437 884
Gambia	148	2
Marokko	11 868	7 848
Panama	3 086	864
Peru	8 244	8 986
Senegal	2 025	1 329
Südafrika	39 649	35 032
Vietnam	24 863	20 176

Die Mehrzahl der hier beispielhaft aufgeführten Länder weist höhere Importe als Exporte auf. Krasseste Beispiel sind Gambia (148 Mio. USD zu 2 Mio. USD) und Panama; hier liegt der Wert der Importe um über 2 Mrd. USD höher als die Exporte einbringen.

Für die betroffenen Länder hat das zur Folge, dass ihre Einnahmen, die sie durch die Ausfuhr von Produkten erwirtschaften nicht ausreichen, um ihre Importe zu bezahlen. Sie sind somit fortwährend dazu gezwungen, Kredite aufzunehmen.

Der hohe Wert der Importe resultiert meist aus der Tatsache, dass diesen Ländern natürliche Rohstoffe fehlen, die sie benötigen, um selber Produkte herzustellen. Diese Produktionsinputs können beispielsweise Chemikalien sein, die für die Herstellung bestimmter Güter benötigt werden. Meist machen aber Energiequellen den Großteil des Importwertes aus. Zieht man noch die rasante Preisentwicklung auf den Ölmärkten hinzu, wird verständlich, wie es zu so hohen Differenzen zwischen Import- und Exportwerten kommen kann.



Bild 2: Entwicklung des Kakaopreises (www.faz.net [Juli 2006])

Erschwerend kommt für viele Schwellen- und Entwicklungsländer – und hier vor allem jene, die auf Äquatorhöhe liegen – hinzu, dass ihre Exportgüterstruktur sehr einseitig ist. Diese ehemaligen Kolonialländer sind stark auf die Produktion eines landwirtschaftlichen Exportgutes wie Kaffee oder Kakao ausgerichtet. So weisen folgende Länder aus oben stehender Tabelle eine Exportabhängigkeit von mehr als 50 % von einem Exportgut auf (Unctad, 1999): Angola<sup>5</sup>, Benin, Burkina Faso, Gambia, Marokko, Panama, Senegal. In Gambia machen Erdnüsse und andere Nussarten zwei Dritteln des Exportwertes aus (von Baratta, 2004).

Abhängig von saisonalen Einflüssen und der globalen Nachfrage haben vor allem landwirtschaftliche Exportgüter in den letzten zehn bis zwanzig Jahren turbulente Preisänderungen durchgemacht. Beispielhaft ist diese Entwicklung anhand des Preises für Kakaobohnen dargestellt. Für ein Land, dessen Exportwarenkorb zu über 50 % aus einem Gut besteht, können daher die Exporterlöse um mehr als ein Viertel einbrechen, wenn sich der Weltmarktpreis für dieses Gut halbiert. Mit der Folge, dass noch weniger Devisen für den Kauf derjenigen Importgüter zur Verfügung stehen, die die betroffene Volkswirtschaft zu ihrem Fortbestehen benötigt. Hierunter können auch Medikamente fallen, die im Inland aufgrund mangelnder

<sup>5</sup> Angola bildet eine Ausnahme, da die Exporte fast ausschließlich aus Edelsteinen, Edelmetallen und energiereichen Rohstoffen bestehen.

Kapazitäten und fehlendem Know-how nicht hergestellt werden können und somit aus dem Ausland eingeführt werden müssen. Daher kann eine hohe Importquote den Devisenhaushalt einer so beschaffenen Volkswirtschaft stark beeinflussen.

## 4.2 Inflation

Eine unabhängige Noten- oder Zentralbank mit einem qualifizierten Direktorium und kompetenten Führungskräften ist die Grundlage für ein gesundes wirtschaftliches Wachstum einer jeden Volkswirtschaft (Fry et al., 1996). Ihre Aufgabe ist es, für ein stabiles Wachstum der Geldmenge zu sorgen. Dass dies kein einfaches Tagesgeschäft ist, wird an der Europäischen Zentralbank deutlich, die das unterschiedliche Geldmengenwachstum ihrer Mitgliedsländer so steuern muss, dass im Euroraum die Inflation stets um 2 % liegt. Wohl gemerkt, bei dieser Zielgröße handelt es sich um einen Mittelwert. Einzelne Länder weichen zum Teil deutlich von dieser Wachstumsrate ab; sowohl nach oben als auch nach unten (trotz Teuro-Debatte: die offizielle Inflation in Deutschland lag in den letzten Jahren immer um 2 %).

Bei der Prognose der laufenden Kosten kommt der Inflation eine große Bedeutung zu. Aufgrund der langen Lebensdauer und daher auch langfristigen Kostenprognosen hat die Inflation einen starken Einfluss auf die Entwicklung der Kosten. Selbst bei einer Inflationsrate von 2 %, wie sie die Europäische Zentralbank als Richtwert verfolgt, erhöhen sich die laufenden Kosten aufgrund des Zinseszins-effektes bei einer Laufzeit von 20 Jahren um bis zu 50 %. Die LAWA gibt in ihren Leitlinien (LAWA, 2005) als Richtwert bei der Berechnung eine jährlich zu erwartende Inflationsrate von 3 % an. Das ist in Anbetracht des vorgenannten Zielwertes der Europäischen Zentralbank ein sehr vorsichtiger Wert.

Bei Kostenprognosen für Abwasserbehandlungsanlagen in den meisten nicht-europäischen Ländern hingegen scheinen 3 % jährliches Geldmengenwachstum ein realistischer unterer Wert zu sein. Tabelle 4 zeigt exemplarisch die Inflationsraten verschiedener ausgesuchter Länder für die letzten Jahre.

Tabelle 4: Inflationsraten ausgewählter Länder (Angaben in Prozent, Quelle: International Monetary Fund, 2005)

Land	2002	2003	2004	2005	2006
Algerien	1,4	2,6	3,6	3,5	4,3
Angola	108,9	98,3	43,6	22	10,5
Benin	2,4	1,5	0,9	2,5	2,5
Burkina Faso	2,3	2	-0,4	4	2
China	-0,8	1,2	3,9	3	3,8
Gambia	8,6	17	14,2	5	5,2
Marokko	2,8	1,2	1,5	2	2
Panama	1	1,4	2,3	2,6	1,8
Peru	0,2	2,3	3,7	1,8	2,6
Senegal	2,3	0	0,5	1,5	1,9
Südafrika	9,2	5,8	1,4	3,9	5,3
Vietnam	4	3,2	7,7	8	5,5

Zwei Erkenntnisse lassen sich aus dieser Tabelle gewinnen:

- Es gibt eine große Anzahl an Ländern, deren Geldmengenwachstum die Marke von 3 % bei weitem überschreitet. In Angola beispielsweise verdoppelten sich die Preise jährlich in den Jahren 2002 und 2003.
- Für die wenigsten Länder lässt sich die Inflation über mehrere Jahre hinweg sicher prognostizieren. Häufig weist die Preisentwicklung hohe Varianzen auf.

Trotz der bestehenden Schwierigkeiten ist es wichtig, die Inflation in die Berechnung und Prognose der Kosten mit einzubeziehen. Ein außer Acht lassen dieses Faktors kann zu überraschenden Kostenentwicklungen führen wie das nachstehende Beispiel zeigt, dass an ein ehemaliges Projekt des Verfassers angelehnt ist.



Tabelle 5: Beispielkalkulation

AUSGABEN		2005	2006	2007	...	2025
Investitionen	EUR	0	0	0	...	0
Betriebskosten	EUR	316.310	325.800	335.574	...	571.291
Schuldendienst	EUR	447.252	447.252	447.252	...	447.252
<b>Summe</b>	<b>EUR</b>	<b>763.562</b>	<b>773.052</b>	<b>782.826</b>	<b>...</b>	<b>1.018.543</b>
Summe (o. Inflation)	EUR	763.562	763.562	763.562	...	763.562

Bei der Berechnung der Betriebskosten wurde eine jährliche Preissteigerung von 3 % angesetzt. Die aggregierten Betriebskosten belaufen sich auf 9 070 659 EUR. Wäre die Inflation bei der Kostenprognose nicht in die Berechnungen eingeflossen wäre die Summe der Betriebskosten mit 6 642 510 EUR deutlich niedriger ausgefallen. Im Endeffekt hätte der Betreiber der Abwasserbehandlungsanlage knapp 2,5 Mio. EUR "Mehrkosten" tragen müssen, die in der Kostenplanung nicht enthalten waren. Diese Summe entspricht den Kosten für den Betrieb der Anlage in den ersten drei Jahren!

## 5 Volkswirtschaftliche Betrachtung

In vielen Gegenden der Welt werden Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungssysteme ohne vorherige ökonomische Bewertung gebaut und errichtet. Das Bedürfnis an eine funktionierende Trinkwasserversorgung oder Abwasserbehandlung zu haben, ist einfach zu groß. In diesen Fällen ist eine alleinige technische Bewertung ausreichend. Hingegen in Gegenden, wo eine Grundversorgung schon vorhanden ist, ist die technische Bewertung um eine ökonomische Betrachtung, beispielsweise in Form einer Kosten-Nutzen-Untersuchung, zu ergänzen.

Wie schon in Kapitel 3.1 angesprochen sind bei Infrastrukturmaßnahmen, wozu Investitionen in die Abwasserentsorgung und -behandlung zählen, neben den betriebswirtschaftlichen Kosten auch die volkswirtschaftlichen Auswirkungen zu berücksichtigen. Der Auf- und Ausbau von Infrastruktursystemen hat große Auswirkungen auf die Volkswirtschaft eines Landes.

Notwendige Voraussetzung für wirtschaftliches Wachstum eines Landes ist ein ausgebautes Infrastruktursystem. In ein Land ohne stabile Stromversorgung, ausgedehntes Straßennetz und Telefonnetzen werden keine ausländischen Unternehmen investieren und auch das Entstehen eigener Wirtschaftssektoren ist dadurch gebremst.

Mit zu den bekanntesten und auch am besten untersuchten volkswirtschaftlichen Nutzen, die durch den Auf- und Ausbau von Trink- und Abwassernetzen entstehen ist die Gesundheit der Bevölkerung. Eine sicher Versorgung der Haushalte mit Trinkwasser und eine Behandlung des Abwassers senkt die Gefahr einer Erkrankung mit Krankheiten wie Cholera etc. Über die Kette weniger Krankheitsfälle bedeuten weniger Fehltag der Arbeitnehmer. Unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität pro Tag lässt sich der Nutzen, beispielsweise des Anschlusses einer Gemeinde an eine Kläranlage, monetär quantifizieren.

Doch diese volkswirtschaftlichen Nutzen waren schon Bestandteil zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen (für die monetäre Bewertung verringerter Krankheitsfälle aufgrund einer verbesserten Abwasserentsorgung siehe beispielsweise Hutton und Haller, 2004). Zu dem haben sie in allen Ländern den gleichen (mehr oder weniger starken) Nutzen für die jeweilige Volkswirtschaft.

Interessanter für die Bewertung von Abwasserbehandlungsanlagen und mit einem direkteren Einfluss auf die Investitionsentscheidungen (o.g. Nutzen werden nicht unmittelbar durch den Bau einer Kläranlage realisiert, sondern manchmal erst mehrere Jahre später messbar, wenn der politische Entscheidungsträger womöglich gar nicht mehr davon profitieren kann) sind jedoch die beiden Faktoren Arbeitsmarkt und Subventionen, die im folgenden separat behandelt werden.

## **5.1 Arbeitsmarkt**

### **5.1.1 Statistik spiegelt nicht immer die Wirklichkeit wider**

Viele Arbeitsstunden sind nötig für die Errichtung einer Kläranlage oder das Verlegen von Kanälen. Je nach dem, wie viele Arbeiter beschäftigt werden, fällt die Höhe der Lohnkosten aus. Wichtigster Faktor bei der Berechnung dieser Kosten ist der zu zahlende Stundenlohn und die eventuell anfallenden Lohnnebenkosten. Bei gleicher Anzahl Arbeitsstunden werden in Deutschland die Kosten höher sein als in Brasilien, Südafrika oder Thailand. Aus dem einfachen Grund, weil der Stundenlohn in Deutschland größer ist, als in vielen anderen Ländern.

Die Lohnkosten für die Bauarbeiter fließen als Summe in die Investitionskosten mit ein. Je nach Höhe des Stundenlohns, Anzahl der Arbeiter und Arbeitsaufwand kann diese Position einen mehr oder wenig großen Prozentsatz der Investitionskosten ausmachen.

In (fast) allen ökonomischen Betrachtungen von Investitionsprogrammen der Wasserwirtschaft tauchen die Lohnzahlungen an die Arbeiter nur auf der Kostenseite auf. Diese einseitige Betrachtung ist jedoch nicht ausreichend. Denn es spielt eine große Rolle, welcher Art die Arbeit ist, die eingesetzt wird:

- Professionelle Arbeitskräfte  
Bauarbeiter, Maurer und sonstige Handwerker zu deren Beruf es gehört Gebäude zu errichten oder Rohrleitungen zu verlegen.
- Arbeitslose Kräfte  
Arbeitskräfte, die aufgrund struktureller oder konjunktureller Probleme in ihrer Region keine bezahlte Arbeit finden, für die Errichtung einer Abwasserbehandlungsanlage jedoch ohne Probleme eingesetzt werden können.
- Freizeitarbeit  
Private Grundstücksbesitzer, die in ihrer Freizeit Zisternen oder andere Systeme einbauen, mit denen sie beispielsweise Regenwasser für den häuslichen Gebrauch gewinnen können.

Wie in Abschnitt 5.1.2 näher ausgeführt wird, führt die Verwendung von ansonst arbeitslosen Kräften unter einer makroökonomischen Betrachtung zu einer Reduktion der Kosten. Daher sollte in vielen Ländern mit hoher Arbeitslosigkeit – wie beispielsweise Algerien, Marokko oder Südafrika (siehe Tabelle 6) – dieser Kostenfaktor aus einem anderen Blickwinkel betrachtet werden.

Der Umkehrschluss, dieser Nutzen entstehe in Ländern, die eine geringe statistische Arbeitslosigkeit aufweisen, nicht, ist differenziert zu betrachten: Zum einen kann es innerhalb eines Landes große regionale Unterschiede auf dem Arbeitsmarkt geben. Zum Vergleich sei auf die aktuelle Situation in Deutschland verwiesen. Auch hier weisen Bundesländer wie Baden-Württemberg oder Bayern (im innerdeutschen) Vergleich sehr niedrige Arbeitslosenquoten auf, während Mecklenburg-Vorpommern oder Brandenburg weit über dem deutschlandweiten Mittel liegen.

Tabelle 6: Arbeitslosenquote in verschiedenen Ländern (Quelle: UN, 2005, aktuellste Daten)

Land	Arbeitslosenquote (in %)
Algerien	27,3
Angola	19,0
Benin	-
Burkina Faso	6,6
China	4,0
Gambia	-
Marokko	19,3
Panama	13,6
Peru	10,3
Senegal	-
Südafrika	29,7
Vietnam	2,3

Zum anderen bedeutet eine niedrige, von der nationalen Statistikbehörde veröffentlichte Quote nicht gleichzeitig, dass in einem Land fast Vollbeschäftigung herrscht. Dieser Zustand mag für Länder wie China oder Vietnam, deren Wirtschaft seit Jahren boomt, zutreffen. In den meisten Schwellen- und Entwicklungsländern mit hohem Beschäftigungsgrad ist eher davon auszugehen, dass die Statistik nicht die tatsächliche Situation widerspiegelt. Während es sich in Deutschland für die meisten Menschen lohnt, sich beim Arbeitsamt zu melden (ein geringer Prozentsatz der Arbeitslosen meldet sich aus falschem Schamgefühl nicht), gibt es in vielen Ländern keine öffentliche Unterstützung für Arbeitslose. Daher, besteht auch kein Anreiz, den unerfreulichen und meist vergeblichen Gang zum lokalen Äquivalent zur Agentur für Arbeit anzutreten. Diese große Anzahl Arbeitsloser wird auf diese Weise allerdings nicht von der Statistik erfasst.

### 5.1.2 Arbeitsmarktpolitischer Nutzen von Infrastrukturinvestitionen

Wie im voran stehenden Abschnitt schon angesprochen macht es einen Unterschied, ob Arbeitskräfte, die schon in einem Arbeitsverhältnis stehen, für den Bau von Abwasserbehandlungsanlagen eingesetzt werden, oder ob – wegen hoher regionaler Arbeitslosigkeit – vermehrt solche Arbeitskräfte an dem Bau beteiligt sind, die vorher keinem geregelten Verdienst nachgegangen sind.

Im letzteren Fall generiert eine Investition in den Ausbau der Abwasserbehandlungskapazitäten einen Nutzen durch die Beschäftigung der vormals Arbeitslosen, der (in monetären Einheiten ausgedrückt) von den Investitionskosten abzuziehen ist.

Dieser Nutzen für die Gesellschaft gliedert sich in mehrere Bereiche. Zum einen entfallen dadurch Transferzahlungen der öffentlichen Hand an die Arbeitslosen (soweit vorhanden). Außerdem dürfte mit ziemlich großer Wahrscheinlichkeit der Arbeitslohn größer sein, als die zuvor erhaltenen Transferleistungen. In der Region dürfte damit ein spürbarer Nachfrageschub entstehen, der die lokale Wirtschaft stabilisiert.

Zum anderen stabilisiert die Einbindung von Arbeitslosen in eine Baumaßnahme die gesellschaftlichen Strukturen: die Arbeitslosenquote verhält sich proportional zu der Verbrechensrate. Große Investitionsprogramm in die Infrastruktur generieren daher einen sozialen Nutzen, der auf einer gesunkenen Verbrechensrate und auf gefestigteren gesellschaftlichen Strukturen beruht.

## **5.2 Subventionen**

In allen Ländern spielen Subventionen bei der (ökonomischen) Bewertung von Projekten und Projektalternativen eine mehr oder wenig wichtige Rolle. Insbesondere für Infrastrukturleistungen (Straßen, Energie, Wasser) müssen die Verbraucher in den meisten Ländern dieser Welt nur einen geringen Teil der Kosten tragen, die durch ihre Bereitstellung entstehen.

### **5.2.1 Preis ungleich Kosten**

In Deutschland, wie auch in anderen Ländern, entsprechen die Abwassergebühren nicht der echten Kostenstruktur, was insbesondere auf staatliche und kommunale Transferleistungen zurückzuführen ist. In Deutschland ist dies z.T. vom Gesetzgeber gewollt (z.B. Angleichung der Lebensbedingungen im städtischen und ländlichen Raum),

Dies bedeutet allerdings, dass die Kosten für die Gesellschaft, die durch die Bereitstellung einer Infrastrukturleistung entstehen, um ein Vielfaches höher ausfallen, als es das Preis- oder Tarifsystem auf einen ersten Blick vermuten lässt. Die Subventionen, die benötigt werden, um ein Tarifsystem nach politischen und nicht nach ökonomischen Gesichtspunkten zu schaffen, binden somit Mittel, die in anderen Bereichen, wie z.B. im Bildungs- und Gesundheitssektor, effizienter und/oder Nutzen bringender eingesetzt werden können.

Letztendlich profitieren die Verbraucher nicht von künstlich gesenkten Preisen. Die Transferleistungen, die nötig sind, um die Tarife auf einem niedrigen Niveau zu halten, machen anschließende Steuererhöhungen unumgänglich.

### **5.2.2 Wiederverwendung von Abwasser**

Subventionen für Trinkwasser verhindern auch, dass finanzielle Anreize entstehen, Abwasser (vermehrt) wieder zu verwenden. Laut Briscoe (2005) sind die Kosten, die für die Trinkwasserversorgung entstehen, in den meisten Entwicklungsländern so stark subventioniert, dass die Versorger nur die Betriebs- und Wartungskosten über Tarife decken müssen.

Bei so günstigem Frischwasser ist eine technisch aufwendige und damit kostenintensive Aufbereitung von Abwasser nicht wirtschaftlich. Die Entwicklung nachhaltiger Strategien zur Sicherung der Wasserversorgung werden somit schon im Ansatz verhindert.

## **6 Methoden und Richtwerte zur Kostenberechnung**

### **6.1 Wahl der Methode**

Welche der unterschiedlichen Methoden zur Kostenberechnung im Einzelfall geeignet ist, hängt zunächst davon ab, aus welcher Sicht und zu welchem Zweck die Berechnung durchgeführt werden soll.

Bei großen infrastrukturellen Investitionen ist zumeist die volkswirtschaftliche Sicht von erheblicher Bedeutung, wobei neben externen ökonomischen Auswirkungen insbesondere im Bereich des Umweltschutzes zusätzlich ökologische Aspekte einen hohen Stellenwert einnehmen. Besonders weit entwickelt sind hier die Instrumentarien für Talsperrenprojekte, die eine mehrdimensionale Betrachtung ermöglichen.

Auch im Abwasserbereich können mehrdimensionale Projektbewertungen erforderlich werden, beispielsweise dann, wenn es um die Begründung weitergehender Reinigungsanforderungen von Klärwerken geht (über die Mindestanforderungen hinaus), so dass die Mehrkosten dieser Maßnahme mit den erwarteten, positiven Auswirkungen auf die Gewässergüte verglichen werden müssen. Vereinfachend kann man sich hierbei aber auch der Methode der Kosten-Wirksamkeits-Analyse bedienen (insbesondere beim Vergleich alternativer Entwässerungskonzepte, wenn z.B. für zentrale und dezentrale Systeme im ländlichen Raum die jeweils

anfallenden Kosten auf die Verminderung der eingeleiteten Schadstofffracht bezogen werden (Fehr, 1992)).

In der Mehrzahl der abwassertechnischen Maßnahmen reichen einfache Kostenvergleiche aus. Zumeist liegen nämlich die technischen Leistungsanforderungen fest (z.B. Ablaufgrenzwerte für Kläranlagen, Landesvorschriften zur Regenwasserbehandlung, Auflagen bezüglich des Anschlusses an eine zentrale Abwasserentsorgung/Kanalisation etc.). Es kommt dann lediglich darauf an, festzustellen, ob die beabsichtigten Maßnahmen tatsächlich auch so gestaltet sind, dass sie mit minimalen Kosten zum gewünschten Ziel (nämlich der Einhaltung der genannten Standards) führen. Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser hat ausführlich beschrieben, wie Kostenvergleichsrechnungen aus volks- und betriebswirtschaftlicher Sicht durchzuführen sind (LAWA, 2005). Im Grunde handelt es sich hierbei um eine einfache Zinsrechnung (dynamische Kostenrechnung), wobei die Ermittlung eines so genannten Kostenbarwertes empfohlen wird (das ist die Summe sämtlicher anfallender Projektkosten, abgezinst z.B. auf den Zeitpunkt der Inbetriebnahme; der Kostenbarwert ist dann die Summe sämtlicher Baukosten, Bau-nebenkosten und jährlichen laufenden Kosten). Aus Vereinfachungsgründen empfiehlt die LAWA, die Rechnung mit einem realen Zinssatz von z.B. 3 % durchzuführen (der reale Zinssatz ergibt sich, wenn man die tatsächlich anfallenden Bankzinsen (nominaler Zinssatz) um die Inflationsrate vermindert. Siehe hierzu auch Kapitel 4.2).

## **6.2 Richtwerte zur Kostenberechnung**

In der Ingenieurplanung ist es fachüblich und bei vorausschauenden Kostenprognosen wohl auch unvermeidbar, mit so genannten Einheitspreisen als vergangenheitsbezogenen Erfahrungswerten zu operieren. Die voraussichtlichen "Massen" werden ingenieurtechnisch ermittelt (unter Berücksichtigung von Unsicherheitsbereichen, z.B. wenn es um den Ansatz der vermuteten Personalstunden für Wartung bestimmter Maschinenteile geht). Aus der Multiplikation von Einheitspreis x Massenansatz ergibt sich dann der Kostenwert für eine Position. Die Gesamtsumme aller notwendigen Einzelpositionen repräsentiert dann die Summe aller Kosten.

Projektstudien und wissenschaftliche Untersuchungen des Verfassers haben immer wieder gezeigt, dass die erforderliche Kommunikation im Rahmen der Projektkostenberechnung im Abwasserbereich außerordentlich schwierig ist. Dies liegt vor allem daran, weil bei der Konstruktion und Organisation technischer Maß-

nahmen verschiedene Institutionen mit unterschiedlichen Auffassungen beteiligt sind, weil bei der Zuordnung von Kosten unterschiedlich verfahren wird und weil insbesondere im öffentlichen Bereich häufig keine Vollkostenkalkulation vorliegt.

Dies wird sich in den nächsten zehn Jahren vermutlich ändern, nachdem Wirtschaftlichkeitsfragen in der Abwasserentsorgung zu einem in der Fachdiskussion dominierenden Thema geworden sind und die großen öffentlich-rechtlichen Abwasserentsorger von der kameralistischen zur kaufmännischen Rechnungslegung übergehen.

Die Aufsummierung der Gesamtkosten aus Einzelpositionen bedarf jedoch der Überprüfung im Gesamtvergleich: die Multiplikation von Massen mit Einheitspreisen und deren Summation unterstellt nämlich, dass ein linearer Zusammenhang zwischen Menge und Preis bestünde. Dies widerspricht jedoch den realen Marktbedingungen in Deutschland (und anderen Ländern), da die Gesamtkosten eines Projektes von zahlreichen Einflussgrößen abhängen, die in keinem linearen Zusammenhang stehen. Würde man beispielsweise versuchen die Kaufpreise für Bikinis nach deren Gewicht oder verarbeiteten Quadratmeter Stoff aufzulisten ("Massenermittlung"), käme man schnell zu der Erkenntnis, dass Qualität und Marketing (Mode) den Preis beeinflussen und viel bedeutsamer sind als das Gewicht bzw. der Stoffverbrauch. Nicht anders ist es bei vielen und wichtigen Komponenten im Klärwerksbau, z.B. bei der elektronischen Steuerung und dem Kontrollsystem sowie bei der maschinellen Ausstattung. Hinzu kommt die Tatsache, dass größere Bauwerke pro Masseneinheit preiswerter sind. Dies kann jedoch bei der Kostenermittlung durch Anwendung entsprechender Einheitspreis-Formeln berücksichtigt werden (z.B. Kosten pro  $m^3$  Beton bei unterschiedlichen Liefermengen).

Viel größer sind in der Realität deshalb häufig die Schwankungen nach Marktlage (Baukonjunktur, saisonale und regionale Einflüsse), die zu Preisdifferenzen von mehr als +/- 70 % führen könne (deshalb ist das richtige "Timing" und der richtige Einstieg in den Marktwettbewerb für Kostensenkungsprogramme bei Abwasseranlagen mindestens ebenso bedeutsam wie eine sorgfältige Kostenermittlung im Rahmen der technischen Planung).



### **6.3 Griffweise Kostenschätzung, Kostenermittlung und Kostenberechnung**

Ziel der Kostenermittlung ist eine lückenlose Erfassung aller heutigen und künftigen Kosten der Abwasserentsorgung. Um sich eine Übersicht über die Auswirkungen einer geplanten Investitionsmaßnahme verschaffen zu können, sollten die Kosten vorab grob geschätzt werden. Hierzu werden in einem ersten Schritt die heute anfallenden Kosten ermittelt, indem zunächst die bei der Kommune verfügbaren Daten ausgewertet werden auf Basis der Ingenieurplanung die voraussichtlichen Kosten der anstehenden Baumaßnahme unter Berücksichtigung der Konjunkturlage und deren Entwicklung grob geschätzt und in einer überschlägigen Rechnung die Kosten für Zinsen/Tilgung und Betriebsführung ermittelt. Bezieht man bei dieser stationären und zugegebenermaßen sehr ungenauen Berechnung die ermittelten jährlichen Gesamtkosten auf den prognostizierten Trinkwasserverbrauch, so erhält man die Größenordnung der sich nach der Investitionsmaßnahme einstellenden Abwassergebühr.

Eine wesentlich bessere und genauere Möglichkeit, die Kosten der Abwasserentsorgung festzustellen, ist eine genaue und detaillierte Kostenermittlung. Hierzu werden ebenfalls zunächst die gegenwärtig anfallenden Kosten ermittelt, indem die vorhandenen Unterlagen der Gemeinde ausgewertet werden; diese Auswertung erfolgt jedoch in differenzierter Form unter Anwendung betriebswirtschaftlicher Techniken.

Sind die Kosten der gegenwärtigen Abwasserentsorgung ermittelt, werden die Kosten für die anstehenden Investitionen aufgrund der technischen Planungsunterlagen im Detail festgestellt, indem die benötigten Einsatzstoffe mengenmäßig erfasst und entsprechend preismäßig bewertet werden (Masse x Einheitspreise). Liegen keine Daten über die vorhandenen Kanalisationen vor, können die Kosten für geplante Kanalsanierungsmaßnahmen aufgrund von Richtpreisen und Erfahrungswerten festgelegt werden, die jedoch entsprechend der allgemeinen Auftragslage der Fachunternehmen ständig aktualisiert werden müssen.

Um die Gesamtkosten der Abwasserentsorgung im Rahmen einer dynamischen Kostenberechnung ermitteln zu können, muss parallel zur Ermittlung der Neubau- und Sanierungskosten eine Betriebskostenrechnung durchgeführt werden. Dies wird vielfach vernachlässigt, da kommunale Kläranlagen in der Regel von den Kommunen selbst betrieben werden und die beratenden Ingenieure wenig Erfahrung mit dem Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen haben. Dennoch sind die

Betriebskosten ein wesentlicher Bestandteil der Abwassergebühr, der nicht vernachlässigt werden darf. Des Weiteren lässt sich mit Hilfe einer separaten Betriebskostenrechnung eine Kontrolle der Kosten für einzelne Tätigkeiten des Abwasserentsorgungsbetriebes (Wirtschaftlichkeitskontrolle erzielen sowie als Führungs- und Entscheidungsinstrument einsetzen (in Anlehnung an VSA, 1994).

Auf Basis der im Rahmen der Ermittlung der Investitions- und laufenden Kosten festgestellten Zahlen kann nun die eigentliche Kostenberechnung durchgeführt werden.

Diese Kostenberechnung hat in jedem Fall dynamisch zu erfolgen, das heißt, eine Berechnung der Abwassergebühr unter Berücksichtigung der maßgeblichen Einflussgrößen im Zeitablauf (in der Regel werden dynamische Kostenberechnungen für einen Zeithorizont von 15 – 30 Jahren durchgeführt). Bei der Berechnung sind hauptsächlich folgende Einflussgrößen von Bedeutung:

- Gewährung und Höhe von Fördermitteln,
- Höhe der Beiträge,
- Kalkulationszins,
- Höhe der Abschreibung,
- Abschreibungsbasis (Herstellungskosten oder Wiederbeschaffungszeitwert),
- Prognostizierte Trink- und Abwassermengen,
- Reinvestitionen/Sanierungsaufwand.

Ergebnis der Kostenberechnung ist die Abwassergebühr, die sich unter Berücksichtigung der relevanten Umwelteinflussgrößen ergibt, wenn das beabsichtigte Investitionsprogramm durchgeführt wird. Stellt sich heraus, dass die Abwassergebühr derart hoch ausfällt, dass sie politisch nicht mehr durchsetzbar bzw. nicht sozialverträglich ist, hat man die Möglichkeit, rechtzeitig vor Beginn der Investitionen gegenzusteuern.

In Schwellen- und Entwicklungsländern kommt noch eine weitere Erschwernis hinzu: Aufgrund der Wasserknappheit und der Armut breiter Bevölkerungsschichten ist es oftmals politischer Wille, dass zumindest eine Grundversorgung der Haushalte mit Trinkwasser kostenfrei ist oder die Abgabe zu stark subventionierten Bedingungen erfolgt. Und auch der darüber hinaus erfolgende Konsum ist subventioniert (J. Boland u. D. Whittington, 2000). Vor diesem Hintergrund gestaltet sich eine Gebührenkalkulation nach deutschem Vorbild als schwierig bzw. fast nicht zu verwirklichen. In der Bevölkerung fehlt das Verständnis dafür, warum sie für die Abwasserentsorgung und -behandlung einen viel höheren Preis zahlen

muss<sup>6</sup>. Insbesondere, wenn sie von dem Nutzen für die Umwelt – durch die Reinigung – nichts mitbekommen, geschweige denn hiervon profitieren.

Und für eine Subventionierung der Abwassergebühren ist der Staat (oder die regional zuständige Regierung) nicht mehr in der Lage, da schon die Trinkwassersubventionierung einen großen Teil der Steuermittel aufbraucht.

Grundsätzlich sollte vor jeder Investition eine vollumfängliche Kostenberechnung angefertigt werden, um im Vorhinein die Auswirkungen der geplanten Investitionen absehen zu können und bei Bedarf entsprechend gegenzusteuern.

## **7 Übertragbarkeit deutscher Richtlinien**

Die DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall) hat eine Vielzahl Regelwerke veröffentlicht, die Anleitungen und Bemessungsgrundlagen für Planung, Bau und Betrieb von Abwasseranlagen bieten. Aufgrund einer kontinuierlichen Aktualisierung an den Stand der Technik und wegen der Berücksichtigung praktischer Erfahrungen gehören diese Regelwerke zu der Standardliteratur deutscher Ingenieure.

Die Anwendung dieser Regelwerke auch bei Auslandsaufträgen ist daher nahe liegend. Jedoch ist von einer generellen, ungeprüften Übertragung der Regelwerke auf andere Länder abzuraten. Zwei besonders wichtige Unterschiede sollen im Folgenden näher hervorgehoben werden.

### **7.1 Humankapital**

Einer der Hauptunterschiede zwischen Entwicklungs- und Industrieländern ist – abgesehen von dem Vergleichswert Bit-Pro-Kopf – das Ausbildungsniveau der Bevölkerung bzw. die Investitionen in und die Produktion von Humankapital. Der Arbeitsmarkt in Entwicklungsländern besteht zu einem sehr hohen Prozentsatz aus ungelernten Arbeitskräften.

Deutsche Abwasserbehandlungsanlagen weisen einen sehr hohen Technisierungsgrad auf. Viele Prozesse sind automatisiert und Computer gesteuert.

Die Errichtung einer hoch technologisierten Anlage in Entwicklungsländern ist meist kein Problem. Schwierigkeiten entstehen erst, wenn der Betrieb an örtliche Kommunen übergeben wird. Aufgrund des Mangels an hinreichend qualifizierten

---

<sup>6</sup> So die Haushalte überhaupt finanziell in der Lage sind, hierfür zu zahlen. Von den Schwierigkeiten, Gebühren in ärmeren Stadtgebieten zu erheben abgesehen.

Arbeitskräften können viele Prozesse der Abwasserbehandlung nur unzureichend ausgeführt werden. Davon sind auch die Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten beeinträchtigt. Die Folgen: ein nachhaltiger Betrieb der Kläranlage ist nicht mehr gewährleistet. Die Leistung(sfähigkeit) und die Reinigungskraft nehmen ab und erfüllen nicht mehr die geplanten Zielwerte.

Mit diesem Problem mussten sich auch schon die großen internationalen Geberorganisationen wie die Weltbank, der IMF oder die deutsche KfW und GtZ auseinandersetzen. Als vor über 40 Jahren die ersten geberfinanzierten Infrastrukturprogramme zur Verbesserung der Wasserver- und -entsorgung in nicht-industrialisierten Ländern initiiert wurden, lag deren Schwerpunkt auf dem Bau der Anlagen. Den Betrieb sollten anschließend örtliche Institutionen übernehmen, so die damaligen Überlegungen.

Allerdings hatten die Geberorganisationen nicht bedacht, dass Firmen aus Industrienationen die Anlagen geplant und ausgestattet hatten. Nach Übergabe der Anlagen waren viele Kommunen nicht in der Lage, den Betrieb aufzunehmen, da ihnen die Arbeitskräfte fehlten, die mit diesen Technologien umgehen konnten.

Aufgrund dieser Erfahrungen entschlossen sich die Geberorganisationen, bei zukünftigen Projekten verstärkt auf die so genannte Private Sector Participation (PSP) zu setzen: Die Firmen, die die Anlagen errichtet haben, müssen schließlich auch in der Lage sein, das Personal zu stellen, das diese betreiben kann.

Allerdings berücksichtigten sie bei diesem Ansatz nicht, wie sensibel die Bevölkerung auf eine Beteiligung privater Firmen an ihrem örtlichen Wasserversorger reagieren würden. Dieser Widerstand nahm in den letzten Jahren noch einmal deutlich zu, als mehrere große PSP-Projekte scheiterten.

Das Institut für Umwelttechnik und Management an der Privaten Universität Witten/Herdecke gGmbH hat daher einen neuartigen Ansatz entwickelt, diese Probleme zu lösen. Ausgehend von dem „positiven Teufelskreis“ (siehe Bild 3), der mit einem optimierten Betrieb und verbesserten Wartungsarbeiten einhergeht, soll die Einbindung von lokalen Handwerkern in Form eines Franchise-Systems die Akzeptanz der Bevölkerung für die Beteiligung eines internationalen privaten Wasserunternehmens sicherstellen. Dieses Wasserunternehmen soll als Franchise-Geber (Franchiser) die lokalen Handwerker (= Franchise-Nehmer, Franchisees) darin ertüchtigen, die örtliche Wasser- und Abwasserinfrastruktur betreiben und warten zu können. Denn vielmals kommt schlicht und einfach aus dem Grund kein Wasser beim Endverbraucher an, weil sich niemand verantwortlich fühlt, in regel-

mäßigen Abständen nach den Generatoren der Pumpstationen zu sehen und bei Bedarf Diesel nachzufüllen.

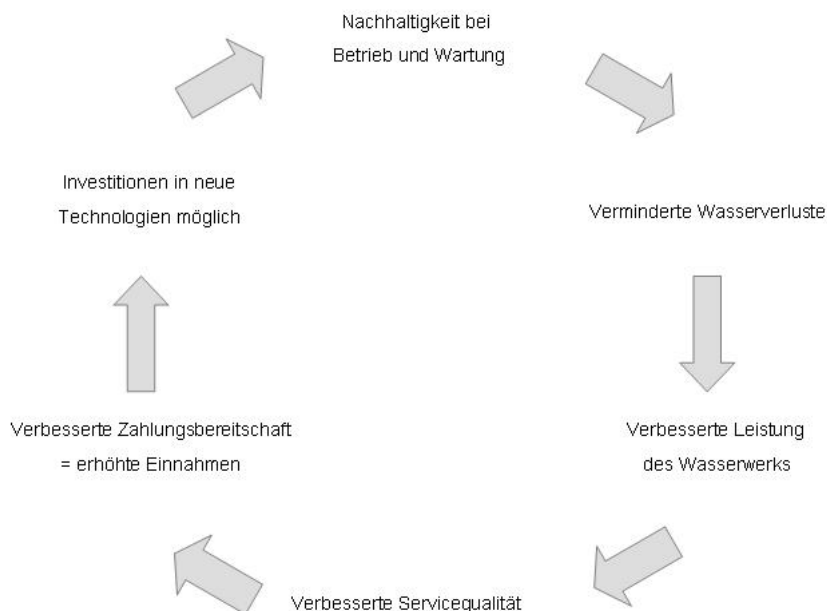


Bild 3: Zusammenhang zwischen Betrieb und Wartung und Wasserservicequalität (eigene Darstellung)

Mittel- bis langfristig gesehen löst dieser Ansatz auch das oben angesprochene Problem der mangelnden Humankapitalproduktion: Durch das Franchise-Verhältnis kommt es zu einem Technologietransfer vom privaten Wasserunternehmen zu dem örtlichen Handwerker, das diese zur Ausbildung von Lehrlingen und somit neuen Handwerkern benutzen können (Rudolph u. Harbach, 2006b).

## 7.2 Technische und kalkulatorische Lebensdauer

Die Lebensdauer einer Abwasserbehandlungsanlage kann auf zwei Weisen beschrieben werden: Die technische Lebensdauer gibt an, wie viele Jahre eine Maschine zur Produktion (in diesem Fall zur Abwasserreinigung) eingesetzt werden kann, bevor sie – bspw. aufgrund von Verschleiß – diese Aufgabe nicht mehr erfüllt. Die kalkulatorische Lebensdauer gibt an, wie lange die Maschine in Betrieb bleiben kann/muss, bis sie buchhalterisch abgeschrieben ist, d.h. in eine neue Maschine investiert werden kann. Der kalkulatorischen Lebensdauer liegt die technische Lebensdauer zugrunde. Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, 2005) hat Tabellen veröffentlicht, mit Hilfe derer die technische und die

kalkulatorische Lebensdauer unterschiedlicher Kläranlagenkomponenten zu ermitteln sind.

Stellt sich im Laufe der Nutzung eines Anlagegegenstandes heraus, dass die der Abschreibung zugrunde gelegte Nutzungsdauer voraussichtlich nicht erreicht wird (ursprünglich zu lang geschätzte Nutzungsdauer), so ist für die restliche Nutzungsdauer ein neuer Abschreibungsplan zu erstellen (DWA, 2002).

Dies ist insbesondere in Schwellen- und Entwicklungsländern ein Problem. Abgesehen von den Auswirkungen vernachlässigter oder mangelhaft durchgeführter Wartungsarbeiten auf die Nutzungsdauer der Abwasserbehandlungstechnologien, beeinflussen auch die Witterung und andersartige Umwelteinflüsse die Lebensdauer der einzelnen Komponenten derart, dass die Erfahrungswerte aus Deutschland vielfach nicht erreicht werden. Häufige und heftige Regenfälle, starke Sonneneinstrahlungen, zu geringe Schmutzwassermengen – Faktoren, die bei der Abschätzung der Lebensdauer berücksichtigt werden müssen, da deutsche Regelwerke Erfahrungen und Kennzahlen zu diesen Bedingungen nicht enthalten (bspw. DWA, 1998).

## **8 Angepasste Kostenkurven**

Neben den bisher geschilderten Methoden und Kriterien zur Ermittlung der zu erwartenden Kosten, stellen grobe Richtzahlen und historisch ermittelte Kostenkurven ein probates Mittel für eine erste Abschätzung z.B. der Investitionssumme dar.

Grundlagen für die meisten Kostenkurven sind Erfahrungswerte. Daher bietet es sich auch an, die eigenständig ermittelten Investitions-, Betriebs- und sonstigen Kosten mit Hilfe dieser Erfahrungswerte zu überprüfen. Kleinere Abweichungen bei den Ergebnissen sollten nicht irritieren. Größere Diskrepanzen jedoch Anlass sein, die eigenen Kalkulationen näher zu prüfen, ob sich nicht ein Fehler in die eigene Kalkulation eingeschlichen hat.

### **8.1 Literaturwerte**

Für die meisten Verfahrensarten gibt es bereits Kostenkurven, auf die zurückgegriffen werden kann. Diese Funktionen geben in der Regel die jährlichen Gesamtkosten einer Kläranlage an und bieten so eine gute Vergleichsmöglichkeit.

Zudem gibt es auch für viele Verfahrensarten differenzierte Kurven in der Literatur, d.h. für die Investitions-, Betriebsmittel- oder Personalkosten.

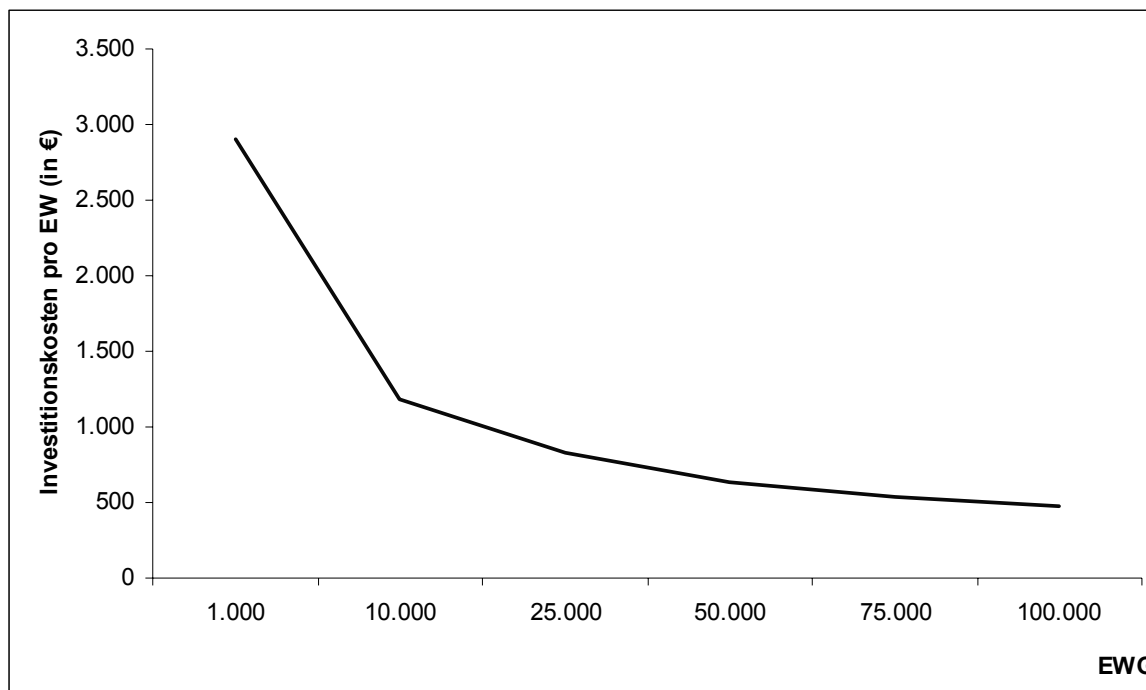


Bild 4: Spezifische Investitionskosten von Belebungsanlagen (nach Rosenwinkel et al.)

Eine sehr ausführliche Sammlung von Kostenkurven findet sich in Bohn (1993). Obwohl die Datengrundlage mittlerweile stark veraltet ist (mehr als 15 Jahre), stellt sie doch eine solide Ausgangslage dar. Durch einfache Einbeziehung der jährlichen Teuerungsrate ließen sich diese Kurven aber leicht aktualisieren.

## 8.2 Modifizierung der Funktionen

Der Bezug auf die Einwohnergleichwerte der Kostenfunktionen stellt klar einen Nachteil dar. Die praktische Verwendung der in der Literatur angegebenen Funktionen ist aufgrund der unterschiedlichen Abwassermengen und Schmutzfrachten pro Einwohner problematisch.

Zur Ergänzung hat deshalb das Institut für Umwelttechnik und Management an der privaten Universität Witten/Herdecke gGmbH im Rahmen des Forschungsvorhabens "Toolkit - Verfahrensevaluation (BMBF-Förderkennzeichen: 02WA0575)" die vorhandenen Formeln umgerechnet.

Dazu wurden zuerst diejenigen Bezugsgrößen jeder Verfahrensart ermittelt, die die Kosten maßgeblich beeinflussen. Bei Belebungsanlagen in Europa (welche eine vollbiologische Reinigung einschließlich Nährstoffelimination bringen müssen) ist beispielsweise die Stickstofffracht der Preis treibende Faktor.

So lautete die alte Funktion für die Energiekosten bei einer Belebungsanlage (Bohn, 1993):

$$\text{Strompreis} * 2,16 * \text{EWG} * 1,15$$

Nach Umrechnung sind die Kosten nicht mehr von den EWG sondern nun von der Stickstofffracht pro Tag abhängig:

$$\text{Strompreis} * 2.160 * \text{kg N/d} * 1,15$$

Weitere umgerechnete Funktionen stehen in nachfolgender Tabelle:

Tabelle 7: Modifizierte Kostenfunktionen (Kosten pro Einwohner, basierend auf: Bohn, 1993; Rosenwinkel et al.,ATV, 1994)

Verfahrensart	Investitionskosten	Personalkosten <sup>7</sup>	Energiekosten <sup>7</sup>
Belebungsanlagen	$42.894 * (100 * (\text{kg N/d})^{-0,39})$	$800 * (100 * (\text{kg N/d})^{-0,4248})$	$2.160 * \text{kg N/d} * 1,15 * \text{Strompreis}$
Biofilmverfahren	$19.970 * 16,666 * (\text{kg BSB5/d})^{-0,325}$	$1,458 * 16,666 * (\text{kg BSB5/d})^{0,657} * 12$	$15 * 16,666 * \text{kg BSB5/d} * \text{Strompreis}$
Teichanlagen	$171.171 * 166,666 * 0,1 * (\text{kg BSB5/d})^{-1,064}$	$4 + 0,0005 * 166,666 * 0,1 * \text{kg BSB5/d} * 12$	---

Auf diese Weise können auch unterschiedliche Nährstoffbelastungen bei den Kosten berücksichtigt werden, was allein über den Bezug zu den EWG nicht möglich wäre.

## 9 Berücksichtigung von Unsicherheiten

Eine ökonomische Analyse eines oder ein ökonomischer Vergleich mehrerer Projekte im Wasser- und Abwassersektor basiert auf Zukunftsprognosen der in die Betrachtung einfließenden Werte wie Kosten, Nachfrage etc. Aufgrund der Langlebigkeit von Investitionen in diesen Sektoren decken solche Berechnungen meist einen sehr langen Zeitraum ab, im Mittel 20 - 25 Jahre.

Nun ist es schwer, für so einen langen Zeitraum die Entwicklung der Eingangsparameter genau vorherzusagen, daher geben die in solchen Berechnungen verwendeten Zahlen diejenigen Werte wider, die am *wahrscheinlichsten* in der Zu-

<sup>7</sup> Jahreskosten



kunft zutreffen werden. Da diese Werte von einer Anzahl Faktoren sowie anderer zukünftiger Entwicklungen beeinflusst werden, ist es bei Projekten mit hohem Investitionsvolumen (aber auch bei kleineren langlebigen Projekten) angeraten, die Auswirkungen wahrscheinlicher Änderungen mit in die Analyse einzubeziehen. Hierzu gibt es zwei Methoden: die Sensitivitäts- und die Risikoanalyse. Erstere zeigt, wie Veränderungen einzelner wichtiger Faktoren die berechneten Ergebnisse für den "Normalfall" oder "base-case" beeinflussen (bspw. die Betriebskosten steigen um 15 % stärker an). Die Risikoanalyse hingegen untersucht die Wahrscheinlichkeit, mit der solche Änderungen tatsächlich auftreten werden<sup>8</sup>. Für die hier beschriebene Projektbewertungstiefe ist eine Sensitivitätsanalyse ausreichend.

### **9.1 Die Sensitivitätsanalyse**

Die Sensitivitätsanalyse untersucht die Auswirkungen von Veränderungen der Projektvariablen auf den "base-case", den am wahrscheinlichsten eintretenden Projektausgang. Logischerweise werden nur gegenläufige Veränderungen berücksichtigt.

Ziel einer Sensitivitätsanalyse ist es,

- Schlüsselvariablen zu identifizieren, welche die Projektkosten beeinflussen;
- Die Folgen zu untersuchen, die aus gegenläufigen Veränderungen dieser Schlüsselvariablen resultieren;
- Somit bewerten zu können, ob Projektentscheidungen anders ausfallen würden, wenn diese Veränderungen einträfen; und
- Handlungsoptionen zu identifizieren, die diese Auswirkungen abfangen könnten.

Eine Sensitivitätsanalyse bewertet also Risiken indem sie (i) solche Variablen identifiziert, die am meisten das Projekt beeinflussen, und (ii) diese Veränderungen in monetären Werten wiedergibt.

### **9.2 Vorgehensweise**

Um o.g. Ergebnisse und Werte zu bekommen, wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

---

<sup>8</sup> Definitionen in diesem Kapitel orientieren sich an ADB, 1999.

- Bestimmen der Schlüsselvariablen, die die Projektbewertung und -entscheidung beeinflussen können;
- Berechnung der Auswirkung auf den "base-case" und Bestimmung eines Schwellenwertes, ab dem die Entscheidung anders ausfallen würde;
- Berücksichtigung von Variablen, die sich zur gleichen Zeit in eine gleiche Richtung ändern könnten; und
- Identifikation des Ausmaßes der Veränderung der Schlüsselvariablen sowie der Gründe für deren Veränderung

Bei Projekten im Wasser- und Abwassersektor sollten u.a. die Veränderung der Bevölkerung (d.h. der angeschlossenen Nutzer oder der Einwohnergleichwerte), der Hebeeffizienz, der Inflation und der Betriebskosten, sowie bei Krediten in ausländischer Währung des Wechselkurses auf das Projekt untersucht werden.

Die Sensitivitätsanalyse kann, wenn bereits zu einem frühen Zeitpunkt durchgeführt, helfen, Schwachpunkte im Projektdesign und weiteren Informationsbedarf bei manchen Variablen aufzuzeigen sowie einen ersten Eindruck über das Projektrisiko zu vermitteln (World Bank, 1996).

Jedoch sollte auch berücksichtigt werden, dass eine Sensitivitätsanalyse einigen konzeptionellen Einschränkungen unterliegt:

- Die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens einer Veränderung der Variablen wird nicht berücksichtigt.
- Eine mögliche Korrelation von Variablen wird außer Acht gelassen.
- Die Veränderung der Schlüsselvariablen erfolgt meist willkürlich.

Dennoch ist die Sensitivitätsanalyse für die hier behandelten Zwecke und Aufgaben besser geeignet als bspw. die von der Weltbank (1996) vorgeschlagene alternative Verwendung des "Expected Net Present Value Criterion". Diese Technik ist um ein Vielfaches aufwendiger und es ist fraglich, ob die hiermit gewonnenen Informationen den Aufwand rechtfertigen.

## 10 Kalkulationsschema für Businesspläne

Ausgehend von den vorgegangenen Überlegungen wurde ein Kalkulationsschema aufgebaut. Dieses Programm wurde in Excel geschrieben und soll Städten und Gemeinden sowie Ingenieurbüros dabei helfen, einen ersten Businessplan für ein Abwasserprojekt zu erstellen. Dabei kann es sich um einen Neubau einer Abwasserbehandlungsanlage handeln, aber auch um die Erweiterung einer bestehenden Kläranlage.

### 10.1 Programm zur Kostenkalkulation bei Abwasserprojekten

#### 10.1.1 Aktuell erhältliche Programme von Drittanbietern

Dem Entschluss, ein eigenes Programm zur Kalkulation von Abwasserprojekten zu schreiben, ging ein intensives Studium aktuell am Markt verfügbarer Software-Produkte voraus.

Stellvertretend für die untersuchten Programme seien hier folgende drei Anwendungen genannt:

- das Programm *FACT* - Financing Alternatives Comparison Tool – der amerikanischen Umweltbehörde EPA (US Environmental Protection Agency),
- das *FEASIBLE*-Modell (Financing for Environmental, Affordable and Strategic Investments that Bring on Large-scale Expenditure), welches im Auftrag der OECD geschrieben wurde, sowie
- das südafrikanische Programm *Aqua Hydraulic Utilities*, das ein Gemeinschaftsprodukt der Firma Sinotech CC und der Universität Pretoria ist.

O.g. Programme haben alle nur eine geringe Größe und lassen sich (als Demoversion oder auch als Freeware) daher leicht aus dem Internet herunterladen.

Alle untersuchten Programme haben gemein, dass sie sehr detailliert Eingangsdaten abfragen und so fundierte Berechnungen aufstellen können.

The screenshot shows the 'FEASIBLE' software interface. The main window displays the 'Expenditure' results for a specific scenario, region, and municipality. The data is presented in a table format, with columns for 'Sector', 'Year' (2002-2011), and 'Expenditure' values. The unit is specified as 'Unit 1.000 RUR'. The table includes a 'Sum' row at the bottom. The interface also features a sidebar with navigation options (Technical, Finance, Expenditure, Financing gap) and a bottom navigation bar with tabs for General, Solid waste, Water supply, Wastewater, Supply of finance, and Results.

Sector	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
MSW	149.910	149.910	149.910	149.910	149.910	175.178	150.435	175.123	187.618	153.772
WS	186.177	186.330	194.288	200.562	339.945	344.527	349.111	353.698	358.287	362.880
WW	76.798	76.798	76.798	81.919	82.232	82.545	107.524	110.129	110.979	111.830
Sum	412.885	413.038	420.996	432.391	572.088	602.250	607.069	638.949	656.884	628.482

Bild 5: Screenshot des Programms "FEASIBLE"

Die angebotenen Modelle unterschieden sich jedoch auch zugleich in bestimmten Aspekten. So steht bei der Softwareentwicklung aus Südafrika der Aspekt der Lebenszykluskosten sehr stark im Vordergrund. Die OECD berücksichtigt in ihrem Programm dafür stärker sozioökonomische Faktoren und politische Zielgrößen. Der Nutzer muss bspw. angeben, wie sich die Bevölkerung und das Bruttoinlandsprodukt entwickelt. Aber auch, welche Vorstellungen er hat in Bezug auf den Anschluss zusätzlicher Haushalte an bestimmte Ver- und Entsorgungsmöglichkeiten.

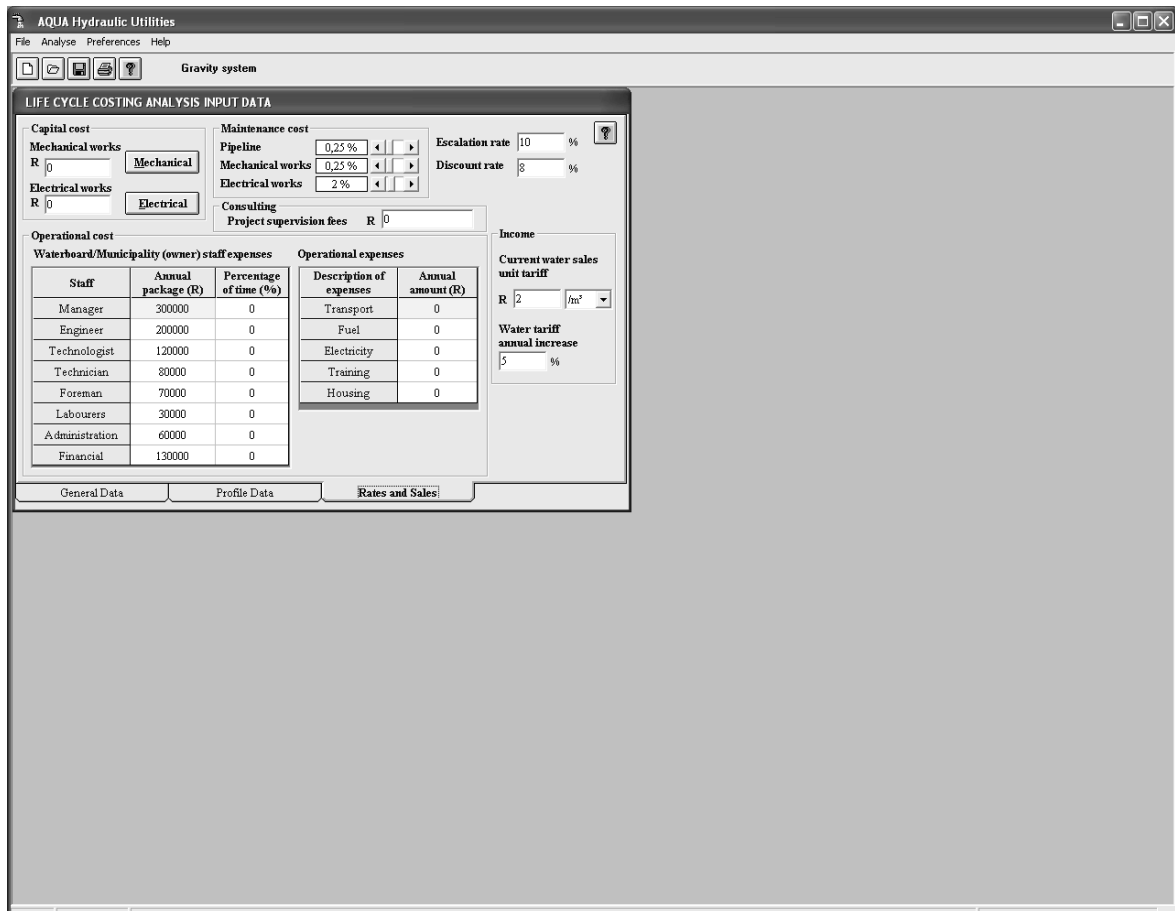


Bild 6: Screenshot des Programms " Aqua Hydraulic Utilities"

Kritisch anzumerken ist bei den verfügbaren Programmen jedoch, dass sie die einzelnen Inputdaten zu detailliert abfragen. Was (a) eine sehr gute Kenntnis der Datenlage beim Benutzer voraussetzt und (b) die Anwendung dieser Produkte erschwert – wenn nicht gar verhindert - , wenn die Datenlage (noch) nicht ausreichend bekannt ist.

### 10.1.2 WatsanPCC

Aus diesen Gründen wurde das Programm *WatSanPCC* (Water and Sanitation Project Cost Calculation) geschrieben. Der Augenmerk lag dabei von Anfang an drauf, die Bedienbarkeit einfach zu gestalten, und auch dann noch akzeptable Ergebnisse zu liefern, wenn der Anwender nur einen Teil der angefragten Informationen eingegeben hat. In diesem Fall greift *WatSanPCC* dann auf eine interne Datenbank zurück, die aus Erfahrungs- und Literaturwerten besteht.

Eine weitere Besonderheit der Software *WatSanPCC* ist die explizite Berücksichtigung der Einnahmenseite. Das Programm setzt die jährlichen Ausgaben und die

erwarteten Einnahmen - über bspw. Gebühren - in Relation. Verschiedene Diagramme weisen dann u.A. aus,

- wie hoch die gesamte Unterdeckung, aggregiert über die komplette Projektlaufzeit, und
- wie hoch der jährliche Fehlbetrag bei unterschiedlichen Voraussetzungen ist.

Die Grundstruktur des Kalkulationsschemas wird nachfolgend kurz dargestellt. Zur besseren Verdeutlichung der Leistungsfähigkeit dieser Software erfolgt anschließend in Kapitel 10.2 eine exemplarische Anwendung auf ein Fallbeispiel.

*WatSanPCC* setzt sich aus zurzeit neun Eingabemasken zusammen, in welche der Nutzer Daten und Informationen eintragen kann. Für den Fall, dass dem Anwender keine Informationen vorliegen, kann das Programm auf eine interne Datenbank zurückgreifen. Diese Datenbank sowie die im Hintergrund ablaufenden Rechenschritte sind für den Zugriff des Anwenders gesperrt. So soll verhindert werden, dass der Nutzer versehentlich Änderungen an den komplexen zugrunde liegenden Berechnungsansätzen vornimmt.

Über die Eingabemasken mit zunehmendem Detaillierungsgrad wird der Anwender aufgefordert, für die Berechnung notwendige Daten einzugeben. Wie vorab schon angemerkt sind in dem Programm Datensätze hinterlegt, auf die das Programm bei fehlender Eingabe zurückgreifen kann. Diese Datensätze sind konform mit gängigen Richtwerten wie sie u.A. von der KfW, Weltbank oder der GtZ verwendet werden und für dieses Forschungsvorhaben recherchiert und aufbereitet wurden. Bild 7 und Bild 8 stellen zwei der drei Eingabemasken dar.



project funding provided by:


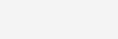



Federal Ministry  
of Education  
and Research

## Water Supply & Sanitation Project Cost Calculation


Version 2.0 - 11/2007

### Introduction - How to use this application

- 1 - Please save this file under a new name (e.g. Vietnam\_City\_Utility).
- 2 - The whole survey consists of eight sheets.
- 3 - Please fill in all relevant data in the marked fields.
- 4 - Fields marked dark blue  indicate where input needs to be provided.
- 5 - Fields marked light blue  indicate where input can be used from the internal database alternatively.
- 6 - However, the more information you enter, the more accurate the cost calculation, and thus the results and the output.
- 7 - Small red triangles in the upper right hand corner provide extra information - just move the cursor over the sign:
- 8 - At several fields you can choose your answer from a dropdown list. You will notice these lists by this symbol .
- 9 - Though you can enter sets of assets which have been built at various periods, the financing costs for these will be regarded to be zero.
- 10 - If you have any further questions, feel free to contact us: [mail@professor-rudolph.de](mailto:mail@professor-rudolph.de) (subject: "WatSanPCC feedback").
- 11 - Please keep in mind that this software is no substitution for qualified and individual consultancy.

### Bild 7: Anfängliche Eingabemaske in WatSanPCC mit Instruktionen für den Anwender

Der Nutzer wird aufgefordert zu allen farbig markierten Feldern Angaben zu machen. Programminterne Verknüpfungen übertragen Daten zu denen noch detaillierte Angaben erforderlich sind aus vorherigen Masken. So soll vermieden werden, dass der Anwender versehentlich unterschiedliche Werte für ein und dieselbe Position eingibt.




Water Supply & Sanitation Project Cost Calculation  
Version 2.0 - 11/2007

**General Data Sheet**

*Please provide general information on the Project*

Country	<input type="text"/>
People equivalents served	
Currently	<input type="text"/> p.e.
Additional	<input type="text"/> p.e.
Year in which additional customers will be connected (e.g. 2015)	<input type="text"/>
Water sold / treated	
Currently	<input type="text"/> m <sup>3</sup> p.a.
Additional	<input type="text"/> m <sup>3</sup> p.a.
Year in which additional customers will be connected (e.g. 2015)	<input type="text" value="0"/>
Water use	<input type="text"/> l/(c*d)



Water Supply & Sanitation Project Cost Calculation  
Version 2.0 - 11/2007

**Financial Data Sheet**

*Please provide information on project financing here*

<b>Official Donor Aid (ODA)</b>	
Expected ODA in % of new investment costs	<input type="text"/> %
ODA is provided as	
...loan	<input type="text"/>
...grant	<input type="text" value="0"/>
Interest rates	
...for ODA loan	<input type="text"/> % p.a.
...for commercial loan	<input type="text"/> % p.a.
Repayment period	
...for ODA loan	<input type="text"/> years
...for commercial loan	<input type="text"/> years
Loan repayment starts after (grant period)	<input type="text"/> years
Discount rate	<input type="text"/> % p.a.

Bild 8: Zwei beispielhaft ausgewählte Eingabemaske

Es ist geplant, die Software im Internet zu veröffentlichen. Der Anwender soll dort das Programm online aufrufen und starten können. Nach Eingabe aller Informationen werden die Daten übertragen. Im Anschluss soll der Nutzer dann eine graphische Auswertung seines Projektes erhalten.

## 10.2 Anwendung auf ein Fallbeispiel

Eine Referenzanlage wurde ausgewählt, um sowohl das Programm zu validieren als auch seine Leistungsfähigkeit zu illustrieren. Über ein von der Europäischen Union gefördertes Forschungsprojekt "(Policy Reinforcement and Networking for Private Sector Participation (PSP) Facilitation in Water Supply and Wastewater Infrastructure Development in South East Asia", TH/Asia Pro Eco/04 (101301)) besteht Kontakt zu der Stadt Vung Tau in Vietnam.

Die Kläranlage in Vung Tau wurde 1999 gebaut. Die Kapazität der Anlage ist größer als 330 000 EW. Die Investitionskosten in Höhe von mehr als 515 Mrd. VND (Vietnamesischer Dong<sup>9</sup>) wurden zu 60 % in Form eines Grant (nicht rückzahlbarer Zuschuss) finanziert. Die Anlage reinigt jährlich über 20 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser.

<sup>9</sup> 1 EUR = 23 000 VND



Bild 9 weist die dynamischen Gestehungskosten (dynamic project costs) für Vung Tau aus. Die dynamischen Gestehungskosten sind eine Größe, mit der bspw. die KfW Projektalternativen bewertet. Wenn ein Projekt ein Gut produziert, dann stellt sich die Frage, wie hoch die durchschnittlichen Kosten pro Einheit des produzierten Gutes sind. Diese Gestehungskosten ergeben sich aus dem Barwert der jährlichen Kosten (Ausgaben und Investitionskosten) geteilt durch den Barwert der erzeugten Nutzeinheiten. Die Gestehungskosten werden als durchschnittliche reale Ausgaben pro Nutzeinheit angegeben. Auf den ersten Blick ungewöhnlich ist, dass auch bei den Nutzeinheiten ein Barwert gebildet wird. Aber auch bei diesen ist eine heute erzeugte Einheit wertvoller als eine in 10 Jahren produzierte Einheit. Es geht schließlich um den finanziellen Gegenwartswert des heute oder in 10 Jahren erzeugten Nutzens.

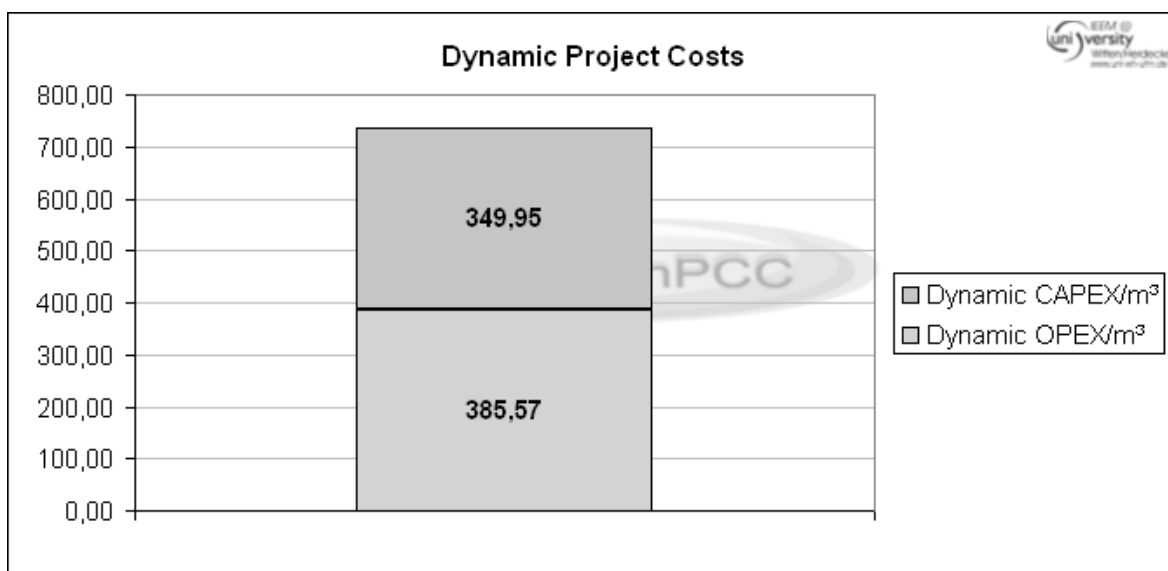


Bild 9: Die dynamischen Gestehungskosten für das Vung Tau-Projekt (in VND)

Damit ein Projekt nachhaltig ist, muss es finanziell tragbar sein. Die nächsten drei Abbildungen haben daher die Aufgabe, den (politischen) Entscheidungsträgern zu verdeutlichen, wie hoch die Ausgaben während der Projektlaufzeit sind (um einen dauerhaften und sicheren Betrieb zu ermöglichen) und wie hoch im Vergleich hierzu die Einnahmen ausfallen.

Unter der Abkürzung *ODA* versteht man in der internationalen Entwicklungszusammenarbeit die "Official Donor Aid". Also Kredite und nicht rückzahlbare Zuschüsse von Geberländern (bspw. über die Weltbank, KfW etc.) für bestimmte Projekte. Diesen Betrag stellt Bild 10 dafür als erste Orientierung zusammen mit

dem Barwert der gesamten Einnahmen den Gesamtausgaben gegenüber. Wie leicht erkenntlich ist, reicht der Abwassertarif in Höhe von umgerechnet 0,04 EUR/m<sup>3</sup> trotz der stark bezuschussten Investitionskosten nicht aus. Es entsteht eine finanzielle Lücke (über 400 Mrd. VND), die, wenn sie nicht über Subventionen gedeckt wird, im schlimmsten Fall dazu führen wird, dass die Kläranlage ihren Betrieb einstellen muss.

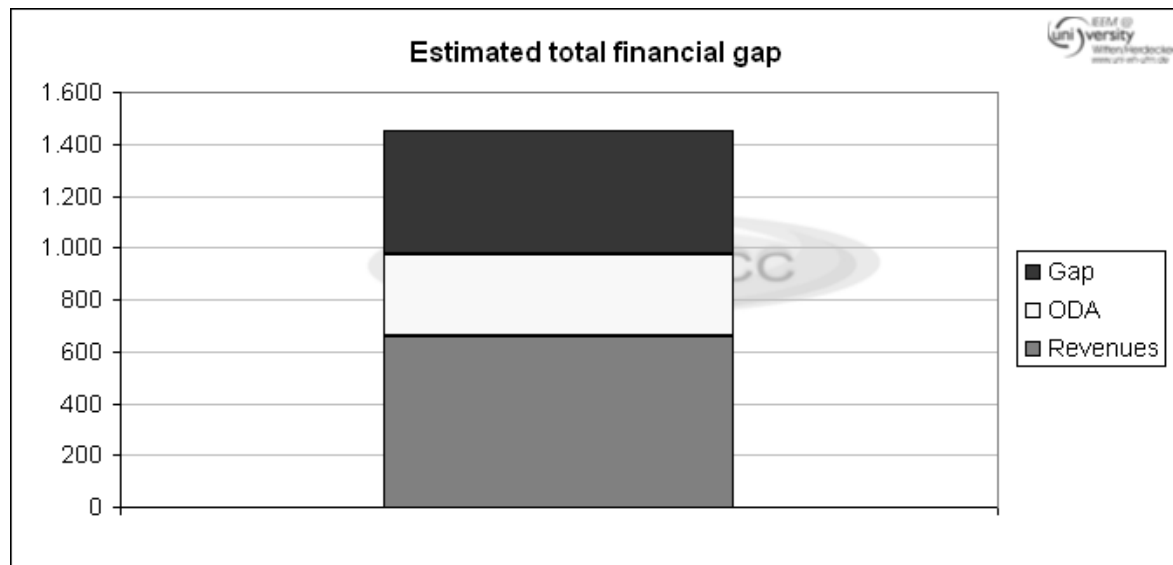


Bild 10: Darstellung der finanziellen Lücke über die gesamte Projektlaufzeit (in Mrd. VND)

Bild 11 und Bild 12 erläutern das Zustandekommen dieser finanziellen Lücke. Im ersten Fall wird angezeigt, welche Subventionen pro Kubikmeter benötigt werden, um einen nachhaltigen Betrieb zu ermöglichen. Die abnehmenden Beträge ergeben sich dabei jeweils aus den zugrunde liegenden betriebswirtschaftlichen und sozioökonomischen Annahmen und Angaben (u.A: wird von einer steigenden Zahlungsmoral ausgegangen).

Wie Bild 11 verdeutlicht wären bei dem gewählten Tarif über mehr als 20 Jahre Subventionen zu zahlen. Erst ab dem Jahr 2021 wären keine Subventionen mehr erforderlich, bzw. es könnten sogar Überschüsse erzielt werden.

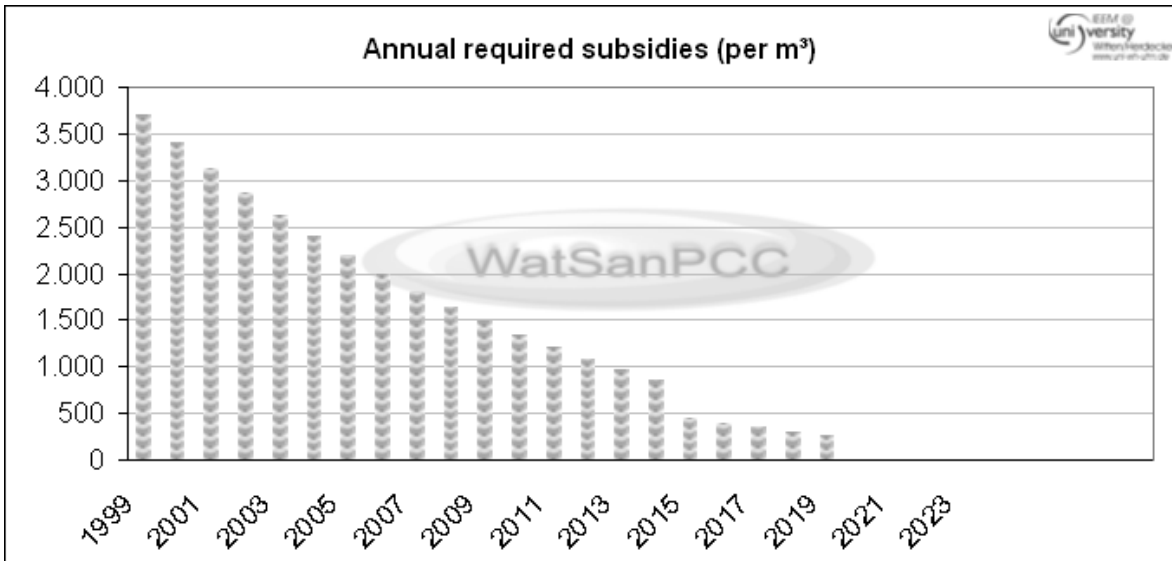


Bild 11: Für einen nachhaltigen Betrieb jährlich benötigte Subventionen pro Kubikmeter gereinigten Abwassers

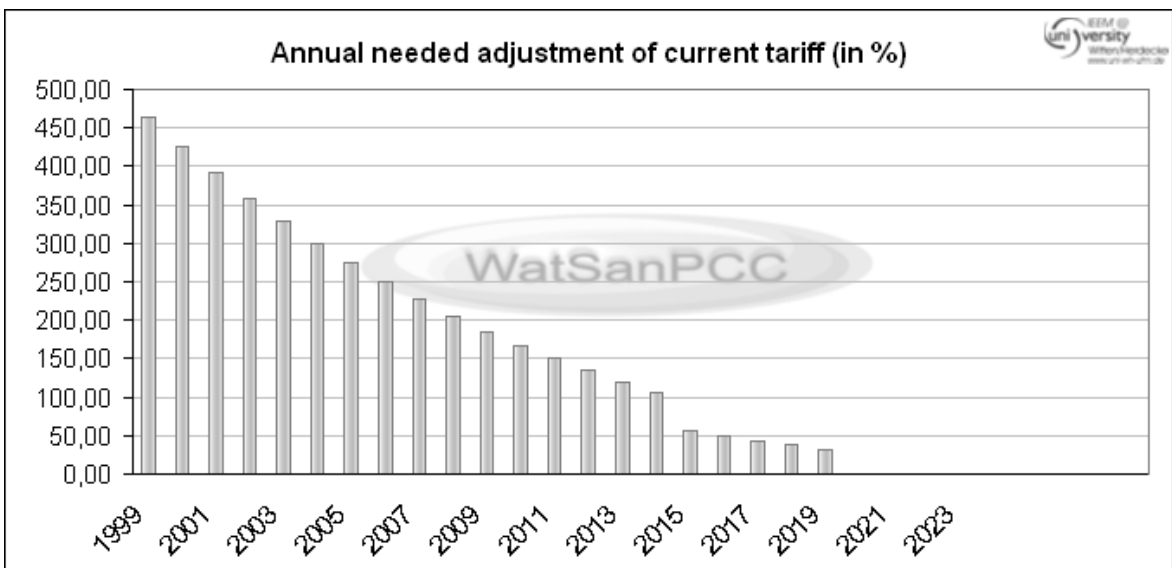


Bild 12: Erforderliche Anpassung des aktuellen Tarifs, um einen nicht negativen Cash-flow zu erreichen

Im Umkehrschluss veranschaulicht Bild 12, wie stark der aktuelle Tarif angehoben werden muss, um jedes Jahr einen nicht negativen Cashflow zu erreichen. Für Vung Tao hätte der Tarif anfänglich mehr als vervierfacht werden müssen, bevor

er dann langsam wieder abgesenkt werden könnte<sup>10</sup>. Politisch (und sozial) nicht durchsetzbar.

Die Einzelaussagen der vorherigen vier Diagramme fasst Bild 13 zusammen, in dem es die jährlichen Ausgaben (aufgeteilt in CAPEX und OPEX) den jährlichen Einnahmen gegenüberstellt. Neben einer anschaulichen Illustration der Ausgabenentwicklung wird so gut erkennbar, dass die Tarifeinnahmen in den ersten 15 Jahren der Projektlaufzeit nicht einmal ausreichen, um den Betrieb der Kläranlage zu finanzieren. Ein Hauptgrund dafür, warum viele von Geberländern finanzierte Abwasserbehandlungsanlagen bereits nach kurzer Zeit wieder ihren Betrieb einstellen mussten.

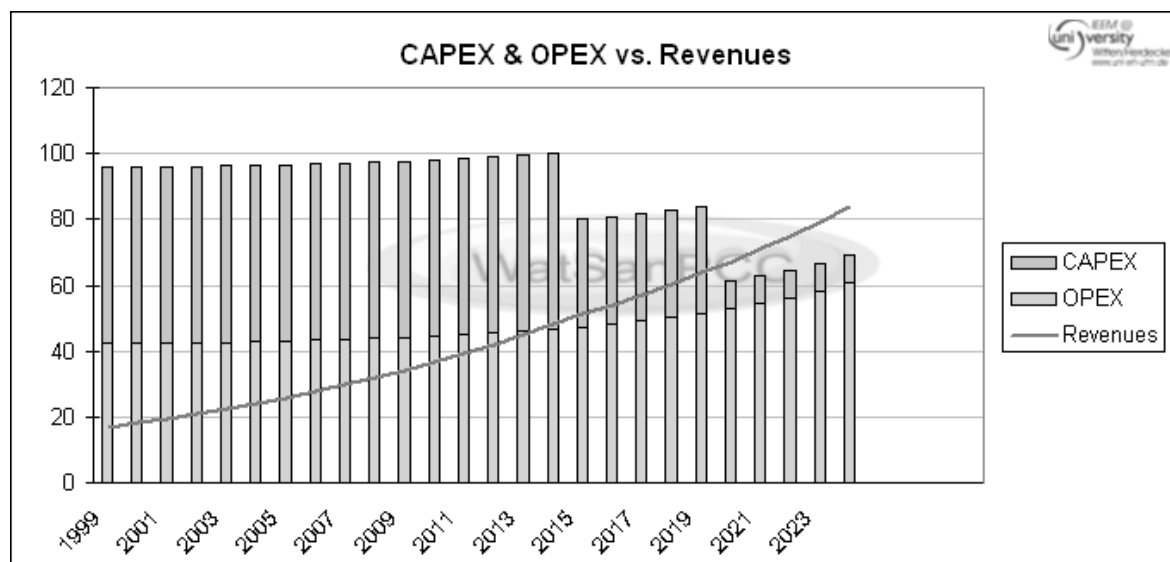


Bild 13: Gegenüberstellung der jährlichen Ausgaben (aufgeteilt in CAPEX und OPEX) und der jährlichen Einnahmen (jeweils in Milliarden VND)

<sup>10</sup> Dieser Aussage liegt die Annahme zugrunde, dass die Laufzeit auf 25 Jahre beschränkt ist. Eine längere Laufzeit würde Neuinvestitionen erfordern, die eine Anpassung der Tarife nach oben mit sich bringen.

## Literaturverzeichnis

- ADB (1999): Handbook for the Economic Analysis of Water Supply Projects, Asian Development Bank
- ATV (1994): Denitrifikation bei Tropfkörperanlagen, Arbeitsbericht der Arbeitsgruppe 2.6.3, Korrespondenz Abwasser 41 (11)
- von Baratta, M. (Hrsg.): Der Fischer Weltalmanach 2004, Fischer Taschenbuch Verlag
- Bohn, Th. (1993): Wirtschaftlichkeit und Kostenplanung von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen, expert verlag
- Boland, J.; Whittington, D. (2000): The Political Economy of Water Tariff Design in Developing Countries: Increasing Block Tariffs versus Uniform Price with Rebate, in: A. Dinar (2000): The Political Economy of Water Pricing Reforms, World Bank, Oxford University Press
- Briscoe, J. (2005): Water as an Economic Good, in: Brouwer, R; Pearce, D. (Hrsg.): Cost-Benefit Analysis and Water Resources Management, Edward Elgar
- Busse von Colbe, W.; Lassmann, G. (1990): Betriebswirtschaftstheorie, Band 1, Produktions- und Kostentheorie, 3. Auflage, Berlin u.a.O.
- DWA (1998): Korrosion von Abwasseranlagen – Abwasserableitung, ATV-M 168
- DWA (2002): Abgrenzung von Herstellungskosten und Erhaltungsaufwand bei Abwasseranlagen, ATV-M 807
- Fehr, G. (1992): Entwicklung eines Bewertungsverfahrens zur Frage der zentralen oder dezentralen Abwasserreinigung im ländlichen Raum, Schriftenreihe "Wasser und Umwelt" der Universität Witten/Herdecke, Band 6
- Fry, M. et al. (1996): Central Banking in Developing Countries, London and New York, Routledge
- Gärtner, Th.; Rudolph, K.-U. (1998): Kostensenkungsprogramm beim Neubau, Umbau und Betrieb von Kläranlagen, in: C. W. Schmitz (Hrsg.): Handbuch Kommunales Abwasser, Bonn (Economica Verlag)
- Gellert, M.; Rudolph, K.-U. (1989): Zum Ermessensspielraum bei der Berechnung kommunaler Abwassergebühren, der gemeindehaushalt 11/1988, S. 241 ff
- Hernández-Sancho, F.; Sala-Garrido, R. (2005): Technical Efficiency in Wastewater Plants: Evidence From A Spanish Case Study, IWA International Conference on Water Economics, Statistics, and Finance, Rethymno, Greece, 8 – 10 July 2005
- Hutton, G.; Haller, L. (2004): Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level, World Health Organization
- International Monetary Fund (2005): World Economic Outlook Database, September 2005

- Jacobsen, M. (2005): Project Costing and Financing, in: Lønholdt, J. (Hrsg.): Water and Wastewater Management in the Tropics, IWA Publishing
- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2005): Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen, 7. Aufl., München
- Rosenwinkel, K.-H.; Gigerl, T.; Baumgarten, G.: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Membrantechnik bei der Abwasserbehandlung, Beitrag A15
- Rudolph, K.-U. (1999a): Kostenoptimierung der Abwasserentsorgung durch technische und organisatorische Maßnahmen, in: Kuhnert, L.; Schroedter, W. T. (Hrsg.): Kosten und Gebühren der Abwasserentsorgung, PROAQUA-Schriften Band 1
- Rudolph, K.-U. (1999b): Vergleich der Abwassergebühren im europäischen Rahmen, Kommunalwirtschaft, Heft 4, April 1999, S. 174
- Rudolph, K.-U. (2002): Economics in Water Technologies – Selected Issues in Cost Evaluation, Lecture for the BMBF "2<sup>nd</sup> Meeting of the IPSWAT Circle", Bonn, 29. – 31. Oktober 2002
- Rudolph, K.-U.; Block, T. (2005): Wasserleitfaden – Leitfaden zur Herausbildung leistungsstarker kommunaler und gemischtwirtschaftlicher Unternehmen der Wasserver- und Abwasserentsorgung
- Rudolph, K.-U., Harbach, M. (2006a): Abwassergebühren und Mehrwertsteuer - Nach Datenlage keine klare Aussage möglich
- Rudolph, K.-U., Harbach, M. (2006b): Franchising Operation and Maintenance: Achieving Competition in the Water Market, 5<sup>th</sup> Applied Infrastructure Research Conference, Berlin, 6 – 7 October 2006
- UN (2005): UN Statistical Yearbook 2005
- Unctad (1999): Handbook of International Trade and Development Statistics
- VSA (Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute), Schweizerischer Städteverband – Fachorganisation für Entsorgung und Straßenunterhalt (1994): Richtlinie über die Finanzierung auf Gemeinde- und Verbands-ebene, Zürich und Bern
- World Bank (1996): Handbook on Economic Analysis of Investment Operations

## Anhang

Nr.	Begriff	Definition
1	Abschreibung	Mit der Abschreibung wird der Wertverlust bei dauerhaften Produktionsfaktoren auf die Perioden, in denen die Güter genutzt werden können, verteilt. Der Wertverlust (Abschreibungsursachen) kann nach der Zeit (zeitbedingte Abschreibung) oder nach der Leistungsabgabe (leistungsbedingte Abschreibung) gemessen werden.
2	Abschreibung: handelsrechtlich	Darstellung des Werteverzehrs in der Handelsbilanz. Die handelsrechtlichen Abschreibungen sind in den §§ 253, 254 HGB geregelt. Unterschieden wird vor allem zwischen planmäßigen und außerplanmäßigen Abschreibungen. Bei den planmäßigen Abschreibungen werden die Herstellungs- oder Anschaffungskosten über die voraussichtliche Nutzungsdauer verteilt. Außerplanmäßige Abschreibungen dienen der Anpassung der Bilanzwerte an niedrigere Tages- oder Ist-Werte.
3	Abschreibung: kalkulatorisch	Die kalkulatorischen Abschreibungen dienen der Verteilung und Verrechnung der tatsächlichen Wertminderung der Anlagengüter auf die Leistungen und damit als Grundlage für die Selbstkostenermittlung (z. B. für die Kosten- und Leistungsrechnung). Kalkulatorische Abschreibungen können sich im Bereich der Gebührenkalkulation, abhängig vom jeweiligen Landesrecht, von den handelsrechtlichen Abschreibungen durch die Zugrundelegung von Wiederbeschaffungskosten unterscheiden.
4	Abschreibung: steuerrechtlich	Darstellung des Werteverzehrs in der Steuerbilanz. Die steuerrechtlichen Abschreibungsvorschriften befinden sich in den §§ 7 bis 7k EStG. Hiernach wird unterschieden in Absetzung für Abnutzung (AfA), Absetzung für außergewöhnliche technische oder wirtschaftliche Abnutzung (AfaA), Absetzung für Substanzverringerung (AfS) und erhöhte Absetzungen sowie Sonderabschreibungen.
5	Anlagenkapital- aktivierung	Bilanzielle Erfassung von Vermögensgegenständen mit Anschaffungs- und Herstellungskosten.

Nr.	Begriff	Definition
6	Benchmarking	Benchmarking ist eine Methode, mit der Arbeits- und Produktionsprozesse, Managementtechniken, Produkte oder Bereiche innerhalb des eigenen Unternehmens oder mit denen von Wettbewerbern verglichen werden. Dadurch sollen eigene Schwächen festgestellt und Möglichkeiten zur Verbesserung genutzt werden.
7	Entgeltkalkulation	Als Entgelt gilt jede Art der Gegenleistung, die ein Unternehmen für seine erbrachten Waren / Leistungen erhält. Die Entgeltkalkulation ist die Preisermittlung, häufig unter Berücksichtigung aller anfallenden Kosten.
8	Kosten- / Leistungsrechnung	Kosten- und Leistungsrechnung ist die Erfassung der Kosten, die bei der Aufgabenwahrnehmung entstehen, im Verhältnis zu den erbrachten Leistungen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes.
9	Kostenarten	Die in einer Periode angefallenen Kosten werden erfasst und ihrer Art nach gegliedert. Eine Gliederung der Kostenarten kann nach verschiedenen Kriterien erfolgen. Die wichtigsten sind die Gliederungen nach verbrauchten Produktionsfaktoren (z. B. Werkstoff-, Personal- und Dienstleistungskosten), nach betrieblichen Funktionen (z. B. Beschaffungs-, Fertigungs-, Vertriebs- und Verwaltungskosten) und nach der Art ihrer Verrechnung (Einzel- und Gemeinkosten). Die Kostenartenrechnung erklärt, welche Kosten in welcher Höhe angefallen sind.
10	Kostenermittlung	Kostenermittlung ist ein zusammenfassender Begriff für die Vorausberechnung der zu erwartenden Kosten bzw. die Feststellung der tatsächlich entstandenen Kosten.
11	Kostenplanung	Die Kostenplanung umfasst die Ermittlung und Zuordnung der voraussichtlichen Kosten für das betrachtete Objekt unter der Berücksichtigung der vorhandenen und zukünftigen Einflussgrößen sowie der Zeit.
12	Kostenrechnung	Die Kostenrechnung ist ein Informationsrechnungssystem, mit dem sich die Güterverbräuche und die damit verbundenen Kostenänderungen im Beschaffungs-, Produktions- und Absatzprozess darstellen lassen. Mit der Kostenrechnung können Planungs-, Kontroll-, Lenkungs- und Publikationsaufgaben gelöst werden.



Nr.	Begriff	Definition
13	Kostenstellen	<p>Kostenstellen sind Orte der Kostenentstehung und damit die Orte der Kostenzurechnung. Sie sind in der Regel betriebliche Teilbereiche, die kostenrechnerisch selbstständig abgerechnet werden können.</p> <p>Die Fragestellung der Kostenstellenrechnung lautet: Wo sind welche Kosten in welcher Höhe angefallen?</p>
14	Kostenstruktur	<p>Rein formal ist die Kostenstruktur die Gliederungslogik, nach der die Kosten eines betrachteten Objektes (Unternehmen, Produkt, Projekt, Dienstleistung usw.) in Kostenarten aufgeteilt werden. Die Aufstellung einer Kostenstruktur ist sinnvoll, um effektiv Kostenplanung und Kostencontrolling betreiben zu können. Insbesondere dient sie dazu, die am meisten zu den Gesamtkosten beitragenden Kostenarten zu bestimmen und bei Bedarf die wirksamsten Einsparmaßnahmen identifizieren zu können.</p>
15	Kostenträger	<p>Kostenträger sind die betrieblichen Leistungen, die den Güter- und Leistungsverzehr ausgelöst haben. Ihnen werden die Kosten zugerechnet.</p> <p>Die Kostenträgerrechnung beschreibt, wofür welche Kosten in welcher Höhe angefallen sind.</p>
16	Kostenvergleichsrechnung	<p>Die Kostenvergleichsrechnung vergleicht mehrere (Investitions-) Alternativen unter Kostengesichtspunkten, um die kostenoptimale Alternative zu bestimmen.</p>
17	Prozess	<p>Ein Prozess ist eine auf die Erbringung eines Leistungsausgangs gerichtete Kette von Aktivitäten (z. B. Wareneingang → Lagerung → Auftragsannahme → Versand).</p>
18	Wirtschaftlich	<p>Wirtschaftlichkeit ist ein allgemeines Maß für die Effizienz bzw. für den rationalen Umgang mit knappen Ressourcen.</p>
19	Wirtschaftlichkeitsrechnung	<p>Die Wirtschaftlichkeitsrechnung beschreibt ein Input / Output-Verhältnis, welches geldmäßig (also in EUR) bewertet wird. Wirtschaftlichkeit ist der Quotient von Ertrag durch Aufwand.</p>