

# KOSTENDÄMPFUNG BEI GROSSEN KLÄRANLAGEN

VON WERNER LENGYEL UND HELMUT PASSER

## 1. EINLEITUNG:

Ausgelöst durch die prekäre Situation des Staatshaushaltes, insbesondere auch im Zusammenhang mit dem Beitritt Österreichs zur Europäischen Union, geht die an allen Fronten ausgebrochene Diskussion um Kosteneinsparungsmöglichkeiten auch an der Siedlungswasserwirtschaft nicht vorbei.

Obwohl bereits durch das Umweltförderungsgesetz 1993 eine deutliche Verminderung der bis dato günstigen Investitionsbedingungen für Abwasserbeseitigungsanlagen eingeführt wurde, sind durch die Vorgaben des Wasserrechtsgesetzes - auch im Lichte der EU-Anpassung - sowohl durch Neuerrichtung als auch durch Anpassung von bestehenden Kläranlagen noch bedeutende Investitionen im Bereich der Abwasserentsorgung erforderlich, welche bei Einhaltung der bisher gültigen Subventionsbedingungen den Staatshaushalt nach derzeitigem Gesetzesstand (UFG '93) mit rd. 3,9 Mrd. S pro Jahr belasten.

Über Grenzen und Möglichkeiten von Kostendämpfungsmaßnahmen in der Abwasserreinigung wurde bereits ausführlich im Rahmen des 24. Abwassertechnischen Seminars der TU München 1994 (vgl. [4]) diskutiert.

Die mit der Abwicklung der Subventionsvorhaben beauftragte Österreichische Kommunalkredit hat erstmals in einer Veranstaltung am 22.11.1994 die Thematik von Kostendämpfungsmaßnahmen in der Siedlungswasserwirtschaft aufgegriffen. Hierbei wurde u.a. unüberhörbare Kritik an bisher geübtem Projektablauf mit Verlangen nach mehr Wettbewerb geübt, mit der Vorstellung, daraus erhebliche Kostensenkungen respektive Kostendämpfungsmaßnahmen bewirken zu können.

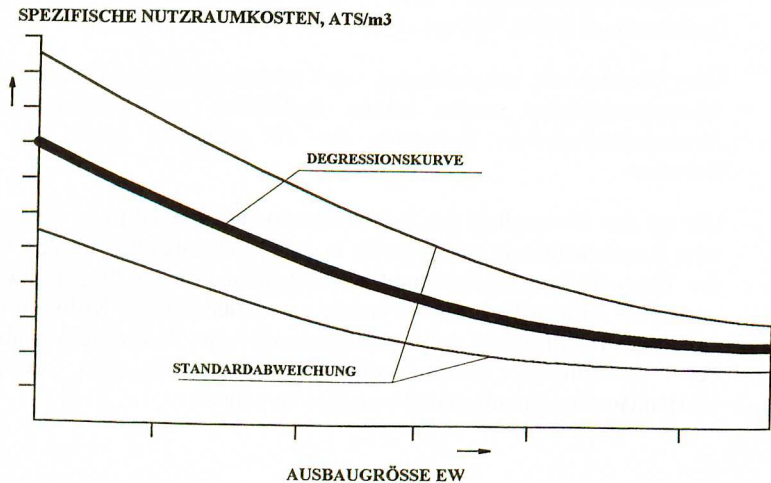
Auch die Privatisierung im Bereich von Siedlungswasserbaumaßnahmen in Form des sog. "Betreibermodelles" als Lösungsalternative wurde ins Gespräch gebracht.

Zunächst sei der Begriff **Dämpfung** im Zusammenhang mit den Baukosten von größeren Kläranlagen definiert. Mit Dämpfung kann nur eine Harmonisierung von Schwingungen mit großen Amplituden verstanden werden. Betrachtet man etwa die Abbildung 1, so sieht man, daß um die Kurve, die die Beziehung der Degression der Nutzraumkosten in Abhängigkeit von der Ausbaugröße darstellt, im Bereich der Standardabweichung Schwankungen möglich sind.

Die Aufgabe der Kostendämpfung besteht also darin, jene Werte zu finden, die im unteren Bereich der Standardabweichung liegen, d.h. mit anderen Worten, die ideale Kurve auf diese möglichen Werte zu senken.

Ziel dieser gemeinsamen Abhandlung ist es, durch Darlegung der Kostenproblematik im Bereich größerer Abwasserreinigungsanlagen die möglichen Einsparressourcen und insbesondere deren Größenordnungen aufzuzeigen, um damit der bereits eingetretenen allgemeinen Verunsicherung durch entsprechende Versachlichung entgegenzuwirken.

**Abbildung 1 - Spezifische Nutzraumkosten in Abhängigkeit von der Ausbaugröße**



## 2. KOSTENDARSTELLUNG:

### 2.1. KOSTENANTEIL ARA AN GESAMTKOSTEN:

Aus der Veröffentlichung Bau- und Betriebskosten bestehender Anlagen zur Abwasserentsorgung in der Bundesrepublik Deutschland, [1], ist zu entnehmen, daß die mittleren Wiederbeschaffungskosten von Abwasserreinigungsanlagen je nach Einwohnergröße den unten in **Tabelle 1** angeführten Anteil an den Gesamtkosten ausmachen.

Im groben Mittel ist somit der Investitionskostenanteil von Abwasserreinigungsanlagen an der gesamten Abwasserbeseitigungsanlage (ARA + Kanal) mit 20 - max. 30 % anzusiedeln.

**Tabelle 1 - Kostenrelation Kanalisation-ARA; Wiederbeschaffungskosten:**

Einwohnergröße	< 10.000	10 - 50.000	50 - 100.000	100 - 500.000	>500.000
Kanäle	58 %	74 %	79 %	81 %	81 %
<b>ARA</b>	42 %	26 %	21 %	19 %	19 %

In Tabelle 2 sind die Kostenanteile von Abwasserreinigungsanlagen, abgeleitet aus den mittleren spezifischen Wiederbeschaffungskosten, aus der Sicht der Gesamtkosten angeführt.

**Tabelle 2 - Wiederbeschaffungskosten in DM/E:**

Einwohnergröße	< 10.000	10 - 50.000	50 - 100.000	100 - 500.000	>500.000
Kanäle	5.800,--	5.550,--	4.940,--	4.170,--	4.500,--
<b>ARA</b>	4.200,--	1.950,--	1.310,--	980,--	1.050,--
Gesamtanlagenkosten	10.000,--	7.500,--	6.250,--	5.150,--	5.500,--

Daraus läßt sich zunächst adhoc erkennen, daß die **Kosten** für Kläranlagen nach dem Stand der Technik in der **BRD** - und dieser ist nicht höher als der nach dem geltenden österreichischen Wasserrechtsgesetz einzuschätzen - doch **erheblich über** bisher in **Österreich** bekannten Investitionskosten liegen.

Aus dem ATV-Umfrageergebnis 1994 [2] ist zu entnehmen, daß sich die gesamten Abwassergebühren nach der dort ermittelten Untergliederung im Mittel etwa wie folgt aufteilen:

**Tabelle 3 - Aufteilung der Kostenfaktoren:**

Einwohnergröße	< 10.000	10 - 50.000	50 - 100.000	100 - 500.000	>500.000
Abschreibung	25 %	26 %	23 %	22 %	27 %
Zinsen	28 %	28 %	32 %	28 %	30 %
Betriebskosten	30 %	30 %	26 %	26 %	22 %
Personalkosten	13 %	13 %	15 %	17 %	20 %
Abwasserabgabe	4 %	3 %	3 %	6 %	1 %

Gleichzeitig ist dieser Umfrage zu entnehmen, daß die **mittlere Gebührenehöhe** für die Abwasserbeseitigung in der Bundesrepublik zwischen **250 und 300 DM pro /E.a** anzunehmen ist (vgl. *Tabelle 5*).

Der Anteil an kalkulatorischen Kosten beträgt mehr als 50 %, er wird durch die derzeit in Österreich verfügbare Subventionspolitik überwiegend nicht in dieser Höhe vereinnahmt. In der *Tabelle 4* sind die Jahreskosten 1993 verschiedener Anlagen in Österreich zusammengestellt.

Warum sich bei den Großanlagen keine deutliche Kostendegression ergibt, ist darauf zurückzuführen, daß bei großen städtischen Einzugsgebieten das Verhältnis von Einwohnergleichwert zu Einwohner bis zu 2,0 anzunehmen ist, während es bei kleinen Kläranlagen im ländlichen Raum unter 1,0 (bis 0,8) anzutreffen ist (vgl. *Kroiss [3]*).

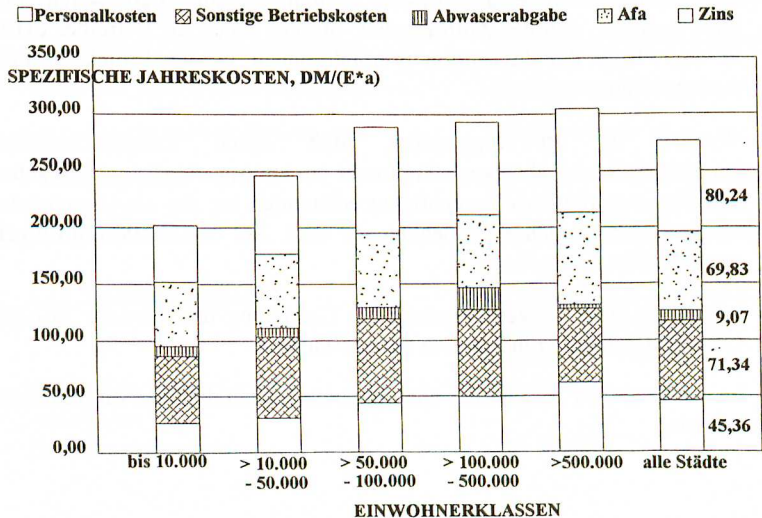
Die angeführte Auswertung ist auf Einwohner und nicht auf Einwohner(gleich)werte - Basis vorgenommen. Schon aus dieser Tatsache heraus, läßt sich ableiten, daß eine Gebührenberechnung möglichst alle frachtrelevanten Einwohnergleichwerte zu erfassen hätte, um eine möglichst große

Zahl an Gebührenschnldnern zu erzielen. Ein Vergleich auf Einwohnerbasis ist nicht aussagekräftig.

**Tabelle 4 - Jahreskostenanteile von Anlagen in Österreich:**

ANLAGE	LINZ	GRAZ	WELSER HEIDE	SCHWECHAT	LEOBEN	TS NORD	Feldkirchen
EGW	800.000	400.000	200.000	160.000	100.000	70.000	50.000
Jahreskosten in %	%	%	%	%	%	%	%
Kapital	44,3	11,4	24,0	48,0	32,8	22,1	51,4
Personal	17,7	13,3	23,8	18,0	26,6	23,9	16,1
Energie	10,7	2,4	7,8	10,6	5,7	7,0	14,2
Betriebsmittel	3,6	1,8	11,0	7,6	5,9	7,5	6,6
Instandhaltung	7,6	2,9	12,0	8,9	20,4	7,5	9,6
Entsorgungskosten	3,2	59,1	20,0	3,7	–	26,6	1,3
Verwaltung	12,9	9,1	1,4	3,2	8,6	5,4	0,8
<b>ATS/EGW</b>	<b>118,7</b>	<b>285,75</b>	<b>188,5</b>	<b>253,1</b>	<b>134,0</b>	<b>214,3</b>	<b>106,0</b>

**Tabelle 5 - Jahreskosten pro Einwohner nach [2]**



Eine Abschätzung des Anteiles der Kläranlage an den gesamten Abwassergebühren läßt einen Anteil von 30 - 40 % an den Kanalgebühren erwarten.

Von diesem Anteil werden etwa wiederum 30 - 40 % max. den kalkulatorischen Kosten (AFA + Zinsen) zuzuordnen sein. Der **direkt beeinflussbare Kostenanteil** liegt sohin um **ca. 10 %**. Man erhält eine Kostengrößenordnung von 1 DM/E.m<sup>3</sup> für Betriebs- + Personalkosten, was für größere Kläranlagen ebenfalls noch über den Kosten in Österreich liegen wird.

Der bekannte Rückkoppelungseffekt von Investitionskosten und Betriebskosten mit der Möglichkeit der Einsparung von entweder kalkulatorischen Kosten oder Betriebskosten, nicht jedoch von Personalkosten oder sonstigen Kosten (wie z.B. Abwasserabgabe in der BRD) läßt eine vertiefte Investitionskostenbeleuchtung für zweckmäßig erscheinen.

## 2.2. KOSTENEINFLUSSFAKTOREN:

Die auch beim Auftraggeber zwischenzeitlich eingetretene Know how - Entwicklung führt zu einer angestrebten **Qualitätssteigerung** bei der Errichtung von ARA's, die sich im Nutzungsergebnis positiv auswirkt, aber im Bereich der Investitionskosten ebenfalls seinen Niederschlag findet. Dies bedeutet, daß der Auftraggeber, oftmals schon als Betreiber existent, in der Phase der Investition Veränderungen in der Projektgestaltung auslösen kann.

Weiters ist zu registrieren, daß durch Konsumentenschutz, Umweltstrafrecht, aber auch Zivilrecht ein enormer **Haftungszuwachs** für den Planer und Wasserberechtigten entstanden ist, der als Gegenreaktion ein gesteigertes Sicherheitsdenken mit dem Ziel der **Risikominimierung** ausgelöst hat.

Beides ist einer Kostendämpfung bei Einhaltung und Gewähr bisherigen Umweltstandards grundsätzlich zuwiderlaufend.

Im wesentlichen lassen sich nachfolgende kostenbildende Einflußfaktoren erfassen:

### 2.2.1. AUFGABENSPEZIFISCHE EINFLUSSFAKTOREN:

Im Vergleich von Investitionskosten ist grundsätzlich zu differenzieren, um welche Ausbausituation es sich handelt, und zwar:

- Neuerrichtung einer ARA - Erstausbau
- Bloße Anpassung einer bestehenden ARA (WRG-Verpflichtung, N + P - Abbau)
- Ausbau + Anpassung einer bestehenden ARA (2. Ausbaustufe + WRG-Anpassung)

Darüber hinaus ist von erheblicher Bedeutung, ob Anlagen mit oder ohne Schlammbehandlung bzw. Schlammverwertung betrieben werden.

(Unterschiede z.B. Wien/Verbrennung - Graz/Entwässerung - Linz/Polder - Innsbruck/Deponie)

### 2.2.2. PLANUNGSBEDINGTE EINFLUSSFAKTOREN:

Nachstehende Faktoren sind insbesondere planungsrelevante Bedingungen und wirken sich direkt auf die Projektgestaltung aus.

- |                                       |     |  |
|---------------------------------------|-----|--|
| - Vorgaben des Auftraggebers          | --- | besondere Wünsche, Ausstattung   |
| - Allgemeine Qualitätsforderungen     | --- | Werkstoffwahl, Fabrikatswahl, etc.   |
| - Spezielle Qualitätsanforderungen    | --- | Maschinentypen, etc.   |
| - Betriebssicherheitsanforderungen    | --- | Standby-zweistressig ...   |
| - Ausbaukonzept Voll- oder Teilausbau | --- | z.B. Berücksichtigung Disposition eines nachfolgenden Vollausbau           |
| - Verfahrenswahl                      | --- | 1-stufig, 2-stufig, Kombinationen, Festbettreaktoren, etc.                 |
| - Ausbauvollständigkeit               | --- | mit/ohne Schlamm, weitergehender Schlammkonditionierung, Schlammverwertung |
| - Zukünftige Entwicklung Anschlußwert | --- | Prognose   |
| - Belastungssituation                 | --- | (vgl. Kroiß [3])   |

### 2.2.3. STANDORTSPEZIFISCHE EINFLUSSFAKTOREN:

Nachstehende Faktoren wirken sich sowohl auf die Projektierung als auch insbesondere auf den Angebotspreis aus.

- Baugrundverhältnisse ---> Bodenverbesserung, Bodenaustausch, Bodenverdichtung uam.
- Wasserhaltungsmaßnahmen ---> Lage des Grundwasserspiegels
- Vorflutwasserspiegel ---> Abwasserhebewerk, Hochwasserpumpwerk, Zwischenpumpwerk
- Grundstücksform ---> Bauabwicklung
- Regionale Situation, Klärwerkstandort ---> Zufahrt, Entfernung zu Infrastrukturen
- Geographische Lage des Standortes ---> klimatische Situation, Arbeitszeiteinschränkungen, Erfüllungsfristeinschränkungen)
- Örtliche Arbeitsmarktsituation
- Bauabwicklungsmöglichkeiten im Falle Neubau/Umbau/Ausbau und Anpassung
- Grundstückskosten
- Kosten der Infrastruktur ---> Wasser, Strom, Gas, Telefon, etc.

### 2.2.4. RECHTLICH BEDINGTE EINFLUSSFAKTOREN:

Nachstehende Gesichtspunkte sind ebenfalls von erheblichem Einfluß auf Projektierung und Angebotspreise wobei sich der Wasserberechtigte in der Regel der diesbezüglichen Realisierungszwänge nicht entziehen kann.

- Behördliche Terminvorgaben ---> Bauzeiteinschränkungen
- Reinigungszielvorgaben ---> Planungskonzept
- Sicherheitsvorgaben ---> Ausstattungskonzept
- Übergangsanforderungen ---> Zusätzliche Provisorien etc.

Oftmals werden volkswirtschaftlich ausgereizte Forderungen ausgesprochen.



### 2.2.5. BETRIEBLICH BEDINGTE EINFLUSSFAKTOREN:

Im Sinne der erforderlichen Sicherheit ist für wesentliche Anlageteile ggf. eine Redundanz oder Störfallvorsorge zu schaffen.

Weiters können verfahrensabhängig notwendige investitionsträchtige Wartungs- und Bedienungseinrichtungen zu erheblichen Zusatzkosten führen.

### 2.3. INVESTITIONSKOSTENSTRUKTUR ARA:

Im folgenden sei beispielhaft anhand einer einstufigen Belebungsanlage nach ATV 131 mit Schlammfäulung und Schlammwässerung die Kostenstruktur der wesentlichen Investitionskapitel dargelegt, die relativ unabhängig von ihrer Größenordnung im nachstehenden Verhältnis angenommen werden kann.

Es zeigt sich dabei eine Vielzahl voneinander direkt oder indirekt gegebener Abhängigkeiten, die sich auf die Investitionskosten auswirken.

**Tabelle 6 - Investitionskostenanteile**

Kostenanteil der Hauptkapitel	von	bis	durchschnittlich	
	%		%	
Baumeisterarbeiten	34	- 32	ca.	40
Maschinentechnische Ausrüstung	30	- 28	ca.	35
E + MSR Ausrüstung	12	- 10	ca.	15
Professionistenarbeiten	9	- 8	ca.	10
Baunebenkosten	15	- 20		
Gesamtherstellkosten	100 %			
reine Baukosten	--			100 %

Unter Berücksichtigung der unter Punkt 2.2 näher erläuterten Kosteneinflussfaktoren ergibt sich für die vorgenannten Hauptkapitel eine Vielzahl von Einflußgrößen, die in Abhängigkeit der jeweiligen Lösungsentscheidung die Kosten bestimmen.

**Tabelle 7 - Baumeisterarbeiten - Kosteneinfluß**

%	LG	Baumeisterarbeiten	Beeinflussungsfaktoren				
			1	2	3	4	5
10	1.	Baustelleneinrichtung	+	o	+	+	+
	2.	Vorarbeiten, Erschwernisse	+	o	+	+	o
7	3.	Erdarbeiten	+	+	+	+	+
	4.	Wasserhaltung	o	-	+	+	o
5	5.	Baugrubensicherung	+	-	+	+	o
60	11.	Beton- + Stahlbetonarbeiten	+	+	+	+	+
	12.	Estrich + Sohlverkleidung	o	o	o	+	o
	13.	Mauerarbeiten	o	o	+	o	o
	14.	Verputzarbeiten	o	o	+	o	o
	15.	Gerüstarbeiten	o	o	+	o	o
	16.	Brunnenarbeiten	+	o	+	o	o
	18.	Straßeninstandsetzungs-arbeiten	+	+	+	o	o
	20.	L + V Kanalrohre	+	+	o	+	o
	21.	L + V Wasserleitungsrohre	+	+	o	+	o
	22.	Fertigteilschächte	o	+	o	o	o
	23.	Schachtabdeckungen	o	+	o	+	o
	28.	Winterarbeiten	-	o	+	+	+
	29.	Prüfmaßnahmen	-	o	+	+	+
	30.	Baustellenentsorgung	+	o	+	o	+
	31.	Regiearbeiten	-	o	+	-	-
	40.	Abrechnungs-/Ausführungsmaterial	-	-	-	-	-

Die Kostenbeeinflussungsfaktoren wurden wie folgt bewertet:

- + ..... ja, d.h., Beeinflußung gegeben  
 - ..... nein, d.h., keine Beeinflußung  
 0 ..... kaum eine Beeinflußung

und bedeuten:

- 1 ..... Aufgabenspezifische Einflußfaktoren  
 2 ..... Planungsbedingte Einflußfaktoren  
 3 ..... Standortspezifische Einflußfaktoren  
 4 ..... Rechtlich bedingte Einflußfaktoren  
 5 ..... Betrieblich bedingte Einflußfaktoren

Tabelle 8 - Maschinentechn. Ausrüstung - Kosteneinfluß:

%	LG	Maschinentechn. Ausrüstung	Beeinflussungsfaktoren				
			1	2	3	4	5
35	<b>1.</b>	<b>Abwasserlinie</b>					
	1.1	Rechen/Sandfang	+	+	0	+	0
	1.2	Beckenausrüstung (NKB, VKB)	+	+	0	+	0
	1.3	Schieber, Schütze	+	+	-	+	+
	1.4	Luftverdichter	+	+	0	+	0
	1.5	Belüftungseinrichtungen	+	+	0	+	0
25	<b>2.</b>	<b>Schlammlinie</b>					
	2.1	Eindickerausrüstung	+	+	0	0	0
	2.2	Überschußschlammwässerung	+	+	0	0	0
	2.3	Faulraumausrüstung	+	+	+	+	0
	2.4	Faulschlammwässerung	+	+	+	+	0
	2.5	Flüssigschlammabgabe	+	+	+	0	0
7	<b>3.</b>	<b>Pumpen</b>					
	3.1	Tauchmotorpumpen	+	+	0	0	+
	3.2	Trocken aufgestellte Pumpen	+	+	0	0	+
	3.3	Rührwerke	+	+	0	0	+
	3.4	Exzentrerschneckenpumpen	+	+	0	0	+
14	<b>4.</b>	<b>Gas- + Wärmetechn. Ausrüstung</b>					
	4.1	Gastechische Ausrüstung	+	+	-	+	+
	4.2	Gasmotor / Generator	+	+	-	+	0
	4.3	Wärmetauscher	+	+	-	+	0
	4.4	Wärmetechn. Ausrüstung	+	+	-	+	+
4	<b>5.</b>	<b>Armaturen</b>					
	5.1	Schieber	+	+	-	0	+
	5.2	Klappen	+	+	-	0	+
	5.3	Regelarmaturen	+	+	-	0	+
	5.4	RS - Armaturen	+	+	-	0	+
10	<b>6.</b>	<b>Rohrleitungen</b>					
	6.1	Edelstahl V4A	+	+	-	0	+
	6.2	Edelstahl V2A	+	+	-	0	+
	6.3	Normalstahl	+	+	-	0	+
1	<b>7.</b>	<b>Chemikalienaufbereitung</b>					
	7.1	Simultanfällung	+	+	-	0	+
	7.2	Kalkmilch aufbereitung	+	+	-	0	+
	7.3	Flockungshilfsmittel Pregel	+	+	-	0	+
2	<b>8.</b>	<b>Regiearbeiten</b>					
	8.1	Regiestunden	+	-	-	+	0
	8.2	Regiematerial	+	-	-	+	0
2	<b>9.</b>	<b>Inbetriebnahme</b>					
			+	+	+	+	0

Die Kostenbeeinflussungsfaktoren wurden wie folgt bewertet:

- + ..... ja, d.h., Beeinflussung gegeben  
 - ..... nein, d.h., keine Beeinflussung  
 0 ..... kaum eine Beeinflussung

**Tabelle 9 - EMSR-Bearbeitung - Kosteneinfluß:**

%	LG	EMSR - Arbeiten	Beeinflussungsfaktoren				
			1	2	3	4	5
15	1.	Niederspannungsschaltanlagen	+	+	0	0	-
<10	2.	Mittelspannung / Trafo	+	+	0	0	-
	3.	Umänderung am Bestand	+	+	-	0	0
	4.	Hauptverkabelung und Installation	+	+	-	+	-
15	5.	Meßtechnische Ausrüstung	+	+	-	+	+
20	6.	Rangierverteiler	+	+	-	+	0
<10	7.	Externe Regelungen u. Steuerungen	+	+	-	+	0
12	8.	Prozeßleitsystem	+	+	0	+	+
10	9.	Warteraumausrüstung	0	+	0	+	0
	10.	Kommunikationsanlagen	0	0	0	-	0
	11.	Gebäudeinstallation, Blitzschutz	0	-	-	0	-
	12.	Sonstige Leistungen	0	-	-	0	-
	13.	Inbetriebnahme	0	-	-	0	-
	14.	Regiearbeiten	0	-	-	-	-

Die Kostenbeeinflussungsfaktoren wurden wie folgt bewertet:

- + ..... ja, d.h., Beeinflußung gegeben  
 - ..... nein, d.h., keine Beeinflußung  
 0 ..... kaum eine Beeinflußung

**Tabelle 10 - Professionistenarbeiten - Kosteneinfluß:**

%	LG	Professionistenarbeiten	Beeinflussungsfaktoren				
			1	2	3	4	5
	1.	Bauschlosser	+	+	+	0	+
	2.	Spenglerarbeiten	+	+	+	-	-
	3.	Zimmermannsarbeiten	+	+	+	-	-
	4.	Dachdeckerarbeiten	+	+	+	-	-
	5.	Beschichtungsarbeiten	+	+	+	-	+
	6.	Fassadenverkleidung	0	+	+	-	-
	7.	Bautischler	0	+	+	0	-
	8.	Bodenbeläge	0	+	+	0	-
	9.	Fliesenlegerarbeiten	0	+	+	0	-
	10.	Umzäunung	0	+	+	0	-
	11.	Laboreinrichtung	+	0	0	0	0
	12.	Heizung - Sanitäre - Lüftung	+	+	0	+	+
	13.	Sonstiges, Abdeckungen etc.	-	-	-	-	-

Die Kostenbeeinflussungsfaktoren wurden wie folgt bewertet:

- + ..... ja, d.h., Beeinflußung gegeben  
 - ..... nein, d.h., keine Beeinflußung  
 0 ..... kaum eine Beeinflußung

**Tabelle 11 - Baunebenkosten - Kosteneinfluß:**

%	LG	Baunebenkosten	Beeinflussungsfaktoren				
			1	2	3	4	5
	<b>1.</b>	<b>Planungskosten</b>					
	1.1	Verfahrens- + Funktionsplanung	+	+	+	+	0
	1.2	Stat. konstr. Bearbeitung	+	+	+	0	-
	1.3	Vermessungsarbeiten	+	-	0	-	-
	1.4	Bodenmechaniker	+	-	+	-	-
	1.5	Chem. Analysen	+	0	-	0	0
	1.6	Nebenkosten	0	-	+	0	-
	<b>2.</b>	<b>Örtliche Bauaufsicht</b>					
	2.1	Techn. + kaufmännische ÖBA	+	+	+	+	0
	2.2	Nebenkosten	0	0	0	0	-
	<b>3.</b>	<b>Vorarbeiten</b>					
	3.1	Geotechn. Baugrunderschließung	+	+	+	0	0
	3.2	Grundstückerschließung, Zufahrt	-	-	+	-	-
	<b>4.</b>	<b>Grundstückspezifische Kosten</b>					
	4.1	Grunderwerb	-	-	+	0	-
	4.2	Strom-/Wasser-/Gasanschluß	-	+	0	0	+
	4.3	Anschluß-/Erschließungskosten	-	+	0	0	0
	<b>5.</b>	<b>Sonstige Kosten</b>					
	5.1	Verwaltungsspesen	+	-	0	0	-
	5.2	Verhandlungsgebühren	+	-	0	0	-
	5.3	Zeitungsannoncen	0	-	-	-	-

Die Kostenbeeinflussungsfaktoren wurden wie folgt bewertet:

- + ..... ja, d.h., Beeinflußung gegeben  
 - ..... nein, d.h., keine Beeinflußung  
 0 ..... kaum eine Beeinflußung

und bedeuten:

- 1 ..... Aufgabenspezifische Einflußfaktoren  
 2 ..... Planungsbedingte Einflußfaktoren  
 3 ..... Standortspezifische Einflußfaktoren  
 4 ..... Rechtlich bedingte Einflußfaktoren  
 5 ..... Betrieblich bedingte Einflußfaktoren

### 3. KOSTENBILDUNG - ZWANGSPUNKTE:

#### 3.1. EINHALTUNG DER GESETZLICHEN VORGABEN:

Die derzeit in Kraft befindliche 1. Emissionsverordnung für kommunales Abwasser in ihrer gültigen Fassung vom 4.9.1992 gibt die klare und scharfe Vorgabe der Einhaltung einer Gesamt-N-Entfernung von 70 % bei Abwassertemperaturen  $\geq 12$  °C und 60 % bei Abwassertemperaturen zwischen 8 und 12 °C sowie der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für die einschlägigen organischen Parameter CSB, BSB, N und P.

Hinsichtlich der Anpassung von Anlagen ist als **Anpassungsziel** das Jahr 2003 bei Anlagen > 15 bis 50.000 EWG60 derzeit verbindlich, für Anlagen > 50.000 gilt das Jahr **2001**.

Im Hinblick auf die geltende "4 von 5 Regel" ist die Schärfe der Vorgabe unter Einhaltung entsprechender Sicherheiten vorgegeben. Obwohl es derzeit keine finanziellen Konsequenzen besonderer Art gibt, kann keinem Planer eine Bemessung im Sinne häufiger Grenzwertüberschreitungen sowie im Lichte erwünschter Kostendämpfungswirkung überantwortet (sugeriert) werden. *(Um statistisch die "4 von 5 Regel" für 95% BSB - Reduktion sicher einhalten zu können muß die Eliminationsrate von z.B. über 98% betragen).*

In gleicher Weise geht die ATV 131 bei ihren Bemessungsansätzen von einer auf Erfahrungen zahlreicher Anlagen beruhender und anzustrebender sicheren Einhaltung der Grenzwerte aus.

Die EU-Richtlinie 91/271/EWG vom 21.5.1991 sieht demgegenüber für Abwasseranlagen > 15.000 EWG ein Realisierungsziel von 31.12.2000 vor, und zwar für Einzugsbereiche aller zu eutrophierungsgefährdeten Gewässern führender Zuflüsse.

Es gilt, entweder die Emissionsgrenzwerte P (< 2 mg/l) bzw. N (< 15 mg/l) oder die prozentuale Verringerung von 80 % bzw. 70-80 % als Jahresmittel per nationalem Gesetz festzulegen.

Die **Bemessungsspielräume** sind daher unabhängig von den gegebenen Möglichkeiten der richtigen Einschätzung der Bemessungsfaktoren sehr **beschränkt**.

### 3.2. BELASTUNGSVERHÄLTNISSE:

Im Zusammenhang mit der gegebenen Abhängigkeit von Temperatur und Belastung auf die erforderliche Stickstoffreduktion und damit dem gegebenen Einfluß auf die Reaktionsraumgrößen ergeben sich ebenfalls, auch nach sparsamer Einschätzung der Betriebssicherheiten, **kaum große Schwankungsbreiten**.

### 3.3. STANDORTABHÄNGIGE ZWANGSPUNKTE:

In Beachtung der vorgegebenen Standortbedingungen eröffnen sich für den Planer insbesondere bei Ausbaukonzepten meist nurmehr **äußerst beschränkte Möglichkeiten** des Planungsspielraumes. Rücksichtnahme auf Baulichkeiten, in Betrieb zu belassende Anlagen, beschränkte Möglichkeiten des Grundzuwachses, lassen oft aufwendigere Lösungen entstehen als notwendig, um den Anforderungen zu entsprechen.

### 3.4. WARTUNGSUNTERSTÜTZUNG:

Oftmals erweist sich eine zusätzliche Anordnung diverser, für die Funktion nicht unbedingt erforderlicher, Hilfseinrichtungen zur Erleichterung und Minimierung von Wartungs- und Reinigungsarbeiten zwar als investitionswirksame, jedoch erheblich **betriebskosteneinsparende Maßnahme**. Diesem Umstand muß insbesondere auch aus Dienstnehmerschutzbetrachtungen in der Zukunft noch mehr Bedeutung zukommen wie bisher.

### 3.5. UMWELTVERTRÄGLICHKEIT:

Insbesondere die Lärm- und Luftemissionen lassen oft standortspezifische Zusatzmaßnahmen notwendig werden, die im Sinne einer Realisierung der Anlage am festgelegten Standort unentbehrlich sind.

### 3.6. WIRTSCHAFTLICHKEIT:

Unabhängig vom evaluierten Verfahren sollte die Wirtschaftlichkeit von Anlagen auch bezüglich der eingesetzten Primärenergie als Minimierungszwangspunkt gesehen werden. Doch auch hier gibt es in Abhängigkeit von Belastung und wirtschaftlicher Maschinengrößen in Verbindung mit Belastungsschwankung unterschiedliche Konstellationen mit entsprechender Kostenspreizung.

Auch die Frage der Schlammbehandlung, der Gasverwertung mit den vielfältigen Möglichkeiten der Wärmekraftkopplung etc. gibt einen großen Streubereich vor.

### 3.7. VERBLEIBENDER HANDLUNGSSPIELRAUM:

Unter der Voraussetzung einer vorgenommenen realistischen Einschätzung aller Belastungsparameter sowie Evaluierung aller in Frage kommender Lösungsalternativen ist der verbleibende Spielraum als relativ **klein** zu betrachten. Einer **Verlagerung von Investitionskosten** zu Lasten von **Betriebskosten** kann nur insoweit zugestimmt werden, als die langzeitliche Kostenbetrachtung dies zuläßt.

Weiters muß auch eine Verkleinerung der Investitionen **zu Lasten von Sicherheit** und Erhöhung des **Haftungsrisikos** grundsätzlich **abgelehnt** werden.

Unter gewissen Voraussetzungen sind aber dennoch Einsparpotentiale vorhanden.

### 4. PROBLEMATIK VON KOSTENVERGLEICHEN:

Die vorangeführten Ausführungen sollten verdeutlichen, daß sowohl im Hinblick auf die Kostenzusammenhänge der laufenden Kosten (Anteil der ARA rd. 30, davon überhaupt direkt einflußbar insgesamt nur rd. 10 %), die über die Kanalgebühr den Aufwand einschließlich der erforderlichen Finanzierung abzudecken in der Lage sein müssen, als auch über den Rückkoppelungseffekt zwischen Investition und Betrieb im Lichte der unzähligen Unterschiedlichkeiten ein **Vergleich von Kläranlagenkosten sehr, sehr problematisch** ist. Man kann daher bestenfalls nur von Kostenbandbreiten sprechen, wie dies auch in der einschlägigen Literatur gehandhabt wird.

Selbst bei vergleichbaren Anlagen mit ähnlicher Ausstattung und gleichem Verfahren muß von Schwankungsbreiten bis zu 30 % gerechnet werden. Der **Vergleich** von Investitions- aber auch Betriebskosten kann sohin in erster Linie nur **zur Abschätzung der Obergrenzen** gegenüber bekannten Kostenbereichen und deren anzustrebenden Unterschreitung zweckentsprechend Verwendung finden.

Eine Vergleichbarkeit von Investitions-, insbesondere aber auch Betriebskosten ist weiters nur sinnvoll, wenn **vergleichbare Kostenansätze** aufgestellt werden und auch bei diesem Vergleich muß das



Zutreffen der vergleichbaren Parametern im Vergleichsfalle erst sichergestellt werden. Sämtliche prozentual verfälschenden Kosten sind daher auszugrenzen.

Wenig zweckmäßig erscheint auch ein Kostenvergleich verfahrenunterschiedlicher Lösungen wie dies insbesondere vor Jahren lautstark zwischen ein- und zweistufigen Anlagen abgeführt wurde. Im Lichte der Gesamtkosten (der laufenden Gebühr) spielen die verfahrenstechnischen Unterschiede nur unwesentliche Differenzen aus.

Es muß daher erkannt werden, daß ein **Kostenvergleich bestenfalls zur Orientierung** oder als **Richtgrößenvergleich** geeignet sein kann, nicht aber zur Vorgabe bestimmter Verwendungszwecke. Im übrigen kann aus österreichischer Sicht davon ausgegangen werden, daß die bisher erzielten spezifischen Kosten für Anpassungs- und Ausbaumaßnahmen nach dem geltenden Wasserrechtsgesetz 1990/91 im Vergleich zur EU - Konkurrenz Bundesrepublik als sehr günstig anzusehen sind (*vgl. mittlere Wiederbeschaffungskosten von Abwasseranlagen nach Pecher*).

## 5. KOSTENDÄMPFUNGSMÖGLICHKEITEN:

Zunächst seien beispielhaft Potentiale aufgezeigt, die Kostensenkungen beinhalten können:

Die **PLANUNG** enthält bei gegebenen Randbedingungen die größten Einsparungspotentiale.

**Diese sind:**

- Berücksichtigung von **Investitions- und Betriebskosten** im Betrachtungszeitraum,
- **Wahl der optimalen Technologie** zur Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben,
  - **Wasserlinie:** Die Technologie der Wasserlinie bestimmt im wesentlichen das Maß der Wasserbenutzung, also die Beschaffenheit des abgestoßenen Abwassers,
  - **Schlammlinie:** Die Technologie der Schlammlinie bestimmt die Beschaffenheit, der im Reinigungsprozeß ausgeschleusten Feststoffe und die Kosten der Entsorgung der Klärwerksabfälle,

- **Optimierung der Disposition** im Hinblick auf Herstellung, Energieversorgung und Betriebsanforderungen,
- **Optimierung der Hydraulischen Situation**,
- **Ausbaustandard** in Hinblick auf Nachhaltigkeit,
- **Energieaufwand**: minimaler Aufwand an fossilen Energieressourcen,
- **Personaleinsatz**: geringer Aufwand für Steuerung der Prozesse,
- **Wartungsaufwand**: leicht bedienbare und wartbare Prozesse.

In der **AUSFÜHRUNG** ergeben sich Einsparungspotentiale, die ausgeschöpft werden können durch:

- **straffes Baumanagement** durch Koordinierung der einzelnen Gewerke nach sinnvollen Bauzeitplänen (Netzplänen),  
(---> Abstimmung der Montagezeiten, Ausführungszeiten)
- **Einsatz von optimalen Baumethoden**: Bereitstellung der Hauptbaustoffe, Verwendung von Systemschalungen etc.,
- **ständige Qualitätskontrolle**, um Folgeschäden auszuschließen.

Wenn die Einsparungspotentiale durch eine **gute Planung** und durch eine gute **Bauausführung** sichergestellt sind, was nur durch Anspruch auf **Qualität** und nicht durch Dumping erreichbar ist, kann es zu **Einsparungen** überhaupt nur noch kommen, wenn

- a) gesetzliche Vorgaben nicht eingehalten werden (*Reinigungsziele nicht immer erreichbar*),
- b) der Ausbaustandard geringer gewählt wurde (*schlechter bauen*) oder
- c) wenn Anlageteile nicht gebaut werden (*weniger bauen*).

Zum ersten Punkt, nämlich zur teilweisen Nichterfüllung gesetzlicher Vorgaben, sei eine Betrachtung über die Bemessung nach dem ATV-Regelblatt A131 gestattet:

Seit die 1. Emissionsverordnung für kommunales Abwasser, BGBl. 180/1991, in Österreich die Stickstoff-Elimination bis zu 70 % fordert, mußten die bisherigen Bemessungsmethoden (nur nach Raumbelastung) durch Berechnung des Schlammalters und des Verhältnisses von Nitrifi-

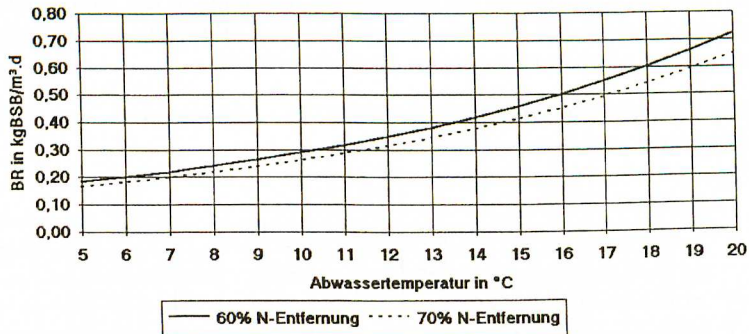
kations- zu Denitrifikationsvolumen ersetzt werden, wobei die **ABWASSERTEMPERATUR** einen entscheidenden Einfluß auf die erforderliche Größe der Belebungsbecken hat.

Das Arbeitsblatt A 131 der ATV stellt auch in Österreich einen anerkannten Rechengang zur Bemessung von Belebungsanlagen dar, wo als Ergebnis die Größe des Belebungsbeckens und das anteilige Verhältnis Nitrifikations- und Denitrifikationsvolumen erhalten wird. Erst in zweiter Linie wird die Raumbelastung und die Schlammbelastung angegeben.

Die folgende Betrachtung stellt eine modellhafte Berechnung dar, die für Normenwerte gilt. Bei anderen Randbedingungen können sich andere Werte ergeben, die Tendenz ist allerdings jeweils gleich.

Mit Hilfe der Kurvenschar der N-Eliminationsraten in der Abb. 2 kann die erforderliche BSB5-Raumbelastung bestimmt werden.

**Abb. 2: Raumbelastung BR in Abhängigkeit von der Temperatur und von der Bemessung**



Für die Kardinalpunkte laut 1. Emissionsverordnung für kommunales Abwasser ergeben sich Werte für BR von:

0,24 kg BSB5/m<sup>3</sup>·d für 60 % N-Entfernung bei 8° C und  
 0,31 kg BSB5/m<sup>3</sup>·d für 70 % N-Entfernung bei 12° C

Mit Hilfe der Kurvenschar der N-Eliminationsraten in der Abb. 3 kann das spezifische Belegungsvolumen in l/EGW in Abhängigkeit von der Abwassertemperatur bestimmt werden.



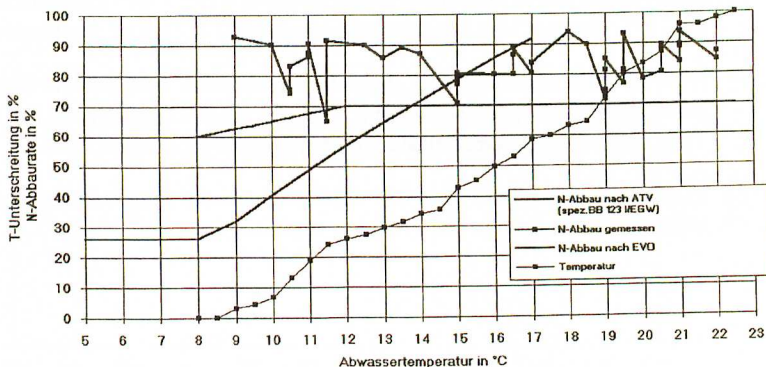
Für die Kardinalpunkte ergeben sich folgende Verhältnisse:

**Tab. 11: N-Entfernung in Abhängigkeit der Bemessungspunkte.**

Bemessung °C / % N-Entfernung	Raumbelastung kg BSB5/m <sup>3</sup> .d	Spez.Volumen l/EGW	tatsächl. N-Entfernung
8/60	0,24	208	30% bei 5°C bis 90% bei 11°C
12/70	0,31	159	30% bei 8°C bis 90% bei 14°C

In Abb. 5 sind für einen speziellen Fall die theoretischen Eliminationsraten in Abhängigkeit von der Abwassertemperatur und die lt. EVO erforderlichen Eliminationsraten den in der Praxis gemessenen gegenübergestellt. Die Abbildung zeigt einerseits die Unterschreitungsdauerlinie der Abwassertemperaturen während eines Jahres, die erforderlichen Eliminationsraten sowie den theoretischen Verlauf der Eliminationsleistung nach ATV A131 in Abhängigkeit von der Abwassertemperatur und andererseits die gemessenen Eliminationsraten, die keine Abhängigkeiten von der Temperatur zeigen.

ABBILDUNG 5  
N-Abbauarten in Abhängigkeit von der Abwassertemperatur



Bestimmt man nach den theoretischen Eliminationsleistungen die Stickstoffentfernung anhand des Jahresmittelwertes, so ist **eine 70 %ige**

**Entfernung wesentlich leichter erreichbar, als nach der "4 von 5-Regel."**

Jedenfalls kann aufgrund der Abbildung 5 und der Tabelle 11 ausgesagt werden:

*Bei der Bemessung auf 70 % N-Entfernung bei 12° C kann bei einwandfreier Betriebsführung und ohne Reserven bei Revisionsarbeiten auch bei Errichtung von nur 2/3 Belebungsbecken eine über den Jahresmittelwert bestimmte N-Entfernung von 70% erreicht werden (nicht nach der "4 von 5-Regel").*

Anhand einiger Beispiele von charakteristischen Jahresbelastungen wird demonstriert, daß die "statische" Überlegung jedoch nicht immer greifen kann. Eine wirksame Volumensreduktion ergibt sich nur dann, wenn das Verhältnis zwischen Winter- und Sommerbelastung und die Temperaturschwankungen Sommer-Winter nicht zu groß sind. Für winterlastige Kläranlagen kann die EU-Vorgabe eine Erleichterung bedeuten.

Die folgenden Beispiele beziehen sich auf einstufige Anlagen mit Vorklärung und vorgeschaltener Denitrifikation.

Dabei ist zu erkennen, daß bei annähernd gleichen Abwassertemperaturverhältnissen infolge der verschieden schwankenden Belastungen das erforderliche Gesamtvolumen des Belebungsbeckens rd. 12 bis 28 % geringer sein kann, wenn nach der EU-Richtlinie bemessen wird.

Es fragt sich angesichts der derzeit herrschenden finanziellen Situation - siehe Sparpaket - eine Bemessung nach der EMVO wegen oft nur wenige Tage dauernden Spitzenbelastungen vornehmen zu müssen ?

In zwei der gezeigten Fällen tritt darüberhinaus die Spitzenbelastung in den Wintermonaten infolge des Fremdenverkehrs auf.

Abb. 6: - Bemessungsvergleich EMVO - EU 91'  
am Beispiel ARA LIENZ

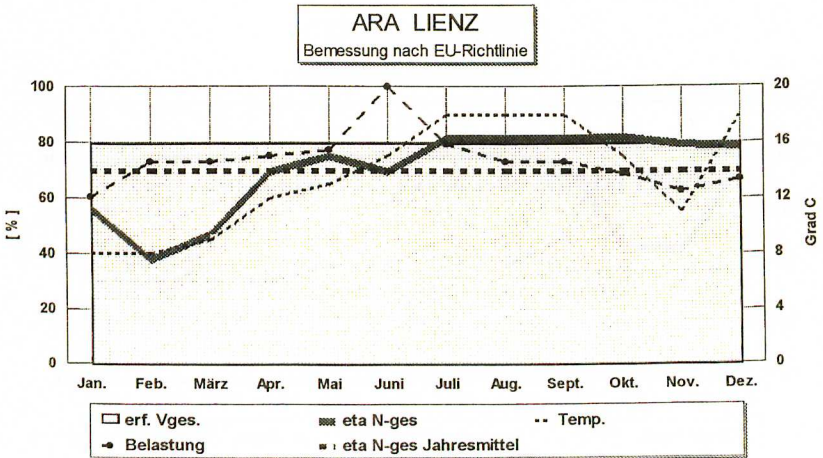
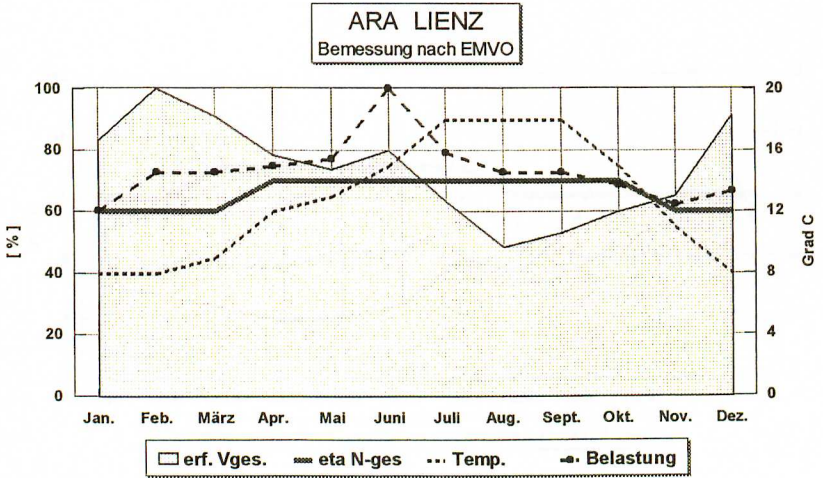


Abb. 7: - Bemessungsvergleich EMVO - EU 91'  
am Beispiel ARA PRUTZ

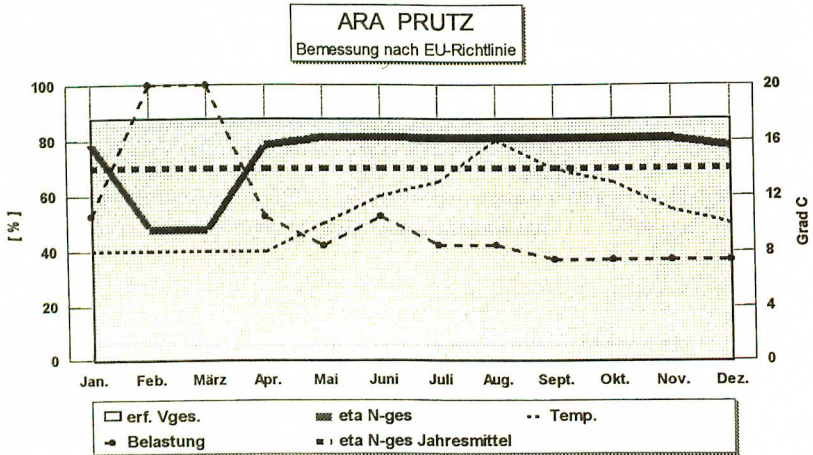
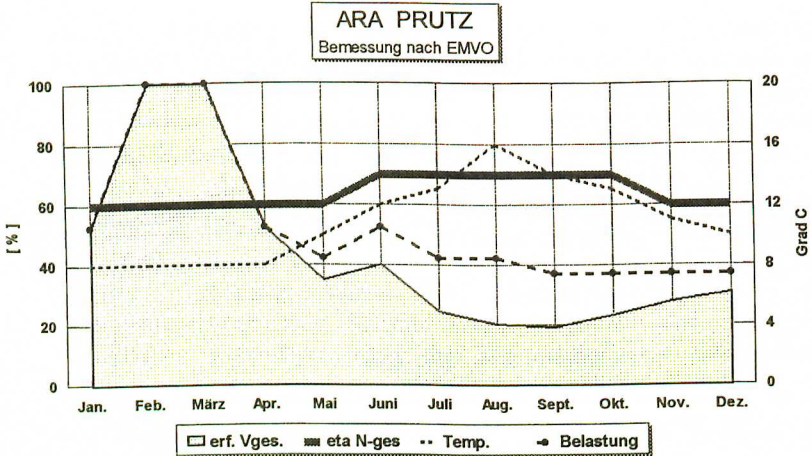
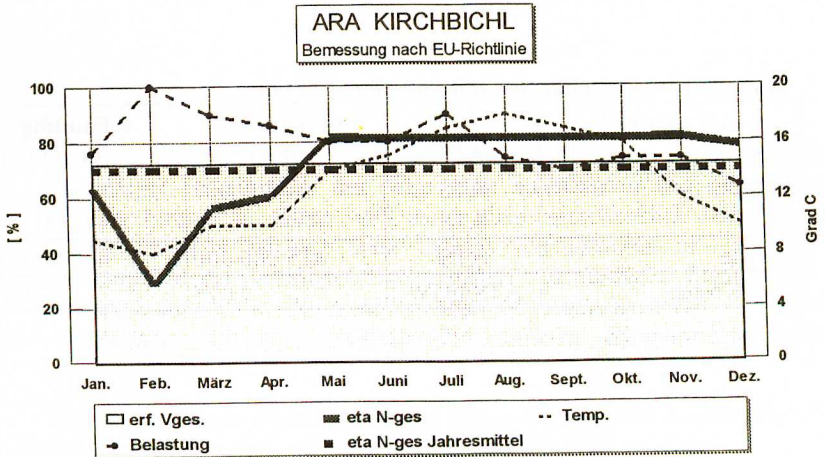
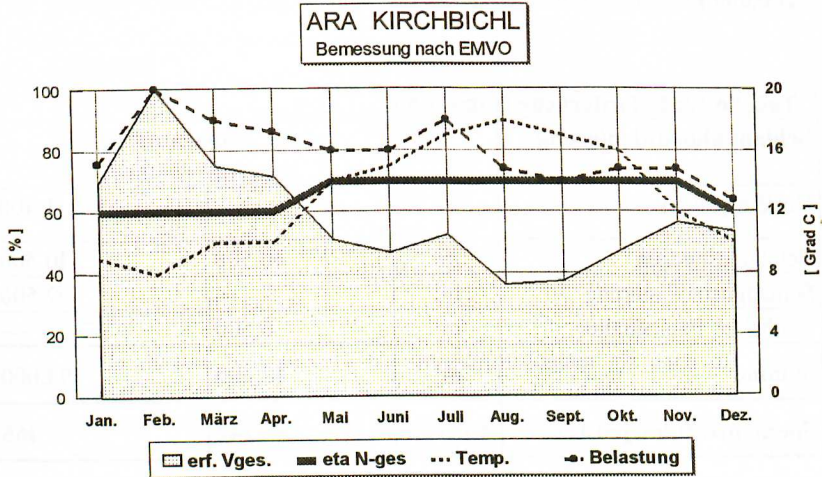




Abb. 8: - Bemessungsvergleich EMVO - EU 91'  
am Beispiel ARA KIRCHBICHL



Sehr oft wird von Planern die alkalische, anaerobe Schlammfäulung mit dem Hinweis abgelehnt, daß sich die erhöhten Aufwendungen für Faulraum, Gasanlage, Gasverwertung, etc., nicht lohnen.

Eine genaue Durchrechnung für ein Projekt einer Kläranlage für rd. 200.000 EGW ergibt die Nutzräume der Tabelle 12:

**Tabelle 12: Erforderliche Nutzräume**

Schlammkonditionierung		Nutzraum	
		anaerob	aerob
Vorklärbecken	m <sup>3</sup>		1.400
Belebungsbecken	m <sup>3</sup>	40.500	40.500
Schlammstabilisierung	m <sup>3</sup>	---	52.500
Eindicker, Faulbehälter	m <sup>3</sup>	6.500	---
<b>Summe</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>48.400</b>	<b>93.000</b>
<b>Spez.Nutzräume/je EGW</b>	<b>l/EGW</b>	<b>242</b>	<b>465</b>

und Kosten der Tabelle 13:

**Tabelle 13: Herstellkosten mit und ohne Fäulung**

Anlagenteile		mit Fäulung	o.Fäulung
Allgemein	ATS	350.000.000	358.000.000
anaerob	ATS	64.400.000	---
aerob	ATS	---	112.000.000
Summe	ATS	415.000.000	470.000.000
Spez.Kosten	ATS/EGW	2.075	2.350

Die Betriebskosten ergeben sich wie folgt in der Tabelle 14:

**Tabelle 14: Betriebskosten**

Kostenstelle	mit Faulung		ohne Faulung	
	ATS	%	ATS	%
Personal	5.800.000	15,0	5.300.000	12,5
Betriebsmittel	5.200.000	13,5	5.600.000	13,0
Energie	4.700.000	12,0	6.100.000	14,0
Instandhaltung	7.700.000	20,0	7.600.000	18,0
Verwaltung+Fixk.	1.500.000	4,0	1.500.000	3,5
Entsorgungskosten	13.700.000	35,5	16.700.000	39,0
<b>Summe</b>	<b>38.600.000</b>	<b>100</b>	<b>42.800.000</b>	<b>100</b>
<b>Spez.Kosten/je EGW</b>	<b>193</b>	<b>-</b>	<b>214</b>	

Da in diesem Fall sowohl die Investitionskosten als auch die Betriebskosten bei der Anlage "mit Faulung" geringer sind als bei der Anlage "ohne Faulung" erübrigt sich eine Begründung für die Systemwahl. An dieser Stelle sei auf die Problematik der Gebührenermittlung nach der GOB-I hingewiesen. Der Mehraufwand der Planung, der sich bei der komplexen Faulanlage gegenüber der weit einfacheren, aerob-Stabilisierungsanlage ergibt, wird nur mit wenigen Prozenten der Gebührensumme honoriert.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG:

Kostendämpfung resp. Investitionskostenreduzierung bei großen Kläranlagen ist nur über den Weg einer qualifizierten und sorgfältigen Planung erreichbar. Diese wird zwar nicht ausschließlich vom Planer geprägt, sondern ist von einer Unzahl von Faktoren, die aus dem Wirkungsfeld der Beteiligten *Auftraggeber + Behörden + Fachämter + Subventionsgeber + Parteien/Beteiligte + Auftragnehmer + Planer* entspringen, abhängig, weshalb die direkten Einsparmöglichkeiten beschränkt sind.

Gerade aus diesen Zusammenhängen heraus ist einer von Ausführung und Betrieb unabhängigen, qualifizierten Planung das Wort zu reden.

Einsparressourcen sind bei sichergestellter, qualitätsbezogener Planung nur mehr beschränkt, u. zwar im Bereich der Ausbauanforderungen und im

Bereich der Baurealisierung zu suchen. Im Lichte des Kostengrößenanteiles von rd. 10 % an der Abwassergebühr sind Einsparungen an der Investitionsseite immer auf den Rückkoppelungseffekt zu den Betriebskosten zu prüfen. Ressourcen zur Kostendämpfung sind keinesfalls in der Auslagerung von Finanzierung und Verantwortung im Sinne von Betreibermodellen, sondern ausschließlich in einer konsequenten, qualitätsbezogenen, maßvollen und verantwortungsbewußten, unabhängigen Planung und Baubegleitung zu finden.

## 7. LITERATUR:

- [1] - R. Pecher Bau- und Betriebskosten bestehender Anlagen zur Abwasserentsorgung in der Bundesrepublik Deutschland, Korrespondenz Abwasser, Jhg. 41, Heft 12/94
- [2] - ATV Ergebnisse der ATV-Umfrage "Abwassergebühren" Korrespondenz Abwasser, Jhg. 42, Heft 1/95
- [3] - H.KROISS Wirklichkeitsnahe Bemessung von kommunalen Kläranlagen - Abschätzung und Bewertung von Sicherheit, Essener Tagung März 1989.
- [4] - TU München 24. Abwassertechnisches Seminar "Kostendämpfung in der Abwasserreinigung" - Möglichkeiten und Grenzen - Heft Nr. 117/1994

LENGYEL Werner, Baurat h.c.Univ.-Prof.Dipl.Ing.Dr.nat.techn.,  
Zivilingenieur für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft  
A-1030 Wien, Fasangasse 25

PASSER Helmut, Dipl.Ing.  
Ziv.Ing.Bauwesen  
A-6020 Innsbruck, Andechsstraße 65.