

# **Erfahrungen bei der Erfüllung der gesetzlichen Mindestanforderungen an die Abwasserreinigung in Sachsen und Thüringen aus Sicht der ATV-Landesgruppe**

K. Lützner

Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft, Technische Universität Dresden

**Kurzfassung:** Seit 1990 besteht die Aufgabe, den hohen Stand auf dem Gebiet der Abwasserentsorgung in der Bundesrepublik auch in den neuen Bundesländern zu erreichen. Aus Sicht der ATV-Landesgruppe Sachsen/Thüringen wird nachfolgend auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die vorrangig im organisatorischen und betriebswirtschaftlichen Bereich und darüber hinaus in der Finanzierbarkeit der erforderlichen Maßnahmen bestanden und noch bestehen. Ausgehend vom Stand der Abwasserentsorgung im Jahre 1990 wird mit Ausnahme von gesicherten statistischen Angaben zur Kanalisation auf die bisherigen Ergebnisse hingewiesen, wobei die Kläranlagen-Nachbarschaftsarbeit mit einbezogen wird. Eine gedrängte Darstellung von Besonderheiten soll gewährleisten, eigenständige Schlußfolgerungen zu ziehen. Es kann aus jetziger Sicht angenommen werden, daß die EG-Richtlinie 91/271/EU zur Behandlung kommunaler Abwässer im wesentlichen termingemäß erfüllt wird.

**Stichwörter:** Abwasserentsorgung, Kanalanschluß, Kläranlagenanschluß, Fäkalienanfall, Bemessungswerte, Kosten

## **1 Einleitung**

Die ATV-Landesgruppe Sachsen/Thüringen wurde im Juni 1990 gegründet. Nach der Wahl des Landesgruppenleiters und seines Stellvertreters galt es zunächst, arbeitsfähige Beiräte zu schaffen, Weiterbildungsmaßnahmen in Form von Kanal- und Klärwärter-Grundkursen, den Erfahrungsaustausch für Mitarbeiter von Planungsbüros, Landesgruppenfachtagungen und Seminare für kommunale Vertreter durchzuführen und die Ver-, Entsorger- und Meisterausbildung zu unterstützen. Von besonderer Bedeutung war der Aufbau

der Kläranlagennachbarschaften. Insbesondere waren interessierte Fachkollegen für diese ehrenamtliche Tätigkeit zu finden und Kontakte zu den Fachministerien, zuständigen Behörden, Bürgermeistern, z.B. über den Städte- und Gemeindetag, zu knüpfen. Dies war besonders schwer, da diese Einrichtungen ebenfalls im Aufbau begriffen und durch die zu bewältigenden Aufgaben überfordert waren. Die Landesgruppe erhielt jedoch in jeder Situation umfassende Unterstützung durch das ATV-Präsidium, den Vorstand - insbesondere durch die Hauptgeschäftsstelle - und durch viele Einzelpersonen.

Nach offengelegter Statistik wurde schnell der enorme Nachholebedarf auf dem Gebiet der Abwasserentsorgung in den beiden Ländern deutlich. Die erforderlichen Investitionskosten für Sanierung und Ausbau der Kanalisation sowie der Kläranlagen wurde in **Thüringen** auf **15 Mrd. DM** und in Sachsen auf rd. **30 Mrd. DM** geschätzt. Es war davon auszugehen, daß diese Investitionen, rd. 4.200 DM/E, nicht innerhalb eines kurzen Zeitabschnittes zu tätigen waren, da Fördermittel gleichfalls nur begrenzt zur Verfügung standen. Eine Konzentration auf Schwerpunktmaßnahmen war notwendig, jedoch praktisch nur durch Fördermittelbereitstellung indirekt zu beeinflussen. Leider war aus den verschiedensten Gründen die notwendige besonnene Herangehensweise nicht möglich; es entstanden vor allem im ländlichen Raum in den ersten Jahren einige Fehlplanungen, die nicht finanzierbar waren, deshalb z.T. abgebrochen wurden oder durch Fördermittelbereitstellung nachträglich ausgeglichen werden mußten. Die maßgeblichen Fehler bzw. Probleme ergaben sich insbesondere durch

- mangelhafte betriebswirtschaftliche Untersuchungen zur Gebührenbelastung der Bürger unter realen Bedingungen vor Baubeginn
- zögerliches Erstellen von Satzungen, die das Erheben von kostendeckenden Abwassergebühren ermöglichen
- nicht zutreffende Einschätzung der Industrie- und Gewerbeentwicklung
- vorzugsweise Orientierung auf Zentralkläranlagen mit zu langen Verbindungskanälen
- Entflechtung der vorhandenen Strukturen der Wasserversorgung und Abwasserbehandlung.

Der ATV-Landesgruppenleiter setzte sich von Anfang an für die Schaffung von gesetzlich sanktionierten Übergangslösungen für die neuen Bundesländer ein, da Provisorien nach § 7a Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und Anhang 1 der Rahmen-Abwasser-Verwaltungsvorschrift nicht genehmigungsfähig sind und außerdem nach § 324 Strafgesetzbuch derjenige bestraft wird, der die Beschaffenheit eines Gewässers nachteilig verändert. Dies gilt sowohl für den Einleiter als auch für denjenigen, der die Genehmigung zur Einleitung erteilt. Es erfolgte lediglich die Regelung nach Absatz 2, die Anpassung an bestehende Einleitungsbedingungen, die durch die Länder geregelt wird. Für Neueinleitungen waren demzufolge sofort die gesetzlich festgelegten Mindestanforderungen zu erfüllen.

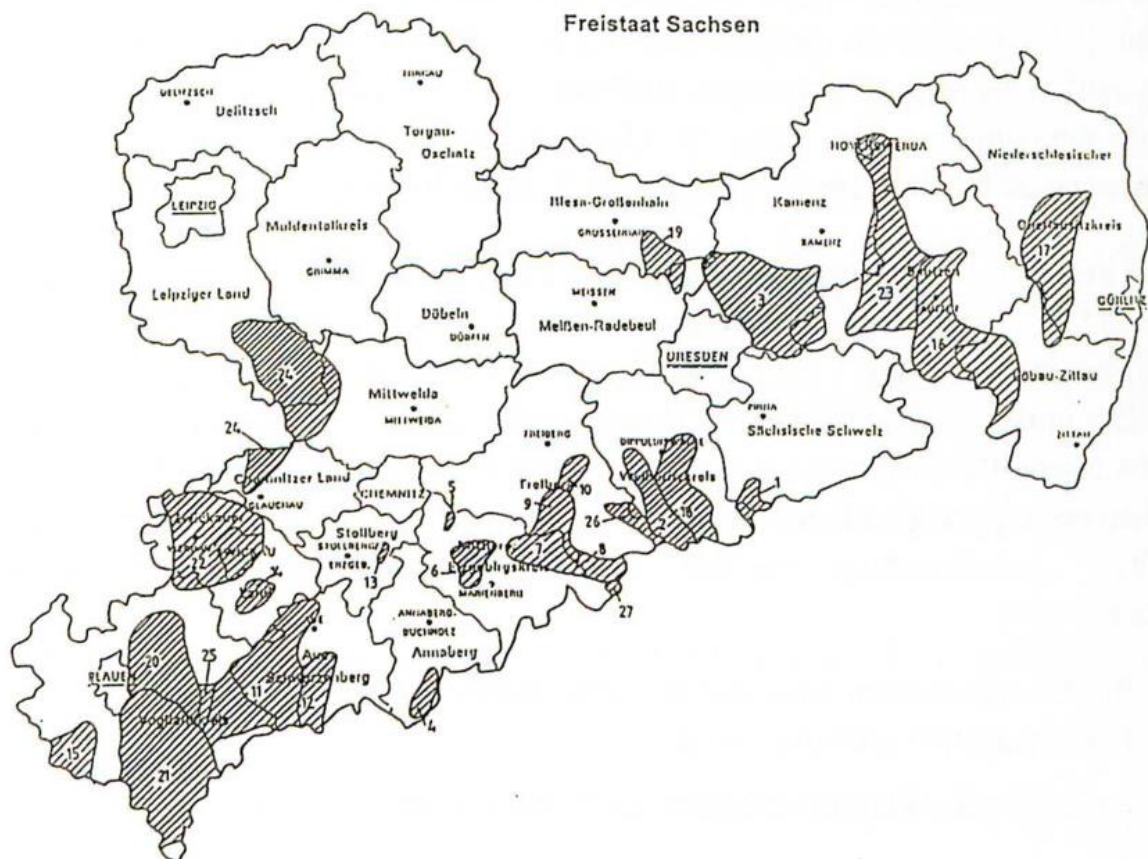
Die Umweltministerien der Länder wählten unterschiedliche Lösungen für die Bewältigung der anstehenden Probleme. Thüringen mit rd. 2,6 Mio. Einwohnern orientierte sich sofort an der Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaft vom 21.05.91 über die Behandlung von kommunalen Abwässern und ging davon aus, daß der Freistaat Thüringen insgesamt als empfindliches Gebiet zu zählen ist und demzufolge bis zum 31.12.98 Kläranlagen > 10.000 EW über eine weitergehende Abwasserreinigung nach Tabelle 5 der Richtlinie verfügen muß.

Der Freistaat Sachsen mit rd. 4,6 Mio. Einwohnern erarbeitete mit Wirkung vom 01.03.93 die Verwaltungsvorschrift "Stufenweiser Ausbau der Abwasserbehandlung", die zunächst nur die Mindestanforderungen in bezug auf BSB<sub>5</sub> und CSB vorschreibt. Damit sollte einerseits schnell eine spürbare Gewässerentlastung erreicht werden, wobei andererseits die zur Zeit gegebenen Finanzierungsmöglichkeiten insgesamt und die finanzielle Belastbarkeit der Bürger berücksichtigt werden sollten. Da hinsichtlich der geforderten Ablaufwerte

- für die organischen Kohlenstoffverbindungen ein verhältnismäßig **hohes Schlammalter** erforderlich ist
- die **Abwasserabgabe** trotzdem verrechnet wurde
- für eine Vielzahl von Kläranlagen die **simultane aerobe Schlammstabilisierung** als Vorzugslösung in Frage kam und

- insbesondere in Kenntnis der **Kostenzusammensetzung** für die Abwasserentsorgung die Kosten für das Belebungsbecken nur einen geringen Anteil betragen (Kroiss, 1994),

war diese Verwaltungsvorschrift umstritten. Es wurde jedoch damit praktisch der "amtliche Hinweis" zum **Stufenausbau** gegeben und für eine Anzahl von größeren Kläranlagen, z.B. Dresden, die Möglichkeit eröffnet, gründliche Voruntersuchungen zur Entwicklung von Abwasserbeschaffenheit und -menge durchführen zu können, um damit Fehlinvestitionen zu verhindern. Neben dieser Verwaltungsvorschrift erfolgte 1994 eine Festlegung von empfindlichen Gebieten (Abbildung 1) zur Durchsetzung der o.g. EU-Richtlinie, so daß im Gegensatz zu Thüringen nicht das gesamte Land Sachsen als empfindliches Gebiet erklärt wurde.



**Abbildung 1:** Empfindliche Gebiete gemäß Art. 5 EU-Richtlinie 91/271/EU

Neben diesen Verwaltungsfragen wurde in der ATV-Landesgruppenarbeit wiederholt zu den Themenkreisen

- **Sinnfälligkeit** der geforderten **weitgehenden Denitrifikation** ohne Berücksichtigung der Vorflutbeschaffenheit
- Abschaffung der **qualifizierten Stichprobe** als Überwachungskriterium und
- landwirtschaftliche und landbauliche **Klärschlammverwertung**

Stellung bezogen und Denkschriften verschickt, ohne befriedigende Veränderungen einleiten zu können.

Nachfolgend soll zum Stand der Abwasserentsorgung, zu Besonderheiten und zu ggf. möglichen Verallgemeinerungen aus Sicht des ATV-Landesgruppenleiters berichtet werden.

## 2 Ausgangssituation

Tabelle 1 zeigt die Ausgangssituation in bezug auf die Abwasserentsorgung im Jahre 1990 nach einer Erhebung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie 1991 (Rudolph, 1991) in den Ländern Sachsen und Thüringen, gegliedert nach den ehemaligen Bezirken.

**Tabelle 1:** Kanal- und Kläranlagenanschluß in Sachsen und Thüringen 1990 (Rudolph, 1991)

Bezirk	E [Mio], Stand 1994	öffentl. Kanal- km	Anschlußgrad [%] an Kanalisation	Kläranlagen	km Kanal / E
Chemnitz	1,72	3531	78	50	1,94
Dresden	1,77	3205	69	58	1,87
Leipzig	1,12	2900	81	65	2,18
Sachsen	<b>Σ 4,61</b>	<b>Σ 9636</b>	<b>Ø 76</b>	<b>Ø 57</b>	<b>Ø 2,0</b>
Erfurt	1,28	3401	77	53	2,78
Gera	0,76	1813	85	50	2,49
Suhl	0,57	1545	90	35	2,83
Thüringen	<b>Σ 2,61</b>	<b>Σ 6795</b>	<b>Ø 84</b>	<b>Ø 46</b>	<b>Ø 2,7</b>

Demgegenüber betrug in den alten Bundesländern zu diesem Zeitpunkt der Anschlußgrad an zentrale Abwasserbehandlungsanlagen rd. 90 % und an die Kanalisation rd. 93 %. Hinzu kam, daß der erforderliche Aufwand für die Ertüchtigung und Erweiterung bestehender Kanalisationen und Kläranlagen wesentlich höher als in den alten Bundesländern einzuschätzen war. Tabelle 2 zeigt beispielhaft den Anteil von Kanalisationen mit einem Alter von mehr als 80 Jahren in den Ländern Sachsen und Thüringen.

**Tabelle 2:** Anteilige Kanalisation > 80 Jahre in Sachsen und Thüringen

Bezirke	Kanalisation > 80 Jahre, Anteil [%]
Chemnitz	33
Dresden	26
Leipzig	33
Erfurt	22
Gera	11
Suhl	16

In den alten Bundesländern betrug dieser Anteil zum gleichen Zeitpunkt i.M. lediglich 6 %.

Obwohl die Ausgangssituation grundsätzlich schlecht war, zeigten sich auch Unterschiede in den beiden Ländern. In Thüringen war ein höherer Kanalanschluß und in Sachsen ein höherer Kläranlagenanschluß zu verzeichnen. Demzufolge waren in Thüringen durch einen gezielten Kläranlagenausbau schnelle Effekte zur Verbesserung der Gewässerbeschaffenheit zu erwarten. Die vorhandenen Kläranlagen entsprachen in beiden Ländern nicht dem Stand der Technik. Unbefriedigend war des weiteren die gesamte Schlammbehandlung.

### 3 Stand der Abwasserentsorgung in Sachsen und Thüringen

Die im Zeitraum 1990 bis 1996 neu gebauten bzw. sanierten und erweiterten Kläranlagen in Sachsen und Thüringen sind in Tabelle 3 dargestellt.

**Tabelle 3:** Übersicht der in Sachsen und Thüringen von 1990 bis 1996 geschaffenen Abwasserbehandlungskapazitäten

Größenklasse der Kläranlage	Sachsen		Thüringen		Insgesamt	
	Kläranlage (Stck.)	EW	Kläranlagen (Stck.)	EW	Kläranlagen (Stck.)	EW
Größenkl.1	194	71.910	34	13.170	228	85.080
Größenkl.2	96	197.250	27	59.800	123	257.050
Größenkl.3	44	469.050	24	274.500	68	743.550
Größenkl.4	10	366.000	17	828.650	27	1.294.650
Größenkl.5	3	1.155.000	2	250.000	5	1.405.000
Summe						3.785.330

Es wird deutlich, daß in Thüringen schwerpunktmäßig in mittlere und große Kläranlagen investiert wurde. In Sachsen sind dagegen eine Vielzahl von Kläranlagen bis 20.000 EW entstanden. Insbesondere der Bau von Kläranlagen der Größenklassen 1 und 2 ist dabei im Regelfall mit einer umfangreichen kanaltechnischen Erschließung verbunden, wodurch sich hohe Investitionskosten ergaben. Dies gilt gleichfalls teilweise für Kläranlagen der Größenklasse 4. Beispielhaft sei die zentrale Kläranlage Rodewitz des Abwasserzweckverbandes "Obere Spree" in der Oberlausitz genannt, die 1996 in Betrieb genommen wurde. Die Zentralkläranlage wurde für 15 Städte und Gemeinden mit insgesamt rd. 39.000 EW geplant. Die erste Ausbaustufe der Zentralkläranlage wurde für 25.000 EW gebaut; die Kläranlage ist auf eine Kapazität von 45.000 EW erweiterbar. Zur Zeit existieren noch 13 Einzelkläranlagen. Die angeschlossenen Ortschaften gehen fließend ineinander über, so daß keine Verbindungskanäle erforderlich sind.

Der Investitionsbedarf ergibt sich zu (Prospektangaben):

Gesamtkosten (vollständige Erschließung)	240 Mio. DM	$\hat{=}$	6.100 DM/EW bezogen auf 39T EW bezogen auf 39T EW
Schmutzwasserkanalisation einschließlich 16 Pumpwerken	155 Mio. DM	$\hat{=}$	5.000 DM/EW bezogen auf 39T EW
Regenwasserkanalisation	43 Mio. DM		
Kläranlage insgesamt	42 Mio. DM	$\hat{=}$	1.100 DM/EW
davon Zentralkläranalge (25T EW)	20 Mio. DM	$\hat{=}$	800 DM/EW

Die gesamte Maßnahme wurde inzwischen auf rd. 175 Mio. DM reduziert, indem als Übergangslösung für mehrere Ortsteile weiterhin eine dezentrale Abwasserentsorgung über Kleinkläranlagen erfolgt. Die Fäkalien werden in der Zentralkläranlage mitbehandelt. Die ausgewiesenen Kosten für die Kläranlage sind hoch. Im Rahmen des Vortrages soll keine Wertung erfolgen, sondern lediglich das typische Beispiel dargestellt werden.

Die Zentralkläranlage wurde in der ersten Ausbaustufe als simultane aerobe Schlammstabilisierung mit Schlammstapelbecken und maschineller Schlammmentwässerung gebaut. Die vorhandenen Belebungsbecken ermöglichen auch bei Reduzierung des Schlammalters die Abwasserreinigung für die vorgesehene Endkapazität, wobei dann ein Vorklärbecken und eine Schlammfäulung errichtet werden. Die Gebühren betragen z.Z. 5,50 DM/m<sup>3</sup>, bezogen auf den Trinkwasserverbrauch, der Grundstücksanschlußbeitrag beträgt 4,50 DM/m<sup>2</sup> Nutzfläche.

In Tabelle 4 sind beispielhaft Kläranlagen  $\geq 50.000$  EW aufgeführt, die seit 1990 neu gebaut wurden bzw. sich in Vorbereitung befinden.



**Tabelle 4:** Ausgewählte Kläranlagen in Sachsen und Thüringen, die nach 1990 neu gebaut, grundlegend saniert und erweitert wurden bzw. sich in Vorbereitung befinden

	Bezirk	Kapazität [EW]	Reinigung	Inbetrieb- nahme	Bemerkung
1	Dresden-Kaditz	900.000	M, B, P, (BB)	1993	N in Vorbereitung
2	Erfurt-Kühnhausen	380.000	M, B, P, (BB)	1976/85	N in Vorbereitung
3	Jena	309.000	M, B, P, (BB)	1976	N in Vorbereitung
4	Gera	210.000	M, B, N, P, (BB)	05/1997	
5	Weimar	160.000	M, B, P, (BB)	1989	N in Vorbereitung
6	Gotha	150.000	M, B, N, P, (BB)	1991/93	
7	Hoyerswerda	150.000	M, B, N, P, (BB)	1994	
8	Meißen	105.000	M, B, N, P, (BB)	1995	
9	Nordhausen	100.000	M, B, N, P, (BB)	1995	
10	Eisenach	95.000	M, B, N, P, (BB)	1993	
11	Arnstadt-Ichthausen	80.000	M, B, N, P, (BB)	1994	
12	Rudolstadt	80.000	M	1991	in Vorbereitung
13	Suhl	65.000	M, B, P, (TK)	1966/93	N in Vorbereitung
14	Zittau	60.000	M, B, N, P, (BB)	1995	
15	Altenburg	50.000	M, B, N, P, (BB)	1994	

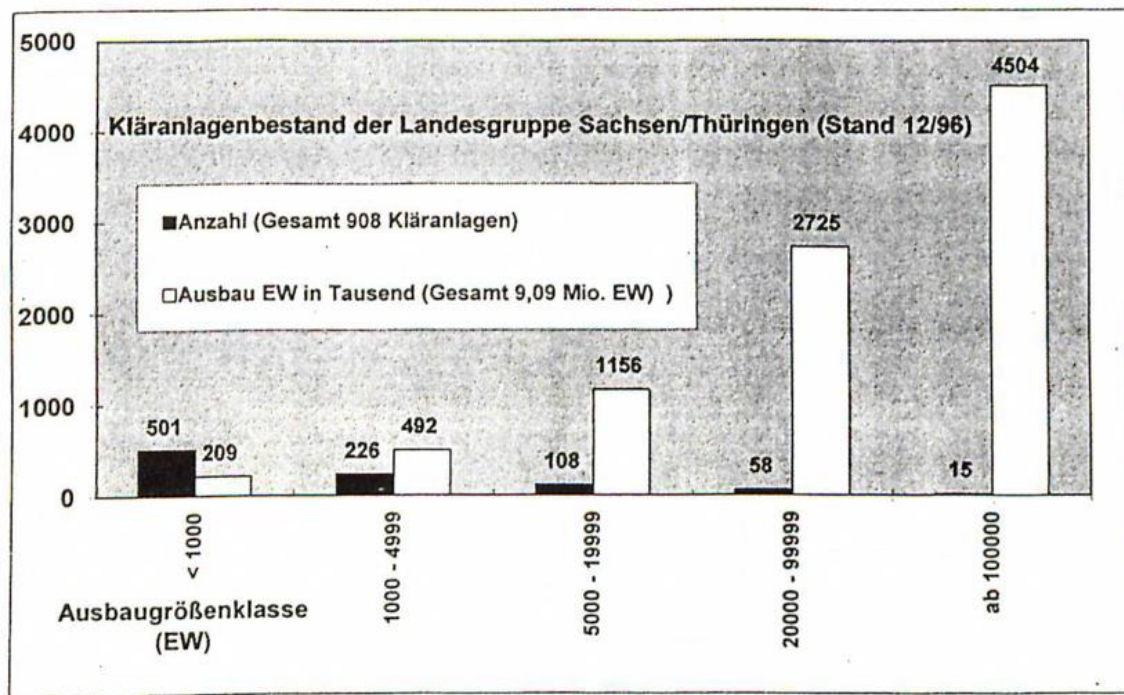
M.....Mechanische Reinigung, B ..... Biologische Reinigung, N.....

.....Stickstoffelimination

P.....Phosphorelimination, BB..... Belebungsbecken, TK ..... Tropfkörper

Es ist ersichtlich, daß für die aufgeführten Kläranlagen grundsätzlich Belebungsbecken (künftig auch in Suhl) vorgesehen wurden. Von 1991 bis 1996 wurden in Sachsen fast 3,5 Mrd. DM und in Thüringen rd. 1 Mrd. DM Fördermittel bewilligt, die in den letzten Jahren zum größten Teil (1996 in Thüringen zu 90 %) Kanalbaumaßnahmen unterstützten.

Der Gesamtkläranlagenbestand der ATV-Landesgruppe ist in Abbildung 2 dargestellt.



**Abbildung 2:** Kläranlagenbestand der ATV-Landesgruppe Sachsen-Thüringen 1996

Es sind die nachfolgend aufgeführten Behandlungstechnologien im Kläranlagenbestand der Landesgruppe vorhanden:

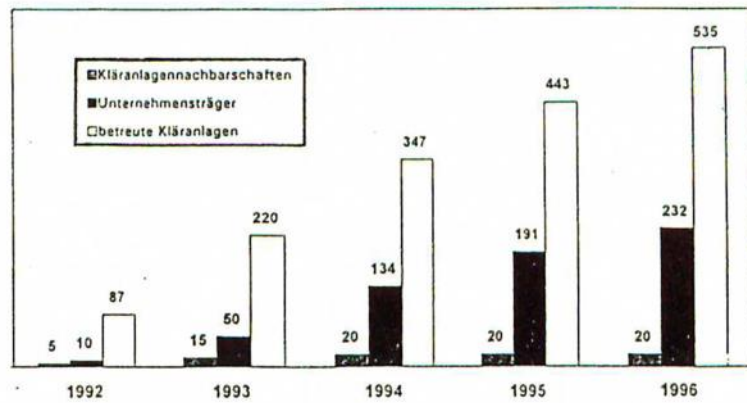
- 836 Kläranlagen mit mechanischer Reinigung und z.T. Belebungsbecken,
- 36 Tropfkörperanlagen,
- 18 Abwasserteiche,
- 5 belüftete Abwasserteiche,
- 8 Tauchkörperanlagen,
- 5 Pflanzenkläranlagen.

Es zeigt sich, daß Tropfkörperanlagen und Abwasserteiche kaum noch gebaut und in zunehmendem Maße durch Belebungsbecken ersetzt werden. Eine Zunahme ist in letzter Zeit bei Kläranlagen der Größenklasse 1 und z.T. auch 2 in bezug auf Tauchkörper- und Pflanzenkläranlagen zu beobachten.

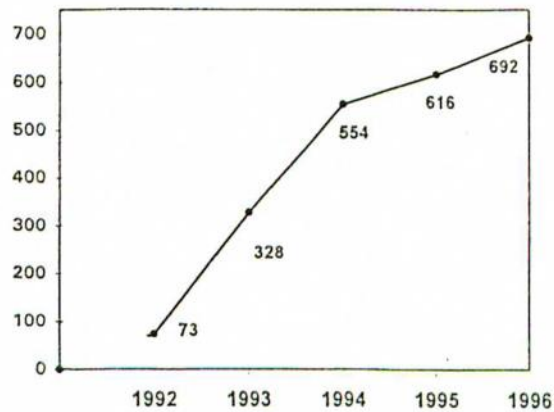
Die Aufgabe der ATV-Landesgruppe ist es, vorrangig mitzuhelfen, daß diese geschaffenen Investitionen für eine maximal mögliche Abwasserreinigung genutzt werden. Die **Kläranlagennachbarschaftsarbeit** hat sich dazu in den vergangenen Jahrzehnten in der Bundesrepublik und darüber hinaus bestens bewährt und somit wurde auch in unserer Landesgruppe schnellstmöglich mit dem Aufbau flächendeckender Kläranlagennachbarschaften begonnen.



**Statistik der Kläranlagennachbarschaften**

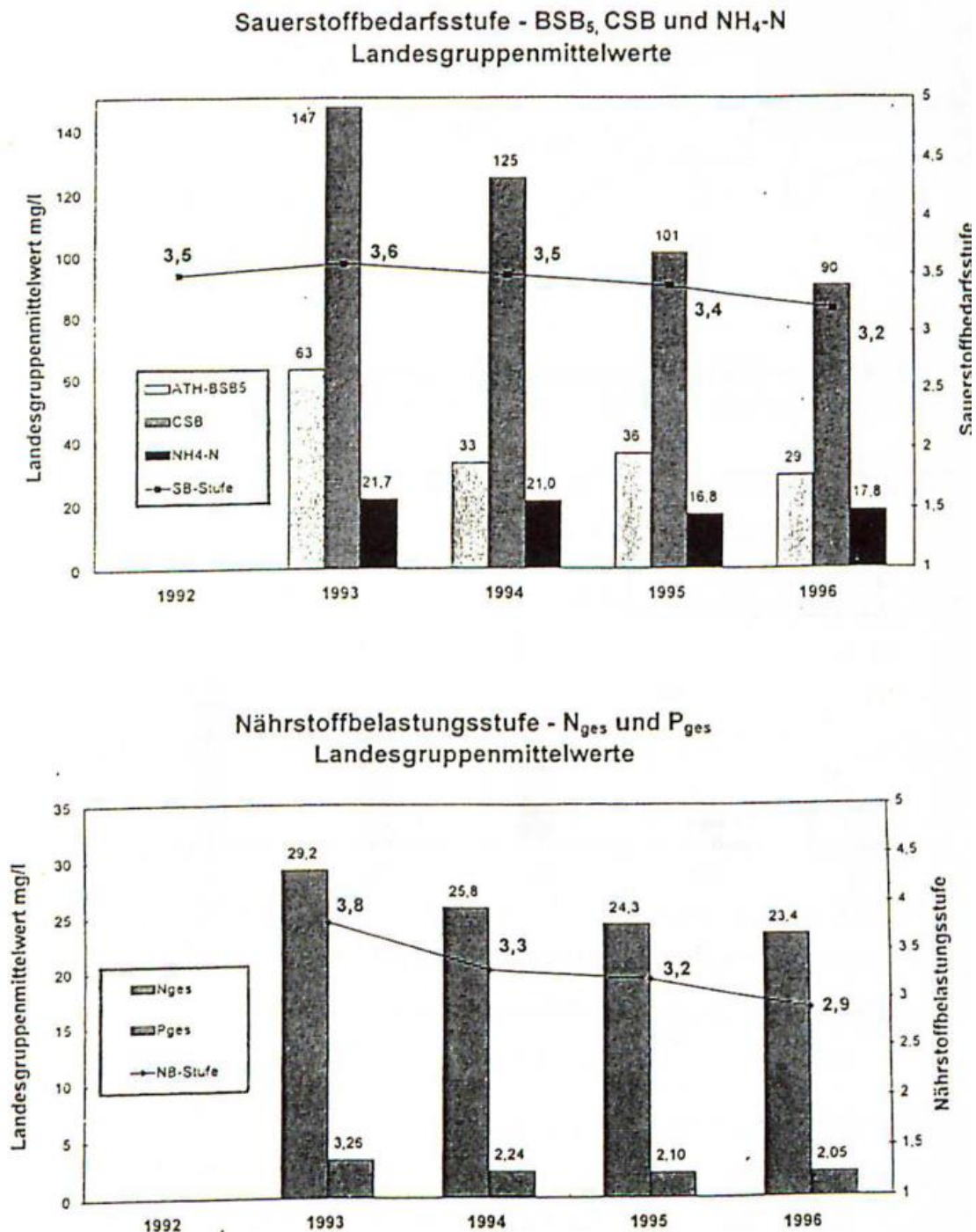


**Teilnehmer an Nachbarschaftstagen**



**Abbildung 3:** Entwicklung der Kläranlagen-Nachbarschaftsarbeit

Abbildung 3 zeigt die territoriale Gliederung, die Entwicklung der betreuten Kläranlagen und die Teilnahme an Nachbarschaftstagen. Es wurden inzwischen rd. 80 % der Einwohnerwerte erfaßt. Zusätzlich wurden für die großen Städte Dresden, Leipzig, Chemnitz, Erfurt, Gera, Jena, Zwickau, Meißen und Gotha Sondernachbarschaften "Große Kläranlagen" gegründet.



**Abbildung 4:** Darstellung der mittleren Sauerstoffbedarfs- und Nährstoffbelastungsstufen

Es sind 20 Lehrer und Obleute ehrenamtlich tätig; die Kläranlagen-Nachbarschafts-Broschüre erschien in diesem Jahr in der 3. Auflage (Lang, 1997). Abbildung 4 zeigt die Entwicklung der Sauerstoffbedarfs- und Nährstoffbelastungsstufen. Es wird deutlich, daß trotz der getätigten Investitionen noch große Anstrengungen notwendig sind, um den Stand der alten Bundesländer oder Österreichs zu erreichen.

Ein besonderes Problem stellen **Kleinkläranlagen** ( $\leq 50$  EW) und **abflußlose Gruben** dar. Eine Erfassung des Statistischen Landesamtes Sachsen, Stand 1994, weist nach, daß zu diesem Zeitpunkt 65,5 % der Einwohner an zentrale Kläranlagen angeschlossen waren.

Die übrigen Einwohner waren

zu 19,6 %	$\hat{=}$ 600.000 E	an <b>117.948 Kleinkläranlagen</b> und
zu 14,9 %	$\hat{=}$ 455.000 E	an <b>14.874 abflußlose Gruben</b> angeschlossen.

Bezugsbasis war die Auswertung von 3.056.194 erfaßten Einwohnern, entsprechend 66 % der Bevölkerung. Bei den übrigen Gemeinden wird davon ausgegangen, daß sich eine Erhebung erübrigt, da ein Anschluß an eine öffentliche Kanalisation unmittelbar bevorsteht. In Thüringen kann von mindestens der gleichen Größenordnung ausgegangen werden. Zum Zeitpunkt des Berichts der Thüringer Landesanstalt für Umwelt, Jena, vom Juni 1996, waren 1995 44 % der Bevölkerung nicht an zentrale Kläranlagen angeschlossen (Kaufmann, 1996). Für diese Kleinkläranlagen und abflußlosen Gruben ist in den nächsten Jahren ein Anschluß an eine zentrale Kläranlage mit aufwendigem Kanalisationsbau bzw. Ertüchtigung als dezentrale Lösung gemäß DIN 4261 oder als kleine Kläranlagen erforderlich.

Insbesondere für diesen Größenbereich ist außerordentlich viel Sachkenntnis der Planungsbüros erforderlich und es ergibt sich ein Betätigungsfeld für den Einsatz kleiner technischer und naturnaher Kläranlagen dar. Außerdem sind die Fäkalien - in Sachsen wurden 1993 rd. 150.000 t zentralen Kläranlagen übergeben - ordnungsgemäß zu entsorgen.

Insgesamt wird aus jetziger Sicht eingeschätzt, daß in Abhängigkeit von der Auslegung der EU-Richtlinie die Zeitvorgaben

1998	für KA > 10.000 EW,	in empfindlichen Gebieten Nährstoffelimination;
2000	für > 15.000 EW, KA	biologische Grundreinigung;
2005	für > 10.000 EW, KA	biologische Grundreinigung,
	für >2.000 EW, KA	die in Binnenseen einleiten mit biologischer Grundreinigung

große Anstrengungen vorausgesetzt, eingehalten werden können.

#### 4 Allgemeine Erfahrungen

Auf betriebswirtschaftliche und organisatorische Probleme soll im Rahmen des Vortrages bewußt nicht eingegangen werden.

Es hat sich grundsätzlich gezeigt, daß leider zu wenig Aufmerksamkeit der Ermittlung der **Eingangsbemessungswerte** gewidmet wurde und deshalb das ATV-Regelwerk allgemein und speziell das ATV-Arbeitsblatt A 131 zu Unrecht in Verruf in bezug auf zu hohe Sicherheiten und damit zu teure Lösungen gekommen ist. Es sind sowohl sehr gründliche Voruntersuchungen der Eingangsbemessungswerte als auch **technische Lösungen mit hoher Variabilität** (z.B. Umlaufbecken mit gesonderten Umwälzeinrichtungen), als **Stufenausbau** und mit hoher **Havariesicherheit** notwendig (Lützner, 1995). Infolge der noch über einen längeren Zeitraum anfallenden Fäkalien ist es nahezu schon der Regelfall, daß moderne **Fäkalienannahmestationen mit Ausgleichsbehältern** vorgesehen werden, womit gleichzeitig der Auslastungsgrad der Kläranlagen und damit auch die Gebührenbelastung verbessert werden. Für Kläranlagen ab Größenklasse 3 wurden ausnahmslos Belebungsbecken gebaut, wobei alle bekannten Verfahren zur Stickstoffelimination und der biologischen Phosphorelimination im Hauptstrom angewendet wurden. Es haben sich Feinrechen und Siebe mit Rechengutwäsche

und -presse bewährt; belüftete Langsandfänge mit Fettfang mit inzwischen kürzeren Reaktionszeiten von rd. 4 bzw. 8 min. werden vorrangig ab Größenklasse 3 eingesetzt; auch bei mesophiler Faulung werden zunehmend kurze Vorklärzeiten gewählt; neben den bekannten Faulbehälterformen wurde in Freiberg ein zylindrischer Faulbehälter mit einem durchgehenden 12 m langen Boden- und Schwimmschlammrührer gebaut, Praxiserkenntnisse liegen dazu noch nicht vor; zur Schlammentwässerung werden vorrangig Zentrifugen, aber auch Kammerfilter- und Siebbandpressen eingesetzt.

Interessante Ergebnisse wurden mit Hilfe halbtechnischer Versuche im Rahmen der vorgesehenen Erweiterung der Kläranlage Dresden-Kaditz gewonnen (Lützner *et al.*, 1996)

Zur Ermittlung der Frachten an abbaubaren organischen Verbindungen wird bekanntlich nahezu ausschließlich der Summenparameter  $BSB_5$  genutzt. Neben den bekannten Nachteilen in bezug auf die Analysendauer und den Einfluß der Impfbiozönose ist insbesondere die **Nichtbilanzierbarkeit** zu nennen. Die Bilanzierung der organischen Kohlenstoffverbindungen ist jedoch die Grundlage für die Überprüfung der Sinnfälligkeit von Meßwerten und für die dynamische Simulation in bezug auf die Auswirkungen von Belastungsschwankungen. Um dies zu ermöglichen und gleichzeitig die Formeln nach A 131 nutzen zu können, wird häufig der  $BSB_5$  aus den CSB-Werten und dem  $CSB : BSB_5$ -Verhältnis = 2 : 1 errechnet. Für die Bestimmung der maßgebenden Frachten ist die **maximale Wochenbelastung**, besser noch die **maximale Belastung über ein Schlammalter**, zu ermitteln. Charakteristische saisonale Belastungen sind gesondert zu betrachten. Die gemäß A 131 mögliche Verwendung des 85%-Wertes kann bei ausgeprägtem Wochengang eine Über- oder auch Unterbewertung ergeben.

Für die Denitrifikation sind insbesondere Lastfälle entscheidend, die **ungünstige TKN/ $BSB_5$ -Tagesverhältnisse** infolge hoher TKN-Tagesfrachten bei gleichzeitig geringen Wochenfrachten an organischen Kohlenstoffverbindungen aufweisen. Diese Vorgehensweise erscheint sinnvoll, da die Denitrifikation einerseits von den leichtabbaubaren organischen Kohlenstoffverbindungen, jedoch andererseits auch von der Vorbelastung des Belebtschlammes und der damit verbundenen Speicherung von hydrolysierbaren partikulären Stoffen abhängig ist. Problematisch ist nur, daß mit der Bestimmung des  $BSB_5$  und des  $TS_0$  biologisch langsam abbaubare



Stoffe nur ungenügend erfaßbar sind und demzufolge keine Bilanz in bezug auf den Anteil für den Baustoffwechsel (Biomasseertrag) und den Betriebsstoffwechsel (veratmeter Anteil) möglich ist. Wird der CSB als Analysenwert verwendet, können bei ausreichendem Datenmaterial gute Voraussagen zu den Abbauwegen des CSB unter anoxischen oder aeroben Milieubedingungen oder als Biomassezuwachs und als Sauerstoffverbrauch getroffen werden. In Tabelle 5 sind **Bemessungsergebnisse** auf der Grundlage von 6-monatigen umfassenden Untersuchungen mit einer halbtechnischen Anlage nach **BSB<sub>5</sub>** und **CSB** gegenübergestellt. Es wurde eine gleiche Bemessungstemperatur von 10°C zugrunde gelegt.

**Tabelle 5:** Vergleich einer Teilbemessung nach A 131 und mit Hilfe einer CSB-Bilanz, ohne Fällung (Lützner, Kühn; 1997)

Parameter	A 131	CSB
Bemessungstemperatur [°C]	10	10
erforderliche Gesamtstickstoffelimination bei 12°C [%]	70	70
Bemessungsfracht [kg/d] (BSB <sub>5</sub> /CSB-85%-Werte)	25080	59400
TS <sub>0</sub> /BSB <sub>5</sub> - 50%-Wert	1,26	-
Bemessungsfracht gesN [kg/d]	7590	7590
notw. N-Elimination [kg NO <sub>3</sub> -N <sub>D</sub> /kg BSB <sub>5</sub> ]	0,16	-
N-Elimination aus CSB/N-Bilanz [kg NO <sub>3</sub> -N/kg CSB]	-	0,09
Gesamtschlammalter [d]	16	12
Beckengröße [m <sup>3</sup> ] bei TS <sub>BB</sub> = 3,5 g/l	126000	112000
V <sub>D</sub> /V <sub>BB</sub>	0,5	0,4

Das Verhältnis von CSB/BSB<sub>5</sub> beträgt in dem Fallbeispiel 2,4. Die erforderliche Denitrifikationskapazität ergab sich zu 0,16 kg NO<sub>3</sub>-N<sub>D</sub>/kg BSB<sub>5</sub> (nach A 131 nicht ansetzbar). Das erforderliche Gesamtschlammalter weicht mit 16 bzw. 12 Tagen beträchtlich voneinander ab. Dies wird bei der Belebungsbeckengröße infolge der abweichenden Schlammproduktion nur mit rd. 11 % wirksam.



Allerdings ist der mit den vorhandenen C-Quellen mögliche N-Eliminationsgrad höher, so daß entgegen der Bemessung nach A 131 keine gesonderten Maßnahmen erforderlich werden. Obwohl infolge des ungünstigen CSB/BSB<sub>5</sub>-Verhältnisses auf eine schlechte Denitrifikationskapazität geschlossen werden könnte, ist im Gegenteil bei den vorliegenden Untersuchungsergebnissen eine Verbesserung nachweisbar. Die Abweichungen sind vorrangig im Vorabbau der Abwasserinhaltsstoffe im Kanal zu sehen. Insbesondere niedermolekulare Kohlenstoffverbindungen unterliegen unter aeroben Bedingungen Abbauprozessen. Die Bakterien sind im Abwasser (Darmbakterien) und in der Sielhaut enthalten. Dieser **Vorabbau** ist vorrangig vom **Kanalnetz** abhängig. Einige grundlegende Möglichkeiten (Kühn, 1996) sind in Tabelle 6 aufgeführt.

**Tabelle 6:** Einfluß der Kanalisationsart auf die Verfahrensstufen einer Belebungsanlage (Kühn, 1996)

Kanaltyp	Milieu	Einfluß auf Verfahrensstufen der Belebungsanlage	
		positiv	negativ
flach mit Grundwassereintritt	ggf. anoxisch durch Nitratgehalt des Grundwassers	-	Abbau von org. Kohlenstoffquellen
flach ohne Grundwassereintritt (z. T. Exfiltration)	teilweise anaerob	Bildung von Fermentationsprodukten	ggf. H <sub>2</sub> S-Bildung
großes Gefälle mit O <sub>2</sub> -Eintrag aus Nebensammlern	aerob durch O <sub>2</sub> -Eintrag	Bildung von Nitrifikanten im Kanal	Abbau von org. Kohlenstoffquellen

Es ist ersichtlich, daß unter bestimmten Bedingungen im Kanal durchaus **Nitrifikanten** in der Sielhaut angesiedelt sein können. Dadurch kommt es zu einem ständigen Import in das Belebungsbecken und erleichtert z.B. das Anfahren der Nitrifikationsstufe und unterstützt die Nitrifikation im Betrieb. Kommt es zur Bildung von **Fermentationsprodukten**, sind diese unmittelbar für die vorgeschaltete Denitrifikation bzw. biologische Phosphorelimination verfügbar. Problematisch kann sich eine H<sub>2</sub>S-Bildung in bezug auf Korrosion

und Blähschlamm (Schwefelbakterien) auswirken. Der **Abbau von organischen Kohlenstoffverbindungen** (im Regelfall die leichtabbaubaren CSB-Verbindungen) im Kanalnetz ist negativ in bezug auf das Denitrifikationsvermögen und die biologische Phosphorelimination zu bewerten. Allerdings ist der Biomasseertrag sehr hoch, da keine Substratlimitierung vorhanden ist. Angenähert kann der über die Atmung entfernte CSB dem  $BSB_5$  gleichgesetzt werden. Untersuchungen von Müller, S. (1996) ergaben, daß der Vorabbau im Dresdner Kanalnetz 37 % bezogen auf den  $BSB_5$  betragen kann.

Der Trockenwetterzufluß zur Kläranlage (50%-Wert) ergab:

$$\begin{array}{ll} CSB_{zul}: & 48.000 \text{ kg/d} \\ BSB_5_{zul}: & 18.900 \text{ kg/d} \quad \rightarrow \quad CSB : BSB_5 = 2,5 \end{array}$$

$$\text{Der Vorabbau beträgt: } \left( \frac{18900}{1 - 0,37} \right) \cdot 0,37 = 11.100 \text{ kg } BSB_5/d.$$

$$\text{Vorabbau} + CSB_{zul}: \quad 59.100 \text{ kg/d}$$

$$\text{Vorabbau} + BSB_5_{zul}: \quad 30.000 \text{ kg/d} \quad \rightarrow \quad CSB : BSB_5 \cong 2,0$$

Daraus wird ersichtlich, daß das ursprüngliche CSB/ $BSB_5$ -Verhältnis kommunalem Abwasser ohne spürbare Einwirkungen aus Gewerbe und Industrie entspricht und die Verschiebung lediglich durch den Vorabbau zu erklären ist. Da die gebildete Biomasse im Vorklärbecken schwer abtrennbar ist, steht dieser CSB-Anteil für die Denitrifikation zur Verfügung, womit auch das hohe  $TS_0/BSB_5$ -Verhältnis und die günstige Denitrifikationskapazität nach Tabelle 6 begründet werden können. Diese Betrachtungen sind vor allem dann von hoher Bedeutung, wenn das CSB/ $BSB_5$ -Verhältnis jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt und somit auch Unterschiede der maßgebenden Kohlenstofffrachten zwischen Winter und Sommer auftreten.

Mit Hilfe von halbtechnischen Versuchen können insbesondere Aussagen zur **Überschußschlammproduktion** und **Schlammbeschaffenheit** getroffen werden. Des weiteren ist die Kalibrierung von **dynamischen Simulationsmodellen** möglich. Über diese Ergebnisse berichtete Müller, V. (1997).

Es wird nachdrücklich darauf hingewiesen, daß die Bemessung nach einem kalibrierten dynamischen Modell z.T. wesentlich geringere Beckenvolumina ergibt, da damit Sicherheiten von vornherein nicht enthalten sind. Die Bemessung auf der Grundlage von halbtechnischen Versuchen enthält dagegen praktisch alle negativen Einflüsse, die zur Verminderung der Oxidations-/Reduktionsgeschwindigkeit infolge der Abwasserzusammensetzung führen. Es handelt sich um eine nicht exakt definierbare Sicherheit, die insbesondere die vielfältigen Nitrifikationshemmungen beinhaltet, die auf unterschiedlichste Ursachen zurückzuführen sind. Demzufolge ist der Verifizierungsaufwand für eine dynamische Simulation einer Neubemessung sehr hoch und in der Aussage begrenzt. Er sollte vielmehr für Prognosen bezüglich zu erwartender Einflüsse von erhöhten Zulauffrachten, Auswirkungen spezieller Industrieeinleiter, Belastungsschwanken (z. B. durch Prozeßabwassereinleitung) usw. genutzt werden. Insgesamt gesehen wird jedoch die Sinnfälligkeit von halbtechnischen Untersuchungen deutlich, wobei der erforderliche Aufwand nicht unterschätzt werden darf.

## **5 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen**

In den neuen Bundesländern bestand im Jahre 1990 die Aufgabe, möglichst schnell den anerkannt hohen Stand der Abwasserentsorgung in den alten Bundesländern zu erreichen. Im Rahmen des Vortrages wurde versucht, das Erreichte kurz darzustellen und auf Probleme hinzuweisen. Die wichtigste Schlußfolgerung ist die, daß eine Maßnahme zur Abwasserentsorgung nur dann in hoher Qualität verwirklicht werden kann, wenn beim Auftraggeber eine hohe Fachkompetenz zur Bewältigung derartiger Maßnahmen vorhanden ist. Infolge der Umstrukturierung der Verantwortlichkeiten für die Abwasserentsorgung war dies insbesondere in den kleinen und mittleren Gemeinden und Städten im Regelfall nicht gewährleistet. Problematisch war des weiteren, daß die Behörden ebenfalls im Aufbau begriffen waren und demzufolge die Überprüfung der Maßnahmen in den ersten beiden Jahren nur unbefriedigend erfolgte. Inzwischen ist genügend Fachkompetenz und Erfahrung vorhanden, so daß Fehlplanungen nur noch selten vorkommen dürften. Insgesamt stellt sich die Entwicklung aus Sicht der ATV-Landesgruppe positiv dar und mit der Einhaltung der EG-Richtlinie vom Mai 1991 ist im wesentlichen zu rechnen. Es soll nochmals darauf hingewiesen werden, daß einigen Entwicklungen,

insbesondere der Überwachungspraxis, nicht zugestimmt wird. Dies gilt gleichfalls für die Stickstoffelimination, besonders wenn bei Erweiterungsmaßnahmen (zweistufige Kläranlage) beispielsweise externe Kohlenstoffquellen zur Erreichung der Stickstoff-Überwachungswerte zugegeben werden müssen. Die dargestellten Ergebnisse zeigen jedoch auch, daß noch viel für eine umfassende ordnungsgemäße Abwasserentsorgung in den beiden Ländern zu tun ist.

## 6 Literatur

- [-] Gesamtübersicht der Kläranlagen, die nach 1990 im Freistaat Sachsen errichtet wurden, Stand 12/1996. Ministerium für Umwelt und Landesentwicklung
- [-] Prospekt des Abwasserzweckverbandes "Obere Spree", Rodewitz, Körperschaft des öffentlichen Rechts AWOS, Abwasserentsorgung Obere Spree GmbH
- [-] Bestand an Kleinkläranlagen und abflußlosen Gruben im Freistaat Sachsen 1994. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Macherstr. 31, 01917 Kamenz, 07/95
- Kaufmann, Chr.: Gewässerschutz im Freistaat Thüringen - Entwicklung der kommunalen Abwasserentsorgung. Thüringer Landesanstalt für Umwelt Jena, 06/96
- Kühn, V.: Ein Beitrag zur Bemessung von Kläranlagen zur Stickstoffelimination. Vortrag zum Symposium "Umwelt Concept" Dresden 1996. TU Dresden, Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft, Mommsenstr. 13, 01062 Dresden
- Kroiss, H.: Wirklichkeitsnahe Bemessung von kommunalen Kläranlagen - Abschätzung und Bewertung von Sicherheiten. GWA, H 147, 50/1 bis 50/40, Aachen, 1994, Gesellschaft zur Förderung der Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen, 50056 Aachen
- Lang, G.: Kläranlagen-Nachbarschaften ATV-Landesgruppe Sachsen/Thüringen 1997, 3.Ausgabe
- Lützner, K.: Prioritäten der kommunalen Abwasserentsorgung in den neuen Bundesländern unter den Gesichtspunkten der Gewässerbeschaffenheit und Finanzierbarkeit. Vortrag zur Landesgruppentagung der ATV-Landesgruppe Nord-Ost, Halle 1995
- Lützner, K.; Fiedler, C.; Kühn V.; Müller V.; Nowak, O.: Endbericht über die halbtechnischen Versuche nach dem einstufigen Belebungsverfahren an der Kläranlage Dresden-Kaditz. Forschungsbericht des Instituts für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft, TU Dresden, 1996

- Lützner, K.; Kühn, V.: Durch Vorermittlungen zu maßgeschneiderten Kläranlagen.  
Vortrag zur 30. Essener Tagung, Aachen, 1997. TU Dresden, Institut für Siedlungs-  
und Industrierwasserwirtschaft, Mommsenstr. 13, 01062 Dresden
- Müller, S.: Untersuchungen zum Einfluß der Kanalstauraum-bewirtschaftung auf die  
Schwefelwasserstoffentwicklung im Kanalnetz. Diplomarbeit 1996, TU Dresden,  
Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft, Mommsenstr. 13, 01062  
Dresden
- Müller, V.: Modellkalibrierung anhand der Ergebnisse von halbtechnischen Versuchen.  
Wiener Mitteilungen 1997, Band 137, 83-117, TU Wien
- Rudolph, K.-U.: Die Abwasserkanalisation in den fünf neuen Bundesländern - Zustand  
und Sanierungsbedarf. BMFT-Projekt Nr. 02 WK 9108/2

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. K. Lützner

Technische Universität Dresden  
Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft  
Mommsenstr. 13  
D - 01062 Dresden

Tel.: 0351/463 7537

Fax: 0351/463 7204