

Stand und Entwicklung der Abwasserentsorgung in Österreich unter besonderer Berücksichtigung des ländlichen Raumes

R. Haberl, Th. Ertl

Institut für Wasserversorgung, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft
Abteilung Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz
Universität für Bodenkultur

Kurzfassung: Die ländlichen Gebiete, die durch dünne Besiedelung, starke Schwankungen in der Quantität und Qualität des Abwassers und oft sehr sensible Gewässer gekennzeichnet sind, stellen heute in abwassertechnischer Hinsicht die größten Probleme dar. Vor allem die hohen spezifischen Kosten für eine den geltenden gesetzlichen Regelungen entsprechende Lösung haben zu einer weiten Palette an Lösungsmöglichkeiten geführt, die von zentralen bis zu dezentralen und von „konventionellen“ bis zu „alternativen“ Systemen reichen. Leider gibt es für diese ländlichen Gebiete kein Patentrezept, vielmehr muß für jeden Einzelfall die angepaßte Optimallösung gesucht werden. Dabei ist der Einsatz objektivierbarer und nachvollziehbarer Entscheidungskriterien sehr hilfreich und die Einbindung aller Beteiligten Grundvoraussetzung für eine breite und nachhaltige Akzeptanz der schließlich zur Ausführung gelangenden Variante.

Keywords: alternative Kanalisation, dezentral, Entscheidungskriterien, Kleinkläranlagen, ländlicher Raum, zentral

1 Einleitung

Die Abwasserreinigung ist in Österreich zur Zeit durch eine intensive Diskussion gekennzeichnet. Wurden in den letzten Jahrzehnten die Ballungsgebiete zur Gänze einer ordnungsgemäßen Entsorgung zugeführt, sind es heute vor allem die dünn besiedelten Gebiete, die wegen der gesetzlichen Forderungen nach flächendeckender Abwasserentsorgung im Mittelpunkt des Interesses stehen. Diese Gebiete sind abwassertechnisch durch einen großen Nachholbedarf gekennzeichnet - einen Nachholbedarf, der sich einerseits aus den gesetzlichen Randbedingungen hinsichtlich Gewässerschutz ergibt, der aber andererseits auch durch das gestiegene Umweltbewußtsein der Bevölkerung bewirkt wird.

Eine lebenswerte Umwelt hat einen besonderen Stellenwert für den Menschen, insbesondere in einer durch Hedonismus geprägten Zeit. Der einzelne Bürger interessiert sich sehr für seine Umwelt und deren Zustand, deren Beeinflussung samt Kurz- und Langzeitfolgen. Auch die Nachhaltigkeitsdiskussion genießt heute zu Recht einen besonderen Stellenwert.

Grundsätzlich gibt es folgende Abwasser-Entsorgungsmöglichkeiten: einerseits über Kanalisation und Kläranlage, andererseits über die Sammlung in flüssigkeitsdichten Gruben mit anschließender Einbringung in eine Kläranlage oder Rückführung in den natürlichen Kreislauf, zum Beispiel durch Aufbringung auf landwirtschaftlich genutzte Flächen. Nach Ableitung der Abwässer über Kanalsysteme kann deren Reinigung in zentralen „Großanlagen“ oder in dezentralen „Kleinanlagen“ erfolgen.

Wurde früher eher versucht zu zentralisieren und die im großen Maßstab erprobten Verfahren in kleinere Verhältnisse zu übertragen, sind die damit verbundenen Probleme heute für ein bestimmtes Umdenken verantwortlich. Eine lineare Übertragung ist wegen der besonderen Rahmenbedingungen im ländlichen Raum nicht möglich.

Neue Lösungen und neue Entscheidungskriterien sind gefragt, wenn es um die Abwasserbeseitigung im gesamten ländlichen Raum geht - je abgelegener desto schwieriger. Das große Schlagwort in dieser Diskussion lautet „dezentral“. Mit diesem Wort wird ein „Kampf“ gegen ein anderes Schlagwort geführt, welches „zentral“ lautet, wobei manchmal vergessen wird, daß diese Worte keine Synonyme für technische Lösungen oder Geisteshaltungen sind, sondern höchstens zwei Extrempunkte einer breiten Palette von Möglichkeiten.

Allgemein gilt, daß in dünn besiedelten Gebieten die Abwasserbehandlung noch sorgfältiger auf die örtliche Situation abzustimmen ist, als in Ballungsräumen. Dabei sind übergeordnete Gesichtspunkte der Raumordnung, Raum- und Regionalplanung genauso zu berücksichtigen wie Maßnahmen bei der Abwasserentstehung, etwa Abwasservermeidung und -trennung. Bei der Entscheidungsfindung zwischen zentralen und dezentralen Lösungen sollten überdies gesamtwasserwirtschaftliche Überlegungen angestellt werden. Auch sozio-ökonomische Kriterien, wie zum Beispiel die Akzeptanz der Abwasseranlage und Klärschlammverwertung durch die betroffenen Bürger, dürfen nicht übersehen werden.

2 Charakterisierung des ländlichen Raumes

Es gibt verschiedene Definitionsversuche für den ländlichen Raum, keinen jedoch, der als allgemeingültig anerkannt würde.

SPELLIER (1995) listet einige Kriterien auf:

- kleine, oft weit auseinander liegende Ortschaften und Ortsteile
- offene Verbauung, Einzelgehöfte, Weiler
- geringe Einwohnerdichte, bis etwa 25 E/ha
- kleine zusammenhängende, ggf. lückenhafte Kanalnetze
- primär landwirtschaftliche Nutzung und i. d. R. wenig Industrie und Gewerbe.

Der Autor zählt auch das unmittelbare Umfeld der Städte zum ländlich strukturierten Gebiet, soweit es die genannten Kriterien zumindestens sinngemäß erfüllt.

Gebiete, die diesen Kriterien entsprechen, sind charakterisiert durch:

- extreme Abwassermengenschwankungen
- hoch konzentriertes Abwasser mit starken Konzentrationsschwankungen
- Mangel an ausgebildetem Klärpersonal

PUJOL, LIENHARD (1990) stellten für größere Ortschaften einen Belastungsschwankungsbereich von 1,5-2 fest, für kleine jedoch von 5 und mehr.

All diese Randbedingungen sind für die bisher unzureichende abwassertechnische Entsorgung des ländlichen Raumes verantwortlich.

Dieser Zustand ist aufgrund der heutigen gesetzlichen Lage nicht mehr länger tragbar, jedoch geht eine flächendeckende Entsorgung in diesen Gebieten nur sehr zaghafte voran. Im wesentlichen sind die hohen spezifischen Entsorgungskosten dafür verantwortlich. Sie ergeben sich wegen der besonderen Verhältnisse und Randbedingungen in diesen Regionen einerseits überwiegend für die Kanalisation (zentrale Lösung), andererseits für die Reinigung (dezentrale Lösung).

RENNER (1994) hält „dezentral“ und „zentral“ nicht für wirklich gegensätzliche Begriffe. Die beiden Begriffe lassen sich nur für ein bestimmtes Entwässerungsgebiet definieren. Ähnliches stellt auch BOLLER (1995) fest, daß nämlich die Anzahl der zusammenzuschließenden Abwasserproduzenten und die Anschlußdistanzen zu gemeinsamen Reinigungsanlagen derartig vielfältige Lösungen ermöglichen, daß eine generelle Klassifizierung in „zentral“ und „dezentral“ nicht möglich ist.

Zu den hohen Kosten kommt noch die für diese Gebiete oft typische Gewässersituation erschwerend hinzu. Meist sind es kleine und empfindliche Gewässer, die schon eine hohe Basisbelastung aus diffusen Quellen (vor allem aus der Fläche) aufweisen und daher nur mit sehr gut gereinigtem Abwasser zusätzlich belastet werden dürfen.

3 Stand der Abwasserentsorgung in Österreich

Der letzte Österr. Gewässerschutzbericht (BMLF, 1993) gibt den Stand der Erfassung kommunaler Abwässer basierend auf der Volkszählung 1991 wieder (Tab. 1).

Österreich	Personen	Objekte	Wohnungen	% P	% O	% W
angeschlossen	5.544.833	1.053.958	2.549.8809	71,0	58,3	75,1
Hauskläranlagen	762.732	218.158	264.085	9,8	12,1	7,8
Senkgruben	1.386.894	478.560	528.025	17,8	26,5	15,6
sonstige	113.638	58.384	51.281	1,5	3,2	1,5
Gesamt	7.808.097	1.809.060	3.393.271	100	100	100

Tabelle 1: Abwasserentsorgung in Österreich - 1991

Der Anteil der an ein öffentliches Kanalnetz angeschlossenen Einwohner stieg im Zeitraum von 1971 bis 1991 von 47,9 % auf 71,0 %. Die Tab. 2 und Abb. 1 zeigen, daß dieser Zuwachs in den siebziger Jahren in erster Linie auf einen Rückgang bei den Senkgruben, in den achtziger Jahren auf einen Rückgang bei den Hauskläranlagen zurückzuführen ist.

	öffentli. Kanalnetz			Hauskläranlagen			Senkgruben			sonstige		
	1971	1981	1991	1971	1981	1991	1971	1981	1991	1971	1981	1991
Burgenland	19,8	62,8	80,7	24,5	23,1	10,6	32,2	6,9	6,8	23,5	7,2	1,9
Kärnten	24,6	36,3	49,9	37,3	38,2	29,2	30,2	19,3	17,	7,9	6,2	3,8
Niederösterre	31,3	50,8	63,4	12,8	11,6	6,9	48,9	32,1	28,	7,0	5,5	1,1
Oberösterreich	39,6	47,7	60,4	8,8	8,2	4,7	47,0	40,1	33,	4,6	4,0	1,3
Salzburg	41,9	54,9	75,1	29,3	26,8	14,4	25,7	14,5	9,2	3,1	3,8	1,3
Steiermark	37,7	43,4	59,8	24,2	25,3	15,8	28,4	22,1	21,	10,1	9,2	2,8
Tirol	48,5	58,7	75,4	28,7	25,1	15,8	15,0	9,2	7,6	7,8	7,0	1,2
Vorarlberg	36,8	52,2	76,9	39,8	29,4	14,6	11,5	8,1	6,6	11,9	10,3	1,8
Wien	91,8	92,6	97,9	0,4	1,8	0,1	3,5	2,4	1,9	4,3	3,2	0,0
Österreich	47,9	57,9	71,0	16,4	16,1	9,8	28,5	20,3	17,	7,2	5,7	1,5

Tabelle 2: Abwasserentsorgung nach Bundesländern gegliedert 1971 - 1991 (Prozent der Bewohner)

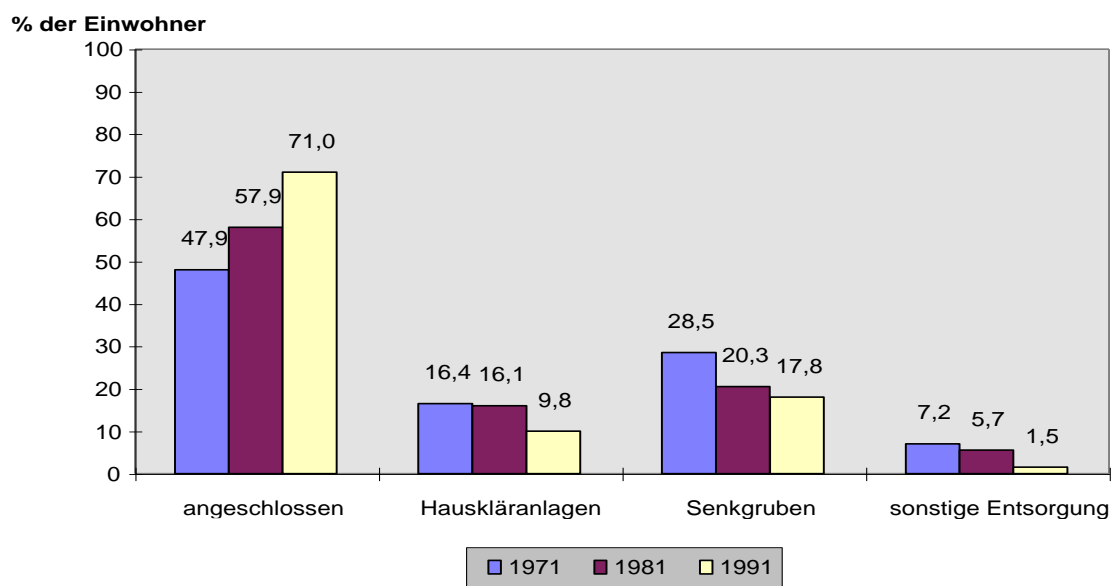


Abbildung 1: Abwasserentsorgung - Entwicklung von 1971 bis 1991

Das Burgenland, das 1971 noch den niedrigsten Anteil öffentlicher Entsorgung aufwies, ist 1991 das Bundesland mit dem - nach Wien - höchsten Anschlußgrad an ein öffentliches Kanalnetz. Am unteren Ende dieser Skala liegt Kärnten - als Folge des hohen Anteils von Streusiedlungen - mit einem Anschlußgrad von etwa 50 %. Den höchsten Anteil an Hauskläranlagen hat Kärnten (29,2 %). Die geringste Quote an Hauskläranlagen hat neben Wien

Oberösterreich mit einem Anteil von 4,7 %. Auch in Niederösterreich ist dieser Anteil sehr gering. Diese beiden Bundesländer haben dafür den höchsten Anteil an Senkgruben aller Bundesländer.

Von den 5.554.833 Einwohnern, die 1991 angaben, an ein öffentliches Kanalnetz angeschlossen zu sein, wurden etwa 200.000 über mechanische Abwasserreinigungsanlagen entsorgt. Über die Art der Verbringung des Inhalts von Senkgruben gibt es nur wenige Daten, nur bei einem geringen Teil der Gruben dürfte der Inhalt an eine Kläranlage geliefert werden. An die kommunalen Kläranlagen sind neben den 5,5 Mio Einwohnern noch etwa 6,2 Mio EGW angeschlossen.

Die Entwicklung der kommunalen Kläranlagen nach Größenklassen zeigt die Tab. 3 (entnommen, abgeändert nach BMFL 1995).

	50-500	501-1000	1001-5000	5001-50000	> 50000	Summe
Anlagen 1991	92	146	312	280	45	875
Anlagen 1995	217	185	397	308	47	1152
Änderung %	136	27	27	9	4	32
EW 1991	27740	121820	829264	4871105	9030800	14880729
EW 1995	53091	152610	1034852	5207036	9129870	15577459
Änderung %	91	25	25	7	1	5

Tabelle 3: Entwicklung der Kläranlagen und der angeschlossenen Einwohnerwerte zwischen 1991 und 1995

Daraus wird der zur Kläranlagengröße verkehrt proportionale Anstieg der Kläranlagenzahl zwischen 1991 und 1995 deutlich. Fast die Hälfte aller in diesem Zeitraum in Betrieb genommenen Kläranlagen liegen in der Klasse 50-500 EW. Betrachtet man die seit 1991 an Kläranlagen angeschlossenen Einwohnerwerte, ergibt sich ein ähnliches Bild.

Aus der Entwicklung der Reinigungsverfahren in Tab. 4 ist zu erkennen, daß die mechanischen Anlagen rückläufig sind, die biologischen insgesamt ansteigen, wobei eine Verschiebung von nur Kohlenstoffentfernung hin zu Anlagen mit Nährstoffelimination feststellbar ist.

	M	C	C, P	C, N	C, N, D	C, N, P	C, N, D, P
1991							
Anlagen	82	354	10	194	139	24	72
%	9,4	40,5	1,1	22,2	15,9	2,7	8,2
1995							
Anlagen	59	416	8	292	178	39	160
%	5,1	36,1	0,7	25,3	15,5	3,4	13,9

Tabelle 4: Entwicklung der Reinigungsverfahren zwischen 1991 und 1995

Für eine Abschätzung der künftigen Entwicklung muß zunächst ein Blick in die österreichische Gemeindestatistik gemacht werden (ÖSTAT, 1995). Von den insgesamt 2.353 Gemeinden haben 199 mehr, die restlichen 2.154 Gemeinden weniger als 5.000 Einwohner. Unterteilt man in Klassen entsprechend der Tab. 3, ergibt sich die Verteilung laut Tab. 5.

Einwohnerzahl	Anzahl der Gemeinden
bis 500	180
501 - 1000	447
1.001 - 5.000	1.527
5.001 - 50.000	190
> 50.000	9

Tabelle 5: Anzahl der Gemeinden nach Größenklassen

Eine bessere Abschätzung ist unter Verwendung der Ortschaftenstatistik möglich. Laut ÖSTAT (1996) gibt es in Österreich 17.299 Orte, die sich nach Größenklassen wie folgt verteilen (Tab. 6).

Daraus geht die überragende Bedeutung der kleineren Orte hervor, machen doch die Ortsgrößen bis 500 Einwohner 86 % aller Orte aus. Andererseits besteht gerade in dieser Größenordnung mit bisher knapp über 200 Anlagen (Tab. 3) ein großes Defizit.

	Anzahl der Orte	Einwohner	Orte in %
0-50	5642	143182	32,6%
51-500	9275	1606658	53,6%
501-1000	1321	912634	7,6%
1001-5000	901	1761859	5,2%
5001-50000	142	1708716	0,8%
> 50000	18	1662737	0,1%
Summe	17299	7795786	100,0%

Tabelle 6: Anzahl der Ortschaften nach Größenklassen

Natürlich ist eine direkte Zuordnung hier nicht möglich, weil viele Ortschaften schon in größere Verbände integriert sind bzw. sinnvollerweise zu integrieren sind, jedoch von der Tendenz liegt der Schwerpunkt der Abwassertechnik künftig jedenfalls in den kleinen Einheiten des ländlichen Raumes.

Schätzungen gehen immer wieder dahin, daß 10-15 % der Bevölkerung nicht sinnvoll an zentrale Kläranlagen angeschlossen werden können, das sind etwa 0,8 bis 1,2 Mio EW. Von den laut Tab. 6 in Orten bis zu 500 EW lebenden ca. 1,8 Einwohnern sind das 45-65 %. Bezogen auf die Ortschaftsgröße bis 500 wären somit geschätzt etwa 6.000-10.000 Orte betroffen, noch gar nicht mitgezählt die Einzelhäuser bzw. Häusergruppen.

4 Gesetzliche Randbedingungen, Richtlinien

Diese Materie wird im Rahmen dieses Vortrages nur am Rande behandelt, weil sie einerseits Thema eines eigenen Beitrages dieses Seminars (OBERLEITNER, 1996) ist und andererseits in vielen Veranstaltungen und Publikationen in den letzten Jahren abgehandelt wurde (z.B. ÖWAV-Seminare 1994, 1995).

Mit der Novelle 1990 zum WRG 1959 wurde das österreichische Wasserrecht vom ursprünglich deutlich nutzungsorientierten zum schutzgeprägten Ordnungsinstrument umgebaut.

Dabei wurde der Vorgabe einer ökosystemorientierten Wasserwirtschaft durch Grundanforderungen wie

- Erhaltung von Qualität und Quantität der Wasservorkommen
- Beschränkung von Schadstoffeinträgen in die Gewässer
- Untersagung der Einbringung von gefährlichen Stoffen in die Gewässer
- Erhaltung des Lebensraumes „Gewässer“ für Mensch, Tier und Pflanze und damit Sicherstellung der ökologischen Funktionsfähigkeit

Rechnung getragen (STALZER, 1995).

Weiters führte STALZER (1995) das Instrumentarium an, das entsprechend dem WRG die Erfassung des Ist-Zustandes sicherstellen und den erwarteten Soll-Zustand definieren (Immissionsverordnung) soll, der durch die Vorgabe verbindlicher Leitlinien (u.a. Abwasseremissionsverordnungen) erreicht werden soll und mit dem eine Defizitbehebung ermöglicht werden soll.

Aus der gegebenen Rechtssituation resultiert die Forderung nach flächendeckender Abwasserentsorgung in Österreich, die, wie in Pkt. 3 dargelegt, insbesondere in dünn besiedelten Gebieten ein großes Defizit aufweist.

Die Zeit seit der Inkraftsetzung des WRG 1990 hat gezeigt, daß dessen vollständige Umsetzung an die Grenzen der Machbarkeit gestoßen ist und daß dadurch sowie aus anderen Gründen diverse Verbesserungen, Anpassungen und Änderungen notwendig sind, wie z.B. Fristverlängerungen, Prioritätenfestlegungen. Immer wieder werden auch die Grenzwerte in Frage gestellt. BOLLER (1995) vertritt in diesem Zusammenhang den Standpunkt, daß es angesichts der hohen spezifischen Kosten und der meist geringen Gewässerverunreinigung bei kleinen Abwasserquellen u.U. sinnvoll wäre, die gesetzlichen Einleitungsbedingungen zu überdenken.

Unmittelbaren Bezug dazu hat der „Stand der Technik“, wie er im WRG festgeschrieben ist bzw. wie er ausgelegt wird. KROISS (1994) hat sich damit sehr kritisch auseinandergesetzt.

Wasserwirtschaftlichen Bezug haben neben dem WRG und den sich daraus ergebenden gesetzlichen Regelungen noch viele andere Gesetze, z.B. Bodenschutzgesetze, Kanalgesetze, Klärschlammgesetze.

Zur Erleichterung der praktischen Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben wurden Richtlinien und Regelwerke eingeführt, wie z.B. ÖWAV (1992), ATV (1995), VSA (1995), N.N. (1995a).

5 Möglichkeiten der Abwasserentsorgung

5.1 Allgemeines

Für die Abwässer in dünn besiedelten Gebieten bieten sich prinzipiell an:

Sammlung in flüssigkeitsdichten Gruben

- Einbringung des Grubeninhaltes in eine Kläranlage und Behandlung gemeinsam mit Abwasser
- Verwertung des Grubeninhaltes durch Rückführung in den ökologischen Kreislauf (Ausbringung auf landwirtschaftlich genutzte Flächen)

Ableitung über Kanalisation und Reinigung in Kläranlagen

- Anschluß an regionale Entsorgungssysteme (Zusammenfassung größerer Gebiete in einer einzigen zentralen Kläranlage)
- Entsorgung über Einzelkläranlagen (meist Kleinkläranlagen für einzelne kleine Anschlußgrößen)

5.2 Sammlung in flüssigkeitsdichten Gruben

Von dieser Möglichkeit wird üblicherweise nur im Falle einer fehlenden kanaltechnischen Erschließung Gebrauch gemacht. Ist eine Kanalisation vorhanden, besteht praktisch in allen Bundesländern Anschlußpflicht, in einigen Ländern sind jedoch Ausnahmeregelungen möglich, z.B. für den Fall, daß der Anfall des Abwassers in Relation zu jenem des Wirtschaftsdüngers eines landwirtschaftlichen Betriebes verhältnismäßig geringfügig ist.

Grundsätzlich ist aus ökologischen Gründen immer die Verwertung von „Abfallstoffen“, zu denen auch Abwasser zu zählen ist, anzustreben

(DEUTSCH, 1994). Eine Verwertung ist dann sinnvoll, wenn der „Abfall“ Wertstoffe enthält, die einer Nutzung zugeführt werden können. Das Abwasser enthält Kohlenstoff-, Stickstoff-, Phosphorverbindungen und Spurenelemente, die eine Verwertung, in diesem Fall am besten durch Ausbringung auf landwirtschaftlich genutzte Flächen, sinnvoll erscheinen läßt. Darüberhinaus stellt dies eine billige dezentrale Entsorgungsform dar.

Vom Standpunkt des Boden- und Gewässerschutzes bietet die landbauliche Nutzung der Abwässer, wie auch des Klärschlammes, positive Aspekte, solange Bodenbelastungen infolge persistenter und hygienisch bedenklicher Substanzen und im weiteren Belastungen der Gewässer vermieden werden können.

Mögliche negative Umweltauswirkungen sind jedoch dafür ausschlaggebend, daß die Ausbringung von Abwässern auf landwirtschaftlich genutzte Flächen durch gesetzliche Regelungen in den meisten Bundesländern eingeschränkt oder untersagt ist. So spricht sich KÖCK (1994) aus hygienischer Sicht ganz klar gegen eine Abwasserausbringung auf Böden aus. In der Schweiz wird vom Standpunkt des Umweltschutzes die Wiederverwertung des häuslichen Abwassers gemeinsam mit Hofdünger befürwortet (CARRARD, 1995).

Ganz allgemein, besonders aber bei der landwirtschaftlichen Verwertung, sollten daher allergrößte Anstrengungen unternommen werden, Vermeidungsmaßnahmen durchzusetzen, einerseits im Hinblick auf die Wassermenge andererseits auf Inhaltsstoffe, vor allem langlebige Schadstoffe.

Verschiedene Vorgangsweisen sind denkbar:

- Sammlung der gesamten Abwässer
- Sammlung nur der Fäkalabwässer und Ableitung/Reinigung der verbleibenden „Grauwässer“
- Sammlung der Abwässer getrennt oder gemeinsam mit den Stallabgängen

Die Dichtigkeit der Gruben muß im Interesse einer geregelten Entsorgung sichergestellt sein.

Das System „getrennte Sammlung und Verwertung der Fäkalabwässer“ hat den weiteren Vorteil, daß die Reinigbarkeit des Grauwassers hinsichtlich der gesetzlichen Anforderungen und somit auch die Ableitung (Oberflächen -oder Grundwasser) unter Umständen erleichtert wird. In diesem Zusammenhang ist auf die Komposttoiletten hinzuweisen, die u.U. eine sinnvolle Möglichkeit der Behandlung von Fäkalien bieten (ZUMSTEIN, MEYER, 1995).

5.3 Abwasserableitung

5.3.1 Allgemeines

Die Frage nach der Wahl eines Misch - oder Trennsystems steht oft an erster Stelle, wobei besonders für den ländlichen Raum kombinierte Lösungen wie modifiziertes Mischsystem oder modifiziertes Trennsystem (ATV,1995; FELDMANN, 1994, GEIGER, 1994; SPELLIER, 1995) in die Überlegungen Eingang finden sollten. Unterschieden wird dabei in behandlungsbedürftiges und nicht behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser. Kriterien, diese Fragestellung zu lösen, bieten außerdem einschlägige Richtlinien an (ATV, 1983, ÖWAV, 1981).

Probleme, vor allem der Finanzierbarkeit einer vollständigen Kanalisierung, entstanden im ländlichem Raum vor allem deshalb, weil Entwässerungsverfahren, die im städtischen Bereich mit Erfolg angewandt wurden, auf die außerstädtischen, weiträumig bebauten Gebiete, ohne Adaptierungsmaßnahmen zu übertragen versucht wurden. Die Alternative zu den bewährten Lösungen der Ableitung wurde nur in der Sammlung der Abwässer in Gruben oder in einer Reinigung in einer Haus- oder Gruppenkläranlage gesehen.

In letzter Zeit wurden aus Gründen der relativ hohen Kosten für die vorhin beschriebenen Alternativen in einigen Ländern vermehrt Sonderverfahren (Druck- und Unterdruckentwässerung) eingesetzt und alternative Methoden neu- oder weiterentwickelt (z.B.: „Stufenentwässerung“, „Sparkanal“), die eine Kanalisierung auch in diesen Randbereichen mit den erstrebten positiven Auswirkungen für den Gewässerschutz und mit erträglichen Bedingungen für die kommunalen Finanzen ermöglichen.

5.3.2 (Alternative) Konzepte

Anhand einer Optimierung von Planungsvorgängen ist auf die spezifischen Situationen des Kanalbaus im ländlichen Raum Rücksicht genommen worden. Im folgenden werden verschiedene Grundsätze alternativer Entwurfskonzepte und naturnaher Regenwasserbewirtschaftung aufgezählt, die bereits Anwendung gefunden haben (ATV, 1995; BUCKSTEEG, 1990; DAUER, 1994; ÖWAV, 1992; RIEGLER, 1992, 1994; SPELLIER, 1995)

- Priorität Trennsystem, Mischwasserkanäle nur bei wasserwirtschaftlichem Bedarf
- Erfassung des Abwassers in die öffentliche Kanalisation direkt am Entstehungsort und nicht erst an der Grundstücksgrenze
- Angepaßte Linienführung (u.a. durch Verzicht auf polygonale Trassierung)
- Trassenwahl unter Berücksichtigung der Tiefenlage (möglichst kurze Hausanschlußleitungen und in unbefestigten Flächen, v.a. Privatgrund)
- Reduzierung der Tiefenlage
- Reduzierung der Rohrdurchmesser
- Verzicht auf setzungsfreie Einbettung der Rohre bei unbefahrenen Flächen
- Vergrößerung der Schachtabstände (u.a. durch Vereinfachung der Kontrollbauwerke)
- Übertragung von Wartungs- und Kontrolltätigkeiten auf die Hausbesitzer

Die meisten Grundsätze zielen verständlicherweise auf eine Kostenreduzierung unter Beachtung des Risikos einer eventuellen Funktionsstörung ab. SCHINKE (1995) faßt dies folgendermaßen zusammen:

“Unter Ausschöpfung sämtlicher Einsparungsmöglichkeiten entsteht die größte Kostenreduktion bei einem Kanalnetz mit geringer Nennweite von DN 150 mm, das in geschwungenen Trassen in unbefestigten Flächen nah an den vorhandenen Hausklärgruben vorbei verlegt wird. Die Rohrleitungen werden direkt in dem anstehenden Boden verlegt, unter Verzicht auf setzungsfreie Verdichtung, mit Hauptschächten in großen Abständen und mit kleinen gemeinsamen Kontrollschächten für die Hausanschlußeinmündung.“

Folgende Voraussetzungen werden als unabdingbar für einen Erfolg bei der Umsetzung bzw. Akzeptanz derartiger Projekte genannt:

- Einbindung der Hauseigentümer bei Hausanschlußleitungen
- Einbindung der Grundstückseigentümer bei der Festlegung der Trassierung
- Einbeziehung aller öffentlichen Stellen (Gemeinde, Baubezirksleitung und Fachabteilung des Landes) bei Variantenuntersuchung, Materialwahl und Vorgehensweise bei exponierten Bereichen

Größtes Hemmnis für die Akzeptanz seitens der Behörden sind Abweichungen vom Stand der Technik (Deutschland: a.a.R.d.T.), die letztlich eine Frage des Risikos einer Funktionsstörung sind (z.B. Verstopfung durch Durchmesserverkleinerung und Setzungen bei geringerer Verdichtung des Untergrundes). Die Angabe und Mitteilung des Risikos ist Aufgabe des planenden Ingenieurs, die Entscheidung muß letztendlich aber der Auftraggeber treffen und die Genehmigung die Behörde erteilen. Die Risikobewertung seitens der Genehmigungsbehörde ist daher entscheidend. Der Planer muß dabei die Überzeugungsarbeit in oft mühevollen und endlosen Diskussionen leisten. Die Durchführbarkeit derartiger alternativer Konzepte steigt mit der Kreativität und der Erfahrung des Planers und mit der Anzahl der realisierten Projekte.

Laut einer ATV-Umfrage (N.N., 1996) haben nur 2 % der Städte und Gemeinden in Deutschland ökologische Vorbehalte gegen eine Versickerung von Regenwasser von Dachflächen. Als Konsequenz dieser Umfrage empfiehlt die ATV eine Versickerung von Dachwässern, sofern es Platz- und Bodenverhältnisse zulassen.

Unter dem erweiterten Begriff „naturnahe Regenwasserbewirtschaftung“ lassen sich folgende Prinzipien exemplarisch zusammenfassen (DREISEITL, 1994; FLECKSEDER, 1996; GEIGER, 1994; ÖWAV, 1992; SIEKER, 1994):

- Kein Ableiten von Regenwasser aus Außeneinzugsgebieten
- Verringerung des Regenabflusses (durch Entsigelung und Abkoppelung)
- keine Ableitung von Wasser mit höherer als geforderter Kläranlagenablaufqualität
- Niederschlagsversickerung, wenn Untergrund und Verschmutzung es zulassen
- Niederschlagsableitung in offenen Gräben, Rinnen, Mulden, Rigolen
- Niederschlag-Rückhalt (u.a. durch Nutzung natürlicher Retentionsräume)

Weitere Einsparpotentiale bei der Abwasserableitung können im Rahmen einer optimalen Koordination mit den Organen der Raumplanung, den Betreibern anderer Versorgungsleitungen und den Straßenbauabteilungen erzielt werden.

5.3.3 Verfahren

Die Entwässerung im freien Gefälle gilt solange als günstigste Variante, bis aufgrund großer Entfernungen oder ungünstiger topographischer Verhältnisse Hebeeinrichtungen notwendig werden und damit zusätzliche Kosten anfallen. Aus der Überlegung heraus im ländlichen Raum angepaßtere Verfahren einzusetzen, haben sich Konzepte entwickelt, die die Vorteile der verschiedenen Systeme (Freispiegel und Sonderverfahren) miteinander kombinieren.

DAUER (1994) berichtet von einem alternativen Entwurfskonzept „STEINKA - Stufenentwässerung mit einfachem Kanalbau“, für Trennsystem-Entwässerungsnetze, das in Schleswig-Holstein entwickelt wurde. Dabei wird angestrebt, „den technischen Aufwand und die Störanfälligkeit zu minimieren, indem die ‘Robustheit’ der Freispiegel-Gefälle-Entwässerung mit einem möglichst geringen Umfang an technischer Ausrüstung kombiniert wird.“ Dieses System eignet sich besonders bei sehr langen und flachen Kanalisationen, für die spezielle Pumpstationen und Kontrollbauwerke entworfen wurden.

FEHR, SCHÜTTE (1994) erwähnen das Verfahren Hydromono und die Gefälledruckentwässerung, denen gemeinsam ist, daß entschlammtes Abwasser abgeleitet wird, der Schlamm in der weiter genutzten Hausklärgrube muß daher extra abgeführt werden. Vorteil gegenüber den Sonderverfahren sei die geringere technische Ausstattung.

RIEGLER (1994, 1995) berichtet von einer öst. Alternative im Kanalbau für den ländlichen Raum, genannt „Sparkanal“, bei dem oben angeführte Grundsätze verwirklicht wurden.

In extrem exponierten Lagen können zur Minimalisierung der Durchmesser (von DN 65 auf DN 32) sogar Zerkleinerungspumpen eingesetzt werden, wobei in diesen Fällen sehr darauf geachtet werden muß, daß damit nicht Siedlungsabfälle in das Abwasser gelangen (BUCKSTEEG, 1990).

Unter Sonderverfahren werden heutzutage Druck- und Unterdruckentwässerung verstanden. Sie werden bereits seit Jahren erfolgreich angewandt und sind Stand der Technik. Im folgenden werden nur die Grundsätze der beiden Verfahren beschrieben, für Details wird auf die zahlreiche Literatur verwiesen (z.B. HLAWATI, 1994; ROEDIGER, SCHÜTTE, 1992; ROEDIGER, 1995).

Beide Systeme haben das Trennsystem als Voraussetzung und die wesentlichen Vorteile bestehen in der Verwendung kleiner Durchmesser, Verlegung in Frosttiefe, Bauausführung ohne großen Aufwand und besonders bei anstehendem Grundwasser und setzungsempfindlichem Baugrund. Jedoch haben sie den Nachteil, daß sie mit Agreggaten ausgestattet sind, die einen höheren Aufwand an Wartung und Überwachung erfordern, der am besten zentral vom Betreiber geleistet wird. In Tab. 7 ist eine Bewertung der Einsatzbedingungen der Sonderverfahren zu ersehen.

Einsatzbedingung	Druck	Unterdruck
Geringe Siedlungsdichte	++	++
Geringes oder kein natürliches Gefälle	++	+
Hoher Grundwasserstand	++	++
Schlechte Untergrundverhältnisse	++	+
Hindernisse	++	+
Verlegung in einem Wasserschutzgebiet	○	++
Zeitweilig geringer Schmutzwasseranfall, z.B. Wochendhäuser, Feriengebiet	-	++

++ sehr gut, + gut, ○ neutral, - schlecht

Tabelle 7: Bewertung von Bedingungen für den Einsatz der Druck- und Unterdruckentwässerung (ROEDIGER, 1995)

Bei der Druckentwässerung wird das Abwasser vom Hausanschlußschacht mittels einer Pumpe in ein Druckrohrnetz eingespeist. Zusätzlich können Druckluft-Spülstationen an unterbelasteten Anfangshaltungen zur Regelung und Unterstützung der Fließvorgänge betrieben werden.

Die Unterdruckentwässerung (Vakuumsystem) hat besonderen Vorteil bei sehr flachen Einzugsgebieten und bei erhöhten Anforderungen an die Sicherheit gegen Schmutzwasseraustritt. Es wird von einer zentralen Vakuumstation aus betrieben, wohin das Wasser in Pfropfenform - von Luftpolstern angeschoben - vom Hausanschluß (mit Unterdruckventil) über die Sammelleitungen in Vakuumsammelbehälter geschoben wird. Aus diesen wird es mittels konventioneller Pumpen weiterbefördert. Das Verfahren ist seit 5 Jahren in Österreich bei derzeit 5 Anlagen im Einsatz.

5.3.4 Kosten der Abwasserableitung

Aufgrund der erhöhten spezifischen Kanallänge ergeben sich in dünn besiedelten Gebieten überdurchschnittlich hohe Kosten pro Einwohner. Die Anlagen zur Regenwasserbehandlung tragen weiter zu einer Verteuerung bei.

Die Jahreskosten setzen sich aus den Kapitalkosten und den Betriebskosten zusammen. Die Kapitalkosten unterteilen sich in die jährlich kalkulatorischen Kosten für Abschreibung und für Verzinsung. Die Betriebskosten wiederum können in die Unterhaltungs- / Bewirtschaftungskosten und in die Personalkosten unterteilt werden. Die Entwicklung der relativen Kostenanteile an den Abwassergebühren sind in Abb. 2 zu ersehen. Aus dieser Entwicklung läßt sich die große Bedeutung der Kapitalkosten - bei gleichbleibendem Einfluß der Betriebskosten - erkennen. Der Ansatz der Nutzungsdauer als bestimmender Faktor der Kapitalkosten ist damit entscheidend.



Abbildung 2: Durchschnittliche relative Kostenanteile an den Abwassergebühren (PECHER, 1992)

Untersuchungen und Erfahrungen von KASTNER (1994) und GOSSOW (1996) kommen zum Schluß, daß ein einheitlicher Ansatz der Nutzungsdauer bei Vorhandensein folgender Kriterien erfolgen darf:

- Richtige Auswahl des Werkstoffes (bei gleicher Materialqualität) je nach Abwasserqualität, Bodenverhältnissen und Einbaubedingungen
- Qualität der Bauausführung
- und Wartungssorgfalt

Eine Zusammenstellung der durchschnittlichen Nutzungsdauer von Anlagen und Geräten der Abwasserableitung bietet LAWA (1993).

Laut der bereits erwähnten ATV-Umfrage haben Einrichtungen zur Regenwasserversickerung eine Lebensdauer von 15 bis 50 Jahren. Bestimmende Faktoren sind dabei die unterschiedlichen Bodenverhältnisse sowie die Wartung. Im einzelnen liegt die Nutzungsdauer bei Erdbecken bei ca. 40, bei Teichen und Mulden bei ca. 20 Jahren. Für Kosten-Nutzen-Untersuchungen spielen diese Ergebnisse eine entscheidende Rolle.

Aus der Zusammenstellung der Vorschläge für den Kanalbau im ländlichen Raum ist erwartungsgemäß zu erkennen, daß die meisten Punkte auf eine Reduzierung der Errichtungskosten abzielen. Wobei die Einsparungen im wesentlichen auf den Aspekten naturnahe Regenwasserbewirtschaftung, optimale Trassierung - damit Reduzierung der Tiefenlage und Anzahl der Kontrollbauwerke - und Verringerung der Rohrdurchmesser beruhen.

Hohe Einsparungseffekte können auch durch den Einsatz moderner Planungs- und Berechnungsmethoden erzielt werden. Für den ländlichen Raum liegen die Einsatzgebiete vorzugsweise in der Schmutzfrachtberechnung (bzw. Qualitätssimulation), wobei bei der Bemessung von Regenwasserbehandlungsanlagen die größten Effekte zu erreichen sein werden.

Im folgenden wurde versucht, zu den verschiedenen Kanalisationsverfahren Errichtungs- und Betriebskosten zusammenzustellen, wobei besonders darauf hingewiesen wird, daß es sich dabei um Durchschnittswerte handelt. Diese Kosten sollen keine Grundlage für eine Variantenstudie bieten, sondern zur Abschätzung der Größenordnungen dienen.

Tabelle 8 beinhaltet eine Kostenschätzung für Freispiegelkanal bei durchschnittlichen Verhältnissen.

Freispiegelkanal	Einheit	Kosten in ÖS
Schmutzwasserkanal DN 200 - 400	je lfm	2.300,- bis 3.700,-
Mischwasserkanal DN 300 - 800	je lfm	2.800,- bis 4.800,-
Transportleitungen (Freispiegel) DN 250 - 350	je lfm	2.100,- bis 3.200,-
Transportleitungen (Druck) DN 100 - 200	je lfm	1.200,- bis 2.200,-
Hebewerke im Ortsnetz (abhg. von SW oder MW)	je Hebeanlage	400.000 - 700.000,-
Pumpstationen	je Pumpwerk	600.000 - 1.200.000,-
Betriebskosten Mischsystem	je lfm.a	ca. 30,-
Betriebskosten Trennsystem	je lfm.a	ca. 40,-

Tabelle 8: Kostenschätzung für Freispiegelkanal (N.N., 1991)

Durch oben genannte alternative Entwurfskonzepte können die Kosten für die Freispiegelkanalisation teilweise beträchtlich gesenkt werden. So führt RIEGLER (1995) ein Beispiel mit Betriebskosten inkl. Reinigung, Instandsetzung und Dichtheitskontrolle von 4,50 ÖS/lfm und Jahr an. MAYER (1995) gibt für den AWW Graz (Trennsystem) die Betriebskosten pro Jahr mit 24,- ÖS/lfm und mit 145,- ÖS/EGW an, wobei auch die Betreuung des Netzkatasters, die Indirekteinleiterüberwachung und die Rufbereitschaft für die 150 Pumpwerke eingerechnet sind.

PECHER (1996) gibt für geschlossene ländliche Ortschaften in Deutschland die spezifischen Baukosten für Mischkanalisationen von 7.000 DM/E bis ca. 10.000 DM/E an. Für Trennkanalisationen erhöhen sich diese Werte um 50 %, wobei diese Zahlen sich mit den Erfahrungen aus Österreich und der Schweiz decken. Die Baukosten der Schmutzwasserkanäle werden mit rund 45% Anteil am Trennsystem angegeben.

Für die Betriebskosten gibt HAUBMANN (1995) bei einer spezifischen Kanallänge von 8,3m/E (Gemeinden und Städte unter 10.000 Einwohner) ca. 7,5 DM/lfm und Jahr an. Dabei sind zukünftig durch die Altersstruktur der Netze verstärkt Kanalinspektionen und Kanalsanierungen und damit ein weiteres Ansteigen der Betriebskosten zu erwarten.

Die Tabellen 9 und 10 beinhalten Kostenschätzungen für Druckentwässerung und Vakuumsystem bei durchschnittlichen Verhältnissen.

Druckentwässerung	Einheit	Kosten in ÖS
Hausanschlußschacht	je Schacht	ca. 35 - 70.000,-
Druckleitung (DN 65)	je lfm	ca. 1.500,-
Betriebskosten	je lfm und Jahr	ca. 50,-

Tabelle 9: Kostenschätzung für Druckentwässerung

Bei den Errichtungskosten der Hausanschlußschächte hängt es davon ab, ob die elektrische Anlage extra errichtet und eingerechnet werden muß.

Vakuumentwässerung	Einheit	Kosten in ÖS
Zentrale Vakuumsammelstation mit Sammelbehälter und 2 Vakuumpumpen	bis 100 Häuser bei 200 Häusern	ca. 800.000,- ca. 1.000.000,-
Stationsbauwerk		ca. 200.000,-
Hausanschlußschacht	je Schacht	ca. 23.000,-
Vakuumleitung (DN 65)	je lfm	ca. 1.500,-
Druckleitung zur KA (DN 65)	je lfm	ca. 1.000,-
Wartungskosten (bei 100 Hausanschlüssen)	je HA und Jahr	ca. 1.000,-
Stromkosten (bei 100 HA)	je HA und Jahr	ca. 100,-

Tabelle 10: Kostenschätzung für Vakuumentwässerung

Inkludiert sind bei den Errichtungskosten für die Leitungen die Oberflächenwiederherstellung sowie Schieber und Abzweiger, exklusive Grundstückskosten. Wartungskosten beziehen sich auf bauliche, maschinelle und elektrische Einrichtungen.

Die Kosten der Regenbecken werden von einer Reihe von Faktoren (Einmündungstiefe, Platzverhältnisse, Untergrundbeschaffenheit etc.) bestimmt. In N.N. (1991) werden für Nutzvolumen von 200 - 500 m³ spezifische Baukosten von 5.000,- ÖS/m³ bei 500 - 1000 m³ von 4.000,- ÖS/m³ und bei 1.000 - 1.500 m³ von 3.500,- ÖS/m³ angegeben. Die Betriebskosten hängen stark von der Lage im System und der Häufigkeit der Befüllung ab.

5.4 Verfahren zur Abwasserreinigung

5.4.1 Allgemeines

Für den Einsatz bei der Abwasserreinigung stehen intensive und extensive Systeme zur Verfügung. Sie werden auch oft mit anderen Begriffen bezeichnet, wie kleinflächig/großflächig, konventionell/naturnah, Systeme mit hohen/niedrigen biochemischen Umsatzraten.

BOLLER (1995) charakterisierte die Eigenschaften (Tab. 11) und verglich Flächenbedarf, Volumina und Aufenthaltszeiten der unterschiedlichen Verfahren (Tab. 12)

Systeme mit niedrigen Umsatzraten (naturnahe Systeme)		Systeme mit hohen Umsatzraten	
- Sandfilter		- Einbeckenanlage	
- Verrieselung		- Tauchtropfkörper	
- Pflanzenfilter		- Tropfkörper	
- Teiche		- Festbett	
		- Belebungsanlage	
		- Langzeitbelüftung	
		- Suspensierte Biomassenträger	
niedrig ←	Hydraulische Belastung	→ hoch	
niedrig ←	Sauerstoffeintrag	→ hoch	
niedrig ←	Biomassenkonzentration	→ hoch	
niedrig ←	Oxidationsgeschwindigkeit	→ hoch	
hoch ←	Volumen-, Flächenbedarf	→ niedrig	
niedrig ←	Betriebsanforderungen	→ hoch	

Tabelle 11: Unterteilung der aeroben Reinigungsverfahren für Kleinkläranlagen in Systeme mit niedrigen und hohen biochemischen Umsatzraten und Klassierung charakteristischer Eigenheiten der Verfahren

Bei all diesen Verfahren gibt es unterschiedliche Bauvarianten. In der Folge wird überblicksartig auf die einzelnen Verfahrenstypen eingegangen.

	Fläche/E m ²	Volumen/E m ³	Aufenthalts- zeit	Nitrifi- kation
Unbelüfteter Teich	10	10-15	>20d	-
Untergrundverrieselung	4-20	7-12	-	+
Belüfteter Teich	3	4-7	>3-6d	⊕
Pflanzenfilter	7-12	3-6	4-10d	⊕
Sandfilter	4-6	4-6	1h-7d	+
Langzeitbelüftung	0,12-0,25	0,3-0,5	1-3d	+
Chargenweise betr. Einbeckenanlage	0,1-0,2	0,3-0,5	1-3d	+
Nitrifizierender Tropfkörper	0,17-0,3	0,25-0,35	6-10min	+
Nitrifizierender Tauchtropfkörper	0,1-0,18	0,17-0,25	10-20h	+
Nichtnitrifizierender Tropfkörper	0,05-0,08	0,13-0,18	3-6min	-
Nichtnitrifizierender Tauchtropfkörper	0,04-0,07	0,07-0,13	8-15h	-
Nitrifizierendes Festbett	0,005-0,01	0,03-0,05	30-50min	+
Nichtnitrifizierendes Festbett	0,004-0,01	0,013-0,03	20-40min	-

Tabelle 12: Netto-Reaktorflächen und -volumina sowie hydraulische Aufenthaltszeiten und Angaben zur Erzielung der Nitrifikation für verschiedene Verfahren von Kläranlagen

5.4.2 Belebtschlammanlagen

Durch Anpassung der in größeren Verhältnissen üblichen Technologie an die besonderen Erfordernisse der Kleinanlagen wurden Belebungsanlagen bis zum Einzelhausbereich hin entwickelt. In der Praxis immer wieder auftretenden Betriebsproblemen kann u.U. durch besondere Gestaltung der Anlagen, aber auch durch automatische Kontroll- und Steuereinrichtungen in Kombination mit Fernwirktechnik begegnet werden. Verfahren mit intermittierendem Betrieb haben sich bereits recht gut bewährt. Dabei erfolgt die Reinigung und Abtrennung des Schlammes in einem Becken. Durch die einfache Kombinierbarkeit mit z.B. einer Phosphatfällung oder einem Schlammsilo kann den jeweiligen örtlichen Erfordernissen Rechnung getragen werden. Ein weitgehend automatisierter Betrieb ist möglich.

5.4.3 Tropfkörper

Auch für dieses Verfahren wurden Anlagentypen bis zur Reinigung im Einzelhausbereich entwickelt. Die Leistungsfähigkeit dieser Systeme kann allgemein als gut eingestuft werden. Für den ordentlichen Betrieb ist - wie von größeren Anlagen her bekannt - die Vermeidung von Verstopfungen und die gleichmäßige Abwasserverteilung über den gesamten Querschnitt von entscheidender Bedeutung. Eine unter Umständen geforderte höhere Leistungsfähigkeit bei der Stickstoff- und Phosphatelimination muß in einem eigenen Anlagenteil realisiert werden.

5.4.4 Sandfilter/Biofilter

Dieses Verfahren wird in den unterschiedlichsten Varianten angeboten. Die Abwasserreinigung erfolgt im wesentlichen durch die Mikroorganismen im Filterkörper. Durch die Wahl des Filtermaterials wird eine Optimierung des Phosphatrückhaltes angestrebt. Die Reinigungsleistung des Filterkörpers muß durch eine entsprechende mechanische Vorreinigung und durch eine gleichmäßige Strömungsverteilung sichergestellt werden.

5.4.5 Abwasserteiche

Dieses extensive Verfahren kommt als unbelüftete und belüftete Variante zum Einsatz. Die Reinigung erfolgt durch die im Wasser schwebende und an der

Beckensohle festsitzende Biomasse. Bedingt durch die verschärften gesetzlichen Forderung bei kleinen Anlagen wurde versucht, das Verfahren einerseits durch Belüftungsmaßnahmen und andererseits durch den Einsatz von Einbauten bzw. Zwischenstufen (bei Kaskadenschaltung) entsprechend zu adaptieren. Wie Untersuchungen an solchen "aufgerüsteten" Anlagen zeigen, sind die Erfolge solcher Maßnahmen sehr beschränkt. Die starke Abkühlung des Abwassers in der kalten Jahreszeit hat eine relativ starke Verminderung der Leistungsfähigkeit zur Folge.

5.4.6 Pflanzenanlagen

Dieses Verfahren wurde in den letzten 20 Jahren wiederentdeckt und wird in unzähligen Varianten - in Mitteleuropa vor allem im Einzelhausbereich - eingesetzt. Nach langen und heftigen Diskussionen über die Leistungsfähigkeit von Pflanzenanlagen zeigen aktuelle Forschungsergebnisse, daß bei entsprechender Modifikation der Bauform und des Anlagenbetriebes mit einer spezifischen Fläche $\leq 5\text{m}^2/\text{EW}$ eine den aktuellen gesetzlichen Anforderungen gemäße Reinigungsleistung erzielt werden kann. Eine mechanische Vorreinigung des Abwassers und die Wahl eines genügend durchlässigen Füllmaterials sind für den gesicherten Betrieb erforderlich. Die Bepflanzung des Bodenkörpers trägt zur Durchlüftung und Lockerung des Bodenprofils bei. Die Reinigung des Abwassers erfolgt vor allem durch die Mikroorganismen im Bodenkörper. Der Wartungsbedarf des Verfahrens kann als gering bezeichnet werden.

Für alle genannten Reinigungsverfahren gilt, daß besonders bei kleinen Anlagen (< 50 EGW) eine Wartung der Anlagen durch geschultes Personal mit Engagement und Fachwissen zur optimalen Leistungsfähigkeit wesentlich beiträgt (z.B. HUSER, ARGENTON, 1995). Unbefriedigende Reinigungsleistungen hängen sehr häufig mit mangelhafter Anlagenbetreuung zusammen. Der Anlagenbetreiber - besonders im Einzelhausbereich - muß in dieser Hinsicht volle Unterstützung ev. durch überörtliche Betreuungsverbände bekommen. Komplexere Verfahren funktionieren generell weniger gut als die einfachen Lösungen. Dabei müssen natürlich auch so triviale Dinge, wie bewußte Außerbetriebnahme von maschinellen Anlagenteilen zur Energiekostenreduktion, berücksichtigt werden (ZUMSTEIN, MEYER, 1995).

Über Ergebnisse und Betriebserfahrungen der unterschiedlichen Anlagen wird von RENNER (1996) und von PERFLER et al. (1996) im Rahmen dieses Seminars berichtet, darüberhinaus gibt es diesbezüglich schon viel Literatur. Als Beispiel zeigt die Abbildung 3 die Ergebnisse einer vergleichenden Untersuchung an verschiedenen Kleinkläranlagen.

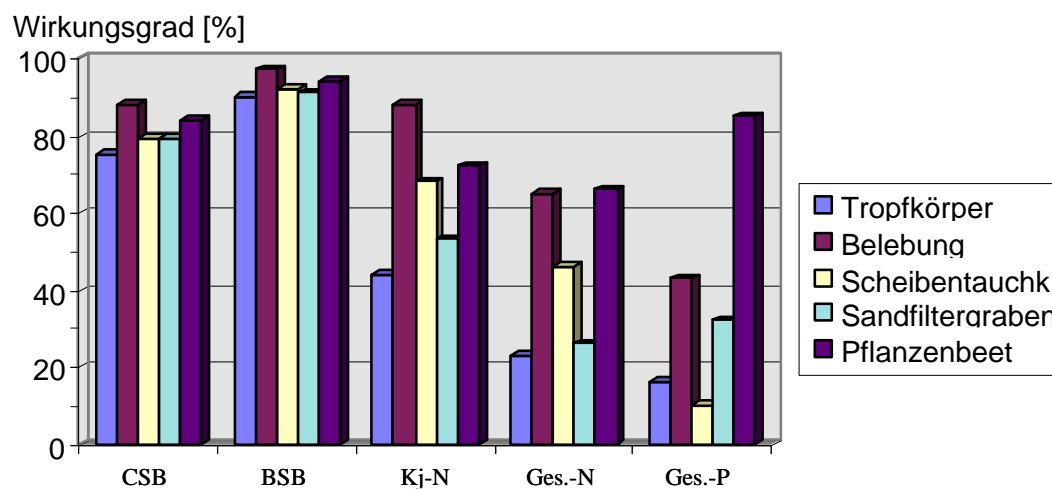


Abbildung 3: Vergleich der Wirkungsgrade konventioneller Kleinkläranlagen nach DIN 4261 und Pflanzenbeeten nach ATV-Hinweisblatt H 262 (n. BÖRNER, 1994)

5.4.7 Kosten

Die folgenden Ausführungen beinhalten einige Literaturdaten über die Kostensituation bei Kleinkläranlagen. Wegen der nicht immer gleichen Voraussetzungen für die Kostenermittlung stellen diese Kosten nur Richtwerte zur Abschätzung der Größenordnung dar.

HRIBAR (1994) nennt für komplette, dem Stand der Technik entsprechende Belebungsanlagen unterschiedlicher Hersteller die in Tab. 13 enthaltenen Errichtungskosten (inkl. Erdarbeiten, maschinelle Ausrüstung, Steuerung, Anlieferung, Montage; exkl. MWST).

Anschlußgröße [EW]	Gesamtkosten [x 1000,-S]	Kosten/EW [öS]
5	100-150	20.000-30.000
10	125-200	12.500-20.000
25	250-325	10.000-13.000
50	350-425	7.000-8.500
100	450-600	4.500-6.000
200	760-900	3.800-4.500

Tabelle 13: Errichtungskosten von Belebungsanlagen

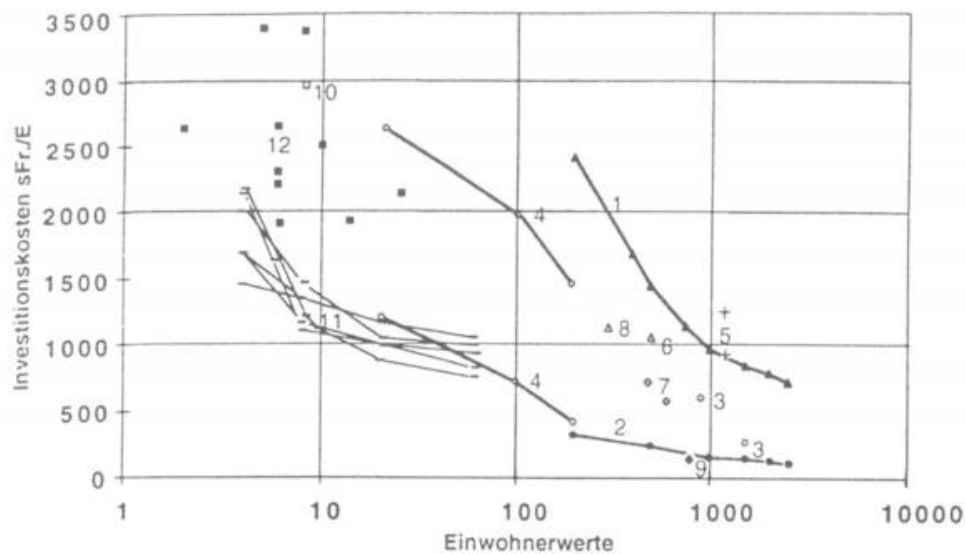
Für Pflanzenkläranlagen (häusliches Abwasser) ergeben sich pro Einwohner die in Tab. 14 enthaltenen Erstellungskosten für das komplette Pflanzenbeet mit Erdarbeiten, Abdichtung, Pflanzung, allen Zu- und Ablaufeinrichtungen.

Ausbaugröße	Gesamtkosten der Pflanzenkläranlage ohne Mehrkammergrube
bis 6 E	1.500 bis 3.200 DM/E
7 bis 12 E	800 bis 1.500 DM/E
13 bis 50 E	700 bis 1.500 DM/E
über 50 E	500 bis 1.300 DM/E

Tabelle 14: Baukosten von Pflanzenanlagen (BÖRNER, 1994)

Für eine Mehrkammerausfallgrube zur Vorreinigung kommen 1.000 DM/E (bis 6 E) bzw. 600 - 700 DM/E (7-25 E) dazu. Die durchschnittlichen Errichtungskosten von Pflanzenanlagen (4-19 EGW) mit einem gewissen Eigenleistungsanteil (6-44 %) werden mit 15.600 /EGW angegeben (N.N, 1995). Dabei wurden die Eigenleistungen mit 120,- öS/h bewertet.

Einen Vergleich der Investitionskosten verschiedener Kleinkläranlagen enthält Abb. 4. Daraus wird sehr schön der große Streubereich erkennbar, der durch die gerade bei Kleinanlagen starke Beeinflussung der Kosten durch die besonderen Randbedingungen im ländlichen Raum bedingt ist.



- 1 ca. 50 verschiedene Anlagen in Grossbritannien [28]
- 2 verschiedene Anlagen in Frankreich und Italien [7]
- 3 Abwasserteiche in Italien [7]
- 4 verschiedene Systeme in Holland [11]
- 5 Langzeitbelüftung/Schönungsteich (oberer Punkt); Abwasserteiche und Sandfilter (unterer Punkt) Kanada [10]
- 6 Tropfkörper (oberer Punkt); Tauchtropfkörper (unterer Punkt) in Grossbritannien [14]
- 7 Belebtschlammanlagen in Grossbritannien [8]
- 8 Einbeckenanlage in Deutschland [5]
- 9 Pflanzenanlagen in Österreich [23]
- 10 Abwasserteiche und Tropfkörper in Österreich [9]
- 11 Belebtschlammanlagen, Tropfkörper, Pflanzenanlagen, Teiche, Bodenfilter in Deutschland [12]
- 12 obere Werte: Speicherbecken, Biofilter, Pflanzenanlagen und Sandfilter; mittlere Werte: Tropfkörper, Tauchtropfkörper, Komposttoiletten; untere Werte: Belebtschlammanlagen, Abwasserfaulräume in der Schweiz (AGA Bern, 1995)

Abbildung 4: Investitionskosten für verschiedene Typen von Kleinkläranlagen in verschiedenen Ländern Europas in Funktion der Anlagengröße (BOLLER, 1995)

Die Betriebskosten verhalten sich verkehrt proportional zu der Anlagengröße. Für Großanlagen sind sie relativ gut bekannt, für Kleinkläranlagen gilt üblicherweise, daß die Betriebskosten für konventionelle Systeme höher sind als für extensive wie Teiche und Pflanzenanlagen. Aber genauso wie bei den Investitionskosten trifft man auch hier auf einen großen Schwankungsbereich.

Für Belebungsanlagen etwa gibt HRIBAR (1994) 1.300,- öS/E (5 E), 700,- öS/E (50 E) und 410,- öS/E (200 E) an.

Im Vergleich dazu nennt BÖRNER (1994) für Pflanzenanlagen für 12 E ca. 700,- öS/E. Bei einem gewissen Eigenleistungsanteil fallen Betriebskosten (Fremduntersuchung, Wartungsvertrag, Klärschlamm, Fremdenergie) von 350,-

- 600,- öS/EGW.a an (N.N, 1995). Dazu kommen noch Eigenwartungskosten, die von N.N. (1995) mit 1.200 - 1.800,- öS je Anlage etwas zu niedriger eingeschätzt worden sein dürften.

Die letztendlich entscheidende Kostenart, die Gesamtjahreskosten, wurden von FEHR, SCHÜTTE (1992) zusammengestellt (Abb. 5). Daraus geht sehr anschaulich hervor, daß mit steigender Ausbaugröße (zwischen 4 und 50 EW) die Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren deutlich kleiner werden.

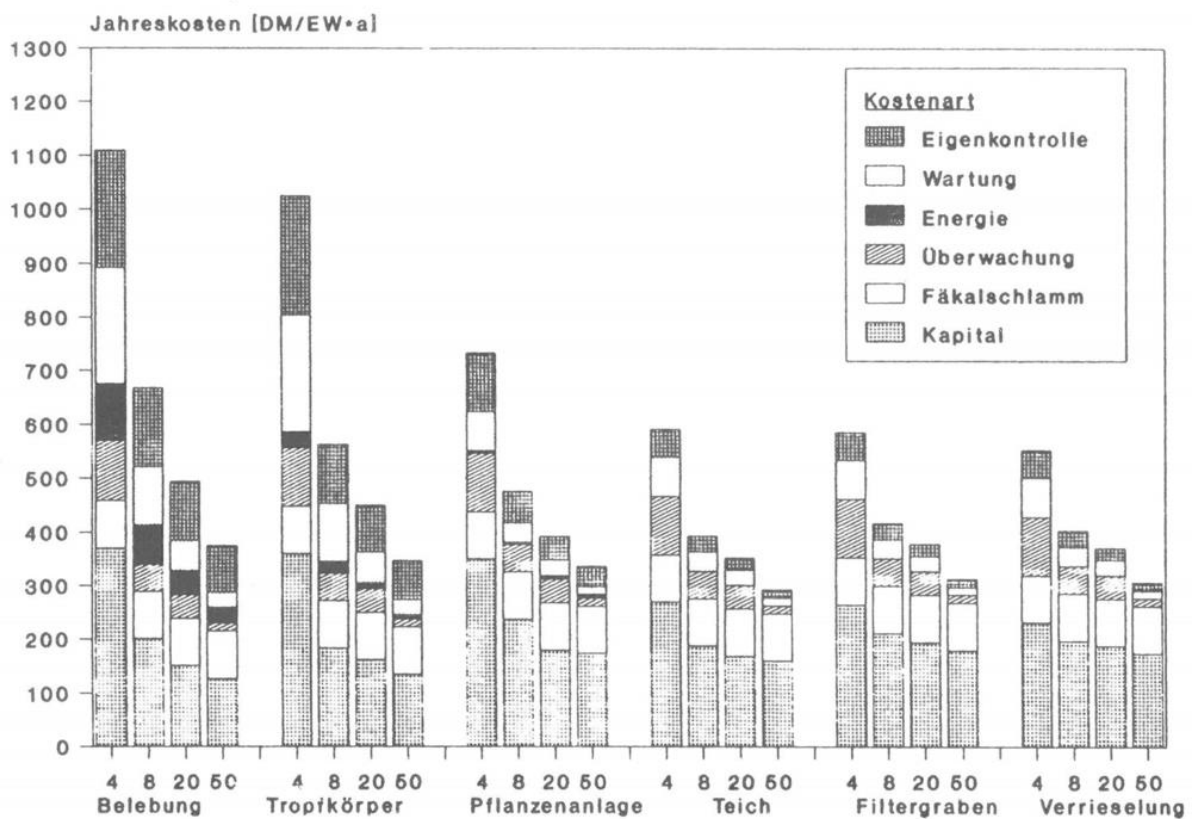


Abbildung 5: Jahreskosten für Kleinkläranlagen

6 Entscheidungskriterien

6.1 Allgemeines

Anders als für die Ballungsräume mit ihren vornehmlich einfachen zentralen Lösungen sind die Gestaltungsmöglichkeiten für den ländlichen Raum wesentlich vielfältiger und im Normalfall auch deutlich kostspieliger. Gerade die Kosten für die betroffene Bevölkerung sind es, die in letzter Zeit die Abwasserentsorgung im ländlichen Raum in den Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion rückten. Die Kosten sind aber bei weitem nicht das einzige Kriterium zur Auswahl des „besten“ Systems, ganz im Gegenteil es gibt deren viele, die es zu definieren gilt, genauso wie die Vorgangsweise zur Ermittlung einer geeigneten Variante.

Erstrebenswert ist ein Kriterienkatalog, der beim genannten Entscheidungsprozeß zur Anwendung kommen könnte. Diese Vorgangsweise soll keineswegs Fachleute ersetzen, einschränken oder beschneiden, sondern sie soll zur Erhöhung der Transparenz der Entscheidungsprozesse beitragen, da diese bisher nicht immer für alle Beteiligten gegeben war. Natürlich geht jeder Entscheidungsbefugte nach bestimmten Kriterien vor, hat aber seinen persönlichen Kriterienkatalog. Ist es da nicht sinnvoll eine gewisse Vereinheitlichung herbeizuführen?

Nicht etwas Neues, noch weiter Einschränkendes, soll erfunden werden, sondern Altes und Bekanntes soll neu geordnet und zusammengestellt, neue Betrachtungs- und Sichtweisen sollen hinzugefügt werden - und das alles im Hinblick auf eine transparente und nachvollziehbare Entscheidungsfindung. Gerade Transparenz und Nachvollziehbarkeit sind objektiv betrachtet sehr wesentliche Randbedingungen bei der Akzeptanz jeder wasserwirtschaftlichen Maßnahme durch die Bevölkerung.

Die Kriterien können in mehrere Gruppen eingeteilt werden:

- Umweltauswirkungen
- Technologie
- Kosten
- politische Vorgaben
- gesetzliche Randbedingungen
- Raumplanung

Jedes Projekt ist unter diesen Aspekten gesamtheitlich zu betrachten.

6.2 Umweltauswirkungen (ökologische Betrachtungsweise)

Dieser Punkt soll wegen seiner Bedeutung an die Spitze der Liste gestellt werden, denn schließlich ist es ja die Umwelt, deretwegen abwassertechnische Maßnahmen gesetzt werden müssen. Dabei wird in der Praxis oft unzulässig vereinfachend nur das Gewässer berücksichtigt, richtigerweise ist jedoch die Gesamt-Umweltverträglichkeit zu überprüfen.

In einer sehr interessanten Arbeit haben sich GRÜLLMEIER, WILKE (1989) diesem Thema sehr umfassend gewidmet, im Rahmen dieser Tagung wird es von SCHLÜTER (1996) behandelt.

Dabei wird unterschieden in:

- anlagenbedingte
- baubedingte und
- betriebsbedingte

Auswirkungen von Kanalisationssystemen und Kläranlagen auf

- Naturhaushalt (z.B. Luft, Boden)
- Gewässer (quantitativ, qualitativ)
- Landschaftsbild

In ähnlicher Weise wurde vom Amt der NÖ Landesregierung in Ergänzung zum „Leitfaden für die Abwasserreinigung im ländlichen Raum“ eine „Richtlinie“ zur „ökologischen Gesamtbeurteilung im Zuge der Abwasserentsorgung im ländlichen Raum“ ausgearbeitet. Sie beinhaltet die Schwerpunkte: Geologie - Hydrogeologie - Hydrologie, Gewässerökologie, Landlebensraum, Landschaftsästhetik, Ressourcen - Nachhaltigkeit.

Das Gewässer als Vorfluter steht meist im Mittelpunkt des Interesses. Dabei geht es vor allem um Oberflächengewässer (i.d.R. Fließgewässer), steht doch das Grundwasser in Österreich rechtlich unter einem ganz besonderen Schutz und darf daher praktisch nicht mit Abwasser belastet werden, es sei denn, Geringfügigkeit wäre gegeben.

Die „natürliche Beschaffenheit“ der Gewässer sowie ihre „ökologische Funktionsfähigkeit“ müssen sichergestellt werden. Forderungen, die einerseits weit über das gängige Gewässerbeurteilungssystem (chemisch-physikalisch, biologisch) hinausgehen, andererseits aber ein Gewässer besser charakterisieren können. Der Nachteil dieser beiden Beurteilungskriterien ist deren schwierige Definitions- und Bestimmungsmöglichkeit. Als Beispiel sei im Zusammenhang mit dem Begriff „natürlicher Zustand“ die Frage nach der Vergleichsbasis gestellt. Wie weit ist der Mensch, der in keiner ökologischen Betrachtungsweise fehlen darf, Bestandteil bei der Festlegung des natürlichen Zustandes. Was die ökologische Funktionsfähigkeit eines Gewässers anbelangt, wurde an ihrer Definition und Bestimmung in der Limnologie in den vergangenen Jahren sehr intensiv geforscht und publiziert, z.B. MOOG (1994), ÖNORM (1995).

In Form von Leitbildern sollten für unterschiedliche Gewässertypen Lebensraumtypen mit ihren charakteristischen faunistischen Lebensgemeinschaften und Vegetationsstrukturen ausgewiesen werden. Das ökologische Leitbild charakterisiert somit die ökologische Funktion eines „natürlichen Zustandes“ unter Miteinbeziehung hydraulischer, hydrographischer, ökomorphologischer, chemischer, physikalischer und biozönotischer Parameter, ev. sind „neue“ Parameter zu entwickeln.

Anthropogene Nutzungen müssen auf das Gewässerleitbild abgestimmt werden - individuelle Festlegungen sind dabei sicher notwendig; wie etwa die Frage der Anpassung der Mindestanforderung an die Gewässergüte an Ausbaugrad und zulässige Belastung. In Grundsatzkonzepten müssen Gewässerzustand und Gewässerbelastung unter Berücksichtigung aller maßgeblichen Faktoren erfaßt und gegenübergestellt werden. All das soll uns in die Lage versetzen, Antworten auf so wichtige Fragen im Zusammenhang mit folgenden Stichworten zu finden: eine Einleitung - mehrere Einleitungen, Ausnutzung der Selbstreinigungskraft, trockenfallende Gerinne.

Die Frage der Versickerung von gereinigtem Abwasser stellt sich immer wieder in dünn besiedelten Regionen, wenn kein Fließgewässer in der Nähe ist. Die Alternativen wären u.U. lange Kanäle oder flüssigkeitsdichte Gruben, Lösungen, die auch von einer Reihe von umweltbelastenden Erscheinungen begleitet werden. Das sind einerseits die bekannten negativen Auswirkungen von Kanälen, wie z.B. mögliche Dränagewirkung und potentielle Gefährdung des

Grundwassers bei Undichtheiten; andererseits die sekundären Effekte bei der Abfuhr von Grubeninhalten, wie Geruchsbelästigung und Umweltbelastung durch Transport.

Im Zusammenhang mit den Überlegungen „zentral“/„dezentral“ dürfen auch wasserwirtschaftliche Aspekte nicht übersehen werden, an die Schlagworte „kleiner“ und „großer“ Wasserkreislauf sei hier erinnert, wobei nicht zuletzt im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der Wasserkreislauf möglichst eng und klein gehalten werden sollte.

Der Verbleib der Rückstände, vor allem des Klärschlammes, ist ein wichtiges Kriterium. Bei Kleinanlagen ist jedenfalls durch die Überschaubarkeit des Einzugsgebietes und wegen der besseren Identifikation der Bürger mit dem System eine bessere Klärschlammqualität zu erwarten. Das scheint jedenfalls ein Vorteil von dezentralen gegenüber zentralen Lösungen im Hinblick auf die immer anzustrebende landwirtschaftliche Klärschlamm-Verwertung zu sein. Auch in diesem Zusammenhang ist der Hinweis auf „kleine“ Kreislaufführung, Nachhaltigkeit und Sekundäreffekte durch Transport angebracht.

Weitere wichtige ökologische Kriterien stellen der Ressourcen- und Energiebedarf für den Bau und den Betrieb der Entsorgungseinrichtungen sowie die Umweltauswirkungen diverser Produkte, Materialien, Chemikalien etc. dar.

Dezentrale Lösungen sind nicht implizit ökologisch nachhaltig, wie FEHR (1995) feststellte, sondern sie werden es erst, wenn die betroffenen Bürger eine Beziehung zu ihrem Wasser und Abwasser gewinnen und hieraus neue fachliche Erkenntnisse und soziale Verhaltensweisen ableiten.

6.3 Technologie

Im Vergleich zu den Umweltauswirkungen sind die hier zu berücksichtigenden Kriterien einfach erfaßbar. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit erheben zu wollen, sollten die nachfolgenden Kriterien mitberücksichtigt werden:

- Reinigungsleistung
- Betriebssicherheit
- Störungsanfälligkeit
- Prozeßstabilität

- Verhalten bei Stoßbelastungen
- Wartungsaufwand
- Flexibilität gegenüber Erweiterungen
- Reststoffanfall und - Beseitigungsmöglichkeit
- Entsorgungssicherheit

Ein Verfahren muß dem Stand der Technik entsprechen, eine recht klar anmutende Forderung, die Problematik, die jedoch hinter diesen Begriff steckt, sollte nicht übersehen werden. Bei der Auswahl eines bestimmten Verfahrens sollten immer die speziellen Randbedingungen im ländlichen Raum im Auge behalten werden. Systeme sind somit nur dann geeignet, wenn sie ein gewisses Puffervermögen haben, stabil arbeiten und einfach im Betrieb und in der Wartung sind. Eine Vielzahl von Systemen hat ihre Eignung schon bewiesen, zumindestens theoretisch bewiesen bzw. auch in einem relativ kontrollierten Versuchsbetrieb, jedoch im rauen Praxisbetrieb immer wieder Fehlleistungen erbracht.

Die Gründe dafür können meist im zu geringen Puffervermögen sowie in ungenügender Wartung gefunden werden. Das Puffervermögen kann einerseits durch extensive Systeme andererseits aber auch durch entsprechende Stapleinrichtungen bei intensiven Systemen erreicht werden.

Obwohl ATV (1995) den Verzicht auf eine hochgezüchtete Automatisierung von Kleinkläranlagen empfiehlt, gibt es doch diesbezüglich Forschungsarbeiten. Darin wird versucht, theoretisch geeignete Klär-Systeme in ihrem Praxisverhalten durch den Einsatz einfacher Kontroll- und Regelmechanismen zu verbessern. Schließlich führen neben der fachgerechten Auslegung erst fachkundige Kontrolle, Betrieb und Unterhalt zu befriedigenden Leistungen von Kleinkläranlagen (BOLLER, 1995).

Im Zusammenhang mit den Kriterien Betriebssicherheit, Störungsanfälligkeit und Prozeßstabilität gibt ATV (1995) folgende Planungsgrundsätze an:

- Pufferung und Ausgleich des Abwasserzuflusses sind wichtiger als hochtechnisierte Behandlungsstufen
- einfache Mehrzweckbauweise ist vorteilhafter als eine komplizierte vielstufige Technologie

- Betriebssicherheit und Wartungsfreundlichkeit haben Vorrang vor überzogenen Volumen- und Energieeinsparungen

Der große Bedarf an Abwasserentsorgungseinrichtungen im ländlichen Gebiet bringt ein großes Potential an Neuentwicklungen mit sich. Das ist grundsätzlich positiv zu bewerten, allerdings muß natürlich jedes neue Verfahren vor seinem Einsatz einer gründlichen Prüfung unterzogen werden. Dabei muß mit Augenmaß vorgegangen werden: so sollte der Einsatz eines Systems nicht für den Praxisbetrieb nur deshalb nicht zugelassen werden, weil es neu ist und daher noch keine langjährige Praxiserprobung bei vielen Anlagen aufweisen kann. Die Praxiserprobung kann nur im praktischen Einsatz - sinnvollerweise nach einer gründlichen Prüfung im kontrollierten Versuch - erfolgen. Dabei muß mit Erfahrung, Sachverstand aber auch einem Maß an Risiko vorgegangen werden als Voraussetzung für Neuerung und Fortentwicklung.

6.4 Kosten

Obwohl die Umweltauswirkungen bei der Entscheidungsfindung im Vordergrund stehen sollten, stellen meist die Kosten das zentrale Entscheidungskriterium dar.

Die Kostenermittlung muß immer umfassend sein, d.h. alle möglichen Kostenarten müssen erfaßt werden. Dazu gehören Investitionskosten (Grund, Vorarbeiten, Erschließung, Infrastruktur, Bau, Reinvestition) und laufende Kosten (Personal, Sach, Energie, Entsorgung, Instandsetzung). Zuschüsse von Dritten sind nicht zu berücksichtigen (ATV, 1995), sehr wohl sind jedoch Eigenleistungen einzubeziehen.

Überlicherweise werden Kostenvergleichsrechnungen nach LAWA (1993) durchgeführt. Dabei gilt es, die richtigen Randbedingungen zu wählen, wie Zinssatz und Lebensdauer. Eine Kostenvergleichsrechnung kann aber nur dann allein ausschlaggebend sein, wenn die Alternativen im Hinblick auf alle anderen Aspekte gleichwertig sind. Ist dies nicht der Fall - das wird der Normalfall sein - müssen andere Methoden zum Einsatz gebracht werden, z.B. Nutzwertanalyse oder Methoden der Mehrzielplanung.

Bei der Kostenermittlung muß Bedacht darauf genommen werden, daß eine sinnvolle Reihung nur bei ausreichend genauer Abschätzung der Kosten

möglich ist. Dies bedeutet zumeist die Durchführung einer groben Massenermittlung. Die Verwendung von Kostenkurven (etwa ÖS je EGW) ist mit großen Unsicherheiten verbunden und sollte kritisch betrachtet werden. Bei den Betriebskosten können organisatorische Fragen (z.B. Wartungsverband für kleine Kläranlagen) von Bedeutung sein. Liegen die Kostenunterschiede zwischen den Alternativen im Bereich der Prognoseunsicherheit ist durch die Kosten alleine keine Reihung möglich.

Bei den hohen Kosten für alle Maßnahmen der Abwassertechnik sind allerhöchste Anstrengungen zur Kostendämpfung zu unternehmen. Legt man eine Kostenverteilung für Abwasserprojekte in ländlichen Gebieten zwischen Kläranlage : Verbindungsleitungen : Ortskanalisation von 20 : 30 : 50 zugrunde, dann liegen offensichtlich im Bereich der Kanalisation die höchsten Potentiale.

Einsparungsmöglichkeiten gibt es sehr viele, sie wurden auch schon erprobt und werden von verschiedenen Fachleuten und Gremien empfohlen (z.B. ATV, 1995; ROHRHOFER, 1995; ZACH, 1995; SPELLIER, 1995; PIETRZENIUK, 1995). Nur einige seien herausgegriffen (vgl. dazu Pkt. 5.3, 5.4)

- Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung
- Anwendung alternativer Entwurfskonzepte
- Einsatz alternativer Kanalisationssysteme
- Maßnahmen beim Kanalbau
- Maßnahmen im Kanalbetrieb
- Standortwahl der Kläranlage
- Einfache Betriebsgebäude
- Mobile Schlammwässerung

Die Begriffe Verhältnismäßigkeit und Zumutbarkeit spielen bei den Kosten eine wichtige Rolle, wobei durch politische Entscheidungen die Grenzen festgelegt werden müssen. Randbedingungen, wie Größe und Art der Kleinkläranlage und Länge der Anschlußleitung an eine zentrale Lösung, bilden wichtige Kriterien für die Entscheidung zwischen „zentral“ und „dezentral“. Die Kostenvergleiche zwischen dezentraler und zentraler münden immer in einer Darstellung, ab welcher Länge des Transportkanals eine dezentrale Reinigungsanlage billiger kommt als eine zentrale. Für Anschlußgrößen zwischen 100 und einigen 1000 Einwohnern werden wirtschaftliche Transportleitungslängen von 500 und

mehreren 1000 Metern angegeben (KOCH, HEINE, 1993; FEHR, SCHÜTTE, 1992).

Aufgrund verschiedener Vorteile der zentralen Kläranlagen liegen die zumutbaren Kosten in der Schweiz für zentrale Anlagen deutlich höher als für dezentrale. Wegen der guten Erfahrungen mit Kleinkläranlagen empfiehlt BOLLER (1995) ein Überdenken dieser Situation.

Grundsätzlich können wirtschaftliche Lösungen nur nach einer exakten Grundlagenerhebung und darauf aufbauender gewissenhaften Planung erwartet werden. Dabei sollte immer die generelle Abhängigkeit der Einflußmöglichkeiten auf die Projektkosten vom Projektstadium bedacht werden (Abb. 6).

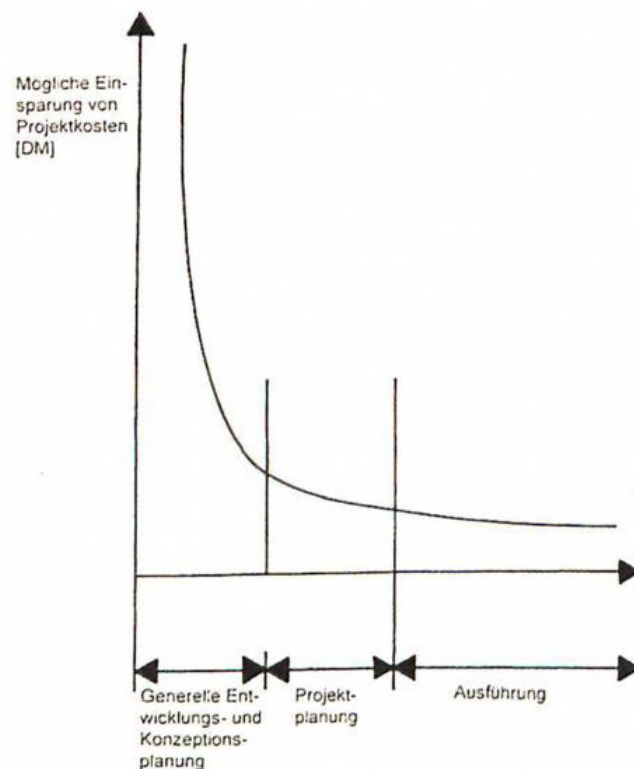


Abbildung 6: Einflußmöglichkeiten auf die Projektkosten in Abhängigkeit vom Projektstadium (ATV, 1995)

6.5 Politische Vorgaben

Parteilpolitische Kriterien sollten bei der abwassertechnischen Entsorgung des ländlichen Raumes keine vordergründige Rolle spielen. Landes-, Bezirks- oder Gemeindegrenzen dürfen Fachentscheidungen nicht substantiell beeinflussen. So sollte z.B. eine politische Grenze eine zentrale Lösung, die sich aufgrund aller Kriterien als die sinnvollste herausgestellt hat, nicht zu Fall bringen.

Die Politik muß natürlich letztendlich die Entscheidungen treffen, sie sollten jedoch auf fachlichen, nachvollziehbaren Grundlagen und Kriterien erfolgen, die von den Fachleuten zur Verfügung zu stellen sind.

Auch gesellschaftspolitische Überlegungen sind bei der Entscheidungsfindung zu berücksichtigen. Als Beispiel sei die Identifikation der betroffenen Menschen mit einem Verfahren, einer Lösungsvariante genannt. Diesbezüglich könnte u.U. eine dezentrale Lösung Vorteile gegenüber einer zentralen haben. Mit besserer Identifikation steigt erfahrungsgemäß auch die Akzeptanz einer Lösung und beides könnte von Bedeutung sein im Hinblick auf die Bereitschaft zu einer gewissen Eigenleistung (beim Bau, im Betrieb) oder bei der Durchsetzung bestimmter Maßnahmen, die für den Einsatz und den Betrieb von dezentralen Kleinkläranlagen wichtig sind, wie Einsparungs- und Vermeidungsmaßnahmen. Niemals darf jedoch übersehen werden, daß derartige persönliche Leistungen, Maßnahmen und Verantwortlichkeiten auf die Lebensdauer der Anlage gewährleistet sein müssen.

6.6 Gesetzliche Randbedingungen

Die Einhaltung der gesetzlichen Bedingungen ist die Voraussetzung, daß ein System oder eine Variante überhaupt in weitere Überlegungen miteinzubeziehen ist, d.h. in diesem Punkt gibt es für einen Planer kaum Gestaltungsmöglichkeiten.

6.7 Raumplanung

Die wasserwirtschaftlichen Belange sind ein essentieller Bestandteil der Raumplanung. Die gesamthafte Entwässerungsplanung ist daher im Einklang mit den Zielsetzungen der örtlichen und überörtlichen Raumplanung zu erstellen (GEP, 1996). Dazu gehören landesweite und regionale

Entwicklungsprogramme genauso wie örtliche Raumordnungsprogramme, Flächenwidmungspläne, Bebauungspläne sowie Landschafts- und Grünordnungspläne. Besondere Aufmerksamkeit verdient dabei die angestrebte Siedlungsentwicklung, die sich in der Ausweisung von Aufschließungsgebieten äußert, die natürlich in der gesamthaften Entwässerungsplanung zu berücksichtigen sind. Diese Berücksichtigung hat sowohl ökologische wie auch ökonomische Relevanz.

Einige wesentliche raumplanerische Aspekte mit siedlungswasserwirtschaftlichem Bezug seien hier aufgezählt:

- Einschränkung der Versiegelung durch Verringerung der Flächeninanspruchnahme
- zweckmäßige und flächensparende Erschließung
- funktionsgerechte Zurodnung von Siedlungs- und Verkehrsbereichen zu Abwasseranlagen
- kritische Abgrenzung der öffentlich zu entsorgenden Gebiete
- Ausweisung von Retentions- und Versickerungsflächen
- Abschätzung der Kosten für die Abwasserentsorgung schon bei der Festlegung von Bebauungsgebieten
- Ausweisung neuer Baugebiete vorrangig dort, wo eine kostengünstige Entsorgung möglich ist.

6.8 Entscheidungsfindung

Grundsätzlich gilt, daß für jeden Einzelfall eine einzige angepaßte optimale Lösung gesucht und gefunden werden muß. Dazu ist eine Variantenuntersuchung notwendig, in der die sinnvoll möglichen Lösungen erarbeitet und verglichen werden. Mit Hilfe eines Entscheidungsprozesses kann dann aufgrund von bestimmten Kriterien die optimale Lösung ausgewählt werden. Dies soll Entscheidungen objektivierbar und den Planungsprozeß transparent machen und damit die Akzeptanz bei der betroffenen Bevölkerung erleichtern.

Nur wenige der genannten Entscheidungskriterien sind monetär quantifizierbar, was eine einfache Gesamtbewertung äußerst schwierig macht. Es gibt aber verschiedene Möglichkeiten, auch in diesem Fall eine objektive und nachvollziehbare Entscheidung zu finden. Einerseits kann die Zielerfüllung nicht monetärer Größen durch Umrechnung in Ersatzkosten geprüft werden, andererseits können Methoden eingesetzt werden, die auch nicht monetäre Kriterien berücksichtigen. Diese reichen von einfachen Bewertungsmatrizen bis hin zu umfangreichen modernen Mehrzielplanungsverfahren. Einfache Bewertungsschemata werden u.a. von ZUMSTEIN, MEYER (1995) und FASTENAU et. al. (1990) (Abb. 7) angegeben.

Wesentlich ausführlicher und umfangreicher ist das Verfahren, das von N.N. (1993) empfohlen wird. Letzteres berücksichtigt auch Sekundäreffekte und ökologische Risiken, die die betrachteten Systeme mit sich bringen. Ökobilanzen sind in diese Überlegungen mit einzubeziehen. JESCHAR et al. (1996) etwa haben die Umwelteinbeeinflussung bei der Herstellung von diversen Abwasserrohren untersucht.

Auf Mehrzielplanungsverfahren wird STANIA (1996) im Detail eingehen. Grundsätzlich stellen all diese Verfahren erhöhte Anforderungen an den Planer. Sie sollten jedenfalls bei jenen Projekten angewandt werden, die bedeutende Umweltauswirkungen oder einen großen Umfang aufweisen.

Die Bewertung, also letztendlich die Entscheidung, muß entsprechend den Kriterien und dem Auswahlverfahren individuell für jeden Einzelfall erfolgen. Dabei ist es unerlässlich, wirklich alle Beteiligten in den Entscheidungsprozeß einzubinden, d.h. neben Planer, Behörde, Förderungsgeber auch Bevölkerung und Politiker. Sie alle sollten im Idealfall von Beginn an im Sinne eines interaktiven Planungsprozesses miteinander an der Lösung des aktuellen Problems arbeiten, miteinander sowohl die Präferenzstruktur und Gewichtung der einzelnen Kriterien festlegen als auch die daraus resultierenden Entscheidungen tragen. Der damit verbundene Zwang zur Klarlegung der Ziele und Kriterien sowie der Präferenzen ermöglicht die Einbindung von Bürgerinteressen und kann Hilfestellungen bei der politischen Diskussion anbieten. Dies ist insbesondere bei ökonomisch und ökologisch umstrittenen Fragen, wie der Abwasserentsorgung, von Bedeutung.

ASPECTS	MAX. SCORE	PTT + trench	PTT + pit	PTT + infiltr. filter	PTT + elevated filter	PTT + sand-bed filters	PTT + rot. biol. contactor	PTT + trickling filter	PTT + Activated sludge system	Separate treatment black/grey	WEIGHT
Average TOD-removal	10	9	8	9	9	7	7	6	8	10	1
Technical reliability	10	8	9	7	7	6	7	6	6	6	1
Technological stability											
- temperature effects	4	3	3	3	3	1	2	2	2	2	1
- effluent turbidity	4	4	4	4	4	4	2	2	1	4	1
- peak or shock loads	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1
- overall score	10	9	9	9	9	7	6	5	5	8	1
Control and Operation											
- frequency control	3	3	3	3	3	1	2	2	2	3	1
- total time	3	3	3	2	2	1	2	2	1	1	1
- simplicity	4	4	4	3	3	3	3	3	1	3	1
- overall score	10	10	10	8	8	5	7	7	4	7	1
Maintenance (personnel)											
- 5 p.e. systems	10	8	9	5	5	2	6	5	6	2	0
- 20 p.e. systems	10	7	9	6	6	4	7	7	7	0	0
- 50 p.e. systems	10	7	9	5	5	4	8	8	8	0	0
- 200 p.e. systems	10	6	9	2	2	0	8	8	9	0	1
Environmental impact											
- odour	4	4	4	4	4	1	3	3	3	2	1
- noise	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1
- insects, vermin	4	4	4	4	3	2	4	3	4	1	1
- landscape spoilage	4	4	4	4	2	2	3	1	4	3	1
- health risks	4	4	4	4	4	2	3	3	3	1	1
- total	20	20	20	17	17	11	17	14	17	11	1
- overall score	10	10	10	9	9	6	9	7	9	6	1
Landsurface claim	10	1	3	3	3	6	9	9	10	8	1
TOTAL	70	53	58	47	47	37	53	48	51	45	
FINAL OVERALL SCORE (%)	100	76	83	66	66	52	75	69	72	64	

.. compost-toilet, aerobic filter + irrigated greenhouse
* PTT = pre-treatment tank (septic tank)

Abbildung 7: Bewertung von Abwasserbehandlungsverfahren nach FASTENAU et al., (1990)

7 Zusammenfassung

Nach der weitgehenden Entsorgung der Ballungsgebiete steht heute der durch einen großen Nachholbedarf gekennzeichnete ländliche Raum im Mittelpunkt des abwassertechnischen Interesses. Es sind zwar nur 10-15% der Bevölkerung aber eine große Anzahl von Entsorgungseinheiten davon betroffen. Wegen der besonderen Randbedingungen in diesen Gebieten gestaltet sich der Abbau dieses Defizits äußerst schwierig. In jüngster Zeit wird intensiv nach der optimalen Lösungsstrategie für den ländlichen Raum gesucht.

Anders als in Ballungsgebieten sind die Lösungsmöglichkeiten in ländlich strukturierten Gebieten wesentlich vielfältiger und stellen daher an Planer und Entscheidungsträger wesentlich höhere Anforderungen. Es gibt kein Patentrezept, sondern es gilt für jeden Einzelfall im Zuge eines Variantenstudiums die Optimallösung zu finden.

Das kann nur durch den Einsatz objektiver Entscheidungskriterien geschehen, wie etwa ökologische, ökonomische, technologische, gesetzliche, politische und raumplanerische. In nachvollziehbaren Entscheidungsfindungsprozessen sind diese dann zu verknüpfen und daraus eine „optimale“ Lösung zu erarbeiten.

Dabei ist die Einbindung aller Beteiligten, vor allem der Bevölkerung, Grundvoraussetzung für eine nachhaltige Akzeptanz der schließlich zur Ausführung bestimmten Variante.

8 Literaturverzeichnis

- ATV (1983) Hinweise für die Wahl des Entwässerungsverfahrens (Mischverfahren / Trennverfahren). Arbeitsblatt A 105
- ATV (1995) Grundsätze für die Abwasserentsorgung in ländlich strukturierten Gebieten. Merkblatt ATV-M 200
- BMLF (1993) Gewässerschutzbericht '93. Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft
- BMLF (1995) Kommunale Kläranlagen in Österreich, Stand 1995. Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft

- BOLLER, M. (1995) Abwasserentsorgung im ländlichen Raum. Gas Wasser Abwasser, Heft. 7
- BÖRNER, T. (1994) Erfahrungen mit Pflanzenkläranlagen in der BRD. Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft. TU Graz, Heft 12
- BUCKSTEEG, K. (1990) Abwasserbeseitigung im ländlichen Raum. Eine kritische Betrachtung über Möglichkeiten und Grenzen der Verfahren. Österr. Wasserwirtschaft, Heft 5/6
- CARRARD, M. (1995) Die aktuelle Abwasserpolitik in der Schweiz. Gas Wasser Abwasser, Heft 7
- DAUER, L. (1994) STEINKA - Stufenentwässerung mit einfachem Kanalbau. Ein kostengünstiges Entwurfskonzept für Schmutzwasserentsorgungsnetze im ländlichen Bereich und im Außenbereich von Städten. KA, Heft 12
- DEUTSCH, A. (1994) Abwasserentsorgung in der Landwirtschaft. Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft. TU Graz, Heft 12
- DREISEITL, H. (1994): Gedanken zur Gestaltung, Nutzung und Versickerung von Regenwasser. In ATV-Kurs H/1, Abwasserableitung - Entwässerungskonzepte
- FASTENAU, F.A., VAN DER GRAAF, J.H.M., MARTIJNSE, G. (1990) Comparison of various Systems for On-Site wastewater Treatment. Wat.Sci. Tech. Vol 22, No 3/4
- FEHR, G., (1995) Dezentrale Abwasserbehandlung- ein Schritt zur ökologischen Nachhaltigkeit. Gas Wasser Abwasser, Heft 7
- FEHR, G. SCHÜTTE, H. (1992) Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Abwasserentsorgung im ländlichen Raum. KA, Heft 6
- FEHR, G., SCHÜTTE, H. (1994) Entscheidungsgrundlagen für eine zentrale oder dezentrale Abwasserentsorgung. KA, Heft 7
- FELDMANN, K. (1994) Kosten verschiedener Entwässerungsverfahren. In ATV-Kurs H/1, Abwasserableitung - Entwässerungskonzepte
- FLECKSEDER, H. (1996) Einfluß von Maßnahmen des Wassermanagements im Siedlungsgebiet auf die Gewässer (GEP). Wiener Mitteilungen, Band 130
- GEIGER, W.F. (1994) Neue Entwässerungskonzepte. In ATV-Kurs H/1, Abwasserableitung - Entwässerungskonzepte
- GEP (1996) Gesamthafte Entwässerungsplanung. Entwurf zum ÖWAV-Regelbatt
- GOSSOW, K. (1996) Kosteneinsparungen beim Kanalbau - Möglichkeiten und Grenzen. awt, Heft 1
- GRÜLLMEIER, H., WILKE, R. (1989) Studie zur Umweltverträglichkeit der Abwasserbeseitigung, Arbeitsmaterialien 7. Herausgeber: Institut f. Landschaftspflege und Naturschutz. Uni Hannover
- HAUßMANN, R. (1995) Optimierung des Betriebes von Entwässerungsnetzen. Gewässerschutz-Wasser-Abwasser. Aachen, Band 148
- HLAWATI, B. (1994) Alternative Entwässerungsverfahren - Druck- und Unterdruckentwässerung. UTEC Tagungsband
- HRIBAR, G. (1994) Technische Kleinkläranlagen. Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft. TU Graz, Heft 12
- HUSER, M., ARGENTON, H. (1995) Kleinkläranlagen - Praktische Erfahrungen aus dem Kanton Basel-Landschaft. Gas Wasser Abwasser, Heft 7
- JESCHAR, R., SPECHT, E., STEINBRÜCK, A. (1996) Umwelteinflussung bei der Herstellung von Abwasserrohren aus verschiedenen Werkstoffen. KA, Heft 1

- KASTNER, H. (1994) Abwasser flüssig, Kanal überflüssig? Wahre Kosten und Kostenwahrheit. UTEC Tagungsband
- KOCH, R., HEINE, A. (1993) Abwasserbehandlung in ländlichen Gebieten am Beispiel der Region Cottbus. awt, Heft 2
- KÖCK, M. (1994) Abwasser und Hygiene. Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft. TU Graz, Heft 12
- KROISS, H. (1994) Technische Entwicklung und Dynamische Festlegung des Standes der Technik im WRG. Wiener Mitteilungen, Bd. 118
- LAWA (1993) Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen. Ausarbeitung des LAWA - Arbeitskreises Nutzen - Kosten - Untersuchungen in der Wasserwirtschaft
- MAYER, J. (1995) Kosten des Kanalbetriebes. Vortrag im Rahmen der UTEC
- MOOG, O. (1994) Ökologische Funktionsfähigkeit des aquatischen Lebensraumes. Wiener Mitteilungen, Band 120
- N.N. (1991) Rahmenplan Abwasserentsorgung Marchfeld. Spezieller Teil - Variantenuntersuchung. Amt der NÖ Landesregierung. Abt. B/9. Unveröffentlicht
- N.N. (1993) Umweltverträgliche Abwassermeidungs- und Entsorgungskonzepte in ländlichen Regionen. Schriften zur Regionalpolitik und Raumplanung, Bundeskanzleramt, Abt. IV/4
- N.N. (1995a) Abwasserreinigung im ländlichen Raum - Leitfaden für Niederösterreich. Amt der NÖ Landesregierung. Abt. B/9
- N.N. (1995b) Errichtung von Pflanzenkläranlagen im kontrollierten Selbstbau, Herausgeber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabt. IIIa, Graz
- N.N. (1996) Artikel über Ergebnisse einer ATV-Umfrage. awt, Heft 1
- ÖBERLEITNER, F. (1996) Das Werksystem der Gewässerreinigung unter der aktuellen Gesetzgebung und dem wasserrechtlichen Bezug (Berücksichtigung EU, WRG-Novelle). Wiener Mitteilungen, Band 130
- ÖNORM (1995) ÖN M 6232 Richtlinien für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern
- ÖSTAT (1995) Österreichisches statistisches Jahrbuch
- ÖSTAT (1996) Automatenauftrag Ortschaftenstatistik
- ÖWAV (1981) Richtlinien für die Anwendung der Entwässerungsverfahren. Regelblatt 9
- ÖWAV (1992) Abwasserentsorgung in dünn besiedelten Gebieten. Regelblatt 25
- PECHER, R. (1992) Abwassergebühr - Quo vadis? KA, Heft 5
- PECHER, R. (1996) Kosten und Gebühren für die Schmutz- und Regenwasserableitung. In ATV-Kurs H/5
- PERFLER, R., LABER, H., HABERL R. (1996) Einsatz und Betrieb von Pflanzenkläranlagen in der Praxis. Wiener Mitteilungen, Band 130
- PIETRZENIUK, H.-P. (1995) Kostendämpfung in der öffentlichen Abwasserbeseitigung. Gewässerschutz-Wasser-Abwasser. Aachen, Band 152
- PUJOL, R., LIENHARD, A. (1990) Qualitative and quantitative Characterization of waste water for small communities. Wat. Sci. a. Tech 22 (3/4)
- RENNER, H. (1994) Schlußstatement. Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft. TU Graz, Heft 12
- RENNER, H. (1996) Konventionelle Kleinkläranlagen. Wiener Mitteilungen, Band 130
- RIEGLER, K. (1994) Der „Sparkanal“ - eine Alternative für den ländlichen Raum. Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft. TU Graz, Heft 12

- RIEGLER, K. (1995) Alternativen im ländlichen Raum. Vortrag im Rahmen der UTEC
- ROEDIGER, M. (1995) Unterdruck- und Druckentwässerung - alternative Verfahren. awt, Heft 6
- ROEDIGER, M., SCHÜTTE, M. (1992) Besondere Entwässerungsverfahren - Betriebserfahrungen. KA, Heft 6
- ROHRHOFER, K. (1995) Kostendämpfung im Kanalbau. Wiener Mitteilungen, Band 125
- SCHINKE, R. (1995) Möglichkeiten der Kosteneinsparung beim Bau von Kanälen in weiträumig bebauten Gebieten. awt, Heft 6
- SCHLÜTER, U. (1996) Umweltverträglichkeit abwassertechnischer Einrichtungen und deren Erfassung. Wiener Mitteilungen, Band 130
- SIEKER, F. (1994) Möglichkeiten der Regenwasserversickerung im Rahmen neuer Entwässerungskonzeptionen. In ATV-Kurs H/1, Abwasserableitung - Entwässerungskonzepte
- SPELLIER, K. (1995) Abwasserableitung im ländlichen Raum. Gewässerschutz-Wasser-Abwasser. Aachen, Band 152
- STALZER, W. (1995) Ordnungsgemäße Wasserwirtschaft im Wechselspiel von staatlicher Regelungskompetenz und den Interessen am Gewässerschutz. Wiener Mitteilungen, Band 126
- STANIA, K. (1996) Entscheidungsfindung. Wiener Mitteilungen, Band 130
- VSA (1995) Kleinkläranlagen - Richtlinie für den Einsatz, die Auswahl und die Bemessung von Kleinkläranlagen. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
- ZACH, R. (1995) Kostendämpfung im Bereich kleiner Kläranlagen. Wiener Mitteilungen, Band 125
- ZUMSTEIN, M., MEYER, J. (1995) Zur Verfahrenswahl bei Kleinkläranlagen. Gas Wasser Abwasser, Heft 7

Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. Raimund Haberl
Dipl.Ing. Thomas Ertl

Institut für Wasservorsorge, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft
Abteilung Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz
Universität für Bodenkultur

Nußdorfer Lände 11
A-1190 Wien

Tel.: 0222 / 369 29 24 - 252,
Fax: 0222 / 368 99 49
E-mail: haberl@iwgf-sig.boku.ac.at
ertl@iwgf-sig.boku.ac.at