

Zum aktuellen Stand der kommunalen und industriellen Abwasserbeseitigung

Aus der vielfältigen Nutzung von Wasser durch Haushalte, Gewerbe, Industrie- und Energieversorgungsunternehmen resultieren unterschiedlich stark verschmutzte oder durch Abwärme belastete Abwässer, die zum weitaus überwiegenden Teil in die Oberflächengewässer des Landes, in erster Linie Fließgewässer, eingeleitet werden. Zum ökologischen Schutz dieser Gewässer müssen die Abwässer je nach Herkunft und Belastung vor ihrer Einleitung geeigneten Behandlungsverfahren unterzogen werden. Die Anforderungen an die Wirkungsweise bzw. Reinigungsleistung dieser Verfahren sind in Gesetzen oder Verordnungen geregelt. Die gesetzlichen Vorgaben wurden in den zurückliegenden Jahren bzw. Jahrzehnten immer weiter verschärft. In der Folge wurden durch große Anstrengungen und finanzielle Aufwendungen sowohl im kommunalen als auch im gewerblich-industriellen Bereich bemerkenswerte Erfolge bei der Abwasserreinigung erzielt. Trotz dieser Leistungen, die in weiten Bereichen auch eine spürbare Verbesserung des Zustands der Gewässer erbracht haben, bestehen noch in beachtlichem Umfang zusätzliche Anforderungen, die weitere Maßnahmen und daraus resultierend auch weitere finanzielle Anstrengungen notwendig machen. Zudem sind für den Erhalt der erreichten Standards sowohl in der industriellen als auch in der kommunalen Abwasserreinigung zum Teil erhebliche Ersatz- und Reparaturmaßnahmen durchzuführen.

Der folgende Beitrag befaßt sich mit der aktuellen Entwicklung der Abwasserbeseitigung in Baden-Württemberg. Dabei wird ausgehend von der Abwasserbilanz des Landes insbesondere der Stand der industriellen und der kommunalen Abwasserbeseitigung im Hinblick auf die bis 1998 gemäß EG-Richtlinie bzw. neuer Abwasserverordnung geforderten Reinigungsleistungen betrachtet.

Insgesamt wurden 1995 von Haushalten, öffentlichen Einrichtungen, Gewerbe- sowie Industrie- und Energieversorgungsbetrieben in Baden-Württemberg 8,08 Mrd. m³ Abwasser in Flüsse, Seen bzw. in den Untergrund abgeleitet. Zum weitaus überwiegenden Teil (6,13 Mrd. m³) handelte es sich dabei um Kühlwasser, das hauptsächlich von den öffentlichen Wärmekraftwerken der Energiewirtschaft, zu einem kleineren Teil von Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes in die Oberflächengewässer eingeleitet wurde. Gegenüber 1991 ist das gesamte Abwasseraufkommen um ca. 10 % angestiegen (Tabelle 1). Der Grund für dieses 1995 deutlich höhere Abwasseraufkommen liegt in der um fast dieselbe Größenordnung höheren Kühlwasserableitung durch die Energieerzeuger. Die Ursachen sind zum einen die angestiegene Stromproduktion und zum anderen die 1995 vergleichsweise günstigen Witterungsverhältnisse, die eine höhere Wasserentnahme insbesondere aus Neckar und Rhein zuließen. Die gesetzlichen Auflagen für die Entnahme und Ableitung von Wasser für Kühlzwecke betreffen in erster Linie die Abwärmeeinfuhr in die Gewässer, die bei niedrigen Wasserständen geringer ausfallen muß als in regenreichen Zeiträumen.

Die Kühlwasserableitung der Industriebetriebe ist aufgrund von Produktionsrückgängen bzw. -verlagerungen sowie durch

fortgeschrittene Wassersparmaßnahmen um immerhin gut 20 % zurückgegangen.¹

Rückgang der Schmutzwassermenge aus Haushalten – aber mehr Fremd- und Regenwasser

Bei den Abwässern aus der häuslichen bzw. gewerblichen Nutzung wie auch bei den Abwässern aus der industriellen Produktion stellen vor allem die Stoffeinträge, die mit der Einleitung dieser Abwässer verbunden sind, eine beachtliche

Umweltbelastung dar. Das Aufkommen der kommunalen Abwässer aus Haushalten, öffentlichen Einrichtungen, Kleingewerbe und Dienstleistungsbereich betrug 1995 knapp 542 Mill. m³. Das industrielle Produktionsabwasseraufkommen aus dem Verarbeitenden Gewerbe betrug gut 230 Mill. m³. Beide Aufkommensgrößen lagen bedingt durch die fortgesetzten Wassersparmaßnahmen sowie wegen deutlicher Produktionsrückgänge bzw. -verlagerungen in der Industrie spürbar niedriger als im Jahr 1991.

An die Einleitung der kommunalen bzw. industriellen Abwässer sind zunehmend strenge Auflagen geknüpft, die nur durch vorgeschaltete Behand-

lung erfüllt werden können. Demzufolge geschieht die Einleitung dieser kommunalen und industriellen Abwässer in der

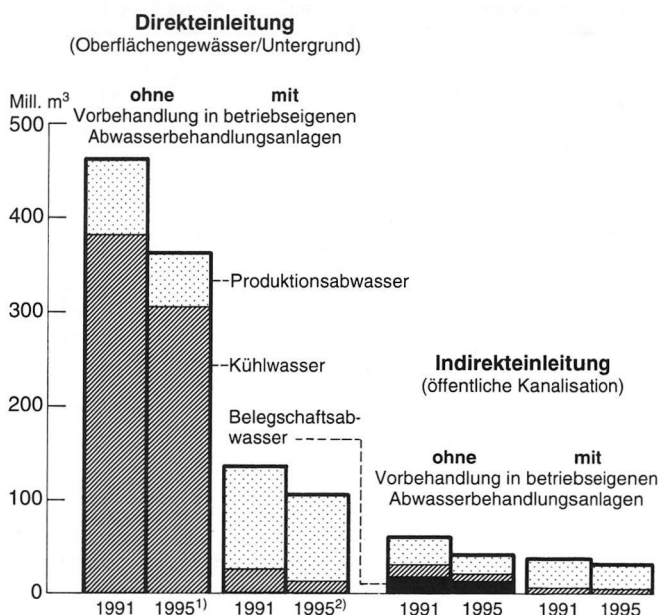


Der Autor: Dr. Helmut Büringer ist Leiter des Referats „Umweltbeobachtung, Ökologie, Umweltökonomische Gesamtrechnungen“ im Statistischen Landesamt Baden-Württemberg.

¹ Vgl. Büringer, Helmut: Zur aktuellen Entwicklung des Wasserbedarfs von Industrie und Energieversorgung, in: Baden-Württemberg in Wort und Zahl, Heft 3/1997, S. 102-107.

Schaubild 1

Abwassereinleitungen des Verarbeitenden Gewerbes, Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden in Baden-Württemberg 1991*) und 1995



*) Nach der neuen Berichtskreisabgrenzung. – 1) Ohne ungenutztes Wasser. – 2) Einschließlich ungenutztes Wasser.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

316 97

312 Mill. m³ ausschließlich als Kühlwasser genutzt und wurden deshalb fast vollständig ohne vorherige Behandlung direkt in die angrenzenden Vorfluter abgeleitet. Die übrige Menge in Höhe von ca. 250 Mill. m³, die in erster Linie aus Produktions- und Belegschaftsabwässern bestand, wurde zu großen Teilen in betriebseigenen Anlagen behandelt und anschließend direkt in Oberflächengewässer oder in den Untergrund eingeleitet. Direkteinleitungen von Produktionsabwasser ohne vorherige Behandlung erfolgten 1995 in weiter reduziertem Umfang, wobei es sich fast ausschließlich um Abwasser aus solchen Produktionsbereichen (zum Beispiel Kieswerken) handelte, deren Abwässer auch ohne Behandlung den gesetzlichen Auflagen an die Einleitung von Abwasser in Oberflächengewässer entsprechen. Insgesamt betrugen die Direkteinleitungen von Produktionsabwässern im Jahr 1995 rund 166 Mill. m³ und damit ca. 20 % weniger als im Jahr 1991 (Schaubild 1).

Ein Teil der Produktionsabwässer sowie fast durchweg die angefallenen Belegschaftsabwässer (zusammen ca. 95 Mill. m³) wurden als sogenannte Indirekteinleitungen über die öffentliche Kanalisation den kommunalen Kläranlagen zugeführt. Auch diese indirekt abgeleitete Abwassermenge aus der Industrie lag 1995 aus den bereits oben genannten Gründen (Wassereinsparung und Produktionsveränderungen) deutlich niedriger als noch vor vier Jahren. Vielfach wurden die indirekt eingeleiteten Produktionsabwässer vor ihrer Einleitung in die öffentlichen Kanäle in den Betrieben bestimmten Vorbehandlungsmaßnahmen, insbesondere chemisch-physikalischen Verfahren unterzogen, um Schadstoffe auszusondern, die die Reinigungsleistung der kommunalen Kläranlagen beeinträchtigen bzw. den Vorfluter unzulässig stark belasten würden.

Regel erst nach vorheriger Reinigung in kommunalen oder von den Industriebetrieben selbst betriebenen Abwasserbehandlungsanlagen.

In großem Umfang gelangten über kommunale Kläranlagen, 1995 immerhin 1,13 Mrd. m³, Regen- und Fremdwasser in die Vorfluter. Diese sehr beträchtliche Teilmenge der in kommunalen Kläranlagen behandelten Schmutzwassermenge hängt stark von den Witterungsverhältnissen ab. So lag ihr Aufkommen im vergleichsweise regenreichen Jahr 1995 um beachtliche 386 Mill. m³ oder gut 50 % höher als im eher trockenen Jahr 1991.

Während die Miterfassung und Mitbehandlung der verschmutzten Regenwassermengen entsprechend der Konzeption der Maßnahmen zum Schutz von Oberflächengewässern erfolgt, ist die Erfassung von Fremdwasser, zu einem erheblichen Teil über schadhafte Kanäle, unerwünscht. Auf die Probleme, die mit der Regenwasser- bzw. Fremdwassererfassung verbunden sind, soll weiter unten bei der Betrachtung der öffentlichen Abwasserbeseitigung nochmals eingegangen werden. Zuvor wird die Situation der industriellen Abwasserbeseitigung sowie deren Verknüpfung mit der kommunalen Abwasserwirtschaft dargestellt.

Weniger Abwasser aus der Industrie

Von den insgesamt 562,3 Mill. m³ Abwasser, die 1995 von den Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes, Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden abgeleitet wurden, waren

Verringerung der organischen Schmutzfracht des Industrieabwassers

Die über industrielle Direkteinleitungen den Flüssen bzw. Seen im Land zugeführten organischen Schmutzbelastungen werden durch die Parameter BSB₅ bzw. CSB ausgedrückt, wobei die leicht abbaubaren organischen Stoffe, ausgedrückt durch den BSB₅, im Bereich der Industrie von nur untergeordneter Bedeutung sind. Relevant ist dagegen die Fracht der schwer abbaubaren Stoffe, ausgedrückt durch den CSB, deren Fracht im Jahr 1995 landesweit rund 17 100 Tonnen betrug. Diese CSB-Fracht bezieht sich auf 150 Mill. m³ direkt eingeleitete industrielle Abwässer, darunter 102 Mill. m³ Produktionsabwässer, für die Angaben zur Schädlichkeit angegeben worden waren. Bei den übrigen direkt abgeleiteten Abwässern handelt es sich, wie oben bereits ausgeführt, fast ausnahmslos um Kühlwasser bzw. Produktionswasser aus bestimmten Branchen, das keine relevante Verschmutzung aufwies. Nur noch in Einzelfällen wurden mit Schadstoffen belastete Abwässer ohne vorherige Behandlung abgeleitet. Gegenüber 1991 lag die CSB-Fracht der industriellen Direkteinleitungen 1995 um gut 25 % niedriger, wobei besonders die Betriebe der Papiererzeugung, bei denen auch der Hauptteil der CSB-Fracht anfällt, deutliche Minderungserfolge (– 30 %) erzielt haben (Tabelle 2).

Bedingt durch die starke Konzentration der Direkteinleitungen und der damit verbundenen Schmutzfrachten auf wenige Branchen bzw. sogar Betriebe, ist auch die resultierende Belastung stark auf bestimmte Gewässerabschnitte konzentriert. In der Gliederung nach Hauptwassereinzugsgebieten des Landes ist der Rhein am weitaus stärksten durch industrielle Einleitungen belastet.

Tabelle 1
Abwasserbilanz für Baden-Württemberg 1991 und 1995

Bereich	Jahr	Abwasseraufkommen						
		insgesamt	davon					
			kommunales Abwasser		industriell-gewerbliches Abwasser ¹⁾			
			häusliches und kleingewerbli- ches Abwasser	Regen- und Fremdwasser	Kühlwasser ²⁾	Produktions- und sonstiges Abwasser	ungenutztes Wasser	
Mill. m ³								
Haushalte, Kleingewerbe	1991 . . .	1 309,9	563,9	746,0	X	X	X	
	1995 . . .	1 673,9	541,6	1 132,3	X	X	X	
Verarbeitendes Gewerbe, Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	1991 . . .	717,4	X	X	397,3	306,6	13,5	
	1995 . . .	554,5	X	X	312,0	231,9	10,6	
Energiewirtschaft	1991 . . .	5 380,7	X	X	5 365,3	11,3	4,1	
	1995 . . .	5 834,5	X	X	5 822,6	8,2	3,7	
Übernahme von anderen Bundesländern ⁷⁾	1991 . . .	9,2	7,4	—	1,8			
	1995 . . .	10,4	8,8	—	1,6			
Statistische Differenz	1991 . . .	—	—	—	—	—	—	
	1995 . . .	20,6 ⁸⁾	—	—	—	20,6 ⁸⁾	—	
Insgesamt	1991 . . .	7 417,2	571,3	746,0	5 762,6	319,7	17,6	
	1995 . . .	8 093,9	550,4	1 132,3	6 134,6	262,3	14,3	

¹⁾ Energiewirtschaft, Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe. — ²⁾ Das im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in betriebseigenen Anlagen mitbehandelte Kühlwasser, welches ungenutztes Wasser. — ³⁾ in betriebseigenen Behandlungsanlagen. — ⁴⁾ Einschließlich Abgabe an biologische Kläranlagen in anderen Bundesländern (1991 = 1,6 richtskreisabgrenzung bei Bergbau und Verarbeitendem Gewerbe (Industrieabwasser laut Kläranlagen insgesamt 96,1 Mill. m³).

Gemessen an der Zahl der Betriebe oder an der Beschäftigtenzahl des Verarbeitenden Gewerbes, Bergbaus sowie der Gewinnung von Steinen und Erden, stützt sich die Industrie bei der Abwasserbeseitigung in erster Linie auf Einrichtungen der kommunalen Abwasserbeseitigung. Das heißt, die Mehrzahl der Betriebe leitet ihre Abwässer über die öffentliche Kanalisation in kommunale Kläranlagen ein. Auch wenn diese Indirekt-einleitungen der Industrie einen vergleichsweise geringen Teil der kommunalen Abwässer insgesamt ausmachen, so ist doch aufgrund der meist spezifischen und mitunter besonders

Tabelle 2
Direktleitungen des Verarbeitenden Gewerbes, des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden in Baden-Württemberg 1995 nach Hauptwassereinzugsgebieten

Wassereinzugsgebiet (WEG)	Betriebe mit Direkt- ableitung ins- gesamt	Abwas- sermenge ins- gesamt	Darunter Produktionsabwasser insgesamt		BSB ₅				CSB			
			Betriebe	Abwas- sermenge	Betriebe mit Angaben zum BSB ₅	Bezugs- menge ins- gesamt	darunter Produk- tions- abwasser	Fracht	Betriebe mit Angaben zum CSB	Bezugs- menge ins- gesamt	darunter Produk- tions- abwasser	Fracht
	Anzahl	1 000 m ³	Anzahl	1 000 m ³	Anzahl	1 000 m ³		t	Anzahl	1 000 m ³		t
Insgesamt												
Land zusammen	438	470 044,0	204	165 865,4	57	131 799,2	98 190,7	1 381	76	152 074,7	103 241,1	15 953
davon im WEG												
1. Bodensee	24	25 460,5	13	5 880,4	1	4 996,7	4 996,7	40	2	4 996,7	4 996,7	425
2. Rhein	234	365 821,5	118	122 374,9	30	98 107,9	64 583,5	1 123	41	114 767,6	68 517,2	11 508
3. Neckar	109	46 498,2	40	18 488,8	19	17 109,7	17 025,6	109	25	20 685,0	18 101,9	1 188
4. Main	4	206,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. Donau	67	32 057,5	33	19 121,3	7	11 584,9	11 584,9	109	8	11 625,3	11 625,3	2 832
vorher behandelt												
Zusammen	65	106 155,1	65	106 155,1	49	94 000,2	94 000,2	1 368	65	96 736,7	96 736,7	15 908
davon im WEG												
1. Bodensee	2	4 997,4	2	4 997,4	1	4 996,7	4 996,7	40	2	4 996,7	4 996,7	425
2. Rhein	36	71 819,2	36	71 819,2	26	60 769,8	60 769,8	1 114	36	62 405,6	62 405,6	11 469
3. Neckar	20	17 966,7	20	17 966,7	16	16 902,3	16 902,3	106	20	17 962,7	17 962,7	1 183
4. Main	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. Donau	7	11 371,7	7	11 371,7	6	11 331,3	11 331,3	108	7	11 371,7	11 371,7	2 831
unbehandelt												
Zusammen	373	363 888,9	139	59 710,3	8	37 799,1	4 190,6	13	11	55 338,0	6 504,4	45
davon im WEG												
1. Bodensee	22	20 463,1	11	883,0	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Rhein	198	294 002,3	82	50 555,7	4	37 338,1	3 813,6	9	5	52 362,1	6 111,6	39
3. Neckar	89	28 531,5	20	522,1	3	207,4	123,4	3	5	2 722,3	139,2	5
4. Main	4	206,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. Donau	60	20 685,8	26	7 749,5	1	253,6	253,6	1	1	253,6	253,6	1

Abwassereinleitung							Jahr	Bereich
insgesamt	davon							
	Einleitung von kommunalem Abwasser			industriell-gewerbliche ¹⁾ Direkteinleitungen				
	in mechani- sche Klär- anlagen	in biologi- sche Klär- anlagen	in die Sam- melkanalisa- tion, aber nicht in Klär- anlagen ³⁾	Kühlwasser ⁴⁾	Produktions- und sonstiges Abwasser			
					nach Be- handlung ⁵⁾	ohne Behandlung		
Mill. m ³								
1 309,9	0,0	1 304,9 ^a	5,0	X	X	X	1991	Öffentliche Abwasserbeseitigung
1 673,9	0,0	1 670,5 ^a	3,4	X	X	X	1995	
717,4	–	111,4	–	396,6	128,6	80,6	1991	Verarbeitendes Gewerbe, Bergbau und
554,5	–	74,0	–	314,5	106,2	59,7	1995	Gewinnung von Steinen und Erden
5 380,7	–	2,2	–	5 369,0	6,2	3,2	1991	Energiewirtschaft
5 834,5	–	1,5	–	5 826,2	4,8	2,0	1995	
9,2	–	9,2	–	–	–	–	1991	Übernahme von anderen Bundesländern ⁷⁾
10,4	–	10,4	–	–	–	–	1995	
–	–	–	–	–	–	–	1991	Statistische Differenz
20,6 ^a	–	20,6 ^a	–	–	–	–	1995	
7 417,2	0,0	1 427,7 ^a	5,0	5 765,6	134,8	83,8	1991	Insgesamt
8 093,9	0,0	1 777,0 ^a	3,4	6 140,7	111,0	61,7	1995	

ser ist in der Position „Produktions- und sonstiges Abwasser“ enthalten (1991 = 24,7 Mill. m³, 1995 = 15,3 Mill. m³. – ³⁾ Ohne Regen- und Fremdwasser. – ⁴⁾ Einschließ-
Mill. m³, 1995 = 2,1 Mill. m³). Differenzen in der Summe ergeben sich durch Runden der Zahlen. – ⁷⁾ Einschließlich Ausland. – ⁸⁾ Differenz bedingt durch neue Be-

hohen Schadstoffkonzentration die Belastung der Kläranlagen durch industrielle Abwässer zumindest regional von erheblicher Bedeutung. Hinzu kommt, daß die industriellen Abwässer auch Inhaltsstoffe aufweisen können, die in den Kläranlagen nur schwer oder gar nicht abgebaut werden und deshalb über die Klärschlämme oder das nach der Klärung abgeleitete Abwasser potentiell die Umwelt gefährden.

Fast 1,8 Mrd. m³ Abwasser in kommunalen Kläranlagen

Insgesamt wurden im Jahr 1995 durch die öffentliche Abwasserbeseitigung, das heißt über die von den Gemeinden des Landes betriebenen Sammelkanalisationen, fast 1,8 Mrd. m³ Abwasser erfaßt. Ca. 95 Mill. m³ davon waren industrielle Indirektleitungen. Weitere 542 Mill. m³ stammten aus Haushalten, öffentlichen Einrichtungen, dem Kleingewerbe und dem

Dienstleistungsbereich. Den Löwenanteil der gesamten über die Kanalisation erfaßten Abwassermenge machten mit 1,13 Mrd. m³ Regen- und Fremdwasser aus. Dieses über die öffentliche Sammelkanalisation erfaßte Abwasseraufkommen, die Jahresschmutzwassermenge, wurde nahezu vollständig in biologischen Kläranlagen behandelt. Bezogen auf die gesamte Wohnbevölkerung waren damit 96,4 % der Einwohner im Land an biologische Kläranlagen angeschlossen (Tabelle 3). Vor allem in ländlichen Gebieten bestehen aber noch bemerkenswerte Lücken im Anschluß an Kläranlagen, so daß landesweit im Jahr 1995 noch 60 000 Einwohner zwar an die Sammelkanalisation, aber nicht an Kläranlagen angeschlossen und weitere 184 000 Einwohner gänzlich ohne Anschluß an die öffentliche Abwasserbeseitigung waren. Diese zuletzt genannten 184 000 Einwohner in meist kleinen verstreuten Siedlungen nutzten entweder Kleinkläranlagen (73 000 Einwohner) oder geschlossene Gruben mit anschließender Unterbringung der Abwassermengen in öffentlichen Kläranlagen oder auf landwirtschaftlichen Flächen (80 000 Einwohner).

Tabelle 3

An die öffentliche Abwasserbeseitigung angeschlossene Einwohner in Baden-Württemberg 1987, 1991 und 1995 nach Ausstattung der Kläranlage

Jahr	Einwohner insgesamt	Davon			An biologische Kläranlagen angeschlossen	Darunter an Kläranlagen mit		
		an die Sammel- kanalisation angeschlossen	nicht angeschlossen an die öffent- liche Abwasserbeseitigung			Phosphat- elimination (ohne Denitrifikation)	Nitrifikation und Denitrifikation (ohne Phosphat- elimination)	Phosphat- elimination sowie Nitrifi- kation und Denitrifikation
			entsorgt über Kleinkläranlagen	entsorgt über geschlossene Gruben ¹⁾				
1987	9 330	9 111	219		8 960			
1991	10 002	9 814	66	122	9 730	1 724	475	771
1995	10 319	10 135	73	111	10 075	2 686	243	3 042

¹⁾ Einschließlich sonstige Abwasserbeseitigung.

Anforderung an das Abwasser am Kläranlagenabfluß (Einleitstelle)

Ausbaugröße in Einwohnergleichwerten (EW)	Biochemischer Sauerstoffbedarf ¹⁾ (BSB ₅)		Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)		Phosphor gesamt (P _{ges})		Stickstoff gesamt (N _{ges})		Ammonium- Stickstoff NH ₄ ⁺ -N
	EG- Richtlinie	Abwasser- verordnung	EG- Richtlinie	Abwasser- verordnung	EG- Richtlinie	Abwasser- verordnung	EG- Richtlinie	Abwasser- verordnung	nur Abwasser- verordnung
Konzentrationsgrenzwerte in mg/l									
unter 1 000	25	40	125	150	–	–	–	–	–
1 000 – 5 000	25	25	125	110	–	–	–	–	–
5 001 – 10 000	25	20	125	90	–	–	–	–	10
10 001 – 100 000	25	20	125	90	2	2	15	18	10
100 000 und mehr	25	15	125	75	1	1	10	18	10
Alternativ zum Konzentrations- grenzwert mögliche Minderungsquote	70 – 90%	–	75 %	–	80 %	–	70 – 80%	70 %	–

¹⁾ Gemäß EG-Richtlinie 91/272/EWG und Anhang 1 der Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung - AbwV); Bundesgesetzblatt Nr. 19 vom 25. März 1997. – ²⁾ Meßzahl für die Menge an gelöstem Sauerstoff in mg/l, die in 5 Tagen bei 20 °C zum biologischen Abbau organischer Stoffe benötigt wird. – ³⁾ Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff.

Die Abwassermenge (ohne Regenwasser), die aus den nicht an die öffentlichen Abwasserbeseitigungseinrichtungen angeschlossenen Siedlungen in Vorfluter oder in den Untergrund abgeleitet wurde, dürfte sich auf jährlich rund 1,3 Mill. m³ belaufen. Darüber, inwieweit neben den oben betrachteten Abwässern der direkt ableitenden größeren Industriebetriebe auch Abwässer aus kleineren Industriebetrieben außerhalb der öffentlichen Abwasserbeseitigung direkt entsorgt werden, liegen keine Angaben vor.

Aktuelle gesetzliche Anforderungen an die Kläranlagenreinigungsleistung

Schon Mitte der 80er Jahre war der Anschluß an Kläranlagen mit biologischer Reinigungsstufe im Land weit vorangeschritten. Seit Ende der 80er Jahre richtet sich die Aufmerksamkeit verstärkt auf sogenannte „weitergehende Behandlungsverfahren“ zur Nährstoffelimination, das heißt auf die Verminderung des Gehalts an Phosphor- bzw. Stickstoffverbindungen, um dadurch die Eutrophierung der Nord- und Ostsee einzudämmen. Mit der ersten allgemeinen Verwaltungsvorschrift über Mindestanforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer vom 9. November 1988 wurden erstmals Begrenzungen des Gehalts an Ammoniumstickstoff und Phosphor am Kläranlagenablauf festgesetzt. Die Umsetzung der dort verankerten Bestimmungen schrieb eine entsprechende Auslegung der Kläranlagen bis zum 1. Januar 1992 vor. Zwischenzeitlich wurden die Anforderungen weiter verschärft. Heute gelten die Vorgaben der EG-Richtlinie über die Behandlung kommunaler Abwässer (91/272/EWG) bzw. der neuen Abwasserverordnung (Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer) vom 21. März 1997 (*Übersicht*).

Die Senkung des Gehalts an Phosphorverbindungen (P_{gesamt}) im Kläranlagenablauf geschieht in der Regel durch chemische Fällung mit Aluminium- und Eisensalzen sowie durch Kalk als Fällungsmittel.

Stickstoff liegt im Abwasser in Form verschiedener, ineinander umwandelbarer Verbindungen vor. Aus dem organischen Ammonium-Stickstoff (NH₄⁺-N) entsteht durch mikrobielle Nitrifikation das anorganische Nitrat, das durch Denitrifikationsprozesse zu elementarem Stickstoff reduziert wird. Die Mindestanforderung der neuen Abwasserverordnung von maximal 10 mg pro Liter Ammonium-Stickstoff im Kläranlagenablauf, die temperaturgebunden ist, entspricht einer weitgehen-

den Oxidation des Stickstoffs ebenso wie der anderen organischen Verbindungen, da die Nitrifizierung im wesentlichen erst nach dem Kohlenstoffabbau einsetzt. Nitrifizierende Kläranlagen weisen deshalb im allgemeinen auch vergleichsweise niedrige Ablaufwerte für den BSB₅ auf. Die bis zum 1. Januar 1999 nach der EG-Richtlinie geforderten Grenzwerte für den Gesamtstickstoffgehalt (N_{gesamt} = Summe aus organischen und anorganischen Stickstoffverbindungen) am Kläranlagenablauf können in der Regel nur durch eine zusätzliche Denitrifikationsstufe erreicht werden. Die Denitrifikation setzt die fortgeschrittene Aufoxidation von Ammonium zu Nitrat sowie besondere bauliche Ausführungen, die sauerstofffreie Zonen schaffen, voraus.

Ausstattung der Kläranlagen zur weiter gehenden Abwasserbehandlung noch lückenhaft

Bis Ende des Jahres 1995 waren 169 Kläranlagen im Land, mit einer Ausbaugröße von zusammen 8,8 Mill. Einwohnergleichwerten²⁾ (41 %), sowohl mit Einrichtungen zur Phosphorelimination als auch mit der Möglichkeit zur Nitrifikation bzw. Schlammstabilisierung und anschließender Denitrifikation ausgestattet. 47 Kläranlagen verfügten über Einrichtungen zur Phosphorelimination in Kombination mit Nitrifizierung bzw. Schlammstabilisierung, jedoch nicht über die Möglichkeit der Denitrifikation. Weitere 114 Kläranlagen betrieben als weiter gehende Abwasserbehandlung ausschließlich die Phosphorelimination, so daß insgesamt 330 Kläranlagen des Landes Ende 1995 die Phosphorelimination als Bestandteil der Abwasserreinigung aufwiesen (80 % der insgesamt bestehenden Ausbaugröße) (*Schaubild 2*).

Kläranlagen, die den Ammonium-Stickstoff abbauten und anschließend durch Denitrifikation den Gesamtstickstoffgehalt verminderten, gab es Ende des Jahres 1995 insgesamt 339 mit zusammen 46 % der landesweit bestehenden Ausbaugröße. Die Zahl der Anlagen, die 1995 als weiter gehende Abwasserbehandlung ausschließlich die Nitrifikation bzw. Schlammstabilisierung zur Verminderung des Ammoniumstickstoffgehaltes betrieben, lag bei 286 Anlagen. Eine beachtliche Anzahl

²⁾ Ein „Einwohnergleichwert“ entspricht der Menge an leicht abbaubaren organischen Substanzen, die ein Mensch pro Tag durchschnittlich ins Abwasser gibt und für deren biologischen Abbau 60 Gramm Sauerstoff benötigt werden.

weiterer Kläranlagen erfüllten 1995 allein durch gezielte Bemessung die Mindestanforderungen bezüglich Ammoniumstickstoff. Für die Vermehrung der nitrifizierenden Bakterien sind nämlich eine ausreichende Sauerstoffversorgung, eine lange Aufenthaltszeit des Abwassers und ein hohes Schlammalter Voraussetzung. Das heißt, für den erforderlichen Abbau von Ammonium-Stickstoff genügt letztlich eine vergleichsweise niedrige hydraulische Belastung der Kläranlage.

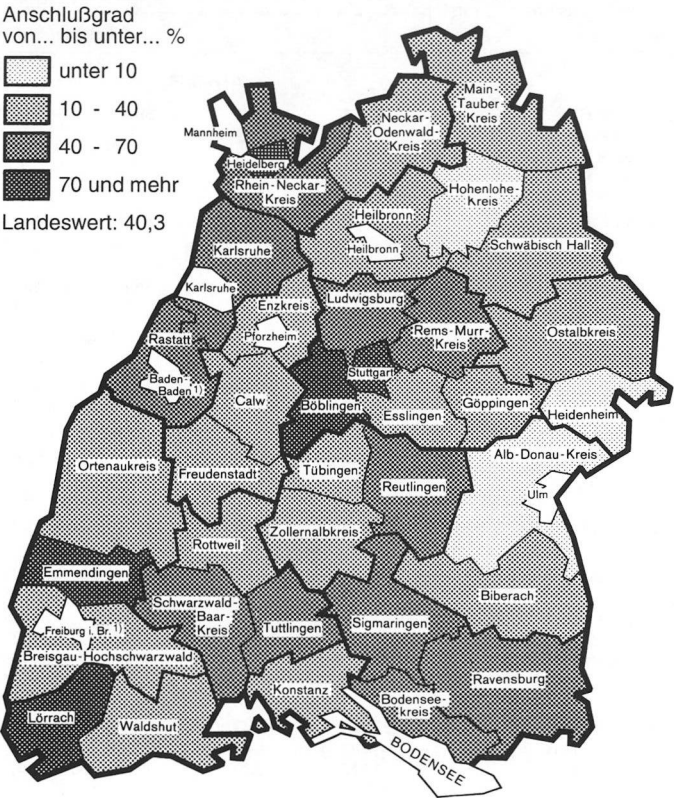
Hoher Standard beim Abbau der organischen Belastungen...

Die Anforderungen, die in der EG-Richtlinie bzw. der neuen Abwasserverordnung von 1997 formuliert sind, beziehen sich auf die Reinigungsleistung der einzelnen Kläranlage (Übersicht). Deshalb werden im folgenden die Ablaufkonzentrationen der einzelnen Kläranlagen bzw. deren prozentuale Frachtminderung je Parameter und nach Ausbaugrößenklassen betrachtet. Außerdem erfolgt eine Darstellung differenziert nach den fünf Hauptwassereinzugsgebieten des Landes, da nach der EG-Richtlinie für die Einzugsbereiche Bodensee, Rhein, Neckar und Main strengere Anforderungen gelten als für das Einzugsgebiet der Donau (Tabelle 4).

Zusammen mit den genannten gesetzlichen Anforderungen an die abgeleiteten Abwässer sind auch Vorgaben für die bei der Überprüfung der Beschaffenheitskriterien anzuwendenden Meßmethoden gemacht. Die im folgenden dargestellten Ergebnisse über die Reinigungsleistung sind das Resultat der Abfrage im Rahmen der amtlichen Abwasserstatistik, die nach Jahresdurchschnittskonzentrationen der verschiedenen Beschaffenheitsparameter sowohl im Zulauf als auch im Ablauf der Kläranlage fragt. Die den Jahresdurchschnitten zugrundeliegenden Einzelmeßergebnisse sind nicht Gegenstand der Erhebung. Trotz der zusammenfassenden Betrachtungsweise der im Jahresmittel erbrachten Reinigungsleistung liefern die Daten wichtige Hinweise auf den Leistungsstand der Abwasserreinigung auch im Hinblick auf die genannten gesetzlichen Anforderungen an die Einleitung von Abwässern. Von den 1 218 Kläranlagen, die Ende 1995 in Betrieb waren, haben – mit Ausnahme von 14 – alle Anlagen die Anforderungen der EG-Richtlinie bezüglich des BSB₅-Ablaufwertes erfüllt. Von den 14 Anlagen mit zu hohen durchschnittlichen Ablaufwerten haben 9 Anlagen, für die auch Messungen der Zulaufkonzentrationen vorlagen, ersatzweise die geforderte Verminderungsquote von mindestens 70 % übertroffen, so daß 1995 maximal fünf Anlagen bezüglich des BSB₅-Wertes den EG-Anforderungen nicht genügten.

Ähnlich positiv wie bei den leicht abbaubaren Stoffen (BSB₅) ist, wiederum gemessen an der EG-Richtlinie, auch die Reini-

Schaubild 2
Anschlußgrad der Bevölkerung an Kläranlagen mit Phosphat- und Stickstoffelimination*) in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1995



*) Auch in Kombination mit anderen Einrichtungen zur Abwasserbeseitigung. – 1) Freiburg und Baden-Baden sind an Kläranlagen im Landkreis Emmendingen bzw. Rastatt angeschlossen.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 313 97

gungsleistung bezüglich der mit dem CSB ausgedrückten schwer abbaubaren Stoffe. Lediglich zwei Anlagen konnten 1995 den geforderten Ablaufwert von maximal 125 mg im Durchschnitt nicht einhalten. Beide haben aber ersatzweise die geforderte Abbauquote von 75 % übertroffen.

Verglichen mit der neuen Abwasserverordnung ist die Situation etwas weniger zufriedenstellend, da sowohl bezogen auf den BSB₅ als auch bezogen auf den CSB für Anlagen mit über 5 000 Einwohnergleichwerten höhere Anforderungen

Tabelle 4
Beschaffenheit des abgeleiteten Abwassers aus öffentlichen Kläranlagen in Baden-Württemberg 1987, 1991 und 1995

Jahr	Behandelte Abwassermenge ^{1) 2)}	Ablaufkonzentrationen und -frachten									
		Biochemischer Sauerstoffbedarf (ATH-BSB ₅)		Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)		Ammonium-Stickstoff (NH ₄ ⁺ -N)		Gesamtstickstoff (Nges)		Gesamtphosphor (Pges)	
		1 000 m ³	mg/l	t	mg/l	t	mg/l	t	mg/l	t	mg/l
1987	1 770 569	7	12 901	35	61 705	8	14 313
1991	1 426 004	7	9 923	41	58 947	7	10 011	21	29 245	2	2 554
1995	1 774 352	5	9 333	29	52 174	4	7 707	15	25 785	1	1 486

¹⁾ Häusliches und industriell-gewerbliches Abwasser, Regen- und Fremdwasser. – ²⁾ In den Jahren 1991 und 1995 waren im Gegensatz zum Jahr 1987 für einzelne Kleinkläranlagen keine Ablaufwerte verfügbar. Nennenswerte Auswirkungen auf die Vergleichbarkeit der eingeleiteten Schmutzfrachten ergeben sich daraus nicht.

Tabelle 5

Beschaffenheit des Abwassers aus öffentlichen Kläranlagen in Baden-Württemberg 1995 nach Ausbaugrößenklassen

Konzentration am Ablauf der Kläranlage von ... bis unter ... mg/l	Kläranlagen insgesamt	Davon mit einer Ausbaugröße von ... Einwohnergleichwerten (EW)				
		unter 1 000	1 000 – 5 001	5 001 – 10 001	10 001 – 100 001	100 000 und mehr
		Anzahl				
ATH-BSB ₅						
BSB ₅ ≤ 15 ...	1 164	297	394	144	288	41
15 < BSB ₅ ≤ 20 ...	27	19	5	1	2	–
20 < BSB ₅ ≤ 25 ...	11	6	2	1	2	–
25 < BSB ₅ ≤ 40 ...	12	7	5	–	–	–
BSB ₅ > 40 ...	2	1	–	–	1	–
Zusammen	1 216	330	406	146	293	41
CSB						
CSB ≤ 75 ...	1 191	315	403	142	291	40
75 < CSB ≤ 90 ...	14	8	3	2	–	1
90 < CSB ≤ 110 ...	3	2	–	1	–	–
110 < CSB ≤ 150 ...	4	3	–	1	–	–
CSB > 150 ...	4	2	–	–	2	–
Zusammen	1 216	330	406	146	293	41
Pges						
Pges ≤ 1,0 ...	425	54	101	56	173	41
1,0 < Pges ≤ 2,0 ...	462	120	180	60	102	–
Pges > 2,0 ...	327	154	125	30	18	–
Zusammen	1 214	328	406	146	293	41
Nges						
Nges ≤ 10 ...	442	94	168	71	99	10
10 < Nges ≤ 15 ...	353	87	113	43	95	15
Pges > 15 ...	418	147	125	32	98	16
Zusammen	1 213	328	406	146	292	41
NH ₄ ⁺ -N						
NH ₄ ⁺ -N ≤ 10 ...	1 103	281	385	139	263	35
NH ₄ ⁺ -N > 10 ...	112	49	20	7	30	6
Zusammen	1 215	330	405	146	293	41

gelten. Jedoch auch an diesen strengeren Maßstäben gemessen, waren es 1995 nur wenige Kläranlagen, die im Jahresmittel die gemäß Abwasserverordnung geforderten Maximalkonzentrationen am Kläranlagenablauf nicht einhalten konnten (Tabelle 5).

...aber noch Nachholbedarf bei der Nährstoffelimination

Differenzierter stellt sich die Situation bei der geforderten Nährstoffelimination dar. Hier sind noch weitere Anstrengungen erforderlich, um die zum 1. Januar 1999 geforderten Anforderungen bezüglich des Gehalts an Phosphorverbindungen und erst recht bezüglich des Gesamtstickstoffgehalts zu erfüllen. Der Gehalt an Phosphorverbindungen lag 1995 im Jahresmittel noch bei 18 Kläranlagen mit mehr als 10 000 Einwohnergleichwerten über dem Grenzwert von 2 mg pro Liter. Auch die alternativ geforderte Abbaquote von mindestens 80 % wurde von diesen Anlagen nicht erreicht. Beim Gesamtstickstoffgehalt waren es 1995 noch 98 Kläranlagen der Ausbaugrößenklasse von 10 000 bis 100 000 Einwohnergleichwerten und 31 Kläranlagen mit über 100 000 Einwohnergleichwerten, die den Grenzwert von 15 mg pro Liter bzw. 10 mg pro Liter überschritten haben. Bis auf 18 Anlagen lagen diese Anlagen mit Grenzwertüberschreitung in den Wassereinzugsgebieten, die zur Nordsee hin entwässern und damit dem Belastungsgebiet laut EG-Richtlinie zugehören. Angaben über die Abbaquote sind beim Gesamtstickstoff nicht verfügbar, da

dessen Konzentration im Kläranlagenzulauf 1995 nicht gemessen wurde (Schaubild 3).

Bezüglich des Gehalts an Ammoniumstickstoff, der durch Nitrifikation bzw. Schlammstabilisierung oder bei einer günstigen Auslegung der Kläranlage in anorganischen Stickstoff umgewandelt wird, schreibt nur die neue Abwasserverordnung Grenzwerte vor. Daran gemessen haben 1995 noch 43 Anlagen mit über 5 000 Einwohnergleichwerten den Grenzwert von 10 mg pro Liter im Jahresmittel nicht eingehalten.

Erhöhte Aufmerksamkeit für den Fremdwasseranteil im Abwasser

Ein Problembereich, der die Reinigungsleistung der Kläranlagen vor allem im Hinblick auf die Nährstoffelimination sowie die Bemessungsgrundlage für den Ausbau der Kläranlagen generell betrifft, liegt im mitunter zu hohen Anteil des Fremdwassers an der insgesamt den Kläranlagen zugeführten Abwassermenge. Dieses Fremdwasser gelangt beispielsweise über undichte, defekte Abwasser-

kanäle in die Kläranlage oder wird durch den Anschluß von Quellen, Bachläufen etc. an das Kanalnetz verursacht. Der mit der Fremdwassererfassung verbundene Verdünnungseffekt führt zwar zu einer geringeren Schadstoffkonzentration am Zulauf und möglicherweise auch am Ablauf der Kläranlage, die Schadstofffracht im Abwasser bleibt jedoch davon unberührt, so daß die Nachteile eines zu hohen Fremdwasseranteils letztlich überwiegen. Diese Nachteile bestehen vor allem in der unnötig vergrößerten hydraulischen Auslastung der Kläranlage, das heißt der damit tendenziell notwendigen größeren Bemessung der Reinigungsstufen und in der Beeinträchtigung der Reinigungsleistung insbesondere in der dritten Stufe zur Verringerung der Nährstoffe. Die Reduzierung des Fremdwasseranteils kann also erhebliche Kosteneinsparungen und Verbesserungen der Reinigungsleistung beim Kläranlagenbetrieb bewirken. Um eine Begrenzung des Anteils an Fremdwasser zu erreichen, ist vielfach die Sanierung des Kanalnetzes notwendig. Diese Aufgabe stellt sich den Gemeinden jedoch auch aus Gründen des Grundwasserschutzes.

Eine Reihe von Kläranlagenbetreibern widmet sich inzwischen intensiv dem Fremdwasserproblem. So haben 1995 ca. 500 Kläranlagen Angaben zum Fremdwasseranteil vorgelegt. Im Durchschnitt betrug der Fremdwasseranteil bei diesen Anlagen 26,5 %. Schaubild 4 gibt einen Eindruck über die beträchtliche Streuung des Fremdwasseranteils, der immerhin zwischen weniger als 10 % und weit über 60 % liegt. Werden die 50 % Fremdwasseranteil überschritten, so sieht das Abwasserabgabengesetz eine erhöhte Abwasserabgabe vor, so daß auch aus diesem Grund Anstrengungen zur Verringerung des Fremdwasseranteils geboten sind.

Ausbau der Regenwasserbehandlung weiter fortgeschritten

Eine wichtige Voraussetzung für den ordnungsgemäßen Betrieb der Kläranlagen wie für einen durchgreifenden erfolgreichen Gewässerschutz überhaupt ist der Ausbau von Einrichtungen zur Regenwasserbehandlung. Zu Beginn eines Regens treten in der öffentlichen Kanalisation oft wesentlich höhere Belastungen auf als bei Trockenwetter. Das dann auftretende Niederschlagswasser enthält neben den Abschwemmungen von befestigten und unbefestigten Flächen auch die Ausspülungen von Ablagerungen, die sich nach einer längeren Trockenperiode in der Kanalisation gebildet haben. Um daraus resultierende Stoßbelastungen für die Kläranlage zu vermeiden, werden die Regenüberläufe mit Becken zur Schmutzrückhaltung kombiniert. Sie speichern die Abflußspitzen und geben das gesammelte Wasser nach und nach an die Kläranlage ab. Der Bau von Regenwasserbehandlungsanlagen wurde in Baden-Württemberg bis 1995 deutlich vorangetrieben. Mit über 5 600 Bauwerken und einem Fassungsvermögen von ca. 2,9 Mill. m³ sind rund 80 % der landesweit notwendigen Kapazitäten errichtet. Zum weitaus überwiegenden Teil handelt es

Schaubild 3

Stickstoff- und Phosphor-Frachten im Ablauf öffentlicher Kläranlagen in Baden-Württemberg 1991 und 1995 nach Hauptwassereinzugsgebieten

Fluß
Hauptwasserscheide

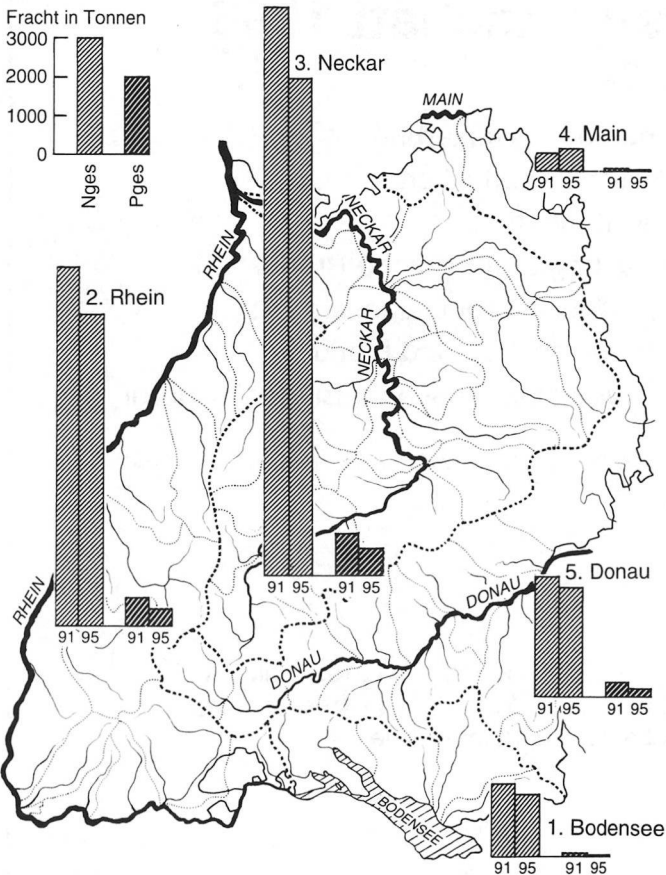
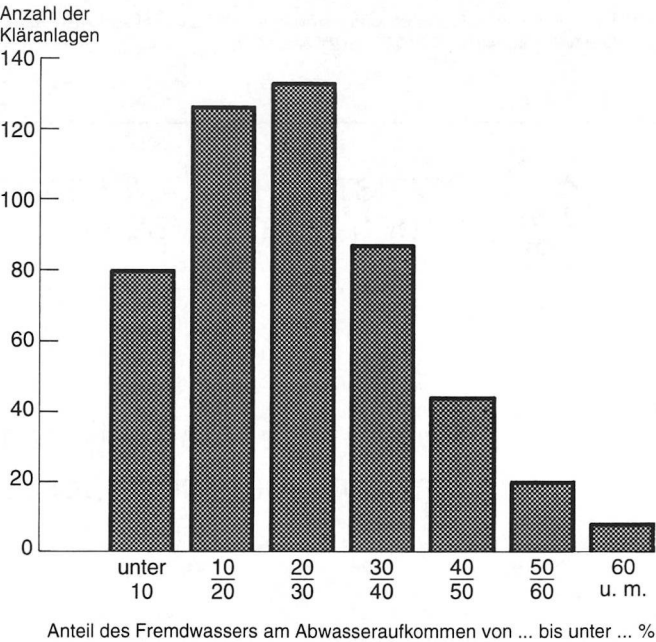


Schaubild 4

Fremdwasseranteil in Kläranlagen*) in Baden-Württemberg 1995



*) Kläranlagen mit Angaben zum Fremdwasseranteil.

sich bei diesen Regenwasserbehandlungsbauwerken um Regenüberlaufbecken, die hauptsächlich in der im Land dominierenden Mischkanalisation zum Einsatz kommen. Diese Bauwerke geben je nach Anordnung des Regenüberlaufs entweder vorher entschlammtes oder das nach dem ersten Spülstoß zufließende nur gering verschmutzte Mischwasser in den Vorfluter ab.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Abwasserbeseitigung sowohl im kommunalen als auch im industriellen Bereich hat in Baden-Württemberg einen hohen Standard erreicht. Durch beträchtliche Aufwendungen wurde auch eine positive Entwicklung der Gewässergüte in Baden-Württemberg erzielt. Im Zeitraum von 1975 bis 1995 haben die Kommunen des Landes immerhin 25,2 Mrd. DM und die Industrie rund 4,1 Mrd. DM für den Gewässerschutz investiert. Trotzdem besteht in Teilbereichen noch erheblicher Bedarf an weiteren Maßnahmen, um bestehende Lücken im Gewässerschutz zu schließen. Angefangen von der Sanierung bzw. vom in Teilbereichen notwendigen Ausbau der Kanalnetze über den erforderlichen Bau weiterer Regenentlastungsbauwerke bis hin zur Nachrüstung von Kläranlagen mit Einrichtungen zur Stickstoff- und Phosphorelimination, stellt der Gewässerschutz sicher auch in den nächsten Jahren eine Schwerpunktaufgabe des Umweltschutzes im kommunalen Bereich dar. Allein um die Vorgaben der EG-Richtlinie zur Nährstoffelimination einzuhalten, sind bis Ende 1998 bei einer ganzen Reihe von Kommunen große Anstrengungen und Aufwendungen erforderlich. Ausgehend vom derzeitigen

Stand, schätzt das Ministerium für Umwelt und Verkehr, daß dafür landesweit noch Investitionen in einem Gesamtvolumen von 1,5 bis 2 Mrd. DM erforderlich sind. Insgesamt schätzt

man den Bedarf an Investitionsmitteln für die Erfüllung der anstehenden Aufgaben in der kommunalen Abwasserbeseitigung bis zur Mitte des nächsten Jahrzehnts auf ca. 10 Mrd. DM.³ Der überwiegende Teil davon wird für die Sanierung des Kanalnetzes veranschlagt.

³ Stellungnahme des Ministeriums für Umwelt und Verkehr zur Landtagsanfrage der FDP/DVP, Drucksache 12/1519 vom 21. Mai 1997.

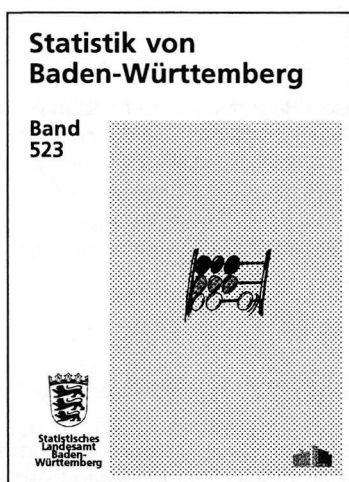
Dr. Helmut Büringer



STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG

Suchen Sie Informationen über die
landwirtschaftliche Produktions- und Marktstruktur?

Hier sind sie - mit Kreisergebnissen!



Die Land- und Forstwirtschaft 1996 Band 523

- Fläche und Bevölkerung
- Pflanzliche Produktion
- Weinwirtschaft
- Viehhaltung und tierische Produktion
- Betriebs- und Produktionsstruktur
- Betriebswirtschaft und Markt
- Forst- und Forstwirtschaft, Binnenfischerei

136 Seiten, 76 Tabellen, 23 Schaubilder, kartoniert, 19,10 DM (zuzüglich Versandkosten)
ISSN 0174 - 1462, Artikel-Nr. 2214 96001

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Böblinger Str. 68, 70199 Stuttgart
Telefon (0711) 641-2866, Telefax (0711) 641-2130, E-Mail: stala.bw@t-online.de
Jetzt auch im Internet: <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de>