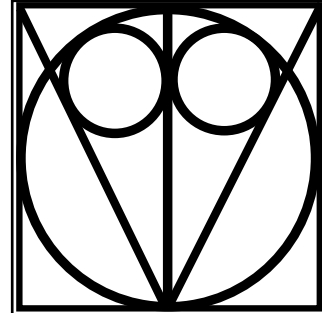


# IÖV-H-Wa/Wv-96

## IÖV

INGENIEURÖKOLOGISCHE  
VEREINIGUNG DEUTSCHLAND

Frohsinnstr. 11 D - 86150 Augsburg



## IÖV-Hinweisblatt Wa/Wv-96

### Der "Kleine Wasserkreislauf"- Grundsätze für ein ökologisches Wasser-/Abwasserkonzept

#### INHALT:

1. Grundsätzliche Überlegungen
2. Probleme der aktuellen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung
3. Probleme der rechtlichen Rahmenbedingungen
4. Probleme der Grenzwerte und der Einleitungsgenehmigung
5. Technische Lösungen
  - 5.1. Die optimierte Gesamtkonzeption
  - 5.2. Einzellösungen
  - 5.3. Mischung verschiedener Abwasserbehandlungssysteme
  - 5.4. Regen- und Grauwassernutzung
6. Ausblick

# Ingenieurökologische Vereinigung Deutschland IÖV

**Regelwerk** Wasser/Abwasser

## **Hinweisblatt Wa/Wv-96**

### **Der "Kleine Wasserkreislauf"-Grundsätze für ein ökologisches Wasser-/Abwasserkonzept**

**Verfasser:**

Prof. Dr.-Ing. D. Glücklich, Hamburg

Dieses Hinweisblatt wurde von der Mitgliederversammlung am 16.4.96 in Freising-Weihenstephan einstimmig als Grundsatzblatt für die Arbeit der Ingenieurökologischen Vereinigung Deutschland (IÖV) beschlossen.

G. Geller, 1. Vorsitzender

Diskussionsbeiträge zu diesem Hinweisblattes bitte direkt an den Autor, Herrn Prof. Dr.-Ing. D. Glücklich, schicken.

Anschrift:

Prof. Dr.-Ing. D. Glücklich  
Technische Universität Hamburg-Harburg  
Arbeitsbereich Angewandte Bautechnik  
21071 Hamburg

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, fotomechanische Wiedergabe und Verarbeitung auf elektronischen Datenverarbeitungsgeräten, auch auszugsweise, verboten.

© 1996 Ingenieurökologische Vereinigung Deutschland (IÖV) e. V., Augsburg

Augsburg, November 1996

Vertrieb:

Ingenieurökologische Vereinigung Deutschland (IÖV)  
Geschäftsstelle: Frohsinnstr. 11, 86150 Augsburg  
Tel.: 0821-575165, Fax: 0821-582472, e-Post: info@ioev.de

# IÖV-H-Wa/Wv-96

## IÖV-Hinweisblatt Wa/Wv-96 Der "Kleine Wasserkreislauf"- Grundsätze für ein ökologisches Wasser-/Abwasserkonzept

### INHALT:

	Seite
1. Grundsätzliche Überlegungen	4
2. Probleme der aktuellen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	5
3. Probleme der rechtlichen Rahmenbedingungen	7
4. Probleme der Grenzwerte und der Einleitungs- genehmigung	8
5. Technische Lösungen	9
5.1. Die optimierte Gesamtkonzeption	9
5.2. Einzellösungen	9
5.3. Mischung verschiedener Abwasser- behandlungssysteme	11
5.4. Regen- und Grauwassernutzung	12
6. Ausblick	13

## **Der "Kleine Wasserkreislauf"- Grundsätze für ein ökologisches Wasser- / Abwasserkonzept**

### **1. Grundsätzliche Überlegungen**

Wasser wird sowohl von der Qualität als auch der Quantität für viele Regionen zu einem zentralen Umweltthema der Zukunft. Durch die Verschmutzung der Ressourcen, die Zerstörung der natürlichen Speicher und Reinigungssysteme und den übermäßigen Verbrauch spitzt sich die Situation zu. Da die Ursachen sehr vielfältig sind, müssen auch die Lösungswege sehr differenziert angegangen werden. Technisch aufbereitetes "Trinkwasser" und Abwasserbehandlungsfabriken können nicht der Normalweg sein. Der verbesserte Umgang mit dem Lebenselement Wasser wird ein wesentlicher kultureller und sozialer Faktor unserer Gemeinschaft werden. Wertung und Haltung sind entscheidende Einflußfaktoren bei der Verbesserung der Situation. Gleichzeitig wird aber auch die wirtschaftliche Bedeutung des know how auf dem Gebiet enorm wachsen.

Wenn auch das allgemeine Wasserproblem heute nicht mehr geleugnet wird, so werden doch die Lösungswege kontrovers diskutiert. Während die einen in der Verbesserung des bestehenden Systems ihr Heil suchen, meinen die anderen mit alternativen Systemen zum Erfolg zu kommen. Es ist immer wieder erstaunlich, wie schnell die Diskussion nach einer allgemeinen Feststellung des Übels sehr schnell auf einzelne technische Lösungen übergeht, die die Probleme beseitigen sollen. Einmal ist es die Pflanzenkläranlage, die die natürliche Reinigungskraft besitzt, mal die Komposttoilette, die dem Wasserverbrauch Einhalt gebietet, das ganze ergänzt durch eine Regenwassernutzungsanlage. Durch Hoch-

rechnen solcher Einzelmaßnahmen auf die Gesamtzahl der Bewohner erscheinen sie als Allheilmittel - zumindest auf dem Papier. Die Wirklichkeit mit der vorhandenen Infrastruktur ist allerdings vielfältig und kompliziert. Nur mit einem differenzierten Instrumentarium wird man sinnvoll reagieren können.

Die wichtigsten Methoden zur Wassereinsparung, zur Abwasserbehandlung, zum Wasserrecycling und zur Klärschlammabeseitigung sind seit Jahren bekannt; denn sinnvolle Methoden der Wasserbehandlung beruhen meist auf vernetzten biologischen Verfahren, die nicht kurzfristig geändert werden können und die keine wesentlichen Neuerungen erwarten lassen. Wenn sie auch noch nicht ausreichend erforscht sind, so können wir doch ingenieurtechnisch weitgehend mit ihnen umgehen. So verschieden die Verfahren auch sind, so haben zukunftssträchtige Lösungen doch einige gemeinsame Merkmale:

Der "Kleine Wasserkreislauf", das ist der örtliche Wasserkreislauf, sollte nicht gestört werden. Die Erhaltung des örtlichen Wasserkreislaufes muß bei allen Betrachtungen im Vordergrund stehen. Wird vor Ort Wasser dem Kreislauf nicht über Gebühr entnommen und wird die natürliche Reinigungskraft der örtlichen Biosphäre nicht überstrapaziert, dann ist die Ressource Wasser langfristig geschützt. Das Wasserver- und -entsorgungssystem muß entsprechend dieser Forderungen ausgewählt und dimensioniert werden. Der Transport grosser Wassermengen über weite Strecken wird vermieden. Aus der Erhaltung des örtlichen Wasserkreislaufes ergeben sich einige Forderungen.

Schadstoffe dürfen in Quantität und Qualität nur soweit eingeleitet werden, wie sie der "Kleine Wasserkreislauf" verarbeiten kann.

Damit sind sämtliche "harten Gifte" langfristig aus dem Wasser herauszuhalten. Da örtlich die Schäden erkennbar bleiben, kann das Verursacherprinzip gut angewendet werden.

Aus der Ergiebigkeit des örtlichen Wasserkreislaufes sind entsprechend den Verbrauchsmengen Maßnahmen zur Wassereinsparung und zum Wasserrecycling herzuleiten. Der Wert der Maßnahmen zur Wassereinsparung relativiert sich. Regenwassernutzungsanlagen können oftmals entfallen, wenn die Regenwasserversickerungen zur Anreicherung des Kreislaufes genutzt und damit ein aufwendiges Sielsystem eingespart werden kann. Wird Regenwasser über Biotope geleitet, reinigt es sich und schafft Speicherraum.

Die Behandlung von Abwasser über einen natürlichen oder künstlichen Bodenkörper ist besonders effektiv, da dieser auf vielfältige Art vorteilhaft ist: Die sauerstoffzehrenden Substanzen werden über die günstigen Besiedelungsflächen weitestgehend abgebaut, andere Inhaltsstoffe wie Phosphate angelagert und Keime in hygienischer Weise eliminiert. Die Bau- und Wartungskosten sind gering, vielfach sogar unbedeutend. Die Behandlung über den Bodenkörper ist in der Regel der Behandlung in aquatischer Umgebung überlegen.

Der Schutz des Grundwassers und die Behandlung von Abwasser über den zum Grundwasser hin offenen Bodenkörper schließen sich gegenseitig nicht aus. Der Planer muß die Zusammenhänge verstehen, technisch beherrschen und die Auswirkungen sicher minimieren können.

Die anaerobe Stoffbehandlung erzeugt weniger Klärschlamm als die aerobe. Bioreaktoren wie die Ausfallgruben als erste Reinigungsstufe sind deshalb günstig.

Der Zwang zur flächensparenden Abwasserreinigung führt zu aufwendigen naturfernen Behandlungsmethoden. Schon bei der Raumplanung sollte dies berücksichtigt werden. Biotope und natürliche Nachbehandlungsanlagen für Abwasser können eine günstige Symbiose eingehen.

Durch die Reduzierung der Wassermengen bei gleicher Stofffracht erhöht sich der Behandlungserfolg in einem Klärsystem. Insofern wirken sich auch hier Wassersparmaßnahmen günstig aus. Systeme, die auf große Wassermengen als Transportmedium angewiesen sind, sind sowohl vom Wasserverbrauch als auch vom Abwasserbehandlungserfolg wenig vorteilhaft.

## **2. Probleme der aktuellen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung**

Bei der vollen Berücksichtigung der Finanzierung bzw. Abschreibung der Investitionen und der Unterhalts- und Betriebskosten sind Wasser und Abwasser in nicht dicht bebauten Gebieten für private Haushalte mit 10 bis 20 DM pro Kubikmeter zu bezahlen, wenn der Haushalt durch eine Sammelkanalisation mit einem zentralen Klärwerk auf neuem Stand angeschlossen ist. Durch den einmaligen Anschlußbeitrag, öffentliche Subventionen im Bau und Betrieb, unzureichende Abschreibungen und Wartungen und/oder Kreditaufnahmen erscheint dieser Betrag nur in wenigen Fällen auf der Rechnung und wird damit nicht offensichtlich. Widerstand gegen die hohen Gebühren und Anschlußkosten und damit gegen die Art der Abwasserbehandlung, da preiswertere Lösungen zur Verfügung stehen. Die ökologischen Gesichtspunkte spielen in der Regel nur eine untergeordnete

te Rolle. Was sind nun die Argumente gegen eine zentrale Klärung?

Die Entwicklung der zentralen Abwasserklärung mit ihren Vor- und Nachteilen wurde in der Fachliteratur ausführlich diskutiert, deshalb hier nur die wichtigsten Punkte: Die zentrale Kanalisation war stets eine Notmaßnahme, mit der sich die schnell wachsenden Städte aus einem Entsorgungsdruck retteten und den Komfort steigern konnten, und nicht etwa ein unter Umwelt- und Kostengesichtspunkten durchdachtes System. Wegen der immer wieder auftretenden Folgeprobleme mußte dann im Laufe seiner Entwicklung bis zum heutigen Tag nachgebessert werden. Zunächst verschaffte die Kanalisation vor allem den Innenstädten mit dem Spülklosett mehr Komfort und eine Abwasserbeseitigung zu Lasten der Bäche und Flüsse - mit der Folge von verseuchtem Trink- und Badewasser. Mit der Einstellung der Trinkwasserentnahme direkt aus den Flüssen waren diese für Abwasser freigegeben und damit der Ausbau der Kanalisation als Sammelsystem für alle flüssigen Abfallarten begünstigt. Die stürmische Entwicklung der Städte wurde hierdurch erst möglich. Diese führte wiederum zur weiteren Verschmutzung der Flüsse, die sich zunächst in herumschwimmenden Feststoffen offenbarte, wodurch Klärwerke zunächst mit mechanischer Reinigung notwendig wurden. Stinkende Gewässer zeigten die Sauerstoffnot an, was wiederum die biologische Reinigungsstufe mit der Belüftung des Abwassers nach sich zog - mit der Folge großer Klärschlammengen. Das Pflanzenwachstum in den Flüssen und Meeren offenbarte wiederum die überschüssige Nährstofffracht mit Stickstoff und Phosphorverbindungen, deren Beseitigung noch heute Probleme bereitet und die Klärschlammmenge weiter erhöht.

Schwermetalle, CKWs und andere z. T. unbekannte chemische Verbindungen sowie die Zunahme der Krankheitserreger legten weitere Probleme offen, die bis heute letztendlich nicht gelöst werden können. Die neuralgischen Punkte sind weiterhin:

Die Kanalisation ist ein nicht kontrollierbares System für flüssige Abfälle aller Art. Sie dräniert vielfach ungewollt die Landschaft und verhindert eine ausreichende Grundwasserneubildung.

Bei starken Regenfällen fließt das Wasser schnell in Flüsse ab und führt zu Überschwemmungen. Große Mengen von unbehandeltem Abwasser gelangen bei stärkeren Regenereignissen in die Flüsse.

Eine unkontrollierte Infiltration von Abwasser aus der Kanalisation in das Erdreich ist auch bei hohem technischen Aufwand nicht zu verhindern.

Die Schadstoffgehalte in den großen Flüssen und Randmeeren wird in absehbarer Zeit nicht auf natürliche Maße zurückzuführen sein, da durch die zentralisierte Abwasserbehandlung fast ein ganzer Kontinent unzählige Schadstoffarten in Richtung der Fließwege des Wassers "entsorgt".

Der Wertstoff Abwasser wird zum schwer zu entsorgenden Abfallgemisch. Eine Trennung der Schadstoffe von den Wertstoffen ist kaum mehr möglich.

Der Wertstoff Klärschlamm wird zum Abfall mit hohen Deponiekosten. Erst dadurch wird das aufwendige Verbrennen buchmäßig "wirtschaftlich".

Die Kosten sind zu hoch und belasten die Bürger und das soziale System der Gemeinschaft, ohne daß der Einzelne daran wesentlich etwas ändern kann.

Den Nachteilen stehen erhebliche Zwänge und Vorteile gegenüber, wenn auch z. T. nur vermeintliche:

Die zentrale Kanalisation ist eine funktionierende Infrastruktur, die technisch, organisatorisch und verwaltungsrechtlich eingeführt und abgesichert ist. Korrekturen können kurzfristig nur punktuell erfolgen.

Weite Teile der Bautechnik, Normung und Gesetze sind auf das System ausgerichtet. Wegen des investierten Kapitals scheint ein tiefgreifender Ersatz des Systems wirtschaftlich nicht sinnvoll.

Abwasser unterschiedlicher Qualität und stark variierender Menge kann schnell fortgeschafft werden.

Abwasserspitzen in der Qualität und Quantität unterschiedlicher Verbraucher können ausgeglichen werden.

Die Nutzer sind an die bequeme Abfallbeseitigung mit hohem Komfort gewöhnt, ohne über die Nachteile informiert zu sein.

Planern und Verwaltungen ist es von ihrer Ausbildung und Berufspraxis her kaum möglich, fundierte Alternativen zu entwickeln. Auch die Bauindustrie ist auf die herkömmlichen zentralen Entsorgungssysteme eingestellt.

### **3. Probleme der rechtlichen Rahmenbedingungen**

Ein unausgleichbarer Gegensatz wird sichtbar: Zwar gibt es gute Ansätze für den ressourcensparenden Umgang mit Wasser, wegen des fortgeschrittenen Stadiums des Ausbaus der Infrastruktur scheinen Änderungen schwer möglich. Also weiter so?

Sicherlich fehlte eine frühzeitige Technikfolgenabschätzung, die die heutigen Schwierigkeiten erkannt hätte. Ob die Entscheidungsträger einer solchen Voraussage auch frühzeitig inhaltlich gefolgt wären, ist fraglich. Die Ursachen der Fehlentwicklung liegen in den rechtlichen Rahmenbedingungen und deren Entstehungsmechanismus. Auf dem Markt der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung herrscht unter

staatlich vorgegebenen Rahmenbedingungen kein freier Wettbewerb der Systeme. Die zentrale Abwasserbehandlung wird staatlich bzw. verwaltungstechnisch in der Art des technischen Systems vorgegeben. Konkurrenz wird nicht zugelassen, da die Abnehmer per Satzung zu diesem System verpflichtet werden. Per politischem Beschluß wird dem Bürger nach eingehenden Überlegungen und Untersuchungen das beste System verordnet, statt den freien Wettbewerb zuzulassen, da das Wohl der Allgemeinheit dies erfordern soll. Irrtümer werden nicht evident. Dem politischen Beschluß liegt meist eine Vorlage der technischen Verwaltung zugrunde, die sich oft wiederum auf eine Ausarbeitung eines Planungsbüros bezieht. Das Planungsbüro hat in vielen Fällen damit seinen zukünftigen Auftrag vorbereitet. Grundsätzliche fachliche Entscheidungen über technische Systeme werden darüber hinaus in Gremien getroffen, in denen technische Verwaltungen, Planungsbüros und ausführende Firmen maßgeblich beteiligt und unter sich sind.

Zwar sind in anderen Bereichen ähnliche Mechanismen vorzufinden. Dort entscheidet jedoch der Abnehmer im Konkurrenz-wettbewerb über das Produkt. Wären nach diesem Mechanismus die Verkehrssysteme in den letzten 150 Jahren entwickelt worden, so hätte man auf das alleinige System der Eisenbahn gesetzt, abgesehen von Randbereichen für Pferde. Ähnlich wie beim Anschluß- und Benutzungszwang für Wasser und Abwasser, hätte jeder Bürger die Eisenbahn zu benutzen. Straßenbau unterbliebe dann. Da der Staat eine Versorgungspflicht hat, wäre zwischenzeitlich die Eisenbahn bis in die Dörfer ausgebaut worden. Die Bau- und Betriebskosten würden dann durch Anschlußkosten und Fahrgebühren von allen Bürgern gedeckt, ihre

Höhe würde sich nach der rechnerischen Kostendeckung richten. Andere Verkehrsmittel dürften nicht gebaut werden und könnten sich somit nicht entwickeln.

Mit dieser Übertreibung soll deutlich gemacht werden: Die besten technische Lösungen können nicht funktionieren, wenn die Rahmenbedingungen nicht offen sind für Entwicklungen. So ist die wichtigste Entscheidung für eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Nutzung der Ressource Wasser ein flexibler Umgang mit dem Anschluß- und Benutzungszwang, damit eine vielgestaltige Lösung des Problems möglich wird und Innovationen in Gang gesetzt werden. Staatlich vorgegeben werden nur Zielgrößen, wie zum Beispiel im Energiebereich die Emissionswerte für Heizungen und Autos oder der Preis für die Ressourcennutzung. Ein Durcheinander der Systeme ist langfristig unwahrscheinlich, da der Zwang zu wirtschaftlichen Lösungen den Konsens vor Ort besser herbeiführt als staatliche Vorgaben. Eine gutes Beispiel hierfür sind die industriellen Abwassereinleiter mit eigenen Abwasserbehandlungsanlagen. Durch staatliche Vorgaben und infolge hoher Kosten für Schadstoffabgaben haben sie am Rhein zur wesentlichen Verminderung der Schadstoffe beigetragen, während sich bei öffentlichen Maßnahmen trotz hoher Aufwendung die Schadstofffrachten kaum verringern.

Auch dezentrale Lösungen innerhalb ausgebauter Kanalnetze sollten möglich sein, wenn der Nutzer dadurch die Ressource Wasser schont und das Klärwerk sowie den Vorfluter entlastet und das Klärschlamm aufkommen verringert wird. Gerade durch die Mischung von zentralen und dezentralen Lösungen könnten die brachliegenden Möglichkeiten genutzt werden.

#### **4. Problem der Grenzwerte und der Einleitungsgenehmigung**

Die Versickerung von häuslichem oder gleichwertigem Abwasser in den Boden wird oftmals untersagt mit dem Hinweis auf die prinzipielle Gefahr der Grundwasserkontamination. Würde man nach dem gleichen Prinzip generell verfahren, müßten die Landwirtschaft, der Verkehr, sämtliche Verbrennungsanlagen usw. eingestellt werden. Ein Leben an sich wäre unmöglich, weshalb dies vernünftigerweise niemand fordert. Im Bereich der Bodenkontamination stellt das nach wissenschaftlichen Erkenntnissen kontrolliert eingeleitete Abwasser im Vergleich zu anderen Quellen eine sehr geringe Gefahr für das Grundwasser sowie für Oberflächengewässer dar. Auch die Nachreinigungsleistung von bewachsenen Straßengraben und Mulden für vorgereinigtes Abwasser sollte berücksichtigt werden, da sie für den Wasserkreislauf besonders vorteilhaft sind und die Oberflächengewässer entlasten. Insbesondere müssen die Folgen für den örtlichen Wasserkreislauf bei der großflächigen Ableitung von Grund-, Regen- und Abwasser in die Betrachtung einbezogen und bilanziert werden.

Fachliche Unstimmigkeiten oder z.T. unzulässige Blickverengungen bestehen bei der Übertragung von Grenzwerten für Inhaltsstoffe des gereinigten Abwassers aus Großkläranlagen auf andere Reinigungssysteme. So ist es nicht sinnvoll, eine weitgehende Eliminierung sauerstoffzehrender Inhaltsstoffe schon vor einer Bodenpassage mit anschließender Versickerung zu fordern oder gar eine weitgehende Stickstoff- und Phosphorelimination anzustreben. Fachlich richtig aufgebaute Bodenpassagen können keinen Sauerstoffmangel im Boden und Grundwasser erzeugen. Phos-

phorverbindungen können ausreichend dauerhaft vom Bodenkörper adsorbiert und die passierenden Stickstoffmengen in den meisten Fällen in Relation zu anderen Quellen vernachlässigt werden. Bodenpassagen bieten eine sichere hygienische Sperre und eine gute Funktionssicherung. Bei Überlastung verstopfen sie und schützen damit den Untergrund. Es ist die Aufgabe der Ingenieurskunst, durch rechnerische Steuerung der Parameter und die entsprechende Bemessung der Abwasserbehandlungsanlagen ökologisch und ökonomisch sinnvolle Lösungen aufzuzeigen. Das Handwerkszeug hierzu ist weitgehend bekannt.

## **5. Technische Lösungen**

### **5.1 Die optimierte Gesamtkonzeption**

Sofern die verwaltungsrechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen sind und Planungsgrößen von der Verwaltung benannt wurden, kann der Planer ein ganzes Instrumentarium zur Verminderung des Wasserverbrauchs, zur Wiederverwendung von Wasser und zur umweltgerechten Behandlung des Abwassers für das Planungsgebiet einsetzen. Vor der einzelnen technischen Lösung steht jedoch die Entwicklung eines Gesamtkonzepts, das die örtlichen Bedingungen optimal berücksichtigt. Oberste Richtschnur ist die nach haltige Erhaltung oder Wiederherstellung des örtlichen Wasserkreislaufes. (Kleiner Wasserkreislauf). Über den zulässigen Wasserverbrauch, Wassersparmaßnahmen, Reinigungsverfahren und Klärschlammbehandlung und die damit zusammenhängenden Techniken kann erst innerhalb des Gesamtkonzeptes entschieden werden. Erst in diesem Zusammenhang kann eine ökologisch und ökonomisch optimale Lösung gefunden werden.

### **5.2 Einzellösungen**

Eine Entscheidung über Einzellösungen kann erst im optimierten Gesamtsystem erfolgen. Dennoch können einzelne Gesichtspunkte angegeben werden, die sich aus grundsätzlichen Überlegungen und Erfahrungen herausgebildet haben.

#### **Regenwasserbehandlung**

Wassermangel wird durch die Verschmutzung und übermäßige Nutzung der Reserven erzeugt. Es gilt deshalb zunächst, die Reserven zu stärken. Dies kann ökologisch sinnvoll und preiswert durch die örtliche Versickerung des Regenwassers auf privatem und öffentlichem Terrain - wo immer möglich - geschehen. Je nach Bodenverhältnissen und Wassermengen kann es direkt versickern oder mit geringen Fließgeschwindigkeiten über bepflanzte Gräben und Mulden und über Teiche geführt werden. Straßenabwässer sollten über bepflanzte Gräben vorgereinigt werden. Eine Regenwasserkanalisation sollte soweit wie möglich entfallen. An ihrer Stelle entsteht zwangsläufig ein vernetztes Biotop, das die bebaute Umgebung begrünt und zudem Wasser reinigen und zwischenspeichern kann. Es kann auch gereinigtes Abwasser aufnehmen. Gleichzeitig werden zentrale Klärwerke entlastet und einer Drainage der Landschaft entgegengewirkt. Regenwasserversickerung ist also auch Landschaftsschutz.

Die vorgeschlagene Regenwasserbehandlung ist die wichtigste und billigste wassertechnische Maßnahme im Bündel der Möglichkeiten. Insbesondere in Mischkanalsystemen kann sie neben dem ökologischen Vorteil wesentliche finanzielle und qualitative Vorteile bei der Abwasserbehandlung bringen.

### **Abwasserreinigung über Ausfallgruben und Bodenpassagen**

"Gutmütiges" Abwasser, wie z. B. häusliches Abwasser, ist zur Stärkung des örtlichen Wasserkreislaufes und zur Minderung des Klärschlammanfalls aus zentralen Klärwerken soweit wie möglich dezentral zu behandeln. Bei geschlossener Bebauung, z.B. in Dörfern oder Siedlungen, hat sich seit langem wegen des geringen Wartungsaufwandes und der geringen Bau- und Betriebskosten eine anaerobe Vorklämung in einer Drei-Kammer-Ausfallgrube mit 1,5 bis 2 cbm pro Einwohnerwert mit anschließender aerober Behandlung in einem Sandbodenfilter mit 4 bis 5 cbm pro Einwohnerwert bewährt. Solche Anlagen sind eingehend untersucht und nach DIN 4261 fachgerecht. Einige besondere Punkte sollten berücksichtigt werden:

Die Anlagen erlauben eine Wiederverwendung des Wassers. Überschüsse können direkt an den örtlichen Wasserkreislauf abgegeben werden. Der Faul- und Klärschlammanfall als Wertstoff bei fehlerfreier Ausführung und regelmäßigen Sichtkontrollen beträgt weniger als 0,1 cbm/EW/a, also etwa 10% der üblichen Menge in zentralen Klärwerken. Bodenfilter müssen nicht immer aufwendig gebaut werden. Letztendlich braucht das vorgereinigte Abwasser auf hygienisch einwandfreie Weise so auf den Boden aufgebracht werden, daß es ohne Verstopfungen eine ausreichend lange Reinigungspassage vor Erreichung des Grundwassers hat. Ist dies in Frage gestellt, so muß der Bodenkörper unterseitig abgedichtet und der Auslauf überwacht werden.

### **Abwasserreinigung über Pflanzenkläranlagen**

Pflanzenkläranlagen mit vorgeschalteter Ausfallgrube und unterirdischer Boden-

passage entsprechen annähernd der vorher genannten Abwasserbehandlung mit Bodenfilter, sofern sie ähnlich aufgebaut sind. Bei oberirdischer Beschickung muß der hygienische Gesichtspunkt beachtet werden, weshalb sie meist nur - event. unterirdisch - außerhalb der zusammenhängenden Bebauung eingesetzt werden. Pflanzenkläranlagen mit Oberflächenbeschickung und horizontaler Durchströmung können bei Betriebsstörungen überflossen werden und damit nicht ausreichend gereinigtes Abwasser abführen. Sammelkläranlagen mit einem bepflanzten Bodenkörper haben gegenüber aquatischen Reinigungsverfahren in Klärbecken einen wesentlich geringeren Schlammanfall, da sie einen großen Teil der Inhaltsstoffe vererden.

### **Klärteiche**

Klärteiche haben ähnliche Probleme aber auch Vorteile wie oberflächlich beschickte Pflanzenkläranlagen (Abb. 3). Wird ihrem Auslauf ein Bodenfilter nachgeschaltet, so lassen sich preiswerte und sichere Anlagen außerhalb der geschlossenen Bebauung naturnah in die Landschaft einbetten. Sie werden besonders interessant, wenn bereits ein Abwasserkanalnetz vorhanden ist.

### **Ausbau bestehender Klärwerke**

Da viele Klärwerke die erforderlichen Ablaufwerte nicht mehr erfüllen, werden sie aufwendig nachgerüstet. Diese Maßnahme vermindert in der Regel auch die Belastung des Vorfluters, darüber hinaus profitiert der örtliche Wasserkreislauf davon wenig. Die Vorteile sind dabei durchaus nicht eindeutig, da - wie zum Beispiel bei der Denitrifizierung - die Zusammenhänge wegen ihrer Empfindlichkeit gegenüber Temperatur- und Mengenänderungen kompliziert werden und die Stabilität des Verfahrens nicht

für alle Betriebszustände gegeben ist. Die Klärschlammengen werden wesentlich erhöht. Insbesondere bei einer Mischkanalisation kann zudem bei stärkeren Regenfällen der Überlauf soviel Schadstoffe an der Kläranlage vorbeiführen, daß der Sinn der Nachrüstung fraglich wird. Insofern werden die Gelder in die Reparatur des Systems statt in die Systemverbesserung gesteckt. Deshalb sollte vor dem Ausbau untersucht werden, ob nicht zunächst durch eine örtliche Versickerung des Regenwassers und eine Teildezentralisierung der Abwasserbehandlung das Klärwerk entlastet und in seiner Reinigungsleistung verstetigt und gleichzeitig der örtliche Wasserhaushalt stabilisiert werden kann. In der Energieversorgung haben ähnliche Überlegungen schon mit dem Begriff "Negawatt" und "least cost planning" Eingang gefunden. Durch Energieeinsparung werden zusätzliche Kraftwerksbauten vermieden und die Umweltbelastung vermindert.

### **5.3 Mischung verschiedener Abwasserbehandlungssysteme**

Vielfach besteht das Argument, daß alle Bürger in der Abwasserbehandlung gleich behandelt werden müßten und der Staat deshalb für einheitliche Systeme zu sorgen hätte. Das geht an den fachlichen Notwendigkeiten vorbei und beeinträchtigt die natürliche Konkurrenz der Systeme. Niemand will sich das Heizungssystem, das Verkehrsmittel oder die Energieart vorschreiben lassen. Das og. Beispiel der Eisenbahn zeigt die Absurdität solcher Annahmen. Da sowohl dezentrale als auch zentrale Abwasserbehandlungssysteme umweltgerecht und hygienisch Abwasser behandeln können, braucht keinem System von Staats wegen der Vorzug gegeben zu werden. Mischsysteme aus dezentralen und zentralen Anlagen können durchaus vorteilhaft

sein, insbesondere wenn von der Gesetzgebung richtige Rahmenbedingungen für einen umweltschonenden und ressourcensparenden Umgang mit Wasser gegeben werden. Die Organisation der Abwasserbehandlung durch die öffentliche Hand hat bisher die Umwelt nicht im notwendigen Maße geschützt.

Innerhalb von Gemeinden oder einzelner Planungsgebiete ist es möglich, verschiedene Systeme zu mischen. So kann für viele Dörfer die Kombination von Einzelkläranlagen mit anschließender Bodenpassage bei ausreichender Verrieselungsfläche und die Behandlung von Abwässern über einen Klärteich bei schwierigeren Platzverhältnissen und wechselnden Abwassermengen sinnvoll sein. Insbesondere können bestehende Anlagen mit einer evtl. Nachrüstung weiterbenutzt, Problemgebiete dagegen zentral entsorgt werden. Auch für Schulen, Bürogebäude, Hotels und insbesondere Sportanlagen können dezentrale Lösungen mit Bodenpassagen problemlos eingesetzt werden. Der Ausbau von Kläranlagen kann durch Teildezentralisierung vermieden und damit der Vorfluter entlastet werden. Vorteilhaft für dezentrale Anlagen wird stets ein vernetztes Biotop für die Regenwasserbehandlung sein, in das überschüssiges gereinigtes Abwasser eingeleitet und in dem Reststickstoffmengen problemlos abgebaut werden können. Solche kombinierten Systeme können besser auf die örtlichen Gegebenheiten reagieren und erlauben nachträgliche Maßnahmen zur Wassereinsparung. Die optimalen Möglichkeiten müssen in einem Gesamtkonzept ausgelotet werden.

Durchaus denkbar ist eine Kanalisation nach Angebot und Nachfrage. Die Abwasserkanalisation wird erst gebaut, wenn soviel Nutzer angeschlossen werden wollen,

daß die Baukosten aufgebracht werden können. Ein Anschluß und Benutzungszwang besteht dann nicht. Anschlußrechte ohne Benutzungszwang sollten auch möglich sein. Nicht die öffentliche Hand entscheidet über die Maßnahme, sondern eine nach Angebot und Nachfrage arbeitende Gesellschaft, die für die Wirtschaftlichkeit aufkommen muß. Die Gasversorgung wird auf diese Weise organisiert.

#### **5.4 Regen- und Grauwassernutzung**

Regen- und Grauwassernutzung werden als ökologisch besonders sinnvolle Maßnahmen propagiert und vielfach von staatlicher Seite gefördert. Auch diese sind Reparaturmaßnahmen ohne nachhaltige Verbesserung des Gesamtsystems. Der Nutzen ist in einem Gesamtkonzept zu überprüfen. Zumindest in Mitteleuropa steht genügend Wasser zur Verfügung, wenn der örtliche Wasserkreislauf funktioniert und wassersparende Techniken eingesetzt werden. Es ist sinnvoller, Regenwasser flächendeckend in den natürlichen Kreislauf einzuspeisen, als es mit hohem Aufwand in Einzelfällen zu sammeln und über ein doppeltes Leitungssystem zu handhaben. Der natürliche Speicher ist meist effektiver als der künstliche. Eine Grauwassernutzung ist effektiver als die Regenwassernutzung, da Wasser unabhängig von der Witterung anfällt. Der Aufwand ist allerdings so groß, daß mit ähnlichen Kosten eine dezentrale Abwasserbehandlung mit Wasserwiederverwendung und Regenwassersammlung insgesamt gebaut werden kann. Der Kanalan Anschluß macht keinen Sinn mehr. Hier zeigt sich der Vorteil fakultativer Behandlungssysteme.

#### **Das abwasserfreie Haus, eine Chance ?**

So wie das Nullenergiehaus könnte auch das abwasserfreie Haus eine Zielvorstellung sein. Weiter so leben wie bisher und doch die Umwelt nicht belasten und dazu nichts bezahlen? Schon das Nullenergiehaus ist nur eine Fiktion weitab von der Realität. Ein eigenes großes Wohnhaus mit großen Kollektorflächen an der Fassade und auf dem Dach, Wassertanks als Wärmespeicher und Wasserstoffbrennzellen ist kein Nullenergiehaus, weil seine Herstellung große Energiemengen verschlingt. Der Denkansatz weckt schon falsche Träume: Einzelne können sich von den allgemeinen Problemen abkoppeln und in Frieden leben. Unsere Gemeinschaft ist ein vernetztes System, das durch Geben und Nehmen Stärken und Schwächen zu einem sinnvollen Ausgleich und einem gedeihlichen Miteinander bringen kann. Realistischerweise wird man deshalb Wohnungen bauen, die ressourcensparend hergestellt und bewirtschaftet werden können, also ihre Umwelt nachhaltig schonen. Dabei muß der Energieverbrauch mit vernünftigem Aufwand auf ein niedriges Niveau gedrückt werden, z. B. auf 20 % des heutigen Standards.

Im Wasser- und Abwasserbereich sollten solche technischen Superobjekte nicht angestrebt werden, bei denen Abwasser mit hohem technischen Aufwand beseitigt werden muß, um rechtlich als abwasserfrei deklariert zu werden. Vielmehr ist ein Umfeld gefragt, in dem sich eine umweltgerechte Entwicklung vollziehen kann: Minderungen der Verbräuche, die Wiederherstellung des Kleinen Wasserkreislaufes und die Vermeidung von nachhaltigen Schadstoffen auf wirtschaftliche Weise. Häuser mit Wassersparinstallationen, dezentraler Abwasserreinigung und anschließender Versicke-

nung erfüllen schon heute diese Forderung weitgehend und sind damit praktisch abwasserfreie Häuser. Darüber hinaus sollte der Nutzer über weiteren Aufwand entscheiden.

Rechtlich gesehen ist gereinigtes Abwasser - statt wertvolles Nutzwasser - fälschlicherweise weiterhin Abwasser, dessen Verbleib durch Abwasservorschriften geregelt wird. Damit greift auch für gereinigtes Abwasser der Anschluß- und Benutzungszwang - in der Regel also der Anschluß an das zentrale Klärwerk - mit der Folge, daß der örtliche Wasserkreislauf per Gesetz, Verordnung und Satzung nicht geschlossen werden kann. Aus dem Zwang dieser Rechtslage heraus entwickelt sich die besondere Vorstellung vom abwasserfreien Haus: Wenn die Einleitung von gereinigtem Abwasser in den Untergrund oder in öffentliche Gräben nicht erlaubt wird, wird es nach evtl. notwendiger Nachbehandlung weitgehend wiederverwendet. Der Überschuß wird von einem Teich über Pflanzen und Verdunstung sowie durch Bewässerung verbraucht. Eine verworrene Rechtslage zieht aufwendige Technik nach sich. Wesentliche technische Probleme bestehen dabei nicht, sofern ein stimmiges Gesamtkonzept vorliegt. Insbesondere für größere Objekte wird mit den steigenden Abgaben die Konstellation interessant. In der Regel rechnet sie sich trotz des unsinnigen Aufwandes und macht ökologisch Sinn. Vorteilhafter ist allerdings eine Veränderung der rechtlichen Rahmenbedingungen.

## **6.Ausblick**

Sowohl für die Wasserversanierung als auch die Wasserversorgung werden in Zukunft große Geldbeträge investiert werden müssen. Viele Wirtschaftsbereiche und die Bürger wollen eine intakte Natur und gleichzeitig eine preiswerte Wasserversorgung und Abwasserentsorgung haben. Aufgrund der geschichtlichen Entwicklung haben sich die großen Verbundsysteme in der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung herausgebildet. Heute werden sie noch durch die technischen Vorschriften, Satzungen und auch die Rechtsprechung begünstigt. Da diese Verbundsysteme nur mit großem Umsatz finanziert werden können, dies aber den Anforderungen des Kleinen Wasserkreislaufes und dem sparsamen Umgang mit Ressourcen zuwiderläuft, wird unter wirtschaftlichem Druck hier zweifellos eine Wende eintreten. So wie im Verkehrsgebiet, dem Computerbereich und ähnlichen anderen Gebieten werden die Firmen großen Vorteil haben, die mit geringem Aufwand und kleinen Systemen mit geringem Stofftransportwegen die problemgerechten Lösungen vor Ort anbieten können und auch international Wasserprobleme vorteilhaft lösen können. Gebiete oder auch einzelne Immobilien mit starrer und teurer Infrastruktur werden Nachteile haben. Gegen die Natur wird man langfristig nicht wirtschaften können.

## Was ist Ingenieurökologie?

### Was will die Ingenieurökologische Vereinigung IÖV?

Die erste Tagung "Ingenieurökologie" in Weihenstephan am 20. - 21. Oktober 1993 war der Auftakt für die Aktivitäten der Ingenieurökologischen Vereinigung Deutschland (IÖV), deren Gründung im Anschluß an diese Tagung erfolgte. Sie ist damit das erste nationale Mitglied der International Ecological Engineering Society (IEES).

Der Begriff "Ecological Engineering" wurde vor allem von Mitsch und Jørgensen bekannt gemacht. Prof. Mitsch, der auch Herausgeber der gleichnamigen Zeitschrift ist, stellte im Juli 93 in Freising-Weihenstephan das Thema vor. Das Fachgebiet selber hat auch eine lange Tradition im deutschsprachigen Raum, hier vor allem unter dem Begriff "Ökotechnik" (Kickuth, Uhlmann).

Die ersten **Definitionen** wurden u.a. von ODUM und MITSCH gegeben:

"We define ecological engineering and ecotechnology as the design of human society with its natural environment for the benefit of both (MITSCH 1988). It is engineering in the sense that it involves the design of this natural environment using quantitative approaches and basing our approaches on basic science. It is a technology with the primary tool being self-designing ecosystems. The components are all of the biological species of the world." (MITSCH & JØRGENSEN 1989).

Nach ODUM (1962) ist ecological engineering: "environmental manipulation by man using small amounts of supplementary energy to control systems in which the main energy drives are still coming from natural sources" und: " the management of nature is ecological engineering, an endeavor with singular aspects supplementary to those of traditional engi-

neering. A partnership with nature is a better term" (ODUM 1971). Weiter: "the engineering of new ecosystem designs is a field that uses systems that are mainly self-organizing" (ODUM 1983).

UHLMANN (1983), STRASKRABA (1984, 1985) definieren Ökotechnologie als Einsatz technischer Mittel zum Ökosystem-Management, das auf tiefgehendem Verständnis für ökologische Zusammenhänge beruht und dabei die Kosten für notwendige Maßnahmen sowie deren schädliche Folgen für die Umwelt senkt (nach MITSCH & JØRGENSEN 1989).

Zitierte Literatur siehe: MITSCH W. J. & JØRGENSEN S.E.: Ecological Engineering. An introduction to Ecotechnology, Willey, New York 1989.

Die Planungsmaßstäbe der Ingenieurökologie sind:

- kleine Ökosysteme
- mittelgroße Ökosysteme
- großräumige Ökosysteme

Planungsmaßstäbe und Beispiele:

#### **Kleine Ökosysteme: Objektplanung:**

Bewachsene Bodenfilter zur Reinigung von Abwasser aus Kommunen, und von Deponien und Strassen

#### **Mittelgroße Ökosysteme: Stadt-, Dorfökosystemplanung**

Dorferneuerungsplanungen aus ganzheitlicher Sicht, dabei z.B. Verbesserung der Autarkie bezüglich Energie- und Nahrungsmittelversorgung sowie Arbeitsplätzen, Maßnahmen zur Regenwassernutzung und -versickerung...

#### **Großräumige Ökosysteme: Raum- und**

#### **Landschaftsplanung, Landnutzung:**

ökologische Land- und Forstwirtschaft: u.a. zur Sicherung der Trinkwasserver-

sorgung; Mehrfachnutzung: z.B. Braunkohlentagearekultivierung unter Verwendung anthropogener Materialien wie Klärschlamm; Konzepte für die Verwendung von Klärschlamm und organischen Materialien in der Landschaft; umfassende Gewässerschutzkonzepte für Gewässer-einzugsgebiete unter Einbezug der Landnutzung; Renaturierung von Niedermooren mit Anbau nachwachsender Rohstoffe.

**Bezugsobjekt der Ingenieurökologie ist das Ökosystem**, so wie für die Ingenieurbiologie die Pflanze und für das Bauingenieurwesen das technische Objekt (Brücke, Strasse, Kläranlage) Bezugsobjekt ist.

Ökosysteme werden dabei

- neu geschaffen,
- saniert,
- genutzt oder
- so erhalten,

daß sie dauerhaft von selber weitgehend stabil (=nachhaltig) sind, und keine oder wenig technische Energie brauchen.

Die Ingenieurökologie baut auf der Grundlagenwissenschaft Ökologie auf und setzt die Erkenntnisse der Ökologie, insbesondere der Ökosystemforschung, und weiterer Grundlagenwissenschaften ingenieurmäßig um.

So werden z. B. im Maßstab der Objektplanung durch den Bau von Bewachsenen Bodenfiltern zur Abwasserreinigung Ökosysteme neu geschaffen, die meist ohne Fremdenergie auskommen und wenig Regelaufwand erfordern. Diese "naturnahen" Kläranlagen werden genauso ingenieurmäßig berechnet und konstruiert, wie dies für technische Kläranlagen gemacht wird.

Ein zweites Beispiel: Die Erkenntnisse über die Nährstoffeinträge in die Gewässer (u. a. aus der Grundlagenwissenschaft Bodenkunde und aus der Land- und Wasserwirtschaft) müssen ingenieurmäßige Umsetzung finden: Wenn die Frachtbilanzen so eindeutig zeigen, daß im ländlichen Raum Stickstoff nahezu vollständig und Phosphor zu weit über 50% aus der Landschaft und nicht aus Abwassereinleitungen kommt, sind aus der Sicht der Ingenieurökologie folgende Maßnahmen notwendig: Im Stadium der Umweltverträglichkeitsstudie generell Ermittlung der Quellen der Gewässerbelastung und der Kosten der Verringerung, gerade im ländlichen Raum bei kleinen Kläranlagen-größen. Darauf aufbauend Entwicklung einer Strategie, die u. a. auf der Ebene der Raum- und Landschaftsplanung nachhaltige Landnutzungs-konzepte und auf der Ebene der Objektplanung definierte, ingenieurmäßig berechnete und evtl. neu geschaffene Puffer- und Filterzonen vorsieht, z. B. vor Einleitung eines belasteten Fließgewässers in einen eutrophierungsgefährdeten See (s. a. FREDE et al. 1994).

Ingenieurökologie hat, wie es für eine ökologische Disziplin nicht anders zu erwarten ist, vielfältige Überschneidungen mit bestehenden Fachgebieten:

z. B. im Bereich der Landnutzungssysteme mit der Landespflege, mit der Land- und Forstwirtschaft (Stichworte: "ökologischer Landbau", "Nachhaltigkeit", "Erosionsforschung", "Renaturierung", "Klärschlamm-Kompostierung"), im Bereich des Bauingenieurwesens z. B. mit der Regenwasserbehandlung und mit der Gestaltung von Bergbaufolgelandschaften, im Bereich von Architektur und Städtebau z. B. mit nach ökologischen Grundsätzen gestalteten Baugebieten und deren Stoffkreisläufen.

Die ingenieurökologische Vereinigung fördert das Fachgebiet Ingenieurökologie durch viele Aktivitäten, u. a. dadurch, daß sie den dazu notwendigen Austausch zwischen Wissenschaft, Verwaltung und Anwendung ermöglicht. Sie wird das entsprechende Wissen zusammentragen und weitergeben (z. B. in Form eines eigenen Regelwerkes und in Form von Tagungen, Fachseminaren, Erfahrungsaustausch-Treffen) und auch die notwendige Lobby-Arbeit leisten, u. a. bei Berufsverbänden, in der Politik und im Hochschulbereich. Dabei wird sie sich ganz besonders für ingenieurökologische Themenbereiche einsetzen, die trotz ausreichender fachlicher Grundlagen immer noch offiziell nicht ausreichend anerkannt werden, wie z. B. Pflanzenkläranlagen. Ähnliches gilt für das Gebiet der Abwasserbehandlung im ländlichen Raum generell.

Die IÖV will auch Heimat sein für Menschen und Fachgebiete, deren Arbeit in einem Grundlagenfach (z. B. Bodenkunde, Geologie, Biologie) zu ingenieurökologisch angewandt ist (Stichworte: "Erosionsschutz", "Renaturierung"), oder in einem angewandten Fachgebiet zu wenig gesamtökologisch (Stichworte: "Regenwasserbehandlung", "Hochwasserschutz", "Klärschlammverwertung").

Die IÖV sieht sich in diesem Sinne nicht als Konkurrenz, sondern als notwendige Ergänzung bestehender Organisationen.

Besondere Chancen für ingenieurökologische Ansätze ergeben sich aus der gigantischen laufenden Umstrukturierung der Landnutzung in der EG, in den Engpässen der bisherigen Entsorgung von anthropogen verursachten

Materialien (Beispiel Klärschlamm), in der Folgenutzung der Braunkohletagebauandschaften und aus den knapper werdenden Mitteln der öffentlichen Hand.

Die IÖV bietet Ihren Mitgliedern eine Reihe gewichtiger **Vorteile:**

Austausch und Kooperationsmöglichkeit mit Gleichgesinnten, leichter Informationszugang zur verstreuten und teilweise inhomogenen Information des Fachgebietes, berufsständische Unterstützung der Arbeit der Mitglieder, auch gegenüber Verwaltung und Politik.

Im Mitgliedsbeitrag ist das sehr stark verbilligte Abonnement der Zeitschrift Ecological Engineering, Verlag Elsevier, enthalten, herausgegeben von William Mitsch, einem der Väter des Fachgebietes. Daneben erhalten die Mitglieder auch in zunächst unregelmäßigen Abständen die IÖV-Mitteilungen.

Die Teilnahme an Veranstaltungen und der Bezug des IÖV-Regelwerkes und der IÖV-Informationsblätter ist für Mitglieder stark verbilligt.

Weitere Informationen:

IÖV-Geschäftsstelle

Alpenstr. 13

86159 Augsburg

0821-582472 Fx.

## **Bisher erschienene Veröffentlichungen im IÖV-Regelwerk**

### **H-W1/94** (Hinweisblatt)

"Behandlung von häuslichem Abwasser in Pflanzenkläranlagen"

### **A-W1/95** (Arbeitsblatt)

"Bewachsene horizontal durchströmte Bodenfilter"

### **H-Wa/Dz-96** (Hinweisblatt)

"Grundsätze für die Siedlungswasserbehandlung im ländlichen Raum"

Vertrieb:

Ingenieurökologische Vereinigung  
Deutschland (IÖV)  
Geschäftsstelle:  
Frohsinnstr.11, 86150 Augsburg  
Tel.: 0821-575165, Fax: 0821-582472,  
e-Post: info@ioev.de