

Ecological Sanitation: Seine konzeptionelle Bedeutung für IWRM und seine Umsetzung in die Praxis

Christine Werner, Florian Klingel, Heinz-Peter Mang, Arne Panesar, Patrick Bracken

Zusammenfassung

Im vorliegenden Artikel wird der Begriff *ecological sanitation* – kurz „ecosan“ – erläutert und als umsetzungsorientiertes neues Paradigma für eine zukunftsfähige Wasserwirtschaft vorgestellt. Während IWRM in der Praxis vor allem die institutionelle Entwicklung des Managements von Gewässern betrifft, stellt ecosan einen praktischen Ansatz für die Umsetzung eines sektorübergreifenden Ressourcenmanagementkonzeptes zur Lösung von Infrastrukturaufgaben dar. Der ecosan-Ansatz favorisiert keine bestimmte Technologie, sondern repräsentiert einen auf ganzheitlicher Betrachtung der Abwasser- und Abfallwirtschaft beruhenden Ansatz. Tatsächlich stellt ecosan einen Paradigmenwechsel dar, weg vom linearen Prinzip der Problemlösung (*end-of-pipe*), hin zu einem Ökosystemansatz der stoffstromorientierten Kreislaufwirtschaft von Wasser, Nährstoffen, organischen Stoffen und Spurenelementen. Der multisektorale Ansatz macht ecosan zu einem essenziellen Baustein der praktischen Umsetzung des *Integrated Water Resources Management* im weitesten Sinne, also des integrierten Ressourcenmanagements. Methoden, Konzepte und praktische Beispiele zur Umsetzung von ecosan werden vorgestellt.

1 Einführung zu *ecological sanitation*

1.1 Problematik der konventionellen Abwasserentsorgung

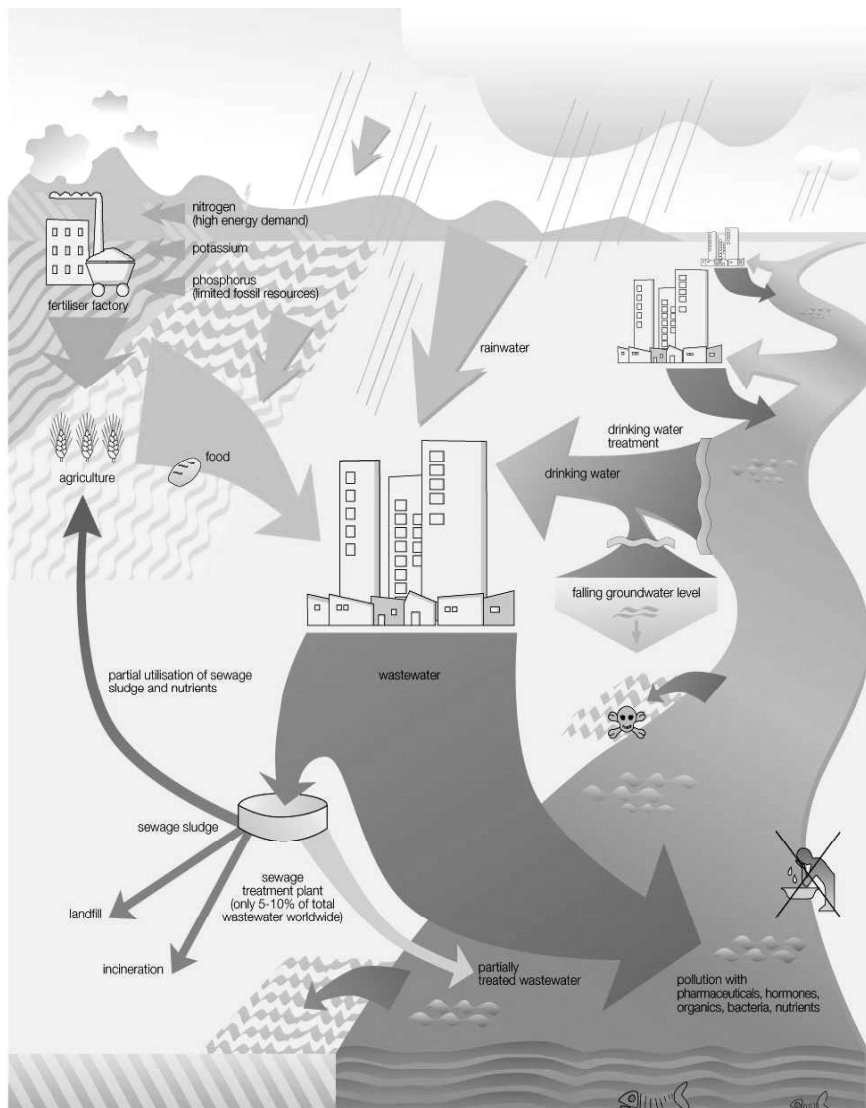
Herkömmliche Formen der zentralen Abwasserentsorgung, d.h. Schwemmkanalisationen mit nachgeschalteten mehrstufigen Abwasserreinigungsanlagen, werden in den entwickelten Industriestaaten heute noch als Standard betrachtet. Diese Verfahren sind jedoch aus ökologischen und ökonomischen Gründen einer wachsenden Kritik ausgesetzt. Steigende Investitionskosten, hohe Betriebs- und Wartungskosten und hoher Wasserverbrauch durch die Verwendung von kostbarem Trinkwasser zu bloßen Transportzwecken stellen derartige Verfahren sowohl hierzulande als auch erst recht als flächendeckende Lösung für Entwicklungsländer in Frage.

Besonders für aride und semiaride Zonen ist die Suche nach angepassten Lösungen zu einem vordringlichen Problem geworden. Auch konventionelle dezentrale Entsorgungssysteme, wie z. B. Latrinen und Sickergruben, stellen vor dem Hintergrund zunehmender Bevölkerungsdichten und aufgrund der resultierenden Grundwasserverschmutzung zumeist keine Alternative dar. Trotz großer Anstrengungen vieler internationaler und lokaler Organisationen, die Wasserver- und -entsorgung in Entwicklungsländern zu verbessern, sterben hier jährlich 2,2 Mio. Menschen, meist Kinder, an den Folgen von Krankheiten, die durch verschmutztes Trinkwasser und mangelnde Sanitär-entsorgung und Hygiene verursacht werden. Darüber hinaus führen herkömmliche Abwasserentsorgungssysteme aber auch direkt zu einer Minderung der Bodenfruchtbarkeit,

da die wertvollen, in den menschlichen Ausscheidungen enthaltenen Nährstoffe und Spurenelemente in der Regel nicht in die Landwirtschaft zurückgeführt werden. Selbst bei einer landwirtschaftlichen Nutzung der Klärschlämme wird nur ein kleiner Teil der Nährstoffe in die belebte Bodenschicht zurückgeführt, der größte Teil der Nährstoffe wird entweder vernichtet (z. B. Stickstoffelimination) oder in den Wasserhaushalt eingetragen, wo er dann zu einer Belastung für die Umwelt wird. Häufig ist die Nutzung von Klärschlämmen aus zentralen Abwassersystemen zudem problematisch, da zu hohe Konzentrationen an Schwermetallen und anderen Schadstoffen vorliegen, die in der Regel das Resultat einer Vermischung von Haushalts- mit Gewerbe- und Industrieabwässern sowie mit Regenwasser von verschmutzten Straßen sind.

Tatsächlich stellen unsere konventionellen Abwasseranlagen weitgehend lineare *end-of-the-pipe*-Systeme dar, in denen Trinkwasser dazu missbraucht wird, Schmutzfrachten in den Wasserkreislauf einzutragen, wo sie zu Umweltschäden und hygienischen Risiken führen.

Abbildung 1: Nachteile konventioneller Abwasserentsorgung



Nachteile konventioneller Abwasserentsorgung

Unzureichende Reinigung bzw. unkontrollierte Ableitung von mehr als 90 % des Abwassers weltweit

Verschmutzung der Gewässer durch Nähr- und Schadstoffe, Krankheitserreger, Medikamentenrückstände, Hormone

Untragbare **Gesundheitsrisiken und Verbreitung von Krankheiten**

Verbrauch kostbaren Wassers zu Transportzwecken

Hoher Investitions-, Energie-, Betriebs- und Wartungsaufwand

Oft **Subventionierung** wohlhabender Gebiete; Vernachlässigung armer Siedlungen

Verlust der in den Ausscheidungen enthaltenen nutzbaren **Nährstoffe und Spurenelemente** durch Einleitung in Gewässer

Verarmung landwirtschaftlicher Böden, Abhängigkeit von Kunstdünger

Bei zentraler Entwässerung in Mischsystemen: Probleme mit **belasteten Klärschlämmen**

Lineare end-of-pipe-Technologie

Quelle: GTZ

1.2 Vorteile von *ecological sanitation* (ökosystem- und stoffkreislaufwirtschaftsorientiertes Abwassermanagement)

Alternativen zu konventionellen Abwassersystemen bieten die Konzepte der „*ecological sanitation*“, kurz „*ecosan*“. Diese beruhen auf einer ganzheitlichen Betrachtung der Stoffströme im Rahmen von auf die lokalen Bedürfnisse zugeschnittenen, ökologisch und ökonomisch nachhaltigen Abwassermanagementsystemen. Sie favorisieren nicht eine bestimmte Technologie, sondern repräsentieren eine neue Philosophie im Umgang mit den Stoffen, die wir in der Vergangenheit lediglich als zu beseitigende Abwässer und Schmutzfrachten betrachtet haben. Auf diesem Ansatz beruhende Systeme dienen der systematischen Schließung lokaler Stoffstromkreisläufe und ermöglichen damit letztlich Kreislaufwirtschaftssysteme, wie sie im Bereich der festen Abfälle bereits verbreitet sind. Sie dienen auch der Wiederherstellung eines bemerkenswerten natürlichen Gleichgewichts, nämlich zwischen der von einem Menschen pro Jahr ausgeschiedenen und der zur Erzeugung seiner Nahrung notwendigen Nährstoffmenge (7,5 kg Nitrat, Phosphor und Kalium entsprechen dem Düngbedarf für die Erzeugung von 250 kg Getreide).¹ Im Idealfall ermöglichen *ecosan*-Systeme eine nahezu vollständige Rückgewinnung aller in häuslichen Abwässern enthaltenen Nährstoffe und Spurenelemente und – nach entsprechender Behandlung – deren Nutzbarmachung in der Landwirtschaft. Damit tragen sie zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und zur langfristigen Ernährungssicherung bei.

Praktisch betrachtet können mit *ecosan*-Konzepten etwa durch die Separation und getrennte Aufbereitung von Fäkalien, Urin und Grauwasser der Verbrauch wertvollen Trinkwassers minimiert und die separierten Abwässer mit geringerem Aufwand behandelt und einer Wiederverwendung zur Bodenverbesserung, Düngung oder etwa als Brauch- oder Bewässerungswasser zugeführt werden.

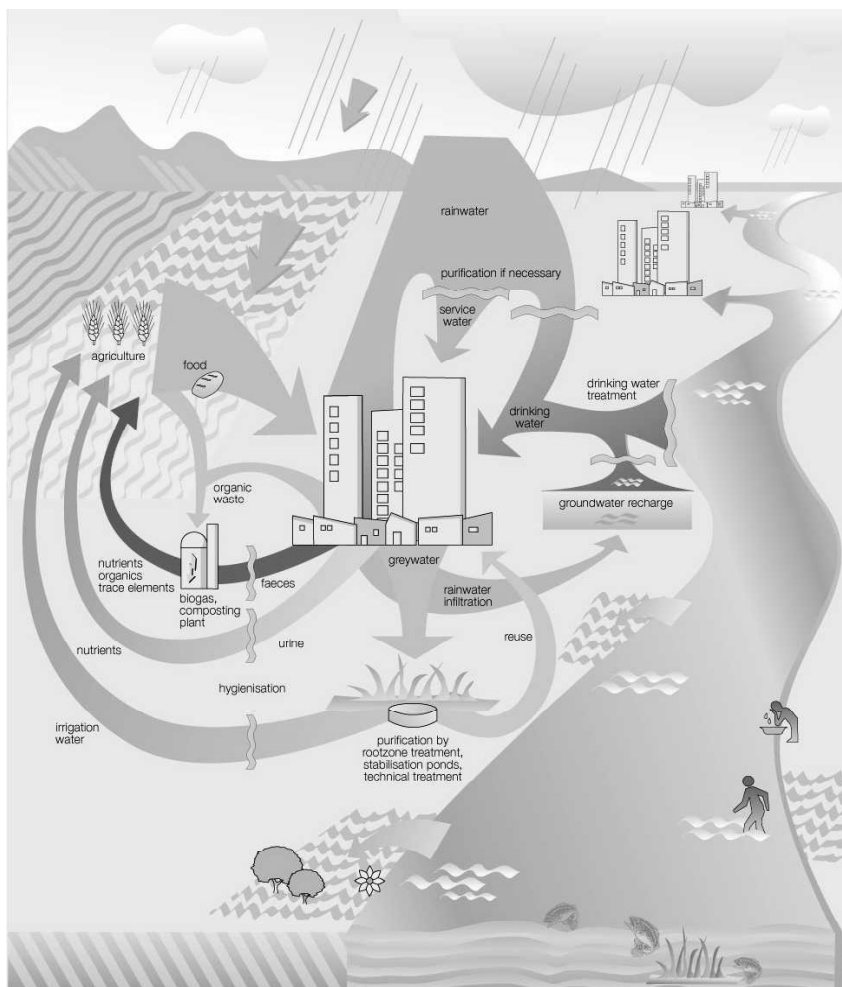
Hier können technologisch sehr unterschiedliche Ansätze – von einfachsten Lowtech- bis zu anspruchsvollen Hightech-Systemen – zum Tragen kommen. Die Spannweite reicht derzeit von Komposttoiletten oder den Urin separierenden Trocknungstoiletten über wassersparende Vakuumkanalisation mit ggf. getrennter Sammlung und anschließender Behandlung von Urin, Fäkalien und Grauwasser bis hin zum Einsatz von Membrantechnologie zur Stofftrennung und Hygienisierung. Grundsätzlich werden angepasste modulare und dezentrale Lösungen favorisiert, in sehr dicht besiedelten Gebieten könnten aber auch weiterhin zentrale Anlagen erforderlich sein.

Auch innovative Logistikkonzepte für den Rücktransport der Nährstoffe in die landwirtschaftlichen Gebiete, Marketingstrategien für die rückgewonnenen Nährstoffe und Anleitungen für deren sichere Ausbringung und Anwendung in der Landwirtschaft haben eine wesentliche Bedeutung. Ebenso sind die Etablierung von Service-Unternehmen und – dadurch bedingt – Einkommen schaffenden Maßnahmen, die den Bau und den sicheren und für die Nutzer komfortablen Betrieb der Installationen gewährleisten, sowie Sammlung, Aufbereitung und Vermarktung der Recyclate übernehmen, ggf. als Teil neuartiger *ecosan*-Konzepte zu betrachten. Eine Schließung lokaler Nährstoffkreisläufe durch Rückgewinnung und Nutzung der in den Exkrementen enthaltenen Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumanteile, Spurenelemente und organischen Bestandteile wird auch aufgrund der Nachteile von Kunstdüngern immer bedeutender. Zum einen sind diese in vielen Teilen der Welt zu teuer oder für die lokalen Bauern nicht verfügbar

1 Vgl. Wolgast (1993).

und in ihren Auswirkungen auf Boden- und Nahrungsqualität umstritten, zum anderen werden für ihre Produktion hohe Mengen von Energie und endliche fossile Ressourcen verbraucht. Beispielhaft sei hier der Phosphor erwähnt, dessen abbauwürdige Vorkommen bei gleich bleibendem Verbrauch nach derzeitigen Schätzungen in circa 60-150 Jahren erschöpft sein werden. Die Nutzung des Energiegehalts von Fäkalien durch anaerobe Vergärung und Biogasnutzung trägt ebenso zur Schonung der fossilen Ressourcen bei. Ecosan ist auch vor diesem Hintergrund ein entscheidender Faktor des Umwelt- und Ressourcenschutzes, der nachhaltigen Sicherung der Nahrungsmittelproduktion sowie der Stabilisierung der Ernährungs- und Gesundheitssituation in der Zukunft.

Abbildung 2: Vorteile von ecosan-Systemen



Vorteile von ecosan-Systemen

Verringerung der Gesundheitsrisiken durch minimierten Eintrag von Krankheitskeimen aus menschlichen Exkrementen in den Wasserkreislauf

Förderung der Wiederverwertung durch hygienisch sichere Nutzung von Nährstoffen, Spurenelementen, Wasser und Energie

Schonung der natürlichen Ressourcen durch verringerten Wasserverbrauch, Substitution von Kunstdünger, Minimierung von Gewässerverschmutzung

Bevorzugung modularer, dezentraler teilstrom-orientierter Systeme, dadurch **angepasste, kostengünstige Lösungen**

Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit

Sicherung der landwirtschaftlichen Produktivität und Beitrag zur Ernährungssicherung

Ganzheitliche, interdisziplinäre Herangehensweise (Hygiene, Siedlungswasserwirtschaft, Umwelt- und Ressourcenschutz, Stadtplanung, Landwirtschaft, Bewässerung, Ernährungssicherung, Kleingewerbeförderung)

Stoffstromkreislauf statt Entsorgung

Quelle: GTZ

In den vergangenen Jahren sind in verschiedenen Ländern sehr erfolgreich ecosan-Trockentoilettensysteme im ländlichen Raum und in dünnbesiedelten Stadtrandgebieten eingesetzt worden, sodass es mittlerweile genügend Erfahrung gibt, um diese Systeme als Standardlösung für die Verbreitung in solchen Gebieten empfehlen zu können. Auch für urbane Gebiete existieren bereits einzelne erfolgreiche und vielversprechende Beispiele ökologischer Entsorgungskonzepte. Dennoch ist hier aufgrund der viel höheren Komplexität, der anspruchsvolleren Technik und der räumlichen Distanz zu den land-

wirtschaftlichen Flächen noch ein hohes Maß an weiterer Forschungs- und Entwicklungsarbeit erforderlich. Angesichts weltweiter rapider Urbanisierung sind Modellvorhaben für verdichtete Räume jedoch dringend erforderlich um für die unterschiedlichsten Ansprüche und Randbedingungen passende Lösungen bereitzustellen und ihnen die Anerkennung von Behörden, Planern und Universitäten zu verschaffen.

Zahlreiche Organisationen arbeiten bereits tatkräftig an diesen Aufgaben, darunter auch das vom Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) finanzierte GTZ-Sektorprojekt ecosan.

2 Konzeptionelle Bedeutung von ecosan für IWRM

2.1 Wie ordnet sich *ecological sanitation* innerhalb des IWRM ein?

Einerseits wurde mit dem Begriff *Integrated Water Resources Management* (IWRM) in den Dublin-Prinzipien (1992) und der Agenda 21 (1992) auf internationaler Ebene ein neuer wasserpolitischer Konsens verankert, der seitdem auf zahlreichen internationalen Konferenzen und in verschiedenen Deklarationen bestätigt wurde und der als Leitbild des integrierten Wasserressourcen-Managements heute die Arbeitsgrundlage vieler mit Wasserfragen befasster Organisationen darstellt. Wie jedoch insbesondere Huppert in diesem Band ausführt, gibt es bei verschiedenen Akteuren durchaus unterschiedliche Definitionen des Begriffs IWRM.

Da das Verständnis von IWRM je nach Organisation, Situation und Hintergrund ganz unterschiedlich ist, hat man in der GTZ versucht, die verschiedenen Begriffe auf einer Matrix einzuordnen. Bei dieser Matrix sind auf der vertikalen Achse die verschiedenen Entscheidungsebenen angeordnet, von lokaler bis internationaler Ebene, und auf der horizontalen Achse der Integrationsgrad (Abbildung 3). Die klassische Siedlungswasserwirtschaft beschäftigt sich in der Regel ausschließlich mit dem Management der Ressource Wasser, ohne weitere Ressourcen wie Nährstoffe oder Boden einzubeziehen, und wäre daher auf der IWRM-Matrix als Ansatz mit geringem Integrationsgrad einzuordnen.

Ecosan-Konzepte dagegen schließen neben der Bewirtschaftung von Wasser (als Abwasser, Trinkwasser, Brauchwasser, Bewässerungswasser, Regenwasser, Grundwasser oder Oberflächenwasser) auch die Bewirtschaftung weiterer natürlicher Ressourcen wie Boden, Nährstoffe, organische Stoffe, Energie und Spurenelemente mit ein. Darüber hinaus werden auch sozioökonomische Ressourcen wie Gesundheit, Beschäftigung und Ernährungssicherheit einbezogen und Zielsetzungen im Bereich IWRM mit gesundheitspolitischen und ökonomischen Zielen und Zielen des Ressourcenschutzes, Klimaschutzes, Bodenschutzes und der nachhaltigen Landwirtschaft verknüpft. Ecosan ist also ein Ansatz mit hohem Integrationsgrad, bei dem das Management von Wasser und zahlreichen anderen Ressourcen in ein holistisches Konzept integriert wird.²

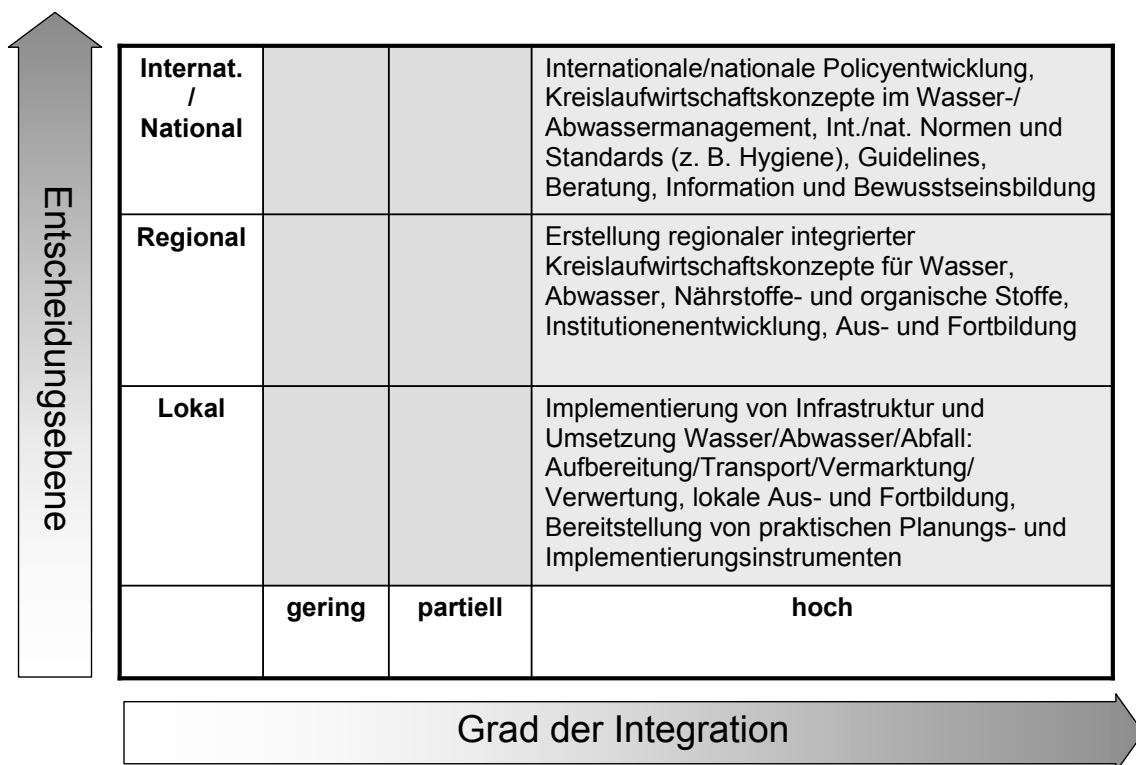
Bezüglich der Einordnung von ecosan-Konzepten auf der Achse der verschiedenen Entscheidungsebenen ergibt sich ein sehr differenziertes Bild. Ecosan-Konzepte fördern lokale kleinräumige Problemlösungen und spielen daher bereits auf der Ebene des einzelnen Haushalts eine wichtige Rolle, wenn z. B. Grauwasser für die Toilettenspülung oder die Gartenbewässerung recycelt wird, Küchenabfälle im Garten kompostiert werden oder Urin getrennt und lokal verwertet wird. Bedeutung auf lokaler Ebene hat vor

2 Roediger Vakuumtechnik; vgl. Werner et al. (2000; 2003).

allein die Implementierung von entsprechender Infrastruktur und von Systemen für die Sammlung, Aufbereitung, den Transport, die Vermarktung und Verwertung der aus Abfällen und Abwasser zurückgewinnbaren Recyclingstoffe. Auch die Bereitstellung von Planungs- und Implementierungsinstrumenten sowie von Aus- und Fortbildungsmaßnahmen sind auf lokaler Ebene von hoher Bedeutung.

Auf regionaler Ebene sind integrierte Planungsinstrumente, wie z. B. integrierte Kreislaufwirtschaftskonzepte für Wasser, organische Stoffe, Nährstoffe und Energie, Beispiele für die Umsetzung von ecosan-Ansätzen. Aufgrund der Interdisziplinarität des ecosan-Ansatzes, sind hier auch entsprechende institutionelle Kooperationen und Reformen erforderlich, die den bisher in der Regel getrennt betrachteten Sektoren der Wasserressourcenbewirtschaftung, Trinkwasserversorgung, Abwasserentsorgung, Abfallwirtschaft, Bewässerung, Landwirtschaft, Bodenschutz, Umweltschutz, Energieversorgung und Gesundheit eine effiziente Zusammenarbeit ermöglichen. Die Verankerung kreislaufwirtschaftsorientierter Konzepte ist auf der regionalen Ebene in Ausbildungsplänen von Schulen, Universitäten und Berufsausbildung erforderlich. Hier sind auch Fördermittel und Forschungsgelder bereitzustellen.

Abbildung 3: Einordnung von ecosan im IWRM



Quelle: GTZ

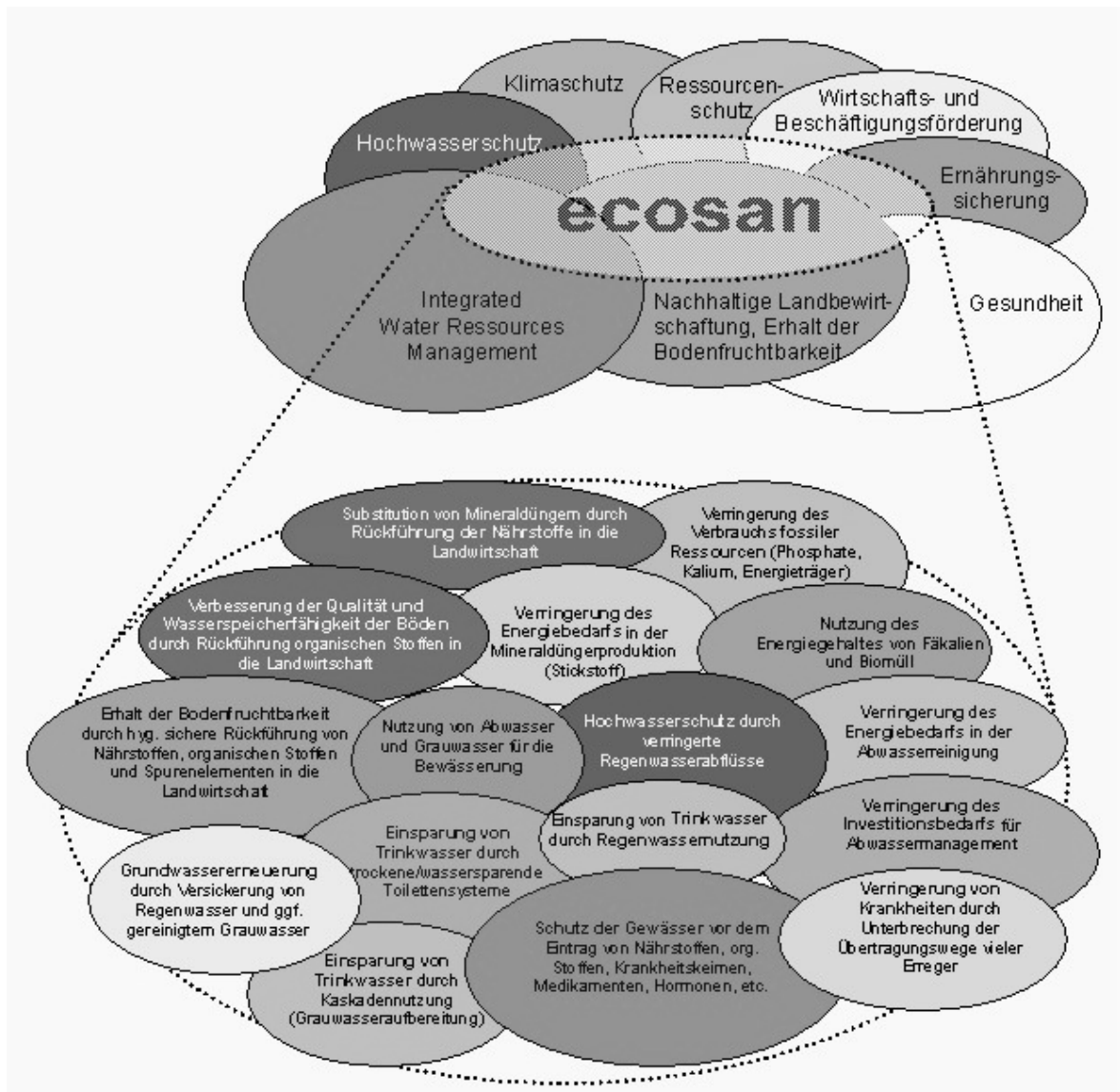
Auf nationaler und internationaler Ebene ist vor allem die Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen bedeutsam, hierzu zählen internationale politische Zielsetzungen, die Festlegung von Guidelines, Normen und Standards, international anerkannte Regeln der Technik und ein überregionales Wissensmanagement. Die Verbreitung von Informationen, Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung ist auf allen Ebenen relevant, um den angestrebten Paradigmenwechsel zu ermöglichen und erforderliches Know-how zu verbreiten.

Innerhalb des IWRM zeichnet sich ecosan demnach als hoch integrativer Ansatz aus, der auf sämtlichen Ebenen, von der lokalen bis zur internationalen, von Bedeutung ist.

2.2 Ecosan-Beiträge zum nachhaltigen integrierten Wasser- und Ressourcenmanagement

Ecosan als integrativer Ansatz liegt im Schnittpunkt vieler Sektoren. Abbildung 4 veranschaulicht, wie ecosan Sektoren wie Wasserressourcenbewirtschaftung, Hochwasserschutz, nachhaltige Landwirtschaft, Bodenschutz, Klimaschutz, Gesundheit, Ressourcenschutz, Ernährungssicherung bis hin zur Wirtschafts- und Beschäftigungsförderung berührt und miteinander verbindet.

Abbildung 4 : Beitrag von ecosan zum nachhaltigen integrierten Wasser- und Ressourcenmanagement



Quelle: GTZ

So trägt ecosan z. B. entscheidend zum Gewässerschutz bei, indem Nährstoffe und organische Frachten nicht mehr in die Gewässer eingeleitet, sondern gezielt aufbereitet und in die Stoffkreisläufe zurückgeführt werden. Auch Krankheitserreger, Fäkalkeime und die im Urin konzentrierten Medikamenten- und Hormonrückstände gelangen nicht mehr in die Gewässer, sondern werden abgetrennt und können bei Bedarf durch gezielte Behandlung der Fäkalien und des Urins leichter unschädlich gemacht werden.

Zwar wird die Knappheit der Ressource Wasser in ariden Gebieten in der Regel durch den hohen quantitativen Bedarf der Bewässerungslandwirtschaft dominiert, trotzdem können ecosan-Systeme durch Wassereinsparung und -recycling auch hier zur Linderung der Probleme beitragen. Bei Wasser sparenden oder Trockentoiletten-Systemen wird Trinkwasser nicht mehr oder nur in vermindertem Maße zur Spülung und als Transportmittel für Fäkalien verschwendet. Zudem ermöglicht die Mehrfachnutzung von Wasser, z. B. durch Grauwasseraufbereitung, eine erhebliche Verbrauchssenkung von Frischwasser. Die Nutzung von Abwasser oder Grauwasser zur Bewässerung von landwirtschaftlichen Nutzflächen, Gärten oder Grünanlagen erhöht ebenfalls die Effizienz der Wassernutzung und verringert die Konkurrenz unterschiedlicher Wassernutzungen. Auch die Regenwassernutzung trägt zur Trinkwassereinsparung bei und hat in Kombination mit lokaler Versickerung zusätzlich eine positive Wirkung auf den Hochwasserschutz durch Verminderung der Regenwasserabflüsse. Wird Regenwasser oder gereinigtes Grauwasser lokal versickert, trägt dies zudem zur Grundwasserneubildung und zur Erhöhung der verfügbaren Wasserressourcen bei. Zudem verbessert die Rückführung der organischen Stoffe die Wasserspeicherkapazität der Böden und die natürliche Versickerung.

Entscheidend ist der ecosan-Ansatz jedoch in Bezug auf die Lösung der qualitativen Wasserressourcenprobleme, indem er die Kontamination von Oberflächen und Grundwasser verhindert und somit die Nutzbarkeit der bestehenden Ressourcen für vielfältige Anwendungszwecke erhält.

Durch die vermehrte Nährstoffrückführung in die Landwirtschaft können bedeutende Mengen an Mineraldüngern substituiert werden. Für viele Entwicklungsländer würde dies entscheidende volkswirtschaftliche Vorteile bieten, da weniger teure Mineraldünger aus dem Ausland gekauft werden müssen. Zudem wird sich der globale Verbrauch an Energie (für die Stickstoffproduktion) und an endlichen Ressourcen (Phosphor, Kalium) verringern. Bedeutende Energiesparpotenziale ergeben sich auch durch den verringerten Energiebedarf in der Abwasserreinigung. Die Nutzung des Energiegehalts in Fäkalien und Biomüll trägt ebenfalls zur Schonung fossiler Energieträger bei.

Die Rückführung der organischen Stoffe, der Nährstoffe und der Spurenelemente in die landwirtschaftlichen Böden leistet einen bedeutenden Beitrag zum Erhalt von Qualität, Fruchtbarkeit und Wasserspeicherfähigkeit der Böden.

Einer der Hauptvorteile von ecosan ist, dass die Systeme einen wesentlich geringeren Investitionsbedarf als konventionelle Abwassertechnologie verlangen, wodurch von den vorhandenen Mitteln für Abwassermanagement wesentlich mehr Menschen profitieren werden. Der verbesserte Zugang zu geregelter Abfall- und Abwasserentsorgung wird so auch die Gesundheitssituation der Bevölkerung in den Entwicklungsländern verbessern, wozu nicht zuletzt auch die verminderte Verschmutzung und hygienische Belastung der Grund- und Oberflächengewässer beitragen wird.

All diese Beispiele machen deutlich, dass ecosan-Konzepte auf äußerst vielfältige Weise zu einem effizienten und nachhaltigen Wasser- und Ressourcenmanagement beitragen können.

Tatsächlich stellt ecosan einen Paradigmenwechsel dar, weg vom linearen Prinzip der Problemlösung (*end-of-pipe*), hin zu einem Ökosystemansatz der stoffstromorientierten Kreislaufwirtschaft von Wasser, Nährstoffen, organischen Stoffen und Spurenelementen. Der dadurch bedingte multisektorale Ansatz macht ecosan zu einem essenziellen Baustein der praktischen Umsetzung des *Integrated Water Resources Management* im weitesten Sinne, also des integrierten Ressourcenmanagements.

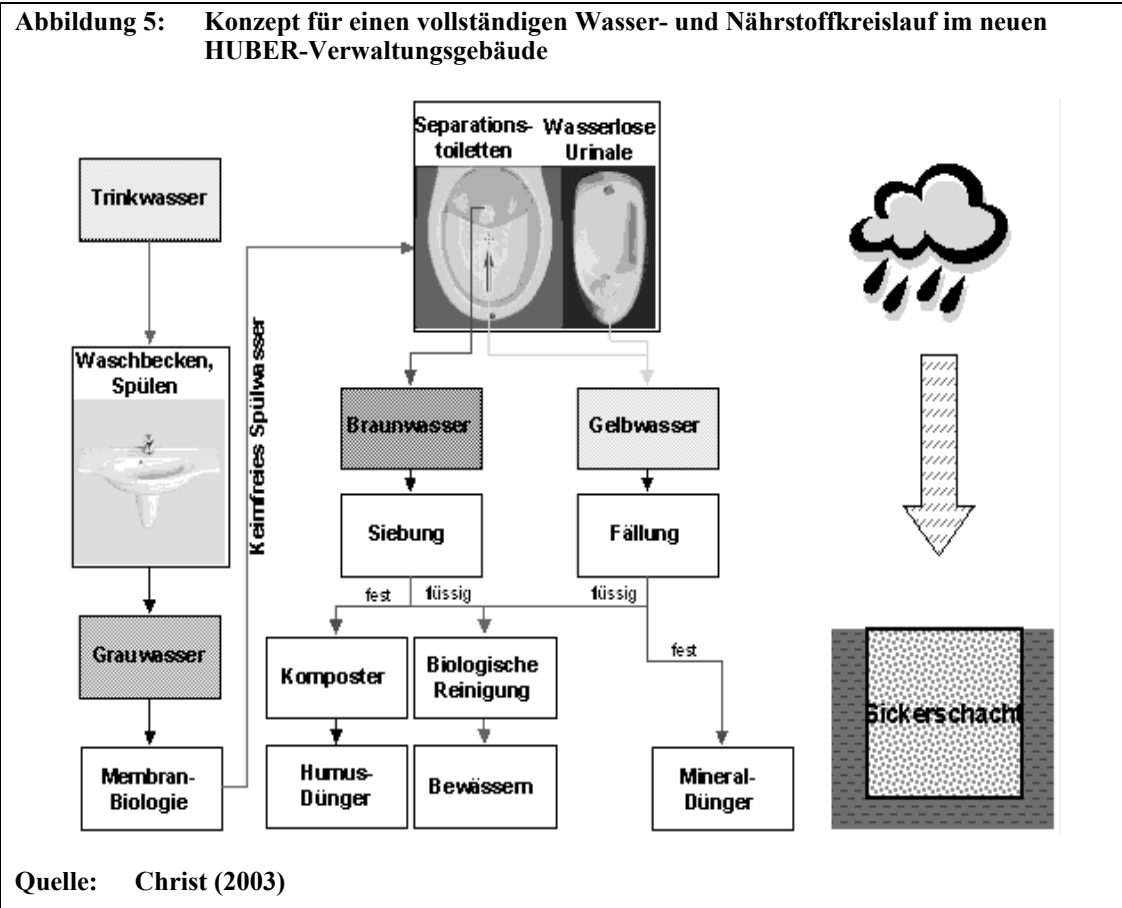
3 Umsetzung von *ecological sanitation* in die Praxis

In vielen Ländern ist die Verwertung menschlicher Fäkalien in der Landwirtschaft jahrtausendealte Tradition und wird z. B. in weiten Teilen Asiens auch heute noch, vor allem im ländlichen und peri-urbanen Raum praktiziert. Immer häufiger werden jedoch die ecosan-Prinzipien auch in anderen Ländern aufgegriffen, an die jeweiligen Verhältnisse angepasste Lösungen entwickelt und in die Praxis umgesetzt. So gibt es, sowohl in den Entwicklungsländern als auch in den industrialisierten Staaten, zahlreiche Projekte in denen ecosan-Konzepte bereits umgesetzt wurden. Der Wandel braucht jedoch seine Zeit. Zentrale *end-of-pipe*-Systeme werden seit nunmehr über hundert Jahren eingesetzt und optimiert. Ihre Schwächen wurden lange Zeit übersehen oder in Kauf genommen. Erst seit einigen Jahren zeigen erfolgreiche ecosan-Demonstrationsprojekte, wie nachhaltig Infrastrukturprojekte im Wassersektor sein können und erst langsam wird deutlich, dass mit ihnen ein ganzer Strauß von Problemen gelöst werden kann. So gibt es zwar bereits vielfältige Umsetzungen von ecosan-Konzepten in die Praxis, gegenüber der Verbreitung konventioneller Technik nimmt ecosan dennoch (erwartungsgemäß) bisher nur einen kleinen Raum ein. Hauptsächliche Hemmnisse reichen von der Lebensdauer der existierenden *end-of-pipe*-Infrastruktur, (die sich amortisieren soll) über die mit dieser Struktur eingespielt funktionierende Ver- und Entsorgungswirtschaft, (die sich bei den veränderten Stoffflüssen umstrukturieren muss), bis hin zu den rechtlichen Rahmenbedingungen, die die neuen Möglichkeiten nicht berücksichtigen oder gar behindern (z. B. Anschluss- und Benutzerzwang), neuen technologischen und logistischen Herausforderungen und nicht zuletzt mangelnde Akzeptanz beim Umgang mit den als schädlich oder ekelerregend empfundenen Stoffen. So sind die im Folgenden vorgestellten Praxisbeispiele sehr wichtig, da sie nicht nur zeigen, was möglich ist, sondern auch andeuten, in welcher Weise sich die wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen bei einer verstärkten Umsetzung von ecosan-Konzepten anzupassen haben.

In Abschnitt 3.1 und 3.2 soll mit einer Reihe von Projektbeispielen ein Überblick über den aktuellen Stand der Umsetzung von ecosan-Konzepten in die Praxis gegeben werden. In Abschnitt 3.3 soll eine Reihe von Instrumenten vorgestellt werden, die von verschiedenen Organisationen zur praktischen Umsetzung von ecosan entwickelt wurden.

3.1 Projektbeispiele aus Deutschland

Neuartige Abwasserkonzepte, in denen die Prinzipien der Stoffstromtrennung und Kreislaufführung sowie moderne Sanitärtechnik zur Anwendung kommen, gibt es mittlerweile an mehreren Orten in Deutschland. Einige der bekannteren Beispiele sollen im Folgenden vorgestellt werden.



Im bayrischen Berching hat die Hans Huber AG ihr neues Verwaltungsgebäude mit einem Abwassersystem ausgerüstet, das nach dem Kreislauf- und Stoffstromtrennungsprinzip funktioniert. Die Stoffströme Gelbwasser, Braunwasser und Grauwasser werden an der Quelle getrennt und sollen jeweils spezifisch, und daher kostengünstig, aufbereitet und wiederverwertet werden. Mit diesem Projekt möchte die Firma, die selbst Abwasseranlagen produziert, die Machbarkeit moderner Abwassersysteme in ihren eigenen Gebäuden demonstrieren.³

In Frankfurt ist der Neubau der KfW-Bankengruppe am Palmengarten nach neuesten Konzepten der Sanitärtechnik mit Vakuumtechnik und einer Grauwasseraufbereitungsanlage ausgestattet.⁴ Hierbei werden nicht nur durch Vakuumtoiletten die Spülmenge auf nur noch einen Liter reduziert, sondern auch die Abwasserströme in Grau- und Schwarzwasser aufgeteilt, um so eine einfache Wiederaufbereitung und Weiterverwen-

3 Vgl. Christ (2003).

4 Roediger Vakuumtechnik.

derung des Grauwassers zu erreichen. Die KfW ist dadurch Vorreiter und Vorbild für ihre ausländischen Partner und demonstriert neue Lösungen für Regionen, die Probleme mit der Wasserver- und -entsorgung haben, wie insbesondere aride Gebiete.

Ein integriertes Sanitärkonzept wurde in der Ökosiedlung Lübeck–Flintenbreite realisiert. Das 3,5 ha große Areal wurde nicht mit einer Kläranlage verbunden. 350 Menschen werden in diesem Stadtteil mit richtungsweisendem Charakter leben. Drei getrennte Sammelsysteme für Schwarzwasser, Grauwasser und Oberflächenwasser wurden installiert. Das Schwarzwasser wird mit einer Vakuumkanalisation gesammelt und zentral zusammen mit Bioabfall in einem Biogasreaktor aufbereitet.⁵ Der anfallende geruchsneutrale Schlamm kann als Dünger auf die Felder verbracht werden. Das Grauwasser wird in Schwerkraftleitungen abgeleitet und in dezentral angeordneten bewachsenen Bodenfiltern gereinigt, das Regenwasser wird lokal versickert.

In Deutschland existieren flächendeckend Sammel- und Behandlungssysteme für organische Abfälle (Biomüll). Z. B. werden in Freiburg die organischen Abfälle von etwa 400.000 Einwohnern separat gesammelt, unter Gewinnung von Biogas vergoren und als Kompost bzw. Bodenverbesserer wieder in die Landwirtschaft zurückgeführt.⁶ Die in diesem Bereich gewonnenen Erfahrungen können auf die Sammlung und die Verarbeitung von Schwarzwasser aus Vakuumtoiletten oder Fäkalien aus Trenntoiletten übertragen werden.

Bei der Hamburger Stadtentwässerung hat man begonnen, über die Umsetzungschancen alternativer Entsorgungssysteme in einer deutschen Großstadt nachzudenken. Dabei wird vor allem die Urinseparation als Ziel formuliert, da "jegliche aus dem System ausgekoppelte Gelbwassermenge die heutige Abwasserbehandlung bereits sinnvoll entlasten" würde. Hierbei spielen auch Energieverbrauchsaspekte eine große Rolle: Die Nährstoffelimination verschlingt heute mit circa 25 kWh pro Person und Jahr etwa die Hälfte der Abwasserbehandlungsenergie. Eine Separation des Urins bereits am Entstehungsort durch Trenntoiletten und wasserlose Urinale würde im Verbund mit einer minimierten Spülwassermenge eine erleichterte separate Behandlung des fast unverdünnten Urins und die relevant verminderte Auslegung der Stickstoffelimination erlauben, wodurch Kläranlagen weitgehend energieautark gefahren werden könnten.⁷

3.2 Projektbeispiele aus Entwicklungsländern

In Entwicklungsländern gibt es neben unzähligen traditionellen Recyclingsystemen auch zahlreiche Beispiele für die Umsetzung moderner Technologien und weiterentwickelter ecosan-Konzepte.

So sind in China, wo die Verwendung von Fäkalien und Urin in der Landwirtschaft eine Jahrtausende alte Tradition besitzt, derzeit schon mehrere Großprojekte in Planung, bei denen Stadtviertel mit Wohnblocks für mehrere 10.000 Einwohner gebaut werden sollen, die mit entsprechender Technik zur getrennten Erfassung der Stoffströme und gezielter Aufbereitung und Verwertung ausgerüstet sein werden. Derartige Projekte sind z. B. in Yang Song nahe Peking und in der Jiangsu-Provinz, beide mit deutscher Betei-

5 Roediger Vakuumtechnik.

6 BKF Freiburg.

7 Vgl. Peter-Fröhlich et al. (2004).

ligung durch die GTZ, sowie in Dong Sheng mit schwedischer Unterstützung in Vorbereitung bzw. in der Durchführung.

Eine sehr interessante chinesische Eigenentwicklung ist auch das so genannte „*four in one-model*“, bei dem standardisierte Kleinbauerngehöfte mit einer geschlossenen Einheit ausgestattet werden, die die Toiletten, einen Schweinestall, einen Biogasreaktor und ein Gewächshaus umfasst. Dieses integrierte System ermöglicht eine direkte Kreislaufführung der Nährstoffe und der organischen Stoffe, die Befriedigung des Energiebedarfes der Kleinbauernfamilie und sogar die Nutzung des beim Verbrennen des Biogases entstehenden Kohlendioxyds zur Anreicherung des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre im Gewächshaus, was die Produktivität der Pflanzen erhöht. Dieses Modell wurde bereits mehr als eine Million Mal im Umfeld der chinesischen Megastädte gebaut.⁸

In Botswana wurden mit Unterstützung der GTZ im Rahmen eines Pilotprojektes Urinseparationslatrinen und Kompostierung eingeführt, um die Fäkalien aus den Latrinen zu hygienisieren. Die Wirkung von Urin-Wasser-Gemischen auf das Pflanzenwachstum wurde auf Versuchsflächen untersucht, und Schulen und Bauern beteiligen sich an der Demonstration von Urinnutzung im Landbau. Die Latrinen-Installationen werden bezüglich Nutzung und Unterhaltung kontinuierlich an die Bedürfnisse der Menschen angepasst und verbessert, und die Behörden haben starkes Interesse daran geäußert, dieses Konzept auf enger besiedelte städtische Gebiete zu übertragen.⁹

Ebenfalls in Botswana wird zurzeit Afrikas erste Vakuumentwässerung einer gesamten Siedlung in Betrieb genommen. Die Behörden wollen dort die Eignung von Vakuumkanalisation und Schwemmkanalisation unter den herrschenden Bedingungen (hoher Wasserpreis, sehr flaches und steiniges Gelände) vergleichen. Bei Erfolg soll die Technologie in größerem Maßstab zum Einsatz kommen. Über die GTZ soll die getrennte Behandlung und Verwertung der verschiedenen Stoffströme gefördert werden.

In Kuba untersucht die GTZ zurzeit, wie die weit verbreitete Praxis des Gemüseanbaus im innerstädtischen Bereich mit Nährstoff- und Wasserrecycling aus Fäkalien zu einem integrierten Kreislaufkonzept verbunden werden kann. Die in Kuba ebenfalls schon weit verbreitete Anaerobtechnologie könnte auch verstärkt zur Behandlung der Fäkalien zum Einsatz kommen.

In Mali führte die GTZ ein ecosan-Pilotprojekt durch, bei dem mehrere Haushalte die Fäkalien getrocknet oder als Kompost, den Urin als Dünger und das Grauwasser zur Bewässerung der eigenen Gärten verwenden. Das Konzept wird jetzt im Rahmen eines durch die GTZ geförderten Kommunalentwicklungsprogramms mit Beteiligung von deutschen Firmen in größerem Maßstab umgesetzt.

In Südafrika hat die Regierung begonnen, intensiv in die Verbesserung der Abwasserentsorgungssituation der überwiegend armen Bevölkerung zu investieren; bis zum Jahre 2011 soll die Anzahl der Menschen ohne Zugang zu geregelter Abwasserentsorgung halbiert werden. Konventionelle Technologie basierend auf Schwemmkanalisation und Abwasserbehandlung sind hier, bedingt durch die größtenteils herrschende Wasserknappheit und das Ziel, mit den vorhandenen Mitteln möglichst viele Haushalte mit einer geregelten Fäkalien- oder Abwasserentsorgung auszustatten, in den meisten Fällen keine geeignete Lösung. Der entstehende Markt hat bereits zu zahlreichen innovativen Entwicklungen von verschiedensten Fertigteil-Trockentoilettensystemen durch südafri-

8 Vgl. Yao Xianjung (2003).

9 Vgl. Wirbelauer et al. (2004).

kanische Unternehmen geführt, welche die Behandlung und Verwertung von Urin und Fäkalien ermöglichen.

Der Einsatz von Spitzentechnologie war in Windhoek in Namibia erforderlich, wo die Wasserversorgung der Stadt, die in einer der trockensten Regionen der Erde liegt, nicht mehr mit den vorhandenen Ressourcen sichergestellt werden konnte. Um den Trinkwasserbedarf mittelfristig zu decken, wurde eine weltweit einzigartige Aufbereitungsanlage errichtet, die Abwasser bis zur Trinkwasserqualität aufbereitet. Die Kapazität der Abwasserrückgewinnungsanlage beträgt 21.000 m³/Tag und entspricht knapp 50 % des Gesamtverbrauchs der Stadt. Das häusliche Abwasser der Region wird in zwei mehrstufigen Kläranlagen (Nitrat- und Phosphatelimination) gereinigt, und dann in einem aufwendigen so genannten Multi-Barrier-Verfahren zu einwandfreiem Trinkwasser mit hoher Qualität aufbereitet.¹⁰

3.3 Instrumente für die Planung und Umsetzung von ecosan

Anpassung der gängigen Instrumente an ein holistisches Vorgehen

Die in der Vorbereitung und Planung von Infrastrukturprojekten am häufigsten verwendeten Instrumente sind die so genannten Pre-feasibility- und Feasibility-Studien, die in der Regel eine Erhebung und Bewertung der aktuellen Situation, die strategische Planung, die Erarbeitung von machbaren Lösungen, die technische Planung, Kostenschätzungen und Finanzplanung, sowie die Prüfung der Umweltverträglichkeit und sozio-ökonomischer Auswirkungen des Projektes, einschließlich einer Abschätzung potenzieller Risiken umfassen. Daran schließen sich die Bauablaufsplanung und Erstellung eines Betriebskonzepts, die Ausführungsplanung, die Ausschreibung und schlussendlich der Bau und die Inbetriebnahme des Systems an.

Diese Instrumente können und sollen durchaus auch bei der Planung und Umsetzung von ecosan-Projekten angemessen eingesetzt werden. Sie müssen jedoch unbedingt den für ecosan spezifisch erweiterten Themengebieten und Fragestellungen Rechnung tragen und differenziert an diese angepasst werden. Diese Anpassung umfasst insbesondere die folgenden Punkte:

- *die Integration des Kreislaufwirtschaftsgedankens in die Analyse der Ausgangssituation und in alle Konzepte und Planungsphasen:*

Das grundlegende Prinzip von ecosan ist es, den Kreislauf zwischen Abwassermanagement und Landwirtschaft zu schließen und Wiederverwendung und Recycling Vorrang vor der Entsorgung einzuräumen. Im Vergleich zur Planung konventioneller Abwasserentsorgung muss daher eine größere Zahl von Aspekten berücksichtigt werden, wie z. B. die Erhebung der landwirtschaftlichen Situation in Bezug auf die Bodenqualität, die Art der angebauten Feldfrüchte, die landwirtschaftlichen Methoden, die Bedürfnisse nach Wasser und Dünger, die genutzten landwirtschaftlichen Geräte, die Bewässerungspraktiken, die Qualität des zur Bewässerung verwendeten Wassers, die Viehzucht, die Praxis hinsichtlich Handhabung und Wiederverwertung von Viehmist und Jauche, die aktuellen und traditionellen Methoden von Düngung und Bodenschutz, die Produktivität, die Kosten und Erträge, die Einstellung von

10 Siehe Firma VA TECH WABAG.

Landwirten und Konsumenten zu Kunstdünger, Mist, Abwasser und menschlichen Exkrementen und vieles andere mehr. Hierbei ist auch anzumerken, dass im ecosan-Ansatz mit dem Begriff der landwirtschaftlichen Verwertung in der Regel nicht nur das Recyceln von Nährstoffen, organischem Material, Wasser und Energie in der traditionellen Landwirtschaft im engeren Sinne gemeint ist, sondern ebenso die Verwertung in der Forstwirtschaft, Fischzucht, Hydrokultur sowie im Garten- und Landschaftsbau. Bei der Untersuchung der landwirtschaftlichen Wiederverwendung von Nährstoffen aus Fäkalien und Urin sind daher in der Praxis zahlreiche Möglichkeiten zu bedenken und zu berücksichtigen.

- *die Integration von Aspekten der (Trink-)Wasserversorgung:*
Da die ecosan-Lösungen auch die Reduzierung des Wasserbedarfs, sowie die Integration von Regenwassersammelsystemen und Grauwasseraufbereitung und -wiederverwendung anstreben, müssen in der Regel auch die Wasserversorgungssysteme in Rahmen eines ecosan-Projekts überprüft und modifiziert werden.
- *die Integration von stadtplanerischen Aspekten:*
Ecosan-Lösungen führen idealerweise zur Schließung lokaler Stoff- und Energiekreisläufe. Wiederverwertung sollte nach Möglichkeit in der Nähe der Quelle stattfinden, um den Transportaufwand zu minimieren und Probleme nicht in weiter entfernt liegende andere Räume zu exportieren. Aus diesem Grund ist u.U. eine Berücksichtigung stadtplanerischer Aspekte nötig (z. B. um Platz zu schaffen für die Integration einer Pflanzenkläranlage in einen städtischen Park, um die urbane Landwirtschaft zu fördern, oder um kleineren Dienstleistungsfirmen ein Areal zur Behandlung und Zwischenlagerung von ecosan-Produkten in der Nachbarschaft zur Verfügung zu stellen).
- *die Integration von abfallwirtschaftlichen Aspekten:*
Ecosan bietet neben Lösungen zu Abwasserfragen ebenso Lösungen zur Integration der Behandlung und Wiederverwertung von organischem Abfall aus Haushalten in ein Gesamtkonzept an.
- *die Berücksichtigung einer viel größeren Anzahl von Sanitärlösungen (zentral – dezentral, herkömmlich – kreislauforientiert, high-tech – low-tech, herkömmlich – neuartig, Stoffstromtrennung – Vermischung der Stoffströme, usw.):* Es sollte hier beachtet werden, dass die Vielzahl der Kombinationen von Techniken und Einsatzgebieten eine erhebliche Herausforderung für die Planer darstellt. Die Entwicklung von angepassten Abwasserkonzepten im ecosan-Stil erfordert sehr viel Know-how und Erfahrung. Einerseits soll vermieden werden, dass innovative und realisierbare Technik- und Serviceoptionen zu Beginn des Planungsprozesses verworfen werden, andererseits darf der Planungsprozess nicht mit einer ungeheuren Anzahl verschiedener und vielleicht weit hergeholter Kombinationen überfrachtet werden.
- *die Anwendung von neuen und ganzheitlichen Kriterien für die Bewertung von Wasser- und Sanitärlösungen:*
Da ecosan-Konzepte durch die produktive Verwertung von Exkrementen und Abwasser Umweltverschmutzung und gesundheitliche Gefahren vermeiden wollen, genügen die gegenwärtig in Abwasserinfrastrukturprojekten verwendeten klassischen Bewertungskriterien, z. B. Einleitungsgrenzwerte für Vorfluter, nicht mehr

zur Abwägung zwischen einzelnen Optionen. Aus diesem Grund müssen neue Kriterien entwickelt und auf die Abwasserentsorgungssysteme angewandt werden, wie z. B. Ressourceneffizienz, Energiebedarf, Anteil der Wiederverwertung, Gesundheitsgefahren, Umweltrisiken, Life-cycle-Analysen, Selbsthilfekriterien, Faktoren, die die Schaffung von Arbeitsplätzen betreffen, Gesamtkosten- und Nutzenanalyse usw.

- *verstärkte Anwendung partizipativer Methoden bei der Vorbereitung und Umsetzung von ecosan-Projekten, insbesondere um den Projektbeteiligten eine ausreichende Entscheidungsgrundlage (informed choice) zu verschaffen.*
- *die Untersuchung der Bedürfnisse der Beteiligten, insbesondere der Nutzer der Sanitäreinrichtungen, der Anbieter von Dienstleistungen und der potenziellen Endnutzer der Recyclingprodukte.*
- *das Erwägen von kleineren Planungseinheiten und einer größeren Zahl dezentralisierter Optionen und*
- *die Integration von Aspekten der Erziehung, der Institutionenentwicklung und der Aus- und Fortbildung in die Projektplanung.*

Da die Anforderungen an die Projektvorbereitung und den Planungsprozess in ecosan-Projekten aus den genannten Gründen sehr viel komplexer und anspruchsvoller sind als in herkömmlichen Infrastrukturprojekten, wurden und werden gegenwärtig von verschiedenen Organisationen Hilfsmittel und Richtlinien für entsprechende Projekte entwickelt. Sie konzentrieren sich in ihrer Betrachtung in der Regel auf einen oder einige der oben genannten Punkte und versuchen darzustellen, wie sich im jeweiligen Bereich der ganzheitliche Ansatz bei der Vorbereitung und Umsetzung von ecosan-Projekten verwirklichen lässt.

Der Household Centered Environmental Sanitation Approach

Eine drastische Veränderung des Planungsansatzes und Vorgehens in der weltweiten Planung von Infrastrukturprojekten forderte eine internationale Expertengruppe des *Water Supply and Sanitation Collaborative Council* (WSSCC), die sich im Februar 2000 in Bellagio, Italien, mit der Frage auseinandersetzte, wie Abwasserprojekte künftig effizient und nachhaltig gestaltet werden können.¹¹ Die Gruppe formulierte die vier Bellagio-Prinzipien (2000), die als verbindliche Grundsätze den Rahmen für das neue Herangehen an Sanitärprojekte bilden sollen (siehe Kasten).

Ein weiterer wesentlicher konzeptioneller Beitrag des WSSCC für eine Lösung der Krise im Sanitärsektor ist der so genannte "haushaltszentrierte umweltbezogene Sanitäransatz" oder *Household Centered Environmental Sanitation Approach* (HCES), der gemeinsam mit den Bellagio-Prinzipien von der *Environmental Sanitation Working Group* des WSSCC entwickelt wurde.¹²

11 Vgl. Schertenleib et al. (2004).

12 Ebd.

Kasten 1: Die Bellagio-Prinzipien (2000)

- (1) Menschenwürde, Lebensqualität und Umweltsicherheit auf der Ebene der Haushalte sollten im Zentrum des neuen Ansatzes stehen, der die lokalen und nationalen Erfordernisse und Bedürfnisse berücksichtigen sollte.
 - Die Lösungen sollten auf das gesamte Spektrum der sozialen, wirtschaftlichen, gesundheitlichen und umweltbezogenen Fragen zugeschnitten sein.
 - Die häusliche und kommunale Umwelt sollte geschützt werden.
 - Die wirtschaftlichen Möglichkeiten der Wertstoffwiedergewinnung und –verwertung sollten genutzt werden.
 - (2) Im Einklang mit den Prinzipien guter Regierungsführung sollte die Entscheidungsfindung alle Beteiligten, vor allem Verbraucher und Dienstleister, mit einbeziehen.
 - Die Entscheidungsfindung sollte auf allen Ebenen auf der ‘informierten Wahl’ (*informed choice*) beruhen.
 - Anreize zur Bereitstellung und Inanspruchnahme von Dienstleistungen und Anlagen sollten mit den allgemeinen Zielsetzungen übereinstimmen.
 - Die Rechte von Verbrauchern und Dienstleistern sollten mit der Verantwortung gegenüber der Umwelt und der menschlichen Gemeinschaft als Ganzem im Gleichgewicht sein.
 - (3) Abfall sollte als Ressource betrachtet werden und seine Bewirtschaftung sollte ganzheitlich gestaltet und Teil des integrierten Managements von Wasservorräten, Nährstoffflüssen und Abfällen sein.
 - Die anfallende Menge an Abwasser und Abfällen sollte vermindert werden, um Effizienz und Wasser- und Umweltsicherheit möglichst weitgehend gewährleisten zu können.
 - Der Export von Abfallstoffen sollte minimiert werden, um die Ausbreitung der Verschmutzungen zu vermindern.
 - Abwasser sollte wiederverwertet und in den Wasserkreislauf zurückgeführt werden.
 - (4) Der Bereich, in dem Probleme der Umwelthygiene gelöst werden, sollte auf die kleinstmögliche Ausdehnung begrenzt werden (Haushalt, Siedlung, Gemeinde, Bezirk, Einzugsgebiet, Stadt), und Abfälle sollten so wenig wie möglich verdünnt werden.
 - Abfall sollte so nah wie möglich an seiner Quelle behandelt und verwertet werden.
 - Wasser sollte zum Abtransport von Abfall so wenig wie möglich zum Einsatz kommen.
 - Für die Hygienisierung und Verwertung von Abwasser sollten neue Technologien entwickelt werden.
- Diese Prinzipien wurden von den Mitgliedern des WSSCC auf dem 5. globalen Forum im November 2000 in Iguazu (Brasilien) verabschiedet.

Kasten 2: Die zwei Hauptkomponenten des HCES

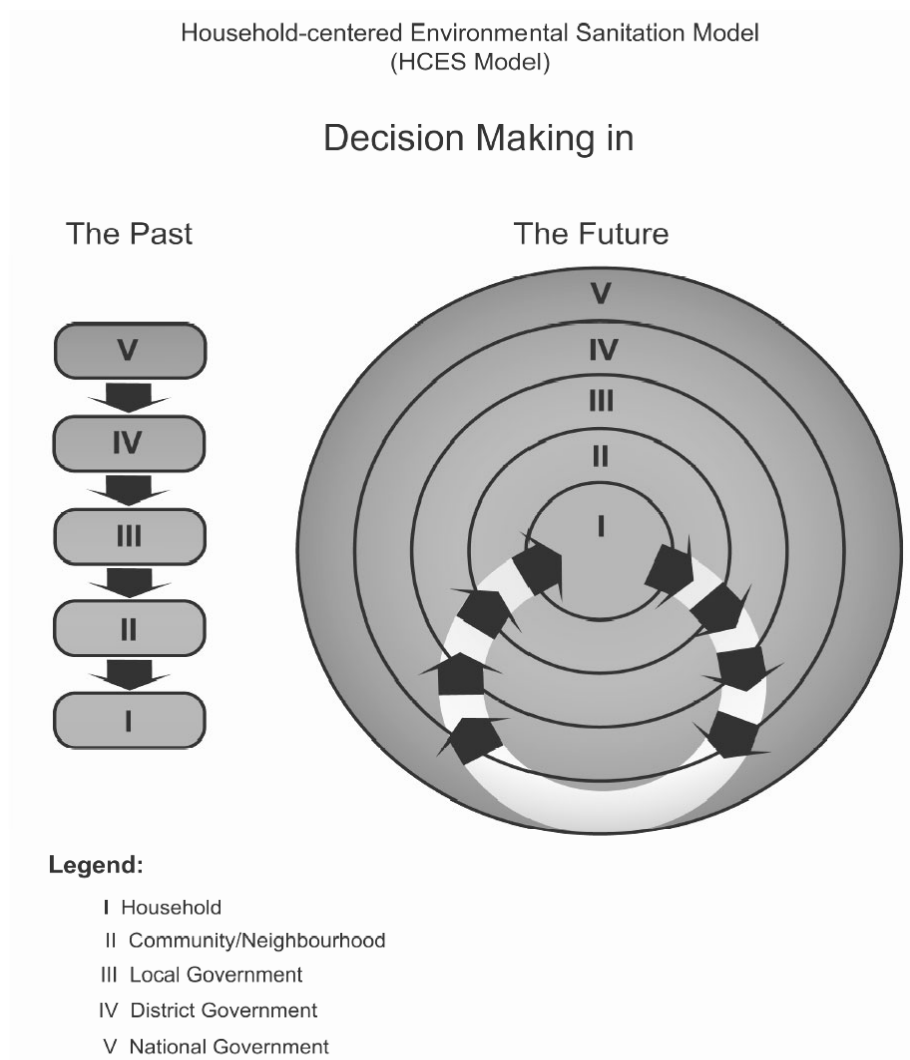
- (1) Das Zentrum der Planung der ökologischen Abwasserentsorgung sollte der Haushalt sein, und dies ausdrücklich in Umkehrung der herkömmlichen Reihenfolge einer zentralisierten Top-down-Planung. Der Nutzer der Dienstleistung sollte ein Mitspracherecht schon bei der Erarbeitung der Planung erhalten, und Abwasserprobleme sollten möglichst dort gelöst werden, wo die Abwässer entstehen. Mit dem Haushalt als zentralem Beteiligten erhalten die Frauen eine gewichtige Stimme im Planungsprozess. Die Rolle der Regierung besteht dann nicht mehr nur darin, Dienstleistungen anzubieten, sondern auch darin, die Nutzer zu befähigen.
- (2) Ein kreislauforientiertes Ressourcenmanagementkonzept sollte angewendet werden, das die Erhaltung, Verwertung und Wiederverwendung von Ressourcen fördert, im Gegensatz zu den gegenwärtigen linearen Stoffströmen in den gängigen Sanitärsystemen.

Auch dieser Ansatz fordert zu einem Umdenken und zu grundsätzlichen Veränderungen in der Planung und Umsetzung von Infrastrukturprojekten im Wasser- und Sanitärbereich auf. Er will damit die Vorteile von Top-Down- und Bottom-up-Ansätzen aufneh-

men und die Nachteile der herkömmlichen Wasserinfrastrukturplanung überwinden. Der HCES basiert auf den zwei nachstehend erläuterten Hauptprinzipien.

Ein Hauptziel bei der Planung mit dem HCES ist es, den Nutzer ins Zentrum des Planungsprozesses zu stellen. Dadurch sollen möglichst direkt sein Wissen, seine Bedürfnisse und Wünsche durch die Planung erfasst bzw. ausgedrückt werden. Wie die nachstehende Abbildung zeigt, soll nur dann eine administrativ höhere Ebene einbezogen werden, wenn dies unvermeidlich ist.

Abbildung 6: Entscheidungsfindung in Vergangenheit und Zukunft nach dem HCES-Modell



Quelle: Schertenleib et al. (2004)

Das andere Hauptziel des HCES ist es, Probleme nicht zu exportieren, sie also möglichst nah an der Stelle zu lösen, an der sie entstehen. Daraus folgt direkt, dass Abfälle möglichst lokal recycelt und zu Wertstoffen umgewandelt werden sollen. Es ist offensichtlich, dass ecosan-Projekte diesem Ziel entsprechen.

Eine Handreichung bzw. Richtlinie für die praktische Umsetzung des “haushaltszentrierten umweltbezogenen Sanitäransatzes” (HCES) für Entscheidungsträger wie Städte-

planer, regionale oder überregionale Vertreter der Politik und Verwaltung wird gegenwärtig ausgearbeitet.¹³

ecosan-Grundlagenbuch und Toolbox (GTZ)

Mit dem Ziel, eine Anleitung für die Vorbereitung und Durchführung von ecosan-Projekten zu liefern, die insbesondere Partizipation, Information und Prozesssteuerung erleichtert, hat das GTZ-ecosan-Projekt in Zusammenarbeit mit einer internationalen Arbeitsgruppe in den vergangenen Monaten ein Grundlagenbuch erarbeitet, das die verschiedenen Puzzlestücke zu einem schlüssigen Bild zusammenfügen soll.¹⁴

Die Entwurfsfassung des Buches und die Struktur der dazugehörigen Toolbox wurden im Dezember 2003 auf einer von GTZ und WSSCC gemeinsam ausgerichteten Arbeitstagung in Eschborn (Deutschland) einer Gruppe von internationalen Experten und Organisationen vorgestellt und ausführlich diskutiert. Das Grundlagenbuch stellt einen praxisorientierten Leitfaden für die Vorbereitung und Durchführung von ecosan-Projekten dar. In ihm sind die ersten Erfahrungen aus den über 40 von der GTZ mitbetreuten Pilotprojekten eingearbeitet worden. Außerdem werden die Grundlagen der ecosan-Philosophie erläutert, vier ecosan-Projekttypen unterschieden, die zahlreichen je nach Projekt zu berücksichtigenden Partner bezüglich motivierender und hemmender Faktoren diskutiert, ein vereinfachter Projektablauf beispielhaft vorgestellt sowie in der zugehörigen Toolbox erste, für die Praxis geeignete Instrumente zusammengestellt, die im Laufe der Vorbereitung und Durchführung von ecosan-Projekten nützlich sein können.

Auf der Eschborner Arbeitstagung wurde darüber hinaus besprochen, wie das ecosan-Grundlagenbuch der GTZ sich mit den Richtlinien der schwedischen Entwicklungsorganisation SIDA ergänzen kann, die sich auf die Verwendung von Abwasser und Fäkalien in der Landwirtschaft konzentrieren, und schließlich, in welcher Weise den gegenwärtig erarbeiteten Richtlinien zur „Verwendung von Fäkalien und Grauwasser in der Landwirtschaft“ der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zugearbeitet werden kann.

Das GTZ-ecosan-Projekt ist derzeit mit der Zusammenstellung und Entwicklung von Instrumenten beschäftigt, die in die zum Grundlagenbuch gehörige Toolbox aufgenommen werden sollen. Die Tools oder Umsetzungsinstrumente reichen von Öffentlichkeitsarbeitsmaterialien (Infomaterialien, Poster, Broschüren, Publikationen, Filme, Präsentationen, etc.), Planungshilfen, technischen Informationen, Normen und Standards, Trainingsmaterialien bis zur Entwicklung neuer Instrumente (z. B. Technikdatenblätter, Projektdatenbank).

UNESCO-Publikation zur Einbringung von ecosan in die Curricula

Die UNESCO beabsichtigt, im Rahmen ihres Internationalen Hydrologischen Programms (IHP) einen Beitrag zum Paradigmenwechsel in der urbanen Wasserwirtschaft zu leisten, und wird einen Band der UNESCO-IHP-Reihe „*Technical Documents in Hydrology*“ der Präsentation und Diskussion ökologischer Sanitärsysteme widmen. Der

13 Vgl. Schertenleib et al. (2004).

14 Vgl. Werner et. al. (2003).

Band mit dem Thema „Konzepte für ökologisches Wasser- und Abwasser-Management in Bildung, Weiterbildung und Forschung“ soll Ende 2005 fertig gestellt sein.

Die GTZ wird einen Ausgangstext liefern, der zwischen den verschiedenen zusammenarbeitenden Organisationen diskutiert werden soll sowie die Produktion und Gestaltung einer CD mit Hintergrundmaterialien organisieren und finanzieren. Bisher wollen sich neben der GTZ auch der WSSCC, EcoSanRes (Schweden) und SANDEC (Schweiz) an dem Projekt beteiligen. Weitere Partner sind willkommen, denn Text und Hintergrundmaterialien sollen ein gemeinsames Ergebnis darstellen.

4 Schlussfolgerung

Gegenwärtig betrifft IWRM in der Praxis, trotz enger oder weiter gefasster Definitionen, in der Regel vor allem die institutionelle Entwicklung des Managements von Oberflächengewässern und Grundwasser (z. B. die Schaffung von Verwaltungseinheiten entlang den Grenzen von Einzugsgebieten und nicht mehr entlang nationaler Grenzen). Demgegenüber stellt ecosan einen praktischen Ansatz für die Umsetzung eines sektorübergreifenden Ressourcenmanagementkonzeptes zur Lösung von Infrastrukturaufgaben dar. Es liefert ein neues Paradigma sowie verschiedene Kriterien, um einerseits Lösungsvorschläge zu entwickeln und um andererseits konkurrierende Lösungsvorschläge zu bewerten und gegeneinander abzuwägen. Ein übergeordnetes Ziel von ecosan ist es, den Nährstoffkreislauf zwischen Abwasser und Landwirtschaft zu schließen, wofür technische, logistische, hygienische und partizipative Werkzeuge der Projektplanung und Durchführung gesammelt, entwickelt und bereitgestellt werden müssen. Die Ziele sind konform mit den IWRM-Ansätzen, und so kann ecosan einen wesentlichen, über reine entsorgungstechnische Lösungen hinausgehenden Beitrag leisten, zahlreiche, Ziele des IWRM zu erreichen.

Literaturverzeichnis

BKF Freiburg: Homepage der Fa. BKF, www.bkf-freiburg.de/pages_bkf/leistungen_tech-nik.html (18.8.2004)

Christ, O. (2003): Stoffstromorientierte Abwasserbehandlung – Hochtechnologie für Bürohaus, Sonderdruck WWT Wasserwirtschaft, Wassertechnik, www.huber.de/upload/1e97676Xfacacd8f8bXY106b/2138959552_sonderdruck_wwt_desar_d.pdf (18.8.2004)

Hahn, H.H. (2003): Herausforderungen für die Wasserver- und Entsorgung in den sich industrialisierenden Ländern, Veranstaltungsdokument Kooperationsforum Wasser/Abwasser – Zugang zu internationalen Märkten, München, 5. November

Peter-Fröhlich, A. et al. (2004): Separate Ableitung und Behandlung von Urin, Fäkalien und Grauwasser – ein Pilotprojekt – Korrespondenz Abwasser, Abfall (51/1): 38–42.

Roediger Vakuumtechnik; Homepage der Fa. Roediger, (www.roevac.de/html/german/news.htm) (12.8.2004)

- Schertenleib, R. / A. Morel / J. Kalbermatten / D. Saywel* (2004): Guidelines for the Implementation of the Bellagio Principles and the Household-Centred Environmental Sanitation Approach (HCES), in: Werner et al. (Hrsg.), Closing the loop, proceedings of the 2nd international symposium 7.–11. April 2003, ISBN 3-00-012791-7, Eschborn
- VA TECH WABAG*: Homepage der Fa. VA TECH WABAG: (www.vatechwabag.com/view.php3?f_id=6577&LNG=DE, 12.8.2004)
- Werner, C. et al.* (Hrsg.) (2000): ecosan – closing the loop, proceedings of the 1st international symposium October, Bonn (GTZ), 231
- (2003): Guidelines for the preparation and implementation of ecosan projects. – 2nd Draft (unpublished), Eschborn 12/2003
- (Hrsg.) (2004): ecosan – closing the loop, proceedings of the 2nd international symposium 7.–11. April 2003, Eschborn, 2004, GTZ/IWA, ISBN 3-00-012791-7
- Wirbelauer, C. et al.* (2004): Lessons learnt on ecosan in Southern Africa - towards closed-loop sanitation? - Pp. 135-142, in: Werner et al. (Hrsg.), Closing the loop, proceedings of the 2nd international symposium 7.–11. April 2003, ISBN 3-00-012791-7, Eschborn
- Wolgast* (1993): Recycling System, WM Ekologen AB, Stockholm
- Yao Xianjung* (2004): Integrated systems on biogas production, non-polluted agricultural production and sanitation in rural China, ecosan – closing the loop, proceedings of the 2nd international symposium 7.–11. April 2003, ISBN 3-00-012791-7, Eschborn