

The Urban Environment in Europe

Margrit Kennedy / Declan Kennedy (Hg.)

Handbuch ökologischer Siedlungs(um)bau

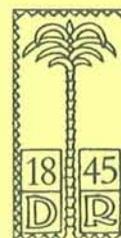
Neubau- und Stadterneuerungsprojekte in Europa

Herausgegeben von der Europäischen Akademie
für städtische Umwelt, Berlin
und dem Ökozentrum NRW, Hamm



European
Academy of the
Urban
Environment

Europäische
Akademie
für städtische
Umwelt



Widmung

Wir widmen dieses Buch unseren Freunden und Pionieren des ökologischen Bauens, von denen wir in bezug auf den ökologischen Siedlungsbau viel gelernt haben:

Julia Bargholz, Gwen Bell, Jörn Behnsen †, Bjørn Berge, Varis Bokalders, Dirk Bolt, Heidrun Buhse, Friedrich Bültmann, Helmut Deubner, Rudolf Doernach, Dinos Doxiadis †, Joachim Eble, Ekhart Hahn, David Holmgren, Joachim Kreutzer, Per Krusche, Martin Küenzlen, Sieze Leeftang, Howard Liddell, Max Lindegger, Bernd Lötsch, Frederica Miller, Gernot Minke, Bill Moilison, Frei Otto, Richard Register, Dag Roalkvam, Peter Schmid, Floyd Stein, Peter Thomas, Jacqueline Tyrwhitt †, Alessandro Vasella, Bengt Warne, Maria Weig, Michael Wilkens, Jochen Zeisel

und unserem Enkelkind Nora Oberländer

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir unseren Dank aussprechen für die Unterstützung und konstruktive Zusammenarbeit mit den Mitgliedern der Europäischen Akademie für Städtische Umwelt in Berlin: dem ehemaligen Leiter der Akademie, Herrn Hermann Seibert, dem jetzigen Leiter, Herrn Dr. Hanns-Uve Schwedler, sowie den Projektmanagern und wissenschaftlichen Mitarbeitern Herrn Andreas von Zadow und Herrn Christoph Rau.

Für die Hilfe bei der Untersuchung der Fallbeispiele danken wir Tony Andersen, Kopenhagen (DK); Frits Bekker, Delft (NL); Angelika Blencke, Hannover (D); Freya Brandl, Wien (A); Helmut Deubner, Gänserndorf (A); Franz Eberhard, St. Gallen, (CH); Barbara Eble und Joachim Eble, Tübingen (D); Horst Eisterer, Zürich (CH); Torben Gade, Kolding (DK); Heini Glauser, Brugg (CH); Doris Haas-Arndt, Hannover (D); Michael Häusler, Burgdorf (CH); Lucien Kroll, Brussel (B); Johanna Rainer und Roland Rainer, Wien (A); Babs Rentjes, Amsterdam (NL); Ytzen Tamminga, Amsterdam (NL); und Alexandros Tombazis, Athen (GR).

Als Lektoren halfen uns: Herbert Dreiseitl, Überlingen (D); Joachim Eble, Tübingen (D); Howard Liddell, Edinburgh (UK); Peter Merl, Dörpe (D); Peter Schilken, Besançon (F); Peter Thomas, Berlin (D). Wir danken für ihre Anregungen, Fragen und Einwände. Von Anfang an war Doris Haas-Arndt als Gesprächspartnerin, Mitgestalterin und Mitautorin dabei. Für ihre kreative und verlässliche Mitarbeit danken wir ihr ganz herzlich. Wir bedanken uns auch bei Brigitte Berg für ihre Geduld und Präzision beim Schreiben und Überarbeiten des Manuskripts und bei allen unseren MitautorInnen für die Bereitschaft, eine kurze Spanne ihrer weitreichenden Arbeits- und Lebenserfahrungen mit uns zu teilen.

Steyerberg, im Sommer 1997

Declan Kennedy und Margrit Kennedy

Inhalt

Einführung

Declan Kennedy/ Margrit Kennedy	Ausgangspunkte des Buches	11
	Fallbeispiele	14
	Themenauswahl	38
	Ziele	39

Freiräume

Maria Spitthöver	Freiraumorganisation	41
	Vegetation	50

Wasser

Margrit Kennedy	Gebrauch und Wert des Wassers	55
	Trinkwasserversorgung und -substitution durch Regenwasser	58
	Technische und naturnahe Abwasserklärsysteme	70
	Integrierte und autonome Wasser- und Abwasserkonzepte	77

Energie

Ralph Schaper	Energiekonzepte	85
Alfons Wagner-Kaul	Wohnungslüftung	107

Baukonstruktion

Peter Steiger	Ökologisch bauen	123
Wolfgang Willkomm	Baustoffkreisläufe und -recycling	135

Gesundes Bauen

Joachim Eble/ Doris Haas-Arndt	Baubiologie	153
Doris Haas-Arndt	Elektrosmog	167
	Radiästhesie	181

Ästhetische Qualitäten

Doris Haas-Arndt	Ästhetik und Ökologie – ein Widerspruch?	189
	Die Rolle der Ästhetik im ökologischen Bauen	191
	Ästhetische Qualität ökologisch gebauter Beispiele	193
	Problematik der Umsetzung	197

Kosten- und Nutzenanalysen

Gerd Hansen/ Erhard Wächter	Vom Einzelhaus zur Siedlung	199
Stefan Hoffmann/ Arnold Schlüter	Umsetzung dezentraler Systeme	207

Schwerpunkte der Entwicklung

Declan Kennedy/ Margrit Kennedy	Vom ökologischen Experiment zum (Um-)Baustandard	219
	Die Vision	226

	Index	229
--	--------------	-----

Einführung

Übersicht

Declan Kennedy & Margrit Kennedy

»Es ist wichtig, daß der Mensch nie vergißt, daß ein Problem nur der individuelle Niveau-Unterschied zwischen einer Situation und einer Bewußtseinslage ist und deshalb den Menschen herausfordern soll, es durch einen Lernschritt zu erlösen ... so entpuppen sich die Probleme als die eigentlichen Antriebsräder der Evolution« [Detlefsen-1979, 116].

Es gibt heute – im Gegensatz zum Anfang der Ökologebewegung in den späten 70er und frühen 80er Jahren – einen breiten gesellschaftlichen Konsens darüber, daß ökologisches Planen und Bauen keine kurzlebige Modeerscheinung sein kann, sondern eine langfristige Zielsetzung aller am Bauen beteiligten Gruppen sein muß. Konzepte, Planungen und Vorschläge dazu gibt es in Hülle und Fülle. Konkrete Beispiele in relevanten Größenordnungen hingegen – also alles, was über das Einfamilienhaus oder eine kleinere Siedlung von 10 bis 20 Häusern hinausgeht – sind noch immer rar. Die Masse des Neugebauten, aber auch die Erneuerung im Bestand, ist weit davon entfernt, das heute schon ökologisch Machbare konsequent umzusetzen. Im wesentlichen regieren vermeintlich ökonomische Marktgesetze, die ökologischen Kriterien keine Priorität einräumen. Solange aber ökologisches Bauen ein Nischendasein in Modellprojekten fristet – hier für eine Bauausstellung, dort für eine Expo – wird sich der Ressourcenverbrauch nicht in dem Maße reduzieren lassen, wie es zum Beispiel die Agenda 21 des Umweltgipfels in Rio fordert.

Sowohl die Studie »Sustainable Netherlands« [Nachhaltige Niederlande, Friends of the Earth-93], die erste Hochrechnung eines europäischen Landes, die zeigt, welchen Raum die Niederländer mit ihren Konsum- und Verhaltensweisen eigentlich beanspruchen, als auch die Studie »Zukunftsfähiges Deutschland«, die zur Zeit beim Wuppertal Institut erarbeitet wird [Zahrut-94, 22], gehen vom Prinzip der globalen Egalität aus. Das heißt, jeder Mensch, ob in Afrika oder Nordamerika, in Asien oder Europa, hat den gleichen Anspruch auf sauberes Wasser, reine Luft und eine ausreichende Menge an Energie. Sie zeigen aber nicht nur, was wir schon seit langem wissen, daß die Menschen in den hochentwickelten Industrieländern ihr Umweltkonto bereits völlig überzogen haben, sondern auch, welche Reduktions-Ziele einer gerechten und

umweltverträglich gestalteten Weltwirtschaft näher kommen.

Die niederländische Studie verlangt eine 70prozentige Senkung des Ressourcenverbrauchs bis zum Jahr 2010 und weist darauf hin, daß ressourcenschonende Techniken zwar helfen können, aber daß es ohne Verhaltensänderungen nicht gehen wird. Mit einem »Energieraum«, der jedem Menschen rein rechnerisch einen Liter Treibstoff pro Tag zuweist, kann ein Holländer im Jahr 2010 wählen, ob er täglich 25 km mit dem Auto fährt, 50 km mit dem Bus, 65 km mit dem Zug oder 10 km mit dem Flugzeug fliegen will.

Wenn sich die Länder der dritten Welt ähnlich entwickeln würden wie die Industrieländer, würde sich ihr Anteil am Ressourcenverbrauch bei gleicher Bevölkerungszahl auf das 18fache erhöhen (Abb. 1). Unter der Annahme, daß es den Industrieländern gelingt, ihren Ressourcenverbrauch zu stabilisieren, beträgt das Verhältnis des Ressourcenverbrauchs der Dritten Welt das 36fache. Die Beschlüsse des sogenannten Erdgipfels in Rio und der nachfolgenden Klimakonferenzen in Genf und Berlin sehen eine Reduktion der CO₂-Belastung der Erdatmosphäre um 50% vor. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Industrieländer ihren Ressourcenverbrauch um den Faktor 16, das heißt auf 0.25 % ihres heutigen Verbrauchs reduzieren [Schmidt-Bleek-94].

Die rasante technische und ökonomische Entwicklung einiger asiatischer Länder, insbesondere Chinas, wird unsere globalen Zukunftsaussichten nur dann positiv beeinflussen können, wenn die reichen Industrieländer zeigen, daß es eine Lebensweise gibt, die allen ein Überleben garantiert. In dieser globalen Abhängigkeit liegt eine der größten und dringlichsten Herausforderungen der Menschheitsgeschichte, denn die Zeit zu lernen und zu erproben wird immer knapper.

Auch wenn es heute einen Konsens darüber gibt, daß Bauen naturverträglicher, das heißt ökologischer, werden muß, so gibt es noch keinen Konsens darüber, was das beinhaltet. Nachdem das Thema seit dem Beginn der 80er Jahre eine immer breitere Bedeutung gewonnen hat, ist auch das, was es umfaßt, immer umfangreicher und zugleich verschwommener geworden. Selbst für diejenigen, die sich seit Jahrzehnten tagtäglich mit dem Thema »ökologisches Bauen« auseinandersetzen, ist es schwierig, auch nur in den Hauptanwendungsbereichen einen Überblick über die neuesten Entwicklungen zu behalten. Um wieviel schwieriger ist die Situation für praktizierende ArchitektInnen oder EntscheidungsträgerInnen, die im Kampf mit der Informationsflut zu allen Bereichen des

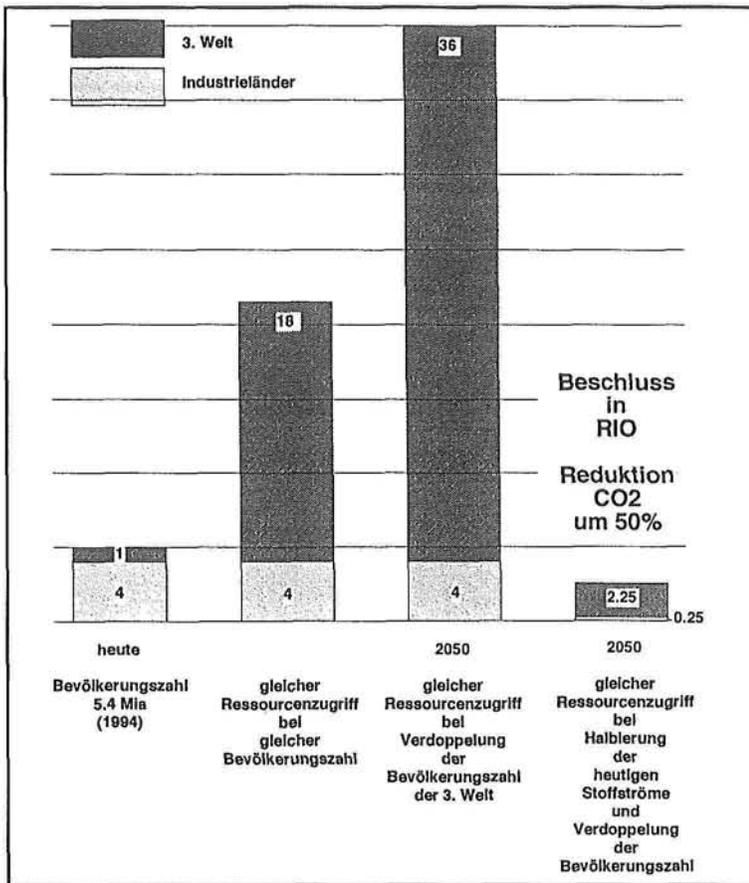


Abb. 1 Entwicklung des Weltressourcenverbrauchs

Quelle: Schmidt-Bleek, umgezeichnet Steiger-96

Bauens nicht auch noch den Streit mit den FachingenieurInnen und NutzerInnen über ökologische Grundsatzzfragen oder Details aufnehmen möchten.

Ausgangspunkte des Buches

1993 beauftragte uns die EA.UE, einen Erfahrungsbericht über neue ökologische Siedlungsprojekte zu erstellen. Nach einer vierwöchigen Recherche hatten wir etwa 70 ökologische Siedlungen in Europa gefunden, die zwischen 10 und 900 Wohneinheiten umfaßten. Da mit den vorhandenen Ressourcen an Zeit und Geld eine tiefergehende Untersuchung aller Siedlungen nicht möglich gewesen wäre, schränkten wir die Auswahl dadurch ein, daß wir uns auf die Frage konzentrierten: Wie funktionieren die größeren ökologischen Siedlungsprojekte, die nicht von den Bewohnern selbst initiiert worden sind?

Der Grund für diese Fragestellung war, daß die Notwendigkeit, neue Siedlungen in größerem Maßstab zu bauen, sowohl in der Bundesrepublik nach der Wiedervereinigung als auch in anderen europäischen Ländern bestand. Doch gab es bis dahin keine Hinweise darauf, ob sich das, was in kleineren, von »unten« initiierten ökologischen Siedlungen problemlos funk-

tionierte, auch im großen Maßstab umsetzen ließ.

Die Suche nach größeren, von »oben« initiierten Projekten führte dazu, daß komplexere und innovativere Projekte, die meist nur im kleinen Maßstab verwirklicht worden waren, nicht berücksichtigt werden konnten. Die Studie kann jedoch als ein wichtiger Beitrag zur Diskussion um das ökologische Bauen betrachtet werden, denn zum einen hatte es unter Fachleuten jahrelang Zweifel daran gegeben, ob ökologische Bau- und Verhaltensweisen dem »Durchschnittsbewohner« zuzumuten wären, zum anderen war die Frage, welche ökologischen Ansätze in größerem Maßstab angewandt werden können, nicht geklärt.

Um zu überprüfen, inwieweit sich die Ergebnisse der Recherche auch auf den Stadterneuerungsbereich übertragen lassen würden, beauftragte uns die Europäische Akademie für städtische Umwelt Ende 1994, ökologische Stadterneuerungsprojekte in denselben Ländern wie die zuvor beschriebenen Neubauprojekte zu untersuchen und aufgrund dieser gesamten Erfahrungen ein Handbuch zum Thema »Ökologischer Siedlungs(um)bau« zu erstellen.

Die Ausweitung des Themas in Richtung Stadterneuerung gestaltete sich weit schwieriger als erwartet. Zum einen gibt es weniger große ökologische Stadterneuerungsprojekte als Neubauprojekte in Europa, und zum anderen sind die, die es gibt, wenig spektakulär, das heißt auch weniger oft publiziert oder begleitend erforscht.

Dennoch hat sich die Suche gelohnt. In fünf Ländern, in denen wir Neubausiedlungen untersucht hatten, in Dänemark, Deutschland, in den Niederlanden, Österreich und der Schweiz, fanden wir schließlich Projekte, die es zu untersuchen und zu dokumentieren lohnte. Da sie die Grundlage sind, auf der dieses Buch entstand, sollen die insgesamt 12 Projekte im folgenden durch eine kurze Zusammenfassung vorgestellt werden.¹

¹ Alle diese Fallbeispiele wurden im WEKA-Fachverlag veröffentlicht und sind in drei Sonderdrucken über die EA.UE, Berlin erhältlich.

Neubausiedlungen und Stadterneuerungsprojekte

Zu den sieben Beispielen für Neubauprojekte zählen:

- die baubiologische Siedlung »Auf dem Schafbrühl« in Tübingen, Deutschland, mit 111 Wohneinheiten;
- das Ökowohndorf »Anningerblick«, in Guntramsdorf, Österreich, mit 42 realisierten und 98 geplanten Wohneinheiten;
- Mehrfamilienhaussiedlung »Stallenmatt«, in Oberwil, Schweiz, mit 64 Wohneinheiten;
- das Wohngebiet »Ecolonia«, in Alphen aan den Rijn, Niederlande, mit 101 Wohneinheiten;
- das Quartier »Torsted Vest« in Horsens, Dänemark, mit 70 Wohneinheiten;
- das Projekt Solar Village in Pefki, Lykovrissi, bei Athen, Griechenland mit 435 Wohneinheiten;
- die Großsiedlung Puchenau II bei Linz in Österreich mit 750 Wohneinheiten.

Die fünf Beispiele für Erneuerungsprojekte umfassen:

- die Sanierung von vier Mehrfamilienhäusern in der Rehbockstraße, Hannover, Deutschland, mit 49 Sozialwohnungen und 2 Läden;

- die Sanierung der Wohnsiedlung Aarepark in Solothurn, Schweiz, mit 108 Wohnungen;
- das Wilhelmina Gasthuis-terrein (Krankenhausgelände) in Amsterdam, Niederlande, mit 86 Wohnungen und 25 Geschäften, Gewerbe und Büros;
- das Sanierungsgebiet Fredensgade/Hollaendervej in Kolding, Dänemark, mit 129 Wohnungen und 6 Läden;
- die ökologische Planung für den 7. Bezirk in Wien, Österreich.

Da Projekte unterschiedlicher Größenordnung ihre jeweils eigenen Probleme und Möglichkeiten haben und die Zielsetzungen, der Zeitrahmen, die finanziellen Voraussetzungen und kulturellen Hintergründe sehr verschieden sind, war ein stringenter wissenschaftlicher Vergleich nicht möglich. Doch, daß es überhaupt ökologische Ansätze in Größenordnungen zwischen etwa 70 und 1000 Wohneinheiten gibt, ist alles andere als selbstverständlich, und deswegen ist unseres Erachtens die Veröffentlichung der Erfahrungen – sowohl der positiven wie der negativen – von großer Wichtigkeit.

Neubauprojekte

Baubiologische Siedlung »Auf dem Schafbrühl«, Tübingen, Deutschland

111 Wohneinheiten, Bauzeit 1984-85	
Architekten:	Joachim Eble Burkhard M. Sambeth Wolfgang Oed Gottfried Häfele, Tübingen
Initiatoren/Träger:	Karlsruher Lebensversicherung AG
Grundstücksgröße:	1,3 ha
Geschoßflächenzahl:	1,0
Gebäudekosten/m ³ :	385,- DM
Investitionskosten, gesamt:	27 Millionen DM

Ausgangslage und Ziele des Projektes

Die Wohnsiedlung »Auf dem Schafbrühl« ist eines der ersten größeren Beispiele für den ökologischen und flächensparenden Siedlungsbau in Deutschland und wurde mit den Vorgaben des sozialen Wohnungsbaus realisiert. Das Baugelände liegt zwischen dem Bauernweiler Waldhausen und der zwanzigeschossigen Hochhaussiedlung der Neuen Heimat Waldhäuser-Ost aus den sechziger und siebziger Jahren.

Der damalige Leiter der Karlsruher Lebensversicherung, Wolf-Dieter Brack, erwies sich als Initiator und Bauherr des Projektes aufgeschlossen und experimentierfreudig, was der Siedlung zu großem ökologischem und innovativem Wert verhalf. Das Ziel war, über die biologisch unbedenklichen, diffusionsoffenen Materialien hinaus, durch eine lebendige und eigenwillige Architektur mit passiver Solarenergienutzung, ein für den sozialen Wohnungsbau ungewöhnlich hochwertiges Wohnen mit einem reichen Angebot an Außenanlagen zu ermöglichen. Im Gegensatz zu den Hochhäusern in der unmittelbaren Umgebung, orientiert sich die Architektur an den traditionellen Bauformen des benachbarten Bauerndorfes und bietet ein vielfältiges Freiraumangebot. Trotzdem überschreiten die Baukosten den üblichen Wohnungsbau nur um zehn Prozent.

Ökologische Aspekte

Baubiologie:	Verwendung diffusionsoffener, recyclingfähiger Materialien, Holzbalkendecken, Naturfarben, Korklinoleum als Fußbodenbelag etc.
Energie:	passive Solarenergienutzung, Zonierung der Grundrisse
Heizung:	Fußleistenheizung, Anschluß an Fernwärme
Elektro-Installation:	Netzfreeschalter, sternförmige Leitungsverlegung
Wasser:	Regenwassersammlung in Bach und Teich, Wasser als Gestaltungselement, Feuchtspielplatz
Grünplanung:	konsequent ökologische Freiraumplanung, Gärten zur Selbstversorgung, Mietergärten
Verkehr:	autofreie Siedlung, Parkplätze außerhalb
Abfall:	Mülltrennung und Kompostierung
Soziales Konzept:	hohe soziale Lebensqualität, Förderung nachbarschaftlicher Kontakte durch gemeinsame Freiräume
Grundrisse:	»Durchwohnprinzip« mit zentralem Familienraum
Architektur:	Anlehnung an die Bautradition der benachbarten Bauernhöfe

Ergebnisse

Die Siedlung »Auf dem Schafbrühl« demonstriert, daß Wohnen in hoher Verdichtung nicht gleichbedeutend sein muß mit dem Verlust von Wohn- und Lebensqualität. Trotz der extremen Dichte, die bei diesem Projekt erreicht wurde, entstand eine Siedlung mit außergewöhnlichem Wohnwert und hoher Akzeptanz. Den Architekten ist nicht nur gelungen, Baubiologie und menschliche Maßstäblichkeit in einem Projekt zu vereinen, sondern ebenso eine unverfälschte Lebensqualität und einen vielfältig nutzbaren Lebensraum zu schaffen. Das baubiologische und ökologische Konzept

der Siedlung wird von den Bewohnern ausdrücklich als besondere Qualität empfunden, auch wenn sie dafür bestimmte Bequemlichkeitseinbußen hinnehmen müssen. Die Befragten waren auch froh darüber, mit dem Lebensstil, der in der Siedlung ermöglicht wird, zur Entlastung der Umwelt beitragen zu können.

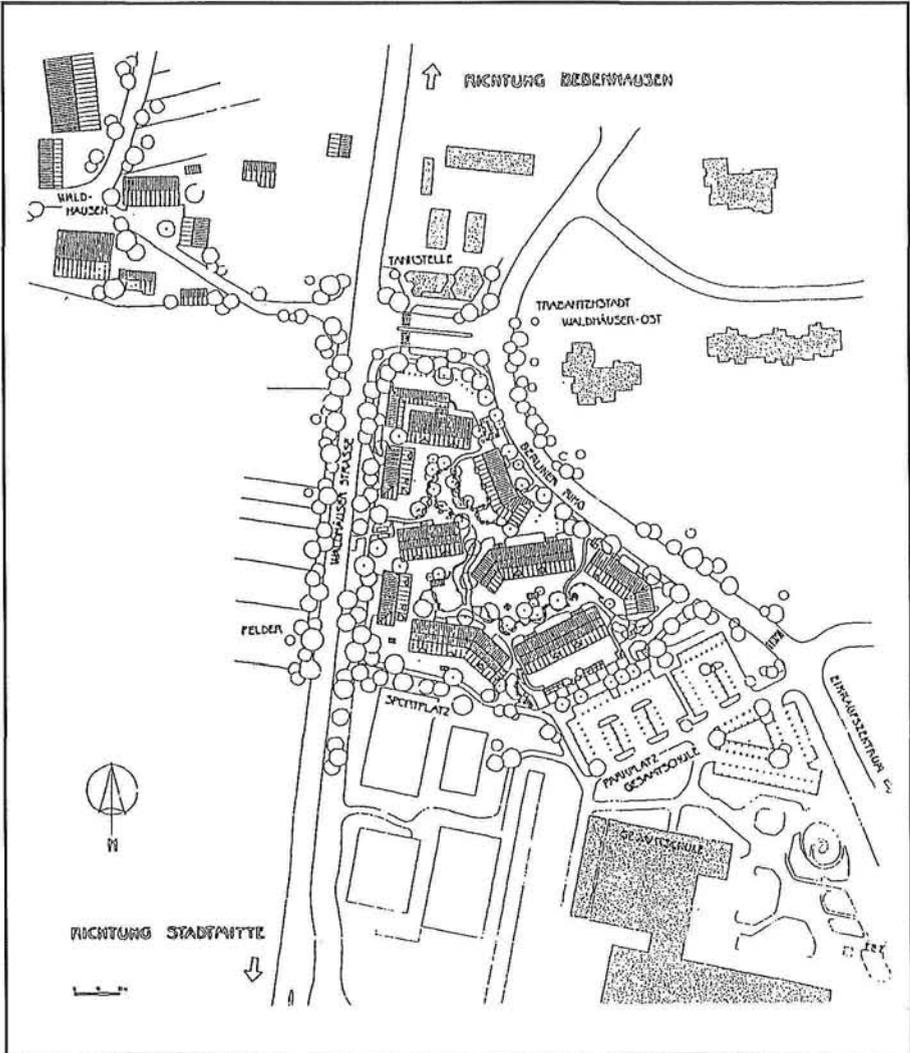


Abb. 2
Lageplan

Abb. 3
Wohnhof mit Nachbar-
bebauung
Foto: D. Haas-Arndt



Öko-Wohndorf »Anningerblick«, Guntramsdorf, Österreich

140 Wohneinheiten gesamt	
1. Bauabschnitt:	42 Wohneinheiten (gebaut 1992/93)
2. Bauabschnitt:	44 Wohneinheiten und Gewerbe (geplant)
3. Bauabschnitt:	54 Wohneinheiten (geplant)
Architekten:	Atelier für naturnahes Bauen, Helmut Deubner, Gänserndorf
Initiatoren/Bauherren/Träger:	S-Wohnbau GmbH/S-Bausparkasse, Wien
Geschoßflächenzahl:	0,37
Baukosten:	ca. 14.850,- öS / 2.110,- DM pro m ² (schlüsselfertig, ohne Keller)
Kaufpreis:	ca. 32.000 öS / 4.550,- DM pro m ² Wohnfläche

Ausgangslage und Ziele des Projektes

Das Öko-Wohndorf »Anningerblick« liegt im Norden des Ortes Guntramsdorf, 30 km von Wien entfernt. Der 1. Bauabschnitt, das heißt der Bau von 42 Wohneinheiten, war im Dezember 1993 abgeschlossen. Der 2. Bauabschnitt mit 44 weiteren Wohneinheiten, Cafe und Gemeinschaftshaus befindet sich noch in der Planung.

Die S-Wohnbau Gesellschaft schrieb einen auf 5 Architektenbüros begrenzten Wettbewerb zum Thema »Gesundes Wohnen mit Natur« aus. Der erste Preis ging an das Atelier Deubner, welches jedoch nur mit Entwurf und Ausführungsplanung, nicht aber mit der Bauleitung beauftragt wurde. Dies führte zu Schwierigkeiten in der Umsetzung der ökologischen Aspekte. Da der Bauherr Angst vor einer Verteuerung des Projektes hatte, mußte vom eigentlichen Umfang des Anfangskonzeptes mehr und mehr abgewichen werden.

Die vorgesehene Architektur und Infrastruktur stand zu vielen der bestehenden Bauvorschriften und Richtlinien im Widerspruch. Eine Änderung des Bebauungsplans sowie Sondergenehmigungen für Brandschutz, Solarkollektoren und eine Regenwassernutzung mußten mühsam erwirkt werden.

Die Wohnbauförderung des Landes Niederösterreich unterstützt das Projekt mit 350.000,- öS (ca. 50.000,- DM) pro Wohneinheit. Für den qualitativ hohen Wohnwert der Siedlung erwiesen sich die Baukosten als überraschend gering. Sowohl durch die hohen Grundstückspreise als auch durch das Fehlen des sonst üblichen Umfangs der staatlichen Fördermittel, liegt der Kaufpreis ca. 10 % über dem Durchschnitt.

Ökologische Aspekte

Baubiologie:	grundsätzlicher Versuch, baubiologisch vertretbare, ressourcenschonende Materialien zu verwenden, die »in ihrem Ablaufzyklus, Gewinnung-Verarbeitung-Abbruch-Wiederverwertung, eine möglichst geringfügige Umweltbelastung darstellen«
Energie:	passive, teilw. aktive Solarenergienutzung
Heizung:	Fernwärmeanschluß, Niedertemperaturheizung
Wasser:	Regenwassersammlung zur Gartenbewässerung, WC-Spülung und Waschmaschinenspeisung
Grünplanung:	nicht einsehbare Privatgärten
Verkehr:	autofrei, fußläufige Erschließung, Parken außerhalb der Siedlung
Abfall:	Mülltrennung und Kompostierung
Soziales Konzept:	Gemeinschaftsraum und Cafe im 2. Bauabschnitt geplant
Grundrisse:	weitgehend solarorientiert
Architektur:	nach Süden orientierte Pultdächer mit Tonziegeldeckung, verputzte Fassaden, Wintergärten aus Naturholz

Ergebnisse

An dem Projekt »Anningerblick« wird deutlich, daß die Rolle eines engagierten Architekten vom Beginn bis zur Fertigstellung eines ökologischen Projektes unentbehrlich ist. Von ihm ist nicht nur Hartnäckigkeit in der Genehmigungsphase gefragt, sondern ebenso die Bereitschaft zu einem höheren Planungsaufwand, eine breite Kenntnis über ökologische Techniken und das Engagement, beteiligte ausführende Firmen von derlei Neuerungen wirkungsvoll zu überzeugen.

Die Bereitschaft der Bauherren, auf dem Gebiet des ökologischen Bauens zu investieren, war in der Hauptsache von den Kosten abhängig. Dies führte dazu, daß sich während der Bauphase der Kampf um die Baukosten stark zuspitzte und das ursprüngliche Konzept auf ein Minimum zusammengestrichen wurde. Nach Abschluß des ersten

Bauabschnittes stellte sich jedoch heraus, daß die Kosten wesentlich geringer ausfielen, als zunächst angenommen.

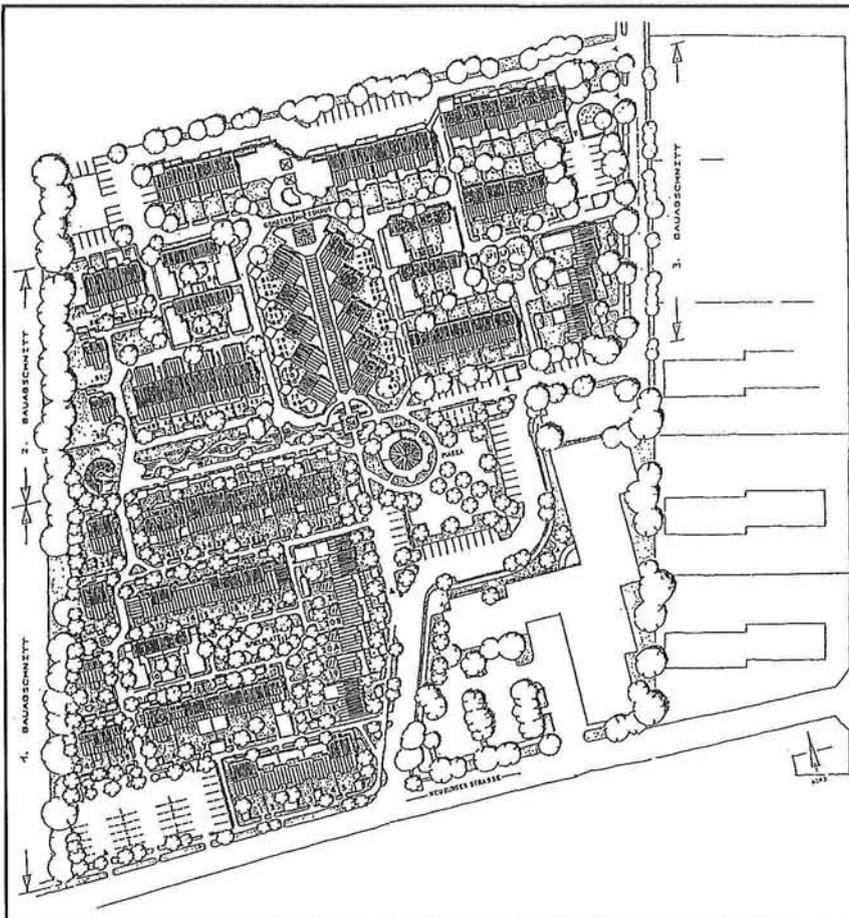


Abb. 4
Lageplan

Abb. 5
Wohnhof mit Spiel-
möglichkeit
Foto: Atelier Deubner



Mehrfamilienhaussiedlung »Stallenmatt«, Oberwil, Schweiz

64 Wohneinheiten, Bauzeit 1989-91	
Architekt:	Peter Steiger, Zürich
Siedlungsplaner:	H.R. Meier-Knobel
Initiator/Träger:	Pensionskasse der Fa. Ciba Geigy, Basel
Grundstücksgröße:	12.410 m ²
Geschoßflächenzahl:	0,65
Baukosten:	ca. 371,- sFr/429,- DM pro m ³ ca. 2072,- sFr/2.398 DM pro m ² einschließlich Wintergarten und verglastem Balkon auf der Nordseite
Baukosten gesamt:	17,7 Mill. sFr/ca. 20,5 Mill. DM (ohne Grundstückskosten)

Ausgangslage und Ziele des Projektes

Die Mehrfamilienhaussiedlung »Stallenmatt« liegt ca. fünf Kilometer entfernt von Basel, im Schweizer Kanton Basel-Land. Sie umfaßt 64 Wohneinheiten in acht ein- oder mehrgeschossigen Häusern. Bauherr und Initiator der Siedlung war die Pensionskasse des Schweizer Arzneimittelherstellers Ciba Geigy. Die Bauleitung des Projektes wurde einem Generalunternehmer übertragen, von dem sich der Bauherr durch Vorgabe eines Festpreises mehr Kontrolle über Kosten und Bauablauf versprach. Dem Bauherrn kam es weniger auf ganzheitlich ökologisches Bauen, sondern vielmehr auf die Realisierung qualitätvoller, »intelligenter« Architektur mit hohem Wohnwert und gesunden Baumaterialien an.

Ökologische Aspekte

Baubiologie:	sorgfältige Wahl der Baumaterialien für schadstofffreies Wohnklima; zweischalige porosierte Ziegelkonstruktion, mineralische Wärmedämmung, Naturfarben
Energie:	passive Solarenergienutzung, Zonierung der Grundrisse, niedriger Primärenergieverbrauch der Baustoffe
Heizung:	Niedrigtemperatur-Gasetagenheizung in jeder Wohnung, niedriger Heizenergieverbrauch (ca. 1/3 des Durchschnittshauses)
Wasser:	Feuchtbiotop zur Regenwassersammlung, zum Teil Grasdächer zur RW-Speicherung, unversiegelte Wohnwege
Grünplanung:	Begrünung der Fassaden als Teil des Klima- und Energiekonzeptes, Obstgärten zur Selbstbewirtschaftung
Verkehr:	verkehrsberuhigte Wohnstraßen, Tiefgaragen
Abfall:	Mülltrennung, Kompostierung
Soziales Konzept:	2 Gemeinschaftsräume
Grundrisse:	solarorientiert; Aufteilung in drei thermische Zonen: Kernbereich Wohnen/Küche/Bad, Außenbereich Schlaf- und Nebenräume, Sekundärstruktur mit Wintergärten, Balkonen und Veranden
Architektur:	symmetrisch aufgereichte Grundelemente, Gliederung in je ein Kerngebäude mit Kreuzgiebel und einer die Gebäude umfassenden Sekundärstruktur

Ergebnisse

Die Siedlung »Stallenmatt« ist ein Beispiel für das Spannungsfeld, das sich ergibt, wenn ein Architekt versucht, ökologisches Bauen als integralen Bestandteil von heutiger Architektur durchzusetzen, obwohl sich dies nicht mit den Vorstellungen des Bauherrn deckt.

Der erste Entwurf des Architekten enthielt sehr viel weitergehende Vorschläge hinsichtlich des ökologischen Bauens. Ein Zehntel der Wohneinheiten sollten mit Lehm hergestellt, mit Wärmewand, Photovoltaik und Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung ausgerüstet und mit Komposttoiletten versehen werden. Auch das Abwasserrecycling mittels Pflanzenkläranlage gehörte zur Planung. Diese Vorschläge fanden beim Bauherrn kein Gehör und hätten »das Projekt nur unnötig verkompliziert und verteuert«. Die relativ geringen Baukosten sind, nach Meinung des Bauherrn, dadurch zustande gekommen, daß nicht »ökologisch übertrieben« gebaut, das heißt, daß auf Solartechnik, Komposttoiletten etc. verzichtet und ein Generalunternehmer als »Kontrollinstanz« für Kosten und Bauablauf eingeschaltet wurde.

Bei der Realisierung des Projektes erwies sich das Engagement von Architekt und Generalunternehmer als positiv sowie die Tatsache, daß es nur drei Entscheidungsträger gab: Bauherr, Generalunternehmer und Architekt, und daß jede Instanz nur durch jeweils eine Person vertreten war. Dies erleichterte die Entscheidungsfindung bei vielen auftretenden Fragen während des Bauablaufs.

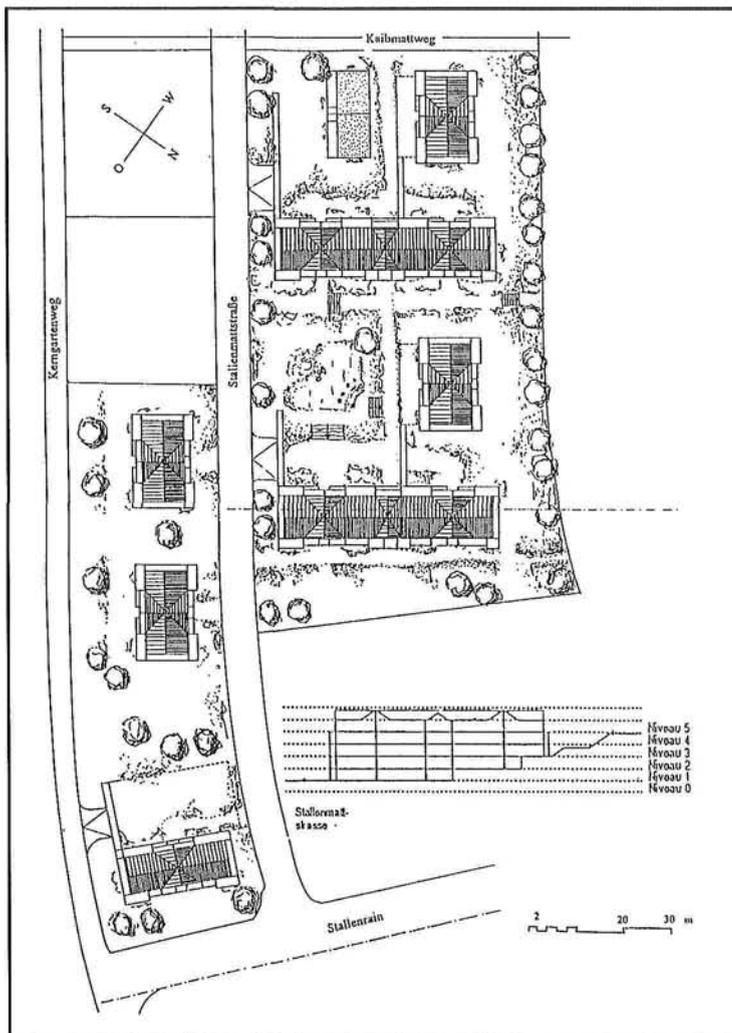


Abb. 6
Lageplan



Abb. 7
Giebelseitige Fassade
Foto: D. Haas-Arndt

Wohngebiet »Ecolonia«, Alphen aan den Rijn, Niederlande

101 Wohneinheiten, Bauzeit 1991-93	
Architekten:	BEAR Architecten, Gouda Alberts & van Huut, Amsterdam Hopman bv, Delft J. P. Moehrlein, Groningen Bakker Boots Van Haaren Van der Donk, Schagen Lindeman c.s. Cuijk Peter van Gerwen, Amersfoort Archi Service, S'Hertogenbosch Vakgroep FAGO, Fakultät d. TU Eindhoven
Stadtplanung:	Atelier Lucien Kroll
Initiatoren/Träger:	»NOVEM« – Stiftung der niederl. Regierung für Energie und Umwelt
Bauherr:	Baugesellschaft Bouwfonds Woningbouw

Ausgangslage und Ziele des Projektes

Das Projekt »Ecolonia« umfaßt 101 Wohneinheiten und wurde im Anschluß an eine Studie zum ökologischen Bauen von der holländischen Stiftung für Energie und Umwelt, NOVEM, initiiert. Man forderte neunzehn Architekten zu einer Projektbeteiligung in Form eines Entwurfs von 8 bis 18 Häusern auf, die unter besonderer Berücksichtigung des niederländischen Basisprogramms zum Umweltschutz und eines bestimmten vorgegebenen ökologischen Einzelaspektes geplant werden sollten. Jeder Hausgruppe war ein anderes Thema zugeordnet.

Die holländische Stadt Alphen aan den Rijn bewarb sich, u. a. aus Imagegründen, für den Standort des Projektes und bekam wegen ihrer zentralen Lage in Holland den Zuschlag. Bauherr wurde die Baugesellschaft Bouwfonds Woningbouw, die einen schlüsselfertigen Verkauf der Häuser plante. Das Stadtplanungskonzept entwarf der Brüsseler Architekt Lucien Kroll. Es sollte den Bezug zwischen Bewohnern und ihrer Umgebung, Kleinmaßstäblichkeit, Überschaubarkeit und Heterogenität fördern.

Das Projekt wurde mit 6 Mill. Holl. Gulden von zwei Ministerien bezuschußt.

Ökologische Aspekte

Architektur:	Auf der Basis des niederländischen Umweltschutzprogramms und genereller ökologischer Mindestanforderungen wurden neun Architekten mit unterschiedlichen Entwürfen zu folgenden Themen beauftragt: – Regenwassernutzung – passive und aktive Solarenergienutzung – Energiesparkonzepte – Reduzierung des Wasserverbrauchs – Recyclingfähigkeit von Baumaterialien – organische Architektur – langlebige Materialien – flexible Grundrisse – besondere Schallisolation – Wohngesundheit
Wasser:	großer Teich zur Regenwassersammlung und als Gestaltungselement
Verkehr:	verkehrsberuhigte Wohnstraßen
Abfall:	Mülltrennung
Soziales Konzept:	Förderung nachbarschaftlicher Kontakte durch städtebauliche »Lebensräume«

Ergebnisse

»Ecolonia« galt für alle Beteiligten von Anfang an als Forschungs- und Demonstrationsprojekt, das den niederländischen Kenntnisstand im ökologischen und experimentellen Bauen erweitern sollte. Erreicht wurde die Erprobung eines breiten Spektrums neuer Technologien und Wohnformen, wobei mehr Wert auf die Vielfalt der Themen gelegt wurde, als auf eine Vernetzung ökologischer Aspekte. Ein ganzheitlicher Ansatz, in dem die unterschiedlichen Aspekte des ökologischen Bauen integriert werden, wurde von den Entscheidungsträgern für »Ecolonia« als nicht durchführbar erachtet.

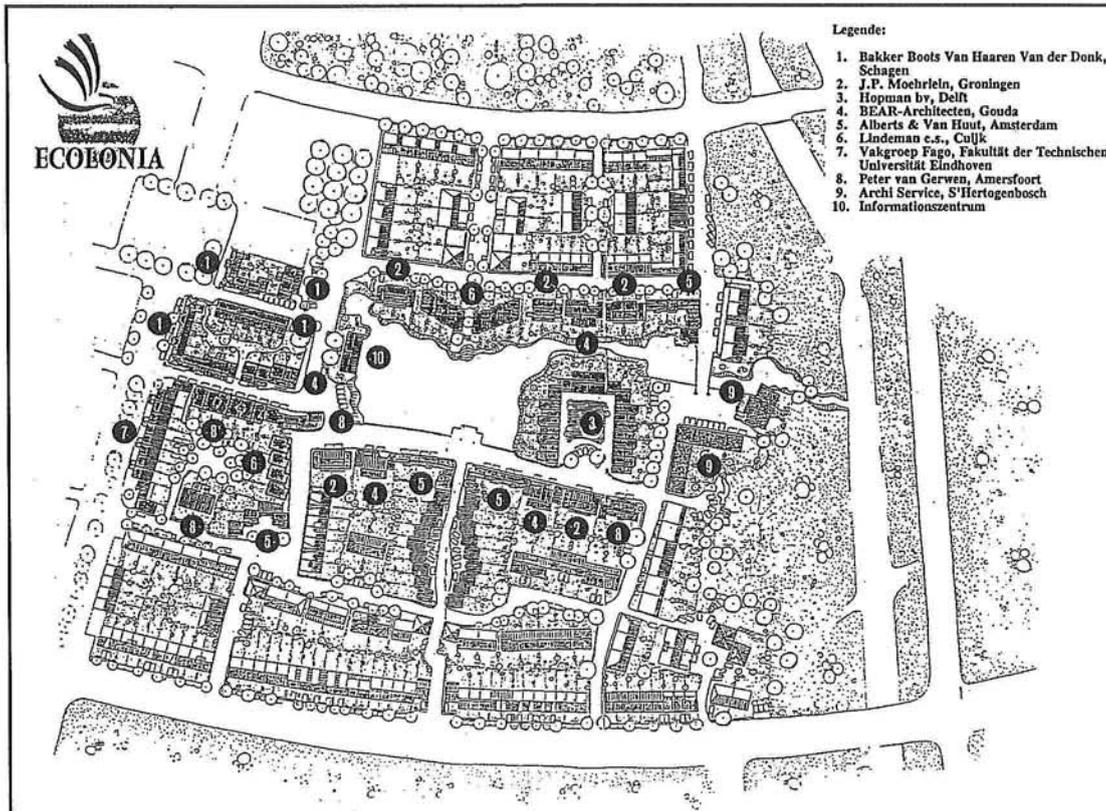


Abb. 8
Lageplan

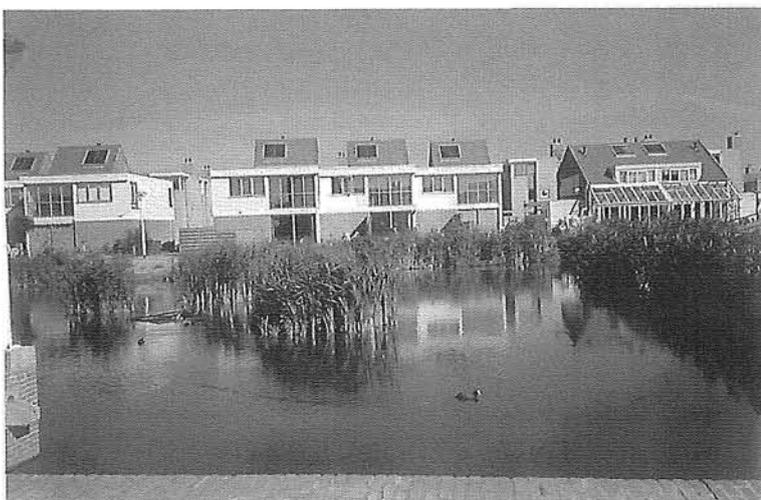


Abb. 9
Zentraler Teich zur Regenwassersammlung, im Hintergrund Reihenhäuser von Lindeman c. s., Cuijk, mit flexiblen Grundrissen und passiver Solarenergienutzung
Foto: D. Haas-Armdt

»Torsted Vest« in Horsens, Dänemark

1. Bauabschnitt mit 70 Wohneinheiten realisiert, Bauzeit 1990-1992 geplant 900 Wohneinheiten und Gewerbe

Architekten:	Stadtplanungskonzept: Gruppen for by-og landskabsplanlaeving, Torben Gade
Architekt der. 1. Siedlung:	Fellestegnestuen Falch & Volden ApS
Initiatoren/Träger:	Stadt Horsens, gemeinsam mit einer Bürgerinitiative
Grundstücksgröße:	55 ha (ca. 10% 1. Phase)
GFZ:	0,35 durchschnittlich
Kosten/m ² :	8.000 dkr./ca. 2.070,- DM pro m ²

Ausgangslage und Ziele des Projektes

Zusammen mit einigen anderen europäischen Städten nahm die dänische Kleinstadt Horsens Ende der achtziger Jahre an einem Wettbewerb der Weltgesundheitsorganisation WHO mit dem Thema »Gesunde Städte« teil. Das neue Stadtgebiet »Torsted Vest«, ein 55 ha großes Freigelände am Stadtrand von Horsens, wurde zu diesem Zweck Gegenstand einer weitreichenden ökologischen Planung. Ein dänisches Stadtplanungsbüro entwarf zunächst ein umfangreiches Konzept für das gesamte Gebiet mit 900 Wohneinheiten und kleineren Gewerbebetrieben. Weiträumige Grünflächen und ein ökologischer Park gehörten ebenso zur Planung wie zahlreiche öffentliche Gebäude.

Das gesamte Gelände wurde in Grundstückspartellen aufgeteilt, die einzeln an interessierte Bauherren verkauft werden sollten. Gleichzeitig erarbeitete eine eigens gegründete Bürgerinitiative »Ausschuß Torsted Vest« gemeinsam mit dem Stadtrat ein ökologisches Programm. Jede Grundstückspartelle durfte demnach nur unter Berücksichtigung dieses Programms bebaut werden. Laut Kaufvertrag wurden Grundstückserwerber und Bauherren sogar verpflichtet, zukünftige Nutzer am Planungsprozess zu beteiligen, was in der Realität aber nur sehr eingeschränkt, zum Beispiel bei kleineren Entscheidungen wie der Farbgebung etc., aufrechterhalten wurde. Die Realisierung der ersten 59 Wohneinheiten, eines Einzelgebäudes für 18 Jugendliche und eines Gewerkschaftshauses erfolgte von 1990 bis 1992. Im Anschluß daran stagnierte die Umsetzung des Projektes wegen einer Rezession im dänischen Baugewerbe und ruht seither.

Ökologische Aspekte

Baubiologie:	Verwendung von Recyclingmaterial und recycling-fähigen Baustoffen
Energie/Heizung:	eigenes Blockheizkraftwerk
Stadtplanung:	Partellen werden mit ökologischen Auflagen verkauft und von unterschiedlichen Architekten bebaut
Wasser:	WC-Spülung mit Regenwasser
Grünplanung:	Bewohner von Horsens pflanzten 12000 Bäume; Gartenanlage zum Gemüseanbau für die Bewohner
Recycling:	Recyclingmaterial für die Wohnwege
Verkehr:	Wohnstraßen, Tempo 30; Parkplätze auch außerhalb der Siedlung
Abfall:	Kompostierung
Soziales Konzept:	Wohnungen für Alleinerziehende und sozial schwache Kleinfamilien
Grundrisse:	flexible Grundrisse für unterschiedliche Wohnungsgrößen

Ergebnisse

Bei dem Projekt »Torsted Vest« wurde in erster Linie Wert auf den Entstehungs- und Entwicklungsprozess gelegt. Bürgerbeteiligung war einer der wichtigsten Punkte des Konzeptes. Sie wurde über einen ungewöhnlich langen

Zeitraum hinweg konsequent durchgehalten und über die üblicherweise starren Zuständigkeiten hinaus praktiziert. Schwächen wies das Projekt erst in der praktischen Umsetzung auf, als festgestellt wurde, daß die engen und zahlreichen Vorgaben kaum einzuhalten waren, weil das Interesse der Bauherren stark nachließ. Die Rezession im dänischen Baugewerbe bewirkte, daß viele ökologische Vorgaben letztlich gestrichen werden mußten, um das Projekt nicht gänzlich scheitern zu lassen.

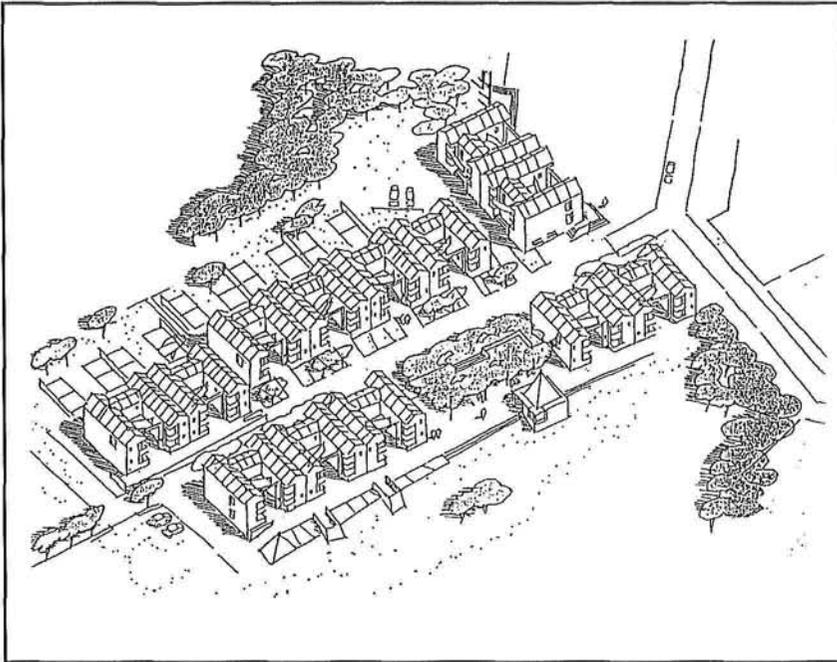


Abb. 10
Lageplan



Abb. 11
Straßenfassade (Vorderansicht)
Foto: D. Haas-Arndt

Fallbeispiel »Solar Village« in Pefki-Lykovrissi, Griechenland

435 WE, Bauzeit 1988 – 1991
Architekten: A. Tombazis and Associates
Initiatoren: O.E.K. (Greek Workers Housing Association) Greek Ministry of Industry Housing and Technology, Athen Deutsches Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn

Ausgangslage und Ziele des Projektes

Das Projekt »Solar Village« in Pefki/Lykovrissi, 18 km nördlich von Athen, eine moderne Siedlung mit 435 solaren Wohneinheiten für griechische Arbeiterfamilien, wurde zwischen 1984 und 1988 entworfen und geplant. Hauptziel war, die Anwendung verschiedener aktiver und passiver Solarsysteme hinsichtlich ihrer technischen Leistung und ihrer ökonomischen und sozialen Akzeptanz, zum Nutzen der kooperierenden Länder Griechenland und Deutschland zu testen. Aus diesem Grund wurden zwischen 1988 und 1993 umfangreiche Studien zum Energiesparpotential durchgeführt.

Ökologische Aspekte

Energie:	Experiment mit unterschiedlichen aktiven und passiven Energiesystemen
Heizung:	17 verschiedene Kombinationen von regenerativen und konventionellen Systemen für Heizwärme und Warmwasserversorgung; ein 5000m ³ großer Latentspeicher; Wärmepumpen; unterschiedliche Solar-Kollektoren
Grünplanung:	Freiraumplanung wurde nicht ausgeführt (Mangelsituation)
Verkehr:	schlechte öffentliche Verkehrsanbindung; dominierende breite Straßen; zusammengefaßte Privatparkplätze
Soziales Konzept:	vorbildliche, frühe und umfassende Beteiligung von Betroffenen an der Planung, um die unterschiedlichen Energiekonzepte verständlich und nutzbar zu machen
Grundrisse:	konsequente Südausrichtung; große Südfenster, kleine Nordfenster; Dämmung der Wände, Isolierverglasung (beides ungewöhnlich für Griechenland); passive Nutzung der Solarenergie zum Heizen und Kühlen
Architektur:	für Sozialwohnungen in Griechenland außergewöhnlich gute Architektur; es wurde der Versuch unternommen, die Elemente der passiven und aktiven Solarenergienutzung zur Gestaltung zu verwenden

Ergebnisse

Zusätzlich zu den »passiven« Elementen des Entwurfs, die außerordentlich positiv bewertet wurden, hatten die 17 verschiedenen Kombinationen von »aktiven« Solarenergie- und konventionellen Heizwärmesystemen einen hohen Verbrauch an »parasitärer« Energie (zum Beispiel Elektrizität für Pumpen, Regeltechnik etc.). Zusammen mit den Kosten für Wartung und Verwaltung, erwiesen sie sich am Ende teurer als konventionelle Systeme, die fossile Brennstoffe anstatt Solarenergie nutzen. Zusätzlich traten typische Anfangsschwierigkeiten bei der Erprobung der neuen Technologien auf.

Die Erfahrung im Projekt »Solar Village« zeigt, daß jedes Projekt dieser Größenordnung zu Beginn festlegen muß, wer nach Fertigstellung des Projektes langfristig für eine weitere Betreuung verantwortlich ist. Außerdem sollten bevorzugt Systeme zum Einsatz kommen, die sich für derartige Projekte als ökonomisch erweisen, während die

Experimente (wie die solare Zentralheizung) erst in kleinem Rahmen praktisch erprobt werden sollten. Außerdem hat sich herausgestellt, daß sich die Entwicklung passiver Solarenergiesysteme im verdichteten Flachbau und im Geschößwohnungsbau eher lohnt als aktive Systeme, deren Energieeinsparung durch den parasitären Energieverbrauch von Pumpen und Transformatoren sowie Wartungskosten mehr als wettgemacht wird.

Neu war die aktive Beteiligung der Bewohner dieser Siedlung an der Forschungsphase. Über eine soziologische Begleitforschung wurden Vorschläge der Bewohner zur Qualitätsverbesserung der Siedlung und des gesellschaftlichen Lebens realisiert und die angewandten Systeme verständlich und nutzbar gemacht. Dieser Aspekt des Projektes erwies sich am Ende als der bei weitem erfolgreichste und bewährte »Solar Village« – im Gegensatz zur Bewertung der technischen Systeme – vor einem vollständigen Fehlschlag.

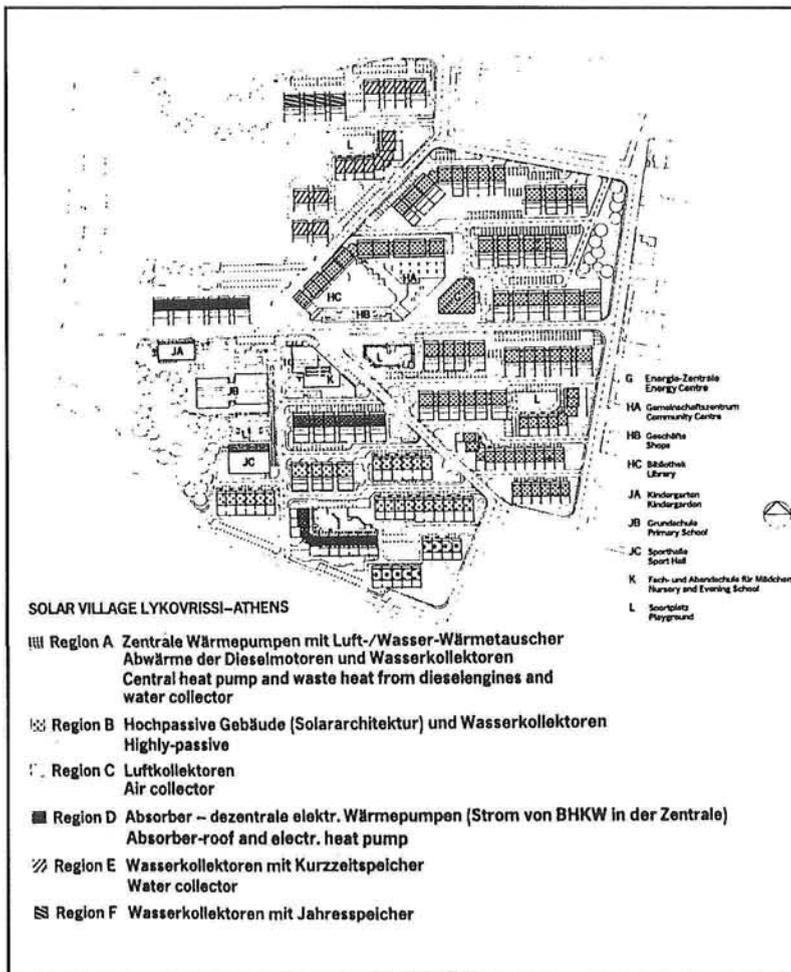


Abb. 12
Lageplan



Abb. 13
Luftbild vom
Solar Village
Zentrum
Foto: A. Tombazis

Gartenstadt Puchenau II bei Linz, Österreich

Puchenau I – 240 WE / Puchenau II – 750 WE

Bauzeit Puchenau I: 1967 – 1969

Puchenau II: ab 1979 bis heute

Architekt:	Roland Rainer, Wien
Initiatoren:	Neue Heimat, Linz Stadt Puchenau Roland Rainer
Träger:	»Neue Heimat«, Gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft Oberösterreich, Linz
Besonderheit:	Demonstrativbauvorhaben mit Begleitforschung; seit 1966 16 Bauphasen, begleitet von einem kontinuierlichen »Lernen« aus den Erfahrungen

Ausgangslage und Ziele des Projektes

»Gartenstadt Puchenau« ist eine seit den sechziger Jahren kontinuierlich auf 1000 Wohneinheiten angewachsene Siedlung in der Nähe von Linz. Durch den Bau kosten- und flächensparender Einfamilienhäuser im verdichteten Flachbau und einen sparsamen Mehrgeschoßwohnungsbau wurde für breite Teile der Bevölkerung bezahlbarer Wohnraum, zum Teil im sozialen Wohnungsbau, geschaffen. Die Minimierung des privaten Flächenverbrauchs ergänzt ein optimiertes Erschließungs- und Verkehrssystem, welches auch den Lärm und die Gefahrenbelastung innerhalb der Siedlung reduziert.

Obwohl das Projekt nicht explizit als »ökologische Siedlung« konzipiert wurde, sind doch wesentliche und grundlegende Prinzipien des ökologischen Siedlungsbaues, wie passive Solarenergienutzung, strenge Südorientierung, PKW-freies Wohngebiet, etc., im größeren Maßstab umgesetzt worden. Die verdichtete Bebauung in ländlicher, aber trotzdem stadtnaher Lage führte dazu, daß eine Schienenbuslinie eingerichtet wurde, die im Taktverkehr die Stadt Linz anfährt.

Ökologische Aspekte

Baubiologie:	teilweise baubiologische Baustoffe; Ziegelmauerwerk (aber auch Beton); Dämmung mit Kokos (aber auch Mineralwolle)
Energie:	passive Solarenergienutzung durch Lage, Höhe und Ausgestaltung der Baukörper; teilweise Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung und für Heizzwecke
Heizung:	240 WE Anschluß an Fernheizwerk 750 WE dezentral (unterschiedliche Systeme)
Wasser:	direkter Zugang zur Donau und Erhalt der Uferzone für Spiel und Erholung; Integration zweier offener Bäche in die Siedlung; Regenwasserversickerung
Versorgungsleitungen:	ressourcenschonendes Leitungskonzept, Bündelung der Leitungen, Verlegung nur unter Gehwegen
Grünplanung:	intensive Begrünung im privaten und öffentlichen Raum; Einbindung der Donauauen in das Siedlungskonzept; privater grüner Raum in Atriumhäusern
Verkehr:	verkehrsfreie Siedlung (nur Ver- und Entsorgungsfahrzeuge sind im Innenbereich zugelassen), Wegenetze für Fußgänger und Radfahrer; hohe Baudichte ermöglichte zwei Haltepunkte an neuem Schienenbus nach Linz
Abfall:	Mülltrennung, semizentrale Sammelstellen, teilweise dezentrale Kompostierung
Soziales Konzept:	alle Wohnungen für Mieter und Eigentümer wurden im sozialen Wohnungsbau errichtet, einfache Abstimmung der Grundrisse mit den Nutzern durch Musterhäuser, kinderfreundliche Siedlung (naturnahe Spielräume), es gibt sowohl individuelle wie auch gemeinschaftliche Freiräume

Grundrisse:	differenzierte Typen, flexibel ausgestaltbar
Architektur:	überwiegend verdichteter Flachbau, ein- bis dreigeschossige Häuser auf nach Süden abfallendem Gelände; ansprechende, differenzierte Architektur bei gleichzeitig einheitlichem Gesamtbild
Lärm:	Abschirmung der Siedlung vor Straßenlärm durch mehrgeschossige Gebäude zur Straße hin sowie Verkehrsfreiheit

Ergebnisse

Die Gartenstadtsiedlung »Puchenau« ist ein Beispiel dafür, daß die Berücksichtigung grundlegender nutzerorientierter Prinzipien des verdichteten Flachbaus mit einer günstigen Erschließung und der passiven Nutzung von Solarenergie bereits einen Großteil der Anforderungen an den ökologischen Städtebau abdeckt. Mit dieser Siedlung wird demonstriert, daß auch Eigenheime als Atrium- und Reihenhäuser sowie Eigentums- und Mietwohnungen mit architektonischer Qualität kostengünstig für breite Bevölkerungsschichten erstellt werden können. In der Siedlung herrscht eine hohe Wohnzufriedenheit, die vor allem auf die Qualität der Wohn- und Freiräume zurückzuführen ist.

Der klare ganzheitliche Ansatz und die lange Planungs- und Umsetzungszeit von rund dreißig Jahren haben entscheidend dazu beigetragen, die Siedlung organisch wachsen zu lassen, Bau- und Wohnerfahrungen wurden immer wieder überprüft und gegebenenfalls korrigiert, um im Endergebnis eine homogene Siedlung mit einer differenzierten Bevölkerungsstruktur und einem geschlossenen Erscheinungsbild zu schaffen.

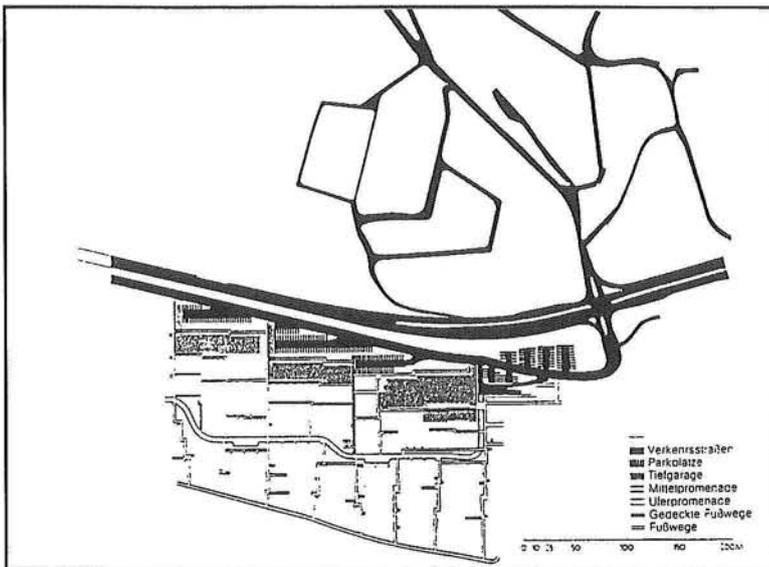


Abb. 14
Verkehrsflächen im engeren Forschungsgebiet Puchenau

Quelle: Rainer, Amiras, Neue Heimat, Linz, 1984



Abb. 15
Gartenhof
Foto: R. Rainer

Erneuerungsprojekte

Sanierung Mehrfamilienhäuser Rehbockstraße, Sanierungsgebiet Nordstadt, Hannover, Deutschland

49 Sozialwohnungen, 2 Läden

erste Gespräche Architektengruppe/Stadtplanungsamt 1986, Baubeginn 1988/89, Fertigstellung 1991

Architekten:	Angelika Blencke, Architekturbüro pk Nord Andreas Maurer, Büro Mosaik Gerd Nord, Lindener Baukontor
Initiator/Träger:	Gesellschaft für Bauen und Wohnen Hannover mbH
Grundstückgröße:	2.277 m ²
Grundfläche d. Gebäude:	955 m ²
Bruttogeschoßfläche:	4.775 m ²
Baukosten:	7.460.000 DM
Außenanlagen:	240.000 DM
Baunebenkosten:	1.300.000 DM

Ausgangslage und Ziele des Projektes

Das Projekt umfaßt 4 Mehrfamilienhäuser und liegt in einem dicht besiedelten, gründerzeitlichen Stadtteil von Hannover, der im Jahr 1985 zum Sanierungsgebiet erklärt wurde. Damit standen für die Verbesserung der städtebaulichen und baulichen Mängel Städtebauförderungsmittel zur Verfügung.

Die Stadt beauftragte die Planer, für drei leerstehende, äußerst heruntergekommene Gebäude ein Gutachten zu erarbeiten, in dem eine Reihe von ökologischen Maßnahmen, die zu dieser Zeit noch nicht in Projekten des sozialen Wohnungsbaus erprobt waren, beschrieben und quantifiziert wurden.

Ökologische Aspekte

Städtebau:	Erhaltung und Aufwertung innerstädtischer Strukturen
Baubiologie:	weitestgehende Wiederverwendung und Aufarbeitung vorhandener Bauteile; Verwendung möglichst schadstoffarmer Baustoffe
Energiebewahrung:	erhöhter Wärmeschutz; kontrollierte Lüftung
Energieverwendung:	Einsatz eines Blockheizkraftwerkes zur Erzeugung von Strom aus Gas, Nutzung der Abwärme für Heizung und Warmwasserbereitung
Wasser:	Wasserspararmaturen; Regenwassernutzung zur Toilettenspülung
Abfall:	Mülltrennung und Recycling
Verkehr:	keine Ausweisung von Stellplätzen auf dem Hof, Nähe zu öffentlichen Verkehrsmitteln
soziales Konzept:	sozialer Wohnungsbau, Mischung von Wohnungen für 1-6 Personen; Vergabe der Wohnungen an Menschen unterschiedlicher Nationalitäten
Freiraumkonzept:	Abstufung von privaten, haus-öffentlichen und block-öffentlichen Flächen, Kinderspielplätze, Pflanzflächen
Grundrisse:	teilweise zentrale Gemeinschaftsbereiche in den Wohnungen; Anbau verglaster Balkone
Architektur:	Erhalt der Charakteristika der gründerzeitlichen Fassaden; Verwendung stadtteiltypischer Materialien

Ergebnisse

Die Auswertung der Verbrauchsdaten durch das Institut für stadtökologische Forschung ergab, daß die Schätzungen der Planer in bezug auf Einsparungen an Energie und Wasser im Durchschnitt weitgehend richtig waren. Die Auswertung der individuellen Verbräuche ergab jedoch enorme Unterschiede im Verbrauch, die deutlich machen, daß das Nutzerverhalten den größten Einfluß auf Einspareffekte hat.

Ein wesentliches Ergebnis des Projektes Rehbockstraße war die Anschubwirkung für weitere ökologische Projekte und Maßnahmen bei dem Wohnungsbauunternehmen und auch innerhalb der Stadtverwaltung. Zum Beispiel führte die Auseinandersetzung über den Einsatz von Blockheizkraftwerken auch für kleinere Abnahmeeinheiten dazu, daß in der Folge an verschiedenen Standorten in Hannover solche Anlagen eingesetzt wurden. Das Projekt wurde von vielen interessierten Gruppen aus dem Stadtbereich, aus Deutschland und Nachbarländern besichtigt.

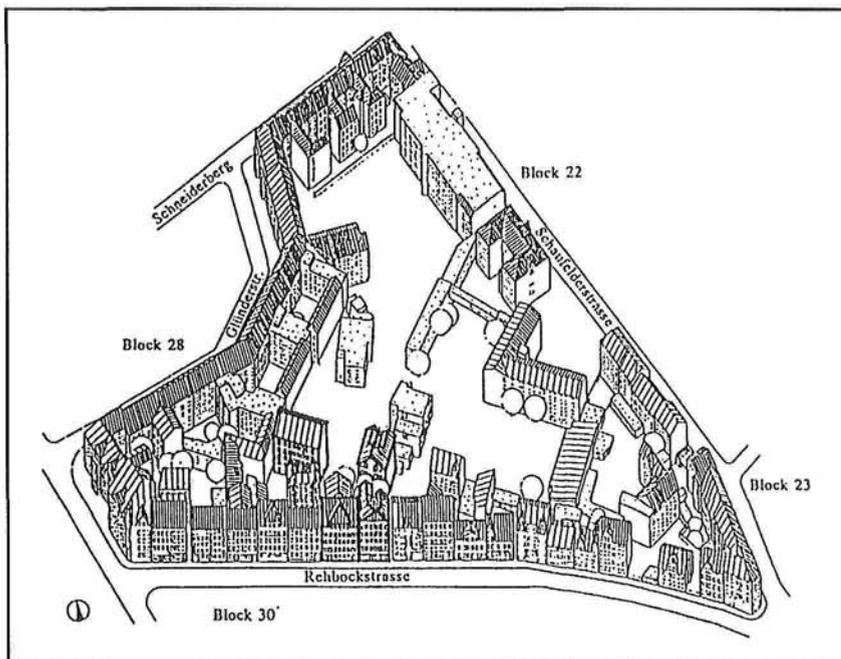


Abb. 16

Isometrie

Quelle: Stadtplanungsamt Hannover

Abb. 17

(unten links)

Giebelseite vor der Sanierung

Abb. 18 (unten rechts)

Giebelseite nach der Sanierung

Fotos: Karl Johaentges/PlanerInnen



Sanierung Wohnsiedlung Aarepark, Solothurn, Schweiz

108 Mietwohnungen

erbaut 1960/61, saniert 1992/93

Architekten:	Kurth & Partner, Burgdorf, Schweiz
Bauherr/Träger:	Pensimo AG, Aarepark AG und Pensionskasse der Eternit AG, Schweiz
Grundstücksgröße:	13.832 m ²
Überbaute Fläche:	3.500 m ²
Bruttogeschoßfläche:	10.603 m ²
Zuwachs BGF durch Verdichtung:	1.027 m ²
Geschoßflächenzahl:	0,77 (vorher 0,698)
Baukosten:	sFr. 22.055.400,-/ca. 24,7 Mill. DM
Baunebenkosten:	sFr. 1.124.000,-/ca. 1,3 Mill. DM
Gebäudekosten/m ² :	ca. sFr. 421,-/471,- DM
Gebäudekosten/m ² :	sFr. 1.080,-/ca. 1.208,- DM

Ausgangslage und Ziele der Sanierung

Die Siedlung »Aarepark« in Solothurn ist ein Beispiel für die Wiederbelebung eines sanierungsbedürftigen Quartiers aus den sechziger Jahren. Die Initiative für das Projekt ergriff die Firma Eternit. Sie finanzierte 1987 einen Wettbewerb zur Substanzerhaltung und qualitativen Aufwertung der Siedlung, den der Architekt Heinz Kurth aus Burgdorf, Schweiz, gewann. Honoriert wurden im Wettbewerb kostengünstige Konzepte, die sowohl den Belangen der Umwelt Rechnung trugen, als auch den Erhalt des Wohnraums während der Sanierung und die Bezahlbarkeit der Wohnungen nach der Sanierung garantierten.

Während der Bauzeit wurden die Bewohner entweder innerhalb der Wohnblocks umgesiedelt und konnten nach Fertigstellung ihre jeweiligen Wohnungen wieder beziehen, oder sie blieben von vornherein dort. Dieses System funktionierte nur, weil einige Mieter aus der Siedlung wegzogen und dadurch Leerwohnungen zur Verfügung standen, deren Sanierung den belegten Wohnungen gegenüber zeitlich vorgezogen wurde. Ungefähr zwei Drittel der Mieter machte während des Umbaus von der Möglichkeit des Umsiedelns Gebrauch.

Ökologische Aspekte

Städtebau:	Verdichtung der Siedlung: Erhöhung der GFZ 0,698 auf 0,77, neue Gliederung der Hauszeilen durch Kopfbauten
Baubiologie:	Holzfenster; wasserlösliche Innenanstriche; keine PVC-Verwendung; Korkdämmung im Fußboden; Verzicht auf Dampfsperre; recyclingfähige Fassadenelemente
Energie/Heizung:	passive Solarenergienutzung durch Wintergärten (auf Wunsch der Mieter), Dämmung mit Mineral- oder Glaswolle; Umstellung der Heizung von Öl auf Gas; Reduzierung des Wärmebedarfs um 50 %
Wasser:	Wasserspararmaturen; Versickerungsflächen für Regenwasser; Drainspalt (wasserdurchlässig)
Grünplanung:	gestalteter Freizeitraum statt Abstandsrün; Obstbäume für Mieter
Verkehr:	verkehrsfreie Siedlung; Tiefgarage mit 50 Einstellplätzen
Abfall:	getrennte Entsorgung des Bauschutts; Wiederverwendung des Abbruchmaterials
Soziales Konzept:	»Sanfte Sanierung« – bezahlbare Mieterhöhung bei gehobener Qualität; Umsiedlung der Mieter während der Bauphase, Prinzip »bewohnter Umbau«; Gemeinschaftsraum
Grundrisse:	Erweiterung bzw. Veränderung der Grundrisse für eine bessere Wohnbarkeit
Architektur:	Aufwertung der Architektur durch Fassadengestaltung, Materialien, Anbauten und Erweiterungen

Ergebnisse

Die Wohnsiedlung »Aarepark« beweist, daß Sanierung nicht gleichbedeutend sein muß mit radikalem Abriss alter Bausubstanz und Verwandlung von Wohnraum in unbezahlbaren Luxus. Die Preissteigerung bei den Mieten belief sich auf 50 bis 60 % und liegt damit weit unter dem Mietpreis für Neubauten in der Schweiz. Obwohl viele wichtige ökologische Aspekte, wie zum Beispiel eine naturnahe Abwasserentsorgung, Nutzung von Regenwasser, aktive Solarenergienutzung etc. bei der Sanierung keine Berücksichtigung fanden, ist ein behutsames Vorgehen, sowohl bei der Erhaltung von Bausubstanz als auch im Umgang mit Bewohnern, bis heute noch keine Selbstverständlichkeit in der Praxis und nicht wegzudenken als wichtiger Baustein für die Grundsätze des ökologischen Bauens. Darüberhinaus ist die Akzeptanz des ganzheitlich ökologischen Bauens, nach Angaben von einigen befragten Architekten und Fachleuten, in der Schweiz noch nicht sehr hoch. Mit der Sanierung der Siedlung »Aarepark« konnte immerhin auf ressourcenschonende Weise für lange Zeit relativ preisgünstiger Wohnraum erhalten werden.

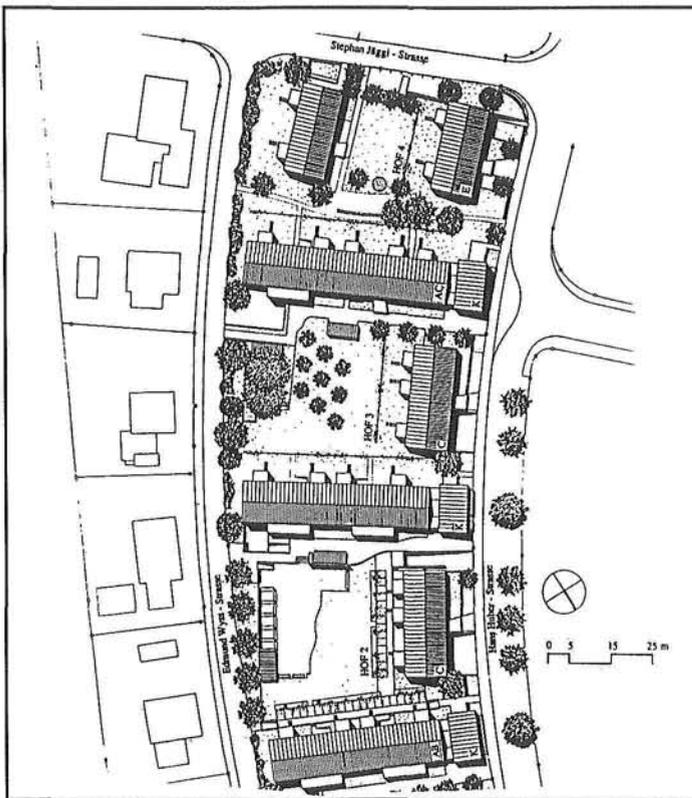
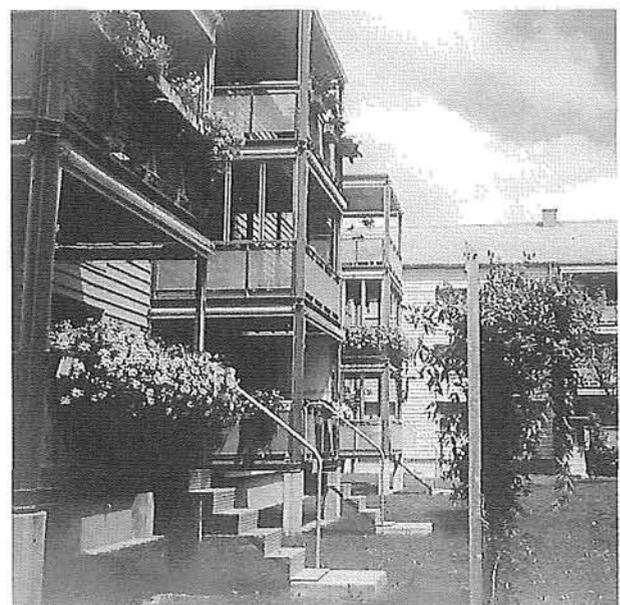
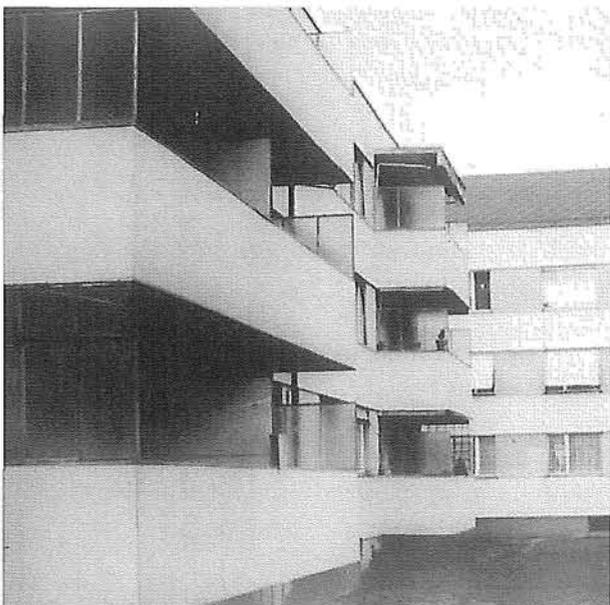


Abb. 19
Lageplan

Abb. 20 (unten links)
Gartenhof vor der Sanierung
Foto: Büro Kurth & Partner

Abb. 21 (unten rechts)
Gartenhof nach der Sanierung mit neuen Balkonen
Foto: D. Haas-Arndt



Stadterneuerung Wilhelmina Gasthuis-terrein, Amsterdam, Niederlande

Pavillion 1 + 2 des Wilhelmina Krankenhausgeländes mit
86 Wohnungen, 25 Geschäften
erbaut als Krankenhaus mit 1700 Betten 1890-1930
saniert und umgebaut zu Wohnzwecken
mit Wohnfolgeeinrichtungen, Gewerbe und Büros, 1992-1994

Eigentümer:	Vor der Sanierung: Stadt Amsterdam Nach der Sanierung: Het Oosten
Architekten:	Rataplan Architecten coöperatief, Amsterdam
Größe der Gesamtanlage:	118.750 m ²
Größe der Fläche der Pavillons 1 + 2:	ca. 10 % davon
Geschoßfläche Umbau:	Wohnungen 6.220 m ² Gewerbe 1.880 m ²
Kosten:	12 Mill. hfl./ca. 10,7 Mill. DM
Außenanlagen:	7,8 Mill. hfl./ca. 7 Mill. DM

Ausgangslage und Ziele des Projektes

Im Amsterdamer Bezirk Oud-West liegt ein Wohnquartier mit einem ungewöhnlichen und ganz eigenen Charakter: Der Wilhelmina Hospital Komplex, benannt nach Königin Wilhelmina, die 1891 den Grundstein legte. Im Vergleich zu den umgebenden Quartieren mit ihrer dichten, geschlossenen Bebauung mit Mietshäusern aus dem 19. Jahrhundert, ist diese Anlage eine ruhige, grüne Oase. Der Komplex besteht aus einer Reihe renovierter und neu genutzter Gebäude des ehemaligen Hospitals, neuen Gebäuden und sorgfältig geplanten, strukturierten öffentlichen Freiflächen. Nach den üblichen Verfahren der Stadtsanierung wäre der Gebäudekomplex abgerissen worden. Durch die Aktivitäten einer Bürgerinitiative, der das gesamte Projekt seine Umsetzung verdankt, konnte dies verhindert werden.

Bei der Sanierung haben ökologische Gesichtspunkte, vor allem in Pavillon 1 und 2, eine große Rolle gespielt, und so ist dieser Teil des Wilhelmina-Komplexes zu einer einzigartigen »städtischen Ökosiedlung« innerhalb Amsterdams geworden, die gemeinsam von der Stadt Amsterdam, dem Bezirk Oud-West, der Wohnungsgesellschaft Het Oosten und einer Arbeitsgruppe der Bewohner verwirklicht wurde.

Außer den Wohnungen gibt es ein Gesundheitszentrum, einen Kindergarten, eine Abteilung der Niederländischen Akademie für Film und Fernsehen, einen Fahrradclub, einen Futonhersteller, eine Werkstatt für Holzspielzeug und einen Malerbetrieb. Über einer neuen Polizeistation befinden sich Seniorenwohnungen.

Ökologische Aspekte

Baubiologie:	schadstoffarme Baustoffe in Pavillon 1 + 2
Energie/Heizung:	passive Solarenergiesysteme; aktive Solarenergiesysteme auf nach Süden ausgerichteten Dächern; gemeinsame Anschlüsse Strom/Gas
Wasser:	Wasserspararmaturen;
Freiraumplanung:	Bewohner verwalten die Grünflächen selbst, was auch eine Kleintierhaltung ermöglicht; es wurden neue Bäume zur Kleinklimaverbesserung gepflanzt
Verkehr:	Gesamtgelände weitgehend autofrei; Parken an der Peripherie; Durchgang nur für Fußgänger und Radfahrer; dichte Bepflanzung als Lärmschutz an der Hauptstraße
Soziales Konzept:	Weitgehende Bewohnerbeteiligung und -verantwortung; Gesundheitsvorsorge; Kinderkrippe und -spielzonen; die Mieten sind sehr günstig
Architektur:	Dachgärten, Gewächshäuser, Fassadenbegrünung wo möglich

Ergebnisse

Die Entwicklung des Wilhelmina Komplexes war für alle beteiligten Akteure ein Lernprozeß, auf dessen Grundlage sowohl die Wohnungsgesellschaft Het Oosten als auch die Stadt Amsterdam, vor allem der Bezirk Oud-West, verstärkt ökologische Gesichtspunkte in ihre Arbeit aufgenommen haben. Sie unterstützen nunmehr die Verwendung umweltfreundlicher Baumaterialien und einen bewußten Umgang mit Ressourcen. Einflußnahme und Fähigkeiten der Bewohner wurden zu bestimmenden Faktoren bei der Auswahl von Umweltmaßnahmen. Die Entwicklung der beiden Pavillons zeigt, zu welchen Erfolgen eine aktive Mitwirkung der Bewohner in Stadtsanierungsprojekten führen kann.

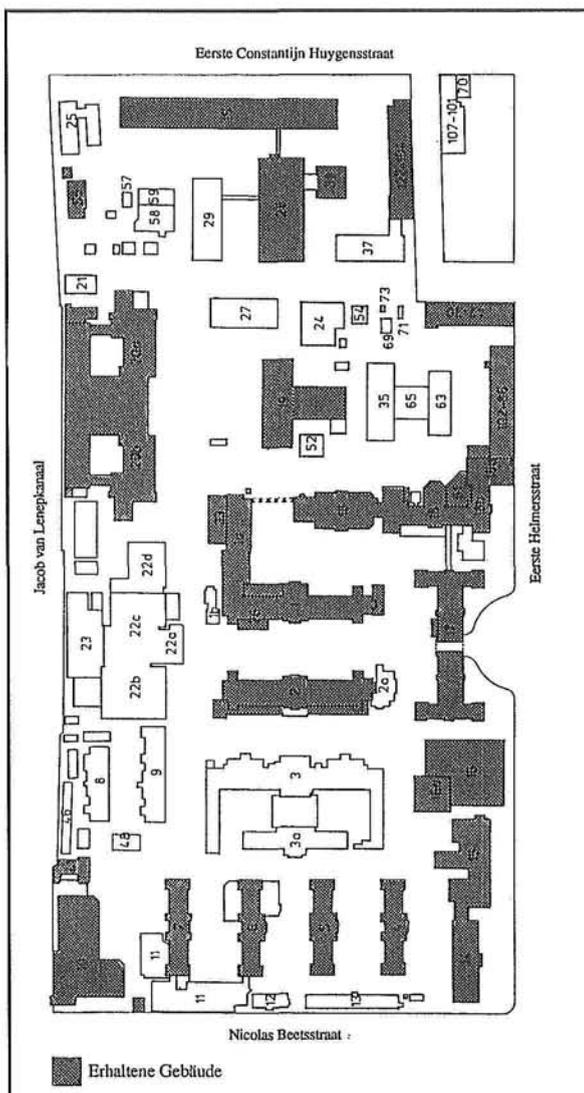


Abb. 22
Lageplan



Abb. 23
Vor der Sanierung



Abb. 24
Nach der Sanierung
Fotos: Rataplan architecten kooperatief u. a.

Sanierung Fredensgade in Kolding, Dänemark

129 Wohnungen, 6 Geschäfte
 erbaut 1900-1950, saniert 1993-1996

Träger:	Kolding Kommune, Stadtverwaltung und Dänisches Bau- ministerium
Architekten:	Architektfirmaet Edmund Lars, Kolding
Größe der Gesamtanlage:	11.639 m ²
Größe der bebauten Fläche:	3.581 m ²
Gesamtgeschoßfläche Wohnungen:	10.063 m ²
Gesamtgeschoßfläche Gewerbe:	727 m ²
Kosten:	50 Mill. dkr/ca. 13 Mill. DM
Außenanlage und »Biowerk«:	16 Mill. dkr/ca. 4,2 Mill. DM

Ausgangslage und Ziele des Projektes

Das Projekt ist Teil eines langfristigen Sanierungsvorhabens für den gesamten Stadtteil. Die Wohnanlage umfaßt 40 dreistöckige Häuser mit insgesamt 129 Wohnungen und 6 Geschäften und liegt südlich des Stadtkerns von Kolding. Im Gegensatz zu anderen Stadterneuerungsprojekten in Dänemark, bei denen eine hohe Bürgerbeteiligung die Regel war, wurde das Projekt in Kolding von Anfang an straff hierarchisch organisiert und kontrolliert, da die zuständigen Entscheidungsträger auf diese Weise eine reibungslose Abstimmung und Zusammenarbeit mit Genehmigungsbehörden und Finanzinstitutionen erreichen wollten. Die Bewohner dagegen hätten sich mehr Mitbestimmung gewünscht und organisierten sich aus diesem Grund in Arbeitsgruppen.

Üblicherweise gibt es nur zwei ökologische Sanierungsmaßnahmen, die das dänische Wohnungsbauministerium empfiehlt: die Ausstattung mit wassersparenden Armaturen und eine stromsparende Elektroinstallation. Darüberhinaus werden Maßnahmen nur zu Testzwecken oder als Modell finanziell unterstützt. Das Sanierungsprojekt in Kolding hat jedoch eine wesentlich größere Zahl ökologischer Maßnahmen realisiert.

Ökologische Aspekte

Städtebau:	Neuaufteilung des Blockinneren, Freiraumplanung mit der Pflanzenkläranlage und »Biowerk«
Baubiologie:	Differenzierung des Raumklimas; Einsatz gebrauchter oder recycelter Materialien
Energie/Heizung:	passive Solarenergienutzung durch Wintergärten, verglaste Balkone und Dachgewächshäuser; energiesparende elektrische Beleuchtung und Hausgeräte; Fernwärmeversorgung im Niedrigtemperaturbereich; verbesserte Wärmedämmung; Sonnenkollektoren auf den Dächern; Photovoltaik auf den Stellplatz-Dächern für (zukünftige) Solarmobile
Wasser:	wassersparende Installationen in Küchen und Bädern; 50 % Regenwasser zur Toilettenspülung; solare Abwasserreinigung; Regenwasser-Versickerung auf den Wegen
Biowerk	dezentrale Reinigung des gesamten Abwassers und Nutzung zur Produktion von Fischen und Zierpflanzen im Biowerk (siehe Kapitel III)
Freiräume:	naturnahe Gestaltung mit Bachlauf, Teichen, »lebenden«, grünen Zäunen aus Weiden und einheimischer Bepflanzung
Verkehr:	Blockinnenbereich weitgehend autofrei
Abfall:	Abfalltrennung; Bioabfälle kompostieren in drehbarer Komposttrommel; Abbruchmaterial wird getrennt entsorgt oder wiederverwendet
Architektur:	Erhalt der vorhandenen Bausubstanz; Fassaden vielfach neu gestaltet zum Gewinn passiver Solarenergie; Reduktion von Wärmeverlusten bei den Balkonen

Ergebnisse

Durch den Einbezug ökologischer Konzepte hat das Erneuerungsgebiet eine neue Attraktion erhalten. Augenfälliges Symbol ist die Glaspiramide des Biowerks, in dem Wasserklämung, Fischzucht und Zierpflanzengärtnerei ineinandergreifend zusammenfinden. Insgesamt wurde in diesem Projekt die Integration vieler ökologischer Gesichtspunkte versucht; dieser Versuch kann als erfolgreich angesehen werden.

Durch energie- und wassersparende Installationen, passive und aktive Solarenergienutzung und dezentrale Abwasserklärung wurden Kosten eingespart. Sowohl für jedes Haus als auch für die Gesamtanlage, fallen im Durchschnitt nur noch 50 % Wasser- und 40 % der Müllgebühren an. Durch die Einsparungen an Strom, Heizenergie und Wasser und durch Einzelmaßnahmen in den Haushalten, sind die Gesamtmieten niedriger als in vergleichbaren Wohnungen in der Stadt. Die Mieterhöhung von 45 dkr (11,50 DM) auf 58 dkr (14,90 DM) pro m² pro Monat wird von den Mietern als akzeptabel empfunden.

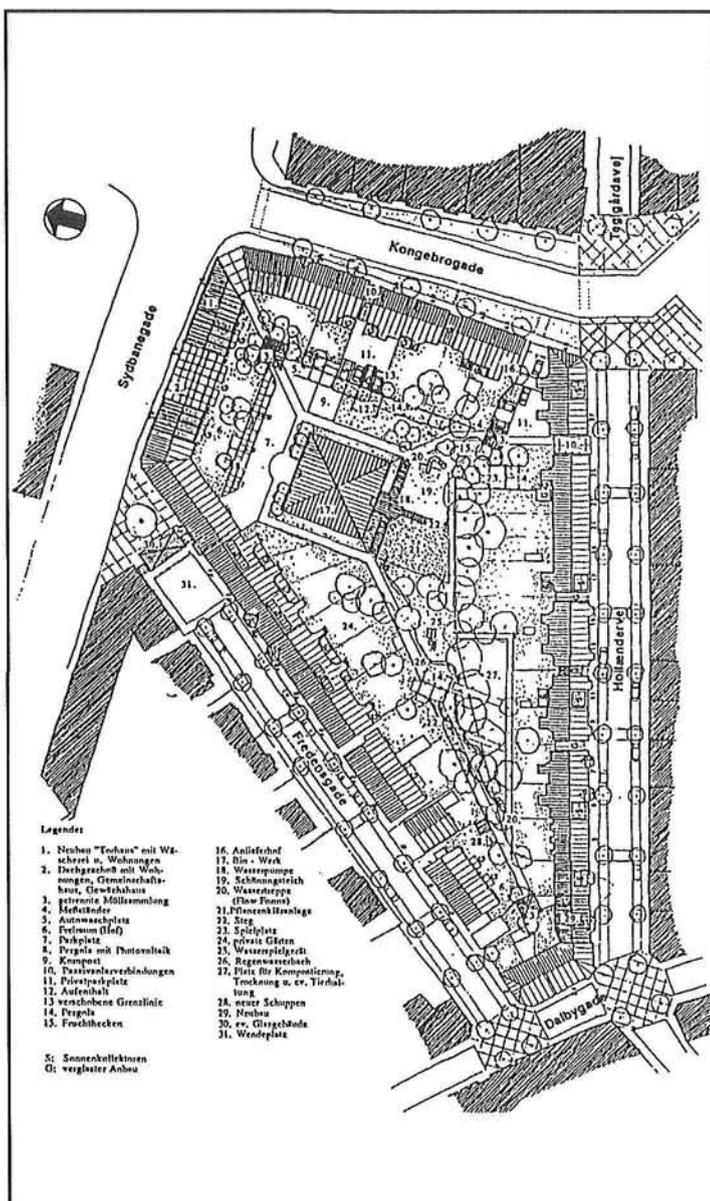


Abb. 25
Lageplan



Abb. 26
Vor der Blockkernung
Foto: T. Gade



Abb. 27
Bepflanzung und Pyramide nachher
Foto: D. Kennedy

Ökologische Stadterneuerung im 7. Bezirk, Wien, Österreich

Auftraggeber:	Magistrat der Stadt Wien, Magistratsabteilung 21 A, Stadtteilplanung und Flächennutzung Innen-West
Architekten:	ökoSieben, Wien

Ausgangslage und Ziele des Projektes

Anlässlich der ersten Metropolen-Tagung »CEM-Konferenz« im Juni 1992 in Berlin, erklärte sich die Stadt Wien bereit, am Beispiel des 7. Wiener Gemeindebezirks Neubau ein Projekt ökologisch orientierter Stadtentwicklung durchzuführen. Die Gruppe »ökoSieben« sollte hierfür untersuchen, wie man zu einer spürbaren Verbesserung der Lebensqualität in innerstädtischen Bezirken kommt.

Entlang eines Stadtpazierweges wurden zunächst lokale Schwerpunkte wie der Andreaspark, der Ahornerhof, das Büroareal der Zeitung »Kurier«, das Siebenstern-Platzl und der Adlerhof auf Möglichkeiten und Schritte zur Integration ökologischer Maßnahmen hin untersucht.

Aufgrund mangelnder Grünflächen innerhalb des 7. Bezirkes, entstand die Idee zur Errichtung des *Andreasparcs*. Das Gesamtkonzept für den Park sieht vielfältig nutzbare »Zimmer unter freiem Himmel« vor; eine stark räumliche Gliederung, Aufkammerung des Geländes durch Differenzierungen der Höhen, kleine Mäuerchen sowie Pergola und Bepflanzung sind weitere typische Merkmale des Gestaltungskonzeptes. Der Park wurde am 21. 7. 1994 eröffnet. Für den Bereich *Ahornerhof* (ein Areal von ca. 1 ha) wurden folgende Vorschläge erarbeitet:

- Umfunktionieren der Ahornergasse in eine Wohnstraße für Kinder und Erwachsene
- Umgestaltung eines Parkplatzes in einen Park mit darunterliegender Tiefgarage
- Errichtung des geplanten »Kurier«-Bürohauses nach ökologischen Prinzipien
- Nutzung der ökologischen Potentiale eines Studentenwohnheims und einer Kindertagesstätte im Zuge von Sanierungs- und Neubauvorhaben
- Beispielhafte Dachbegrünung, Regenwassersammlung sowie offenfugige Pflasterung auf dem Gelände der evangelischen Kirche, Lindengasse
- Ausbildung des Eckgebäudes am Ahorner Platz zum Ökohaus mit Ökostation
- Architektonische Umgestaltung der Eingangsbereiche, der Müllsammelplätze und der Einrichtung von Fahrrad- und Kinderwagenabstellplätzen im Durchgang Ahornerhof

Durch die Umgestaltung des *Siebensternplatzls* mit Bänken, Bäumen und Brunnen, sollen neue Nutzungs- und Gestaltungsqualitäten entstehen. Hierzu wurde ein Ideenwettbewerb ausgeschrieben, dessen Ergebnisse im Rahmen einer Ausstellung auf dem Platz zu sehen waren.

Von ökoSieben wurden für die Gestaltung des *Adlerhofs* Maßnahmen wie Hofbegrünung, Regenwasserspeicherung, Regenwasserversickerung, Brunnen und integrierte Wasserläufe vorgeschlagen. Außerdem sollten die stillgelegten Dienstleistungsbetriebe und kleinen Läden reaktiviert werden, um zum Thema Mischung von Arbeiten, Wohnen und Freizeit einen Beitrag zu leisten.

Das Hauptziel des *Stadtpazierweges* ist es, stadtökologische und bauökologische Maßnahmen erfahrbar zu machen. Bestehende Freiraumpotentiale werden zur Verbesserung des Kleinklimas genutzt, Kinderspielplätze und Aufenthaltsbereiche für Erwachsene werden geschaffen und der Verkehr reduziert.

Weitere Vorschläge von ökoSieben zu allgemeinen *Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung des 7. Bezirkes*: Schutz und die qualitative Verbesserung bestehender Gartenanlagen, die Errichtung von Quartierparks, die Entsiegelung von Verkehrsflächen, die Förderung von Dachgärten und Fassadenbegrünung, Reduktion des Verkehrs, Regenwasserversickerung und die Erhaltung der ca. 120 historischen Gärten des 7. Bezirkes.

Erreichte Ziele und Haupthindernisse

- Schaffung eines Arbeitskreises »Grüne Innenhöfe«
- Eröffnung des Andreasparcs

- Einrichtung einer Gebietsbetreuung
- Planung der Sanierung des Adlerhofes
- Fassadenbegrünungen, Baumpflanzungen, Bauminseln

Aufgrund der Fülle von Umsetzungshindernissen ist die Durchführung vieler Maßnahmen eine zeitraubende Angelegenheit. Als Haupthindernisse gelten, daß es noch keine Bebauungspläne mit umfassenden ökologischen Festsetzungen gibt und daß zu wenig Öffentlichkeitsarbeit zur Information und Motivation der Bevölkerung geleistet wird.

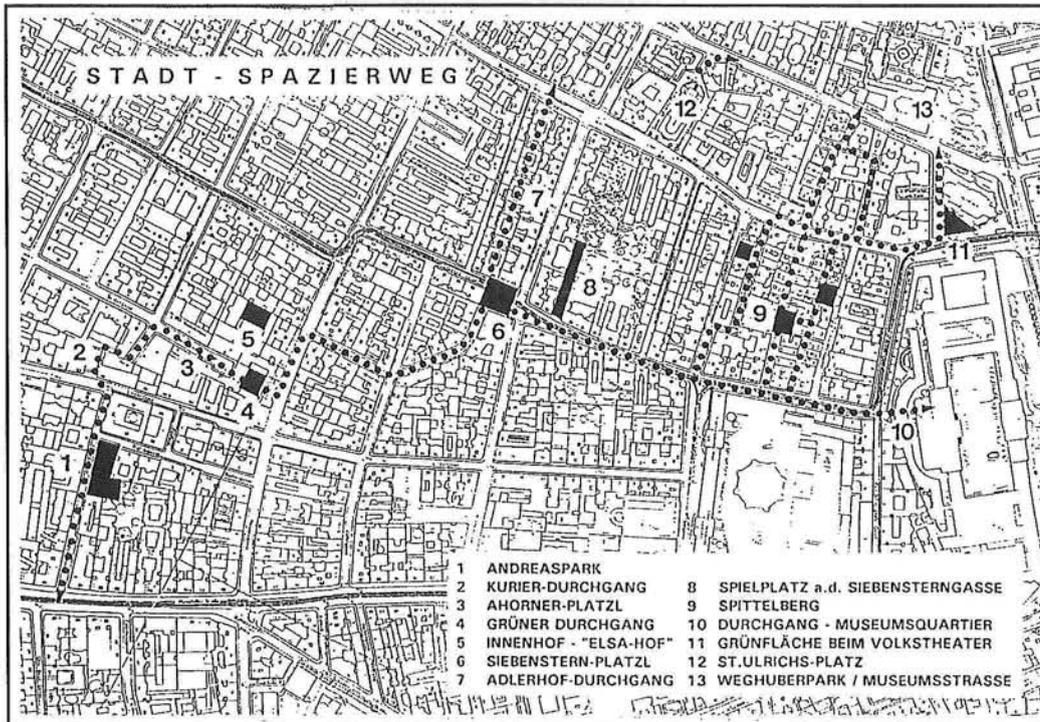


Abb. 28
Lageplan

Quelle:
»Werkstattberichte«, Hrsg.
Magistrat der Stadt Wien,
MA 18



Abb. 29
Andreasark
Foto: F. Brandl

Themenauswahl

Immer wieder wurde im Verlauf der Recherche deutlich, daß es sowohl bei den Neubau- wie auch den Stadterneuerungsprojekten um dieselben Grundthemen ging. Deshalb bestimmen diese die Auswahl und die Reihenfolge der Themen in den folgenden Kapiteln:

- Als wichtigstes Thema hatte die Differenzierung und bessere Nutzung der *Freiräume* für soziale und ökologische Zwecke durchgehend oberste Priorität. Es wird aus diesem Grund, aber auch weil es den Bezug zum Umfeld und zu den städtebaulichen Aspekten miteinbezieht, im Kapitel *Freiräume* behandelt.
- Das folgende Kapitel widmet sich dem Thema *Wasser*. Nachlassende Trinkwasserqualität und häufige Überschwemmungen haben erst seit kurzem zu einer immer größeren Akzeptanz von veränderten Ver- und Entsorgungsmöglichkeiten geführt, die auch neue Möglichkeiten für eine Kreislaufführung des Wassers und der Nährstoffe eröffnen.
- Beides – die Reduktion des Heizenergieverbrauchs und die Nutzung regenerativer Energiequellen, vor allem die passive Nutzung von Solarenergie – gehört heute zum festen Bestandteil ökologischer Siedlungskonzepte und bietet durch umfangreiche Forschungen abgesicherte Erkenntnisse, die wir im Kapitel *Energie* darstellen. Dies ist beim Thema *Wohnungslüftung* im zweiten Teil desselben Kapitels, welches insbesondere im Kontext der beabsichtigten Niedrigenergiebauweisen zum unverzichtbaren Bestandteil der Gebäudeplanung wird, noch nicht der Fall.
- Im Kapitel *Baukonstruktion* zeigen zwei Beiträge auf, wie der Primärenergieverbrauch von Baustoffen und ihr Beitrag zur Schadstoffbelastung von Luft, Boden und Wasser »von der Wiege bis zur Bahre« zusätzliche Kriterien für die Auswahl von *Baustoffen und -konstruktionen* liefern, die bisher viel zu wenig beachtet wurden und in Zukunft von großer Wichtigkeit sein werden.
- Als weiteren Aspekt greift das Thema *Baubiologie* im Kapitel *Gesundes Bauen* die Auswirkungen von Baustoffen und Konstruktionen auf Raumklima und Wohngesundheit auf. Noch immer umstritten sind die Themen *Elektrosmog* und insbesondere *Radiaesthetie*, die wir gerade deshalb einbezogen haben, um hier einen Beitrag zur Klärung ihrer Anwendbarkeit zu leisten.
- Ganz neu und bisher wenig beachtet fristet das Thema *Ästhetik* im ökologischen Siedlungsbau ein recht unscheinbares Dasein; ein Grund für uns, das Problem im Kapitel *Ästhetische Qualitäten* anzugehen.
- Wesentlicher Bestandteil aller Beispiele im ökologischen Siedlungs(um)bau war – im Gegensatz zum gängigen Vorurteil – das intensive Bemühen um kostensparende Lösungen. Dabei wird oft versucht – wie wir im Kapitel *Kosten- und Nutzenanalysen* nachweisen – sowohl einer kurzfristigen betriebswirtschaftlichen wie auch der langfristigen volkswirtschaftlichen Betrachtungsweise gerecht zu werden. Dezentralisierung ist angesagt. Möglich ist das nur durch eine Optimierung von Bauablauf, Rechtsform in der Trägerschaft, ökologischen Techniken, Organisation und Finanzierung sowie durch neue Formen der Zusammenarbeit zwischen Architekt und Bewohnern.
- Die unterschiedlichen Voraussetzungen in jedem Projekt erlaubten jedoch in keinem Beispiel *alle* verfügbaren Möglichkeiten des ökologischen Bauens voll auszuschöpfen und so entstanden jeweils individuelle Kombinationen von Maßnahmen und Themen an jedem einzelnen Standort. Trotzdem werden im Kapitel *Schwerpunkte der Entwicklung* einige durchgängige Trends für den ökologischen Siedlungs-(um)bau deutlich, und es lassen sich für die weitere Entwicklung Empfehlungen formulieren.

Wir haben uns in der Betrachtung und Darstellung der einzelnen Themen, soweit es ging, an die von uns dokumentierten Fallbeispiele gehalten, sind jedoch – wo es bessere Beispiele gab – auch über diesen Erfahrungsschatz hinausgegangen. Immerhin liegen die Planungs- und Realisierungsphasen der meisten untersuchten Projekte schon fünf bis zehn Jahre zurück und so wäre es für ein Buch, welches ja der Erleichterung zukünftiger Planungen dienen soll, eher nachteilig gewesen, wenn wir uns ausschließlich auf die untersuchten Fallbeispiele beschränkt hätten.

Zwei Themen des ökologischen Bauens haben wir nur kurz oder gar nicht behandelt, weil die untersuchten Beispiele hierzu wenig Neues zu bieten hatten.

Das Thema »Verkehr« hat im ökologischen Siedlungsbau – in den Größenordnungen, die wir zumeist untersuchen konnten, also zwischen 60 und 160 Wohneinheiten – relativ geringe Bedeutung. Daß der Anschluß an den öffentlichen Personennahverkehr wünschenswert und zumeist auch vorhanden ist, scheint uns selbstverständlich ebenso wie die Verkehrsfreiheit in den Innenbereichen der Siedlungen. Deshalb haben

wir diesem Punkt kein spezielles Kapitel gewidmet, sondern ihn im Kapitel »Freiräume« mitbehandelt.

Das Thema »Abfall« beziehungsweise »Trennung der Wertstoffe«, welches ein wesentlicher Bestandteil des ökologischen Bauens ist, gilt inzwischen als allgemein akzeptierter und weitgehend praktizierter Standard im Wohnungsneubau und der Stadterneuerung und kann deshalb als eigenes Thema hier entfallen. Es wird teilweise im Kapitel *Baukonstruktion* mitbehandelt. Das heißt, wir haben hauptsächlich die Aspekte vertieft, die bis heute im allgemeinen noch nicht zum Siedlungsbau oder -umbau gehören, wie das recyclinggerechte Bauen und die abfallfreie Baustelle.

Ziele

Das *Ziel* dieses Buches ist es, eine zeitgemäße Entscheidungsbasis für die verschiedenen Möglichkeiten des ökologischen Bauens zu schaffen. In den Kapiteln wird den Fragen nachgegangen:

- Was umfaßt der »Ökologische Siedlungsbau« heute?
- Wie unterscheidet sich »ökologisch« von »nicht ökologisch«?
- Muß ökologisches Bauen »von unten« oder kann es auch »von oben« initiiert werden?
- Verlangt das »ökologische Wohnen« Verhaltensveränderungen von den BenutzerInnen oder erlegt es ihnen Einschränkungen auf?
- In welchem Maß und wie kann auch im Bestand »ökologisch erneuert« werden?
- Muß »ökologisches Bauen« teurer oder kann es auch billiger sein als herkömmliches Bauen?

Aufbauend auf zwei Jahrzehnte planerischer Praxis, Forschung und Lehre sowie den zwölf Fallstudien, versuchen die AutorInnen das, was bereits ökologisch erreicht wurde und was heute erreichbar ist, aufzuzeigen.

Es geht ihnen darum, Mut zu machen, das Wagnis Ökologie einzugehen, ohne die Stolpersteine auf dem Weg zu übersehen. Das verlangt auch, die »historische Dimension« dieses Planungsansatzes hier zu integrieren, weil in den Köpfen vieler am Baugeschehen Beteiligter oft noch heute die Fehler von gestern und vorgestern herumgeistern und ihnen den Zugang zu neu entwickelten Techniken und Erkenntnissen, die im Lauf der letzten Jahre gereift sind, versperren.

Niemand kann für sich allein beanspruchen, daß er/sie sich in allen Bereichen des ökologischen Bauens auskennt und auf dem gegenwärtigen Stand der Entwicklung ist. Zu differenziert und vielfältig sind die Möglichkeiten, die sich inzwischen bieten. Dies war ein Grund, warum wir mit verschiedenen Kolleginnen und

Kollegen aus dem In- und Ausland kooperiert haben, denn zwölf Fallstudien bieten nur eine begrenzte Sicherheit für verallgemeinernde Aussagen.

Dort, wo wir eine wissenschaftliche Basis fanden, haben wir diese genutzt, dort, wo sie fehlte, das auch benannt. Zum einen wollten wir detailliert genug sein, um eine wirkliche Hilfestellung zu leisten, zum anderen aber auch kurz genug, um gelesen zu werden. Es geht um Grundlagenwissen, welches dauerhaft ist, aber auch um den heutigen Stand der Technik, der möglicherweise nur von temporärem Nutzen sein wird.

Wir möchten mit diesem Buch bei Skeptikern Interesse und Neugier wecken und ökologisch Bauwilligen Anregungen und Hilfestellungen geben. Es wendet sich an

- Laien wie Fachleute,
- Betroffene wie EntscheidungsträgerInnen,
- Mieter wie BauherrInnen,
- Generalisten, die Material für eine bestimmte Vertiefung suchen, wie Spezialisten, die einen Gesamtüberblick brauchen.

Die folgenden Kapitel sind als Zusammenfassungen der jeweiligen Themen gedacht, um einen Überblick über das zu geben, was bereits erprobt ist, wie auch über das, was gerade erprobt wird. Am Ende eines jeden Kapitels finden sich für den Leser mit wenig Zeit Empfehlungen zu dem:

1. was überall ohne Mehrkosten und mit nur geringem Mehraufwand heute bereits realisierbar ist
2. was mit wenig Mehrkosten ökologisch wünschenswert umgesetzt werden kann und
3. was im Sinne einer weiteren Entwicklung des ökologischen Bauens experimentell – möglicherweise auch zuerst mit erheblichen Mehrkosten verbunden – erprobenswert ist.

Wir erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Das Entscheidende ist, daß wir die Grenze des Machbaren dadurch erweitern, daß die Fülle der Möglichkeiten deutlich und übersichtlicher wird.

Quellen

- Dehne, Peter & Rudolf Schäfer (Hrsg.): *Zukunftsweiser ökologischer Siedlungsbau in Europa* im Nachschlagewerk *Erfolgreiche Vorgehensweisen zur Stadtanierung und Dorferneuerung unter dem Aspekt der Verkehrsberuhigung*, WEKA-Fachverlage, Loseblatt-Ausgabe, 1995.
- Dethlefsen, T.: *Schicksal als Chance*, Bertelsmann, München 1979
- Friends of the Earth: *Sustainable Netherlands – Discussion Papers*, Amsterdam, 1993
- Kennedy, Declan & Margrit Kennedy, »Permakultur: Beispiele aus der Bundesrepublik Deutschland«, in *Informator Nr. 2*, Luzern, 1988
- Kennedy, Declan, Margrit Kennedy, Ulrike Löhr, et al: *Umwelt-Kultur-Park Dortmund*, Permakultur Institut, Steyerberg, 1988
- Kennedy, Margrit (Hrsg.): *Öko-Stadt, Band 1: Prinzipien einer Stadtökologie; Band 2: Mit der Natur die Stadt planen*, fischer alternativ, Frankfurt/M., 1984
- Kennedy, Margrit, »Erste Schritte zu einer ökologischen Stadterneuerung im Rahmen der Internationalen Bauausstellung«, in *Schöne neue Welt: Ökologische Projektionen aus einer verrotteten Parkgarage – Leitfaden zur Ausstellung*, IBA, Berlin, 1984
- Kennedy, Margrit: »Solar Village Pefki/Lykovrissi« in Declan und Margrit Kennedy (Hrsg.): *Zukunftsweiser ökologischer Siedlungsbau, Band 3 Stadtteilprojekte*. Europäische Akademie für Städtische Umwelt, EA.UE, Berlin, 1996
- Schmidt-Bleek, Friedrich: *Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS das neue Maß für ökologisches Wirtschaften*, Birkhäuser Verlag, Berlin, 1994
- Spangenberg, Joachim H.: *Towards Sustainable Europe*, FoE Publications, Luton, 1995 & Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal, 1995
- Van der Ryn, Sim: *Ecological Design*, Island Press, Washington, D.C., 1996
- Zahrut, A.: »Überbevölkerung oder Überkonsum«, in *ÖkoTEST*, Frankfurt/M., 8/94

Wasser

Gebrauch und Wert des Wassers

Margrit Kennedy

Wasser ist eines unserer wichtigsten Lebensmittel. Zunehmende Qualitätsprobleme bei der Trinkwasserversorgung und Kostenprobleme bei der Abwasserentsorgung zeigen, daß die herkömmliche Ver- und Entsorgungspraxis veränderungsbedürftig ist und daß wir neue Wege finden müssen, mit dem Lebenselement Wasser schonender umzugehen.

Die Entstehung unseres Wasserver- und -entsorgungssystems

Die zentrale Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung, die, nach verheerenden Cholera- und Typhusepidemien, in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in den europäischen Großstädten eingeführt wurden und von dort aus ihren Siegeszug in alle Welt antraten, waren sicherlich ein großer Fortschritt für die damaligen StadtbewohnerInnen. Sie legten aber auch die Grundlage für viele Probleme, mit denen wir heute zu tun haben.

Ein erbitterter Streit um eine geeignete Form der Abwasserbeseitigung war der Einweihung der ersten Kanalisationsnetze in fast allen europäischen Städten vorausgegangen. Am Beispiel Berlins läßt sich die Debatte bis ins Einzelne nachvollziehen. Einerseits gab es die Anhänger der technisch konventionellen Methode, wie sie in London und Hamburg bereits realisiert war. Hier wurden die Abwässer einfach direkt in die Flüsse geleitet [Stimmann-85, 252-1428 – 253-1429]. Andere wollten den geschlossenen Nährstoffkreislauf erhalten und die immensen Kosten der Kanalisation sparen. Sie plädierten für eine umfassende Einführung von Trockentoiletten. Es gab bereits damals Systeme, die bei richtiger Benutzung wenig oder gar keine Gerüche erzeugten.

Während dezentrale, hausautonome Systeme der Fäkalienbeseitigung – wie Komposttoiletten und Trockenaborte – den Hausbewohnern und -besitzern Geld einbrachten, wenn die menschlichen Fäkalien gesammelt und periodisch von den Landwirten abgeholt wurden, war die Einführung der zentralen Entsorgung für den Staat und die Bürger mit hohen Kosten verbunden. Justus Liebig, zum Beispiel, errechnete, daß die Fäkalien eines einzelnen Menschen etwa 15 Goldmark pro Jahr wert waren. Es wurden äußerst modern

anmutende ökologische Argumente für eine Kreislaufwirtschaft entwickelt, welche Leberecht Migge in den 20er Jahren unseres Jahrhunderts wieder aufgriff [Reuß-81, 21]. Sie haben zwar bis heute nichts von ihrer Aktualität eingebüßt, jedoch wenig bewirkt.

Immerhin, in der ersten Zeit verbanden einige der neuen zentralen Entwässerungssysteme technische, hygienische, ökologische und ökonomische Dimensionen in »fast« vorbildlicher Art und Weise. Die Abwässer wurden über Druckleitungen und Pumpwerke aus der Stadt heraus auf neu angelegte Rieselfelder an der Peripherie gepumpt, dort zur Düngung des landwirtschaftlich genutzten Bodens verwendet und, durch den Boden gefiltert und biologisch gereinigt, dem Grundwasser wieder zugeführt. Durch die Einteilung in technologisch voneinander unabhängige Entwässerungsgebiete war es möglich, die Entwässerung der Stadterweiterung folgend, schrittweise auszubauen und die getrennten Pumpstationen so zu nutzen, daß bei Starkregenfällen das Abwasser über Notauslässe direkt in die Flüsse und Wasserläufe geleitet werden konnte.

Das bedeutete, daß die häuslichen und gewerblichen Abwässer zusammen mit dem Regenwasser in einen Kanal eingeleitet wurden. Im Rückblick eine Fehlentscheidung von wahrhaft gigantischem Ausmaß. Zum einen zeigte sich, daß, durch die zunehmende Versiegelung der Stadt, bei starken Regenfällen die Aufnahmekapazität von Kanälen und Pumpstationen immer öfter nicht ausreichte und sich das mit Regenwasser gemischte Schmutzwasser in zunehmenden Mengen ungereinigt in Flüsse und Seen ergoß. Zum anderen mußten die Rieselfelder, die zu Anfang viele Jahrzehnte lang reibungslos funktionierten und sogar Gewinne erwirtschafteten, stillgelegt werden, weil die Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse durch die zunehmende gewerbliche und industrielle Vergiftung des Abwassers unmöglich wurde. So wurden in den 20er und 30er Jahren dieses Jahrhunderts die ersten Klärwerke mit einer künstlichen biologischen Reinigung in Betrieb genommen. Aus wertvollem landwirtschaftlichem Dünger war giftiger Klärschlamm geworden, den man, wie heute in vielen Fällen, nur noch verbrennen kann. Als dritter Nachteil kommt hinzu, daß sich die Lebensdauer der unterirdischen Leitungen und Kanäle, der Pump- und Klärwerke durch das zunehmend aggressive Abwasser verringerte und der Sanierungsbedarf heute astronomische Kosten erzeugt.

Möglicherweise noch gravierender als diese praktischen Probleme ist aber die mit der Technisierung einhergehende Reduktion an sinnlicher Wahrnehmung des Elements Wasser, die fehlende Nachvollziehbarkeit

vitaler Lebenszusammenhänge, wie sie der Wasser- und Nährstoffkreislauf darstellen, sowie der Verlust der damit verbundenen Kompetenz und Eigenverantwortung [Gleichmann-80].

Detlef Ipsen spricht von einem Prozess der »Entzivilisierung« [Ipsen-95, 13], der mit der Umwandlung zur modernen Stadt über einhundertfünfzig Jahre einherging und dessen Ende im Moment nicht abzusehen ist. Die Stadt als »Ort des guten Lebens« erweiterte den Erwartungshorizont ihrer Bewohner, während sich deren »vitaler Erfahrungsraum« zunehmend verkleinerte. In dieser Auseinanderentwicklung sieht er die Erklärung für die vielfach zu beobachtende Diskrepanz zwischen der Wahrnehmung von Umweltproblemen und konkreten Verhaltensänderungen [Ipsen-95, 15]. Das hieße aber auch, daß ein wichtiger Aspekt ökologischen Siedlungsbaus heute sein muß, die Stadt für ökologische Zusammenhänge wieder sinnlich erfahrbar zu machen, um einen Teil der Verantwortung an den einzelnen zurückgeben zu können.

Das Element Wasser

Oberflächlich betrachtet, im wahrsten Sinne des Wortes, sollte unsere Erde nicht »Erde« sondern »Wasser« heißen, denn sieben Zehntel sind mit Wasser bedeckt.

Wie wichtig das Element Wasser für uns ist, geht bereits allein daraus hervor, daß der Mensch zu über zwei Dritteln aus Wasser besteht und ohne eine ständige Erneuerung des Wassers in unserem Körper alle Lebensfunktionen bald zum Erliegen kommen würden.

Wasser nimmt physikalisch wie chemisch eine Sonderstellung in der Natur ein: Es ist der einzige Stoff, der auf der Erde in allen drei Zustandsformen vorkommt: flüssig, fest und gasförmig. Die Fähigkeit des Wassers, mit den meisten anderen Stoffen Lösungen oder Verbindungen einzugehen, sowie der ständige Kreislauf über Verdunstung, Niederschläge, Versickern und die kapillare Aufnahme des Wassers in den Pflanzen bis hin zum Wasserhaushalt der lebenden Zellen sichern das Leben auf der Erde.

In seinem Buch »Das sensible Chaos« [1980] veranschaulicht Theodor Schwenk die Gestaltungskräfte des Wassers. Vom Tropfen über einzellige Wassertiere und Flußläufe bis zu den Strukturen des menschlichen Körpers, läßt er die Formkräfte, die durch das Wasser wirken, sichtbar werden.

In der praktischen Arbeit im Institut für Strömungswissenschaften in Herrschried findet diese Arbeit ihre wissenschaftliche Fortsetzung. Hier wird der Frage nachgegangen: Was ist Wasser, und wie kann man seine *Qualität* sichtbar werden lassen? Die sogenannte »Tropfenbildmethode« ermöglicht es zum Beispiel, in Kombination mit anderen Indikatoren, die Selbstreinigungsstrecke eines mit Abwasser belasteten Baches über die chemisch-physikalischen Eigenschaften hinaus festzustellen [Wilkens, Jakobi, Schwenk - 95].

Das Verständnis der Formen, die durch Wasser entstehen, hat auch Künstler wie John Wilkes und Herbert Dreiseitl inspiriert, Wasserskulpturen, -kaskaden und -landschaften zu entwickeln, die heute an vielen Orten Europas, in England, Schweden, Deutschland und in der Schweiz, neue, vom Wasser geprägte Erlebnisräume bieten.

Da es Vorbilder in der neueren Stadtplanung und Architektur nicht gibt, sind die elementaren Vorbilder der Natur eine wertvolle Hilfe für den Entwurf. Dort, wo natürlich gestaltete Landschaften mit funktionierenden Gewässersystemen noch zu finden sind, werden selbstregulierende Funktionsabläufe unmittelbar sinnlich erlebt. Dies ist – mit dem nötigen Verständnis für das Phänomen Wasser – auch bei künstlichen, von Menschen erstellten Anlagen möglich (siehe Abb. 1 und Abb. 2).



Abb. 1 Von der Natur geformte Gletscherspalte



Abb. 2 Wasserbrunnen, Marktplatz von Baienfurt

Planung: Atelier Dreiseitl Quelle: Fotoarchiv Dreiseitl

In den von uns untersuchten Projekten Schafbrühl in Tübingen und Fredensgade in Kolding, Dänemark, ist das Leberelement Wasser zu einem wesentlichen Bestandteil der Freiräume geworden (vgl. Kap. Freiräume).

Verfügbarkeit und Qualität

Mehr als 97 % der Wassermassen der Erde sind Meerwasser. Von den restlichen 3 %, die aus Süßwasser bestehen, sind nur 0,3 % als Trinkwasser verfügbar. Denn viele Süßwasservorräte existieren als Eis oder befinden sich in Gegenden, wo sie für die Menschen nicht nutzbar sind, zum Beispiel in tropischen Regenwäldern.

So stand der Weltwassertag am 22. März 1996, der die Aufmerksamkeit der gesamten Welt auf dieses Problem lenken sollte, im Zeichen wachsenden Mangels. Besonders betroffen sind die großen Metropolen der sogenannten Entwicklungsländer, aber auch der Industrieländer. In Mexiko-Stadt hat das Problem bereits schwerwiegende Folgen. Die Stadt sank in den vergangenen 70 Jahren um mehrere Meter ab, weil sie ihr Trinkwasser aus den Grundwasservorräten unter der Stadt schöpft [Neumann-96]. In Sofia, Bulgarien, liegt der Verbrauch u.a. durch undichte Rohrleitungen bei 650 Litern pro Person und Tag (der 10fachen Menge, die bei einem sparsamen Umgang notwendig wäre), und weil die Vorräte nicht ausreichen, werden ganze Stadtteile abwechselnd von der Wasserversorgung abgekoppelt. In Bangkok, Thailand und Houston, Texas, steht man vor ähnlichen Problemen.

Obwohl es in den von uns untersuchten mitteleuropäischen Ländern – im Gegensatz zu anderen Ländern – ausreichende Niederschlagsmengen gibt, haben diese Länder durch eine verschwenderische Entnahme, eine hohe Belastung der Gewässer mit Chemikalien und durch die wachsende Flächenversiegelung in den Städten eine Situation geschaffen, die man als alarmierend bezeichnen muß.

Als Beispiel hier die Zahlen für die Bundesrepublik Deutschland: Von den durchschnittlich 800 Millimeter Niederschlägen, das sind ca. 210 Milliarden Kubikmeter Wasser pro Jahr, gehen mehr als

die Hälfte durch Verdunstung zurück in die Atmosphäre. 90 Milliarden Kubikmeter fließen über Bäche und Flüsse ab oder versickern ins Grundwasser. Sie sind auch das Reservoir für unsere Trinkwasserversorgung. Dem gegenüber steht ein jährlicher Wasserverbrauch von etwa 44 Milliarden Kubikmetern. Das heißt, eigentlich haben wir genug, nur Wasser von *Trinkwasserqualität* wird immer knapper.

Obwohl der Verbrauch an Trinkwasser in Deutschland seit Beginn der 80er Jahre nicht weiter angestiegen und seit 1990 sogar rückläufig ist, liegt er mit etwa 145 l/Person/Tag immer noch um 30–50 % höher als eigentlich notwendig. Durch den zu hohen Verbrauch, vor allem in der Landwirtschaft, und die Versiegelung der Böden durch Straßenbau, Wohnungsbau und industrielle Großvorhaben kommt es zur Zerstörung natürlicher Landschaften, wie Feuchtbiotopen, Flußauen und Bächen, die als Wasserspeicher dienen. Die Folgen sind:

- Das Grundwasser wird – wo zuviel Wasser entnommen wird – auf ein Niveau unterhalb von Flüssen und Seen abgesenkt und von deren verschmutztem Wasser gespeist;
- Feuchtgebiete und Bäche können austrocknen, das Kleinklima verändert sich, die biologische Vielfalt verschwindet und Landschaften veröden;
- Fernwasserleitungen müssen für Großstädte und Ballungsräume errichtet werden. Frankfurt bekommt sein Trinkwasser aus dem Vogelsberg (knapp 100 Kilometer), Hannover aus dem Harz (mehr als 100 Kilometer), Stuttgart aus dem Bodensee (ca. 200 Kilometer);
- in den entfernten Trinkwassereinzugsbereichen stirbt

- der Wald, weil die Baumwurzeln nicht mehr an das Grundwasser kommen;
- die großen zentralen Ver- und Entsorgungssysteme sind störanfällig und teuer;
- sinnvolle dezentrale Kreisläufe lassen sich aus planungsrechtlichen Gründen immer seltener realisieren.

Im Mittelalter wurden Brunnengemeinschaften gebildet, um die Qualität des Trinkwassers zu sichern. Auf Brunnenvergiftung stand die Todesstrafe. Heute belohnen wir die Vergiftung unserer Trinkwasservorräte durch die Landwirtschaft mit hohen Subventionen und tragen selbst durch Wasch- und Reinigungsmittel, vor allem aber durch unsere Fäkalien, zu der hohen Belastung bei.

Phosphate und Nitrate stammen nur zu 2 % aus natürlichen Quellen; 25 % kommen aus der Landwirtschaft durch Düngemittel, Gülle, Klärschlamm, die in der Form von Nitrat auswaschung ins Grundwasser gelangen, als Phosphoreintrag in die Oberflächengewässer kommen und das Grundwasser weiterhin durch Herbizide und Pestizide belasten. 20 % stammen aus Wasch- und Reinigungsmitteln und 53 % aus Fäkalien und sonstigen Abwässern. In der Schweiz hat sich der Pro-Kopf-Verbrauch an Haushaltsreinigungsmitteln während der letzten zwei Jahrzehnte verdoppelt [Kocsis-90, 33]. Eine 4-köpfige Familie in Deutschland spült jedes Jahr zwei Zentner Reinigungsmittel durch die Ausgüsse. Falls diese Umgehensweise in Europa Schule machen sollte, wären das bei 320 Millionen Menschen ca. 16 Millionen Tonnen Reinigungsmittel pro Jahr, die letztlich über die Flüsse in die angrenzenden Meere fließen würden.

Ein Ergebnis dieser Entwicklung ist, daß immer mehr Technik für die Trinkwassergewinnung erforderlich ist. 1871 reichte eine Aufbereitungsstufe in Deutschland, 1953 waren es drei und 1985 bereits zehn. Manche Trinkwasserwerke gleichen einer Chemiefabrik. Das heißt, Wasserwerke und damit letztendlich wir selbst zahlen die Kosten einer verfehlten Landwirtschafts- und Umweltschutzpolitik.

In folgenden Punkten sind sich die meisten Experten einig:

1. daß eine ausgeglichene Wasserbilanz der beste Schutz gegen die fortschreitende Zerstörung unseres Ökosystems ist;
2. daß eine drastische und sofortige Verminderung der Schadstoffeinträge aus der Luft, aus der Landwirtschaft und aus den Haushalten in die Gewässer notwendig ist;
3. daß es unzumutbar ist, solche Stoffe, von denen wir wissen, daß sie schädlich sind, noch zu erzeugen;

4. daß die Grundwasserförderung durch immer tiefere Brunnen und die Trinkwasserzuführung aus immer weiteren Entfernungen eingestellt und durch eine konsequente Wassersparpolitik ersetzt werden muß.

Immer wieder neue verschärfte Vorschriften für die Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung mit zunehmenden Kosten können wir uns auf Dauer nicht leisten. Deshalb sollten die neu entwickelten und im ökologischen Siedlungsbau und in der ökologischen Stadtanierung erprobten Alternativen zur herkömmlichen Wasserver- und -entsorgung sorgfältig auf ihre breitere Anwendbarkeit hin geprüft werden.

Trinkwasserversorgung und -substitution durch Regenwasser

Trink- und Betriebswasserverbrauch

Wieviel Wasser der Mensch nutzt, hängt im wesentlichen vom Grad der Industrialisierung der Region und von der Lebensweise ab. Wasser von *Trinkwasserqualität*¹ braucht ein Mensch nur fünf Liter pro Tag. Da heute für die Körperpflege sowie das Geschirrspülen, das Baden und Duschen offiziell nur Wasser von Trinkwasserqualität – und kein gefiltertes Regen- oder Grauwasser – benutzt werden darf, erhöht sich die Trinkwasserbedarf auf ca. siebzig Liter pro Kopf und Tag.

Betriebswasser wird als Sammelbegriff für alle anderen Wasserarten gebraucht, die nicht alle an das Trinkwasser gestellten Eigenschaften zu erfüllen brauchen und gewerblichen, industriellen, landwirtschaftlichen oder ähnlichen Zwecken dienen, wobei jede Betriebswasserart – zum Beispiel zum Bewässern, Waschen, Löschen, Kühlen, Heizen oder für Schwimmbäder – unterschiedliche Güteeigenschaften haben kann.

Die Versorgung von Gebäuden und Grundstücken mit Trinkwasser kann entweder durch Einzelversorgungsanlagen oder durch den Anschluß an das öffentliche Wasserversorgungsnetz erfolgen. Welche Lösung gewählt wird, hängt zumeist davon ab, ob es bereits ein vorhandenes Trinkwasserleitungsnetz gibt und/oder ob

¹ In Deutschland muß Trinkwasser der DIN 2000 entsprechen. Bei *Trinkwasser*, das zum menschlichen Genuß geeignet ist, wird unterschieden zwischen:

– Kaltwasser (KW)	=	Wasser mit etwa 5 °C bis 15 °C
– Warmwasser (WW)	=	erwärmtes Trinkwasser bis 90 °C
– Kochendwasser (KoW)	=	Trinkwasser von 100 °C

die Trinkwasser- oder Betriebswassergewinnung aus eigenen Anlagen sinnvoll oder möglich ist. Für die Wassergewinnung kommen in erster Linie Grundwasser² oder, wo eine Wassergewinnung aus Grundwasser nicht möglich oder wirtschaftlich nicht vertretbar ist, Oberflächenwasser³ in Frage.

Grundsätzlich wäre eine dezentrale Trink- oder Betriebswasserversorgung einfacher, sicherer und sinnvoller als eine zentrale Trinkwasserversorgung, wenn die Entnahme aus eigenen Brunnen oder Quellen das, was an Grund- oder Quellwasser vorhanden ist, nicht übersteigt und die Qualität den jeweiligen Anforderungen entspricht. In der ökologischen Siedlung »Waldquelle« in Bielefeld konnte dies realisiert werden.

Autarke Wasserkonzepte, wie das Beispiel Bielefeld-Waldquelle zeigt, genießen bei den Nutzern eine sehr hohe Akzeptanz. Wer alle Investitions- und Folgekosten trägt, nachvollziehen und steuern kann und weiß, woher sein/ihr Wasser kommt, wird das Wassergewinnungsgebiet schützen. Wer das nicht weiß, dem ist es nicht so einfach möglich, ein persönliches Verantwortungsgefühl zu entwickeln, das heißt, dem ist es im Zweifelsfalle gleichgültig.

An vielen Orten ist heute das Grundwasser jedoch bereits zu belastet, um Trinkwasser fördern zu können. In diesen Fällen kann aber immer noch die Möglichkeit der Nutzung von Regenwasser als Betriebswasser in Betracht gezogen werden, bevor ausschließlich eine zentrale Versorgung in Frage kommt.

Einsparmöglichkeiten

In drei Punkten unterscheiden sich Planungen für den ökologischen Siedlungsbau oft von der herkömmlichen Trinkwasserversorgung. Erstens in der Auswahl der Werkstoffe für das Trinkwasserleitungsnetz, zweitens in der Konsequenz, mit der darauf geachtet wird, Wasser zu sparen, und drittens in der weitestmöglichen Substitution von Trinkwasser durch Betriebswasser, das heißt, gereinigtes Regen- und/oder Grauwasser.

Bei der Auswahl der Werkstoffe für die Trinkwasserleitungen werden verzinkte Eisen- und Kupferrohrleitungen in den letzten Jahren immer häufiger durch Kunststoffrohr-Systeme aus PE (Polyethylen) ersetzt.

Die Vorteile liegen darin, daß diese korrosionsbeständiger sind,⁴ geringere Fließgeräusche erzeugen, geringere Wärme- oder Kälteverluste aufweisen, weniger anfällig für Inkrustationen und einfacher zu verlegen sind und innerhalb eines Stockwerks leichter ausgewechselt werden können. Damit wird eine Umstellung auf Regen- oder Grauwassernutzung ohne größere Probleme möglich. Wichtig ist auch, daß kein galvanisches Element entsteht, wenn ein Kunststoffrohr an vorhandene Leitungen angeschlossen wird.⁵

Die Nachteile sind, daß freiliegende Kunststoffrohre sorgfältiger befestigt werden müssen, sonst hängen sie durch, und daß sie einen 10fach höheren Ausdehnungskoeffizienten haben als metallische Rohre. Auch sind die System-Komponenten teurer. Dies wird aber durch die verkürzte Montagezeit ausgeglichen, und es entstehen im Vergleich zur Verlegung von Kupferrohren keine Mehrkosten.⁶

Für die *Einsparung von Trinkwasser* stehen heute zahlreiche Möglichkeiten zur Verfügung. Das beginnt bei Durchflußbegrenzern in Duschköpfen und der Auswahl wassersparender Armaturen und reicht über wasser- und energieeinsparende Haushaltsgeräte (wie Waschmaschinen und Geschirrspüler) bis zu den verschiedenen Wasserspar-Toiletten. Kostenmäßig ist dabei der durch weniger Warmwasser eingesparte Energieanteil höher als der Wasseranteil.

Der Einsatz von Wasserspar-Toiletten, das heißt WC-Becken und Spülkästen mit 6-Liter-Spülung mit Spartaste, ist heute Standard. Darüberhinaus gibt es die sogenannte Gustavsberg-Wasserspar-System-Toilette, die mit 4,0 Litern spült. Vakuumentoiletten brauchen nur noch etwa 1,2 Liter pro Spülgang. Die fünfjährige Erprobungsphase dieser Toilette in einem Experimentalprojekt in Norderstedt wurde gerade erfolgreich abgeschlossen. Es hat sich erwiesen, daß die Vakuumentoilette unter ökologischen aber auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine interessante Alternative

² Grundwasser ist Niederschlagswasser, das im Boden versickert, dabei natürlich gefiltert wird und langsam durch durchlässige Schichten strömt. Es ist zumeist keimfrei und hat eine gleichbleibende Temperatur zwischen 7 °C und 10 °C

³ Oberflächenwasser ist Fluß-, See- oder Talsperrenwasser, welches oft auch chemisch und bakteriologisch, in manchen Fällen sogar radioaktiv verunreinigt ist. Es wird deshalb nach einer entsprechenden Reinigung nur dort zur Trinkwassergewinnung genutzt, wo Grundwasser nicht zur Verfügung steht.

⁴ Durch saures Wasser bilden sich in Kupferleitungen giftige Kupfersalze und diese können für Säuglinge den Tod bedeuten. Nachdem in Sachsen ein Baby gestorben war, ist bekannt geworden, daß 843 Wasserwerke in den neuen Bundesländern gefährlich saures Trinkwasser an die Gemeinde liefern [»Tod aus dem Wasserhahn«, Stern 20/1993, 226].

⁵ Bei Metallrohren ist immer darauf zu achten, daß das edlere Metall wie zum Beispiel Kupfer nicht vor einem unedleren wie zum Beispiel verzinkten Stahl angeordnet wird, sonst entsteht der sogenannte »Lochfraß« und die Leitungen müssen ausgewechselt werden.

⁶ Ökologisch gesehen entstehen weder bei der Herstellung von Polyethylen, noch bei der Entsorgung toxische Nebenprodukte. Der Werkstoff verbrennt rückstandsfrei, wie jede Kohlenwasserstoffverbindung. Das gilt sowohl für das Innenrohr aus vernetztem PE wie für das schwarze oder andersfarbige Außenschutzrohr aus unernetztem PE. Der Energieaufwand bei der Herstellung ist etwa 1/3 geringer als bei der Kupfer- oder Stahlrohrherstellung.

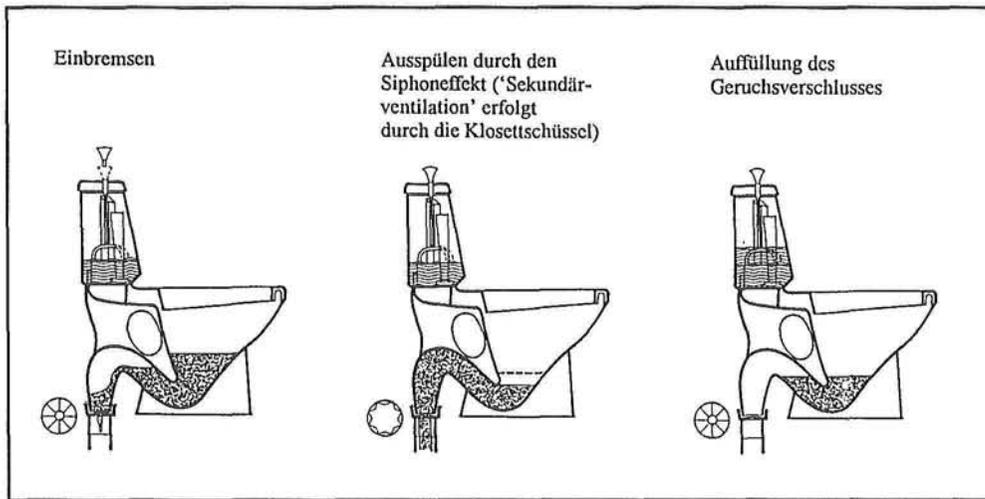


Abb. 3
Gustavsberg-Wasserspar-System-Toilette

Quelle: Dreiseitl, 1995

bietet.⁷ Sie ist im Zusammenhang mit der kombinierten Sammlung und Verwertung von Fäkalien und Bioabfall in semi-zentralen Kreisläufen von besonderer Bedeutung (siehe Punkt 4.3 und Abb. 3).

Das einzige Toilettensystem, welches vollkommen ohne Trinkwasser auskommt, ist die sogenannte »Trocken- oder Komposttoilette« unterschiedlicher Bauart, die inzwischen seit über fünfzig Jahren erprobt ist. Vom Typ Clivus Multrum sind allein im deutschsprachigen Raum ca. 300 Toiletten in Gebrauch⁸ [Lorenz-Ladener-93]. Bei diesem Typ handelt es sich um einen Kunststoffbehälter (Terranova, Berger Biotechnik, Hamburg), der im Keller der Gebäude unterhalb der senkrecht verlaufenden Fallrohre installiert wird. Es können bis zu 4 Fallrohre (wahlweise Toiletten oder Küchenabwürfe) aus mehreren Geschossen angeschlossen werden. Die organischen Stoffe gelangen (ohne Wasserspülung) in den wärmeisolierten Behälter, wo sie kompostiert werden. Nach etwa 3–4 Jahren können jährlich etwa 30–40 Liter reifer Kompost pro Person entnommen werden. Der Kompost kann auf allen Dauerkulturen problemlos ausgebracht werden. Von wesentlicher Bedeutung ist diese Toilette im Zusammenhang mit einer Grauwasserklärung um dezentrale Wasserkreisläufe wieder zu schließen (siehe Punkt 4.2 und Abb. 4) [Bahlo, Wach -94].

Wasserverbrauch und Trinkwasserbedarf

Analysiert man den Wasserverbrauch, so zeigt sich, daß nur für wenige Nutzungen tatsächlich Wasser von Lebensmittelqualität erforderlich ist. Bei den Einspar-

möglichkeiten steht die Toilette mit durchschnittlich 45 Litern an erster Stelle. Ihr Bedarf könnte durch eine Komposttoilette praktisch auf Null reduziert werden oder durch andere Systeme im Verbrauch eingeschränkt und zusätzlich durch gereinigtes Grau- oder Regenwasser ersetzt werden. Für die Waschmaschine mit 20 Litern und zum Putzen mit 10 Litern reicht gereinigtes Regenwasser ebenfalls aus. Für das Baden und Duschen mit 45 Litern ist Trinkwasser erforderlich, ebenso wie zur Körperpflege (Zähneputzen, Hände, Gesicht waschen mit 10 Litern), zum Geschirrspülen mit 10 Litern und natürlich zum Kochen und Trinken mit 5 Litern. Für die Gartenbewässerung rechnet man 60 Liter pro Quadratmeter und Jahr. Diese Menge läßt sich durch den Einsatz eines Regenwassersammelbehälters erheblich verringern.

Das heißt, vom gesamten durchschnittlichen Wasserbedarf im Haushalt mit insgesamt 145 l/Tag/Person sind nur 70 Liter Wasser von Trinkwasserqualität notwendig. Der Rest kann bei entsprechender Planung durch Nichttrinkwasser abgedeckt werden.

Daß es sich auch aus wirtschaftlichen Gründen lohnt, Wasser zu sparen, wird deutlich, wenn man die Preisentwicklung für Trinkwasser in Deutschland und der Schweiz betrachtet (Abb. 5).

Im ökologischen Siedlungsbau kann erstens der durchschnittliche Trinkwasserbedarf durch die Nutzung moderner Sanitäreinrichtungen auf ca. 100 l/Tag/Person, also etwa um ein Drittel gesenkt und zweitens durch die Nutzung von Komposttoiletten oder Regen- oder Grauwasser für die Toilettenspülung noch ein weiteres Drittel eingespart werden, so daß man mit ca. 65 l/Tag/Person ohne Komfortverlust auskommen kann.⁹

⁷ Der Abschlußbericht über die zwölf Wohneinheiten in Norderstedt, die mit diesem Toilettensystem betrieben werden, wird im Sommer 1996 von der Fa. Wobau, Schleswig-Holstein in Kiel erstellt. Fernmündliche Auskunft von Herrn Widell am 14. 1. 96.

⁸ Das Modell »terra nova« ist eine deutsche Weiterentwicklung des schwedischen »Clivus Multrum«.

⁹ Bei öffentlichen Einrichtungen kann dieser Anteil noch wesentlich höher, also bei über 66% liegen, weil hier normalerweise große Dachflächen zum Auffangen des Regenwassers mit einem großen Wasserbedarf für die Toilettenspülung korrespondieren.

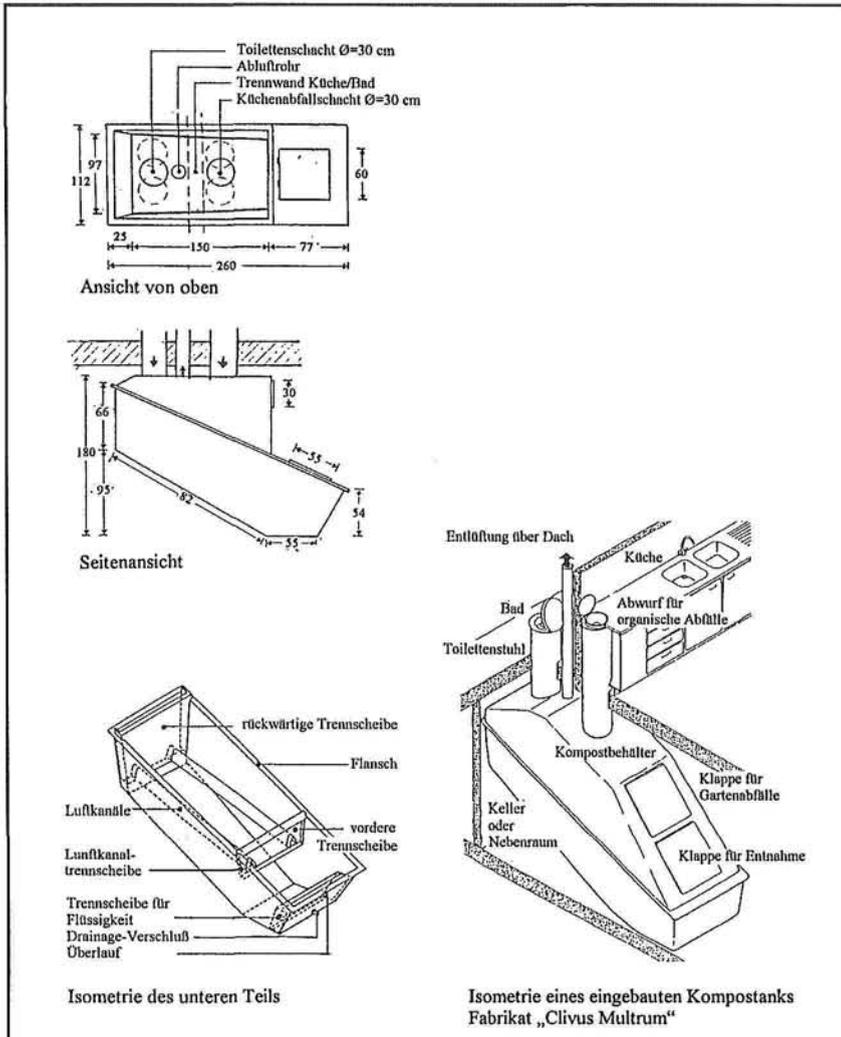


Abb. 4 Systemkomponenten einer Komposttoilette
Quelle: Wolfgang Berger, Hamburg

und die Kläranlagen. Fast die Hälfte der Kosten für die Abwasserentsorgung entfällt auf das Regenwasser. Um eine bessere, das heißt modifizierte Regenwasserbewirtschaftung zu betreiben und den Bau teurer Regenüberlaufbecken zu vermeiden, wird deshalb in vielen Ländern und Kommunen¹⁰ die Installation einer Regenwassernutzungsanlage bezuschußt oder bei Neubau eine Regenwasserversickerung vorgeschrieben.

Nicht nur die Quantität sondern auch die Qualität des Regenwassers ist, je nachdem wo es anfällt, unterschiedlich. In Industriestädten ist es stärker verschmutzt als auf dem Lande. Wer eine Regenwasseranlage installieren will, sollte deshalb prüfen, ob die genutzte Dachfläche stark von Vogelkot oder Straßenstaub (zum Beispiel an stark befahrenen Straßen) verunreinigt ist. In solchen Fällen muß zunächst eine Untersuchung über die mögliche Belastung durchgeführt und möglicherweise auf die Regenwassernutzung verzichtet werden. Bisher durchgeführte Untersuchungen zeigten, daß eine Keimbelastung im allgemeinen geringer ist als vermutet und die Grenzwerte, die zum Beispiel für Badegewässer gelten, eingehalten

Die Substitution von Trinkwasser durch Regenwasser

Regenwasser zählt nach heutigen Bestimmungen zum Abwasser. Eine ingenieurmäßige Regenwasserentsorgung bedeutet daher eine Ableitung über Kanäle im Misch- oder Trennverfahren. In den meisten Städten wird Regenwasser auch immer noch als »Abwasser« behandelt und in die Mischkanalisation eingeleitet. Die Folge ist, daß bei Starkregenfällen, wenn die Kanalisation/Kläranlagen-Systeme überlastet sind, ungeklärte Abwässer in die sogenannten »Vorfluter«, das sind alle Gewässer wie Flüsse und Seen, und damit in das Grundwasser gelangen können.

Wer Regenwasser nutzt, benötigt nicht nur weniger Trinkwasser, sondern entlastet auch die Kanalisation

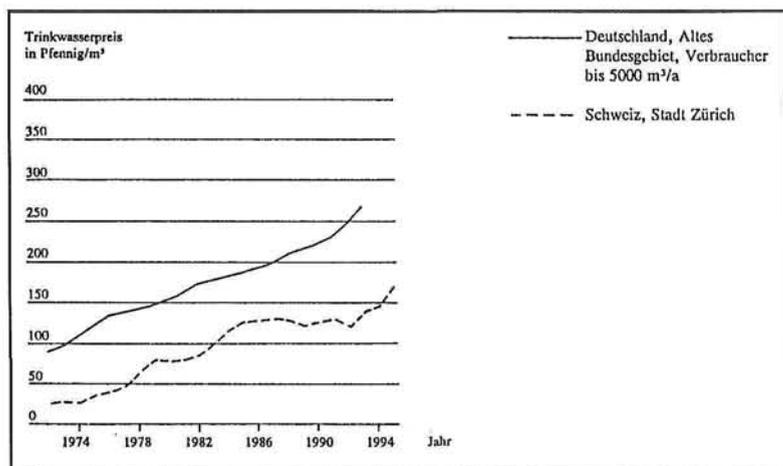


Abb. 5 Preisentwicklung für Trinkwasser in Deutschland und der Schweiz
Quelle: Daniels-94, 201

¹⁰ z. B. in der Schweiz, in Hessen, Nordrhein-Westfalen, Bremen, Hamburg u. a.

werden.¹¹ Weil jedoch eine Verunreinigung von Regenwasser mit Keimen aufgrund seiner Herkunft und der Aufbereitung nicht ganz ausgeschlossen werden kann, ist folgendes zu beachten:

- Als Lebensmittel und zur Körperreinigung darf nur Trinkwasser verwendet werden.
- Eine Verwechslung von Trink- und Betriebswasser muß langfristig ausgeschlossen sein.
- Zapfstellen für die Gartenbewässerung sind besonders zu gestalten (Hinweisschilder, abnehmbare oder farbige Drehgriffe).
- Die Nutzung von Regenwasser für die Toilette, die Gartenbewässerung und die Waschmaschine ist in der Regel hygienisch unbedenklich.

Hamburger Untersuchungen in bezug auf die Qualität von Wäsche, die mit Trink- beziehungsweise Regenwasser gewaschen wurde, ergaben keinen Unterschied [Zentrum für Energie, Wasser- und Umwelttechnik der Handwerkskammer Hamburg, 1990]. Darüber hinaus zeigte sich bei denselben Untersuchungen in 16 Demonstrationsanlagen, daß das gespeicherte Regenwasser keineswegs so sauer ist – wie man es bei »saurer Regen« vermuten sollte –, sondern neutral bis leicht alkalisch, wie normales Trinkwasser. Dieses überraschende Ergebnis könnte damit zusammenhängen, daß beim Abfluß über das Dachmaterial die Säure etwas abgepuffert und das Regenwasser neutralisiert wird.

Als *Regenwasser-Auffangflächen* sollten bevorzugt Dachflächen genutzt werden, da hiervon nur wenig Feststoffe und andere Inhaltsstoffe abgespült werden, die zu Betriebsstörungen einer Regenwasseranlage führen könnten. Alle gebräuchlichen Dachmaterialien wie Tonziegel, Betondachsteine, Schiefer, Bitumen und Kunststoffe sind im Rahmen einer Nutzung von Dachablaufwasser geeignet. Metaldächer (Eisen, Aluminium, Zink, Blei, Kupfer) verursachen eine Erhöhung des Metallgehaltes im Dachablaufwasser. Falls es jedoch nur für die Toilettenspülung genutzt wird, bestehen bezüglich der Verwendung keine Bedenken. Eine Regenwassernutzung von Dächern, die aus Asbestzement hergestellt wurden, wird nicht empfohlen.

Bei *Gründächern* kommt es vor allem auf das verwendete Substrat und den Aufbau an. Extensiv genutzte Dächer sind eher geeignet, wenn es um eine Nutzung des anfallenden Regenwassers geht. Sie sollten nicht gedüngt werden. Bei intensiv genutzten

Dächern kann es in den ersten Jahren häufig zu einer bräunlichen Färbung des Wassers durch Huminstoffe sowie zu einem erdigen Geruch kommen. Nach den bisherigen Erkenntnissen eignen sich Gründächer gut zur Retention, das heißt Speicherung von Regenwasser, denn in etwa 80 % der Regenfälle werden die anfallenden Niederschläge von der Erdschicht aufgesaugt und verdunsten, ohne daß die Zisterne aufgefüllt wird. Nur bei Starkregen fallen nennenswerte Mengen für die Sammlung an. Sie können zur Gartenbewässerung, aber nur mit Einschränkungen zur Toilettenspülung verwendet werden.

Abb. 6 zeigt die Vor- und Nachteile einzelner Dach- eindeckungen und die dazugehörigen Abflußbeiwerte.

Die wichtigste Entscheidung beim Einbau einer Regenwasseranlage ist die Größe und Lage des Speichers. Bei Neubauten ist in der Regel ein erdverlegter Speicher zu empfehlen, da die erforderlichen Erdarbeiten im Rahmen des Baugrubenaushubs ohne großen Aufwand durchgeführt werden können und kein Kellerraum benötigt wird. Beim Einbau von Regenwasseranlagen in bestehende Gebäude ist zumeist die Aufstellung von speziellen, im Handel erhältlichen Kunststofftanks im Kellergeschoß die günstigere Wahl. Die Tanks sind in Größen von 1000 bis 2000 Litern erhältlich. Bei größerem Gebrauchsvolumen sind mehrere Tanks zu koppeln. Es sollte ein gleichbleibend kühler Standort gewählt werden, damit die Gefahr einer Keimentwicklung vermieden wird. Des Weiteren ist Lichteinfall zu unterbinden, da es sonst zu Algenwachstum kommt.

Eine Aufstellung von Regenwasserspeichern im Dachgeschoß ist nur bei einer extremen Hanglage empfehlenswert. Ansonsten ist die Zuleitung des Regenwassers, die zulässige statische Belastung, die Frostsicherheit, die Verkeimungsgefahr aufgrund hoher Temperaturen im Sommer und der Schutz vor Wasserschäden problematisch. Eigentlich muß man nur drei Dinge fürchten: Schmutz, Licht und Wärme, denn sie können Regenwasser in eine stinkende Brühe verwandeln (Abb. 7 und 8).

Beim Bau des Zuleitungssystems sind die örtlichen Vorschriften für Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke zu berücksichtigen. Einige Punkte sind jedoch grundsätzlich zu beachten:

- Jeder Eingriff in das vorhandene System der Regenwasserableitung (Dachrinnen, Fallrohre) kann dessen Abflußleistung mindern und die Gefahr der Verstopfung oder des Einfrierens erhöhen. Aus diesem Grund sind Einbauten, Verzüge oder Rohrverengungen zu vermeiden. Eine kurze geradlinige Rohrführung mit ausreichendem Gefälle ist sicherzustellen.
- Im Erdreich verlegte Leitungen sind in frostsicherer

¹¹ Untersuchungen der Technischen Universität Berlin haben ergeben, daß das Regenwasser bezüglich seiner Keimzahlen in vielen Fällen sogar den Anforderungen der Trinkwasserverordnung nahe kommt [Zentralverband Sanitär Heizung Klima -93]. Zu ähnlichen Ergebnissen kam das Niedersächsische Landesamt für Wasserwirtschaft [Öko-Test-94, Nr. 5, 68-74]

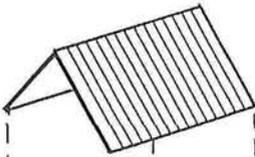
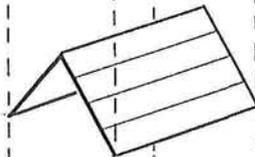
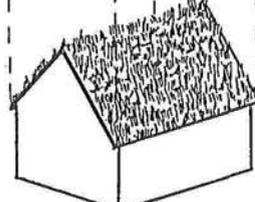
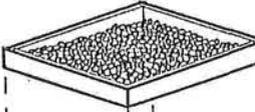
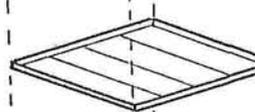
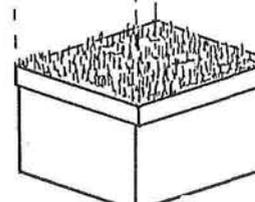
	Abflußbeiwert:
 <p>Geneigte Dächer mit Ziegel oder Betonsteinen Ziegel und Betonsteine eignen sich vorzüglich zur Regenwassersammlung. Betonsteindächer tragen durch Ausfällungen zur Entsäuerung des Regenwassers bei. Tonziegeldächer verhalten sich völlig neutral. Es finden keine Reaktionen mit dem Regenwasser statt.</p>	0,75
 <p>Geneigte Dächer mit Dachbahnen oder Dachplatten aus Kunststoff oder Bitumen Gute bis sehr gute Abflußbeiwerte Metalldacheindeckungen (Kupfer, Zink) sind für die Regenwassersammlung nicht geeignet. Durch Reaktion des Metalls mit saurem Regen enthält das Wasser oft Spuren gelöster Metallsalze.</p>	bis 0,8
 <p>Geneigte Dächer mit Gras oder anderen Bepflanzungen Sauberes Wasser, jedoch ist mit einem geringen Ertrag zu rechnen.</p>	0,25
 <p>Flachdach mit Kiesaufschüttung Bietet sauberes Wasser für die Regenwassernutzung, ist aber leider mit Verlusten verbunden.</p>	0,6
 <p>Flachdach mit Dachbahnen oder Dachplatten aus Kunststoff oder Bitumen Gut geeignet für die Wassersammlung. bitumenhaltige Materialien geben Teile Ihrer organischen Inhaltsstoffe an das Regenwasser ab. Die sauren Bestandteile des Regenwassers verbinden sich mit diesen Stoffen und werden neutralisiert.</p>	0,7
 <p>Flachdach mit Gras oder anderen Bepflanzungen Ergibt bei der Regenwassersammlung fast keinen nutzbaren Wasserertrag, eignet sich aber hervorragend zur Speicherung und hat viele andere ökologische Vorteile.</p>	0,2

Abb. 6 Abflußbeiwerte

Quelle: Kennedy, 1996

- Tiefe – ca. 80 cm unter Gelände – mit einer Mindestnennweite von 100 Millimetern zu verlegen.
- Jede Durchdringung von Gebäudewänden, insbesondere unter der Erde, ist abzudichten.

Für eine vollständige Bedarfsdeckung in Siedlungsbereichen können Regenwasseranlagen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten meist nicht ausgelegt werden. Zur Versorgung der Verbrauchseinrichtungen, auch in Trockenperioden, ist deshalb die Möglichkeit zur Nachspeisung von Trinkwasser vorzusehen. Dabei ist insbesondere der Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen sicherzustellen. Da Keime auch gegen die Fließrichtung des Wassers wachsen können

und damit theoretisch die hygienische Trinkwasserversorgung eines ganzen Stadtteils in Frage gestellt wäre, ist eine unmittelbare Verbindung der Leitungssysteme für Trinkwasser und Regenwasser nicht zulässig.

Für die Beförderung des Regenwassers vom Speicher zu den Verbrauchsstellen werden sogenannte Hauswasserstationen eingesetzt. Hierbei handelt es sich um selbstansaugende Kreiselpumpen (oder Kolbenpumpen) mit Manometer, Druckregler und -schalter die stets für einen gleichbleibenden Druck im Leitungsnetz sorgen. Bei Auswahl und Aufstellung der Hauswasserstationen ist zu beachten, daß

- korrosionsfreie Materialien verwendet werden;
- die Pumpe nicht zu groß dimensioniert ist, um ein ständiges Ein- und Ausschalten zu vermeiden;
- die Saughöhe möglichst gering ist;
- die Pumpe mit vibrationsunempfindlichen Verbindungen installiert ist;
- ein Strömungswächter die Pumpe vor dem Trockenlaufen schützt.

Von der Zuverlässigkeit der Pumpe ist die Betriebssicherheit der Brauchwasseranlage im wesentlichen abhängig, deshalb sollten nur hochwertige Hauswasserstationen mit Druckreglern verwendet

werden. Für einzelne Häuser sollte die Pumpe eine möglichst geringe Leistung und eine hohe Qualität haben. Druckgesteuerte Kreiselpumpen haben sich dabei als die beste Lösung herauskristallisiert [Öko-Test Magazin – 5, 94, 72].

Bei Außenzisternen werden häufig Filterschächte mit Strudelfiltern eingesetzt, um Verunreinigungen aus dem Speicher herauszuhalten.¹²

¹² Bei Sanierungsvorhaben, die den Speicher zumeist im Keller unterbringen müssen, hat sich eine Kombination aus Sammelvorrichtung und Filter, der sogenannte »Sammelfilter« von Norbert Winkler bewährt. Selbst beim größten Sturzregen läuft das Wasser an der Wandung herab. Zugleich bleibt der ganze Querschnitt des Rohres frei, so daß Blätter in den Abwasserkanal

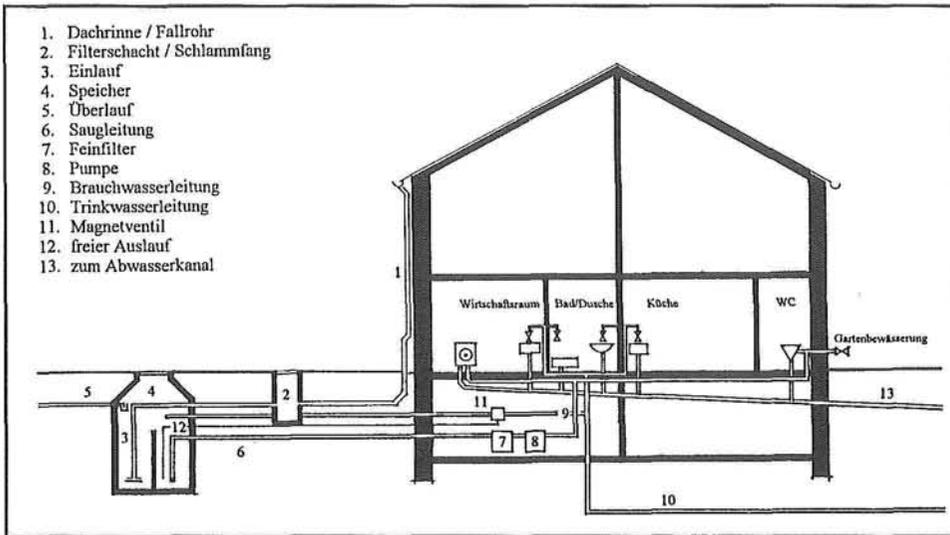


Abb. 7 Regenwasserspeicher außerhalb des Hauses

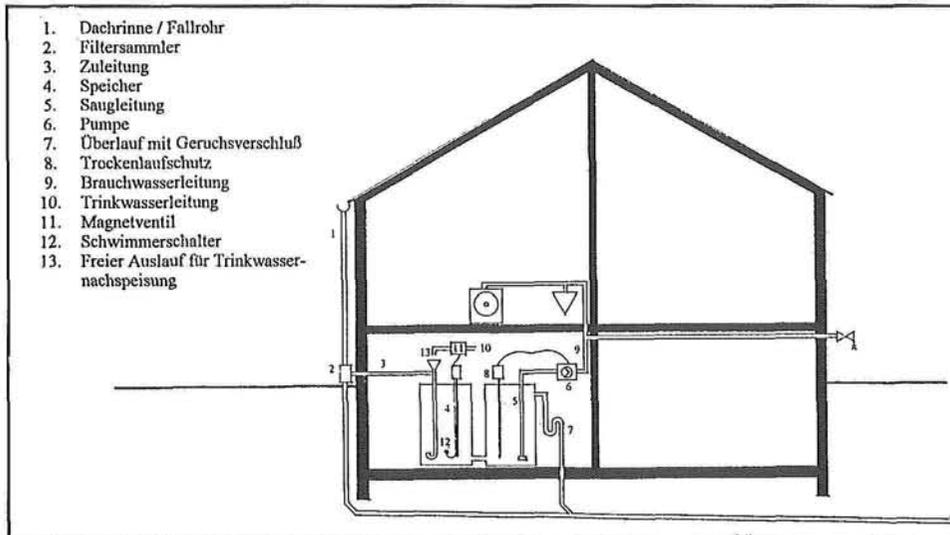


Abb. 8 Regenwasserspeicher im Haus

Quelle: Kennedy, 1996

Von Feinfiltern vor Waschmaschinen ist allerdings abzuraten. Denn Lichteinfall und Wärme im Bad verseuchen sie in kürzester Zeit. Die Wäsche wird auch ohne Feinfilter sauber, wie verschiedene Untersuchungen belegen.

Grundlage für die Auslegung der Speichergöße ist einerseits das Regenwasserdargebot, andererseits der Betriebs- oder Regenwasserbedarf. Beides muß aus Kostengründen in einem ausgewogenen Verhältnis stehen. Die jeweils gültigen örtlichen Niederschlagshöhen sind beim zuständigen Wetteramt zu erfragen.

Die Statistik der Wetterämter zeigt auch die durchschnittliche Länge von Trockenperioden auf. In

gelangen können. Zehn Prozent des Wassers zieht der Filtersammler nicht aus dem Rohr – und die reinigen ihn und machen ihn praktisch wartungsfrei.

Deutschland sind dies selten mehr als zwei bis drei Wochen. Deshalb wird das notwendige Speichervolumen für 21 Tage berechnet. Als wirtschaftliche Behältergröße, bei der Regenwasserertrag und -bedarf in einem ausgewogenen Verhältnis stehen, hat sich als Erfahrungswert eine Speichergöße von 5 % des Jahresertrages als ausreichend erwiesen [Zentralverband Sanitär, Heizung, Klima-93].

Die Möglichkeiten der Regenwassernutzung fallen bei größeren ökologischen Siedlungen oder bei umfassenden Erneuerungsmaßnahmen in einem Stadtgebiet wesentlich günstiger aus, als an einem Einzelprojekt, denn eine gemeinsame Regenwassernutzungsanlage ist natürlich kostengünstiger und energiesparender als mehrere Einzelanlagen. Diese sind in Zusammenarbeit mit erfahrenen Fachingenieuren und -firmen zu dimensionieren und zu erstellen. Am Beispiel der Regenwassernutzungsanlage im ökologischen Sanierungsprojekt Rehbockstraße, Hannover, lassen sich die damit verbundenen Vorteile und Schwierigkeiten aufzeigen [Blencke-96].

Aufbau und Ertrag einer Regenwassernutzungsanlage¹³

Die Regenwassernutzungsanlage für 40 Wohneinheiten in der »Rehbockstraße« in Hannover wurde 1989 errichtet und führt das aufgefangene Niederschlagswasser von insgesamt vier angeschlossenen Dachflächen der Toilettenspülung von vier Wohnhäusern zu. Die Größe der Dachflächen beträgt zusammen ca. 1.200 m². Verkleidet ist die Dachfläche mit Tonziegeln. Die

¹³ Diese Beschreibung wurde uns von Udo Sämman, AGWA, Hannover 1996, zur Verfügung gestellt.

Niederschläge werden über eine Dachrinne aus Zink sowie Rohrleitungen oberirdisch ebenfalls aus Zink und unterirdisch aus Steinzeug zunächst über einen Rechen, dann über einen Sammelschacht und einen Geotextil-Filter zum Abscheiden der Feinstoffe in zwei Erdzisternen geleitet und dort gesammelt. Das Fassungsvermögen der beiden aus Betonschacht-ringen erstellten Zisternen beträgt 19,6 m³ (Abb. 9 und 10).

Das zu den Toiletten der 40 angeschlossenen Etagenwohnungen beförderte Wasser wird im Speicher durch einen Saugfilter gereinigt. Die Wasserentnahme erfolgt über zwei parallel betriebene Pumpen und Druckbehälter (eine Kolbenpumpe mit offenem Druckbehälter und automatischer Belüftung und eine Kreiselpumpe).

Der Notüberlauf der Zisternen leitet das überschüssige Wasser in die Regenwasserkanalisation. Da sich der Überlauf unter Stra- ßenhöhe befindet, wird mit Hilfe einer Tauchpumpe die Rückstauenebene des Kanals (Geländeoberkante) überwunden. Die Trinkwassernachspeisung erfolgt über einen freien Auslauf im Hauskeller (frostsicher) in den Speicher. Die Steuerung wird über Schwimmerschalter automatisch geregelt. Ein gleichzeitiger Ausfall beider parallel betriebener Pumpen ist unwahrscheinlich, im Notfall kann die Wasserversorgung der Toiletten jedoch auch über das Trinkwasser- netz betrieben werden. Hierzu wurden nach Absprache mit den Stadtwerken zwei Rohrtrennstücke eingebaut (je eins für Regen- und Trinkwasser), wodurch ein gleichzei- tiger Anschluß von Regen- und Trinkwasser ausgeschlossen ist. Die Betriebssicherheit der Regenwasser- nutzungsanlage war nach einigen anfänglichen Schwierigkeiten gewährleistet.¹⁴ Der Nutzungsgrad der Anlage schwankte im Meßzeit- raum 7. 4. 1993 bis 31. 8. 1993 zwischen 60 % und 85%, was eine sehr gute Ausnutzung darstellt (Abb. 11).¹⁵

Die Summe der Baukosten lag mit DM 83.000 durch viele, situationsbedingte Vorsichtsmaßnahmen relativ hoch. Die Trinkwassereinsparung beträgt im Untersu- chungszeitraum von einem Jahr 1.100 m³. Bei dem der- zeitigen Trinkwasserpreis entspricht das einer Kosten- senkung der jährlichen Ausgaben von DM 2.800,—.



Abb. 9 Regenwassernutzungsanlage für 40 Wohneinheiten, Lageplan

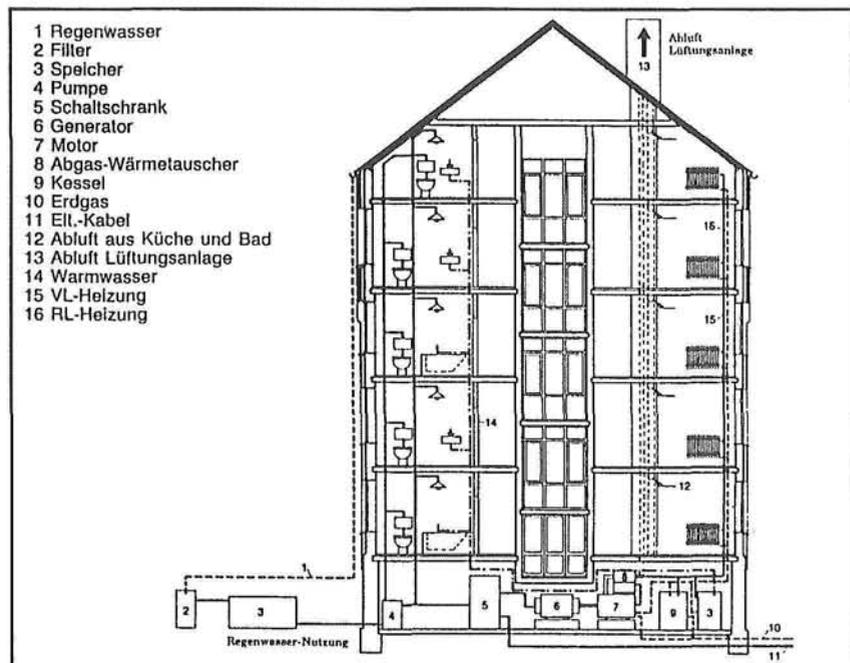


Abb. 10 Systemschnitt

Quelle: Blencke-96

¹⁴ Störungen traten auf, weil die Saugleitung zwar druckdicht, jedoch nicht unterdruckdicht war. Auch an der automatischen Trinkwassernachspeisung kam es zu Ausfällen. Die Fehler konnten jedoch kurzfristig behoben werden.

¹⁵ In der Planung war für die Anlage ursprünglich eine wesentlich geringere Zahl von Nutzern vorgesehen. Dies wurde einerseits

aus Gleichheitserwägungen vom Betreiber verändert, so daß vier statt zwei Häuser angeschlossen wurden. Zusätzlich ist die durchschnittliche Belegung der Wohnungen wesentlich höher als geplant. Aufgrund der maximal anschließbaren Dachfläche wären aber auch mit einem größeren Speicher keine wesentlich größeren Einsparungen zu erzielen gewesen.

Die Investitionskosten ergeben bei einer Annuitätenberechnung über 30 Jahre mit 7 % Kosten in Höhe von rund DM 6.700 pro Jahr. Wird der aufgrund der vergangenen Jahre voraussehbare Preisanstieg der Trinkwasserversorgung berücksichtigt, und ein Kostenvergleich der Anlagen über eine 30jährige Nutzungsdauer berechnet, so beträgt der tatsächliche Gewinn dieser Anlage ca. DM 4.600 pro Jahr. Obwohl die Installations- und Baukosten vergleichsweise hoch waren, kann die Anlage, bedingt durch die hohe Regenwassernutzung, einen Gewinn erwirtschaften. Die Installationskosten werden durch die regelmäßigen Einsparungen ausgeglichen.

Im Rahmen eines einjährigen Meßprogrammes der Stadt Hannover wurde die Wasserqualität der Regenwassernutzungsanlage bezüglich verschiedener chemisch-physikalischer und biologischer Parameter untersucht. Hierbei zeigte sich, daß die Anlage in der Rehbockstraße, im Vergleich zu den anderen untersuchten Anlagen, zwar eine relativ schlechte Wasserqualität aufwies (was auf eine größere Luftbelastung in der Nordstadt und die zahlreichen Tauben zurückzuführen ist), dies die Funktion der Anlage jedoch nicht beeinträchtigte.

Die Bau- und Betriebserfahrungen mit dieser Anlage zeigen, daß größere Anlagen neben den ökologischen Vorteilen auch zu wirtschaftlichen Einsparungen für den Betreiber führen. Die Beauftragung eines technischen Wartungsdienstes ist für die Betriebssicherheit anzuraten. Das Optimum zwischen Regenwasserangebot und -verbrauch ist bei einer etwa zweieinhalbgeschossigen Bebauung zu erreichen. Bei einer mehrgeschossigen, verdichteten Bauweise, wie im oben beschriebenen Fall, wird das Verhältnis etwas ungünstiger, ist aber – im Gegensatz zu den meisten Anlagen – für ein Einfamilienhaus immer noch wirtschaftlich vertretbar.

Regenwasserversickerung und -retention

In der herkömmlichen Siedlungs- und Stadtplanung wurde bis zum Beginn der 80er Jahre die direkte Ableitung des Regenwassers in die Kläranlagen und

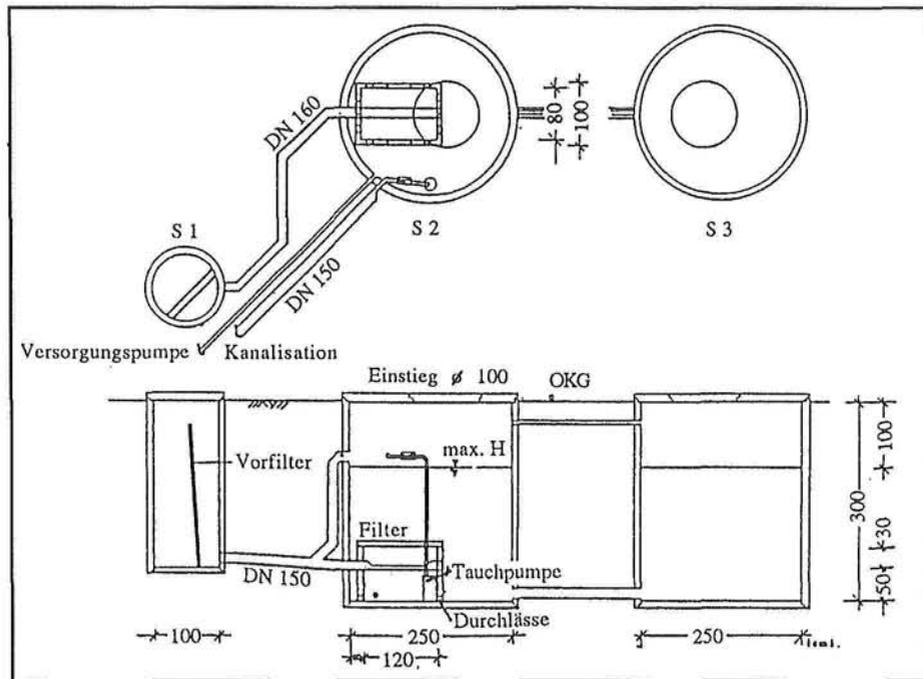


Abb. 11 Regenwasserzisterne und Pumpenschacht
Quelle: Blencke, 1996

Vorfluter nicht in Frage gestellt. Erst in jüngerer Zeit haben sich auch die zuvor genannten Nachteile dieser Entsorgungspraxis gezeigt.

Vier Ziele stehen bei der Versickerung oder Retention des Regenwassers im Vordergrund:

- erstens, den direkten Abfluß von kaum oder gering verschmutztem Regenwasser am Entstehungsort zu vermeiden oder zu verringern; dies bewirkt eine dezentrale Entsorgung zur Entlastung der Fließgewässer von hydraulischer Überbeanspruchung;
- zweitens, die Stützung des natürlichen Wasserhaushalts, insbesondere die Wiederherstellung der Grundwasservorräte;
- drittens, die Niedrigwasseraufhöhung und Vermeidung von Extremen;
- viertens, die Verbesserung des örtlichen Kleinklimas, denn Wasser gleicht Temperaturextreme aus, befeuchtet trockene Luft, bindet Staub und kühlt durch Verdunstung an heißen Sommertagen;
- fünftens, das Erlebbar-machen des Wassers, durch eine entsprechende Gestaltung in einer »urbanen Natur«.

Anstelle der schnellen und undifferenzierten Ableitung von Regenwasser wird eine langsame und differenzierte Ableitung angestrebt und, wo immer möglich, mit einer Zwischennutzung verbunden. Bei der Auswahl eines geeigneten Konzeptes für die Versickerung oder Retention des Regenwassers sind zu beachten:

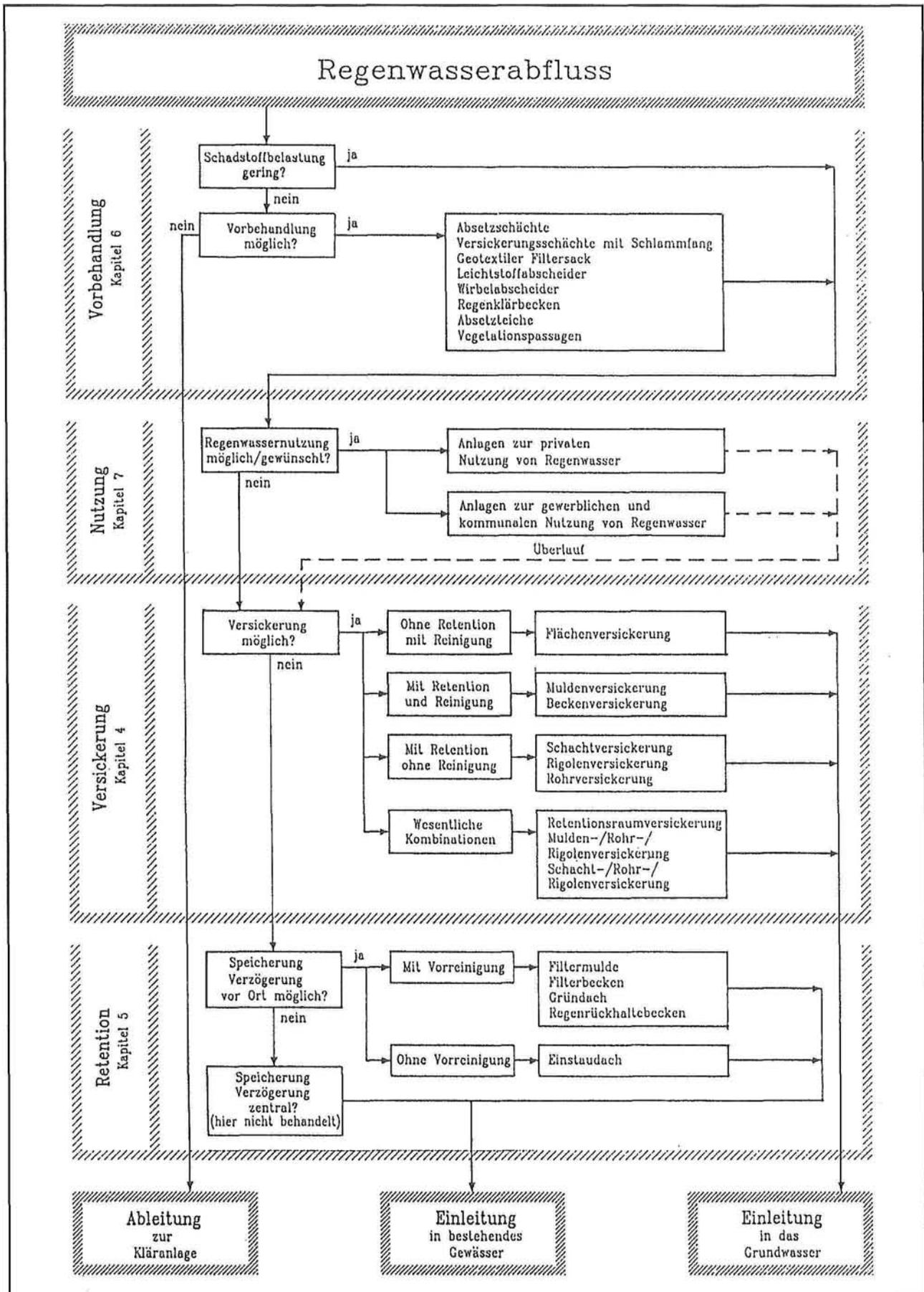


Abb. 12 Regenwasserabflußdiagramm

Quelle: Geiger, Dreiseitl-95

- die Menge, Häufigkeit und qualitative Belastung der Niederschläge,
- die zur Verfügung stehenden Flächen,
- die Beschaffenheit, insbesondere aber die Durchlässigkeit des Bodens,
- die Höhe des Grundwasserstandes und
- die jeweils gültigen rechtlichen Bestimmungen.

Diese Gegebenheiten bestimmen die im Regenwasserabflußdiagramm angegebenen Maßnahmen (Abb. 12).

Ein Vergleich von drei Neubaugebieten, bei denen eine Regenwasserbewirtschaftung zur Anwendung kam, verdeutlicht, daß sich die Baukosten für die Kanalisation halbieren lassen, wenn in einem Neubaugebiet auf einen Regenwasserkanal verzichtet werden kann [Sämann-1995, 29-30]. Die Unterhaltungskosten sind bei beiden Verfahren, dem Anschluß an die zentrale Entwässerung und der dezentralen Retention und Versickerung ungefähr gleich hoch, wenn die Grün- und Gehölzpflege in den Kosten für den Unterhalt der Retentionsflächen enthalten sind. Wenn ohnehin innerörtliche Grünzüge vorgesehen sind, werden diese Kosten nicht Bestandteil der Entwässerungskosten sein. Dann sieht die Rechnung für die dezentrale Lösung noch günstiger aus. Auch kann die Unterhaltung in vielen Fällen vom Grundstückseigentümer selbst durchgeführt werden, woraus sich weitere Einsparungen ergeben.

Bei der Gestaltung mit Wasser können eine Vielzahl planerischer Elemente zur Anwendung kommen. In offenen Fallrohren wird rieselndes und gleitendes Wasser sichtbar. Anstelle von Kanälen führen offene Rinnen das Wasser in bestimmten Bereichen ab. Damit gelingt eine Differenzierung und Strukturierung befestigter Flächen, die oft weniger kompliziert ist als vermutet. Gleichzeitig werden diese Elemente auch zur Verkehrsberuhigung genutzt. Das Murmeln oder Glucksen des Wassers, ebenso wie Wellenspiele und Lichtreflexionen, sind belebende Elemente auf offenen Grünflächen ebenso wie in bebauten Bereichen. Zur Versickerung dienen bepflanzte Mulden und andere Flächen mit Verbindung zum Erdreich.

Allerdings sollte der planerische, bauliche und betriebliche Aufwand bei größeren Projekten auch nicht unterschätzt werden. Versickerungsflächen oder -räume müssen richtig konzipiert und berechnet werden, denn es handelt sich hier um eine Ingenieurleistung, die weit über die Bemessung eines Kanalnetzes hinausgeht und die fast immer eine intensive Koordination mit anderen Experten verlangt. Die Durchführung dieses Konzeptes ist daher maßgeblich davon abhängig, daß die gestalterischen Aspekte auch von Ingenieuren berücksichtigt werden und Architekten und Künstler die technischen Grundlagen verstehen.

Da sich die Versickerung und Retention von Regenwasser auf die Gestaltung von Architektur und Freiflächen stark auswirkt, sind einer nachträglichen Realisierung des Konzepts, außer in aufgelockerten Wohngebieten, enge Grenzen gesetzt. In innerstädtischen Wohngebieten lassen sich zum Beispiel durch die Entsiegelung der Innenbereiche oder die extensive und intensive Begrünung von Dachflächen Wege zur Versickerung und Retention des Regenwassers finden.

An einer Beispielrechnung für Wien wurde von der Gruppe »ökoSieben« das Ausmaß und die Vorteile einer umfassenden Begrünung von Wiener Dächern dargestellt: Während bei einer herkömmlichen Dachfläche von 1.000 m² etwa 600.000 Liter Wasser ins Kanalnetz abfließen, hält eine begrünte Dachfläche rund 400- bis 580.000 Liter zurück. Von den rund 57km² Dachflächen Wiens sind etwa 15 %, das heißt 8,5 km² Flachdächer. Legt man bei diesen einen Gründachanteil von 30 % zugrunde, so könnten diese jährlich mehr als 100 Millionen Liter Regenwasser zurückhalten. Daraus ergeben sich für die Stadt zahlreiche Vorteile:

- Entlastung der Kanalsysteme
- Verringerung der Hochwasserspitzen
- Reduzierte Schmutzbelastung der Vorfluter
- Verbesserung des Stadtklimas
- Verbesserung des Kleinklimas
- Staubbindung

Die bautechnischen Vorteile sind:

- Ausgleich von Temperaturextremen
- Schutz der Dachhaut vor UV-Einstrahlung, Luftschadstoffen, mechanischer Beschädigung
- verbesserte Trittschall- und Luftschalldämmung
- erhöhter Schutz vor Flugfeuer
- Verbesserung des winterlichen und sommerlichen Wärmeschutzes.

Da auch die wohltuende psychologische Wirkung von begrünten Dächern auf den Betrachter besonders in innerstädtischen Gebieten sehr hoch einzuschätzen ist, schlägt die Gruppe »ökoSieben« als konkrete Maßnahmen zur Förderung der Dachbegrünung die Behandlung von Dachbegrünungen in der Wiener Bauordnung und die Aufnahme von Dachbegrünungen in die Bebauungspläne vor [Brandl-96].

In *Neubaugebieten* dagegen kann ein anderer Umgang mit dem Regenwasser von vornherein bei der Erschließung, Zuordnung und Gestaltung der Freiflächen sowie Dachform und Dachdeckung berücksichtigt und planrechtlich als Festsetzung im Bebauungsplan verankert werden.¹⁶

¹⁶ Durch eine Versickerung erfolgt eine Anreicherung des Grundwassers und dies führt zu positiven Auswirkungen auf den

Die Kombination von Mulden- und Rohr-/Rigolenversickerung ist im Prinzip eine Retention durch Mulden und eine stark verzögerte Ableitung oder Versickerung durch darunter bzw. seitlich angeordnete Rigolen. Sie bietet sehr gute biologische Reinigung durch die belebte Bodenschicht und den Rückhalt von gelösten Stoffen bei geringem Flächenbedarf. Eine regelmäßige Reinigung und Kontrolle der Mulden sowie eine Reinigung der Schächte ist notwendig, damit sie einwandfrei funktioniert.

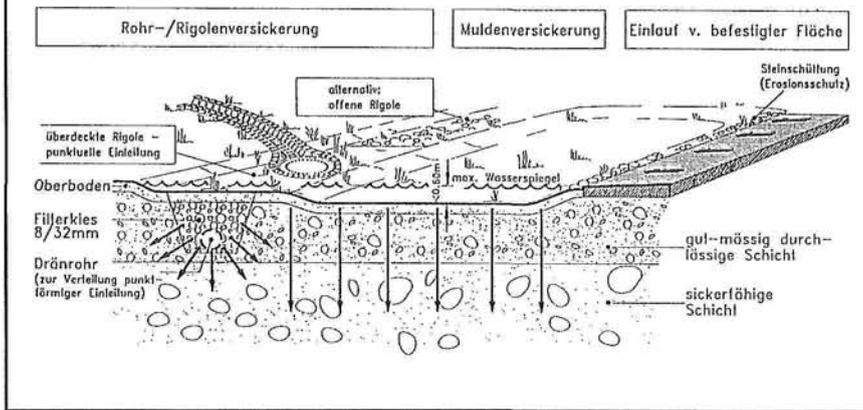


Abb. 13 Mulden- und Rohr-/Rigolenversickerung als Versickerungsanlage

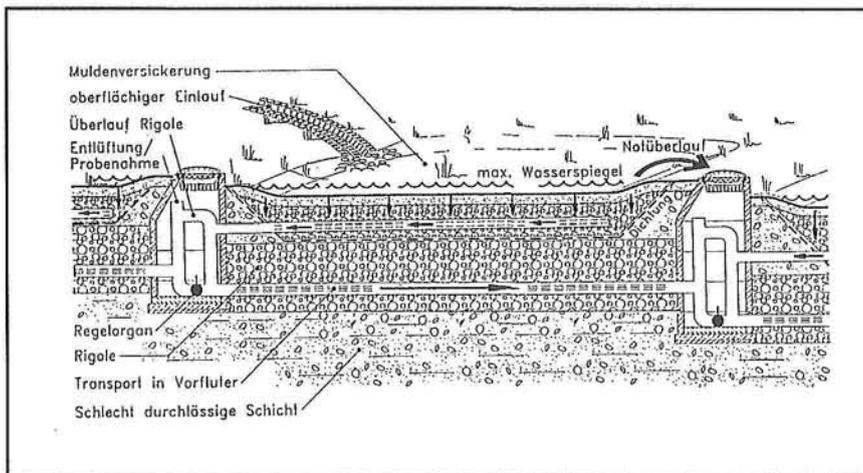


Abb. 14 Mulden- und Rohr-/Rigolenversickerung als Retentionsanlage

Quelle: Geiger, Dreiseitl -95, 120

Städtebauliche Strukturen mit einer Grundflächenzahl (GRZ)¹⁷ und einem Versiegelungsfaktor kleiner als 0,4 verfügen über genügend Garten- und Freiflächen, so daß auch auf den einzelnen privaten Grundstücken die Regenwasserversickerung und -speicherung meist ohne großen Aufwand verwirklicht werden kann.

In Neubaugebieten mit einer GRZ (Grundflächenzahl) von > 0,6 und einem Versiegelungsfaktor $E > 0,8$ lassen sich nur geringe Anteile des Regenwassers vor Ort speichern oder versickern. Hier bieten sich Ver-

Naturhaushalt. Daraus ergibt sich in Deutschland die Möglichkeit der Festsetzung im Bebauungsplan als »Maßnahme zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft« gemäß §9 Abs.1 Nr.20 BauGB.

¹⁷ Eine GRZ oder ein Versiegelungsfaktor von 1.0 wäre die vollständige Überbauung des Grundstücks beziehungsweise die vollständige Versiegelung aller Flächen.

bundsysteme von Mulden- und Rohr-/Rigolenversickerung an (Abb. 13 und 14).

Im verdichteten Wohnungsneubau ist eine enge Verzahnung von privaten, halböffentlichen und öffentlichen Freiflächen anzustreben. Dadurch kann die Regenwasserversickerung und -speicherung als »gemeinschaftliche« Aufgabe im halböffentlichen und öffentlichen Freiraum besser kontrolliert und bewirtschaftet werden.

Ein Kostenvergleich verschiedener Entwässerungssysteme müßte konsequenterweise die Kosten für jedes System über den gesamten Weg der Wasserführung von den Abflußflächen bis zur Abgabe in den natürlichen Wasserkreislauf bilanzieren. Dies würde beim Mischsystem die regenwasseranteiligen Kosten zur Ableitung und Speicherung, Pumpwerke und Kläranlage einschließen. Beim Trennsystem sind es, neben den Kosten der Ableitung und der Pumpwerke, die Kosten der Abflußdämpfung mittels Regenrückhaltebecken im städtischen Entwässerungssystem oder mittels Hochwasserrückhaltebecken im Gewässersystem. Dazu kommen eventuell Kosten für den Gewässer Ausbau aufgrund von Einleitungen aus dem Trennsystem. Bei der Versickerung sind es die Kosten der

Versickerungs- und Speicheranlagen und deren Vernetzung. Selbstverständlich sind nicht nur Investitionskosten und deren Abschreibung, sondern auch Betriebskosten einzubeziehen.

Aufgrund einer solchen Bilanzierung konnte die Stadt Hameln – durch die Abkoppelung von 50.000 m² Flächen auf 160 (von insgesamt 400) Grundstücken und die Regenwasserbewirtschaftung durch die jeweiligen Eigentümer – auf den Bau eines neuen Mischwasserbeckens (Kosten 4 Mio DM) verzichten. Die Grundeigentümer erhielten einmalig 10,- DM/m² abgekoppelter Fläche als Subvention und die Zusicherung, künftig von der Regenwassergebühr (bei gespaltenem Tarif für Regen- und Schmutzwasser) befreit zu sein. Damit erreichte die Stadt das gleiche Ziel mit der Hälfte der Mittel (ca. 2 Millionen DM für Subventionen, Beratung, Entwurfs- und Ausführungsplanung) und darüber-

hinaus eine ganze Reihe ökologischer Vorteile in Bezug auf Grundwasserneubildung, Niedrigwasseraufhöhung, Verbesserung der Gewässerqualität und Hochwasserschutz.

Technische und naturnahe Abwasserklärsysteme

Abwasser ist in bezug auf Menge und Zusammensetzung ein Ergebnis der menschlichen Aktivität.¹⁸ Es ist je nach Herkunft, Tages- und Jahreszeit, Wetter und anderen Faktoren sehr unterschiedlich beschaffen. In der Praxis werden für die Beschreibung der Abwasserarten bestimmte Begriffe verwendet:

Das normale Haushaltsabwasser, das sich aufgrund seines hohen Anteils fäulnisfähiger Stoffe aus den Fäkalien sehr schnell schwarz verfärbt, wird als *Schwarzwasser* bezeichnet.

Abwasser, das keine Fäkalien und keinen Urin enthält, wird wegen seines Aussehens als *Grauwasser* bezeichnet. Die Schmutzmengen im Grauwasser stammen vom Geschirrwaschen, der Essenzubereitung, der Körperpflege und der Kleiderwäsche. Grauwasser enthält nur etwa ein Drittel der Schmutzmengen des Schwarzwassers.

Dieser Unterschied ist für die naturnahen Klärverfahren von Bedeutung. Die herkömmliche Entsorgungspraxis ist nur auf fäkalienhaltiges Abwasser eingestellt.

Die zentrale Abwasserklärung

Von wenigen Ausnahmen abgesehen, ist die Abwasserreinigung für häusliches und kommunales Abwasser immer ein biologischer Prozeß, also ein natürlicher Vorgang, an dem Lebewesen, maßgeblich Bakterien, beteiligt sind. Vereinfacht dargestellt besteht die Abwasserreinigung in kommunalen Kläranlagen aus vier Schritten:

1. Abscheidung von Sinkstoffen in großen Absetzbecken; Bildung von Primärschlamm.
2. Entfernung von gelösten abbaubaren organischen Stoffen in Belebungsbecken. (In diese mit Abwasser gefüllten Becken wird Luft eingeblasen, wobei sich große Mengen an Mikroorganismen im »belebten« Bakterien- oder Sekundärschlamm entwickeln. Dieser Schlamm wird in Nachklärbecken

¹⁸ Obwohl zum Abwasser heute Regen- und Schmutzwasser zählen, plädieren viele Experten dafür, das Regenwasser aus dieser Bezeichnung herauszunehmen. In der folgenden Betrachtung wird deshalb der Begriff »Abwasser« synonym für Schmutzwasser verwendet.

abgetrennt; das abfließende Wasser ist biologisch gereinigt.)

3. Entfernung von gelösten Nährstoffen wie Stickstoff und Phosphor durch spezielle Bakterien oder beim Phosphor auch durch eine chemische Fällung (Tertiärschlamm) in speziellen Becken oder mit anderen Verfahrenskombinationen.
4. Die Behandlung der in den Stufen 1 bis 3 anfallenden Schlammengen erfolgt in Faultürmen (Ausfällung durch Methanbakterien und/oder durch Entwässern oder durch andere Verfahren.) Der Schlamm wird anschließend entweder auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht, in Deponien gelagert oder verbrannt.

In Kläranlagen werden also Bakterien und andere Mikroorganismen kultiviert, die das Abwasser reinigen, so daß es den gesetzlichen Anforderungen entspricht. Dabei werden technische Bauwerke und Geräte mit einem hohen Wartungs- und Energiebedarf eingesetzt, die mit einem aufwendigen Anschlußnetz das über weite Entfernungen transportierte Abwasser verarbeiten.

Abwasserkläranlagen dienen dem Schutz der Menschen und der Umwelt. So, wie sie heute konzipiert sind, belasten sie beide aber auch. An einer Modellrechnung läßt sich der hohe Energiebedarf herkömmlicher Klärverfahren aufzeigen: Die Schweizer Kläranlagen verbrauchten bereits Mitte der 80er Jahre 268 Mio kWh oder 963.000 Gigajoule an Strom jährlich. Bei einer Verbrennung von fossilen Energieträgern (zum Beispiel 100.000 Tonnen Steinkohle) würden dadurch etwa 350.000 Tonnen Kohlendioxyd freigesetzt. Darüberhinaus kann der Installationsaufwand nur für den Beton auf etwa 3 Milliarden kWh elektrischer Energie und damit über 30 Millionen Gigajoule Primärenergie geschätzt werden, was als Strom einer Umweltbelastung von 3,5 Millionen Tonnen Kohlendioxyd entspricht. Damit erweisen sich leistungsfähige Wasserreinigungsanlagen als intensiv an der Luftverschmutzung beteiligt [Niklas-95, 28].

In eine umfassende ökologische Betrachtungsweise muß aber neben dem direkten Energieverbrauch auch der Energieverlust durch die Vernichtung wertvoller Düngemittel miteinbezogen werden. 1982 zum Beispiel benötigte die Kunstdüngerproduktion in der Bundesrepublik genausoviel Energie, wie von allen Kernkraftwerken erzeugt wurde [Schuster-82].

Eine umweltverträgliche Lösung, die auf einer Gesamtschau der Probleme beruht, kann also nur lauten: Umbau zu kleineren Produktionseinheiten, damit der Bedarf und der Verbrauch an Düngemitteln kosten- und energiesparend gekoppelt werden können.

An diesem Beispiel wird deutlich, daß es nicht darum geht, zwischen naturnahen und technischen Lösungen zu wählen, sondern angepaßte Maßnahmen zur Strukturveränderung zu treffen.

Zu den hohen Kosten und der oben genannten Ressourcen- und Energieverschwendung kommen weitere Probleme der herkömmlichen Abwassersysteme:

1. Die Zusammenfassung von Niederschlags- und Abwasser zwingt zu Kanalquerschnitten, die auf Starkregenereignisse abgestimmt, das heißt überdimensioniert sein müssen. Trotzdem reicht auch die Überdimensionierung nicht aus, um das Wasser aus besonders heftigen Wolkenbrüchen aufzunehmen und so wird bei Starkregen weiterhin ein Teil des gesamten Abwassers direkt und ungeklärt durch Regenüberlaufbauwerke in die Flüsse abgeleitet.
2. Die Zusammenfassung von Gewerbe- und Hausabwässern führt zur unkontrollierbaren Einleitung von schädigenden Stoffen. Diese Stoffe beeinträchtigen die Klärleistung, vergiften den ansonsten wertvollen Klärschlamm und sind auch im geklärten Wasser noch enthalten, da sie durch zentrale Klärwerke nicht eliminiert werden können.
3. Die Haushaltsabwässer werden nicht freigehalten von schädigenden Chemikalien, da bei der Vielzahl von Direkteinleitungen dieses Problem marginal erscheint. Es gibt keine direkte Rückkoppelung zwischen Verursacher und Problem.

Im ökologischen Siedlungsbau bieten sich nun – wie einige nachfolgende Fallbeispiele zeigen – Lösungsmöglichkeiten an:

1. Haus- und Gewerbeabwässer werden getrennt entsorgt. Sämtliche Abwässer aus Produktionsprozessen werden getrennt aufbereitet und wiederverwendet. Ergebnisse:
 - die Kanalisation kann geringer bemessen werden,
 - Giftstoffe werden vor Ort entsorgt,
 - aufwendige Klärstufen entfallen.
2. Haushaltsabwässer werden dezentral entsorgt und erlauben höchste Klärleistungen der nachfolgenden Stufen. Es lohnt sich, nur noch voll abbaubare Haushaltschemikalien zuzulassen. Ergebnisse:
 - der Klärschlamm ist wieder rückstandsfrei und kann zu Trockendünger weiterverarbeitet werden, statt als Sondermüll – wie heute – entsorgt werden zu müssen.
3. Sowohl bei Neubau- wie auch bei Stadterneuerungsmaßnahmen werden dezentrale Konzepte zur Wasserver- und -entsorgung umgesetzt, die über die Einzelgebäude- und -grundstücksebene hinausgehen. Ergebnisse:

- statt teurer Phosphat- und Nitrateliminationsstufen können naturnahe Klärverfahren oder flächensparende Tauchtropfkörper- oder Fermentationsverfahren eingesetzt werden.

Dezentrale Konzepte und naturnahe Klärverfahren können damit als Ergänzung zu zentralen Konzepten und als ein wichtiger Schritt zur Regeneration offener Gewässer und des Grundwassers betrachtet werden.

Naturnahe Klärverfahren

Naturnahe Verfahren zur Klärung von Abwasser umfassen:

- Fließgewässer
- Teiche mit oder ohne Aquakulturen
- natürliche und künstliche Feuchtbiotope
- Landbehandlungsverfahren

Die natürlichste Lösung für die Abwasserklärung ist die *Selbstreinigungskraft unverbauter Fließgewässer*. Die Reinigung erfolgt – wie in den üblichen biologischen Kläranlagen – durch Mikroorganismen, die mit Hilfe des im Wasser enthaltenen Sauerstoffs Laststoffe abbauen. Bereits vor 20 Jahren wurde der Wert der Selbstreinigungskraft einer ca. 100 km langen Niederrhein-Strecke auf etwa 6 Milliarden DM veranschlagt. Die bereits zu dieser Zeit erfolgte Einleitung von Stoffen, die die abbauenden Bakterien vernichteten, führte zu einer Leistungseinbuße um 1/3 und damit zu versteckten Kosten von 2 Mrd DM [Niklas-95, 5].

Abwasserteiche sind seit 3000 Jahren gebräuchlich. Die Abbauprozesse erfolgen sowohl aerob wie anaerob, das heißt mit und ohne Sauerstoff. Die Reinigungsleistung beruht überwiegend auf dem Stoffwechsel verschiedener pflanzlicher und tierischer Organismen. Heute ist die Vorschaltung einer mechanischen Reinigungsstufe notwendig, da mineralische Inhaltsstoffe den biologischen Abbau behindern können.

Vielfach wurde die Funktion der Abwasserreinigung in Teichen mit der Produktion von Fischen in *Aquakultursystemen* verbunden. In den asiatischen Ländern ist diese Praxis in Kombination mit der Erzeugung pflanzlicher Biomasse zur hohen Blüte entwickelt worden. Die Nutzung von Abwasser zur Produktion von Nahrung, Biomasse, Zierpflanzen u. a. in einer intensivierten Form in Behältersystemen in Gewächshäusern wurde in Amerika von John und Nancy Todd und den New Alchemists als Konzept der »*Living Machines*« weiterentwickelt [Todd-91].

Verfahren zur *Landbehandlung* etablierten sich in England um 1850 und in den Vereinigten Staaten um 1870. 1874 wurden in Berlin die ersten *Riesel- und Feldflächen* zur Entsorgung der Abwässer eingerichtet. Eine

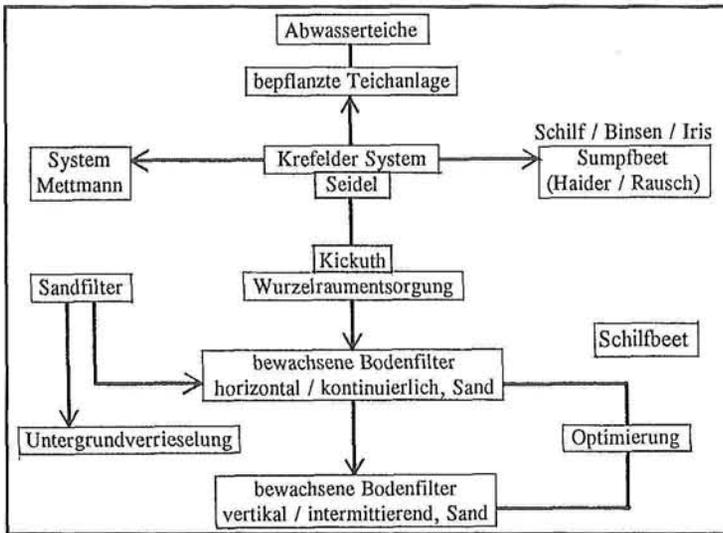


Abb. 15 Entwicklung der Pflanzenkläranlagen
Quelle: Bahlo, Wach -94, 80

den gestiegenen Anforderungen der heutigen Abwasserentsorgung entsprechende landwirtschaftliche Nutzung von gereinigtem Abwasser wird noch heute in Braunschweig betrieben. Das *wasserwirtschaftliche Interesse* an diesem Verfahren besteht darin, die Schmutzstoffe des Abwassers in den oberen Bodenschichten zu binden und durch die Bodenorganismen aerob abzubauen. Dagegen ist die *Landwirtschaft* an den im Abwasser enthaltenen Düngestoffen und an dem Bewässerungseffekt bei der Abwasseraufbringung interessiert.

Die neueren Systeme der Landbehandlung sind *bewachsene Boden- beziehungsweise Sandfilter und künstliche Feuchtgebiete*. Die Entwicklung dieser Verfahren begann vor über 30 Jahren. Die Pionierarbeit wurde durch Käthe Seidel geleistet, die als erste mit Pflanzen bewachsene Kiesbetten zur Abwasserreinigung mit horizontalem Durchfluß einsetzte. Nachfolgende Versuche benutzten bindige Bodenkörper

(Kickuth). Die *vertikal beschickten Boden- oder Sandfilter* sind seit etwa fünf Jahren als Intensivsysteme mit besonders geringem Flächenbedarf im Einsatz. Alle diese modernen Verfahren weisen eine Abdichtung zum Untergrund hin auf (Abb. 15).

Naturnahe Verfahren stellen den extremen Gegensatz zu zentralen High-Tech-Anlagen dar. Sie sind biologische Verfahren, die in der Regel *ohne intensive Betreuung und Steuerung und ohne großen Energieaufwand* arbeiten. Sie erreichen das gewünschte Ziel nicht durch den Einsatz eines meist komplexen Arrangements energieverbrauchender technischer Einrichtungen, sondern im wesentlichen durch die ortsangepaßte Nutzung vorhandener Ressourcen. So werden für den Betrieb von naturnahen Anlagen durchaus Pumpen eingesetzt, jedoch ist für den

eigentlichen Reinigungsprozeß in der Regel keine Zufuhr von Fremdenergie erforderlich. Sie lassen sich im Idealfall relativ leicht in die Umgebung einbinden, produzieren Wertstoffe und sind integraler Teil übergeordneter Stoffkreisläufe. Vergleicht man alle anfallenden Kosten, zeichnen sich naturnahe Anlagen durch geringere Bau- und Betriebsaufwendungen und einen geringeren Energieverbrauch aus [s. Hahn-93]. Die dezentralen Konzepte haben folgende Vorteile:

- bessere Reinigungsleistung,
- wirtschaftlicherer Betrieb,
- höhere Betriebssicherheit und leichtere Organisation und
- einfachere Vernetzung mit anderen Aspekten (Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktivität, Wasserreinigung, Energieeinsparung).

Fläche	Teichbehandlung			Landbehandlung			
	Abwasserteich unbelüft.	Sumpfboot	Pflanzenkläranlage	Sandfiltergraben	Rieselfeld	Untergrundverrieselung	Verregnung
Fläche/E (m²)	10 - 20	10	2 - 10	6	10 - 50	12 - 30	350
Hydraulische Belast. (mm/d)	10	15	15 - 75	25	5	10	2
Durchströmung	horizontal		horiz./vert.	vertikal	vertikal	vertikal	vertikal
Vorreinigung	Absetzbecken	Absetzgrube	Absetzgrube	Ausfallgrube	Absetzbecken	Ausfallgrube	Absetzbecken
Abdichtung	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein
Tiefe (m)	1,2	1,0	0,7 - 1,0	0,6	0,6	0,6	?
Drainage	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein
Nutzung	Feuchtbiotop	Röhricht	Röhricht	Grünland	Grünland	Grünland	Acker

Abb. 16 Flächenbedarf naturnaher Kläranlagen
nach Bahlo, Wach-93, 42

Die naturnahen Verfahren unterscheiden sich von den technischen durch den geringen Aufwand an Energie und Technik. Sie unterscheiden sich aber auch durch einen größeren Flächen- oder Raumbedarf. Dieser liegt in der Regel um den Faktor 10 bis 100 höher als bei technischen Anlagen. Naturnahe Verfahren sind also fast immer flächenintensivere Verfahren. Dabei ist zu bedenken, daß der landschaftliche und ästhetische Wert von 2.500 m² Schilffläche einer Pflanzenkläranlage natürlich ganz anders einzuschätzen ist, als der Landschaftsverbrauch eines nur 250 m² großen kommunalen Kläranlagengeländes mit seinen technischen Bauwerken (Abb. 16).

Allen naturnahen Klärverfahren gemeinsam ist, daß nicht den Pflanzen die entscheidende Bedeutung bei der Reinigung des Abwassers zukommt, sondern der Zusammensetzung des Bodens oder des Filtersubstrates sowie der Betriebsweise. Die Pflanzen übernehmen aber wichtige unterstützende Funktionen, die das Klärsystem charakterisieren:

- Erhöhung der Durchlässigkeit des Bodens durch Schaffung von Sekundärporen;
- Verhinderung der Verdichtung des Substrats durch Wurzel- und Stengelwachstum;
- Steigerung der Reinigungsleistung durch Schaffung von Mikrolebensräumen für Bakterien durch Rhizom- und Wurzelwachstum;
- Eintrag von Luftsauerstoff in den Boden über das Leitgewebe.

Darüber hinaus schaffen zum Beispiel Schilfröhrichte zusätzlichen Lebensraum für Vögel, Kleinsäuger und Insekten und beleben und bereichern so Gärten und Landschaften.

Die entscheidenden Kriterien für die Auswahl der jeweiligen standortspezifischen Lösung sind:

- der Flächenbedarf pro Einwohnerwert,
- die Abbauleistung im Hinblick auf die im Abwasser enthaltenen Stoffanteile und
- Kosten und Wartungsaufwand.

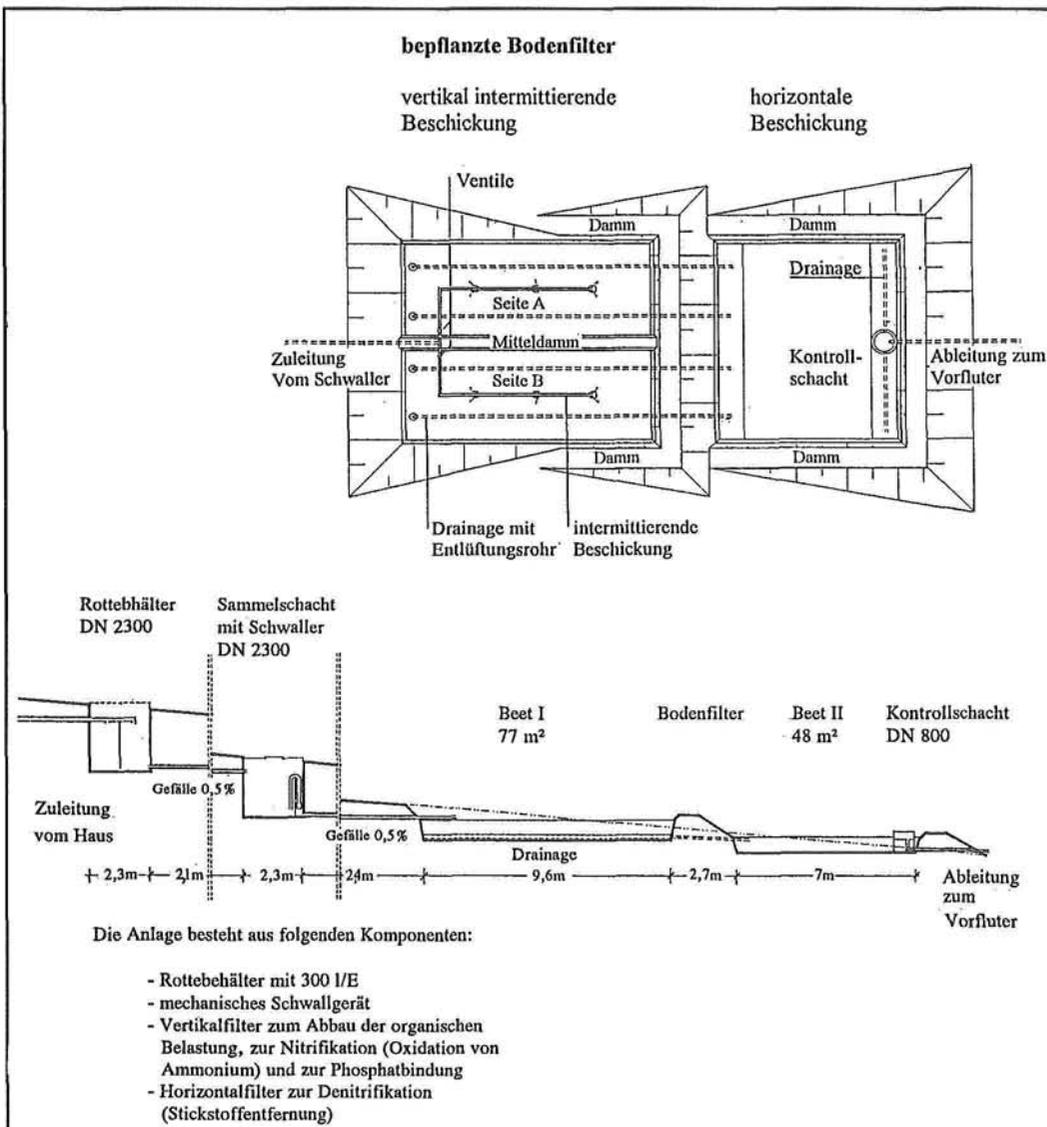
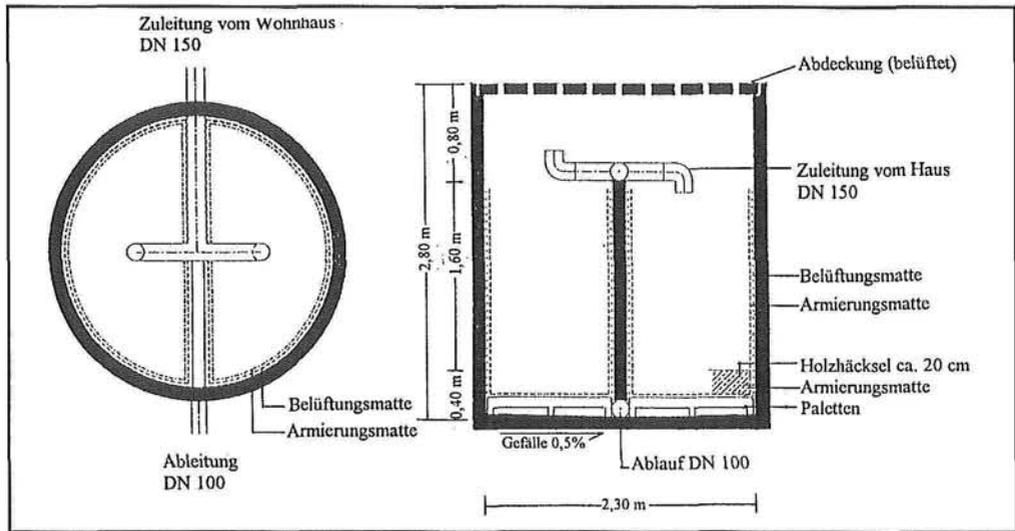


Abb. 17
Grundriß und Schnitt durch das Ökotec-System zur Reinigung von fäkalienhaltigem Abwasser
Quelle: Ökotec, 1996

Abb. 18
Rottebehälter



Die Planung des für den jeweiligen Standort richtigen Verfahrens und die Entscheidung, ob ein künstliches Feuchtbiotop oder ein Landbehandlungsverfahren, eine horizontale oder vertikale Durchströmung, ein unterirdischer oder oberirdischer Zufluß zum Einsatz kommen sollen, erfordert ein umfangreiches Wissen und die Erfahrung von Fachleuten.

Ein Verfahren zur Klärung von fäkalienhaltigem Abwasser

Grundsätzlich gilt, daß die naturnahe Reinigung von fäkalienhaltigem Abwasser wesentlich mehr Fläche (etwa 5–7 m² pro Einwohner) beansprucht als eine ausschließliche Reinigung von Grauwasser (mit etwa 1–2 m² pro Einwohner). Eines der vielen in den letzten Jahrzehnten entwickelten Verfahren, mit dem fäkalienhaltige Abwässer geklärt werden können, ist das *Ökotec-System*. Es besteht aus drei Komponenten:

1. dem *Rottebehälter*, in dem sich die Feststoffe absetzen
2. dem *Sammelbehälter* mit Schwallgerät, für die flüssigen Anteile des Abwassers
3. den *bepflanzten Bodenfiltern*:
 - a. einem vertikal intermittierend und
 - b. einem horizontal beschickten Pflanzbeet, in welchem die eigentliche Endreinigung stattfindet.

Daran schließt sich der Kontrollschacht und die Ableitung zum Vorfluter, einem Schönungsteich oder die Verrieselung an (Abb. 17).

Der *Rottebehälter* ist eine Weiterentwicklung der traditionellen Dreikammergrube, ermöglicht aber im Gegensatz zur Dreikammergrube durch die Belüftungsmatte einen aeroben (mit Luftzufuhr ablaufenden) Kompostierungs-, Vererdungsprozess. Dadurch entfällt die bei der Dreikammergrube periodisch notwendige Abfuhr des Klärschlammes (die heute DM 10,- bis 20,- pro m³ kostet).

Je eine der zwei, drei oder vier Kammern des Rottebehälters werden aufgefüllt. Dabei werden alle ein bis zwei Monate etwa zwei bis drei Hände voll Stroh oder Holzhäcksel, also Kohlenstoff zugegeben, damit das C/N-Verhältnis für die Kompostierung stimmt. Nach etwa zwei Jahren wird der Kompost entnommen und die Kammer kann wieder neu gefüllt werden (Abb. 18 und 19).

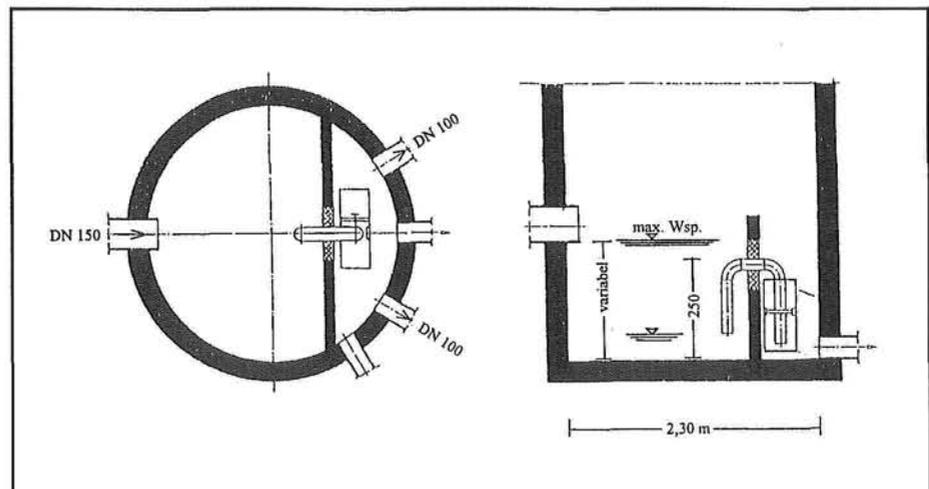


Abb. 19 Sammelbehälter mit mechanischem Schwallgerät
Quelle: Ökotec, 1996

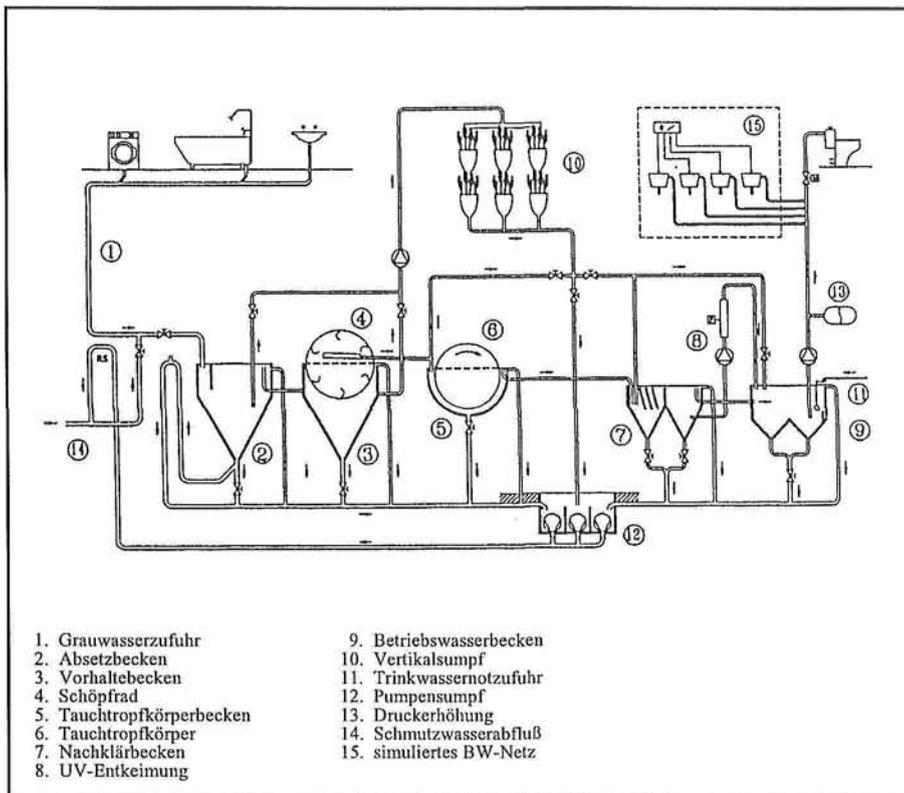


Abb. 20 Fließschema der biologischen Grauwasserklärung, Manteuffelstraße 40/4, Berlin
Quelle: Thomas/Zeisel-91, 9

Zur Beschickung des Bodenfilters wird entweder ein mechanisches Schwallgerät oder eine Pumpe eingesetzt. Die Oberfläche des *Bodenfilters* besteht aus Sand. Eine Kiesschicht auf der Oberfläche ist nicht erforderlich, weil das zugeführte Abwasser weitgehend geruchlos ist. Die Wassermenge wird so bemessen, daß die Beschickungszeit 15 Minuten nicht überschreitet.

Für die Dimensionierung einer Anlage mit 60–100 Einwohnerwerten (EW) sind folgende Werte nach ATV [1991] gültig:

Rottebehälter	300 l/Person
Sammelschacht	150 l/Person
Pflanzenbeete	5 m ² pro Einwohner
Vertikalfilter	3 m ² pro Einwohner
Horizontalfilter	2 m ² pro Einwohner

Diese Werte müssen anhand des aktuellen Abwasseranfalls in jedem Einzelfall noch einmal überprüft werden, denn sie schwanken zum Beispiel zwischen Stadt- und Landgebieten aber auch innerhalb von Städten beträchtlich. Schon allein durch das Vorhandensein von Wasserzählern, Wasserspararmaturen und -toiletten können 30 bis 40 % des normalen Trinkwasserverbrauchs und damit auch des Abwasseraufkommens entfallen. In einem solchen Fall wäre die Anlage nach den oben genannten ATV-Werten stark überdimensioniert.

Bei einer Anlage dieser Art für 300 Einwohnerwerte und einem Abwasseranfall von 40 Kubikmetern/Jahr ergeben sich (1995) ohne Förderung und Kanalanschlußbeiträge Investitionskosten von 905.000,- DM, laufende Kosten von 18.440,- DM pro Jahr und Kubikmeterkosten von 4,60 DM. Dies ist zum Beispiel, im Vergleich zu den durchschnittlichen Kosten für die Abwasserklärung in den neuen Bundesländern, sehr günstig.

Biologische Grauwasserreinigung mit Tauchtropfkörper

Wo der Platz für bewachsene Bodenfilter nicht ausreicht, zum Beispiel in hochverdichteten Innenstadtgebieten, läßt sich eine *Biologische Grauwasser-*

reinigungsanlage mit Tauchtropfkörper und Vertikal-Sumpf kombinieren, wie in der Manteuffelstraße 40/41 in Berlin-Kreuzberg, wo die Anlage im Rahmen des stadtökologischen Modellvorhabens Block 103, Berlin-Kreuzberg, entwickelt und erprobt wurde [Thomas, Zeisel-91]. Eine neue Anlage dieses Typs ist in dem Versuchspark Hågewiesen Hannover seit April 1994 in Betrieb (Abb. 20 und 21).

Abb. 20 zeigt, wie das Grauwasser [1], welches aus Badewannen, Duschen, Waschtischen und Waschmaschinen von 55–60 Personen aus vier, zum Teil kollektiv genutzten, viergeschossigen Wohnhäusern kommt, in einem Keller zentral zusammengeführt und in einem Absetzbecken [2] gesammelt wird. Die mechanische Vorreinigung wird durch ein zweites Vorhaltebecken [3] unterstützt, das Stoßbelastungen abpuffert.

Aus diesen Becken wird das sedimentierte Grauwasser mit einem Schöpfgrad [4] kontinuierlich in die biologische Reinigung des Tauchtropfkörpers [5/6] gefördert. Der Tauchtropfkörper besteht aus Polyäthylen-Filterrohren mit großer Oberfläche, die zu einem Zylinder von 0,80 m Breite und 1,10 m Durchmesser zusammengeschweißt sind und insgesamt eine Bewuchsfläche von ca. 110 m² ergeben. Der Tauchtropfkörper rotiert etwa mit 0,5 Umdrehungen pro Minute und ist zu 60 Prozent in dem Becken eingetaucht.

Danach wird der mit ausgeschwemmter Biomasse belastete Abfluß des Tauchtropfkörpers in einem

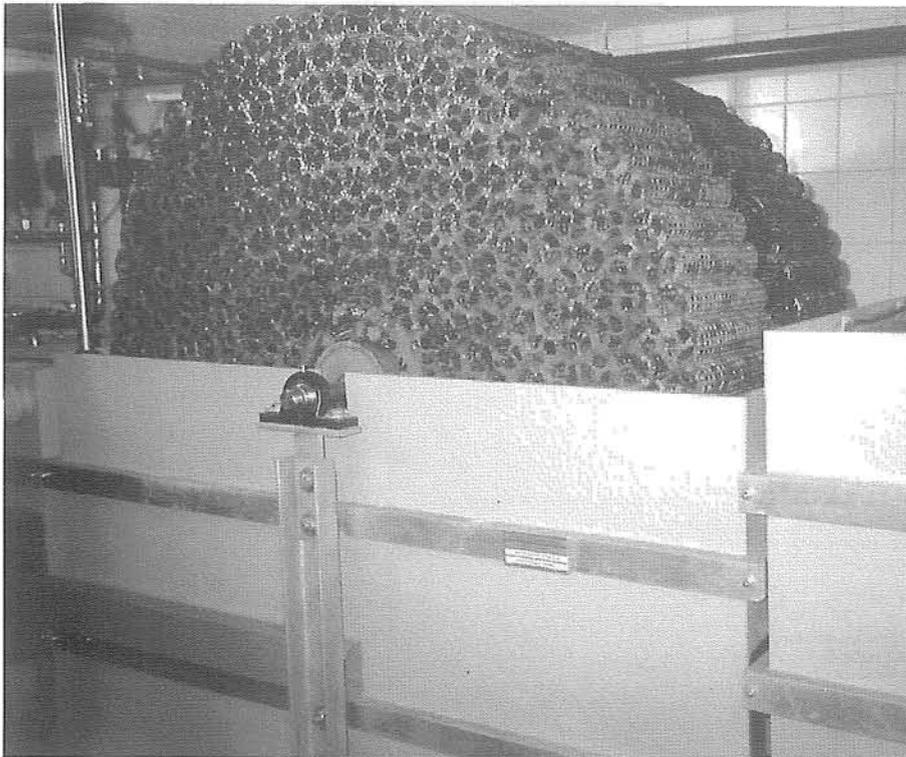


Abb. 21 Biologische Grauwasserklärung im Versuchspark Hägewiesen in Hannover: Tauchtropfkörper
Foto: D. Haas-Arndt

Nachklärbecken [7] mit zwei Kammern über eine einfache Sedimentation nachgeklärt.¹⁹

Die Grauwasseranlage in Berlin wurde im September 1989 in Betrieb genommen und seitdem in unterschiedlichen Betriebszuständen untersucht. Die Betriebswasserversorgung begann im Sommer 1991 mit einem Grauwasserzufluß von ca. 55-60 Personen und 70 l/Person und Tag.

¹⁹ In der Manteuffelstraße wird die Anlage außer in extremen Frostperioden durch einen Vertikal-Sumpf [10] ergänzt, der aus mehreren Kaskaden von Containern besteht, die an einer fensterlosen Häuserwand montiert sind. Die Container sind mit Tonkugeln und Sand gefüllt, in denen Sumpfpflanzen wachsen. Das Grauwasser wird auf die Kaskaden gepumpt und rieselt durch die Container nach unten. Neben der zusätzlichen Reinigungsleistung wird über die Wasserverdunstung der Pflanzen das Kleinklima positiv beeinflusst. Der Vertikal-Sumpf kann sowohl als Haupt- wie auch als Nachreinigungsstufe eingesetzt werden. (Dieser Teil der Anlage wurde in Hannover nicht realisiert und ist für das Funktionieren des Systems auch nicht notwendig.)

Zur Entkeimung des biologisch gereinigten Grauwassers wird das Wasser aus der Nachklärung mit einer kleinen Pumpe über eine UV-Entkeimungsanlage [8] offen in das Betriebswasserbecken [9] gepumpt, wodurch ein zusätzlicher Sauerstoffeintrag in das Betriebswasser erreicht wird.

Die Versorgung des Betriebswassernetzes, an dem die Toiletten-spülkästen von drei Häusern angeschlossen sind, wird über eine Druckerhöhungsanlage vorgenommen. Zur Versorgungssicherheit ist an den Betriebswasserbehälter eine Trinkwassernetzversorgung [11] mit einem Schwimmventil und offenem Auslauf angeschlossen.

Die bisherigen Forschungsergebnisse in Berlin und Hannover zeigen, daß das gereinigte Grauwasser nicht mehr fäulnisfähig und zur Nutzung als Betriebswasser geeignet ist. Trotz der geringen Drehzahl der Tauchtropfkörper ist eine ausreichende Sauerstoffversorgung der Biomasse allein durch die Kontaktzeit mit der Luft vorhanden und für die Reduzierung der organischen Belastung des Grauwassers können sehr gute Reinigungsergebnisse erzielt werden.

Das Ergebnis der hygienischen Begleituntersuchungen zeigt, daß die hygienischen Grenzwerte der EG-Richtlinien für Badegewässer eingehalten werden können, daß die Persistenz potentiell pathogener Bakterien im Grauwasser gering und auch keine Wiederaufkeimung relevanter pathogener

Bakterien zu beobachten ist [Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen-94, 43]. Dies führte dazu, daß eine UV-Entkeimungsanlage geringerer Leistung als anfänglich vorgesehen vor dem Betriebswasserspeicher eingebaut werden konnte.

Die Erfahrungen nach 5jähriger Betriebszeit zeigen, daß der Energiebedarf für Antrieb, biologische Reinigung, Desinfektion, Pumpen und Licht ca. 2,2 kWh pro m³ Betriebswasser beträgt. Die Wartung kann von Nichtfachleuten nach kurzer Einarbeitungszeit in ein bis zwei Stunden pro Woche durchgeführt werden. Ein größerer Störfall ist nicht aufgetreten.

Grauwasserrecycling sollte Bestandteil einer umfassenden Wassersparstrategie sein. Im Zusammenhang mit anderen Maßnahmen, wie der Installation von wassersparenden Armaturen und Toiletten, kann damit der heutige Trinkwasserverbrauch von 145 auf ca. 65 - 70 l/Person/Tag reduziert werden [Technische Universität Berlin-95].

Die Wirtschaftlichkeit ist gegeben, wenn die eingesparten Trinkwasser- und Abwasserkosten den Gegenwert der jährlichen Kapital- und Betriebskosten decken. Nach einer Modellrechnung [Thomas, Zeisel-91, 17] ist das Tauchtropfkörper-System wirtschaftlich zu betreiben, wenn etwa 130-140 Personen mit Betriebswasser versorgt werden können. Das ist in einer mittelgroßen ökologischen Siedlung oder in einem Hotel mittlerer Größe bereits der Fall.

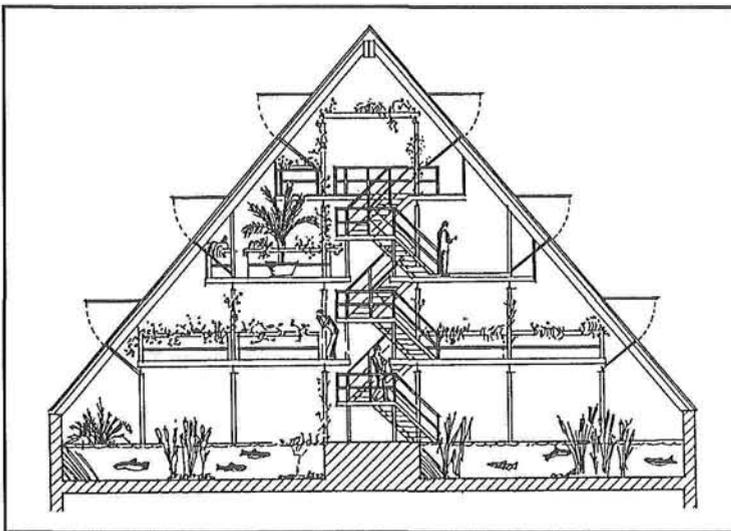


Abb. 22 Schnitt durch das Biowerk
Quelle: Gruppen for by- og Landskapsplamlaegning aps

Beide Möglichkeiten, der bepflanzte Bodenfilter wie auch das Tauchtropfkörper-System, lassen sich mit Komposttoiletten kombinieren. Dann entfällt der Recycling-Aspekt, denn es wird kein Wasser zur Toiletten-spülung gebraucht, und das gereinigte Grauwater kann für Gartenbewässerung genutzt oder in einen Bach, Fluß oder See geleitet oder versickert werden.

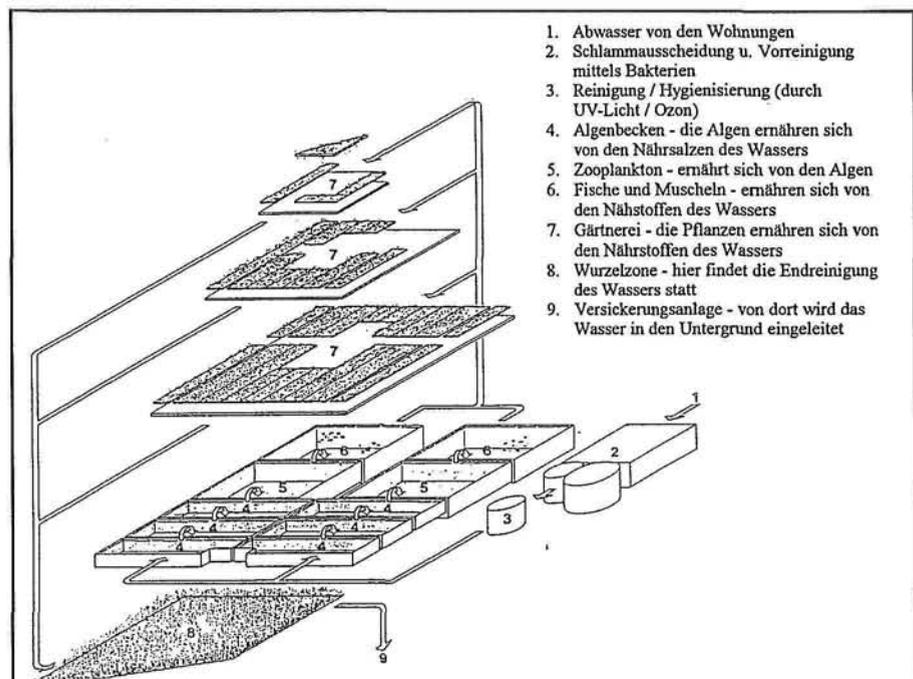
Integrierte und autonome Wasser- und Abwasserkonzepte

Die bisher beschriebenen Möglichkeiten der Trinkwassereinsparung und -substitution, der Regenwasserspeicherung, -nutzung, -versickerung und -retention, der Trennung und Kompostierung von Fäkalien und Grauwasserklärung schließen einander natürlich nicht aus, sondern können durchaus zu einem umfassenden Wasserver- und -entsorgungskonzept integriert werden. Dafür gibt es bisher nur wenige Beispiele weltweit. Um so interessanter sind die wenigen, in denen es tatsächlich gelang, den Wasserkreislauf teilweise oder ganz zu schließen. An zwei sehr unterschiedlichen Beispielen in Kolding und Bielefeld kann aufgezeigt werden, wie eine solche Lösung aussieht.

Regenwasser- und Abwassernutzung in der Stadterneuerung

Südlich des Stadtkerns von *Kolding*, einer Stadt von 50.000 Einwohnern im südlichen Jütland in Dänemark, befindet sich eine Wohnanlage, die Teil eines langfristigen Sanierungsvorhabens für den gesamten Stadtteil ist. Die Wohnanlage umfaßt 40 dreistöckige Häuser mit insgesamt 129 Wohnungen und sechs Geschäften. Hier wurde ein integriertes Abwasserkonzept mit der Produktion von Pflanzen und Fischen verbunden (s. Kap. Einführung).

Die Abwasserklärung erfolgt hauptsächlich durch ein Algenteich-System, welches von der Stensund Folkhøjskola in Schweden entwickelt wurde. Nachgeschaltet sind Klärbeete für Gewächshäuser, die in Vorversuchen gute Ergebnisse in Kombination mit der Fischzucht erzielten. In diesem Projekt passiert das gesamte Grau- und Abwasser eine mechanische Reinigungsanlage mit nachgeschaltetem Ozongenerator, UV-Bestrahlung und einer Dreikammergrube. Danach durchläuft es vier Klärbecken, die mechanisch und mit Algen und Zooplankton arbeiten und gelangt schließlich in den Karpfenteich. Von hier aus wird das jetzt mit den Fischexkrementen wieder angereicherte Wasser in das »Biowerk«, die Gewächshauspyramide in der Mitte der Wohnanlage, gepumpt und durchläuft hier die in mehreren Ebenen angeordneten Pflanzbeete. Das wieder gereinigte Wasser fließt in ein Schilfbeet und



1. Abwasser von den Wohnungen
2. Schlammabscheidung u. Vorreinigung mittels Bakterien
3. Reinigung / Hygienisierung (durch UV-Licht / Ozon)
4. Algenbecken - die Algen ernähren sich von den Nährsalzen des Wassers
5. Zooplankton - ernährt sich von den Algen
6. Fische und Muscheln - ernähren sich von den Nährstoffen des Wassers
7. Gärtnerei - die Pflanzen ernähren sich von den Nährstoffen des Wassers
8. Wurzelzone - hier findet die Endreinigung des Wassers statt
9. Versickerungsanlage - von dort wird das Wasser in den Untergrund eingeleitet

Abb. 23 Anordnung der Reinigungsstufen
Quelle: Gruppen for by- og Landskapsplamlaegning aps

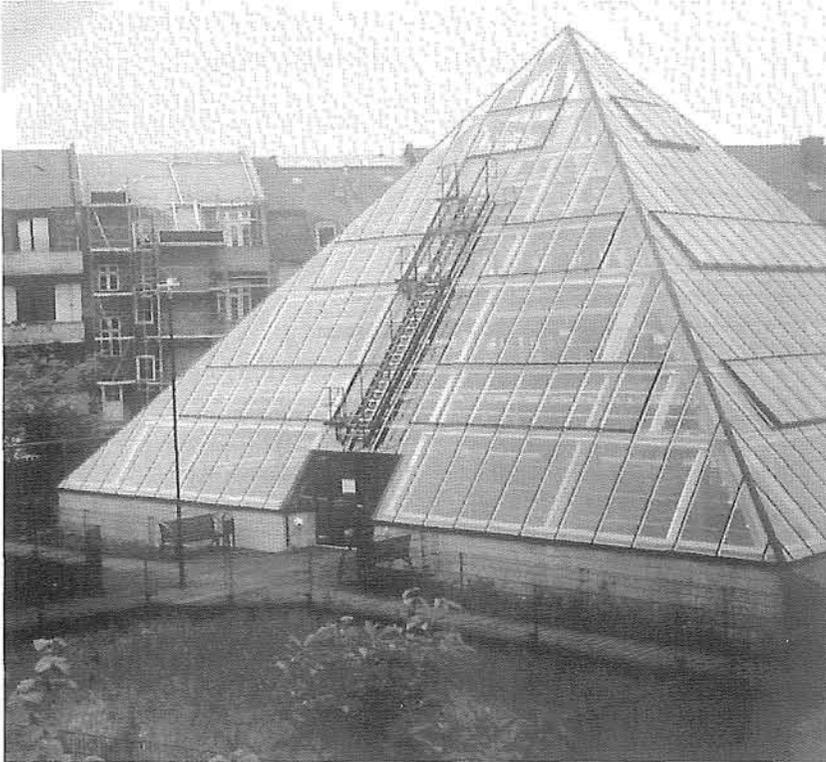


Abb. 24 Biowerk mit Sumpf und Schönungssteich
Foto: D. Kennedy

versickert von dort ins Grundwasser (Abb. 22-24).

Das Wasser- und das Freiraumkonzept des Sanierungsprojekts machten die Räumung des Innenhofbereichs von alten Nebengebäuden notwendig. Jedes Haus behielt jedoch seinen bisherigen Gartenanteil – ganz oder teilweise. Die restliche Fläche wurde als Gemeinschaftsfläche mit Flow-Forms, die das Wasser verwirbeln und einem Bachlauf mit Spielzonen für die Kinder gestaltet [s. Kap. Freiräume].

Der Bachlauf endet in dem Teich hinter dem Schilfbeet, wo das Versickerungssystem beginnt. Durch die vielen verschiedenen Ebenen des Innenhofs wurde eine differenzierte Gestaltung mit Sitzgruppen und Grillplätzen möglich. Neben seiner Funktion als Pflanzenkläranlage dient das Biowerk als produktives Gewächshaus, in dem ein ortsansässiger Gärtner Zierpflanzen, vor allem Farne und Efeu, züchtet. Seine Bezahlung wird durch die eingesparten Abwassergebühren gedeckt, die sonst an die Wasserwerke Kolding abgeführt werden müssten, und durch die Verkaufserlöse der im Biowerk produzierten Zierpflanzen.

Weitere Wassereinsparungen werden auch durch eine Regenwassernutzung realisiert. Das von den Dachflächen in einem Teich und einer Zisterne gesammelte Wasser wird in die Häuser zur Toilettenspülung geleitet. Etwa die Hälfte der Häuser ist an das Regenwassersystem angeschlossen; insgesamt wird dadurch rund ein Drittel des normalen Trinkwasserverbrauchs eingespart.

Durch die Einbeziehung verschiedener ökologischer Konzepte, wie die Stromversorgung des Biowerkes über Photovoltaik, den verkehrsberuhigten Innenhof und die Nutzung passiver Solarenergie durch Glasanbauten vor den südlichen Wohnblockfassaden hat der Siedlungsblock eine neue Attraktion erhalten. Augenfalliges ökologisches Beispiel und Symbol ist das Biowerk, das pyramidenförmige Bauwerk aus Glas, in dem Wasserklärung, Fischzucht und Zierpflanzengärtnerei zusammen funktionieren.

Schließung des Wasserkreislaufs²⁰

Das neue Wohngebiet der *ökologischen Siedlung Bielefeld-Waldquelle* für etwa 400 Bewohner wurde weitgehend unabhängig von einer öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung erstellt. Das ermöglichte ein in sich geschlossenes, dezentrales

System: der Wasserkreislauf wird innerhalb der Siedlung geschlossen. *Trinkwasser* wird aus Grundwasser vor Ort gefördert, aufbereitet und genutzt, *Niederschlagswasser* wird durch Versickerung direkt wieder dem Grundwasser zugeführt. Das *Abwasser* wird vor Ort soweit gereinigt, daß es gefahrlos in das Grundwasser oder ein Gewässer eingeleitet werden kann. Damit wird die Beeinträchtigung des Wasserhaushalts so gering wie möglich gehalten (Abb. 25) [Klatt, Bahlo, Ebeling-93].

Da die Stadt Bielefeld ihr Wasser größtenteils aus der Senne bezieht – mit Folgeproblemen, wie zum Beispiel Verkarstung – wurde für die ökologische Siedlung Waldquelle die Eigenversorgung mit Trinkwasser genehmigt. Nach einer Fehlbohrung (Kosten: 20.000 DM) und zwei weiteren, erfolgreichen Bohrungen (Kosten: 60.000 DM) verfügt die Siedlung nun über zwei Brunnen, die eine gute Wasserqualität und eine Wassermenge bieten, die auch ausreicht, eine benachbarte ältere Siedlung mitzuversorgen. In einer kleinen Aufbereitungsanlage entsteht Trinkwasser, das ausschließlich als Lebensmittel und zur Körperbeziehungsweise Wäschepflege verwandt wird. Durch den Einbau wassersparender Armaturen und Geräte und die konsequente Nutzung von Komposttoiletten in allen

²⁰ Die Informationen für dieses Beispiel wurden uns von dem Architekturbüro Bültmann, Bielefeld und dem Büro AWA – Dipl.-Ing. R. Klatt, Georgsmarienhütte, zur Verfügung gestellt.

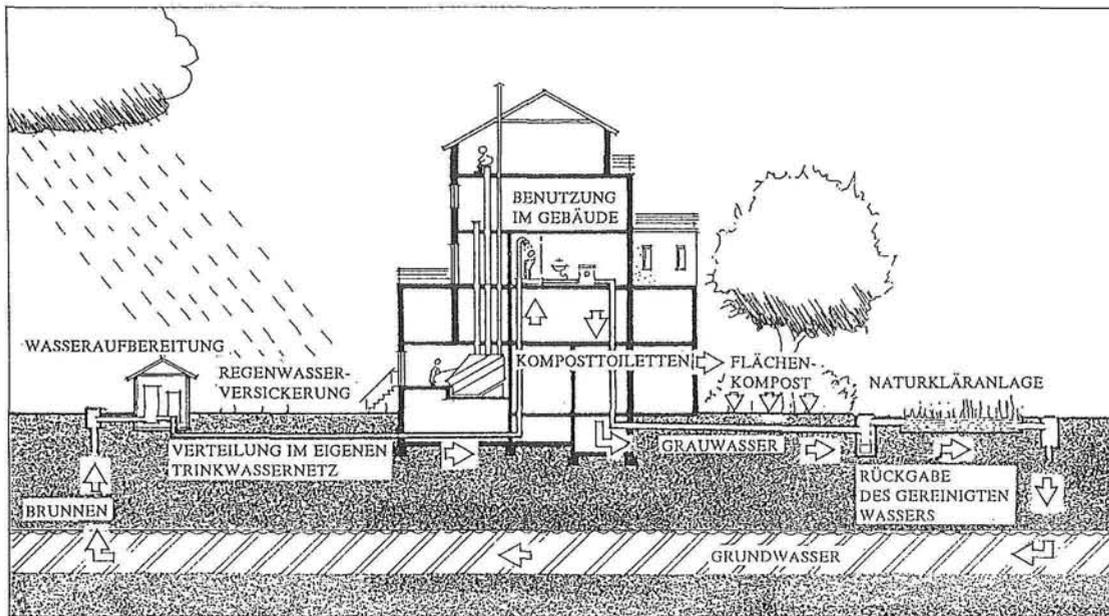


Abb. 25
Schema des geschlossenen Wasserkreislaufs der ökologischen Siedlung Waldquelle

Quelle:
Büro Bültmann,
Achim Jung

Häusern, konnte der Trinkwasserbedarf von üblicherweise 140 l/Person/Tag auf etwa 75 l/Person/Tag reduziert werden. Die Wasserbezugskosten betragen nun 0,30 DM/m³, der jährliche Erhaltungsaufwand etwa 200,- DM/Person.

Niederschlagswasser wird als ursprüngliches Element in die Gestaltung der Freiräume einbezogen.

Hierzu wurden u.a. folgende Maßnahmen umgesetzt:

- die Minimierung versiegelter Flächen durch die Reduktion von Erschließungsflächen um ca. 50 % (gegenüber herkömmlichem Ausbau);
- die Befestigung von Erschließungsstraßen und -wegen mit versickerungsfähigen Belägen aus Recyclingmaterial;
- eine direkte Zuführung des von Verkehrsflächen und Gebäuden abfließenden Niederschlagswassers über Versickerungsmulden in das Grundwasser;
- die Sammlung von Regenwasser für die Gartenbewässerung in Regentonnen.

In der Abwasserreinigung wird der Nährstoffkreislauf vom Wasserkreislauf getrennt, d. h. organische Abfälle und Fäkalien werden in sämtlichen Gebäuden in Komposttoiletten kompostiert. Eine Wasserspülung ist nicht erforderlich. Der anfallende Kompost wird auf Pflanzflächen mit Dauerkulturen verwertet.

Das verbleibende *Grauwasser* aus Spülbecken, Badewannen und Duschen wird über einen *bewachsenen Bodenfilter* gereinigt und anschließend in ein Oberflächengewässer eingeleitet. (Ursprünglich war die Versickerung des gereinigten Grauwassers vorgesehen, die sich bisher bei den Behörden nicht durchsetzen ließ. Nach wie vor wird dies jedoch als machbar und sinnvoll angesehen.)

Die Vorteile des Verfahrens sind:

1. Der *Trinkwasserverbrauch* wird auf durchschnittlich 65 l/Person/Tag reduziert.
2. Die *Nährstoffe* und organischen Bestandteile der menschlichen Ausscheidungen werden nicht mit dem Wasserkreislauf vermischt, sondern stehen als Kompost für Dauerkulturen zur Verfügung.
3. 30 % des Hausmülls besteht aus kompostierbaren organischen Bestandteilen, die mit den Fäkalien kompostiert und dadurch dem »Müllkreislauf« entzogen werden.
4. Die Abtrennung der Fäkalien führt zu einer *Reduzierung der Abwasserbelastung* gegenüber häuslichem Abwasser zwischen 20 und 90 % (je nach Parameter). Insbesondere wird die Nährstofffracht des Abwassers an Stickstoff (90 %) und Phosphor (80 %) erheblich reduziert [Bahlo, Wach-94].
5. Durch die Kompostierung der Fäkalien fällt *kein Klärschlamm* an und es entfallen auch die damit verbundenen Probleme.

Zur *Grauwasserreinigung* werden bewachsene Bodenfilter mit vertikalem Durchfluß und sandigem Substrat (Vertikalfilter) eingesetzt. Es besteht ein Flächenbedarf von 2 m² pro Person, das heißt, die Anlagen können auf dem Gelände der Siedlung errichtet und aufgrund des einfachen und naturnahen Aufbaus wartungsarm betrieben werden (Abb. 26).

Das Grauwasser wird mechanisch vorgereinigt und über ein Druckrohrsystem intervallweise gleichmäßig auf dem Filterkörper ausgebracht, während der Bodenpassage hauptsächlich von Mikroorganismen gereinigt und anschließend in ein Fließgewässer eingeleitet. (Die Kontrolle des gereinigten Abwassers ist über einen Schacht in der Ablaufleitung möglich).

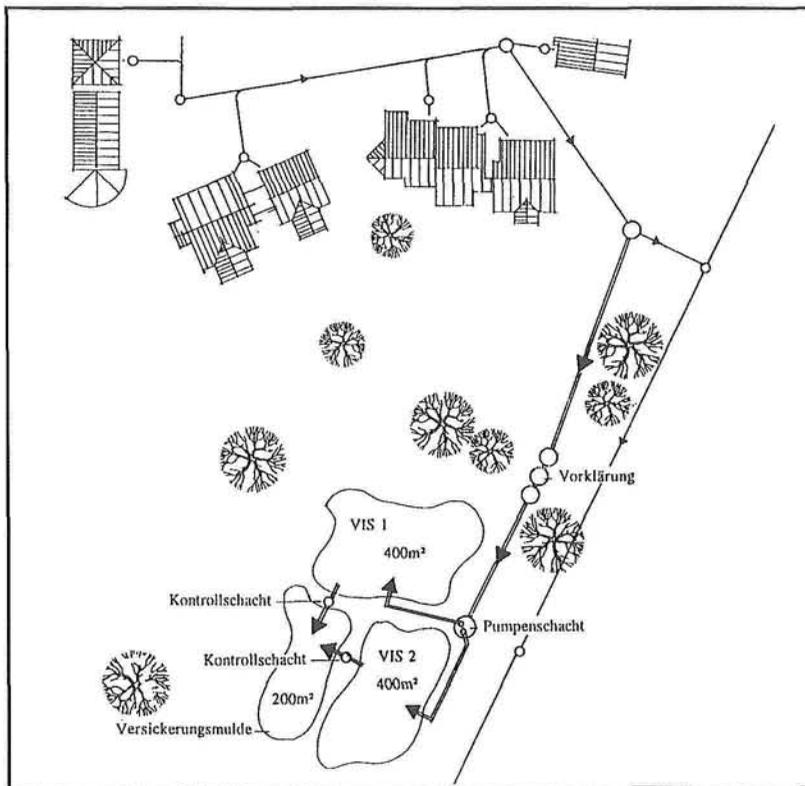


Abb. 26 Lageplan der ökologischen Siedlung Waldquelle. Vis-Schilfkkläranlage²¹
Quelle: Büro Bültmann

Die Landschaft wird um ein *Feuchtbiotop* bereichert, welches Lebensraum für zahlreiche Insekten-, aber auch Vogelarten bietet. Im Sommer können bewachsene Bodenfilter durch hohe Verdunstungsleistungen zur Verbesserung des örtlichen Kleinklimas beitragen.

Das Kanalnetz zur Ableitung des Grauwassers kann bei gleichbleibender Entsorgungssicherheit durch verringerten Leitungsquerschnitt, reduzierte Kontrollschachanzahl, geringe Tiefenlage und optimale Trassenführung erheblich kostengünstiger gebaut und betrieben werden. Diese *Einsparungen* führen zu einem Abwasserpreis, der erheblich unter dem der kommunalen Anlage liegt, bei gleichzeitig verbesserter Reinigung. Der Kommune entstehen keine Kosten zur Erstellung der Anlagen und des Kanalsystems.

Durch die Installation von Kompost-Toiletten und die Behandlung des Abwassers auf dem eigenen Grundstück werden die Einwohner für den sparsamen und schonenden Umgang mit Wasser sensibilisiert, das heißt, daß zum Beispiel die Abwasserbelastung durch die gezielte Auswahl von Wasch- und Reinigungsmittel vermindert wird.

Ökologischen Konzepten hängt immer noch das Vorurteil nach, zu teuer und in Deutschland nicht umsetzbar und von daher nur für ein paar »Überzeugte und Wohlbetuchte« möglich zu sein. Die Erfahrungen aus dem Projekt »Ökologische Siedlung Waldquelle« zeigen, daß bei *konsequenter Umsetzung* des dezentra-

len Gedankens derartige Maßnahmen sowohl durchsetzbar als auch kostengünstiger als zentrale Systeme zu realisieren sind. Dies dürfte besonders für die europäischen Länder, in denen es noch Siedlungsbereiche ohne zentrale Entsorgungssysteme gibt, von Interesse sein.

Wiederherstellung des Wasser- und Nahrungsmittelkreislaufs²²

Die heutige Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung sind linear konzipiert und organisiert. In vielen Städten werden beide Aufgaben von getrennten Verwaltungseinheiten durchgeführt, die nur auf die Optimierung ihres Ziels hin arbeiten. Die Versorgungssysteme werden vom Gedanken des Schutzes und der Verfügbarkeit einer ausreichenden Menge von Trinkwasser geleitet. Die Entsorgungssysteme sind zur Zeit noch immer vom Gedanken des Loswerdens bestimmt.

Mit dem Leitbild einer »nachhaltigen Entwicklung«, welche auf der Umweltkonferenz 1992 in Rio de Janeiro zum ersten Mal von den VertreterInnen der internationalen Staatengemeinschaft gefordert wurde, sind diese Gedanken nicht in Übereinstimmung zu bringen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die beiden bisher getrennten Aufgaben zusammengeführt und Kreislaufösungen gefunden werden, die über die künstlich geschaffenen Grenzen des Themas »Wasser« hinausgehen.

Ein seit 1996 in der Planung befindlicher Ansatz soll die Richtung, in der eine »Kreislauflösung« gefunden werden kann, verdeutlichen. Er soll im Herbst 1996 im Versuchspark Hannover Hägewiesen realisiert werden und versucht einen praktikablen Weg für die möglichst *vollständige Verwertung* der *organischen Reststoffe* aus Haushalten in einem bestehenden Stadtgebiet aufzuzeigen. Zu diesen Reststoffen gehören sowohl die *Fäkalien* wie auch die organischen *Küchenabfälle* und die pflanzlichen Rückstände aus dem Garten. Das Vorhaben zeigt exemplarisch auf, wie der Kreislauf der Nährstoffe – vom Boden über die Landwirtschaft, die Lebensmittel, den Verbraucher, die Fäkalien und organischen Abfälle sowie deren Umwandlung in Düngemittel und

²¹ V = vertikal, I = intermittierend beschickter –, S = Sandfilter.

²² Diese Beschreibung stützt sich auf bisher unveröffentlichte Planungsunterlagen von Thilo Herrmann, Institut für Wasserwirtschaft, Universität Hannover

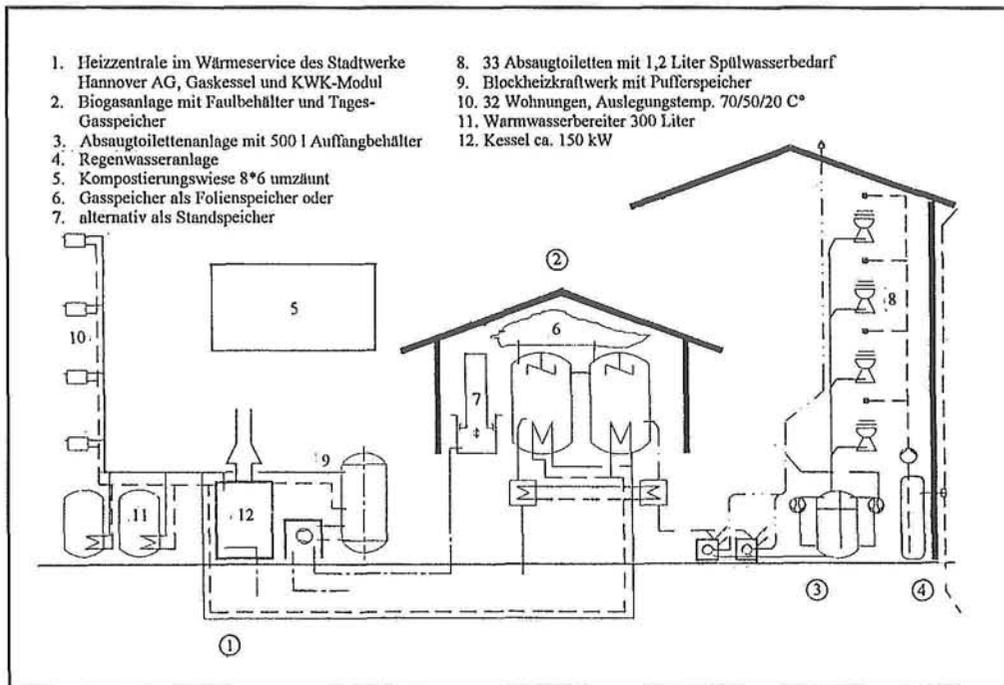


Abb. 27
Vorentwurf der Kreislauf-Abwasser- und Abfallbewirtschaftungsanlage im Versuchspark Hannover-Hägewiesen

Quelle: Universität Hannover, Institut für Wasserwirtschaft; Deutsche BauBeCon AG; Stadtwerke Hannover

ihre Rückführung zum Boden – geschlossen und zusätzlich Heizenergie gewonnen werden kann. In welchem Umfang dadurch die Gewässerbelastung, der Klärschlammanfall und der Kunstdüngerverbrauch nachhaltig reduziert werden können, soll nicht nur errechnet, sondern auch empirisch nachgemessen werden.

In einem bestehenden Wohngebäude mit 32 Wohneinheiten und etwa 100 Einwohnern, das als sozialer Wohnungsbau im Jahr 1962 errichtet wurde, soll im Rahmen der anstehenden Gebäudesanierung und der Erneuerung der Haus- und Sanitärtechnik eine *Vakuum-Toilettenanlage* für alle Wohnungen installiert werden. Durch die wasserarme Spülung mit etwa 1,2 l/Spülgang werden die Fäkalien in konzentrierter Form getrennt vom restlichen Grauwasser gesammelt. Vom Sammel-tank im Keller wird das Fäkalienkonzentrat zu einer Biogasanlage neben dem Gebäude gepumpt (Abb. 27).

Die konzentrierte Sammlung ermöglicht die direkte *Fermentation* unter anaeroben Bedingungen in zwei Stufen. Der feste Bioabfall wird über einen Einwurf der Fermentationsanlage zugeführt. Damit kann zum einen das beim Gärprozess in der Fermentationsanlage gewonnene *Biogas*, gemischt mit Erdgas in einem kleinen Blockheizkraftwerk (BHKW) im Keller des Gebäudes zur Strom- und Wärmeenergiegewinnung genutzt werden. (Die Abwärme des BHKWs dient zur Gebäude- und Warmwasserheizung und zur Beheizung der Fermentationsanlage). Zum anderen wird innerhalb des Gärprozesses Stickstoff und Phosphor abgetrennt, so daß als Endprodukte verschiedene konzentrierte Fraktionen anfallen, die in der Landwirtschaft

zur *gezielten Düngung* für unterschiedliche Wachstumsphasen der Pflanzen eingesetzt werden können.

Die *Hygienisierung* wird durch eine definierte Wärmebehandlung erzielt. Die verbleibenden Feststoffe werden nach der Gärung separiert, auf ein bepflanztes Vererdungsbeet gepumpt und vor Ort kompostiert. Der entstehende Humus kann dann ebenfalls landwirtschaftlich verwertet werden, ohne ein Stickstoff- oder Phosphatproblem im Sickerwasser zu verursachen.

Das *Regenwasser* der Dachflächen wird gesammelt und für die Spülung der Vakuumtoiletten verwendet. Der geringe Spülwasserverbrauch ermöglicht, den Bedarf nahezu vollständig mit Regenwasser zu decken, obwohl die anteilige Dachfläche je BewohnerIn bei den viergeschossigen Bauten vergleichsweise gering ist.

Der neue Ansatz bei diesem Projekt liegt zum einen in der relativ *platzsparenden Kombination* unterschiedlicher Techniken, die auch eine Anwendung in bestehenden Stadtgebieten bei einer umfassenden Erneuerung ermöglichen. Zum anderen werden sowohl *Düngemittel* als auch *Energie* im Prozess gewonnen und wiederverwendet. Und drittens kann die Düngemittelherstellung durch die unterschiedlichen Endprodukte im Fermentationsprozess genau auf die *Bedürfnisse der Landwirtschaft* abgestellt werden.

Projekte dieser Art können natürlich »noch« nicht wirtschaftlich sein. Aber ist das jetzige System wirtschaftlich, wenn der kommerzielle Wert dessen, was zur Zeit durch die zentrale Kanalisation in die Flüsse, Seen und in das Meer gespült wird, allein für die norwegische Landwirtschaft auf 30 Millionen US\$ beziffert

worden ist [Jenssen, Etnier -96]? Das heißt doch, daß es sich auch ökonomisch lohnen würde, die Schließung des Lebensmittelkreislaufs wieder zu erreichen.

Empfehlungen

Im Siedlungsneubau und bei der umfassenden Sanierung bestehender Wohngebiete sollten alle Möglichkeiten der *Einsparung von Trinkwasser* durch wassersparende Armaturen, Toiletten und den Einbau von Wohnungswasserzählern genutzt werden. Dies ist entweder ohne zusätzliche Kosten oder mit geringen Mehrkosten verbunden, die sich innerhalb von wenigen Monaten amortisieren.

Das Konzept der *dezentralen Regenwasserbewirtschaftung*, welches davon ausgeht, daß Abflußwerte, wie sie vor einer Bebauung bestanden haben, hergestellt oder wiederhergestellt werden, macht es notwendig, Regenwasser zu sammeln und, wo möglich, zwischenzunutzen, zu versickern und/oder zurückzuhalten, das heißt, dem Vorfluter verlangsamt zuzuführen. Dabei sind sowohl BauingenieurInnen wie StadtplanerInnen, ArchitektInnen, FreiraumplanerInnen und KünstlerInnen gefordert, ihr Fachwissen mit dem der anderen Disziplinen zu verbinden, um für das Regenwasser einen neuen Erlebnis- und Gebrauchswert zu schaffen. Die Investitionskosten müssen nicht, können aber höher liegen als bei der herkömmlichen Abführung des Regenwassers in die Kanalisation. Die laufenden Kosten sollten auf alle Fälle niedriger sein, so daß die Wartung und Pflege der Anlagen davon bezahlt werden können.

Die *Abkoppelung versiegelter Flächen* von der konventionellen Kanalisation sollte in den kommunalen Abwassersatzungen finanziell belohnt werden. Der Erhalt und die Wiederoffenlegung von *alten Gräben und kleinen Bachläufen* kann neben dem kulturellen und ästhetischen Wert auch der Regenwasserrückhaltung dienen und sollte gleichermaßen berücksichtigt werden.

Konventionelle Methoden der Abwasserklärung sind zwar darauf ausgerichtet, das Wasser sauber zu halten, nicht aber darauf, die darin enthaltenen Rohstoffe, wie Stickstoff und Phosphor, zur Wiederverwendung herauszufiltern. Wenn der entstehende Klärschlamm auch noch verbrannt werden muß, entsteht neben dem Bau und Betrieb der Kläranlagen eine weitere Quelle für Luftverschmutzung. Deshalb ist die Trennung und Wiederaufbereitung der Rohstoffe am Ort des Entstehens, durch die entsprechenden dezentralen Technologien, von großem Wert. Sie sparen darüber hinaus kostbares Trinkwasser ein und reduzieren den Energie-

verbrauch, das heißt, sie tragen erheblich zum Gewässer- und Klimaschutz bei.

Dort, wo die Nutzer dazu bereit sind, sollten Konzepte zur *Regen- und Grauwassernutzung* (Waschmaschine, WC-Spülung, Gartenbewässerung) in Kombination mit einer *dezentralen Wasserklärung* über bewachsene Bodenfilter, Klärteiche und Bäche in integrierte Wasserkonzepte mit einbezogen werden.

Dies kann – je nach Komplexität – zu geringen bis erheblichen Mehrkosten führen. Wenn man allerdings die Verschwendung von Ressourcen in heutigen Klärsystemen miteinbezieht, relativieren sich auch die umfangreichsten Experimente sehr schnell zugunsten der zukunftsfähigen Kreislaufauflösung.

Über die hier vorgestellten Konzepte hinaus besteht ein dringender Handlungsbedarf im Bereich »bioregionale Wasser-Entwicklungskonzepte«, um das Thema Wasser sowohl in der räumlichen wie in der qualitativen Dimension als einen zusammenhängenden Komplex behandeln zu können. Dazu müssen interdisziplinäre Expertenteams gebildet werden. Ihre Aufgabe wäre es, Alternativen zu den notwendigen oder bereits geplanten Investitionen in neue Kanäle und größere Kläranlagen, in das marode Kanalnetz oder den Bau von neuen Regenrückhaltebecken zu erstellen und eine – für die jeweilige Region und den einzelnen Standort – geeignete Kombination von Maßnahmen zu entwickeln.

Quellen

- ATV (Arbeitstechnische Vereinigung): *Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von kleinen Kläranlagen mit aerober biologischer Reinigungsstufe für Anschlußwerte zwischen 50 und 500 Einwohnerwerten*, Arbeitsblatt a 122, ATV-Regelwert Abwasser-Abfall, St. Augustin, 1991
- Bahlo, Klaus und Gerd Wach: *Naturnahe Abwasserreinigung*, Ökobuch Verlag, Staufen im Breisgau, 1992
- Bahlo, Klaus und Gerd Wach: *Ökologisches Bauen in Hamburg Allermöhe, Projektbegleitende Untersuchung zum Teilbereich Komposttoiletten (Clivus Multrum) und Grauwasserreinigung in einer Pflanzenkläranlage, 1987-93*, im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung Bauwesen und Städtebau, Experimenteller Wohnungs- und Städtebau, Bonn, März 1994
- Blencke, Angelika: »Fallbeispiel Sanierung Mehrfamilienhäuser Rehbockstraße, Sanierungsgebiet Nordstadt, Hannover«, in Declan Kennedy und Margrit Kennedy (Hrsg.): *Zukunftsweisender ökologischer Siedlungsbau, Band 2 Erneuerungsprojekte*. Europäi-

- sche Akademie für Städtische Umwelt, EA.U.E., Berlin, 1996
- Brandl, Freya: »Stadterneuerung im 7. Bezirk in Wien«, in Declan Kennedy und Margrit Kennedy (Hrsg.): *Zukunftsweisender ökologischer Siedlungsbau, Band 3, Stadtteilprojekte*. Europäische Akademie für Städtische Umwelt, EA.U.E., Berlin, 1996
- Daniels, Klaus: *Technologie des ökologischen Bauens*, Birkhäuser Verlag, Berlin, 1995
- Dreiseitl, Herbert: »Ökologische Stadtentwässerung als neue sichtbare Qualität urbaner Räume«, in *Kunst-Technik-Ökologie*, Einführungsreader zum Kolloquium der Arbeitsgruppe empirische Planungsforschung (AEP) Gesamtschule Kassel, 1995
- Fachgebiet Hygiene, Technische Universität Berlin: *Betriebswassernutzung in Gebäuden*, Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.), Berlin, 1995
- Forster, M. im »Interview mit Sibylle Tamin«, *Frankfurt Allgemeine Magazin*, Frankfurt am Main, 25. Mai 1995
- Geiger, W. & H. Dreiseitl: *Neue Wege für das Regenwasser, Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten*, R. Oldenbourg Verlag, München, 1995
- Gleichmann, P. R.: »Städte reinigen und geruchlos machen – menschliche Körperentleerungen, ihre Geräte und ihre Verhäuslichung«, in *Ästhetik und Umwelt*, Tübingen, 1980
- Hahn, Brigitte: *Umweltverträgliche Abwassermeidungs- und -entsorgungskonzepte in ländlichen Regionen*, Österreichisches Institut für Raumplanung, Wien, 1993
- Herrmann, Thilo: *Vorentwurf für eine Kreislauf-Abwasser- und Abfallbewirtschaftungsanlage im Versuchspark Hannover-Hägewiesen*, unveröffentlichte Planungsunterlagen, Institut für Wasserwirtschaft, Universität Hannover, 1994
- Ipsen, Detlev: »Die Zivilgesellschaft und das Wasser«, Auszüge aus einem unveröffentlichten Artikel in *Kunst-Technik-Ökologie*. Einführungsreader zum Kolloquium der Arbeitsgruppe empirische Planungsforschung (AEP) an der Gesamthochschule Kassel, 10. 11. – 1. 12. 95
- Jenssen, Petter D. & Carl Etnier: »Ecological Engineering for Wastewater and Organic Waste Treatment in Urban Areas: An Overview«, unpublished paper prepared for the EA.U.E Conference *Water Saving Strategies in Urban Renewal*, Wien, 1996
- Kennedy, Margrit, Doris Haas & Friedrich Gnad: »Zukunftsweisender Ökologischer Siedlungsbau in Europa – ein Erfahrungsbericht« in P. Dehne/R. Schäfer (Hrsg.): *Erfolgreiche Vorgehensweisen zur Stadtsanierung und Dorferneuerung unter dem Aspekt der Verkehrsberuhigung*, WEKA-Fachverlage, Kissing, 1995, Teil 8/5.3
- Klatt, R., K. Bahlo & B. Ebeling: *Antrag auf Genehmigung von Bau und Betrieb einer Kläranlage zur Grauwasserreinigung, (§58 LWG)*, Ökologische Baugruppe Waldquelle GbR, Berner Straße 11, 33649 Bielefeld, 1994
- Kocsis, Gabriela: *Wasser nutzen, verbrauchen oder verschwenden. Neue Wege zu einem schonenden und sparsamen Umgang mit Wasser und einer naturnahen Abwasserreinigung* (2. Aufl.) Stiftung Ökologische Konzepte, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, 1990
- Lorenz-Ladener, C. (Hrsg.): *Komposttoiletten – Wege zur sinnvollen Fäkalienentsorgung*, Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 1992
- Mönninghof, Hans (Hrsg.): *Ökotechnik – Wasserversorgung im Haus*, Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 1990
- Neumann, Leveke: »Weltwassertag im Zeichen wachsenden Mangels«, *Rheinische Post*, 21. März 1996
- Niklas, J. Emile: *Naturnahe Verfahren und Techniken zur Gewässersanierung*, Kurs 1, unveröffentlichtes Manuskript, Oekotec, Belgig, 1995
- Öko-Test Redaktion: »Haustechnik-Regenwasseranlagen«, in *Öko-Test*, Nr.5, Frankfurt/M., 1994, S. 68-74
- Reuß, J. v.: »Der Sonnenhof« in Lucius Burckhardt, Heidrun Hubenthal, et al: *Leberecht Migge – 1881-1935*, Worpssweder Verlag, Worpsswede, 1981
- Schuster, Gerd: »Endstation Hunger«, in *Natur*, Nr. 3, München, März 1982
- Schwenk, Theodor: *Das sensible Chaos*, Stuttgart 1980
- Stern Redaktion: »Tod aus dem Wasserhahn«, *Stern*, Nr. 20, Hamburg, 1993, S. 226
- Stimmann, Hans: »Canalisationsfragen« in *Bauwelt Heft 36*, Berlin 1985, S. 252-1428 – 253-1429
- Thomas, Peter und Jochen Zeisel: *Grauwasser-Recycling*, Berlin 1991
- Todd, John: »Ecological engineering, living machines, and the visionary landscape«, in *Ecological Engineering for Wastewater Treatment*, Proceedings of the International Conference, Stensund Folk College, Sweden, March 24–28, 1991, S. 335-343
- Wilkens, Andreas, Michael Jacobi & Wolfram Schwenk: *Wasser verstehen lernen, die Erhaltung der Lebensgrundlage Wasser erfordert ein neues Bewußtsein, Sensibles Wasser*, Sonderheft, Institut für Strömungswissenschaften, Herrischried, 1995
- Zentralverband Sanitär Heizung Klima: *Merkblatt Regenwassernutzungsanlagen – Planung, Bern: Betrieb, Wartung*, St. Augustin, 1993
- Zentrum für Energie, Wasser- und Umwelttechnik der Handwerkskammer: *Praxisratgeber Regenwassernutzung*, Hamburg, 1990

Produkthersteller

- »Clivus-Multrum« Lindström Systeme, Elsdorf bei Hamburg
- »Gustafsberg«- Wassersparsystem-Toilette, Produktinformation der Fa. Gustafsberg in Gustafsberg bei Stockholm

- »Terra-Nova« Komposttoilette, Berger-Biotechnik, Hamburg, 1996
- Vakuum-Toilette, Fa. Triton-Belco, Hamburg, 1996
- »Naturum« Trenntoilette, Oy, Finnland, 1997

Schwerpunkte der Entwicklung

Vom ökologischen Experiment zum (Um-)Baustandard

Declan Kennedy & Margrit Kennedy

Die *Ausgangsfragestellung* und Zielsetzung unserer Untersuchung war, herauszufinden, welche praktischen Erfahrungen sowohl im Entstehungsprozeß als auch in der baulichen Realisierung ökologischer Siedlungen und Stadterneuerungsprojekte mittleren und größeren Maßstabs gemacht worden sind und ob daraus allgemeine Empfehlungen für die weitere Umsetzung solcher Projekte abgeleitet werden können. In den vorangegangenen Kapiteln haben wir das, was zu einzelnen wichtigen Themen zu sagen ist, dargestellt. In diesem letzten Kapitel wollen wir noch einmal den ökologischen Siedlungs(um)bau im Zusammenhang betrachten und Entwicklungslinien aufzeigen, die das ökologische Bauen seit Anfang der 70er Jahre charakterisieren:

- die Optimierung des Gesamtertrags
- die Steigerung der Effizienz und der Genügsamkeit
- die Überwindung der Gegensätze Natur und Technik
- höhere Qualität zu niedrigen Kosten
- Erneuerung statt Neubau

Die Optimierung des Gesamtertrags

Mit dem Begriff »ökologische Siedlung« verbindet sich eine vielschichtige Praxis, die von der qualitativen Verbesserung der Freiräume über die Verringerung des Verkehrs, neue soziale Beziehungen und Organisationsformen, Energie- und Wassersparmaßnahmen bis hin zu baubiologischen Kriterien, der Recyclingfähigkeit der Baumaterialien, ästhetischen Ansprüchen und neuen Kosten-Nutzen-Rechnungen reicht. Wesentlich ist jedoch, daß statt einer Maximierung von Einzelträgen die *Optimierung des Gesamtertrags* und eine neue Wohn- und Lebensqualität angestrebt und in unterschiedlichem Maß auch erreicht wird.

Alle Projekte, die wir untersucht haben, unterscheiden sich in ihren Zielsetzungen, Ansätzen und jeweiligen Rahmenbedingungen, unter denen sie entstanden sind, deutlich voneinander. Aber gemeinsam zeigen sie: Wo ein Wille ist, gibt es auch einen Weg, der zur Verwirklichung ökologischer Siedlungs- und Stadterneuerungskonzepte führt. Ziel der Arbeit war, durch den Vergleich verschiedener Lösungen Entscheidungsträgern, Bauträgern, Bau- und Umbauwilligen, Planern

und Architekten, die ökologisch bauen wollen, aufzuzeigen, was möglich und wesentlich ist.

Die Studie kommt zu den folgenden *Ergebnissen*, daß

- gerade die Planung größerer Siedlungen ökologische Maßnahmen möglich macht, die weit über die Maßnahmen am Einzelhaus hinausgehen,
- viele traditionelle architektonische und städtebauliche Grundprinzipien, wie zum Beispiel das regionale Bauen, aus ökologischer Sicht positiv zu bewerten sind und meist einfach berücksichtigt werden können,
- ökologischer Siedlungsneubau und Stadterneuerungsprojekte das Bauen nicht verteuern müssen, sondern daß sie häufig gerade die kostengünstigsten Lösungen aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Sicht darstellen,
- die Planungsprozesse von Anfang bis Ende aber noch immer wesentlich aufwendiger sind und dies zumeist nicht entsprechend honoriert wird,
- die öffentliche Hand bei großen Projekten eine entscheidende Rolle spielt,
- ganzheitliche Ansätze meist erfolgreicher sind im Vergleich zu Projekten mit einseitiger Optimierung von ökologischen Einzelzielen,
- sowohl mit einem moderaten Einsatz neuer Technologien wie auch mit neuen Techniken gute Ergebnisse erzielt werden, wenn der Planungsprozeß entsprechend gestaltet wird,
- Engagement, Mut und Beharrlichkeit aller Akteure ebenso notwendig sind wie ein sorgfältig ausgearbeitetes und klares Konzept,
- die erfolgreiche Realisierung auch eine soziale Kunst ist,
- Mitwirkungsangebote an die Bewohner in einem klar definierten Umfang wünschenswert sind,
- ein internationaler Erfahrungsaustausch ein wesentliches Hilfsmittel zur erfolgreichen Bewältigung von Schwierigkeiten in der Realisierungsphase sein kann.

Aus diesen praktischen Erfahrungen lassen sich zusammen mit den Erfahrungen aus anderen realisierten Modellen konkrete Empfehlungen für Schwerpunkte bei der Planung und Realisierung künftiger ökologischer Siedlungsbauprojekte ableiten, obwohl auch deutlich ist, daß es heute kaum einen anderen Bereich des Bauens gibt, der sich so schnell verändert wie das »ökologische Bauen«. Fast täglich werden neue Techniken und Wege gefunden, die Energie, Wasser oder Material sparen helfen. Natürlich kann ein Buch wie dieses immer nur den Wissensstand eines bestimmten

Zeitpunkts wiedergeben. Doch lassen sich auch aus der kurzen Geschichte des »bewußten« ökologischen Bauens von ca. 20 Jahren bestimmte Tendenzen für die zukünftige Entwicklung erkennen.

Die Steigerung der Effizienz und der Genügsamkeit

Unsere Vorfahren bauten weitgehend ökologisch, weil sie keine andere Wahl hatten. Die Gebäude spiegeln das, was es an Baumaterialien in der Umgebung gab und was nach der Nutzung problemlos wieder in den Naturkreislauf zurückkehrte. Die Ver- und Entsorgungsstrukturen waren überschaubar und für den Einzelnen nachvollziehbar organisiert. Dies sind zwei Gründe, warum die Traditionen des regionalen Bauens für zeitgemäße ökologische Lösungen zum Teil wichtige Hinweise liefern können.

Erst die zunehmende Industrialisierung ermöglichte die Schaffung von chemisch-synthetischen Baustoffen und Konstruktionsmethoden, die zwar Vorteile in bezug auf Haltbarkeit und Ökonomie hatten, aber überwiegend nicht mehr so problemlos in den Naturkreislauf zu integrieren waren.

Mit dem Ausbau der Städte und des Transportwesens entwickelten sich große lineare und zentrale Ver- und Entsorgungssysteme, die eine wachsende Distanz zwischen Produzent und Konsument, zwischen Ursache und Folgen herstellte. Mit dem Ausbau beispielsweise des Trinkwassernetzes und vor allem der Kanalisation, schwindet nicht nur die Gefahr von Seuchen und die Quelle quälender Geruchsbelästigungen, sondern es schwindet auch das Bewußtsein für das Lebensmittel Wasser und für die Folgen des eigenen Umgangs mit diesem Element. Ähnlich ist es mit der Lebensmittel- und Energieversorgung, der Abfall- und Abwasserentsorgung.

Die vitalen Prozesse des Lebens in der Stadt wurden im Verlauf einer relativ kurzen Zeit von wenigen Jahrzehnten im 19. Jahrhundert vollkommen unsichtbar und der Kontrolle und zivilen Kompetenz des Einzelnen entzogen. Behörden und Versorgungsunternehmen bestimmen, besorgen und kontrollieren seitdem, wer wieviel zu welchem Preis bekommt. Der Soziologe Detlef Ipsen kommt zu der Schlußfolgerung, daß »... sowohl die Entbindung aus der Verantwortung für die

alltägliche Versorgung und Entsorgung als auch die »Freisetzung« von Wahrnehmungen des Vitalprozesses und seiner Artefakte, die ja auch keineswegs immer als angenehm empfunden wurden, Konsequenzen für die Sichtweise auf die Probleme der Stadt haben dürften. »Spontanes« Wissen um natürliche und technische Zusammenhänge des städtischen Lebens gehen verloren, neue können nicht mehr entstehen. Zugleich fächert sich die Zuständigkeit und damit die Beziehung zu den stofflichen Elementen mehr und mehr auf und führt sogar auf der Ebene der Experten zu einer Verengung der Sichtweisen und einem Verlust an Zusammenhagswissen« [Ipsen-95, 14].

Ergebnisse dieses Verlustes an Zusammenhangwissen sind wachsende Abfall- und Abwassermengen, explodierende Entsorgungskosten, wie sie aus Abbildung 1 ersichtlich sind und nicht zuletzt zunehmende Probleme, geeignete Standorte für Anlagen der Entsorgungs- und Abfallwirtschaft zu finden. Dies sind nur einige der Symptome einer grundlegenden Krise der Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft, die wir fast selbstverständlich als Schattenseiten unseres Wohlstands hinzunehmen bereit sind (Abb. 1).

Das, was im Rahmen des industriellen Fortschritts angeboten wurde, war ja auch zuerst einmal mit atemberaubenden Komfortsteigerungen verbunden. So verfügt heute jeder Durchschnittsbürger in den hochindustrialisierten Ländern der Welt, wenn man zum Beispiel die technische Ausstattung seiner Wohnung, seine Mobilität oder seine Auswahl an Nahrung vergleicht, über mehr Nutzungskomfort als ein König oder Kaiser vor wenigen hundert Jahren, und ein Ende dieser Entwicklung ist noch nicht abzusehen. Die zentrale Frage ist jedoch, können wir diesen Lebensstandard halten und gleichzeitig die damit verbundenen Probleme wie Ressourcenverschleiß und Naturzerstörung

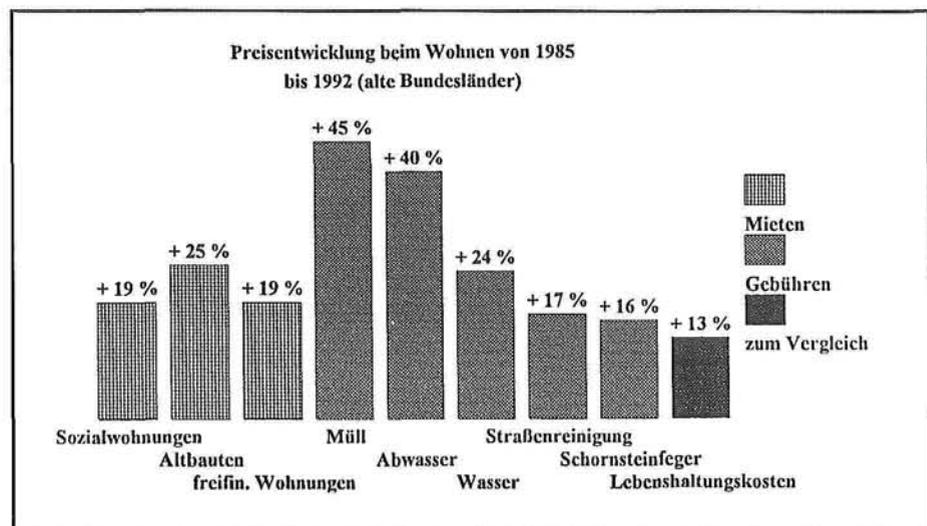


Abb. 1 Preisentwicklung beim Wohnen
Quelle: Großmann-96 nach Globus-96

lösen oder müssen wir, um diese Probleme zu lösen, gleichzeitig mit kräftigen Einschnitten in unseren Wohlstand rechnen?

Auf diese unbequemen Fragen versuchen in letzter Zeit Wissenschaftler verschiedener Disziplinen eine Antwort zu geben. Ernst Ulrich von Weizsäcker rechnet mit einem Faktor 4 [Weizsäcker-93], das bedeutet eine Reduktion auf ein Viertel des heutigen Verbrauchs, wenn wir effizienter mit den uns zur Verfügung stehenden Ressourcen haushalten und bereit sind, unsere Produktionsprozesse und Konsumgewohnheiten zu ändern.

Noch weit mehr, nämlich um den Faktor 10, meint Friedrich Schmidt-Bleek (ebenfalls vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie) die Stoffströme der reichen Länder verringern zu können. Vor allem dadurch, daß wir – statt »nur« die Produkte selbst effizienter herzustellen – die Dienstleistung definieren, die sie erbringen sollen, und dann die verschiedenen Lösungen mit allen dafür nötigen Stoffströmen samt »ökologischen Rucksäcken« miteinander vergleichen. Dies verlangt ein neues Denken. Am Beispiel eines Eisschranks, der in die Küche eingebaut wird und 100 Jahre hält, statt alle 10 Jahre ausgetauscht zu werden, zeigt er, wie die Ressourceneffektivität um den Faktor 7 gesteigert werden kann. Das Denken in Dienstleistungen kann man aber noch wesentlich deutlicher »entmaterialisieren«, wenn man ohne Bauen auskommt. Würde man zum Beispiel den Bau eines neuen Krankenhauses durch ambulante Pflegedienste ersetzen, wäre vielleicht ein Faktor 1000 zu erreichen und viele andere soziale Gunstwirkungen gleichzeitig zu erzielen: z. B. die Schaffung neuer Arbeitsplätze, das Verbleiben der PatientInnen in ihrer gewohnten Umgebung und eine Kostensenkung für die Patienten. Die technisch machbare Ressourcenproduktivität müßte in Schmidt-Bleeks Konzept natürlich auch durch eine »mehr und mehr selbstverständliche Genügsamkeit der Menschen im Umgang mit materiellen Dingen« ergänzt werden [Schmidt-Bleek-94, 171].

Mit einer Materialintensität von 20 t/Person/Jahr, allein in der Bundesrepublik¹, würde der Bausektor zu einem der bevorzugten Anwendungsgebiete solcher neuen Verfahren, Techniken und Verhaltensweisen gehören.

Die Überwindung der Gegensätze Natur und Technik

Nach der Veröffentlichung des »Club of Rome« Berichts über »Die Grenzen des Wachstums« im Jahr 1972 und dem ersten Ölschock 1973 begann in vielen hochindustrialisierten Ländern ein *Umdenken* auch in bezug auf das Bauen. Das Jahrzehnt von 1975 bis 1985 könnte man als die »Pionierphase des ökologischen Bauens«, das Jahrzehnt von 1985 bis 1995 als die »Erprobungsphase des ökologischen Bauens« bezeichnen. Seit 1995 etwa befinden wir uns nun europaweit in den Anfängen der »Anwendungsphase«. Alle drei Phasen – die auch in unterschiedlichem Umfang weiterhin nebeneinander existieren – hatten oder haben ihre eigenen Probleme und Möglichkeiten.

Die *Pionierphase* war gekennzeichnet durch ein hohes Maß an *Gegensatz* zu dem, was die industrielle Wachstumsepoche nach dem zweiten Weltkrieg auszeichnete, die in den Betonburgen der 60er, 70er und 80er Jahre ihren Höhepunkt an Naturferne und Ressourcenverschleiß erreicht hatte. Diese Pionierphase war in vieler Hinsicht zuerst einmal technikfeindlich.

»Zurück zur Natur«, zu kleinen vernetzten autonomen und dezentralen Systemen, hieß die Parole des ökologischen Bauens. Bengt Warne baute sein vielbeachtetes »Naturhaus« in der Nähe von Stockholm, eine Inspiration für alle, die kamen, um es anzusehen, von Armory und Hunter Lovins bis zu Martin Küenzlen und der Gruppe Ökotop, den in Amerika und Deutschland führenden Vordenkern. Rudolf Doernach postulierte die »Biodiversität« statt der »Universität«. In Österreich publizierten Bernd Lötsch und Konrad Lorenz ein Manifest zur »Wiederherstellung halbwilder Zustände«, die die sterilen Kinderspielplätze ablösen sollten und das an einigen Stellen, wie unser Beispiel Puchenau zeigt, auch getan haben.

In Australien veröffentlichten David Holmgren und Bill Mollison ihre Bücher »Permakultur 1+2«, die über Nacht zu Bestsellern wurden und zahlreiche Permakulturprojekte von Hobart in Tasmanien bis Crystal Waters in Queensland zur Folge hatten, aber auch die Ökologiebewegung in Nord- und Südamerika, Afrika und Asien, Europa, besonders in den Staaten des Ostblocks (nach der Wende), und nicht zuletzt unser eigenes Projekt in Steyerberg (Niedersachsen) befruchteten [Kennedy-82, -88].

In Nordamerika arbeiteten das »Rocky Mountain Institute« und die »New Alchemists« an Modellen für eine nachhaltige Lebens- und Arbeitsweise, ähnlich wie das »Centre for Alternative Technology« in Wales und das »Ökozentrum Langenbruck« in der Schweiz.

Diese erste Phase war einerseits gekennzeichnet durch unendlich schwierige Planungs-, Genehmigungs-

¹ Dies schließt die »ökologischen Rucksäcke«, das sind die Materialien, die zur Herstellung von Stahl, Glas, Beton usw. notwendig sind, mit ein.

und Bauprozesse, andererseits durch eine große Begeisterung und Aufbruchstimmung unter den Anhängern alternativer Lebensformen, aber auch durch ein abgrundtiefes Mißtrauen der etablierten politischen und wirtschaftlichen Mächte und der etablierten Wissenschaften ihnen gegenüber.

Das erste internationale Stadtökologie-Symposium in Europa fand im Rahmen der IBA (Internationalen Bauausstellung) in West-Berlin 1980 statt [Kennedy-84]. Hier trafen sich alle, die zu diesem Zeitpunkt erste Erfahrungen und Anstöße gegeben hatten, darunter Frederic Vester, Friedensreich Hundertwasser, Per Krusche, Julia Bargholz und Frei Otto. Vom Hauptverband der Deutschen Bauindustrie wurde dieses Symposium mit einem einspaltigen Artikel gewürdigt, der die Überschrift trug: »Zurück zur Steinzeit«. Bereits 1995, nur 15 Jahre später jedoch, gab es eine Wanderausstellung über »ökologisches Bauen« vom Hauptverband der deutschen Betonindustrie.

Nachdem die Pioniere, die die ersten ökologischen Häuser und kleinen Siedlungen bauten, an jedem Punkt

zu überprüfen hatten, ob die herkömmlichen Lösungen von Ver- und Entsorgungssystemen die vom Ressourcenverbrauch her optimalen Lösungen waren und häufig genug bewiesen, daß es weniger aufwendige gibt, mußten sie darüberhinaus die zusätzlich erwachsenden Anforderungen an die Planung erfüllen und neue Technologien entwickeln. Dies gelang ihnen – wie zu erwarten war – zuerst nur zum Teil und erzeugte einige Fehlplanungen, die den Gegnern von Veränderungen reichlich Munition für Kritik und Ablehnung lieferten (Abb. 2).

Dachte man in der Pionierphase noch in krassen Gegensätzen: hier die herkömmlichen großen zentralen Ver- und Entsorgungssysteme – dort die ökologischen, das heißt kleinen dezentralen Ver- und Entsorgungssysteme, so stellte sich in der »Erprobungsphase des ökologischen Bauens«, etwa zwischen 1985 und 1995, heraus, daß es um wesentlich differenziertere Planungsansätze geht.

Da es unmöglich war und ist, die bestehenden großen zentralen Systeme in der zur Verfügung stehenden Zeit durch dezentrale Systeme abzulösen, ging es nun um Ergänzung, um Nebeneinander sowie Kombinationsmöglichkeiten und Verbundsysteme. Die Erprobungsphase 1985-1995 zeichnete sich deshalb im Gegensatz zur Pionierphase durch eine schrittweise Annäherung von zentral und dezentral und die Integration von Low-Tech und High-Tech, von Natur und Technik aus.

Auch hatte es sich inzwischen herausgestellt, daß dezentrale Systeme, allein auf das *Einzelhaus* bezogen, teuer und nur schwer umsetzbar waren. Statt den großen zentralen Systemen kleinste dezentrale Systeme gegenüberzustellen, wurden deshalb mittlere Lösungen gesucht und zunehmend auf ganze Siedlungen bezogen, das heißt, man kann hier eher von »mittelgroßen« Ver- und Entsorgungssystemen sprechen beziehungsweise der Begriff »dezentral« hatte sich auf eine neue Größenordnung ausgedehnt. Zu diesen mittelgroßen, dezentralen Systemen gehören sowohl die verschiedenen naturnahen Klärverfahren, die das Abwasser einer ökologischen Siedlung zusammenführen, Wertstoffe nutzen und das Wasser reinigen, bevor es in den Wasserkreislauf zurück gegeben wird, wie auch Blockheizkraftwerke oder große solare Warmwasserspeicher, die ein ganzes Wohngebiet mit Wärme versorgen.

Die *geschlossenen Kreisläufe* (Abb. 4), die sich in den 80er Jahren noch so relativ einfach im Gegensatz zu den *linearen Systemen* (Abb. 3) darstellen ließen, waren nun um vieles komplexer geworden und bedienten sich technischer Symbole ebenso selbstverständlich wie sie einen optimalen *Mix von Fremd- und Eigenleistungen* akzeptierten.

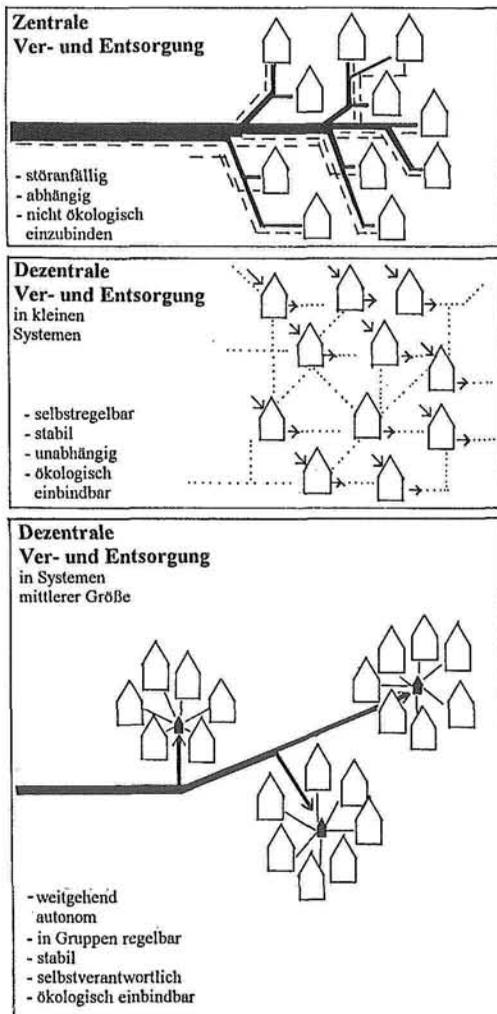


Abb. 2 Ver- und Entsorgung über große zentrale, kleine und mittelgroße dezentrale Systeme

Quellen: Krusche-82, 23; Kennedy, 1996

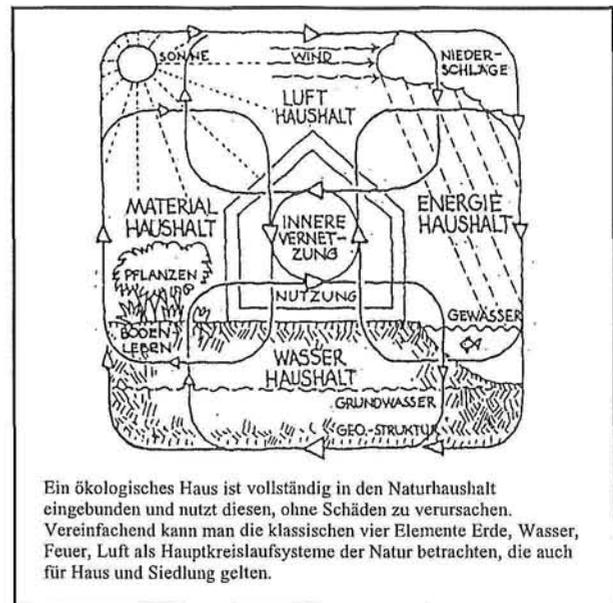
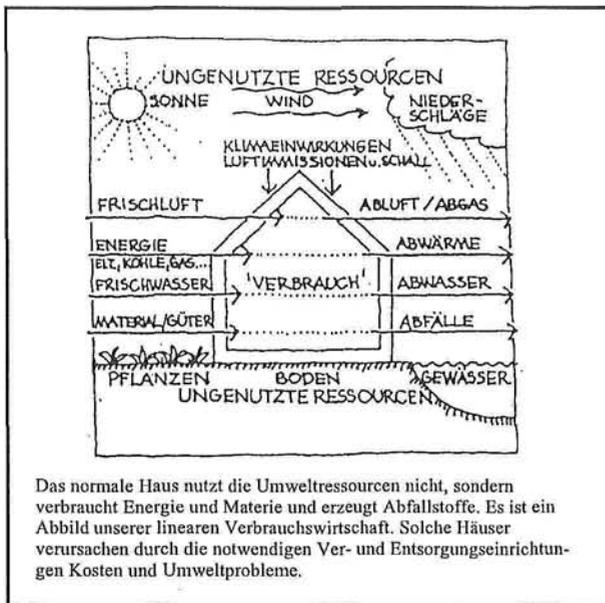


Abb. 3 und 4 Lineare und vernetzte Systeme

Quelle: Krusche-82, 20

Seit der Mitte der 90er Jahre kann man nun von der »Anwendungsphase« des ökologischen Bauens sprechen. Viele grundsätzliche Probleme sind technisch und organisatorisch gelöst, gesetzlich neu geregelt und ohne allzu große Mehrkosten zu lösen. Dazu gehören die bessere Wärmedämmung von Gebäuden, die Regenwasserversickerung, Wasserspartoiletten und -armaturen, Begrünungsmaßnahmen, Verkehrsberuhigungsmaßnahmen, Abfalltrennung und -vermeidung und in einem gewissen Umfang die Verwendung schadstofffreier Baustoffe.² Es gibt fast nichts mehr, was ohne die Silbe »öko« oder »bio« zu vermarkten ist, ob es Waschpulver, Autos oder Häuser sind. Und wie immer, wenn eine Bewegung an Breite gewinnt, verliert sie auch an Kontur. Die Frage, was heute »ökologisches Bauen« ist, würde sicher von verschiedenen Fachleuten derselben Disziplin sehr unterschiedlich beantwortet. So sind die Schwerpunkte verschiedener ArchitektInnen im Bereich des ökologischen Bauens oft durch scharfe Grenzlinien getrennt. AnhängerInnen des »kosten- und flächensparenden« Bauens können die heftigsten KritikerInnen der »grünen Solararchitektur« sein, und Fachleute des »recyclinggerechten Bauens« sind nicht notwendigerweise mit den Gesichtspunkten der »Baubiologie« konform (Abb. 5).

Während sich die »grüne Solararchitektur« längst einen festen Platz im Bereich der Verwaltungsgebäude – vor allem der Bankgebäude – gehobener Qualität

² Niedrigenergie-Häuser mit herkömmlichen Baustoffen zu bauen kann den Lüftungsbedarf bei einer weitgehend dichten Hülle nur soviel vergrößern, daß die Energieeinsparungen durch die Verringerung der Transmissionswärmeverluste wieder ausgeglichen werden [s. Kap. IV. 2].

erobert hat und hier die Integration von Natur und Technik feiert (Fosters Commerzbankgebäude in Frankfurt ist nur der vorläufig letzte Höhepunkt), wird das »kosten- und flächensparende Bauen« noch lange immer sparsamere Lösungen im Sektor Wohnungsbau erstellen müssen. Architektur ist nun einmal ein perfekter Spiegel der Geld- und Machtverhältnisse einer Zeit [Kennedy-91].

Daß wir uns in diesem Buch der Baustoffwahl und Konstruktion aus drei verschiedenen Richtungen genähert haben,

- der Reduzierung des Ressourcenverbrauchs,
- der Recyclinggerechtigkeit
- und der Wohngesundheits,

diese drei aber nicht miteinander vergleichen können, hat seinen guten Grund: Die Integration dieser drei Bereiche ist das neue Feld der Pioniere. Hier muß auch in Verbindung mit den Themen Energieeinsparung und Lüftung noch viel an Forschung und Erprobung geleistet werden.

Parallel zur Anwendungsphase laufen also die Pionier- und die Erprobungsphase weiter.

Konnte man bis zur Mitte der 90er Jahre zufrieden sein, wenn man einen optimalen Mix von Fremd- und Eigenver- und -entsorgung mit Wasser, Energie und den notwendigen Materialien erreicht hatte, so wird heute das Ziel der Innovation noch höher gesteckt: Null-Energie-Häuser werden bald »mega-out« sein. Was wir erreichen wollen, sind Häuser, die mehr Energie produzieren, als sie verbrauchen, statt Wasserspartechniken geschlossene Wasser-Kreisläufe oder, wenn das

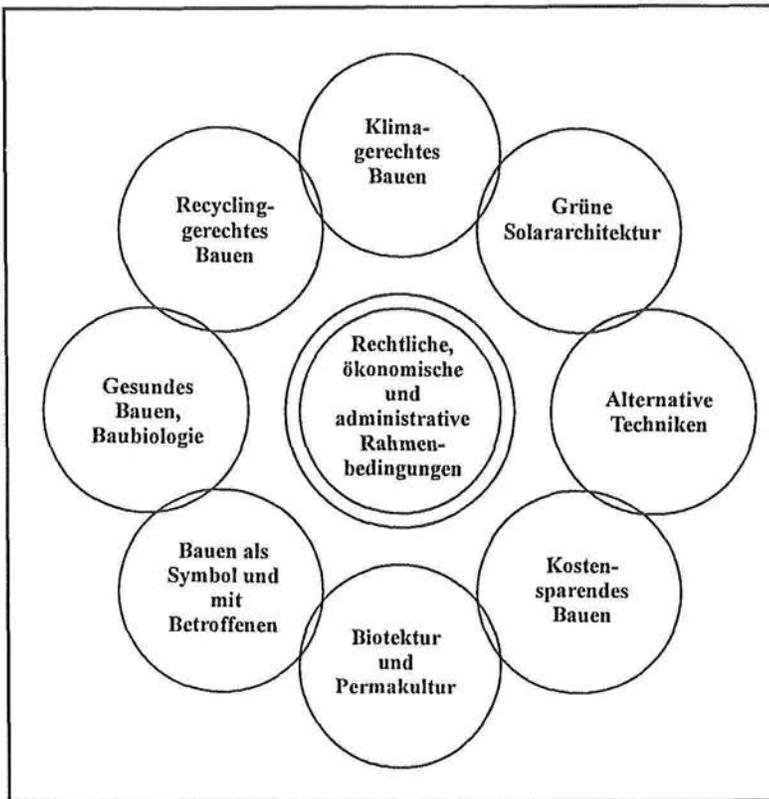


Abb. 5 Hauptrichtungen im ökologischen Bauen
Quelle: Kennedy, 1996

nicht geht, das abwasserfreie, Kompost und »Nutzwasser« produzierende Haus sowie Grünflächen, die ohne großen Aufwand frische Lebensmittel produzieren – und damit zu essbaren Parks werden. Abbildung 6 verdeutlicht, daß es nicht in erster Linie um Autonomie geht, sondern um ein nachhaltiges Wirtschaften, in dem Produktion und Konsum mit der Tragfähigkeit des Landes im Einklang stehen.

Höhere Qualität zu niedrigeren Kosten

In den fortgeschrittensten Projekten, die wir gefunden haben, wird das Ziel, die Fremdleistungen auf das absolute Minimum zu beschränken, heute schon soweit erreicht, daß die Kreisläufe, wie in der ursprünglichen Vision von Per Krusche (Abb. 4) dargestellt, geschlossen sind. Wenn dieses Ziel auch noch zu einer Verringerung der Investitions- und laufenden Kosten führt, wie z. B. in den Projekten Bielefeld-Waldquelle und Hamm-Heesen, so können diese Projekte als neue Meilensteine der ökologischen Pionier- und Erprobungsphase angesehen werden.

Darüber hinaus wird deutlich, daß es nicht nur um neue technische Lösungen, sondern um ein ganzheitliches Denken geht, welches die Verantwortung des Einzelnen wiederherstellt und einzelne Elemente, auf denen unser Überleben beruht, wieder sichtbar macht. So wird hier das Trinkwasser vor Ort gewonnen und

das Regen- und Grauwasser über offene Wasserflächen, Wasserrinnen, bepflanzte Bodenfilter und Schönungsteiche versickert und geklärt. Der Abfall – zumindest die organischen Bestandteile – wird zusammen mit den Fäkalien im eigenen Haus kompostiert oder, wie in einem Projekt im Grauwasser-Versuchspark Hägewiesen, in Kombination mit Vakuumtoiletten zu Biogas und einem erstklassigen Flüssigdünger. Es ist ein Erlebnis der ganz besonderen Art, zu sehen, wie aus stinkendem Müll duftender Humus wird [siehe auch Kap. Wasser].

Dem ökologischen Siedlungs(um)bau gelingt damit die Verbindung *scheinbarer Widersprüche*: zentral/dezentral, high-tech/low-tech, höchste Qualität/niedrigste Kosten.

Die untersuchten Beispiele zeigen, daß alle zum ökologischen Bauen gehörenden Themen und Aspekte, im größeren Maßstab umgesetzt, zu preiswerteren Lösungen für den einzelnen wie auch für die Kommune führen. Hindernisse bilden nach unseren Erkenntnissen eher Experten, die wenig

Erfahrung haben, Politiker, die keinen Mut haben Neues zu wagen und Verwaltungsvorschriften, die zu eng ausgelegt werden. Die oft zitierten Bewohner und auch die Kosten sind es nicht.

Wie wir in unseren *Kosten-Nutzen-Analysen* gesehen haben, wird der ökologische Siedlungsbau um so preiswerter, je älter die Gebäude werden. Dies läßt sich auch auf ökologische Stadterneuerungsprojekte übertragen, wie die Projekte Wilhelmina, Fredensgade und Aarepark zeigen.

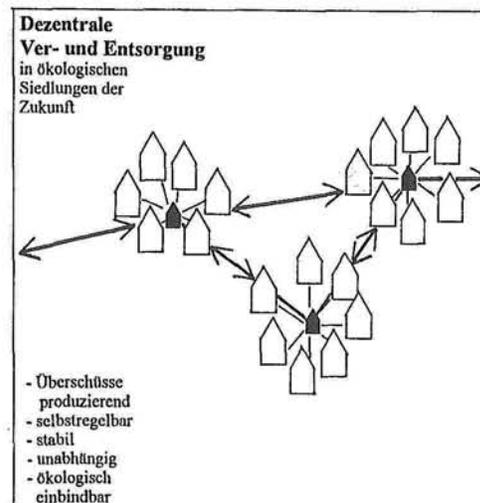


Abb. 6 Dezentrale Ver- und Entsorgung in ökologischen Siedlungen der Zukunft
Quelle: Kennedy, 1996

Wenn Energie-, Wasser-, Abwasser-, Abfallgebühren wie in den letzten Jahren (Abb. 1) steigen, wird jedes Projekt, welches die laufenden Kosten senken kann, in Zukunft ökonomisch noch vorteilhafter werden. Das »Nicht-ökologisch-Leben« wird teurer werden, egal, ob es sich um Lebensmittel, um Autos oder um Häuser handelt.

»Mehr gemeinsam nutzen als individuell verbrauchen« heißt die Devise, die in der Fülle ihrer Möglichkeiten auch in den hier untersuchten Projekten erst ansatzweise ausgeschöpft wird. Die große Chance ist die zunehmende Verbilligung der Informationstechnik und die direkte Verbindung zwischen Gruppen mit ähnlichen Zielen über weltweite Kommunikationsnetze. Sie werden uns erlauben, nicht nur Informationen preiswerter und schneller auszutauschen, sondern auch das richtige Auto, Fahrrad oder Haus zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort und zum richtigen Preis zu finden.

Erneuerung statt Neubau

Die größte Herausforderung für alle am Bauen Beteiligten in Europa ist die ökologische Erneuerung des Gebäudebestandes.

Ökologisch erneuern heißt umbauen und renovieren im Hinblick auf eine »nachhaltige« Ressourcennutzung. Das bedeutet zum Beispiel, nicht erneuerbare Materialien, wie zum Beispiel Kupfer, Aluminium oder Eisen, nicht aus der Erde, sondern aus dem Rückbau der Städte zu holen und einer effizienten Wiederverwertung zuzuführen; das Abwasser ebenso sauber oder sauberer in das Grundwasser, in Flüsse und Seen zurückzuführen wie wir es als Trinkwasser von dort zu bekommen; die Luft reinzuhalten, so daß wir den Duft der Pflanzen wieder riechen können; Ruhe einzuplanen und Lärm zu reduzieren; und eine kleinräumige Vielfalt von Nutzungen anzubieten, die Wohnen, Arbeiten und Erholung so miteinander verknüpft, daß Transportwege verringert und die Lebensqualität verbessert werden. Davon sind wir in fast allen Städten heute noch weit entfernt. Die hier untersuchten Beispiele zeigen aber, daß es Möglichkeiten und Wege gibt, diesen Zielen *näher zu kommen*. Was wir brauchen, sind jedoch Beispiele, die diese Ziele *erreichen*. Diese haben wir noch nicht finden können.

Natürlich verlangt die Aufgabe, ökologisch zu erneuern, mehr Sensibilität, Geduld und Bereitschaft zur Teamarbeit, als der Neubau ökologischer Siedlungen. Einer der Unterschiede zu den Neubauprojekten, der uns bei den Fallstudien zur ökologischen Stadterneuerung zu schaffen machte, war, daß sowohl das Auffinden von richtungsweisenden Modellen wie auch deren Dokumentation wesentlich schwieriger war, sehr

wahrscheinlich deshalb, weil ökologische Stadterneuerungsprojekte weniger spektakulär sind. Sie unterscheiden sich äußerlich meist kaum von ganz »normalen« Projekten und sind mit Ausnahme des dänischen Projekts in Kolding mit seinem »Biowerk« – einer Glaspyramide, in der das gesamte Abwasser gereinigt wird – eher konventionell, ja fast ein wenig langweilig, was die Gestaltung anbelangt. Wenn man sich die Planungsprozesse ansieht, sind diese jedoch vielschichtiger und schwieriger als die der Neubauprojekte.

Auch hier, wie bei den Neubauprojekten, reichen die Beispiele von sozial orientierten Prozessen mit sehr intensiver Beteiligung von Betroffenen, wie in der schweizer Wohnsiedlung »Aarepark« in Solothurn, bis zu eher hierarchisch organisierten Planungsprozessen mit einer geringen Betroffenenbeteiligung, wie im Projekt Fredensgade/Hollaendervej in Kolding, Dänemark. Sie zeigen, wie Anwohner eines Abrißprojekts, des ehemaligen Wilhelmina Hospitals in Amsterdam, gemeinsam mit Fachleuten Pläne zum Erhalt und zur Umnutzung eines solchen Komplexes erarbeiten können und die Finanzierung und Realisierung dieser Planung mit Unterstützung von Bauträgern und Behörden bewerkstelligen. Aber sie veranschaulichen auch, in welchem Umfang Behörden ökologische Planung verhindern können. Ist doch in Wien deutlich geworden, daß es, um eine Kletterpflanze im Straßenraum pflanzen zu können, der Bewilligung von mindestens 14 verschiedenen Behörden bedarf. Somit ist es effektiver, Kletterpflanzen in Pflanztrögen an der Hauswand zu befestigen, als sie im Erdreich zu pflanzen.

Wenn es bei Neubauesiedlungen bereits so etwas wie ein Leitbild einer ökologischen Siedlung gibt, so ist das im Hinblick auf Stadterneuerungsprojekte nicht der Fall. Zieht man in Betracht, um wie vieles wichtiger die Nutzung unterschiedlicher vorhandener Ressourcen und Potentiale sowohl physischer wie sozialer Art im Stadterneuerungsprozeß ist, dann ist das vollkommen verständlich. Dafür sind die Lösungen in diesen Projekten oft um vieles reicher, phantasievoller und auf die Bedürfnisse der Bewohner besser abgestimmt.

Der Schlüssel zum Erfolg liegt sowohl beim Neubau als auch bei der Erneuerung darin, alle Beteiligten für die Unterstützung ökologischer Qualitätsziele zu gewinnen und den Planungs- und Bauprozeß mit den vielen Akteuren und deren unterschiedlichen Interessen gemeinsam erfolgreich zu gestalten. Die Beispiele zeigen, daß der Zugewinn an Wohn- und Lebensqualität durch die Auseinandersetzung mit Alt und Neu, zwischen Vergangenheit und Zukunft, in der Gegenwart die Mühe lohnt.

Die Vision

Eine ökologische Siedlung – und dieser Begriff umfaßt sowohl Neubau als auch Erneuerung – ist, wenn sie im technischen und sozialen Sinn gut funktioniert, nicht nur das hochwertigste Qualitätsprodukt des Bauens und Umbauens in unserer Zeit, sondern auch ein sich weiterentwickelndes Ereignis. Ein Prozeß, der zur Veränderung der Menschen und ihrer Beziehungen, der Gebäude, der Freiräume und der Ver- und Entsorgungstechniken führt. Das Ziel ist, dieses Gebilde lebenswerter, liebenswerter und nachhaltiger werden zu lassen.

Unsere Vision einer ökologischen Siedlung sieht so aus:

Eine Siedlung der Vielfalt: wo Leben und Arbeiten wieder zusammenfindet und lange Wege zum Arbeitsplatz entfallen; wo geschäftliche und kulturelle Aktivitäten, Erholung und Weiterbildung, Gemeinsamkeit und Individualität nebeneinander bestehen können.

Eine Siedlung der Überschaubarkeit: mit Nachbarschaften, zu denen die Bewohner einen direkten Bezug oder ein persönliches Verhältnis entwickeln können, die aber doch einen jeweils eigenen Charakter haben.

Naturkorridore: Wald, Obstwiesen, Bäche oder Feuchtgebiete trennen die einzelnen Bereiche und verbinden sie mit der umgebenden Landschaft. Hier finden auch Pflanzen und Tiere Entfaltungsmöglichkeiten, die in unserer Zivilisation oft keinen Raum haben. Die Siedlung paßt in ihre eigene Bioregion, ihre Landschaft, ihr Klima, ihre Flora und Fauna und die örtliche Kultur. Ortstypische Freiräume und Wasserflächen dienen der biologischen Bereicherung und Orientierung.

Eine Siedlung mit einem Minimum an Flächenverbrauch: Die Größe und Dichte der Siedlung ist davon abhängig, inwieweit die Flächen, die sie für ihre Ver- und Entsorgung braucht, auch zur Verfügung stehen, ohne die Region zu belasten. Eine darüber hinausgehende Vergrößerung führt zur Gründung einer neuen Siedlung. So entsteht ein Netzwerk, anstelle des heute üblichen krebstartigen Wachstums von Städten. Vier- bis fünfgeschossige Reihen- und Mehrfamilienhäuser mit Maisonnettewohnungen und einer Geschoßflächenzahl zwischen 0,6 und 0,8 bilden die verdichtete Bauweise. Zu jeder Nachbarschaft gehören die entsprechenden Geschäfte, Gewerbebetriebe, Kindergärten und Schulen. Nur etwa 20 % der Fläche sind überbaut. Der Rest steht für das minimierte Verkehrsaufkommen, Freizeit und Erholung, Wasserversorgung und Abwasserklärung, Energiepflanzen und die zuvor genannten Naturkorridore zur Verfügung.

Eine Siedlung der kurzen Wege: Mit der oben genannten Dichte darf unsere ökologische Siedlung nicht mehr als 1,5–2 km im Durchmesser groß sein, das heißt, jeder kann in zwanzig Minuten zu Fuß oder in

fünf Minuten mit dem Fahrrad oder einem Solarmobil von einem zum anderen Ende fahren. Kraftfahrzeuge können gemeinsam genutzt in allen Größen für mittlere Entfernungen zur Verfügung stehen. Für weite Reisen sind die öffentlichen Verkehrsmittel Bahn und Bus schneller und preiswerter. Unterschiedlich spezialisierte Dienstleistungszentren an den Haltepunkten der öffentlichen Verkehrsmittel ermöglichen eine effiziente Infrastrukturplanung.

Eine Siedlung der Eigenverantwortung: Alle Einwohner beteiligen sich, soweit sie können und wollen, an der lokalen, kommunalen Selbstverwaltung und an der Formulierung und Durchführung des ökologischen Siedlungs(um)baus. Nach dem Prinzip der Subsidiarität wird jede Entscheidung auf der unterstmöglichen Ebene getroffen. Alle nutzen soweit wie möglich das lokale Angebot an Dienstleistungen, Produktion und Handel, Bildung, Freizeit usw. und unterstützen die Verbindung und Kommunikation mit regionalen, nationalen und internationalen Gruppen und Netzwerken.

Eine energie-effiziente Siedlung: Einsparmöglichkeiten und der rationale Gebrauch von Energie für Heizzwecke, Elektrizität und Transport begrenzen den Verbrauch von Energie auf weniger als 10% des heutigen Umfangs. Energie wird hauptsächlich auf erneuerbarer Basis über Sonne, Wind, Gezeiten, Erdwärme und Biomasse erzeugt. Deshalb sind alle Gebäude optimal zur Sonne orientiert und nutzen sie passiv für Kühlung und Heizung. Ein maximaler Verbrauch von 20 kWh/m²/Jahr Wohnfläche wird durch einen intelligenten Entwurf erreicht.

Eine emissionsfreie Siedlung: Die Reduktion des Energieverbrauchs ebenso wie die naturnahe Klärung des Abwassers, die Verringerung des Verkehrs und die Bepflanzung von Straßen verringert auch die Emissionen von CO₂ und SO₂, NO_x und anderen toxischen Gasen sowie Staubpartikel. Begrünte Dächer und Fassaden sowie die Naturkorridore zwischen einzelnen Nachbarschaften tragen zur Verbesserung der Luft und zur Verringerung von Klimaextremen bei.

Eine ruhige Siedlung: Durch die Verringerung des Verkehrs und der Lärmemissionen von Produktionsprozessen, die, wenn nötig, durch dichte Grüngürtel umgeben sind, ist die Siedlung ein Ort der Ruhe und Stille. Geräusche kommen hier in erster Linie von Vögeln, spielenden Kindern und Festen, die die Bewohner zusammen feiern.

Eine das Wasser schätzende Siedlung: Die Versickerung des Regenwassers vor Ort und das generelle Verbot des Eintrags jedweder Giftstoffe in das Grundwasser ermöglichen eine eigene Trinkwasserversorgung. Durch wassersparende Armaturen und Trennung der Fäkalien sowie aller organischen Abfälle und deren Kompostierung oder Fermentierung wird der Trinkwas-

serverbrauch auf unter 60 Liter/Person/Tag begrenzt. Das Grauwasser aus Handwaschbecken und Bädern, Duschen, Wasch- und Geschirrspülautomaten wird über naturnahe Klärverfahren gereinigt, versickert und in das Grundwasser zurückgeführt. Die natürlichen Abflußverhältnisse werden erhalten. Das heißt ebenerdige Abstellräume ersetzen, wo immer möglich, die Keller. Vertikal- und Horizontalfilter werden als künstliche Feuchtbiotope ein ebenso integraler Bestandteil von Freiräumen wie die künstlerische Sichtbarmachung des Regenwassers durch Flow Forms, offene Rinnen, Bäche und Teiche.

Eine weitgehend abfallfreie Siedlung: Nach dem Grundsatz »Abfälle sind Rohstoffe am falschen Ort« gehört die Siedlung zu einem regionalen, nationalen und internationalen Netzwerk, welches sich speziell diesem Aspekt nachhaltigen Wirtschaftens widmet und über 90 Prozent des heutigen Abfallvolumens vermeiden hilft. Ob es sich um Haushaltsabfälle handelt, um Bodenaushub, Baustoffe oder Abfälle aus der Gewerbe- oder Industrieproduktion, die wenigen noch entstehenden Abfälle werden am Ort ihres Entstehens sortiert und dem jeweiligen Recycling-, Downcycling- oder Verwertungsprozeß zugeführt.

Eine Siedlung der gesunden Gebäude: Bei allen Gebäuden, die umgenutzt oder neu gebaut werden, kommen Baumaterialien und -konstruktionen zum Einsatz, die gesund, primärenergiesparend und ressourcenschonend sind, in der Herstellung, im Gebrauch und im Rückbau (von der Wiege bis zur Wiege). Sie werden so (um)geplant, daß sie vielfältig genutzt, leicht umgebaut und erweitert oder verkleinert werden können. Organische Materialien bleiben kompostierbar und fügen sich problemlos in den Kreislauf der Natur wieder ein. Elektroleitungen und -geräte werden nach den neuesten Erkenntnissen weitgehend elektromogarm eingebaut und angeschlossen. Bevor die Planung beginnt, werden geopathologische Reizzonen ermittelt und unterhalb von Schlaf- und Aufenthaltsbereichen vermieden.

Eine Siedlung voll produktiver Pflanzen: Spezielle Sorgfalt wird auf die Auswahl der Pflanzenarten, -größen und Wachstumszeiten gelegt. So gibt es in dieser Siedlung fruchttragende Hecken und Bäume, Gärten, Anlehnengewächshäuser, Fassadenspaliiere und Bodendecker, die das ganze Jahr über ohne großen zusätzlichen Arbeitsaufwand einen guten Teil des Bedarfs an frischem Obst, Gemüse und Salat produzieren. Auch der Naturkorridor, Bäche, Teiche und Feuchtbiotope liefern Nahrungs- und Heilpflanzen für Menschen und Tiere. Diese Produkte sind frischer und

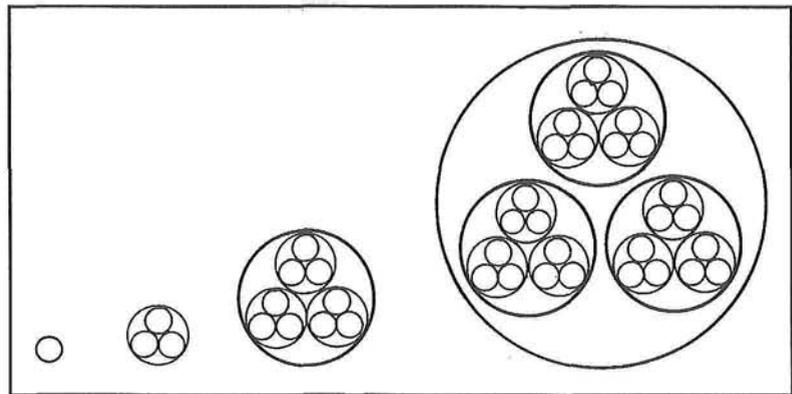


Abb. 7 Hierarchie eines Netzwerks von ökologischen Siedlungen – anstelle krebisartigen Wachstums von Städten Quelle: Kostler, 1992

kosten weniger Transportenergie, Abfall und Geld als die von weither kommenden Importe, die aber auch als zusätzliche Abwechslung hin und wieder die Tafel bereichern. Der Austausch von »Überproduktion« kann über gemeinsame Läden oder Märkte organisiert werden, die damit dauerhafte Arbeitsplätze schaffen.

Eine Siedlung für kreative Konfliktlösungen: Konflikte werden als kreative Lernprozesse gesehen und behandelt. So ist individuelles und kollektives Wachstum möglich. »Gemeinsam nutzen statt individuell verbrauchen«, die Teilung von Arbeitsplätzen, Autos, Obstbäumen, Spielplätzen, Gebäuden und Freiräumen für Spiel, Sport, Erholung und Kommunikation heißt auch gemeinsame Lernprozesse machen, ein reicheres Leben führen, aber auch ein vielleicht teilweise schwierigeres.

Eine Siedlung menschlicher Werte: Siedlungen und Städte können als kollektive Kunstwerke gesehen werden. Die individuelle und gemeinsame Anstrengung vieler Generationen, gibt ihnen ein spezielles und unverwechselbares Gepräge. Heute ist es möglich, diese historische Entwicklung zu simulieren und verschiedene Alternativen im Zeitraffer deutlich zu machen. So läßt sich der komplexe Prozess von Abstimmung zwischen Bewohnern, Verwaltung, Nachbarschaft, Wirtschaft und Umwelterfordernissen verändern, bis eine nachhaltige – auf die Bedürfnisse der BewohnerInnen, der InvestorInnen und der Verwaltung abgestimmte – Planung realisierbar ist. Die Umsetzung dieser gemeinsamen Vision nimmt Zeit in Anspruch, doch ist sie die Grundlage für die geistige, intellektuelle und technische Kapazität der Siedlung.

»Wir brauchen eine Vision«, fordert der Club of Rome. »Durch Marktmechanismen allein lassen sich globale Probleme nicht lösen« [Spiegel-91, 138-145]. Er sieht die Chance in den tausenden von kleinen und klugen Entscheidungen, in denen sich das neue Bewußtsein von Millionen Menschen widerspiegelt, die dazu beitragen, das Überleben der Gesellschaft zu

sichern. Die Strategie des ökologischen Siedlungs-(um)baus hat den Vorteil, nicht nur praktikabel zu sein, sondern auch der Vision vieler Menschen von einer Welt, in der sie gern leben möchten, zu entsprechen. Sie erfordert zu ihrer Umsetzung nur den Willen, ein überschaubares Risiko einzugehen und sich aus alten Vorurteilen und Verhaltensweisen zu lösen. Das müßte angesichts der Probleme, die von allen Seiten auf uns zukommen, doch eine positive Aussicht sein.

Quellen

- Haldemann, Willi: »Umsetzung in der Haustechnik« in SIA, Schweizerischer Ingenieur und Architekten-Verein (Hrsg.): *Integrale Planung*, FHE Fachtagung, Zürich, 1993
- Ipsen, Detlev: »Die Zivilgesellschaft und das Wasser«, Auszüge aus einem unveröffentlichten Artikel in *Kunst-Technik-Ökologie*, Einführungsreader zum Kolloquium der Arbeitsgruppe empirische Planungsforschung (AEP) an der Gesamthochschule Kassel, 10. 11. – 1. 12. 1995, S. 14
- Kennedy, Declan, Margrit Kennedy, Ulrike Löhr u. a.: *Umwelt-Kultur-Park Dortmund*. Hrsg. Permakultur Institut, Steyerberg, 1988
- Kennedy, Margrit, und Declan Kennedy: »Permakultur: Beispiele aus der Bundesrepublik Deutschland«, in *Informator* Nr. 2, Luzern, 1988
- Kennedy, Margrit (Hg.): *Öko-Stadt, Band 1: Prinzipien einer Stadtökologie, Band 2: Mit der Natur die Stadt planen*, fischer alternativ, Frankfurt a. M. 1984
- Krusche, Per, Maria Krusche, Dirk Althaus & Ingo Gabriel: *Ökologisches Bauen*, Bauverlag, 1982
- Schmidt-Bleek, Friedrich: *Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS das neue Maß für ökologisches Wirtschaften*, Birkhäuser Verlag, Berlin, 1994
- Spiegel Redaktion: »Wir brauchen eine Vision – über den Bericht des Club of Rome: Die globale Revolution« (Originaltitel: The First Global Revolution), in *Der Spiegel*, Nr 37, Hamburg, 1991, S. 138-145
- Weizäcker, Ernst-Ulrich von: *Erdpolitik – Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1993

Angesichts der heutigen Probleme im Wohnungsbau wie auch im Umgang mit natürlichen Ressourcen stellt sich immer häufiger die Frage nach ökologischen und umweltverträglichen Neubauvorhaben und Stadterneuerungsprojekten. Mit dem Ziel einer minimierten Umweltbelastung sind in den letzten Jahren Projekte zum ökologischen Planen, Bauen, Sanieren und Wohnen entstanden.

Das Buch gibt einen Überblick über die praktischen Erfahrungen und Ergebnisse bei der Verwendung energie- und ressourcensparender

Materialien und Bautechniken im Siedlungsbau und bei der Stadterneuerung, da bis heute nur wenige Projekte mittleren und größeren Maßstabs im ökologischen Siedlungsbau und der ökologischen Stadterneuerung in Europa realisiert wurden. Das Handbuch leistet einen Beitrag zur Unterstützung und weiteren Anregung dieser Entwicklung.

Es wendet sich an Mitarbeiter von städtischen Verwaltungen, Bauträgern, Planern und Architekten, die ökologisch bauen wollen, aber auch an interessierte Bewohner und Nutzer.

Dietrich Reimer Verlag
ISSN 0949-5029

EA.UE
Bismarkallee 46-48
D-14193 Berlin
Phone +49-30-89 59 99-0
Fax +49-30-89 59 99-19

Die EA.UE ist ein
Institut der Europäischen
Akademie Berlin

The EA.UE is part of
the European
Academy Berlin

ISBN 3-496-02638-3