

Potential der Ressource Wasser in Gebäuden

Beispiele aus der Praxis

Univ. Prof. Arch. DI Dr. Martin Treberspurg, DI Thomas Reim

Universität für Bodenkultur, Ressourcenorientiertes Bauen, , Peter Jordan Str. 82, 1190 Wien
martin.treberspurg@boku.ac.at, thomas.reim@boku.ac.at

1 Einführung

Aufgrund der globalen Umweltentwicklung der letzten Jahrzehnte ist der Begriff der „Modernen Architektur“ entsprechend zu erweitern.

Vorerst ist die „Moderne Architektur“ im klassischen Sinne anschaulich zu definieren. Gut geeignet ist hier Ernst A. Plischkes Diagramm von der „Modernen Architektur“ und seine Erklärung: „Das Ziel einer voll entwickelten modernen Architektur muß meine Ansicht nach eine Einheit sein zwischen einem räumlichen Konzept einerseits und einer Bauplastik andererseits. Diese beiden Qualitäten müssen aber aus der Erfüllung der Funktion des Bauwerkes und seiner Konstruktion erarbeitet werden. Die wesentliche Qualität einer solchen vollentwickelten Architektur liegt in der Spannung zwischen dem Raumkonzept und der Funktion einerseits und zwischen der Vision einer Bauplastik und der Konstruktion andererseits. Es ist erst diese Spannung, welche einen Bau lebendig macht und zu einem Spürbarwerden seiner Architektonik führen kann. Ohne diese Spannung haben wir entweder einen reinen Utilitarismus oder eine abstrakte Bauplastik.“

Dieses Diagramm ist heute um zwei gleichwertige Aspekte zu erweitern: um ein ökologisches Baustoffkonzept für Errichtung und Abbruch und um ein sparsames Ressourcenkonzept für die Nutzungsdauer.

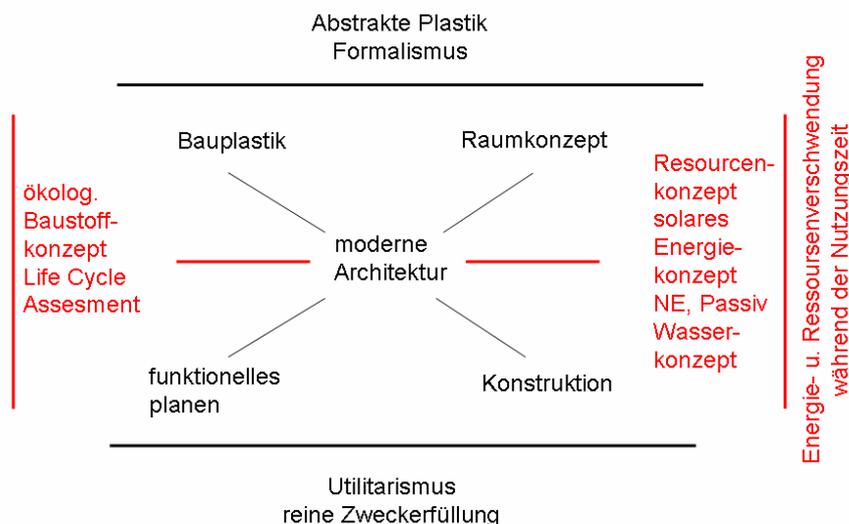


Abbildung 1: Moderne Architektur (Quelle: Ernst A. Plischkes)

Das ökologische Baustoffkonzept mit Life Cycle Assessment verhindert eine unnötig hohe Umweltbelastung durch den Neubau und die Erhaltung sowie den Abbruch von Gebäuden und begünstigt das Recycling von Baustoffen.

Ein sparsames Ressourcenkonzept für die Nutzung von Gebäuden berücksichtigt vor allem den Energieverbrauch, die Strahlungsgewinne der Sonne aber auch den Wasserverbrauch und verhindert unnötige Ressourcenverschwendung während der Lebensdauer der Gebäude.

Die Ressourcen für die Nutzung von Gebäuden setzen sich im Wesentlichen aus Energie und Wasser zusammen. Für die sparsame Trinkwassernutzung gibt es die Möglichkeiten Brauchwasser für WC-Spülung, Gartenbewässerung usw. zu verwenden. Dieses kann als gefiltertes Regenwasser aus Zisternen, aus am Grundstück vorhandene Grundwasserbrunnen (bei gleichzeitiger Regenwasserversickerung) oder als aus Abwässern aufbereitetes Grauwasser gewonnen werden.

Wasseraufbereitung ist vor allem ein Thema in warmen Ländern mit limitierten Wasserreserven. Geht man allerdings davon aus, dass die Weltbevölkerung stark zunimmt und dass sich der Bevölkerungsanteil in Städten von 1951 mit 30 % auf 60 % bis 2025 erhöht (Jackson & Orb, 2000) so könnte auch in unserer Region Wassereinsparung sehr interessant werden.

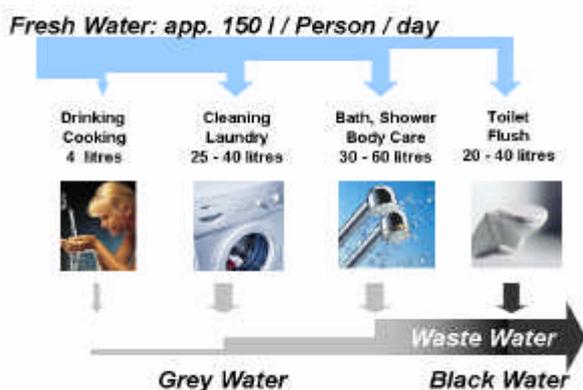
Die Ressource Wasser erfährt in unseren Breiten zurzeit eine Geringschätzung, da hochwertiges Trinkwasser selbst für minderwertige Zwecke verwendet wird, wie Bewässerung und WC – Spülung. Wasser ist hier so günstig, dass es sich nicht rechnet ein getrenntes Wasser- und Abwassersystem zu installieren. Vielleicht vorläufig, denn es gibt durchaus schon Thesen, dass die Kriege der Zukunft nicht um Öl sondern um Wasser geführt werden.

In Deutschland steht der Wasserverbrauch von 27 Milliarden m³ einem Niederschlagswasser von 200 Milliarden m³ gegenüber, wobei Industrie und Elektrizität über 85 % des Wasserverbrauches ausmachen.

	[m ³]	[%]
Industrie	10,7	39,8
Elektrizität	12,5	46,1
Private Haushalte	2,6	9,7
Gewerbe	0,2	0,7
Öffentliche Einrichtungen	0,3	1,1
Landwirtschaft	0,7	2,6

Abbildung 2: Wasserverbrauch in Deutschland (Quelle: Krusche)

Der größte Verbrauch herrscht vornehmlich in Ballungsgebieten, da vermehrter Verbrauch mit konzentrierter Industrie zusammenfällt und zusätzlich fällt dort die größte Wasserverschmutzung an. Es entsteht ein großer Aufwand für Wasserversorgung, Kanalisation und Aufbereitung.



Im Privatbereich liegt pro Person der durchschnittliche Wasserverbrauch bei 100 – 300 l, aber nur der kleinste Teil von ca. 4 Litern wird auch als Trinkwasser verwendet.

Abbildung 3: Durchschnittlicher Wasserverbrauch pro Person / Tag. (Quelle: BWT AG)

Der Rest wird für Haushaltsgeräte, Körperhygiene und Toilettenspülung verwendet. Der ökologische Wasserhaushalt ohne den menschlichen Eingriff ist durchaus einem Kreislauf von Verunreinigung und Reinigung ausgesetzt. Dabei sind natürliche Verschmutzungsquellen:

- Luftverunreinigung durch Wüstenstaub, Vulkane, Brände, usw.
- organische Verunreinigung durch Stoffwechselfvorgänge
- mineralische Auswaschungen in Bodenschichten

Dem sind folgende Selbstreinigungseffekte gegenübergestellt:

- Verdunstung und Kondensation
- biologische Selbstreinigung der Gewässer und der Pedosphäre (Bodendecke)
- mechanische Filterung durch Bodenschichten

Hinzu kommen zusätzliche durch menschliches Einwirken hervorgerufene Effekte:

- künstliche Luftverschmutzung und damit verbundene verseuchte Niederschläge
- die biologische Selbstreinigung der Gewässer ist gestört
- die Filterung der Bodenschichten ist durch übermäßige Belastung beeinträchtigt

Es entsteht das Erfordernis Wasser nach Gebrauch wieder schadlos in den Naturhaushalt zurückzuführen.

Szenarien von Wasserhaushalten für einen durchschnittlichen Haushalt mit fünf Personen:

- der gesamte Wasserbedarf wird aus dem öffentlichen Trinkwassersystem gespeist. Regenwasser wird in das öffentliche Kanalsystem geleitet.

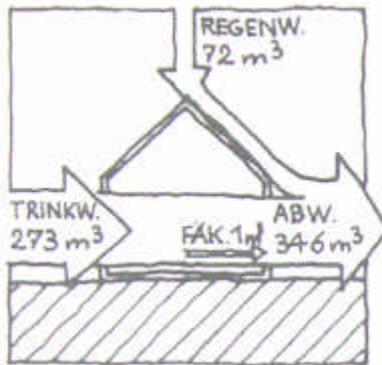


Abbildung 4: Wasserhaushaltsszenario (Quelle: Krusche)

- das Regenwasser wird versickert, es entsteht eine erhebliche Entlastung für das Kanalsystem

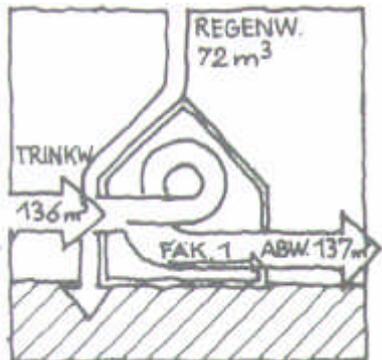


Abbildung 5: Wasserhaushaltsszenario (Quelle: Krusche)

- das Regenwasser wird in den Wasserhaushalt eingebunden

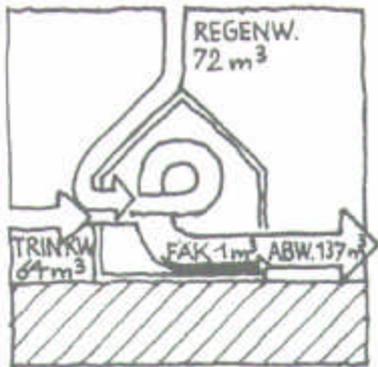


Abbildung 6: Wasserhaushaltsszenario (Quelle: Krusche)

- zentrale Ver- und Entsorgung mit dezentraler Fäkaliennutzung (Kompost, Biogas, usw.)

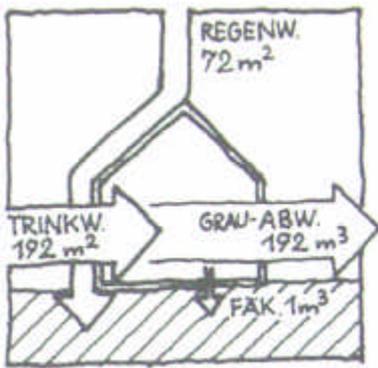
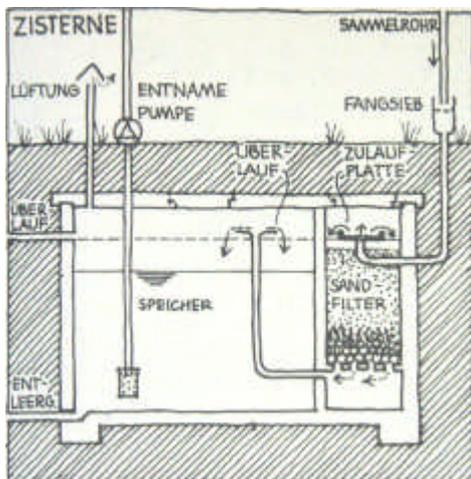


Abbildung 7: Wasserhaushaltsszenario (Quelle: Krusche)

Wasser kommt aus unterschiedlichen Quellen:

- Grundwasser
ist in unserer Region gut verfügbar, auch mit geringem Aufwand Trinkwasserqualität und dezentral begünstigt. Grundwasser hat Risikofaktoren, wie Verunreinigungen durch die Landwirtschaft, Sickerwässer von Industrie und Deponien. Aufgrund der Schadstoffkonzentration und dem relativ zur Bevölkerung geringen Angebot für Großstädte ungeeignet. Grundwasser wird mittels Brunnen gewonnen.
- Niederschläge



sind aufgrund der sowieso vorhandenen Dachentwässerungen interessant. Einerseits würde das Kanalsystem entlastet werden, denn die Dimensionierung der Kanalarhre hängt vor allem von der Regenwassermenge ab. Andererseits könnte in unseren Breiten mit geringem Aufwand etwa ein Drittel Trinkwasser eingespart werden. Das Regenwasser wird in einer Zisterne gesammelt.

Abbildung 8: Regenwassersammlung (Quelle: Krusche)

- Oberflächenwasser ist besonders bei nahe gelegenen Gewässern interessant. Bei nicht allzu verschmutzten Gewässern sind Belebungssteiche und einfache Filter für die Aufbereitung von Nutzwasser günstig. Für Trinkwasser wird ein höherer Aufwand benötigt.

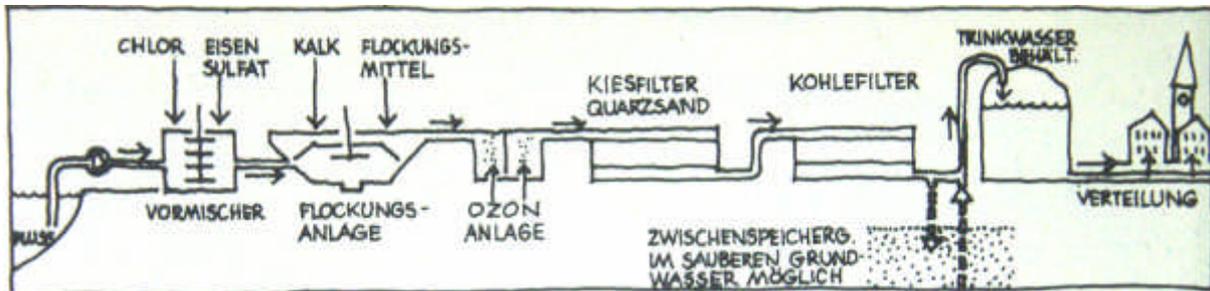
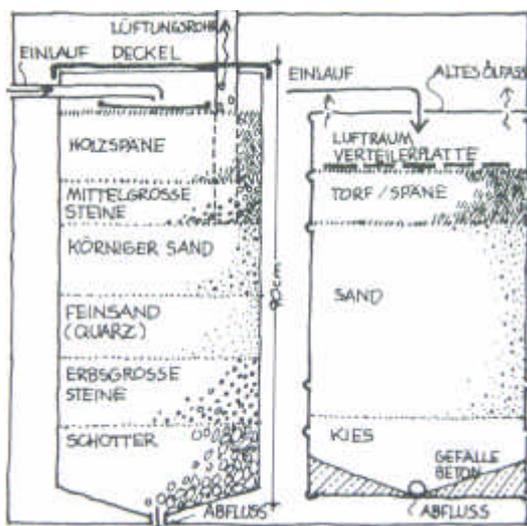


Abbildung 9: Behandlung von Oberflächenwasser (Quelle: Krusche)

Nach dem Wassergebrauch wird es generell wieder in das öffentliche Kanalsystem geleitet, das in eine zentrale Kläranlage speist. Das Wiederaufbereiten ist aber besonders durch das

Mischen von Grau- und Fäkalwasser aufwendig, es entstehen durch den hohen Anteil an Regenwasser und Grauwasser große Abwassermengen. Werden Grau- und Fäkalwasser getrennt, so ist der Aufwand relativ gering das Grauwasser dezentral wieder aufzubereiten, allerdings ist eine wirtschaftliche Realisierung in unseren Breiten sehr schwierig. Bei der Grauwasserbereitung werden folgende Verfahren zu unterschiedlichen Zwecken angewandt:

- biologische Selbstreinigung
Hierbei handelt es sich um die beste wirtschaftlichste Aufbereitung. Der Behandlungsaufwand richtet sich nach dem Verschmutzungsgrad und den Qualitätsanforderungen. Die im Wasser gelösten anorganischen Verschmutzungen werden von Pflanzen, besonders Algen und höheren Pflanzen am Grund, am Ufer und an der Oberfläche, aufgenommen und mit Licht durch Photosynthese in organische Substanz umgesetzt, wobei Sauerstoff frei wird. Diese organische Verunreinigung wird von Bakterien abgebaut.
- Filterung



In mechanischen Filtern werden verunreinigende Schwebeteilchen aus dem Wasser herausgetrennt und aufgefangen. Die Filtersubstanz, durch die das Rohwasser fließt muss deswegen periodisch ausgewechselt werden. Je feiner die Filtersubstanz ist, desto besser wird das Wasser selbst von mikroskopisch kleinen Teilchen und Organismen befreit. Künstliche Filter werden in verschiedenen Schichten angeordnet, als Filtermaterialien dienen: Kies, Sand, Holzspäne, Torf und Holzkohle. Amorpher Kohlenstoff hat die Fähigkeit, an seiner Oberfläche feinste Partikel anzulagern. Eine Alternative zu dieser „Aktiv Kohle“ ist Aluminiumoxyd – Pulver.

Abbildung 10: Mechanische Filterung von Wasser (Quelle: Krusche)

- Entkeimung
Krankheitskeime werden von den Filtern gerade bei stärker verschmutztem Rohwasser nicht vollständig abgefangen. Für kleine Wassermengen gibt es Membran-Bakterienfilter, die als zusätzliche Filterstufe für den Trinkwasseranteil genutzt werden können. Viren können allerdings nicht abgehalten werden. Ist die Rohwasserqualität nicht stark beeinträchtigt, ist eine Aufbereitung ohne Hygienegifte möglich. Im Allgemeinen ist reines, biologisch noch aktives Wasser für Menschen bekömmlicher als aufbereitetes, mit chemischen Zusätzen versetztes.
Zur Entkeimung kann das Wasser mit minimalen Mengen von Giften wie Chlor versetzt werden. Erhitzen, UV Bestrahlung oder Ozonierung sind weitere Möglichkeiten der Entkeimung.
- Strukturverbesserung
Die Bedeutung der Wasserstruktur ist ziemlich unbekannt. Durch Tropfbilder sind zahlreiche Strukturen verschiedener Wassersorten sichtbar gemacht worden. Eventuell ist es notwendig zwecks Verwendung das Wasserbild zu verändern. So müssen stark alkalische oder saure Wasser neutralisiert werden. Dabei können chemische Zusätze den Salzgehalt erhöhen, sodass die Wasserqualität gesundheitsschädlich gemacht werden kann. Eine biologische Neutralisation ist sinnvoller und billiger. Zu stark kalkhaltiges Wasser kann durch elektrische Ionenaustauscher im Haushalt entkalkt werden. Regen-, Kondens- und Schneeswasser müssen für Trinkwasserqualität mit Mineralsalzmischungen versetzt werden.

2 Wasseraufbereitung

Für eine Grauwasseraufbereitungsanlage sind bestimmte technische Gegebenheiten relevant. Ein nachträglicher Einbau in einer Siedlung ist schwierig, da ein getrenntes Abwassersystem für die Toiletten und Küchenabwässer sowie Nutzwasserleitungen notwendig sind. Der Grund dafür ist, dass Fäkalabwässer mit organischen Feststoffen und Küchenabwässer mit öligen Substanzen versetzt sind. Das restliche Grauwasser ist wenig organisch und mikrobiologisch verschmutzt und somit leicht zu reinigen. Bei üblichen Nutzerverhalten und dadurch, dass nicht das gesamte Abwasser aufbereitet wird (wird auch zur automatischen Filterspülung benötigt) kann 1/3 des Wassers wieder verwendet werden. Normalerweise entspricht dies in etwa der Versorgung der Toiletten – Spülung.

Die Aufbereitungsanlage selbst besteht im Wesentlichen aus zwei Grauwassertanks (warm, kalt), einen Lagertank für recyceltes Wasser, sowie aus technischen Einrichtungen für Wärmerückgewinnung und Wasseraufbereitung.

Der Ablauf einer Grauwasseraufbereitung setzt sich folgendermaßen zusammen: Das Abwasser wird in dem ersten, (warmen) Grauwassertank gesammelt. Das Wasser hat eine Temperatur von ca. 25 – 30 °C. Die hohen Temperaturen, werden dem Wasser mittels einen Wärmerückgewinnungsgerät mit automatischer Wärmetauscherreinigung (Menerga) mit Wärmepumpe entzogen und das Wasser anschließend in den zweiten Grauwassertank geleitet. Die aus dem Grauwasser entzogene Wärme wird für die Wärmeaufbereitung des Frischwassers verwendet. In der Wasseraufbereitung ist das Verschmutzen von Filtern ein zentrales Problem. Zur Vorkehrung wird das Schmutzwasser, vor dem Nanofilter vorbereitet und zwar durch Zusetzung eines Flockungsmittels und das Vorschalten eines statischen Filters (Sandfilter). Das vorbehandelte Wasser gelangt in den Nanofilter, wo das Wasser in konzentriertes und permeates (entsalztes) Wasser getrennt wird. Das konzentrierte Wasser wird in das öffentliche Kanalsystem ausgeschieden, das permeate Wasser wird mittels UV – Behandlung von Keimen befreit. Das sich im Lagertank keine neuerliche Keimentwicklung einstellt, wird das Wasser geringfügig mit Chlor versetzt (< 0,05 mg/l).

Nanofiltration

Hierbei handelt es sich um das Kernstück der Wasseraufbereitung. So wird das Schmutzwasser durch eine Membran mit nur wenigen Nanometern Porengröße geführt.

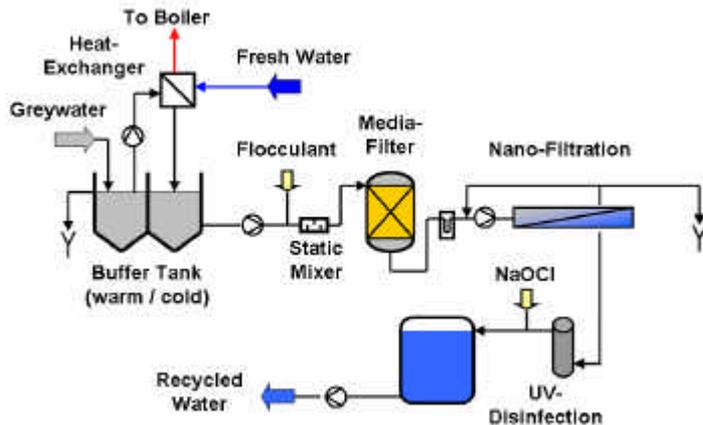


Abbildung 11: Funktionsschema einer Grauwasseraufbereitungsanlage (Quelle: BWT AG)

3 Ökonomische Aspekte

Bei der Betrachtung zur Wirtschaftlichkeit stehen einerseits die Wasser- und Kanalkosten (€2,5 – 3) den Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten (€2,4) gegenüber. In der Kalkulation wurden die Energieeinsparungen durch die Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser nicht berücksichtigt.

Recycelte Wasser Menge	10,5	m ³
Wasser- und Kanalkosten	2,5 – 3,5	€m ³
Recyceltes Wasser (30 m ³ /Tag)		
- Kapitalkosten (12 Jahre, laufende Zinsen)	1,2	€m ³
- Betriebskosten (Strom, Wartung,...)	1,2	€m ³
Totale Kosten von Recyceltem Wasser	2,4	€m ³
(Quelle: BWT AG, Mondsee, Vienna Öko System)		

Abbildung 12: Ökonomische Betrachtung von Wasserrecycling

	Site 1	Site 2
No. of Flats	514	500
Grey Water Amount in m³ / day	60	60
Recycled Water in m³ / day	30	30
Proj. Heating Power in kW	81	81
COP-Value of Heat Pump	8,4	8,4

Abbildung 13: Kenndaten zu zwei Wohnhausanlagen (Quelle: BWT AG):

Site 1 Wohnhausanlage
Osramgründe.

	Unit	Geywater	Recycled Water
pH	-	7,5 – 8,5	6,5 – 7,0
Temperature	°C	15 – 20	15 – 20
COD	mg/l	200 – 300	10 - 50
Coliforms	CFU/100 ml	3,0e-2 – 2,0e-6	n.d. (250 ml)
E – Coli	CFU/100 ml	100 – 3,0e-3	n.d. (250 ml)
Coliphage	MPN/litre	100 – 3,0e-4	n.d. (10 l)

Abbildung 14: Qualität des Grauwassers und des recycelten Wassers (Quelle: BWT AG) n.d. = not detected

4 Fazit

Grauwasseraufbereitung kann bei sorgfältiger Umsetzung ein gut funktionierendes effizientes Werkzeug in der Brauchwassereinsparung sein. Eine kostenrechnende Umsetzung ist aber bei Wiener Wasserpreisen und Kanalgebühren schwierig. Im Vergleich zur Regenwassernutzung ist Grauwasseraufbereitung nicht von jahreszeitlichen Schwankungen abhängig. Besonders interessant ist der Aspekt, dass durch die 30 %ige Wassereinsparung das öffentliche Kanalnetz wesentlich entlastet wird.

5 Wohnhausanlage Osrámgründe (Wien) – Grauwasseraufbereitung

Planer: Treberspurg & Partner Arch. ZT GmbH
 Energietechnik: Ingenieurbüro DI Wilhelm Hofbauer
 Fertigstellung: 2000



Abbildung 15: Wohnhausanlage Osrámgründe, Wien.

Bei der Wohnhausanlage in Wien 23., Osrámgründe, wurde erstmals eine weitgehend chemiefrei arbeitende Grauwasseraufbereitungsanlage ausgeführt. Die Wohnhausanlage mit 514 Wohnungen in mehreren Baukörpern ist als umweltverträgliches Niedrigenergiegebäude mit optimaler Nutzung der passiven Sonnenenergie geplant. Im Sinne eines städtebaulichen Solarkonzeptes wurden südorientierte gewinnmaximierende Baukörper mit ost-west-orientierten verlustminimierten Baukörpern kombiniert, wobei sich ein kleinklimatisch günstiger windgeschützter Freiraum ergab. In der Grauwasseraufbereitungsanlage werden sämtliche Wasch- und Badeabwässer der Wohnhausanlage nach Nutzung der Abwärme durch Wärmerückgewinnungsgeräte mit Mehrwegfilter, Nanofilter und UV-Bestrahlung auf weitgehende Keimfreiheit („Trinkwasserqualität“ = Anforderung des Magistrats) aufbereitet und für die WC-Spülung genutzt. Dadurch wird 1/3 des Trinkwassers eingespart.

Das Grauwasser wird in der Anlage zentral gesammelt und die Abwärme mit Wärmerückgewinnungssystem auf das Frischwasser übertragen. Die Wärmerückgewinnung erfolgt in zwei

Stufen, von denen die erste direkt und die zweite mittels Wärmepumpe durchgeführt wird. Die projektierte Heizleistung beträgt 81 kW bei einer kombinierten Arbeitszahl von 8,4.

Das aufbereitete Grauwasser (nahezu Trinkwasserqualität) wird für die WC – Spülungen verwendet. Um eine hohe Filterwirkung zu erreichen wird am Beginn der Wasseraufbereitung ein Flockungsmittel vor einem Statikmischer zudosiert. Danach wird ein Mehrschichtfilter beschickt, bei dem durch Differenzdrucküberwachung die notwendigen Rückspulvorgänge eingeleitet werden. Dafür steht ein eigener Rückspulbehälter zur Verfügung, der mit dem Konzentrat der Nanofiltration gespeist wird. Das vorgereinigte Abwasser gelangt in die vollautomatische Nanofiltration, die das Kernelement der Wasseraufbereitung darstellt. Danach wird eine Ultraviolett – Entkeimungsanlage geschaltet. Das keimfreie und teilweise entsalzte Filtrat wird in einen Nutzwassersammelbehälter geleitet. Um ein Wiederverkeimung des aufbereiteten Wassers zu vermeiden, wird das Wasser im Sammelbehälter ungewälzt und eine geringfügige Chlormenge (<0,05ml/l) zudosiert. Das aufbereitete Wasser wird über eine Drucksteigerungsanlage in das bestehende Nutzwassernetz eingespeist.

6 Wohnhausanlage Markfeldgasse (Perchtoldsdorf) – Regenwassernutzung

Planer: Univ. Prof. Arch. DI Dr. Martin Treberspurg, Arch. DI Barbara u. Arch. DI Christian Wolfert
 Fertigstellung: 1996



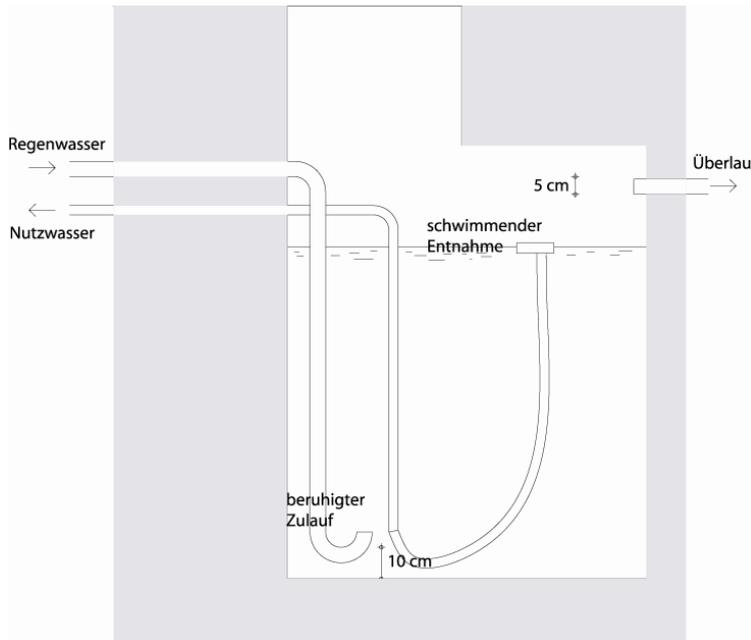
Abbildung 16: Abb. Reihenhausanlage Perchtoldsdorf

Für eine Reihenhausanlage mit sechs Einheiten wurde eine Regenwassersammelanlage eingerichtet. Das gesammelte Wasser wird als Nutzwasser, vor allem für Gartenbewässerung und WC Spülung verwendet. Die Zisterne fast 12.000 l und wird von ca. 500 m² Dachflächen gespeist. Fällt der Wasserinhalt unter ca. 1000 l, so wird mit Trinkwasser nachgefüllt. Es kann grob gesagt werden, dass in den Monaten Oktober bis April der gesamte Bedarf über Regenwasser abgedeckt ist. Für dieses Praxisbeispiel wird die Wasserzufuhr aus dem Wasserleitungssystem dargestellt.

	zugespeistes Trinkwasser [m ³]	Gesamtwasserverbrauch [m ³]
2002		
Jänner	0	43
Februar	0	37
März	0	37
April	0	47
Mai	9	50
Juni	13	65

Juli	1	43
August	0	43
September	5	53
Oktober	0	52
November	0	48
Dezember	0	46

Abbildung 17: Tab. Wasserverbrauch der Reihenhausanlage Perchtoldsdorf (Quelle: Arch. DI Christian Wolfert, Treberspurg & Partner)



Das Regenwasser wird 5 cm über dem Überlauf über einen beruhigten Wassereinlauf eingebracht. Da an der Wasseroberfläche das sauberste Wasser ist, wird das Nutzwasser mittels einer schwimmenden Entnahmenvorrichtung abgepumpt. Als Filter reicht ein einfacher Nylonstrumpf aus. Die Zisterne wird zweimal im Jahr gereinigt.

Abbildung 18: Regenwasserzisterne Perchtoldsdorf

7 Wohnhausanlage Wulzendorfstraße (Wien) - Regenwassernutzung

Planer: Univ. Prof. Arch. DI Dr. Martin Treberspurg
 Energietechnik: Ingenieurbüro DI Wilhelm Hofbauer
 Fertigstellung: 1996



Abbildung 19: Siedlungsanlage Wulzendorfstraße

Die Siedlung besteht aus 41 Reihenhäusern mit Südorientierung. Große Südfenster und Wintergärten sorgen für eine ausreichende Besonnung der Innenräume und lassen Blickbeziehungen zum Garten

entstehen. Den Schlafräumen sind Loggien vorgelagert. Die Glasdächer über den Loggien dienen unter anderem der Beschattung der dahinter liegenden Fenstertüren.

Neben der Verwendung umweltfreundlicher Materialien verfügt die Wohnhausanlage über einen Grundwasserbrunnen, der zur WC – Spülung sowie zur Bewässerung der Gärten und Grasdächer dient. Auch mit der Versickerung der Regenwässer auf dem Grundstück wurde eine umweltschonende Baugesinnung demonstriert. Schließlich soll die umfangreiche Müllsammelstelle im Anschluss an das Gemeinschaftshaus zur Mülltrennung anregen und das Umweltbewusstsein der Bewohner fördern. (Literatur: Treberspurg (2))

Literatur

Krusche, P. (1982) Ökologisches Bauen. Bauverlag GmbH, Berlin

Jackson, R., Orb, E. (2000) Greywater re-use: Benefit or liability? – The UK perspective. Water 21 (June 2000): 38-39

Ogoshi, M., Suzuki, Y., Asano, T. (2000) Non-potable water reuse – a case of Japanese water recycling. Water 21 (June 2000): 27-30

Londong, J. (2000) Strategien für die Siedlungsentwässerung. KA – Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall 47 (10): 1434 – 1443

Maier, D., Maier, M., Sacre, C. (2000) Nutzen und Risiken der Verwendung von Dachablaufwasser im Haushalt. Gwf Wasser – Abwasser 140(9): 633-645

Berry, J. (1999) Sewerage versus Onsite Toilet Waste & Greywater Recycling. Water-recyclig@list.dnr.gld.gov.au, contribution 22. March 1999

Treberspurg, M., Hofbauer, W. (1998) Residential Housing Complex „Osramgründe“ Vienna – Heat recovery and waste water treatment. Treberspurg & Partner, Ziviltechniker GmbH, Vienna

Treberspurg, M. (1999) Neues Bauen mit der Sonne. Springer Verlag, Wien

EWG (1980) Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. 80/788/EWG

EWG (1975) Richtlinie über die Qualität der Badegewässer. 76/160/EWG

Groß, Walter, Zoufal (1996) Hygiene – Gutachten über die Grauwasser- Aufbereitungsanlage Osramgründe. Magistrat der Stadt Wien, Institut für Umweltmedizin