



1

| Wasserwirtschaft in und an Gebäuden<br>(externe und interne Wasserwirtschaft)   |   |
|---|---|
| Extern (Außenraum)  | Intern (Innenraum)  |
| <b>Biosphärisches Wasser</b><br>Niederschlagsbewirtschaftung von Versiegelungsflächen wie Dächer, Terrassen und Zugangswege sowie Verkehrswege zur Gebäudeerschließung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnee, Graupel</li> <li>• Regen, Hagel</li> <li>• Wasserdampf, Tau, Nebel</li> <li>• Kondensat (Luftfeuchte)</li> </ul>  | <b>Lebensmittel Trinkwasser</b><br>mit hohen Qualitätsanforderungen an Hygiene (Gesunderhaltung des Menschen) für den direkten menschlichen Gebrauch als Nahrungsmittel, zur Nahrungszubereitung und Körperhygiene <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaltes Trinkwasser</li> <li>• Warmes Trinkwasser</li> </ul> |
| <b>Lithosphärisches Wasser</b><br>Wasserführende Schichten im Baugrund Stabilisierung des Grundwasserspiegels und Optimierung des Mikroklimas (Gartenbau/ Bauwerksbegrünung) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oberflächenwasser</li> <li>• Grundwasser</li> <li>• Quellwasser</li> </ul>  | <b>Medium Betriebswasser</b><br>mit geringeren Qualitätsanforderungen (Nicht-Trinkwasser) für den indirekten menschlichen Gebrauch <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spülwasser (Toiletten)</li> <li>• Reinigungswasser</li> <li>• Wärmeübertragungsmedium</li> </ul>  |
| <b>Schmutzwasser als Abwasser,</b><br>welches das Gebäude mit entsprechend der Nutzung beladenen Informationen und Stoffen wieder verlässt bzw. dem dezentralen Recycling zugeführt wird (Schließen von Kreisläufen) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grauwasser</li> <li>• Schwarzwasser</li> <li>• (Klarwasser)</li> <li>• Regenwasser (gemäß Abwasser-Verordnung)</li> </ul> |   |

2

# WASSERWEGE

{Text: Frank Hartmann, Fotos: Peter Gollong u. a.

## WASSERWIRTSCHAFT IN WOHNGEBÄUDEN

Während Energiekonzepte und Energiebilanzen spätestens seit Einführung der EnEV in aller Munde sind, scheinen Wasserbilanzen von Gebäuden bislang nur eine sehr untergeordnete Rolle zu spielen. Doch durch eine Bilanzierung der Wasserwirtschaft in und an Gebäuden können wirksame Potenziale im Sinne der Ressourcenschonung und der Gebäudeenergieeffizienz erkannt werden. Welche Arten von Wasser unterschieden werden und wie sie sich im Einzelnen weiter nutzen lassen, stellt der erste Teil einer Fachartikelreihe zu dem Thema dar.

In Deutschland wird im Vergleich zu anderen europäischen Ländern relativ wenig Wasser verbraucht – und weitaus weniger, als vor Jahrzehnten prognostiziert, sodass wir heute ein völlig überdimensioniertes Wasserinfrastrukturnetz haben. In manchen Regionen Deutschlands kann das hinsichtlich der Abflussleistung von Schmutzwasser ins Kanalsystem zu Problemen führen. Im Umkehrschluss heißt das jedoch nicht, wie von manchen lapidar gefordert, dass es geschickt ist, überall einfach nur mehr Wasser zu verbrauchen. V.a. nicht Warmwasser: Denn eine unnötige Erwärmung von Wasser ist ökologisch aufgrund des enormen Energieaufwands, der hierfür betrieben wird, durchaus bedenklich – und die dafür benötigte Energie kostet den Verbraucher schließlich auch Geld. Erfasst und bewertet man die Wasserströme innerhalb und außerhalb von Gebäuden, insbeson-

dere von Wohngebäuden, lässt sich erkennen, dass der von offiziellen Stellen wie z.B. des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft gern postulierte Pro-Kopf-Durchschnittsverbrauch von Wasser – ca. 130 l/Tag – deutlich zu hoch angesetzt ist. Mittels einiger Maßnahmen kann der Gesamt-Wasserbedarf für den Betrieb eines Gebäudes i. d. R. um mehr als die Hälfte reduziert werden [1]. Ein erhebliches Energiepotenzial schlummert etwa in der Wärmerückgewinnung aus Grauwasser. Dies stellt eine viel bedeutendere Größenordnung dar als beispielsweise einen potenziellen Solarertrag für das Winterhalbjahr auf die zweite Stelle hinter dem Komma festlegen zu wollen. Denn weitgehend unabhängig von den klimatischen Rahmenbedingungen fließen die Wasserströme in einem Haus das ganze Jahr nahezu konstant – abgesehen vom Heiz-Warmwasser, für das inzwischen längst weniger Wärmeenergie erzeugt werden muss als für die Trinkwassererwärmung.

### WASSERARTEN UND WASSERKONZEPT

Grundlage für die Entwicklung eines ressourcenschonenden Wasserkonzepts ist das Erstellen eines umfangreichen Nutzungsprofils entsprechend der

sanitären Ausstattung und den absehbaren Nutzerbedürfnissen sowie das Darstellen sämtlicher gebäudeinternen und -externen Wasserströme (Abb. 2). Diese lassen sich dann quantitativ und qualitativ betrachten und eine finale Wasserbilanz erstellen. Dafür ist die Unterscheidung der verschiedenen Wasserarten für das Wassermanagement unerlässlich.

Die Wasserzuführung in ein Gebäude (Gesamt-Wasserbedarf) erfolgt entsprechend dem Bedarf an Trinkwasser (TW) und Nicht-Trinkwasser. Letzteres wird auch als Betriebswasser (BW, oft auch Brauch- oder Nutzwasser genannt) bezeichnet. Es kann für sämtliche Anwendungen genutzt werden, die nicht direkt mit dem Menschen in Kontakt stehen, also für Toiletten- und Urinalspülungen, Waschmaschinen, Reinigungs- und Heizungswasser. Die Entnahmestellen für die Küchenspüle, Geschirrspülmaschine, Waschtische, Duschen und Badewannen benötigen hingegen Trinkwasserqualität.

Trennt man diese beiden Wasserkreisläufe, könnte also der Bereitstellungs- und Versorgungsaufwand im Sinne der Ressourcenschonung erheblich reduziert werden. Der maximale Bedarf an hochwertigem Trinkwasser beträgt für ein Wohngebäude kaum mehr als 50 % des Gesamtbedarfs.

### SCHMUTZWASSER

Trinkwasserhygiene und der sogenannte Schutz vor Legionellen stehen bislang überdeutlich im Mittelpunkt von Planungen und Medien. Die Differenzierung von Abwasser und die Betrachtung unterschiedlicher Schmutzwasserqualitäten von Wohngebäuden ist in Deutschland allerdings bislang weit weniger ausgeprägt. Schmutzwasser besteht zum einen aus Schwarzwasser (SW, fäkalienhaltig) und zum anderen aus Grauwasser (GW, fäkalienfrei).

Würde das Grauwasser mittels dezentralem Wasserrecycling gereinigt, könnte es intern als Betriebswasser genutzt werden. Die Reinigung des Grauwassers ist relativ einfach und längst schon technisch ausgereift, wenngleich es sich dabei in Deutschland noch um einen »Geheimtipp« zu handeln scheint. Gereinigtes Grauwasser wird als Klarwasser (KW) bezeichnet und entspricht den Anforderungen der EU-Richtlinie für Badegewässer. Bei Wohngebäuden ergeben sich durch die Grauwassernutzung sogar Klarwasserüberschüsse, da der Bedarf an Betriebswasser in Wohngebäuden i. d. R. stets geringer ist als das Potenzial an gereinigtem Grauwasser. Dieser Klarwasserüberschuss, der nicht als internes Betriebswasser ›

[1] Längst muss Trinkwasser nicht einfach über den Ausguss ins Kanalsystem entsorgt werden, sondern lässt sich als Grauwasser sinnvoll weiterverwenden

[2] Die Wasserwirtschaft in und an Gebäuden umfasst interne und externe Wasserströme

| Wasserbilanz eines Wohngebäudes mit zehn Wohneinheiten |                    |  |                    |
|--|--------------------|--|--------------------|
| <b>Wasserbedarf insgesamt (TW + BW)</b>                | <b>453 330 l/a</b> | <b>Schmutzwasserlast insgesamt (SW + GW)</b>             | <b>453 330 l/a</b> |
| Anteil Trinkwasser (TW)                                | 58,02 %            | Anteil Schwarzwasser (SW)                                | 41,06 %            |
| Anteil Betriebswasser (BW)                             | 41,98 %            | Anteil Grauwasser (GW)                                   | 58,94 %            |
| TW-BW-Verhältnis                                       | 1,38               | SW-GW-Verhältnis   | 0,70               |
| Betriebswasser aus Grauwasser                          | 267 180 l/a        | Schwarzwassermenge                                       | <b>186 150 l/a</b> |
| Betriebswasser aus Regenwasser                         | 0                  | Grauwassermenge  | <b>267 180 l/a</b> |
| Betriebswasserbedarf                                   | 166 440 l/a        | Rückführungsrate intern (Klarwasser)                     | <b>35 %</b>        |
| Betriebswasser-Überschuss                              | 100 740 l/a        | Rückführung in den natürlichen Wasserkreislauf           | 100 740 l/a        |
| Betriebswasser-Defizit                                 | 0                  | Bewässerungsmenge für den Umraum                         | 276 l/Tag          |
| <b>Ökonomischer Wasserverbrauch</b>                    | <b>286 890 l/a</b> |  |                    |
| Reduzierung des Wasserverbrauchs                       | <b>36,71 %</b>     | <b>Externe Wasserwirtschaft</b>                          |                    |
|  |                    | Niederschlagsmengen auf Dachflächen                      | <b>240 000 l/a</b> |
| Wasser-Gutschrift aus Rückführung                      | 100 740 l/a        | Abflussbeiwert von Dachflächen                           | 0,60 l/a           |
| Wasser-Lastschrift aus Nachspeisung                    | 0                  | Zu bewirtschaftende Niederschlagsmenge                   | <b>144 000 l/a</b> |
|  |                    | passive Rückführungsmenge extern (Niederschlag)          | 96 000 l/a         |
| <b>Ökologischer Wasserverbrauch</b>                    | <b>186 150 l/a</b> | Rückführungsrate passive Retention (Niederschlag)        | <b>40 %</b>        |
| Öko-Effizienz intern                                   | <b>59 %</b>        | aktive Rückführungsmenge Versickerung (Niederschlag)     | <b>144 000 l/a</b> |
| Öko-Effizienz extern                                   | <b>135 %</b>       | Rückführungsrate aktive Versickerung (Niederschlag)      | <b>60 %</b>        |
| Ökologischer Gesamt-Wirkungsgrad                       | <b>97 %</b>        | Effektive Rückführung in den natürlichen Wasserkreislauf | <b>340 740 l/a</b> |

3

benötigt wird, kann gebäudenah dem Umraum über Verdunstung, Versickerung oder zur Bewässerung von Vegetationsflächen (s. Abschnitt externe Wasserwirtschaft) zugeführt werden – anstatt einfach ungenutzt in der Kanalisation zu verschwinden. Untersuchungen aus verschiedenen Monitoring-Verfahren des Autors belegen, dass durch die Grauwassernutzung deutlich mehr als ein Drittel des gesamten Wasserbedarfs reduziert werden kann (Abb. 3). Die Rückführungsrate von Klarwasser in den natürlichen Wasserkreislauf (externe Wasserwirtschaft) beträgt erfahrungsgemäß > 30 %. In letzter Zeit bestätigen neue Forschungsergebnisse von Universitäten wie etwa der TU München diese Zahlen und weisen deutlich auf weiteren Forschungsbedarf hin.

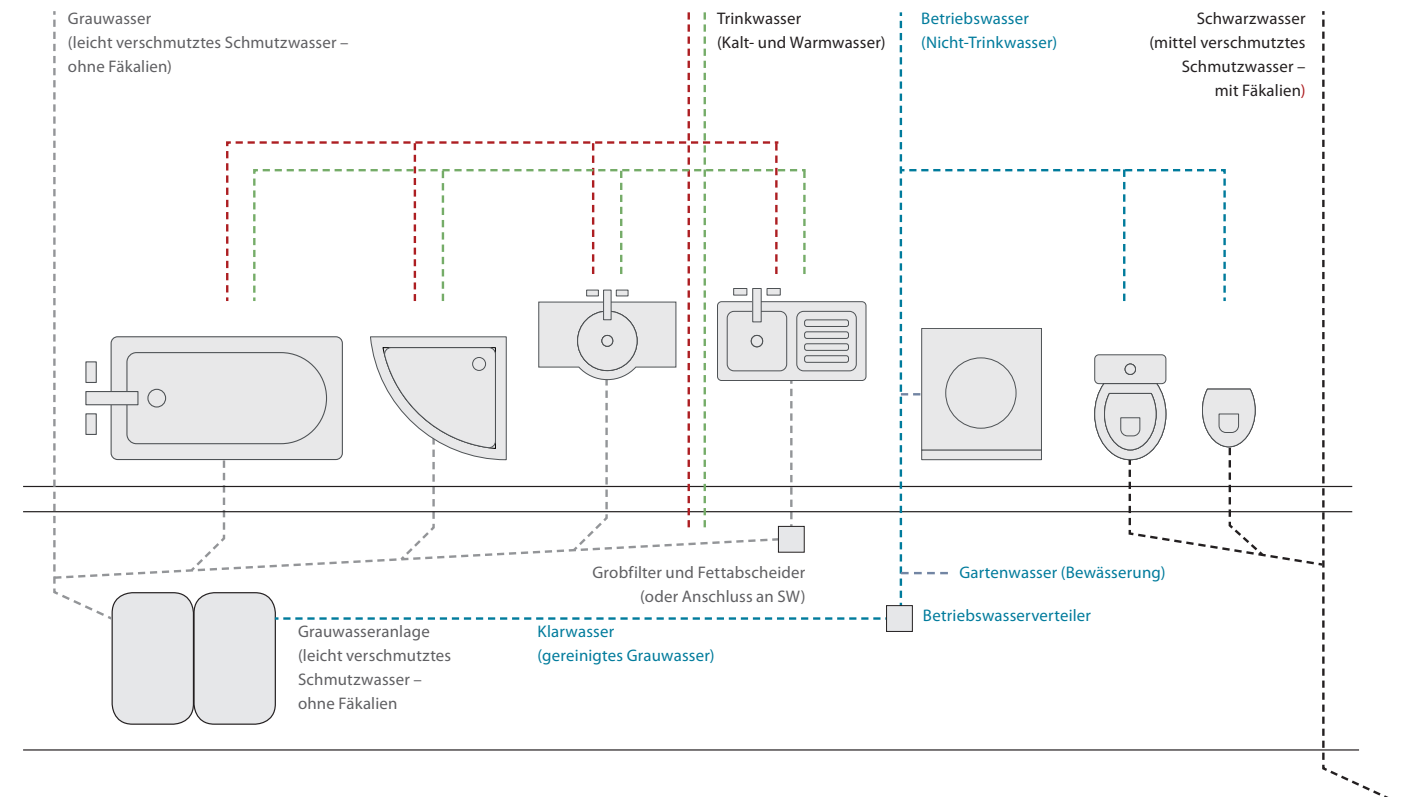
#### SYSTEMTRENNUNG UND WIRTSCHAFTLICHKEIT

Auch wenn eine Grauwasseranlage noch nicht unmittelbar installiert wird, sollte in Wohngebäuden grundsätzlich eine Trennung der entsprechenden Schmutzwasserleitungen erfolgen, wie in Abb. 4 zu erkennen ist. Der Installationsaufwand führt

lediglich in einem Einfamilienhaus zu spürbar höheren Kosten der Schmutzwasserinstallation, erreicht aber kaum einen Mehrkostenaufwand von 1000 Euro. Im Mehrgeschoss-Wohnungsbau, aber auch schon bei kleinen Mehrfamilienhäusern entstehen keine nennenswerten Zusatzkosten: Zur Aufteilung der Schmutzwassermengen müssen ohnehin mehrere Schmutzwasserstränge installiert werden, um eine störungsfreie Abführung sicherzustellen. Dementsprechend handelt es sich dann eben nicht um installierte Schmutzwasserstränge, sondern um Schwarz- und Grauwasserstränge – an deren spätere Kennzeichnung auch im Bereich der Anschlüsse aber unbedingt gedacht werden muss.

#### GRAUWASSERANLAGE

Der Leistungsbereich einer Grauwasseranlage wird über die tägliche Reinigungsleistung bestimmt und beträgt für ein Einfamilienhaus beispielsweise 200 l bzw. ist individuell zu ermitteln (Nutzungsprofil). Diese Anlagen kosten inklusive Installation i. d. R. kaum mehr als 4000 Euro, in einem Wohngebäude mit zehn Wohneinheiten rund 8000 Euro.



4

Die Filtermembran ist das Herzstück der Anlage und muss alle ein bis zwei Jahre ausgewechselt werden, was inkl. des gesamten Wartungsaufwands mit Kosten von etwa 400 Euro verbunden ist. Etwas teurer sind sogenannte Outdoor-Anlagen, die außerhalb des Gebäudes, ähnlich einer Zisterne, im Untergrund eingebracht werden und mit entsprechenden Leitungsführungen und Erdarbeiten zu kalkulieren sind. Vorteilhaft ist bei dieser Anlage, dass sie kein Raumvolumen im Innern des Gebäudes beanspruchen. Naturgemäß ist eine Aufstellung im Gebäude nur im Kellergeschoss bzw. an der tiefsten Stelle der Grauwasserentsorgung möglich. Eine Grauwasseranlage (Abb. 5) besteht aus einem oder mehreren Wassertanks für die Reinigungsstufen des Grauwassers und einem weiteren Wassertank für die Bereitstellung des gereinigten Grauwassers (Klarwassertank). Die Größe der gesamten Anlage ist somit wesentlich von der Reinigungs- bzw. Bereitstellungsleistung abhängig. Während eine kleine Grauwasseranlage für ein EFH mit einer Aufstellfläche von max. 3 m<sup>2</sup> auskommt, beträgt die notwendige Fläche bei einem Gebäude mit zehn Wohneinheiten schon das Doppelte, jedoch nicht mehr als 10 m<sup>2</sup> bei 20 Wohneinheiten. Auf

eine Zugänglichkeit der Anlage zu Wartungszwecken während des Betriebs ist zu achten. In der Entwicklung von Anwendungstechniken zur Grauwassernutzung sind bereits Innovationen absehbar, die mit deutlich weniger Platz auskommen bzw. bereits vorhandene Behälter nutzen können.

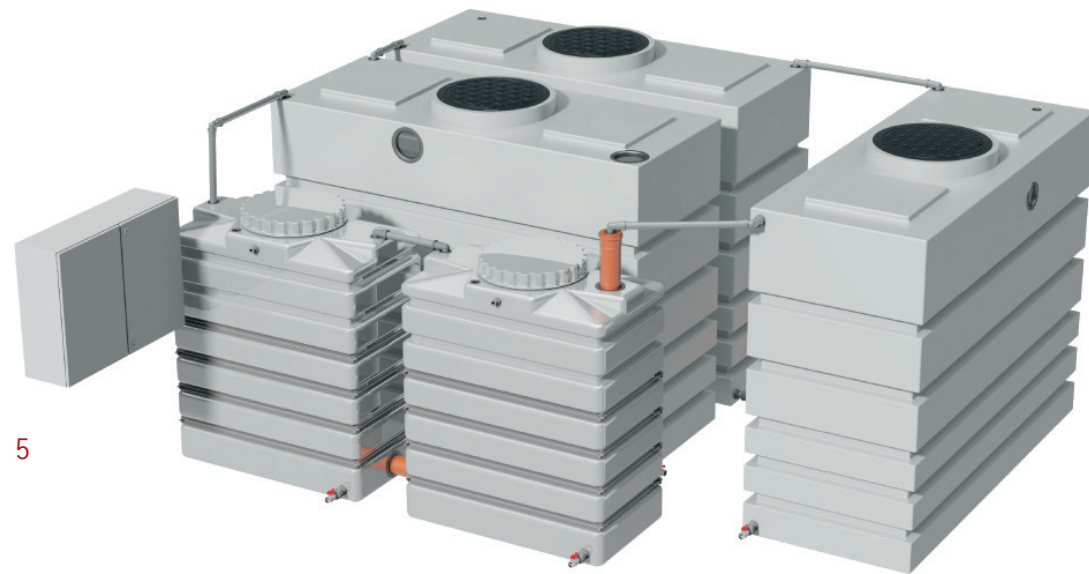
#### OPTIMIERUNG DER EXTERNEN WASSERWIRTSCHAFT

Wenngleich sich die Bedeutung eines kleinen Wasserkreislaufs offensichtlich noch nicht allzu sehr herumgesprochen hat, wird im Rahmen des klimagerechten Bauens schon längst auf die Nutzung von Regenwasser als Betriebswasser verzichtet. Eine ökologisch sinnvolle Alternative ist die Grauwassernutzung, denn durch sie kann nicht nur die gesamte Schmutzwasserlast um deutlich mehr als 50 % reduziert, sondern auch der natürliche Wasserkreislauf stabilisiert werden. Durch den stetigen häuslichen Betrieb und täglich relativ konstante Wassermengen birgt sie sogar ein enormes Potenzial zur Bewässerung von Freiflächen und Bauwerksbegrünungen: Im Ausschnitt aus o.g. Wasserbilanz (Abb. 3) ist zu erkennen, dass bei dem Wohngebäude jeden Tag etwa 278 l

[3] Auszug aus der Wasserbilanz eines Gebäudes mit zehn Wohneinheiten, das sich die Vorteile einer Grauwasserrecycling-Anlage zunutze macht

[4] Die Systemgrafik zeigt, wie sich in einem Wohngebäude die Schmutzwasserleitungen sinnvoll aufteilen lassen

Erleben & Sehen



Wasser allein für die Bewässerung aus Klarwasserüberschüssen zur Verfügung stehen. Natürlich wird diese Menge nicht jeden Tag benötigt, was eine Zwischenspeicherung in einer Regenwasserzisterne eben oder eine direkte Versickerung ermöglicht. Im Rahmen des Bilanzierungsverfahrens der Wasserwirtschaft in und am Gebäude wird diese Zuführung aus der internen Wasserwirtschaft der externen Wasserwirtschaft gutgeschrieben.

#### AUSBLICK

Klimagerechtes Bauen bedeutet nicht nur den Verzicht auf Problemstoffe beim Bauen und die Besinnung auf technische Rohstoffe und deren Wiederverwertbarkeit, sondern auch die Akzeptanz, dass es sich bei einem Bauwerk um einen Klimafaktor handelt. In Anbetracht der Tatsache, dass inzwischen mehr als zwei Drittel des Wärmebedarfs von Neubauten oder energetisch sanierten

[5] Für eine Grauwasseranlage entstehen im Mehrgeschoss-Wohnungsbau keine nennenswerten Zusatzkosten, da ohnehin mehrere Installationsstränge notwendig sind. Etwa 6 m<sup>2</sup> Aufstellfläche reichen, um zehn Wohneinheiten zu versorgen

Wohnbauten allein auf die Bereitstellung von Trink-Warmwasser entfällt, gehört ein nachhaltiges Wasserkonzept ebenso zu einem klimagerechteren Bauen wie die Betrachtung von Energiebilanzen. Diese zu verbessern, vermag auch ein gutes Wassermanagement, z.B. mittels Wärmerückgewinnung aus Schmutzwasser – was in einem folgenden Artikel im kommenden Jahr thematisiert wird [2].

#### { Weitere Informationen:

[1] Die im Text aufgeführten Zahlenbeispiele beruhen auf Untersuchungen und Studien am »Forum Wohnenergie«, einem unabhängigen Beratungszentrum rund um energieeffizientes Bauen und Modernisieren

[2] Teil 2 zum Thema Wasserwirtschaft wird sich mit der Wärmerückgewinnung aus Grauwasser beschäftigen, s. db 3/2017 Rubrik Energie

- Hartmann, Frank, *Baubiologische Haustechnik*, VDE-Verlag, Berlin 2015
- DWA-Regelwerk: Merkblatt DWA-M 277 *Grundsätze für die Planung und Implementierung von Grauwasserbehandlungs- / -nutzungsanlagen*, Juli 2013
- VDI 2070, *Betriebswassermanagement für Gebäude und Liegenschaften*, März 2013
- DIN 1989 zu *Regenwassernutzungsanlagen umfasst vier Teile und stammt aus den Jahren 2002–05*

- *DIN 1986–100 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke Teil 100: Zusätzliche Bestimmungen zu DIN EN 752 und DIN EN 12056*, Berlin, Mai 2008
- *Verschiedene Publikationen zum Thema finden sich über die Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. (fbr), www.fbr.de, etwa zur Regenwassernutzung in privaten und öffentlichen Gebäuden (fbr-Schriftenreihe Band 2, 1996), Betriebsanleitung Regenwassernutzungsanlagen, Betrieb, Inspektion und Wartung (2003), Projektbeispiele zur Betriebs- und Regenwassernutzung bei öffentlichen und gewerblichen Anlagen (fbr-Schriftenreihe Band 6, 2007) oder zur Kombination von Regenwassernutzung und Regenrückhaltung (»fbr-top 10«, 2010)*

{ *Hersteller von Grauwasserrecycling, Wasseraufbereitungs-Anlagen sowie Regenwassermanagement-Systemen (Auswahl):*  
Dehoust, Leimen, [www.dehoust.de](http://www.dehoust.de)  
Greenlife, Schwerin, [www.greenlife.info](http://www.greenlife.info)  
Intewa, Aachen, [www.intewa.de](http://www.intewa.de)  
Rehau, Erlangen, [www.rehau.com/de](http://www.rehau.com/de)  
Roth Umwelttechnik, Bischofswerda, [www.roth-umwelttechnik.com](http://www.roth-umwelttechnik.com)  
Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner, Königsberg, [www.fraenkische.com](http://www.fraenkische.com)

# FARBE

## / Fachveranstaltung

Donnerstag / 17. November 2016 / 17 Uhr  
designxport / Hamburg

Vorträge und Ausstellung mit Get together

#### Begrüßung + Moderation

Susanne Tamborini-Liebenberg / Redaktion md

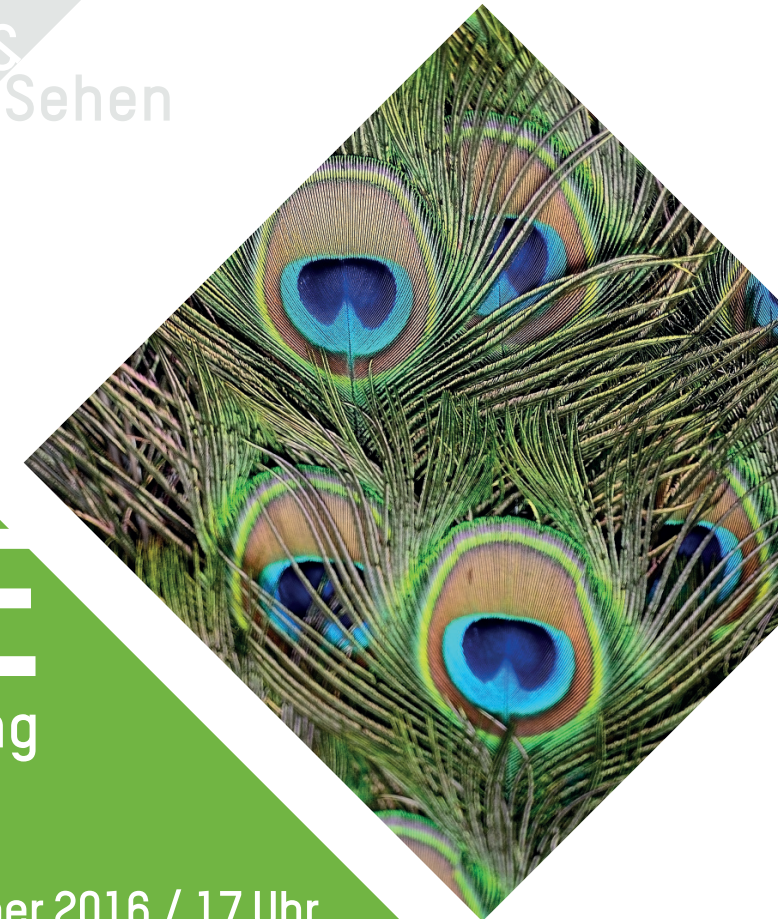
#### Keynote Speaker

Hannes Bäuerle / Inhaber raumPROBE / Stuttgart

#### Vorträge von

Simon Bach / Geschäftsführer Breitbanddesign / Köln  
Friederike Tebbe / Inhaberin Studio Farbarchiv / Berlin

Programm und Anmeldung  
unter: [md-mag.com/farbe](http://md-mag.com/farbe)



Sponsoren



DEUTSCHE STEINZEUG AGROB BUCHTAL