

# Grauwasseraufbereitung mit Wärmerückgewinnung

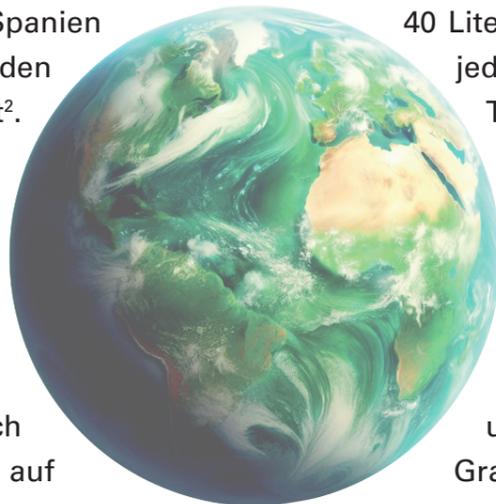


Whitepaper

**DEHOUST**  
ENERGIE. WÄRME. WASSER.

Die Welt ist im Wandel. In jedem Lebensbereich sind Veränderungen spürbar. Eine der offensichtlichsten Veränderungen und Herausforderungen unserer Zeit ist der Klimawandel<sup>1</sup> – mit all seinen Folgen für Mensch, Tier und Umwelt.

Während Deutschland immer häufiger von Überschwemmungen und Hochwasserereignissen heimgesucht wird, ringt der Süden Europas um Wasser. Insbesondere Spanien und Südfrankreich leiden unter Trockenheit<sup>2</sup>. Die Zeiten, in denen Trinkwasser als niemals endende Ressource gesehen und entsprechend behandelt wurde, müssen enden. Denn dabei handelt es sich nicht um ein Luxusgut, auf das man verzichten kann. Es handelt sich um das wichtigste Grundnahrungsmittel. Gleichzeitig steigt weltweit der Bedarf an Wasser und Energie aufgrund des unaufhörlichen Bevölkerungswachstums, der Urbanisierung und der Industrialisierung. Mit der voranschreitenden Erderwärmung wird auch Deutschland immer häufiger mit Dürreperioden konfrontiert<sup>3</sup>.



Schon heute sprechen einige Kommunen im Sommer Gartenbewässerungsverbote aus<sup>4</sup>, während die Lösung buchstäblich die Toilette heruntergespült wird: Rund 40 Liter Trinkwasser verbraucht jeder Mensch täglich für Toilettengänge<sup>5</sup>. In Summe sind dies mehr als 14.000 Liter pro Jahr. Eine sinnvolle Alternative ist in diesem Kontext die Aufbereitung und Nutzung von Grauwasser. Dadurch kann der Wasserverbrauch eines bewohnten Gebäudes um bis zu 50 Prozent gesenkt werden. In Verbindung mit einem Wärmeübertrager und Pufferspeicher wird zudem die thermische Energie der Abwärme gespeichert und nutzbar gemacht. Das steigert nicht nur die Effizienz der Anlage, sondern auch die des Gebäudes – ein durchweg positiver Beitrag für die Umwelt.

## ...Grauwasser?

Bei Grauwasser handelt es sich um wenig verschmutztes Abwasser aus häuslichen Anwendungen oder Gewerbebetrieben. Dieses fällt typischerweise in der Küche, dem Badezimmer oder der Waschküche an und enthält in erster Linie kleine Schmutzpartikel, Hautzellen, Seifenreste und Fette. Ein Beispiel hierfür ist das Abwasser aus Dusche, Waschbecken und Waschmaschine. Im Gegensatz zu Schwarzwasser lässt es sich aufgrund der deutlich geringeren Schadstoffbelastung mit vergleichsweise geringerem Aufwand aufbereiten und so für die Toilettenspülung, Gartenbewässerung oder auch die Waschmaschine nutzbar machen. Die typische Grauwassermenge liegt bei 50 bis 80 Prozent des gesamten anfallenden Abwassers eines Gebäudes.

## ...Schwarzwasser?

Schwarzwasser ist Abwasser, das aus der Toilette stammt. Es ist durch die zugeführten Fäkalien besonders durch Krankheitserreger und Schadstoffe belastet. Eine direkte Wiederverwendung oder Nutzung – ohne eine vorangegangene gründliche Aufbereitung in einer Kläranlage – ist aufgrund der hohen gesundheitlichen Risiken nicht möglich.

## ...Betriebswasser?

Betriebswasser ist nach gängiger Definition kein Trinkwasser. Seinen Einsatz findet das meist aufbereitete Wasser in technischen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder hauswirtschaftlichen Anwendungen – beispielsweise in Kühlsystemen, Reinigungsprozessen oder Produktionsverfahren. Häufig wird es auch als Nutz- oder Brauchwasser bezeichnet. Betriebswasser enthält nicht selten thermische Energie, die zurückgewonnen werden kann.

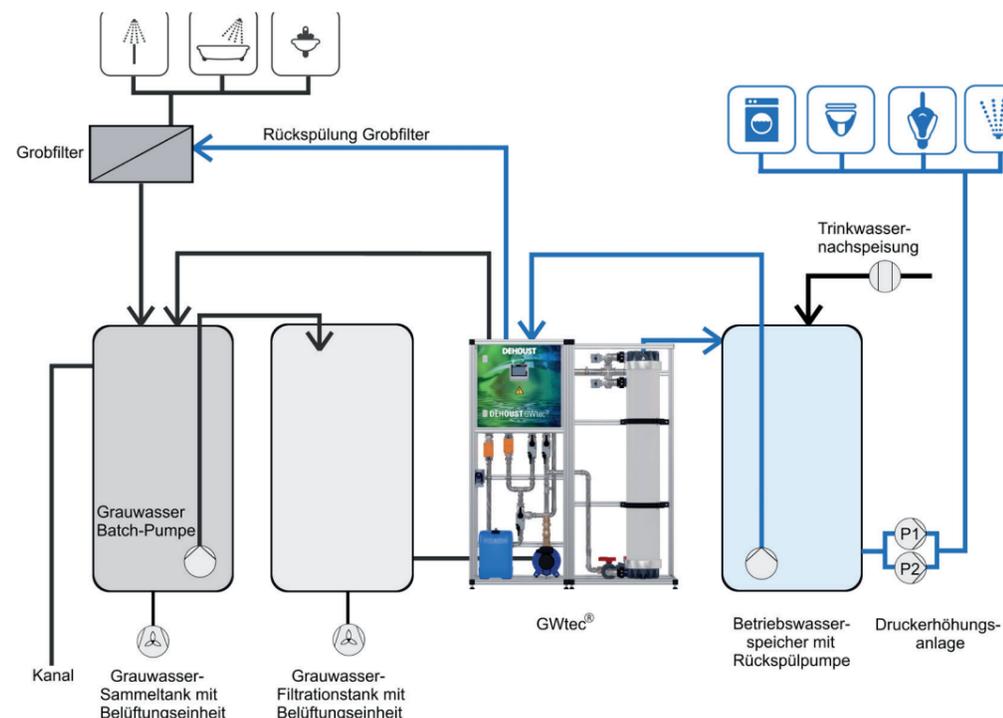


# Grauwasseraufbereitung im biologischen Verfahren

**D**ehoust setzt bei der Aufbereitung von Grauwasser auf ein dreistufiges chemiefreies, biologisches Verfahren. Zunächst erfolgt die mechanische Filtration. In diesem ersten Schritt wird das Grauwasser mit Hilfe eines Grobfilters von Feststoffen wie beispielsweise Haaren, Seifenresten und anderen Feststoffen getrennt und anschließend in einen Sammeltank weitergeleitet. In diesem erfolgt die erste Belebung des Grauwassers durch eine ausgiebige Belüftung. Darauf folgt die biologische Aufbereitung in einem Filtrationstank. In diesem werden organische Schmutzstoffe wie Duschgel oder Seife durch Abwasserbakterien aerobisch-biologisch abgebaut. Häufig verwendete Systeme sind bepflanzte Bodenfilter oder Bioreaktoren. Durch die Steuerung der Belüftungszeiten im Filtrationstank setzen sich vor dem nächsten Filtrationsschritt Partikel und Schwebstoffe als Sediment am Boden ab. Das aufbereitete Grauwasser wird dann über die Filtratpumpe mit schwimmender Entnahme abgepumpt und anschließend durch den GWtec-Membranfilter hygienisiert. Dieser besteht aus vielen Fasern, wobei jede einzelne davon sieben Kapillaren enthält. Das Wasser tritt im Filtrationsmodus in das Innere der Kapillare ein und wird durch diese nach außen abgeführt. Verfahren wie

Ultra- oder Nanofiltration sorgen so für eine hochgradige Reinigung. Mit einer Porenbreite der UF-Membran von lediglich 20 Nanometern werden selbst Bakterien und Viren zuverlässig und sicher zurückgehalten. Beim aufbereiteten Grauwasser spricht man von Betriebswasser.

Wenn für die Verwendung die Werte von Trinkwasser vorgeschrieben sind, erfolgt in einem letzten Schritt die Desinfektion des Betriebswassers. Das geschieht durch den Einsatz von UV-Licht oder Ozon, wodurch mögliche Krankheitserreger zuverlässig abgetötet werden. Das fertig aufbereitete Betriebswasser entspricht einer Wasserqualität der europäischen Norm EN 16941-2<sup>6</sup> und ist somit hygienisch unbedenklich, farblos, schwebstofffrei und geruchsneutral. Bis zur Verwendung wird es in einem Betriebswassertank gespeichert. Steht einmal nicht genug Betriebswasser zur Verfügung, erfolgt die Trinkwassernachspeisung über eine integrierte Trennstation nach EN 1717<sup>7</sup>.



# Wärmerückgewinnung in der Grauwasseraufbereitung

**G**rauwasser aus der Dusche, dem Handwaschbecken oder auch der Waschmaschine enthält Restwärme aus voriger Nutzung. Diese Wärme kann nutzbar gemacht werden, um die Heizlast, die durch ein Heizsystem aufgebracht werden muss, zu mindern. Im Fall der GWtec geschieht die technische Umsetzung der Wärmerückgewinnung unter Zuhilfenahme einer Wärmepumpe. Zur Entkopplung des Betriebswasser- und Heizungswassernetzes wird die Abwärme im Gegenstromverfahren erst an einen Platten- oder Rohrwärmeübertrager und anschließend an die Wärmepumpe abgegeben. Dort erhöht sich die Vorlauftemperatur, wodurch die Abwärme der Grauwasseranlage

nutzbar gemacht wird. Die Wärmepumpe leitet die gewonnene Wärme an das Heizungssystem weiter.

Mit Blick auf das novellierte Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist dies ideal für die Kombination mit erneuerbaren Energiequellen wie Solarthermie oder Photovoltaik geeignet. Die Speicherung der Abwärme ist nicht direkt im System verankert. Stattdessen empfiehlt sich der Einsatz eines Pufferspeichers zur thermischen Energiespeicherung im Heizkreis. Auf diese Weise kann die Wärmepumpe jederzeit bei vorhandener thermischer Leistung im Betriebswasser arbeiten und so den Verlust der Wärmeenergie verhindern. Je größer die Grauwasseranlage ausgelegt ist, desto höher ist auch das Potential für die Wärmerückgewinnung. Bei kleineren Anlagen kann die Wärmerückgewinnung so als dezentrales System für einzelne Gebäude integriert werden. Bei großen Anlagen ist auch die zentrale Nutzung der rückgewonnenen Wärmeenergie in Nahwärmenetzen für ganze Stadtviertel möglich. Die Wärmerückgewinnung ausschließlich auf Basis von Platten- oder Rohrwärmeübertragern ist hingegen in Gebäuden mit konstantem Warmwasserverbrauch wie Hotels oder Fitnessstudios besonders effizient.

Sauberes Trinkwasser ist auf dieser Welt nicht unbegrenzt verfügbar. Die Aufbereitung von Grauwasser kann jedoch möglichen Engpässen zuverlässig entgegenwirken.

Die wirtschaftlichen und weltpolitischen Turbulenzen der letzten Jahre haben hingegen gezeigt, dass auch Energie eine teils fragile Ressource ist. Denn die Erzeugung

behandeltem Grauwasser bereits sehr sparsam.

Die Nutzung von Wärmerückgewinnung ermöglicht es zusätzlich, die thermische Restenergie des Grauwassers nutzbar zu machen und so die erforderliche Heizenergie eines Gebäudes zu senken. Das spart neben Geld auch die für die Heizungs-



einer ausreichenden Menge Strom kann nicht binnen kürzester Zeit rein auf regenerativen Quellen wie Wind oder Solarthermie beruhen.

Aus diesem Grund ist es Dehoust ein wichtiges Anliegen, die Grauwasseraufbereitung so effizient wie möglich zu gestalten. Die GWtec ist mit einem Verbrauch von 0,3 bis 0,5 Kilowattstunden pro Kubikmeter

anlage benötigte Energieressource und senkt die anfallenden CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die gewonnene Wärme kann in den Warmwasserkreislauf oder den Heizungskreislauf eingespeist werden. Dabei ist die Einspeisung in den Warmwasserkreislauf effizienter, da in den Sommermonaten in der Regel die Heizungen ausgeschaltet sind.



## Ökologische Vorteile

Durch die Aufbereitung von Grauwasser kann der Frischwasserverbrauch in Wohn- und Gewerbegebäuden um bis zu 50 Prozent gesenkt werden. Das spart kostbare Trinkwasserressourcen ein. Gleichzeitig wird so die Abwassermenge reduziert, wodurch Kanalisationen entlastet und die Wasserqualität von natürlichen Gewässern verbessert werden. In Kombination mit Wärmerückgewinnung werden Energie eingespart und die CO<sub>2</sub>-Emissionen gesenkt. Das trägt zum Erreichen der Klimaziele bei.



## Ökonomische Vorteile

Investitionen in Grauwasserrecycling und Wärmerückgewinnung amortisieren sich insbesondere bei großen Anlagen schnell. Dafür sorgen die hohen Einsparungen der Wasser-, Abwasser- und Energiekosten. Langfristig können so hohe wirtschaftliche Einsparungen erzielt werden. Für Unternehmen kann durch die Nutzung nachhaltiger Technologien auch ein Wettbewerbsvorteil entstehen. Eine umweltfreundliche Positionierung stärkt das Markenimage und schafft Kundenvertrauen.



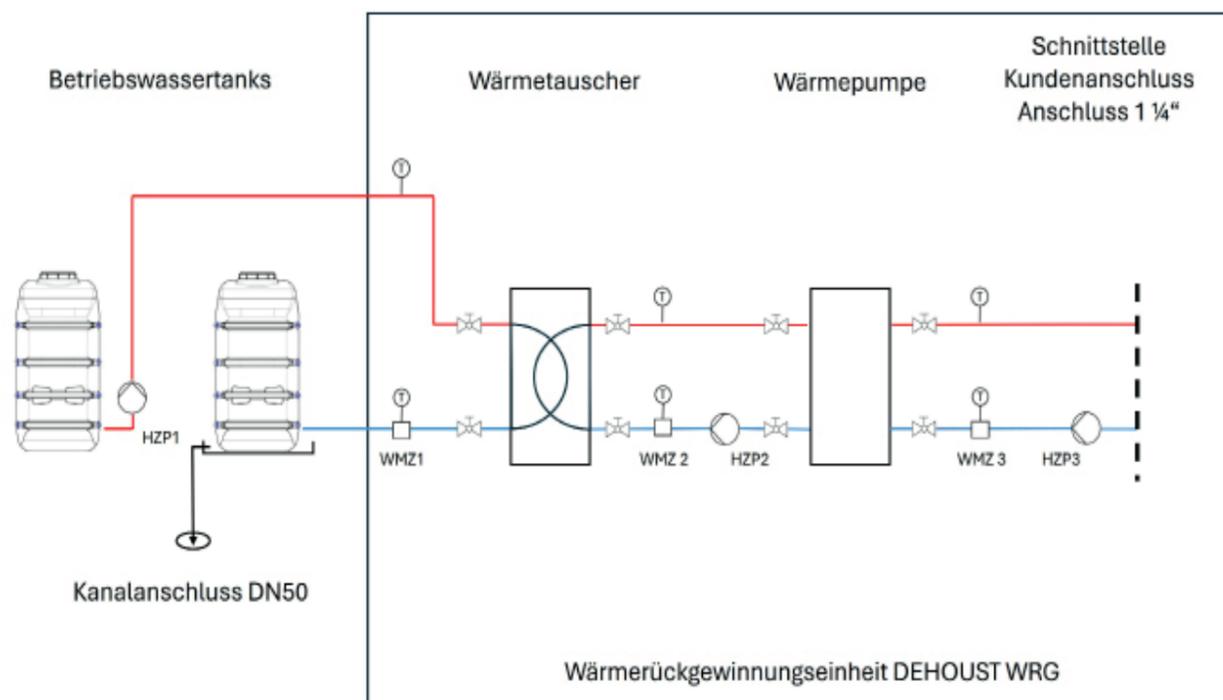
## Regulatorische und gesellschaftliche Vorteile

Durch den Einsatz nachhaltiger Technologien können strenge Umweltauflagen einfacher erfüllt werden, was vor allem für die Industrie von großem Mehrwert ist. Zudem kommen die Einsparungen von Wasser- und energieliefernden Ressourcen dem Gemeinwohl zugute.

Die Installation einer Grauwasserrecyclinganlage setzt die vorherige Planung und Verlegung eines zusätzlichen Rohrleitungssystems für das Betriebswasser voraus.

**Eine Vermischung von Betriebs- und Trinkwasser darf an keiner Stelle des Systems möglich sein.**

An kritischen Schnittpunkten ist die Reinheit der Trinkwasserleitung durch eine Trinkwassertrennstation der Kategorie 5 nach EN 1717 sicherzustellen. Die Nutzung der Wärmerückgewinnung macht sich durch einen erhöhten Platzbedarf bemerkbar. Neben dem Modul aus Wärmepumpe und Wärmeübertrager ist mindestens ein zusätzlicher Betriebswassertank einzuplanen. Diese Komponenten erfordern zudem zusätzliche Rohrleitungen, welche die für die Wärmerückgewinnung notwendigen Systeme mit der Grauwasseranlage verbinden. Zum Auffangen des Kondensats muss eine Kondensatwanne um die Betriebswasserspeicher angebracht werden. Darüber hinaus ist das Aufstellen eines Pufferspeichers ratsam, damit überschüssige thermische Energie gespeichert werden kann.



Aufbereitetes Grauwasser lässt sich entsprechend der Bestimmungen der am 24. Juni 2023 in Kraft getretenen novellierten Trinkwasserverordnung (TrinkwV) überall dort einsetzen, wo nicht zwingend die Nutzung von Wasser in Lebensmittelqualität erforderlich ist. Somit kann Grauwasser in der Gebäudetechnik beispielsweise für die Speisung der Toilettenspülung oder auch der Waschmaschine genutzt werden. Dies ist auch in öffentlichen und halböffentlichen Bereichen wie Hotels und Krankenhäusern möglich. Darüber hinaus ist die Gartenbewässerung mit Grauwasser oder dessen

Nutzung zu Reinigungszwecken erlaubt. Abseits von Wohngebäuden kann das aufbereitete Grauwasser als Prozesswasser zur Reduktion des Frischwasserbedarfs und Abwasseraufkommens in industriellen Abläufen verwendet werden. In Kombination mit Wärmerückgewinnungseinheiten führt der Einsatz in Schwimmbädern zu einer beachtlichen Reduktion von Heizkosten durch die Rückgewinnung der Duschwasserabwärme. Für die Industrie ist die Abwärmenutzung zur Vorerwärmung von Rohstoffen oder Produktionsanlagen interessant und aus wirtschaftlicher Sicht lohnenswert.



# Anwendungsbeispiele Deutschland

Das **Seniorenwohnheim Forum der Senioren** in Viernheim verfügt über 24 Wohneinheiten sowie 143 Dauerpflegeplätze. Im Juli 2020 wurde es mit der GWtec 140 ausgestattet. Mit einer Aufbereitungsleistung von 6.000 Litern pro Tag wird das Abwasser aus Duschen und Handwaschbecken der Gäste- und Personalräume für die WC-Spülungen der Gäste- und Personalräume wiederverwertet. Zur Speicherung des Grau- und Betriebswassers wurden jeweils zwei 3.000 Liter fassende Tanks eingebaut. Die Einsparung von rund 2.000.000 Litern

Trinkwasser pro Jahr zeigt auf beachtliche Weise, dass auch in besonders hygienerelevanten Bereichen wie Altenheimen die erfolgreiche Grauwasseraufbereitung möglich ist.



Der **Betriebshof der Stadt Darmstadt** ist für die Umsetzung kommunaler Aufgaben und Dienstleistungen zuständig. Für die rund 200 Beschäftigten stehen in den Personalräumen Duschen und Handwaschbecken bereit. Das Abwasser aus diesen wird nicht nur für die WC-Spülungen, sondern sogar für die Straßenreinigung der Stadt wiederverwendet. Die eingesetzte GWtec 140 bereitet seit mehr als einem Jahrzehnt zuverlässig rund 6.000 Liter pro Tag auf. Der zusätzliche Einsatz von Dehoust Connect ermöglicht die einfache Fernwartung der Anlage und garantiert im Störfall eine besonders einfache Fehleranalyse und Behebung.



# Anwendungsbeispiele Ausland

Das **Athener Opernhaus** mit einem 28.000 Quadratmeter großen Auditorium umfasst - neben der Nationaloper - auch die Nationalbibliothek Griechenlands und eine große Parkanlage. Seit 2009 sind hier zwei Grauwasseraufbereitungsanlagen des Typs GWM 2.000 in Betrieb. Mit einer Gesamt-Aufbereitungsleistung von 4.000 Litern pro Tag wandeln die Anlagen das Abwasser aus Duschen und Handwaschbecken in sauberes Betriebswasser für die WC-Spülungen sowie die Bewässerung der Parkanlagen und die Gebäudereinigung um. Griechenland leidet wie viele südliche Länder jedes Jahr unter extremen Dürreperioden. Insbesondere die Pflege der Parkanlage profitiert daher von der Wasseraufbereitung.



**Bloomberg** ist in der Welt der Finanznachrichten- und Datenlieferung zu Hause. Seinen europäischen Hauptsitz hat das Unternehmen in London erbaut. Auf 1,1 Millionen Quadratmetern, die sich über neun Stockwerke verteilen, finden rund 4.000 Mitarbeiter Platz. Das anfallende Grauwasser aus Duschen und Handwaschbecken speist nach der Aufbereitung die WC-Spülungen des Gebäudes. Dafür wurden 2017 mit der GWM 12.000 und der GWM 22.500 zwei Grauwasseraufbereitungsanlagen aus dem Hause Dehoust in Betrieb genommen. Die Aufbereitungsleistung von 35.000 Litern pro Tag trug dazu bei, dass der Hauptsitz zum Zeitpunkt der Planung mit 99,1 Prozent die höchste jemals verliehene BREEAM-Bewertung erhielt<sup>8</sup>.



Der Klimawandel und Wasserknappheiten sind bekannt und als drohende Probleme identifiziert. Gleichzeitig wird mit der Aufbereitung von Grauwasser eine potentielle Lösung präsentiert, die aufgrund fehlender Gesetzgebungen jedoch nicht bestmöglich genutzt wird. Die Frage nach möglichen Anwendungsgebieten für Betriebswasser ist somit vor allem eine politische. Die EU-Wasserrahmenrichtlinie schafft den Ordnungsrahmen für den Schutz aller Gewässer, inklusive des Grundwassers. Dazu zählt auch, dass seit dem Inkrafttreten der Richtlinie im Jahr 2000 keine quantitative Verschlechterung des Grundwassers eintreten darf.

Trinkwassereinsparungen sind also grundsätzlich gefordert. Derzeit ist aber nur die Nutzung des Betriebswassers in den Bereichen Toilettenspülung, Waschmaschinenspeisung und Gartenbewässerung erlaubt. Das Wasser für Dusche und Badewanne unterliegt den hygienischen Anforderungen der novellierten europäischen Richtlinie über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung. Das durch die GWtec aufbereitete Betriebswasser übertrifft diese Anforderungen sogar und übersteigt somit die Anforderungen an die Qualität von aufbereitetem Grauwasser, die durch die Abwasserverordnung (AbwV) eigentlich ausreichend wären. Selbst die Spülmaschine könnte durch das gereinigte Betriebswasser aus der GWtec gespeist werden. Dem entgegen steht die Gesetzgebung, die in diesen Bereichen nur die Verwendung von Trinkwasser zulässt.



Die klimatischen Veränderungen und der gleichzeitig steigende Bedarf an Trinkwasser begründen das Bedürfnis. Die Grauwasseraufbereitungsanlagen sind bereits imstande, qualitativ hochwertiges Brauchwasser bereitzustellen und die Hersteller erleben ein immer weiter steigendes Interesse an den Systemen. Nun ist es an der Politik, die notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen, um das Recycling des Wassers für die breite Masse anzubieten und so den Folgen des Klimawandels entgegenzuwirken. Dafür muss jedoch nicht nur die Gesetzgebung zu den Anwendungsbereichen von Betriebswasser angepasst werden. Subventionierungen oder Steuervorteile könnten einen entscheidenden Anreiz für die Installation von Grauwasseranlagen und Wärmerückgewinnung sein und so den Ausbau beschleunigen. Parallel dazu könnten Zuschüsse für Forschung und Entwicklung den Herstellern die notwendige Unterstützung bieten, um die Entwicklung effizienter und kostengünstiger Technologien weiter voranzutreiben und damit die Wasserqualität weiter zu verbessern. Doch Vergünstigungen und Fördermittel alleine reichen nicht aus. Die Relevanz des Themas muss in der Öffentlichkeit ankommen. Ein wirkungsvolles Mittel wäre es, das Grauwasserrecycling in bestehende und zukünftige Klimaschutzpläne zu integrieren – und das auf Bundesebene. Unterschiedliche Regelungen zwischen Ländern oder Regionen verkomplizieren den Ausbau unnötig.

Derzeit gibt es keine bundesweit gültigen Fördergelder für den Einbau einer Grauwasseranlage. Die einzige Ausnahme für Privatpersonen bietet das Land Bremen<sup>9</sup>. Unternehmen können deutschlandweit über das KfW-Umweltprogramm Fördermittel beantragen<sup>10</sup>.



Fördergebiet	Förderart	Förderberechtigte	Fördergeber	Summe
Bremen	Zuschuss	Verbände, Privatpersonen, Unternehmen	Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaft	Bis zu 40 % der förderfähigen Kosten, höchstens 5.000 Euro
Bundesweit	Darlehen	Unternehmen	BMUV	100 % der förderfähigen Kosten können finanziert werden

Grauwasserrecycling und Wärmerückgewinnung aus Betriebswasser sind Schlüsseltechnologien für eine nachhaltige Zukunft. Sie bieten Lösungen für die drängendsten Herausforderungen unserer Zeit: Schonung von Wasserressourcen, die Senkung des Energieverbrauchs, die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen und daraus folgend die Bekämpfung des Klimawandels. Die Integration dieser Technologien in Gebäude- und Industriesysteme ist nicht nur ein Gebot der Stunde, sondern auch eine wirtschaftlich attraktive Option. Durch Forschung, Innovation und gezielte Förderung können die Potenziale dieser Technologien voll ausgeschöpft werden.

Pilotprojekte und Vorreiterrollen von Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen können dazu beitragen, die gesellschaftliche Akzeptanz zu steigern. Regierungen, Wirtschaft und Gesellschaft sind gleichermaßen gefordert, die Voraussetzungen für eine flächendeckende Umsetzung zu schaffen. Gemeinsam mit den Herstellern wird so der Weg zu einer ressourcenschonenden und klimagerechten Zukunft geebnet.

## Unternehmensprofil

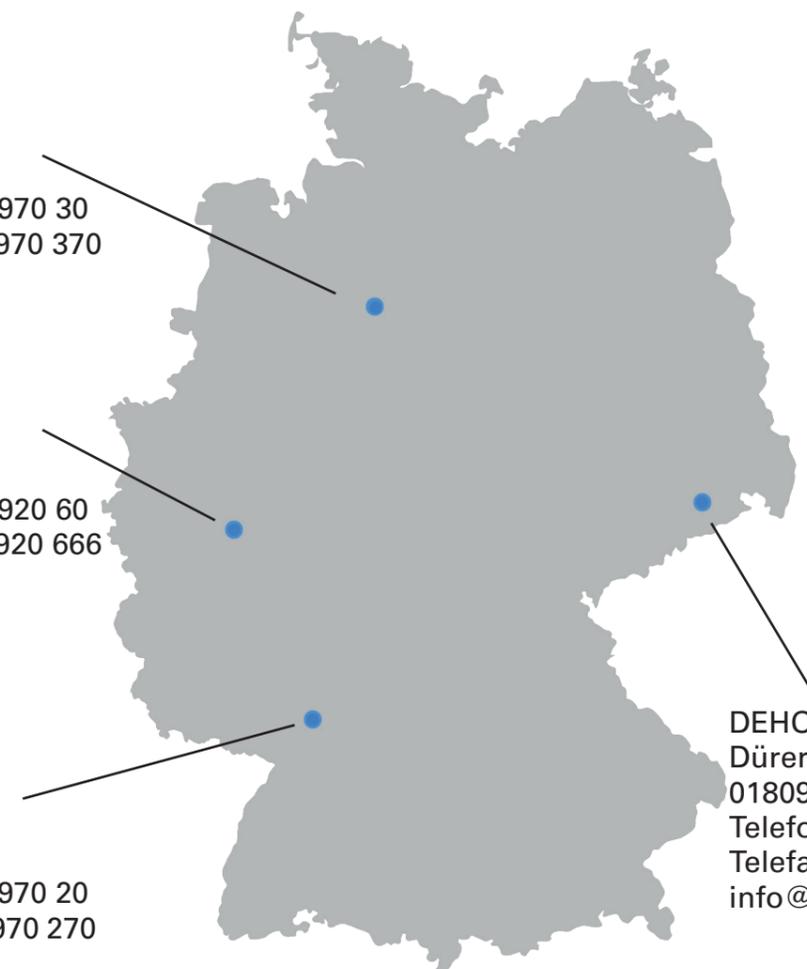
Die Dehoust GmbH mit Sitz in Leimen und Niederlassungen in Nienburg, Heidenau und Eitorf ist seit über 60 Jahren aktiv und maßgeblich an der Entwicklung des Heizöltankmarktes beteiligt. Heute stellt Dehoust Kunststoffbehälter aus Polyethylen her. Doppelwandige Kunststofftanks für flüssige Brenn- und Rohstoffe bilden das Rückgrat der Fertigung. Großvolumige Lagerbehälter aus Stahl und Edelstahl sind ein zentraler Bestandteil der Produktion. Pufferspeicher werden bei Dehoust als Systeme für Wärme und Kälte konzipiert. Dehoust, der Pionier im Wassermanagement mit mehr als 20 Jahren Erfahrung, baut die Bereiche Regenwassernutzung, Grauwasserrecycling, Trinkwassertrennstationen sowie industrielle Wassersysteme konsequent weiter aus. Möchten Sie mehr über unsere Leistungen im Bereich der Grauwasseraufbereitung erfahren oder benötigen Sie Rat und Unterstützung bei einem aktuellen Planungsprozess? Dann kontaktieren Sie uns gerne. Unsere Experten stehen Ihnen bei allen Fragen rund um die effiziente Grauwasseraufbereitung mit und ohne Wärmerückgewinnung zur Seite.

DEHOUST GmbH  
Forstweg 12  
31582 Nienburg  
Telefon +49 (0) 5021 970 30  
Telefax +49 (0) 5021 970 370  
info@dehoust.de

DEHOUST GmbH  
Wecostr. 7 – 11  
53783 Eitorf  
Telefon +49 (0) 2243 920 60  
Telefax +49 (0) 2243 920 666  
info@dehoust.de

DEHOUST GmbH  
Gutenbergstr. 5 - 7  
69181 Leimen  
Telefon +49 (0) 6224 970 20  
Telefax +49 (0) 6224 970 270  
info@dehoust.de

DEHOUST GmbH  
Dürerstr. 1  
01809 Heidenau  
Telefon +49 (0) 3529 565 80  
Telefax +49 (0) 3529 565 870  
info@dehoust.de



## Impressum

DEHOUST GmbH  
Gutenbergstraße 5-7, 69181 Leimen  
Telefon: +49 (0) 6224 9702-0  
Telefax: +49 (0) 6224 9702-70  
E-Mail: info@dehoust.de

Geschäftsführer:  
Wolfgang Dehoust,  
Andreas Bichler

HRB 709874, Amtsgericht Mannheim  
USt-Id.: DE 182634396

© 2025 Dehoust GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

## Quellenverzeichnis

[1] <https://ourworldindata.org/climate-change>

[2] <https://www.nationalgeographic.de/reise-und-abenteuer/2024/09/suedeuropa-am-limit-in-welchen-regionen-urlaub-kuenftig-schwieriger-werden-koennte-spanien-italien-griechenland>

[3] [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/das\\_monitoringbericht\\_2019\\_barrierefrei.pdf#page=28](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/das_monitoringbericht_2019_barrierefrei.pdf#page=28)

[4] <https://www.dstgb.de/publikationen/positionspapiere/hitze-und-duerre/dstgb-positionspapier-hitze-und-duerre.pdf?cid=w34>

[5] <https://www.bmu.de/themen/wasser-und-binnengewasser/verbrauchertipps/wassersparende-toilettenspuelung>

[6] <https://www.dinmedia.de/de/norm/din-en-16941-2/298473726>

[7] <https://www.dinmedia.de/de/norm/din-en-1717/142012907>

[8] <https://bregroup.com/case-studies/bloomberg-highest-breeam-rating>

[9] <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Land/Bremen/oekologische-regenwasserbewirtschaftung-gebaeudeau.html>

[10] <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/KfW/umweltprogramm-kfw-bund.html>

Fotos: DEHOUST GmbH  
Grafiken Seiten 2, 3, 7, 12 und 13: Pixabay  
Weitere Grafiken: Kommunikation2B  
Layout und Text: Kommunikation2B