



KREIS

Versorgung durch Entsorgung

**KOPPLUNG VON REGENERATIVER
ENERGIEGEWINNUNG MIT INNOVATIVER
STADTENTWÄSSERUNG**

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



FONA

Nachhaltiges
Wassermanagement
BMBF

INHALT

Das KREIS-Projekt: Versorgen durch Entsorgen	3
Der HAMBURG WATER Cycle®: Abwasser ist nicht gleich Abwasser	4
Das Modellprojekt: Stadtquartier Jenfelder Au	6
Das KREIS-Projekt: Die Teilbereiche	8
Unterdruckentwässerung: Modernste Entsorgungstechnik	9
Schwarzwasser: Inhaltsstoffe energetisch und stofflich nutzen	10
Grauwasser: Getrennt erfassen und vor Ort reinigen	12
Optimierungsphase: Der wissenschaftlich begleitete Probebetrieb.	13
Das Energiekonzept: Nachhaltige Technologien miteinander verbinden	14
Geothermie: Die Heizkraft aus der Erde	15
Die Simulation: Energieflüsse im Quartier simulieren, analysieren und planen . .	16
Die Öko-Bilanz: Wie nachhaltig ist das neue System?	18
Wirtschaftlichkeit und Marktpotenzial: Wird das Projekt Nachahmer finden? . .	19
Die Akzeptanz: Wie sehen die Nutzer das neue Ver- und Entsorgungskonzept? . .	20
Der rechtlich-institutionelle Rahmen: Neue Betreibermodelle entwickeln	21
Die Projektpartner: Kontaktadressen und Arbeitsschwerpunkte	22

DAS KREIS-PROJEKT: VERSORGEN DURCH ENTSORGEN

Das neuartige Entwässerungskonzept HAMBURG WATER Cycle® bietet einen ganzheitlichen Ansatz zur Abwasserentsorgung und Energieversorgung im urbanen Raum. Das Projekt und seine Umsetzung am Standort Jenfelder Au werden vom Forschungsverbundprojekt KREIS umfassend begleitet.

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt KREIS ist ein Forschungsverbundprojekt und steht für die „Kopplung von regenerativer Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwässerung“. Mit KREIS sollen neue Konzepte und Verfahren für die Versorgung mit Energie und die Entsorgung von Abwasser in städtischen Räumen weiterentwickelt und erforscht werden. Dies geschieht ausgehend von der Realisierung des HAMBURG WATER Cycle® in der Jenfelder Au. Unter dem Motto „Versorgen durch Entsorgen“ werden im KREIS-Projekt eine Vielzahl von Fragestellungen zu den Themengebieten Energie- und Entwässerungstechnik, Behandlung und Reststoffnutzung sowie ökologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Bedeutung des Konzeptes bearbeitet.

Die Anwendung neuartiger Sanitärsysteme in Verbindung mit regenerativer Energiegewinnung im Quartiersmaßstab zeigt jedoch nicht nur für Hamburg einen zukunftsweisenden Weg auf. Das Bauprojekt ist in seiner Größe bislang einmalig und ein wertvoller Praxistest, der wichtige Impulse für die Weiterentwicklung von städtischen Infrastrukturen geben wird. Ziel des Verbundprojekts KREIS ist es deshalb, den Planungs- und Bauprozess sowie die Inbetriebnahme der technischen Systeme mit vorbereitenden Untersuchungen zu unterstützen und nach Fertigstellung der Anlagen deren Betrieb wissenschaftlich zu begleiten. Bei einigen technischen Komponenten wird erwartet, dass durch die Erprobung unter realen Bedingungen im technischen Maßstab eine Weiterentwicklung erfolgen kann.

Darüber hinaus sollen die wissenschaftlichen Untersuchungen den ganzheitlichen Nutzen solcher Systeme sicherstellen. Im Ergebnis sollen Erkenntnisse und Erfahrungen gesammelt werden, die sowohl direkt im Quartier Jenfelder Au verwertbar als auch übertragbar auf ähnliche Umsetzungen in anderen Regionen sind. An dem Projekt beteiligen sich eine Vielzahl an Partnern aus Wissenschaft und Forschung: die Bauhaus-Universität Weimar (Forschungskoordination und Projektleitung), die TU Hamburg-Harburg, die Hochschule Ostwestfalen-Lippe, die Solar- und Wärmetechnik Stuttgart, das Institut für sozial-ökologische Forschung Frankfurt und das Öko-Institut e.V.. Diesen wissenschaftlichen Partnern stehen mit HAMBURG WASSER (Projektleitung und verantwortlich für bauliche Umsetzung und Betrieb), der Buhck Umweltservices GmbH & Co. KG, der CONSULAQUA Hamburg GmbH und der Vacuum Sanitärtechnik GmbH & Co. KG (VacuSaTec) vier Praxispartner zur Seite. Zu den Beteiligten gehören außerdem mehrere Unternehmen, die im Unterauftrag der Projektpartner agieren und einen wertvollen Beitrag zum Gelingen des Projektes leisten. Die Projektlaufzeit ist von November 2011 bis Oktober 2014.

DER HAMBURG WATER CYCLE®: ABWASSER IST NICHT GLEICH ABWASSER

Eine kreislaufforientierte Abwasserwirtschaft mit getrennter Verwertung und Entsorgung des Schmutzwassers birgt enormen Mehrwert: Von der Energiegewinnung bis zur Produktion landwirtschaftlicher Wertstoffe.

Der Wandel verschiedener Rahmenbedingungen auf globaler wie auf lokaler Ebene gewinnt bei der Realisierung von Siedlungen in Ballungsräumen immer stärker an Bedeutung. Die Forderungen nach effizienter Ressourcennutzung wirken sich auch auf die Anpassung der städtischen Infrastruktur aus. Es gilt neue Technologien zu entwickeln, die nachhaltig mit Energie, Nährstoffen und Wasser umgehen. Zu diesem Zweck hat HAMBURG WASSER, der Wasserver- und -entsorger für Hamburg und die Metropolregion, mit dem HAMBURG WATER Cycle® (HWC) ein innovatives, kombiniertes Entwässerungs- und Energieerzeugungskonzept für urbane Räume entwickelt. Dabei werden die Infrastrukturbereiche Wasser und Energie als ineinandergreifende und sich ergänzende Aufgabefelder betrachtet. Das Konzept schont die Ressource Trinkwasser und ermöglicht, das anfallende Abwasser zur Energiegewinnung und zum Schließen von Stoffkreisläufen im direkten Wohnumfeld zu nutzen.

Wichtigster Baustein des HAMBURG WATER Cycle®

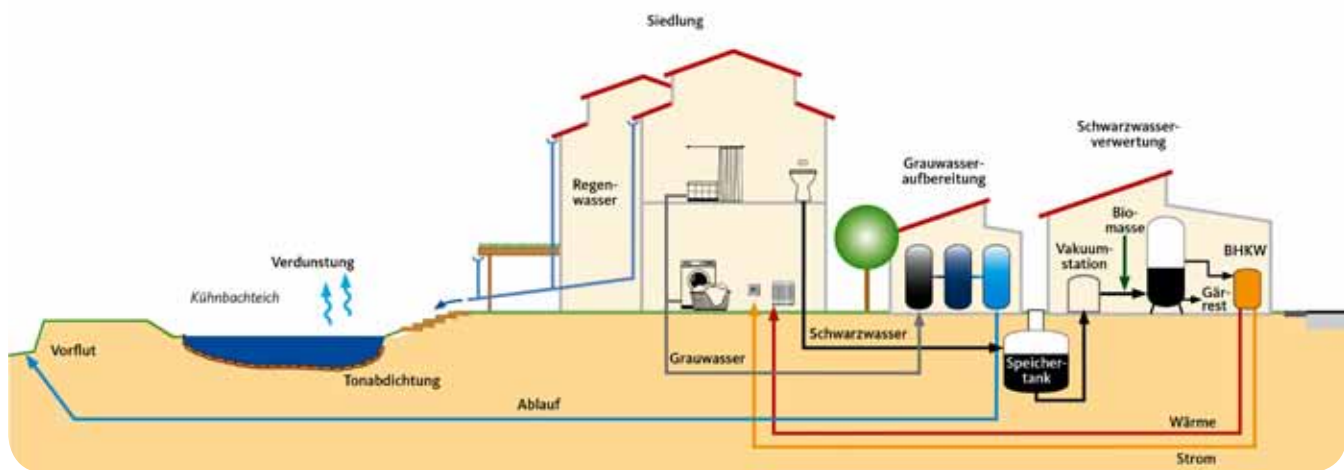


Der HAMBURG WATER Cycle® nutzt die Ressource Wasser optimal

ist die getrennte Erfassung, Sammlung und Behandlung verschiedener Abwässer, die sogenannte Teilstrombehandlung. Während bei konventionellen Entwässerungssystemen alle im Haushalt anfallenden Abwässer zusammenfließen und dieses Gemisch aufwändig behandelt werden muss, liegen beim HWC die Abwasserteilströme „Schwarzwasser“ (aus den Toiletten, stark verschmutzt) und „Grauwasser“ (aus Küche



Schema des HAMBURG WATER Cycle®, getrennte Erfassung der häuslichen Abwasserströme



Umsetzung des HAMBURG WATER Cycle® in der Jenfelder Au

und Bad, gering verschmutzt) sowie das „Regenwasser“ (Niederschlagswasser, kaum verschmutzt) getrennt voneinander vor. Nicht alle diese Abwasserteilströme müssen mit dem gleich hohen Aufwand behandelt werden, so dass sich Einsparungen bezüglich Energie, Ressourcen und letztlich Kosten ergeben können.

Das Ziel des HWC geht über die Optimierung der Behandlung von Abwasser bzw. Abwasserteilströmen hinaus: Die verschiedenen Abwasserteilströme sollen als Ressource verstanden und gezielt verwertet werden. Die Nutzung des Abwassers wird dabei an die spezifischen Eigenschaften des Schwarz-, Grau- und Regenwassers angepasst, um möglichst effiziente und ökologisch ertragreiche Ergebnisse zu erhalten. Das Schwarzwasser eignet sich aufgrund seiner hohen Konzentration an organischen Stoffen für eine Vergärung und somit für die Produktion von methanhaltigem und energiereichem Biogas. Dieses kann in einem Blockheizkraftwerk zu Wärme und Strom transformiert werden. Weitere organische Stoffe, wie z.B. Fette und Speisereste, können in der Vergärungsanlage mit behandelt werden und somit zusätzlich Wärme und Strom liefern. Mit dieser Energie wird die Vergärungsanlage betrieben, d.h. die ansonsten energieintensive Reinigung des Schwarzwassers wird vermieden. Nach der Behandlung verbleibt ein nährstoffreicher Gärrest, der zur Bodenverbesserung oder Düngung weiter ver-

wertet werden kann.

Das im Vergleich zum Schwarzwasser in wesentlich größeren Mengen anfallende aber nur gering verschmutzte Grauwasser kann mit energieschonenden Verfahren gereinigt und in die Umwelt zurückgeführt oder – nach weitergehender Reinigung – auch als Brauchwasser, z.B. als Spülwasser für die Toiletten, genutzt werden.

Das Regenwassermanagement des HAMBURG WATER Cycle® sieht vor, dass das Niederschlagswasser naturnah und vor Ort bewirtschaftet wird. Das Wasser wird über geeignete Anlagen zurückgehalten und durch Versickerung oder Verdunstung wieder dem natürlichen Wasserkreislauf zugeführt. Es kann so auch als gestaltendes Element in der Freiflächenplanung genutzt werden.



Quartier Jenfelder Au: Der städtebauliche Entwurf wurde mit dem International Urban Landscape Award ausgezeichnet

DAS MODELLPROJEKT: STADTQUARTIER JENFELDER AU

Im Hamburger Stadtteil Jenfeld wird der HAMBURG WATER Cycle® ab 2012 erstmalig im großen Maßstab realisiert. Mehr als 600 Wohnungen werden hier an das neue Entwässerungskonzept angeschlossen.

Auf dem Gelände der ehemaligen Lettow-Vorbeck-Kaserne im Hamburger Osten entsteht in den nächsten Jahren auf etwa 35 Hektar das neue Wohnquartier Jenfelder Au mit ca. 770 neuen Wohneinheiten sowie einer begleitenden sozialen, kulturellen und gewerblichen Infrastruktur. Etwa 610 der neu entstehenden Wohneinheiten der Jenfelder Au werden an das neuartige Entwässerungskonzept angeschlossen sein. Die Haushalte werden mit Unterdrucktoiletten ausgestat-

tet, so dass der Trinkwasserbedarf für die Spülung signifikant reduziert werden kann und gleichzeitig eine Erfassung des Schwarzwassers mit geringer Verdünnung möglich ist. Mit dem aus dem Schwarzwasser gewonnenen Biogas wird in einem quartierseigenen Heizkraftwerk klimaneutral Wärme und Strom für den neuen Stadtteil erzeugt. Dies bildet die Grundlage für eine wegweisende klimaneutrale Energieversorgung des Stadtteils und wird ergänzt durch den Einsatz von weiteren regenerativen Energiequellen wie Geothermie, Solarthermie und Photovoltaik. Letztlich sollen so bis zu 100 Prozent der benötigten Wärme und bis zu 50 Prozent des benötigten Stroms erzeugt werden. Die Jenfelder Au kommt damit der Vision eines energieautarken Stadtteils bereits sehr nahe.



Das Quartier Jenfelder Au mit dem Leitspruch „Einheit in Vielfalt“ lädt zum Wohnen und Arbeiten ein und verspricht durch seinen prämierten städtebaulichen Entwurf eine hohe Lebensqualität. Individuelle Stadthäuser und Geschosswohnungsbau sollen Wohnraum für verschiedene Generationen, Nationen und Einkommensschichten bieten. Der Planungsprozess war von Anfang an auf eine intensive Kommunikation aller Beteiligten angelegt. Die Stadtteilkonferenz und interessierte Bürger konnten sich schon während der Phase des städtebaulich-landschaftsplanerischen Wettbewerbs mit eigenen Vorschlägen in die Präsentationskolloquien einbringen. Der siegreiche Entwurf des Büros West 8 basiert auf einem breiten Konsens der lokalen Akteure und wurde auf Grund seiner hohen

Qualität 2010 mit dem International Urban Landscape Award ausgezeichnet.

Die Jenfelder Au ist derzeit eine der größten Entwicklungsflächen Hamburgs und ein Pilotprojekt im Rahmen der „Nationalen Stadtentwicklungspolitik“ des BMVBS/BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung). Das Projekt wird außerdem als Referenzprojekt der Internationalen Bauausstellung 2013 in Hamburg geführt.



Bauhaus-
Universität
Weimar

buhck
GRUPPE

 **CONSULAQUA**
Hamburg
Ein Unternehmen der WASSERSTADT WASSER

 **Öko-Institut e.V.**
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Institut für
sozial-ökologische
Forschung



Hochschule Ostwestfalen-Lippe
University of Applied Sciences

 **HAMBURG
WASSER**

 **SWT**

 **VacuSaTec®**

TUHH
Technische Universität Hamburg-Harburg

ABWASSER

UNTERDRUCKENTWÄSSERUNG
GRAUWASSERBEHANDLUNG
ARZNEIMITTELELIMINATION
GÄRRESTVERWERTUNG
PROBEBETRIEB

ENERGIE

BIOGASERZEUGUNG UND -NUTZUNG
GEOTHERMIE
ENERGIEVERBUNDSYSTEME
BETRIEBSKONZEPTE

NACHHALTIGKEIT

ÖKOLOGISCHE & ÖKONOMISCHE BEWERTUNG
AKZEPTANZ UND NUTZERANALYSEN
KOMMUNIKATIONSDESIGN

UNTERDRUCKENTWÄSSERUNG: MODERNSTE ENTSORGUNGSTECHNIK

Das KREIS-Projekt bündelt verschiedene Forschungsarbeiten zur Unterdruckentwässerungstechnik. Ziel ist es, den Komfort für die Nutzer zu erhöhen und Kosten zu senken. Durch die Entwicklung neuer Methoden soll zudem der Betrieb optimiert werden.

Beim Einsatz des HAMBURG WATER Cycle® in der Jenfelder Au wird Toilettenabwasser weitestgehend unverdünnt mittels Unterdruck in einem speziellen Unterdruckentwässerungsnetz abgeleitet, um ein konzentriertes Schwarzwasser zu gewinnen — man spricht von Unterdruckentwässerung. Der Betreiber hat es hierbei mit einem Abwasserstrom zu tun, der eine andere Beschaffenheit aufweist als „normales häusliches Abwasser“ und der in Rohrleitungen abtransportiert wird, die einen vergleichsweise kleinen Rohrdurchmesser von 50 - 125 mm aufweisen. Verursacht durch eine nicht sachgemäße Nutzung, kann eine Unterdruckentwässerung im Gegensatz zu einer konventionellen Freigefällekanalisation durch die kleineren Durchmesser anfälliger sein für Verstopfungen (z.B. durch Entsorgung von Störstoffen wie Katzenstreu). Es kann außerdem zur Bildung von Ablagerungen aus dem Schwarzwasser im Rohrnetz kommen. Lokale Betriebsstörungen wie Verstopfungen können zusätzlich Auswirkungen auf die Funktionalität des Gesamtsystems haben und erzeugen Kosten für die Entstörung.

Im KREIS-Projekt werden daher verschiedene Forschungsarbeiten in einem Schwerpunkt zur Unterdruckentwässerungstechnik gebündelt, deren gemeinsames Ziel es ist, die Betriebssicherheit und den Komfort der Schwarzwasserableitung durch Unterdruck zu erhöhen und deren gesamtwirtschaftliche Kosten zu minimieren. Es werden konkrete Methoden entwickelt und erprobt, um Funktionsstörungen in einem Unterdrucksystem für den Schwarzwassertransport zu vermeiden, zu lokalisieren und zu beseitigen. An Referenzanlagen sowie an einem speziell hergestellten Teststand soll der Prozess der Bildung von Ablagerungen aus Schwarzwasser in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren wie Wasserhärte, Temperatur oder Stagnationszeiten untersucht werden. Aus diesen Erkenntnissen können dann Hinweise für den Betrieb und die Wartung des Unterdrucknetzes in der



Einbringen einer Kamera in eine Unterdruckleitung



Ablagerungen aus Schwarzwasser in einem Unterdruckentwässerungsrohr nach langer Betriebszeit

Jenfelder Au und auch für technische Regeln abgeleitet werden.

Die Arbeiten im Schwerpunkt zur Unterdruckentwässerungstechnik sollen den sicheren Betrieb erleichtern und damit letztendlich die Akzeptanz von neuartigen Sanitärsystemen steigern und zu einer hohen Kundenzufriedenheit mit dem HAMBURG WATER Cycle® führen.

SCHWARZWASSER: INHALTSSTOFFE ENERGETISCH UND STOFFLICH NUTZEN

Im HAMBURG WATER Cycle® in der Jenfelder Au erfolgt die Schwarzwasserreinigung separat und dezentral. Das KREIS-Projekt untersucht, wie sich Schwarzwasser effizient vergären, Arzneimittel-Rückstände eliminieren und Gärreste nutzen lassen.

Schwarzwasser setzt sich aus Fäzes, Urin, Toilettenpapier und Spülwasser zusammen und enthält deshalb ein besonderes Nährstoff- und Energiepotenzial (Organik sowie Stickstoff- und Phosphorverbindungen). In der Jenfelder Au erfolgt die Schwarzwasserreinigung im Rahmen des HAMBURG WATER Cycle® deshalb dezentral und wird mit einer energetischen und stofflichen Nutzung der Inhaltsstoffe gekoppelt.

Ein Mensch produziert pro Jahr etwa 500 Liter Urin und 50 Liter Fäkalien. Die Installation von Unterdrucktoiletten reduziert die Wassermenge pro Spülgang von bislang sechs bis acht Litern auf etwa einen Liter – und ermöglicht eine konzentrierte Erfassung der wertgebenden Komponenten.

DAS VERWERTUNGSKONZEPT

Das Schwarzwasser wird mittels Unterdrucktechnik der anaeroben Behandlung des Abwassers zugeführt. Dabei wird ein methanhaltiges Biogas produziert, das zur Wärme- und Stromgewinnung genutzt werden soll. Der Methanertrag aus Schwarzwasser beträgt etwa zwei Liter Methan pro Liter Schwarzwasser. Im Rahmen des KREIS-Projektes sollen Möglichkeiten untersucht werden, um Schwarzwasser so vollständig und effizient wie möglich zu vergären. Nach Abschluss der anaeroben Vorbehandlung verbleibt ein Gärrest, in dem wertvolle Komponenten enthalten sind. Durch eine Gärrestverwertung soll dieser in stofflich bzw. energetisch nutzbare Produkte transformiert werden. Welche Produkte in der Jenfelder Au erzeugt werden können, hängt von vielen Einflussfaktoren ab, z.B. von verwendeten Co-Substraten, der Belastung der Gärreste mit Pharmazeutika, dem Produktbedarf in der Region sowie der Entwicklung des Energie- und Rohstoffmarktes.

Prinzipiell sollen stoffliche Verwertungen Priorität vor energetischen haben. Der Elimination von Arzneimitteln wird dabei besonderes Interesse



Versuchsstand mit CSTR-Fermentoren zur anaeroben Vorbehandlung von Schwarzwasser

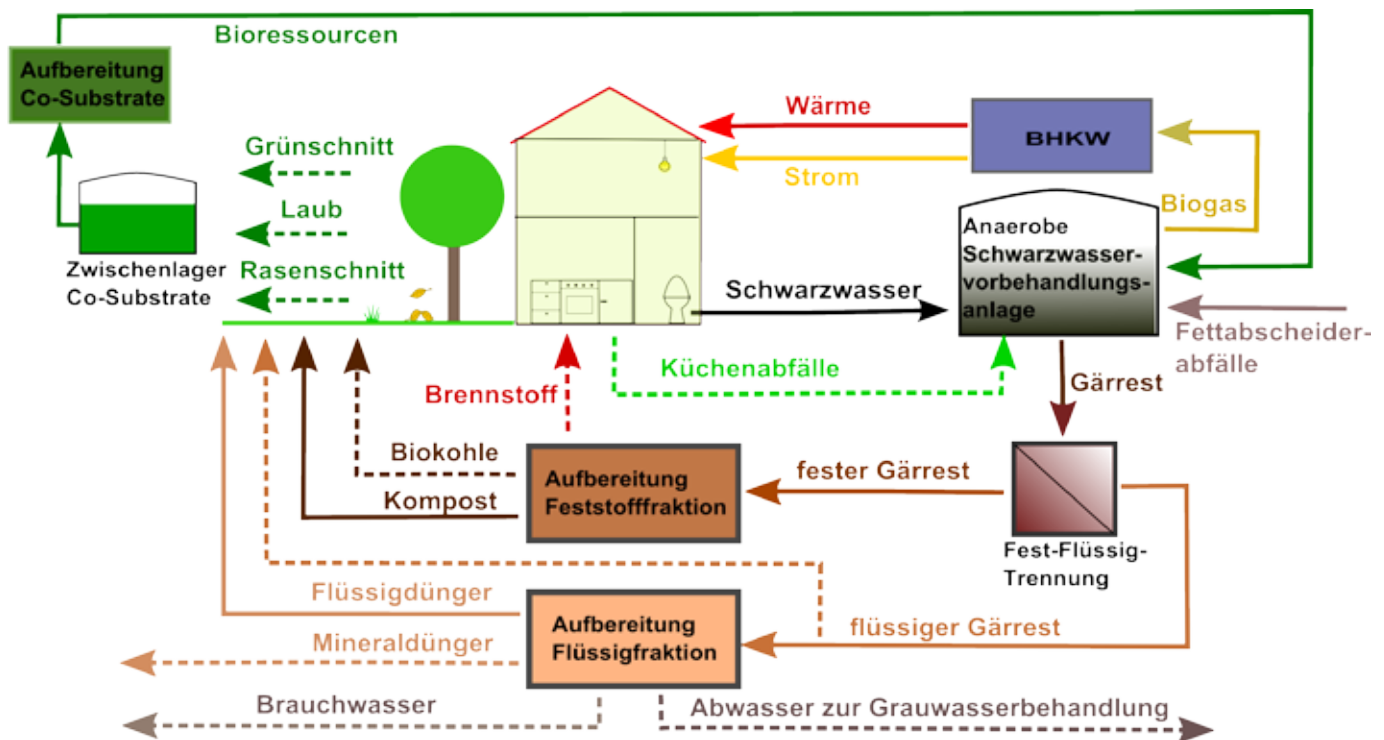
beigemessen. Gelingt die Elimination schon bei der anaeroben Behandlung des Schwarzwassers, kann die Gärrestbehandlung am Ziel der Herstellung von Düngern und Komposten ausgerichtet werden; andernfalls soll der Pfad zur Erzeugung von Festbrennstoffen verfolgt werden.

ELIMINIERUNG VON ARZNEIMITTLRÜCKSTÄNDEN

Im KREIS-Projekt soll eine Methode zum Abbau von Arzneimittelreststoffen bei der anaeroben Behandlung entwickelt werden. Die optimalen Betriebsbedingungen werden für einen kontinuierlich gerührten (CSTR) und einen durchströmten Spezialfermenter (UASB) ermittelt (siehe Abbildung). Auswahlkriterien sind neben der Beseitigung der Arzneimittelreststoffe auch der Biogasertrag sowie die Anbindung an die Prozesse zur Gärrestbehandlung.

ERZEUGUNG VON DÜNGERN UND BODENVERBESSERERN AUS GÄRRESTEN

Eine Möglichkeit Gärreste landwirtschaftlich zu verwerten besteht in der Erzeugung von Düngern und



Mögliche Stoffkreisläufe in einem Stadtquartier

Bodenverbesserern. Hierfür sind Verfahren zur Elimination von Krankheitserregern und Arzneimittelrückständen notwendig.

In der Jenfelder Au sind nur wenige landwirtschaftlich bewirtschaftete Flächen in näherer Umgebung vorhanden, auf denen eine direkte Ausbringung der hygienisierten Gärreste erfolgen kann. Durch weite Transportstrecken sind die Grenzen des ökologisch und ökonomisch Sinnvollen schnell erreicht und Aufbereitungsverfahren müssen eingesetzt werden. Da der Gärrest zu einem großen Teil aus Wasser besteht, soll ein Verfahren zur Fest-Flüssig-Trennung der Gärreste ausgewählt werden (z.B. Filterpressen, Zentrifugen). Es werden verschiedene Möglichkeiten zur Nutzung der festen und flüssigen Fraktionen betrachtet:

- Die feste Fraktion enthält organische Stoffe und einen Teil der Nährstoffe. Verwertungsoptionen sind die Co-Kompostierung in einer bestehenden Kompostierungsanlage sowie die hydrothermale Carbonisierung. Es entstehen lager- und transportfähige Produkte wie Kompost bzw. Biokohle, welche aufgrund ihrer Humuswirkung in der Landwirtschaft, der Landschaftspflege und in Gärten verwendet werden können.
- Die flüssige Fraktion enthält einen großen Teil an Phosphor- und Stickstoffverbindungen. Hierbei werden zum einen Möglichkeiten zur Phosphorrückgewinnung durch Kalkzugabe im Rührschlaufenreaktor und Sedimentation von Kalkphospha-

ten sowie durch Zugabe von Magnesiumoxid bzw. -hydroxid zur Kristallisation von Magnesiumammoniumphosphat (Struvit) erprobt. Zum anderen kann Stickstoff z.B. über eine Dampfstrippung zurückgewonnen werden.

MANAGEMENT GASFÖRMIGER EMISSIONEN

Störende Gerüche müssen vermieden werden, um die Lebensqualität der Bewohner nicht zu beeinträchtigen. Auch das Entweichen von klimaschädlichen Gasen in die Umwelt muss weitgehend reduziert werden. Im Rahmen des Projektes werden zwei Ansatzpunkte im Bereich des Emissionsmanagements behandelt:

- Vermeidung des Entweichens gasförmiger Emissionen: In der Anlage zur Schwarzwasservorbehandlung wird Methan erzeugt — ein Treibhausgas, das nicht unverbrannt in die Atmosphäre entweichen sollte. Mit modernen Messgeräten soll nach Leckagen gesucht werden.
- Reinigung von emissionsbeladenen Abluftströmen: Folgende Abluftströme sollen in einer optimierten Abluftreinigungsanlage behandelt werden, bevor sie in die Umwelt entlassen werden können: die Luft, die aus dem Unterdrucksystem zur Schwarzwassersammlung abgesaugt wird, sowie die Abluft aus dem Gebäude, in dem die Grauwasserbehandlung erfolgt.

GRAUWASSER: GETRENNT ERFASSEN UND VOR ORT REINIGEN

Das Grauwasser wird in der Jenfelder Au separat erfasst und energiesparend behandelt. Umfassende Tests sollen einen reibungslosen Ablauf der Grauwasserbehandlung garantieren.

In der Jenfelder Au soll das gering verschmutzte Grauwasser mit einem energiesparenden Verfahren in der quartierseigenen Anlage behandelt werden und anschließend in ein Gewässer eingeleitet werden. Die Anforderungen an die Behandlung resultieren einerseits aus den amtlichen Grenzwerten, wie sie zur Einleitung des behandelten Grauwassers vorgegeben werden (Emissionsstandards). Andererseits spielt die Charakteristik des anfallenden Grauwassers eine wichtige Rolle, d.h. die Zusammensetzung und die Mengen von Grauwasser müssen hinreichend genau bekannt sein. Im KREIS-Projekt werden deshalb zwei Fragen beantwortet:

- ▶ Wie können Daten zur Charakterisierung (Menge und stoffliche Zusammensetzung) von Grauwasser ermittelt werden, wenn sich daraus Lastannahmen und einwohnerspezifische Frachten für eine allgemeingültige Bemessung von Grauwasserbehandlungsanlagen ableiten lassen sollen?
- ▶ Wie muss ein Tropfkörper (Biofilmverfahren ohne technische Belüftung) für die Behandlung von Grauwasser geplant, gebaut und schließlich betrieben werden, wenn eine Wiederverwertung des Grauwassers nicht vorgesehen ist?

Für die Feststellung der Grauwassercharakteristik wird eine spezielle Probenahmetechnik entwickelt und optimiert, die eine Erfassung des Grauwassers inklusive aller darin enthaltenen Feststoffe ermöglicht. Entsprechende Messkampagnen sollen zunächst an mindestens zwei Standorten stattfinden, bevor sie in Jenfeld nach dem Einzug erster Bewohner fortgesetzt werden.

Bezüglich der Grauwasserbehandlung wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass alle Verfahren geeignet sind, die sich zur Behandlung von kommunalem Abwasser etabliert haben. In das Forschungsinteresse rückt dabei der Tropfkörper, der sich als einfaches und



Versuchstropfkörper zur Grauwasserbehandlung

effizientes Reinigungsverfahren herausgestellt hat. Bezüglich Eignung und Modifikation des Tropfkörperverfahrens zur Grauwasserbehandlung liegen jedoch bislang keine Erfahrungen vor. Der Tropfkörper soll im KREIS-Projekt daher für diesen speziellen Anwendungsfall weiterentwickelt werden.

Hierfür werden zunächst zwei Tropfkörper im Labormaßstab mit verschiedenen Füllmaterialien (Kunststoffkörper, mineralische Substrate) getestet und anschließend als Kleinkläranlage in der Siedlung Flintenbreite in Lübeck umgesetzt und weiter betreut werden.



HAMBURG WASSER berücksichtigt beim Betrieb seiner Anlagen die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse

OPTIMIERUNGSPHASE: DER WISSENSCHAFTLICH BEGLEITETE PROBEBETRIEB

Eine durch das KREIS-Projekt wissenschaftlich begleitete Optimierungsphase soll einen stabilen Betrieb der Anlagen zur Grau- und Schwarzwasserbehandlung im Quartier Jenfelder Au gewährleisten. Erste Betriebserfahrungen werden ermittelt, überprüft und bewertet.

Nach dem Bezug der Neubauten entstehen im Stadtquartier Jenfelder Au große Volumenströme an Grauwasser und Schwarzwasser. Der Grauwasser- und Schwarzwasseranfall wird in Menge, Zusammensetzung und Homogenität erstmalig einem repräsentativen Querschnitt einer urbanen Bevölkerung entsprechen. Diese Abwasserteilströme sollen nach der baulichen Realisierung des HAMBURG WATER Cycle® im Stadtquartier Jenfelder Au in dezentralen Behandlungsanlagen nutzbar gemacht werden.

Für die Behandlung von Grauwasser wird eine kompakte Anlage anhand der Forschungsergebnisse aus dem KREIS-Projekt geplant und errichtet. Nach der Inbetriebnahme der Grauwasserbehandlungsanlage soll sich ein wissenschaftlich begleiteter Probebetrieb anschließen. Die theoretisch (und halbtechnisch) erarbeiteten Bemessungswerte werden anhand des realen Anlagenbetriebs in der Jenfelder Au überprüft

und bewertet. Im Rahmen des Probebetriebs werden Betriebsparameter variiert, um einen optimalen Betriebszustand zu finden. Die großtechnische Anlage ermöglicht damit erstmalig Betriebserfahrungen mit einer Grauwasseranlage in diesem Maßstab.

Für die Behandlung und Nutzbarmachung von Schwarzwasser wird eine großtechnische anaerobe Fermentationsanlage in der Jenfelder Au errichtet. Im Rahmen des Probebetriebs wird Schwarzwasser mit verschiedenen organischen Co-Substraten fermentiert und der Fermentationsprozess unter jeweils realen Bedingungen untersucht. Der Probebetrieb zielt darauf ab, dauerhaft einen stabilen, wirtschaftlichen und effizienten Anlagenbetrieb zu gewährleisten und eine optimale Mischung von Schwarzwasser und Co-Substrat einzustellen. Allgemeine Betriebshinweise und Bemessungswerte werden anhand der wissenschaftlichen Begleitung des Probebetriebs an dieser bisher einmaligen, großtechnischen Schwarzwasserbehandlungsanlage gewonnen.



Solarthermie kann auf einigen Dächern der Jenfelder Au installiert werden und einen Beitrag zur Energieversorgung leisten

DAS ENERGIEKONZEPT: NACHHALTIGE TECHNOLOGIEN MITEINANDER VERBINDEN

Für das Quartier sollen zukunftsweisende Lösungen gefunden werden um die städtischen Entsorgungsaufgaben für Abwasser und Abfall mit einer regenerativen Energieversorgung des Stadtquartiers zu vereinen. Im Rahmen des KREIS-Projektes wird ein Energiekonzept entwickelt, das neben der Nutzung des Biogases weitere regenerative Energieträger mit einbindet.

Die Energieversorgung des Stadtquartiers Jenfelder Au soll mittels verschiedener innovativer Technologien im Verbund erfolgen. Ein Konzept hierfür wird im Rahmen des KREIS-Projektes erarbeitet. Der zentrale Baustein wird eine anaerobe Schwarzwasserbehandlungsanlage mit angeschlossenem Blockheizkraftwerk sein. Als Substrate für die Produktion von Biogas in dem Fermenter sollen neben dem erfassten Schwarzwasser zusätzliche Biomassequellen wie z.B. Fettabscheiderreste aus umliegenden Restaurants, Grünschnitt aus dem Wohngebiet Jenfelder Au und den umliegenden Wohngebieten sowie ggf. die Rückspülschlämme der Grauwasserbehandlungsanlage verwendet werden. Zusätzlich zur energetischen Verwertung des Biogases werden weitere regenerative Energiequellen zur Deckung des Wärme- und Strombedarfs genutzt.



Durch anaerobe Schwarzwasserbehandlung entsteht Biogas

Als zusätzliche Wärmequellen zur Deckung des Heizwärmebedarfs und zur Trinkwassererwärmung sind der Einsatz von Sonnenkollektoren und die Nutzung der Wärmeenergie aus dem Grundwasser in Kombination mit einer oder mehreren Wärmepumpen (Geothermie) sowie ggf. die thermische Nutzung von Biomasse vorgesehen.

Auch die Deckung des Strombedarfs soll zu einem möglichst großen Anteil durch regenerative Energien erfolgen. Hierbei soll neben der Stromproduktion im Blockheizkraftwerk der Einsatz von Photovoltaikmodulen untersucht werden.

GEOTHERMIE: DIE HEIZKRAFT AUS DER ERDE

Für die Beheizung von Gebäuden sowie zur Erwärmung von Trinkwasser wird im Stadtquartier Jenfelder Au Energie auch aus oberflächennaher Geothermie gewonnen.

Eine von mehreren Energiequellen zur Gebäudebeheizung sowie zur Trinkwassererwärmung im Stadtquartier Jenfelder Au stellt die Wärmegewinnung aus oberflächennaher Geothermie dar. Hierzu werden Grundwasseranlagen eingesetzt, die aus einem (oder mehreren) Entnahmebrunnen und einem (oder mehreren) Einleitbrunnen bestehen. Durch den Entnahmebrunnen wird Grundwasser mit einer Temperatur von ca. 10°C gefördert. In der Oberflächeninstallation der Anlage wird dem Wasser die für Heizung und Trinkwassererwärmung erforderliche Wärmeenergie über einen Wärmeüberträger entzogen. Das abgekühlte Wasser wird anschließend über den Einleitbrunnen wieder dem Grundwasserleiter zugeführt. Um die Wärme auf das benötigte hohe Temperaturniveau von ca. 50 - 60°C anzuheben, ist der Einsatz einer Wärmepumpe erforderlich.

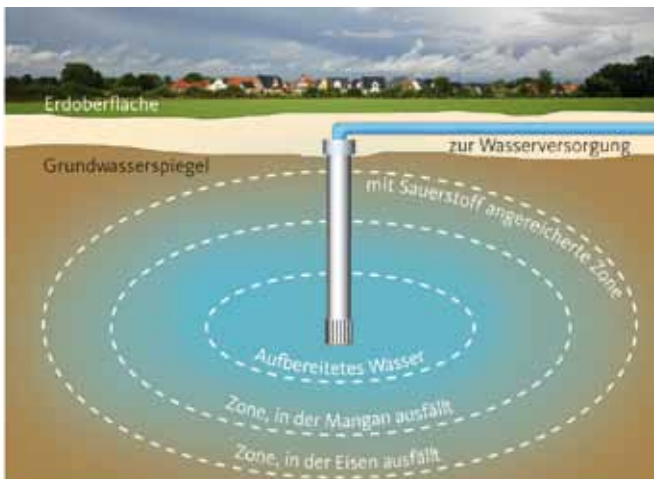
Häufig ist das Grundwasser sehr eisen- und manganreich. Dies ist auch am Standort Jenfelder Au der Fall. Infolge der Ausfällung von Eisen- und Mangan-Hydroxiden setzen sich die Brunnenfilter innerhalb weniger Wochen zu, und es kommt zu einer drastischen Leistungsabnahme der Brunnen.

Um dies zu verhindern, wird ein spezielles Aufbereitungsverfahren (UEE – Unterirdische Enteisenung und Entmanganung) eingesetzt, welches im Forschungs-

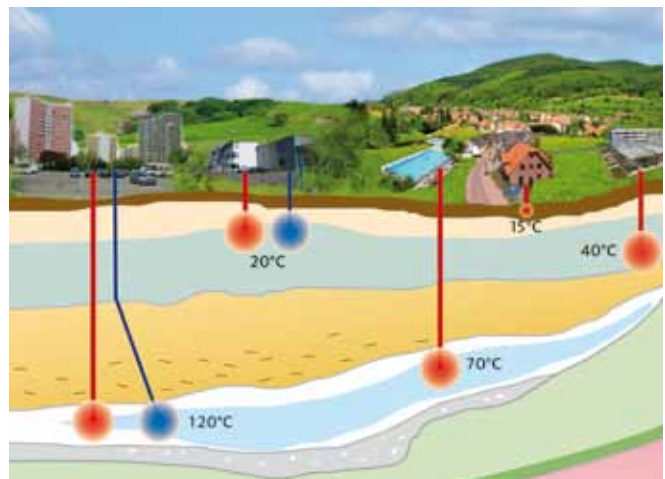


Brunnen für das UEE-Verfahren

vorhaben KREIS im Hinblick auf einen diskontinuierlichen Betrieb weiterentwickelt wird. Hierzu werden sowohl Messungen als auch Simulationen durchgeführt mit dem Ziel den Energieverbrauch der UEE-Anlage durch eine Optimierung der Steuerung zu minimieren.



Unterirdische Enteisenung und Entmanganung am Entnahmebrunnen



Geothermische Nutzungsmöglichkeiten

DIE SIMULATION: ENERGIEFLÜSSE IM QUARTIER SIMULIEREN, ANALYSIEREN UND PLANEN

Die zeitlichen Verläufe von Energiebedarf und -angebot im Stadtquartier Jenfelder Au werden im Rahmen des Forschungsprojektes KREIS simuliert, ausgewertet und geplant. Darauf aufbauend entwickeln die Projektpartner modernste Versorgungsnetze.

Im Rahmen des Forschungsprojektes KREIS soll ein Energiekonzept für die Versorgung des gesamten Stadtquartiers Jenfelder Au entwickelt werden. Hierfür wird das energetische Verhalten des gesamten Stadtquartiers, also sowohl die Energiesenken wie z.B. der Wärmebedarf für die Trinkwassererwärmung und Raumheizung, als auch die Energiequellen wie z.B. das Blockheizkraftwerk, die Sonnenkollektoren und die Wärmepumpen in das Simulationsprogramm TRNSYS implementiert. Mittels dynamischer Simulationsrechnungen erfolgt dann eine Analyse sämtlicher relevanter auftretender Energieflüsse.

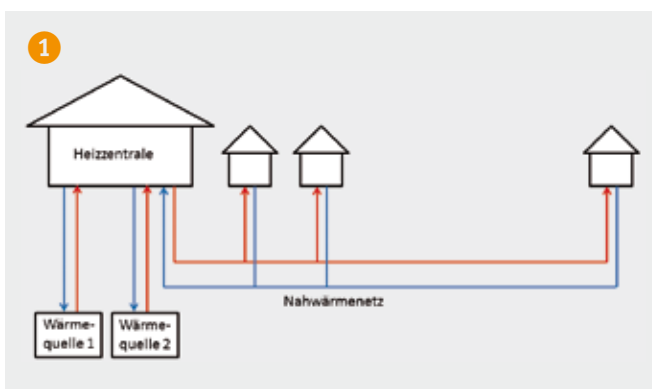
Eine wichtige Fragestellung im Zusammenhang mit der Optimierung des Energieversorgungskonzeptes ist z.B., wann welche Energiequelle am sinnvollsten und mit welcher Leistung betrieben wird. Das Hauptaugenmerk liegt dabei stets auf der Optimierung ökologischer und ökonomischer Bewertungsgrößen. Im Hinblick auf die Entwicklung und Optimierung des Wärmeversorgungskonzeptes werden verschiedene Konzepte und Technologien zur Bereitstellung und Verteilung der Wärmeleistung der Wärmequellen entwickelt und energietechnisch analysiert. Die Verteilung der zentral erzeugten Wärme soll über ein Nahwär-

menetz erfolgen. Das Prinzip eines konventionellen Nahwärmenetzes wird in Abbildung 1 dargestellt. Die durch die verschiedenen Wärmequellen erzeugte Wärmeleistung wird in die Heizzentrale geführt, dort gesammelt und auf die verschiedenen Gebäude bzw. Gebäudeblöcke verteilt. Je größer der Abstand zwischen den Gebäuden und der Heizzentrale ist, desto höher sind die Wärmeverluste der Rohrleitungen und desto geringer ist die Effizienz des Nahwärmenetzes.

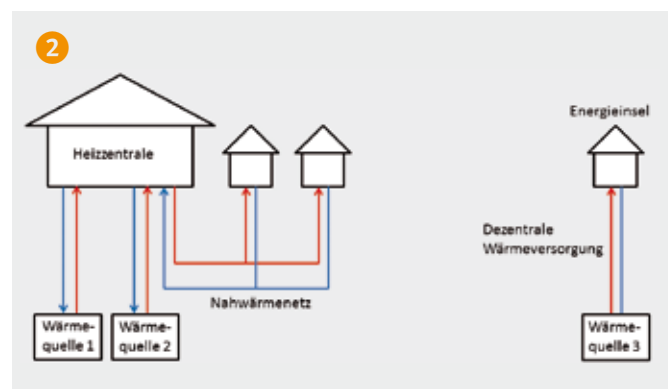
Als Alternative zu diesem konventionellen Nahwärmenetz können Gebäude, die sich in großer Entfernung zu den Wärmequellen befinden, auch dezentral als sogenannte „Energieinseln“ (siehe Abbildung 2) betrieben werden. Der Einsatz dieser Art der Wärmeversorgung ist auch für das Stadtquartier Jenfelder Au möglich und soll im Rahmen des Forschungsprojektes KREIS analysiert werden. Hierdurch können die durch die Rohrleitungen auftretenden Wärmeverluste verringert werden.

Die Wärmegewinnung aus Geothermie kann auf zwei verschiedene Arten in das Nahwärmenetz eingebunden werden. Die erste Möglichkeit ist es (siehe Abbildung 3), die Temperatur des Grundwassers mittels einer zentral angeordneten Wärmepumpe auf das benötigte, nutzbare Temperaturniveau anzuheben, und dieses Warmwasser anschließend auf die Gebäude zu verteilen.

Eine weitere Möglichkeit ist der Betrieb eines sogenannten „kalten Nahwärmenetzes“. Dieses Prinzip ist in Abbildung 4 dargestellt und beruht darauf, dass das



Prinzip der Wärmeversorgung über ein konventionelles Nahwärmenetz



Prinzip der Wärmeversorgung mittels Energieinseln



Kies-Wasser-Wärmespeicher (vorne) und Schulgebäude mit 1000 m² Kollektorfläche (hinten) in Eggenstein

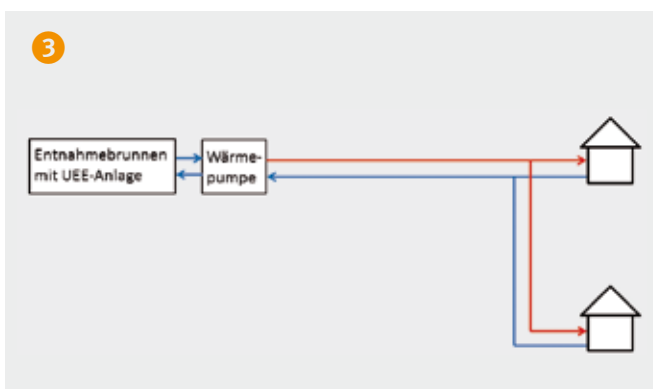
aus einem zentralen Brunnen geförderte und durch die UEE-Anlage (UEE – Unterirdische Enteisenung und Entmanganung) aufbereitete Grundwasser zunächst zum Ort des Verbrauchers befördert wird, bevor es mittels dezentral angeordneten Wärmepumpen auf das benötigte, höhere Temperaturniveau angehoben wird.

Diese Variante bietet den Vorteil, dass die Wärmeverluste durch die Rohrleitungen stark verringert werden bzw. unter Umständen sogar Wärmegewinne über die Rohrleitungen auftreten können. Nachteilig sind jedoch die höheren Investitionskosten für die Wärmepumpen.

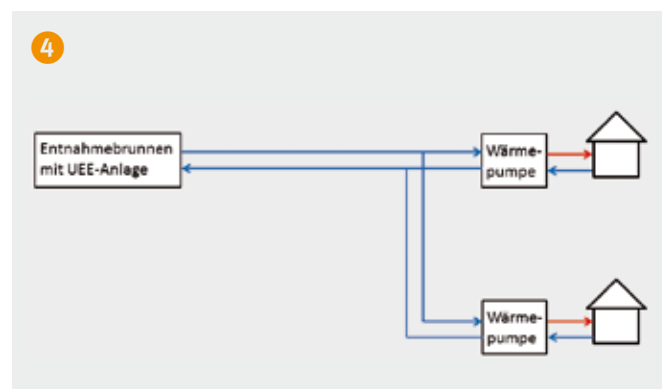
Basierend auf den für das Gesamtsystem ermittelten Simulationsergebnissen werden die einzelnen untersuchten Konzepte analysiert und bewertet. Für das zur Realisierung kommende Energieversorgungskon-

zept erfolgt dann die endgültige Dimensionierung der Schlüsselkomponenten wie z.B. die der Sonnenkollektoren, des Blockheizkraftwerks und der Wärmepumpen.

Im Gesamtvorhaben KREIS stellt das Thema „Energie“ eine Schlüsselrolle dar. Das Energieversorgungskonzept wird als Teil eines transdisziplinären Forschungsverbunds entwickelt, mit dem Ziel, innovative und zukunftsweisende Lösungen für die Kombination von Entsorgungsaufgaben für Abwasser und Abfall und Versorgungsaufgaben im Energiebereich zu implementieren. Neben der Entwicklung eines optimalen Betriebskonzepts für das Stadtquartier Jenfelder Au sollen die Forschungsergebnisse des KREIS-Projektes auch zur Vereinfachung der Planung zukünftiger Bauprojekte dienen.



Geothermische Wärmeversorgung über ein konventionelles Nahwärmenetz mittels einer zentralen Wärmepumpe



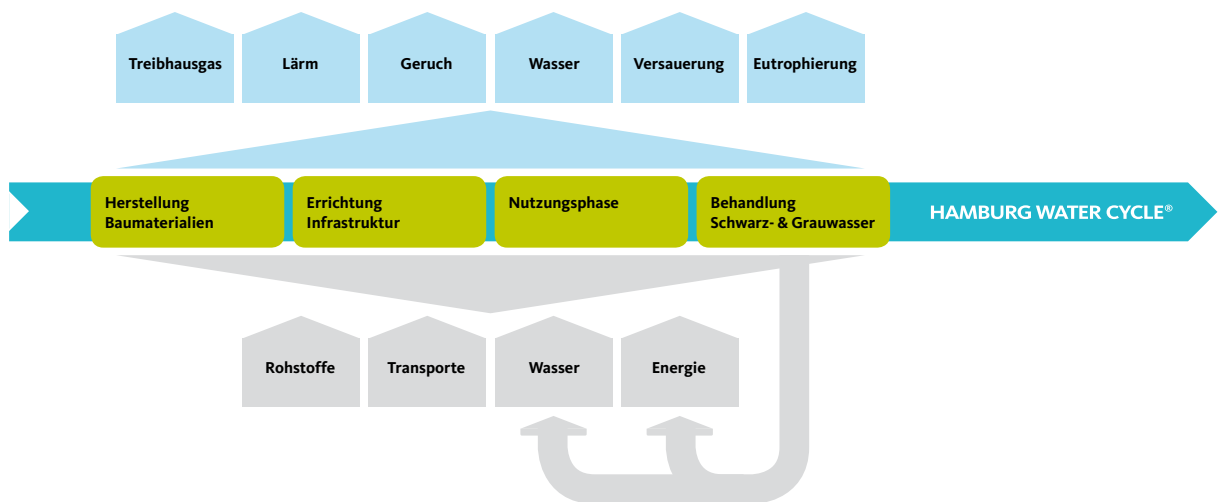
Geothermische Wärmeversorgung über ein kaltes Nahwärmenetz mittels dezentral angeordneten Wärmepumpen

DIE ÖKO-BILANZ: WIE NACHHALTIG IST DAS NEUE SYSTEM?

Anhand quantitativer und qualitativer Umweltindikatoren – vom fossilen Energieaufwand bis zur Geruchsemission – wird ermittelt, wie nachhaltig das kombinierte Energieversorgungs- und Entwässerungskonzept im Stadtquartier Jenfelder Au tatsächlich ist.

Für eine umfassende Beurteilung des HAMBURG WATER Cycle® wird im Rahmen des Projektes KREIS eine ökologische Bewertung durchgeführt. Bei dieser integrierten Betrachtung werden die Umweltlasten, die aus z.B. Herstellung, Installation und Betrieb der neuartigen Teilstrombehandlung resultieren, den positiven

Die ökologische Gesamtbewertung erfolgt unter Berücksichtigung quantitativer und qualitativer Umweltindikatoren. Zu den quantitativen Indikatoren zählen z.B. der kumulierte fossile Energieaufwand (KEA), Treibhausgasemissionen, Versauerungs- und Eutrophierungspotenzial sowie absoluter Wasserverbrauch. Unter qualitativen Umweltindikatoren werden Einflussgrößen beschrieben, die sich eher beschreiben als konkret messen lassen, wie z.B. Lärm- und Geruchsemissionen oder Recyclingeigenschaften verwendeter Materialien. Um neben den ökologischen Auswirkungen auch eine Bewertung der Nachhaltigkeit zu ermöglichen, werden die Ergebnisse aus den Themenfeldern sozio-techni-



Input-Output-Analyse als Teil der ökobilanziellen Betrachtung

Umweltbeiträgen gegenübergestellt und bewertet. Eine spannende Forschungsfrage dabei wird sein, wie sich die Nutzung der Schwarz- und Grauwasserströme des HAMBURG WATER Cycle® auf die ökologische Gesamtbilanz auswirkt. Durch die energetische und stoffliche Verwertung ist zu erwarten, dass sich der Netto-Energiebedarf für die Bereitstellung von Strom, Raumwärme und Brauchwasser im Gesamtsystem reduziert. Zur Beantwortung der Frage wird ein Rechentool erstellt, in das alle relevanten Parameter der betrachteten Abwasserwirtschaftssysteme eingespeist werden und mithilfe dessen eine ökologische Gesamtbewertung des Abwasserkreislaufes in der Jenfelder Au selbst, als auch ein Vergleich mit konventionellen, d.h. zentralen Abwasserentsorgungssystemen möglich wird.

sche Analyse und Nutzerverhalten sowie Ökonomie und Übertragbarkeit in Abwägung mit den ökologischen Ergebnissen zusammengeführt. Hierzu werden verschiedene bestehende Bewertungsansätze (wie Ökoeffizienzanalyse, Umweltschadenskosten, Social Life Cycle Assessment) getestet, weiterentwickelt und vergleichend angewandt. Zur Berücksichtigung der ökonomischen Aspekte bei der ökologischen Bewertung von Projekten können auch CO₂-Vermeidungs- und/oder Umweltschadenskosten eingesetzt werden. Ziel dieser vergleichenden Anwendung und Methodenoptimierung für Nachhaltigkeitsbewertungen ist es, eine Übertragbarkeit für andere innovative Projekte im Bereich Wohnen und Infrastruktur zu erreichen.

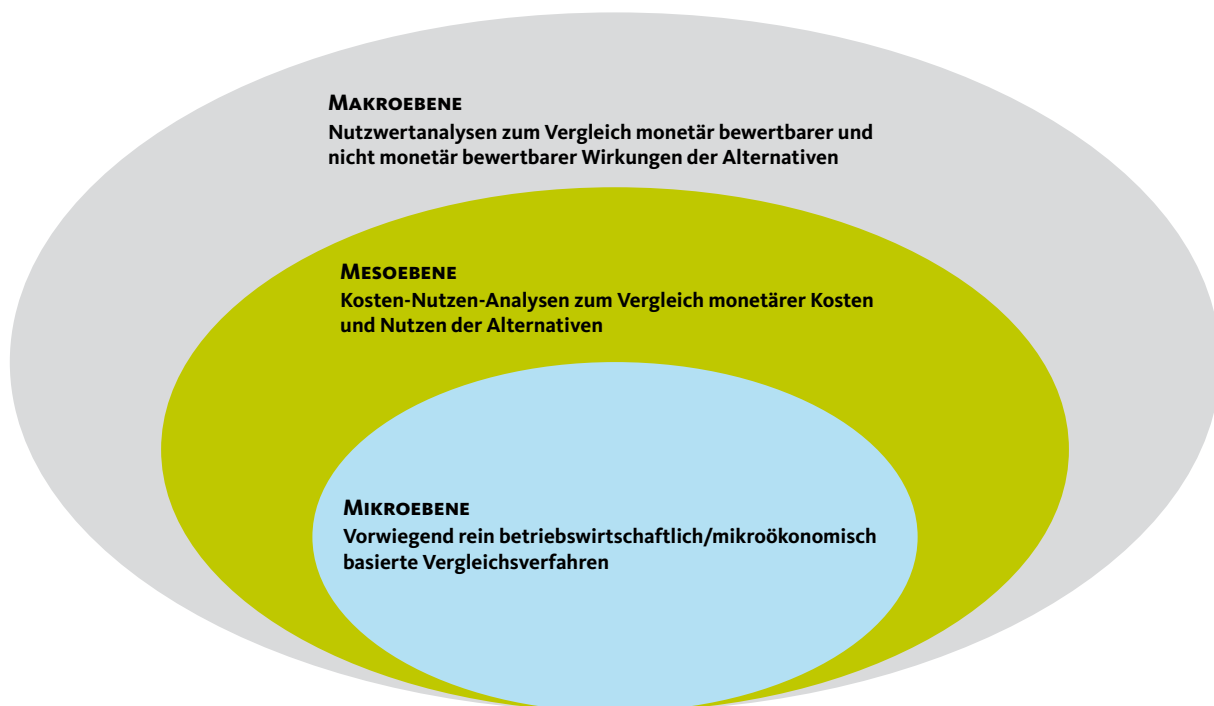
WIRTSCHAFTLICHKEIT UND MARKTPOTENZIAL: WIRD DAS PROJEKT NACHAHMER FINDEN?

Der HAMBURG WATER Cycle® wird im Zuge des KREIS-Projektes aus ökonomischer Sicht analysiert und mit zentralen Abwasserinfrastruktursystemen verglichen – auch um die Potenziale für die künftige Vermarktung des Produktes zu identifizieren.

Mithilfe eines ökonomischen Bewertungs- und Entscheidungsmodells können zentrale und dezentrale Abwasserinfrastruktursysteme am Beispiel des Projektes HAMBURG WATER Cycle® in der Jenfelder Au mitein-

Außerdem wird die Anwendung von Teilstromkonzepten beim Umbau bestehender Gebäude und Siedlungen modellhaft anhand von Beispielen betrachtet, um so deren Übertragbarkeit beurteilen zu können.

Hierauf basierend sollen Potentiale für innovative Stadtentwässerung und deren weitere Verbreitung identifiziert werden. Dies geschieht auf der Basis einer Marktanalyse über international realisierte Projekte und wird durch die Wirtschaftlichkeitsanalysen des KREIS-Projektes begleitet. Auch für den ausländischen



Betrachtungsweisen von Wirtschaftlichkeit auf den verschiedenen Ebenen

ander verglichen werden. Die Modellentwicklung erfolgt dabei auf verschiedenen Betrachtungsebenen, der Mikro-, Meso- und Makroebene.

Hierzu werden die Kennzahlen und ökonomischen Faktoren aus allen Teilprojekten gesammelt und in Modellrechnungen eingespeist, um am Ende mit den tatsächlich angefallenen Kosten validiert zu werden. Anhand der Modellrechnungen werden u.a. der Einfluss der Dezentralität untersucht und kostenrelevante Größen identifiziert.

Markt dürften die Erfahrungen und Erkenntnisse über dezentrale Sanitärsysteme interessant sein, denn besonders in Regionen mit Wasserknappheit rückt der schonende Umgang mit der Ressource Wasser zunehmend in den Fokus. Außerdem stellt der ausländische Markt eine wichtige Zielgruppe für den Technikexport aus Deutschland in andere Regionen dar.

DIE AKZEPTANZ: WIE SEHEN DIE NUTZER DAS NEUE VER- UND ENTSORGUNGSKONZEPT?

Eine sozio-empirische Befragung in allen beteiligten Haushalten im Quartier Jenfelder Au soll ermitteln, wie die Bewohner das neue Ver- und Entsorgungssystem nutzen und einschätzen – und welche Vorteile und Probleme sie sehen.



Welche Einstellung haben die Bewohner zum HAMBURG WATER Cycle®?

Im HAMBURG WATER Cycle® werden unterschiedliche Technologien zusammengefasst, die sich an anderer Stelle bereits bewährt haben. Die Unterdruckentwässerung, der man bisher eher auf Reisen begegnet ist (im ICE ebenso wie im Flugzeug oder auf dem Kreuzfahrtschiff), wird in der Jenfelder Au erstmals in einem großen Maßstab im Haushaltsbereich eingesetzt. Wünsche, Erwartungen und besondere Ansprüche der künftigen Bewohnerinnen und Bewohner der Siedlung werden frühzeitig erhoben, nach Möglichkeit bereits vor dem Einzug, so dass sie in der Planung noch eine Berücksichtigung finden können.

Bisher ist nur wenig über die Wassernutzung in den Haushalten bekannt, auch darüber, ob und wie sie sich durch die im HAMBURG WATER Cycle® gebündelten Technikangebote verändern wird. Jenseits der Erhebungen des Umweltbewusstseins fehlen bisher genauere Untersuchungen dazu, wie in den Haushalten das Wasser genutzt wird. Die sich durch den HAMBURG

WATER Cycle® ergebenden Veränderungen im Nutzerverhalten über eine umfassende sozio-empirische Befragung der beteiligten Haushalte aufgenommen werden. So kann erkannt werden, wieweit sich die alltäglichen Nutzungsmuster durch die unkonventionelle Wasserinfrastruktur verändern. Neben dem Normalbetrieb interessieren dabei auch eventuelle Störungen im Betriebsablauf.

Auch die Einstellungen der Bewohnerinnen und Bewohner gegenüber dem HAMBURG WATER Cycle® und seinen Bestandteilen werden erhoben. Beispielsweise soll im KREIS-Projekt geklärt werden, ob die Unterdrucktoiletten und die davon getrennte Ableitung von Grauwasser eher unhinterfragt akzeptiert, ob sie als „fortschrittlich“ bemerkt und als eine besondere Komfortausstattung bewertet oder eher als ungewöhnlich für den Alltag wahrgenommen wird.

Im Rahmen der Realisierung des HAMBURG WATER Cycle® in der Jenfelder Au gibt es zahlreiche Schnittstellen zu unterschiedlichsten Akteuren – vom Wohnungsnutzer über den mit der Umsetzung betrauten Planer bis hin zum ausführenden Handwerker – die durch eine entsprechende Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit angesprochen werden sollen. Ein gezieltes Kommunikationsdesign muss dabei auf angepasste Weise komplexe Zusammenhänge darstellen und Gesellschaft, Wissenschaft und Zukunftstechnologie verbinden. Die Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit, die im KREIS-Projekt umgesetzt werden, sollen dabei nicht nur der Informationsvermittlung dienen, sondern auch auf geänderte Nutzungsgewohnheiten im Alltag und eine Akzeptanzsteigerung gegenüber neuen, dezentralen Konzepten abzielen.

Als Lösungsansatz für ein innovatives Kommunikationsdesign können zum einen Mittel angepasst werden, die aus anderen Bereichen wie Kultur, Tourismus oder Event bekannt sind, zum anderen können digitale Medien und deren Verbindung mit dem erlebbaren, räumlich erfassbaren Alltag eingebunden und genutzt werden. Dabei sollen sich die innovativen Aspekte des neuartigen Entwässerungs- und Energiekonzeptes auch in einem innovativen und angepassten Kommunikationsdesign widerspiegeln.



Für die Versorgung des Stadtquartiers mit Energie und Wasser sind verschiedene Betreibermodelle denkbar

DER RECHTLICH-INSTITUTIONELLE RAHMEN: NEUE BETREIBERMODELLE ENTWICKELN

Der HAMBURG WATER Cycle® beschreitet nicht nur technisch neue Wege, sondern auch rechtlich-institutionell. Wie lässt sich die Benutzung der neuen Abwasserableitungen verbindlich vorschreiben? Und welche Betreibermodelle eignen sich für die integrierte Wasser- und Energieinfrastruktur?

Im Grundsatz lässt sich der HAMBURG WATER Cycle® in Neubaugebieten ohne Änderung der Gesetze umsetzen: Die abwasserbeseitigungspflichtige Kommune kann in diesen Gebieten semizentrale Anlagen zur Schwarzwasserbehandlung neben einer Grauwasserableitung und einer dezentralen Grauwasserbehandlung installieren. Allerdings sind rechtlich ungewöhnliche Wege zu beschreiten, um den künftigen Nutzerinnen und Nutzern die Benutzung neuartiger Abwasserableitungen (z.B. mit Unterdrucktechnologie) verbindlich vorzuschreiben. Es ist zu untersuchen, ob sich im gleichen institutionellen Rahmen auch Fragen von Service und Reparatur der Unterdrucktoiletten und ihrer häuslichen Anbindung zur öffentlichen Unterdruckableitung angemessen regeln lassen. Für weitere künftige Anwendungen ist zu klären, wie der HAMBURG WATER Cycle® auch in bereits bestehen-

den Siedlungen unter den geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen verwirklicht werden kann. Prinzipiell sind sehr unterschiedliche Betreibermodelle für den HAMBURG WATER Cycle® und seine in neuartiger Weise miteinander verkoppelten Wasser- und Energieinfrastrukturen denkbar. Auch die Kopplung zwischen der öffentlichen und der häuslichen Wasserinfrastruktur eröffnet hier Möglichkeiten, die systematisch im KREIS-Projekt untersucht werden, um hier sowohl besonders effiziente Organisationsformen zu identifizieren als auch solche, die sozial erwünscht sind.

Das wird auch vom Portfolio des Betreibers abhängen: Ähnlich wie in anderen Branchen der Daseinsvorsorge wird auch in der Wasserwirtschaft zukünftig das Angebot von Dienstleistungen eine größere Rolle als heute spielen. Unternehmerische Erträge werden zunehmend mit Dienstleistungen rund um entwickelte Produkte und Verfahren erzielt. Contracting-Angebote (z.B. für Warmwasserthermen) können ebenso wie technisch gestützte Angebote zu rationellen Energieverwendungen in den Haushalten Dienstleistungen darstellen, die für die Bewohnerinnen und Bewohner auch hinsichtlich eindeutiger Gewährleistungspflichten erstrebenswert sein könnten.

DIE PROJEKTPARTNER: KONTAKTADRESSEN UND ARBEITSSCHWERPUNKTE



Bauhaus-Universität Weimar

Professuren Siedlungswasserwirtschaft,
Biotechnologie in der Ressourcenwirtschaft
und Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen
Coudraystr. 7
99423 Weimar

Prof. Dr.-Ing. Jörg Londong

joerg.londong@uni-weimar.de
Tel.: 03643-584615

*Wissenschaftliche Projektkoordination, Grauwasser-
charakterisierung und -behandlung, Arzneimittelfer-
nung aus Schwarzwasser, ökonomisches Bewertungs-
und Entscheidungsmodell*



buhck Umweltservices GmbH & Co KG

Südring 38
21465 Wentorf bei Hamburg

Dipl.-Ing. Wolfram Gelpke

wgelpke@buhck.de
Tel.: 040-736093191

Co-Substrate zur Biogasgewinnung



CONSULAQUA Hamburg GmbH

Ausschläger Elbdeich 2
20539 Hamburg

Dipl.-Geol. Sören Kathmann

skathmann@consulaqua.de
Tel.: 040-788889524

UEE-Verfahren Geothermie



HAMBURG WASSER / Hamburger Stadtentwässerung

Abt. Zukunftstechnologie
Billhorner Deich 2
20539 Hamburg

Dipl.-Ing. Anne-Katrin Skambraks

anne-katrin.skambraks@hamburgwasser.de
Tel.: 040-788882617

*Projektkoordination, Unterdrucksystem (Inkrustationen,
Überwachungstechnik, Probebetrieb), ökonomische
Bewertung, Probebetrieb Schwarz- und Grauwasserbe-
handlung, Kommunikationsdesign*



Hochschule Ostwestfalen-Lippe

Fachbereich 8
FG Biologische Abwasserreinigung und
Abwasserverwertung
An der Wilhelmshöhe 44
37671 Höxter

Prof. Dr.-Ing. Martin Oldenburg

martin.oldenburg@hs-owl.de
Tel.: 05271-687176

*Inkrustationen im Unterdrucksystem, ökonomische
Bewertung, Bewertung Exportchancen*



Institut für sozial-ökologische Forschung

Forschungsschwerpunkt Wasserinfrastruk-
tur und Risikoanalysen
Hamburger Allee 45
60486 Frankfurt am Main

Dr. Engelbert Schramm

schramm@isoe.de
Tel.: 069-707691917

*Akzeptanz- und Nutzeranalyse, institutionelle Adaptio-
nen, integrative Bilanzierung*



Öko-Institut e.V.

Büro Berlin
Schicklerstr. 5-7
10179 Berlin

Dipl.-Ing. Günter Dehoust

g.dehoust@oeko.de
Tel.: 030 - 405085 355

Ökologische Bewertung, integrative Bilanzierung



Solar- und Wärmetechnik Stuttgart

Pfaffenwaldring 6
70550 Stuttgart

Dr.-Ing. Harald Drück

drueck@swt-stuttgart.de
Tel. 0711-685 63553

Energiekonzept Quartier mit Energieinseln und Blockheizkraftwerk, Betriebskonzept Energieversorgung



Technische Universität Hamburg-Harburg

Institut für Abwasserwirtschaft und
Gewässerschutz
Eissendorfer Str. 42
21073 Hamburg

PD Dr.-Ing. habil. Ina Körner

i.koerner@tuhh.de
Tel.: 040-428783154

Biogaserzeugung, Gärrestverwertung, Management gasförmiger Emissionen



VacuSaTec®

Vacuum Sanitärtechnik GmbH & Co. KG
Salzmannstr. 56a
48147 Münster

Thomas Deipenbrock

thomas.deipenbrock@vacusatec.com
Tel.: 0251-92456236

Unterdrucksystem (Inkrustationen, Fernwirk- und Überwachungstechnik)



KREIS – Versorgung durch Entsorgung

Kopplung von regenerativer Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwässerung

Projektbroschüre

Herausgeber: HAMBURG WASSER

Billhorner Deich 2

20539 Hamburg

www.hamburgwasser.de

Redaktion: KREIS Projektteam

Förderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Begleitung: Projektträger Jülich / Geschäftsbereich Umwelt

Layout: SUPERURBAN Public Relations

Weblinks: www.kreis-jenfeld.de

www.hamburgwatercycle.de

www.fona.de

April 2012

Bildnachweis: HAMBURG WASSER (S.4 unten, S.5, S.6, S.7, S.13, S.23), Hochschule Ostwestfalen-Lippe (S.9), CONSULAQUA Hamburg (S.15), Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW) der Universität Stuttgart (S.17 oben), Ökoinstitut (S.18), iStockphoto (S.4 oben, S.20), Pawel Kanicki (S.14 unten), F.Meininger (S.14 oben), Solar und Wärmetechnik Stuttgart (SWT) (S.16, S.17 unten), Technische Universität Hamburg-Harburg (S.11), Bauhaus Universität Weimar (S.10, S.12, S.19), West 8 urban design & landscape architecture b.v. (S.6, S.7, S.21)