

Heizen mit Abwasser

Welches Potenzial steckt hinter der Energierückgewinnung?

Waschmaschine, Dusche und Toilette - täglich entsteht eine große Menge Abwasser in unseren Haushalten. Dieses Abwasser weist ein großes Energiepotenzial auf, denn selbst im Winter beträgt die Temperatur des Abwassers zwischen 10 und 20 °C. Anstatt diese Wärme unge- nutzt in die Kanalisation hinunter fließen zu lassen, kann sie gewonnen und zur Be- heizung von Gebäuden genutzt werden. Von diesem Angebot könnten in Deutsch- land 10 % aller Gebäude versorgt werden.

Die Abwasserwärmenutzung ist eine langfristig sichere und erneuerbare Energiequelle und leistet damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Sie reduziert den CO₂-Ausstoß im Vergleich zu einer herkömmlichen Ölheizung um bis zu 60 %. Die Investition in energiesparende Technologien ist durch die steigenden Energiepreise auch aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll. Die Abwasserwärmenutzung ist heute für größere Bauten in der Nähe von Sammelkanälen oder Kläranlagen wirtschaftlich allemal konkurrenzfähig. Insbesondere für Kommunen bietet sich damit eine innovative und wirtschaftliche Möglichkeit zur Reduktion ihres CO₂-Ausstoßes an, indem größere öffentliche Gebäude wie Schulen, Verwaltungsbauten, Sportanlagen, Hallenbäder, Heime, Wohnsiedlungen etc. mit Abwasserwärme beheizt werden können. Aber auch größere private Bauten, wie z. B. Mehrfamilienhäuser oder Dienstleistungsgebäude, eignen sich durchaus.

Außerdem bietet eine Abwasserwärmenutzungsanlage für den Betreiber und die Gemeinde einen wertvollen Imagegewinn. Innovative Energielösungen können das Ansehen von Unternehmen und Vermietern erhöhen und damit die Chancen am Markt verbessern. Die Technologie fördert zudem die Wertschöpfung im Inland durch die Investitionen in lokales Gewerbe und Betriebe sowie die Unabhängigkeit von ausländischen Energieträgern und schwankenden Strompreisen.

Funktionsweise

Der Wärmeentzug kann an drei grundsätzlich unterschiedlichen Standorten erfolgen:

- Im Gebäude selbst (inhouse),
- aus dem Abwasserkanal
- auf oder nach der Kläranlage

Im letzten Fall wird die Energie aus dem gereinigten Abwasser gewonnen, bei den ersten beiden Systemen aus dem Rohabwasser.

Bei der Inhouse-Variante handelt es sich um eine interne Wärmerückgewinnung aus dem eigenen Abwasser, weshalb es keine Vorschriften bezüglich des Wärmeentzugs gibt. Es wird aber eine größere Warmwassermenge benötigt, wie dies vor allem bei Hallenbädern, Heimen, Hotels oder Wohnsiedlungen vorkommt.

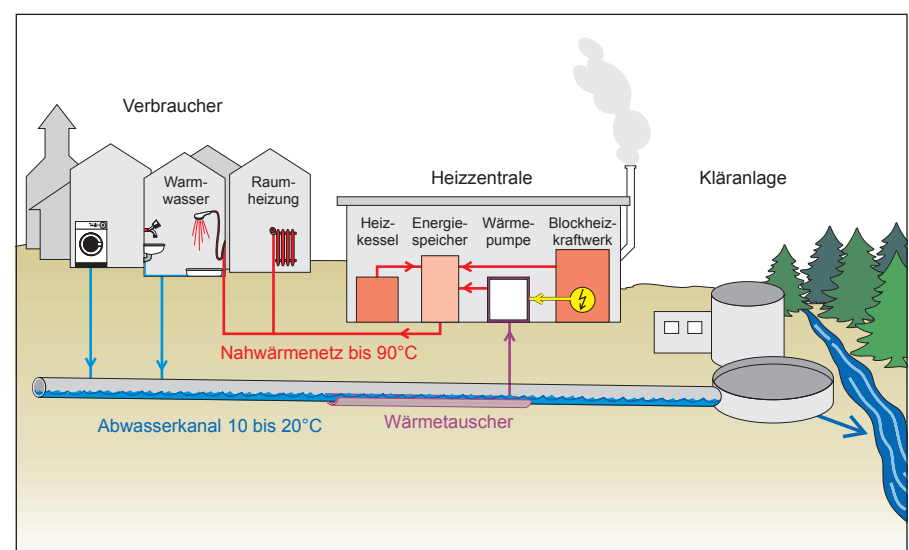
Nachfolgend wird tiefergehend auf die Wärmegewinnung aus dem Abwasser von Kanalnetz und Kläranlage eingegangen, da in diesem Fall mehrere Partner (Abnehmer, Kommune und Stadtentwässerung) zusammengebracht werden müssen und

eine Bewilligung vom Kanal- und Kläranlagenbetreiber notwendig ist.

Aus dem Kanal wird die im Abwasser enthaltene Wärme über Wärmetauscher abgezogen. Die Wärmetauscher werden auf die Sohle des Kanals oder in separaten Schächten im sogenannten Bypass-System außerhalb des Kanals installiert. Der Wärmetauscher leitet die gewonnene Wärme daraufhin zur Wärmepumpe, die die Temperatur auf das notwendige Niveau zur Beheizung anhebt. Über Radiatoren wird anschließend die Wärme innerhalb der Gebäude verteilt (1). Häufig wird bei der Wärmearaufbereitung parallel zur Wärmepumpe eine Erdöl-/ Erdgasheizung oder ein BHKW als Spitzendeckung installiert, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Gleichzeitig können so z. B. höhere Vorlauftemperaturen von normalen bestehenden Gebäuden erreicht werden. Außerdem können die Wärmepumpe und der Wärmetauscher kleiner dimensioniert und somit Kosten gespart werden.

Wärmeentzug

Die Wärme kann dem Kanal entweder vor oder nach der Kläranlage entzogen wer-



(1) Schema Abwasserwärmenutzung

den. Vor der Kläranlage ist meist problemlos ein Wärmeentzug mit Abkühlung des Abwassers auf der untenliegenden Kläranlage bis zu 0,5 °C möglich, ohne dass sich das Abwasser für die biologischen Prozesse auf der Kläranlage zu stark abkühlt (Bagatellgrenze). Wird die Wärme hingegen nach der Kläranlage entzogen, ist ein wesentlich höheres Wärmepotenzial vorhanden, da eine Abkühlung auf bis zu 6 °C möglich ist. Für die Abwasserwärmenutzung im Kanal ist je nach Art und Ort der Wärmetauscher ein Trockenwetterabfluss (Schmutzwassermenge, welche durch Einwohner, Gewerbe und Industrie produziert wird) im Tagesmittel von mindestens 10 bis 15 l/s notwendig.

Wärmeabnehmer

Als Wärmeabnehmer kommen größere Gebäude mit hohem Wärmebedarf im Umkreis von bis zu einem Kilometer und mehr infrage. Die überbrückbare Distanz hängt wesentlich von der Größe der Abnehmer, vom Überbauungsgrad und von Hindernissen für den Leitungsbau ab.

Erprobte Technologie

In der Schweiz ist die Abwasserwärmenutzung eine erprobte Technologie, dort wurden bereits über 80 Anlagen realisiert. Diese Anlagen haben eine hohe Lebensdauer und funktionieren zum Teil bereits seit über 30 Jahren zuverlässig und sicher. Im Gegensatz zu Deutschland wurde im Nachbarland Schweiz die Qualität der Wärmepumpentechnologie mit einer Kontrollstelle sichergestellt und ständig verbessert. Dadurch hat sich die Wärmepumpe in der Schweiz stark verbreitet und wird heute bei neuen Einfamilienhäusern sogar häufiger eingesetzt als eine Erdölheizung. Das ist auch der Grund, weshalb die Schweiz im Gebiet der Abwasserwärmenutzung und deren Technologien europaweit führend ist. Nun erlebt die Abwasserwärmenutzung auch in Deutschland eine Neubelebung.

Beispiel Bretten

In Bretten (Baden-Württemberg) ist seit 2009 eine Abwasserwärmenutzungsanlage in Betrieb. Sie beheizt mehrere Wohngebäude, ein Gymnasium und eine Sport-

halle mit einem Wärmeverbrauch von insgesamt 1.845 MWh/a. Die Anlage erreicht eine CO₂-Einsparung von mindestens 129 t/a oder 24 % gegenüber konventionellen Gaseinzelheizungen.

Die Wärmetauscher wurden in einem Regenüberlaufbecken installiert. Die Wahl des Einbauortes erfolgte aufgrund der günstigen Lage in nächster Nähe zum Hauptsammler und zu den Wärmeabnehmern. Die Wärmetauscher konnten, wie in einem normalen Kanal, in der Schlangennrinne des Beckens verlegt werden. Die Wärmeentzugsleistung der Wärmetauscher beträgt 120 kW. Die Heizzentrale mit Blockheizkraftwerk (BHKW), Wärmepumpe und Gaskessel wurde in unmittelbarer Nähe zu den Wärmetauschern erstellt. Das BHKW übernimmt die Versorgung der Grundlast und liefert Abwärme auf höherem Temperaturniveau von über 85 °C. Reicht die vom BHKW zur Verfügung gestellte Wärmemenge nicht aus, wird die Wärmepumpe zugeschaltet, gespeist vom Strom, den das BHKW produziert. An sehr kalten Tagen wird der darüberhinausgehende Wärmebedarf durch den Gaskessel abgedeckt.

Die Investitionen für das Projekt betrugen insgesamt 931.000 Euro. Die Jahreskosten belaufen sich auf 126.600 Euro, womit sich der Wärmepreis inklusive Förderung auf

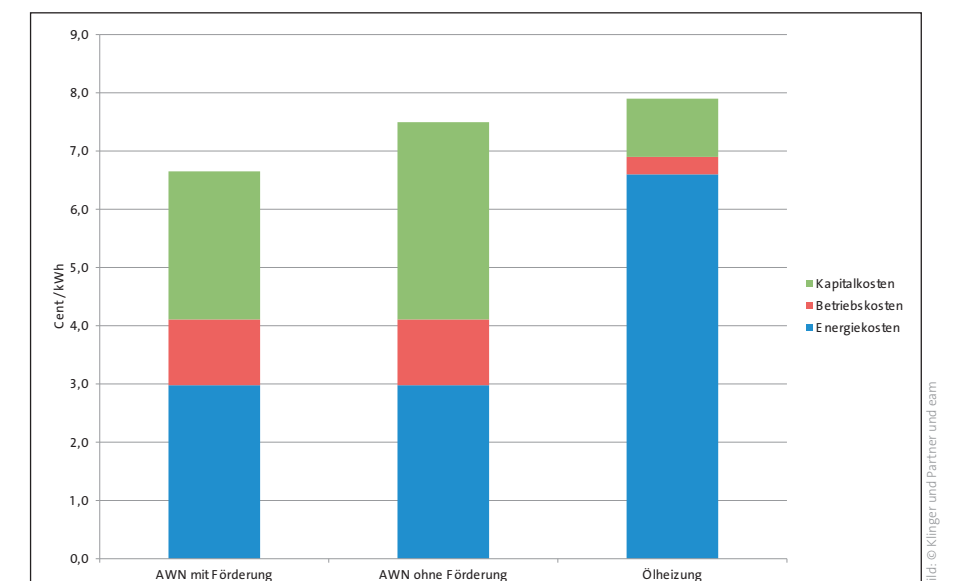
6,65 Cent pro kWh beläuft (ohne Förderung 7,49 Cent/kWh). Bei heutigen Energiepreisen von 6,6 Cent pro kWh Erdöl (Stand 09. September 2010, Quelle www.tecson.de) bemisst sich der spezifische Wärmepreis für eine vergleichbare konventionelle Ölheizung zusammen mit den Kapital- und Betriebskosten auf ca. 8 Cent/kWh (2). Die Abwasserwärmenutzung am Beispiel der realisierten Anlage in Bretten ist also bei aktuellen Verhältnissen bereits heute wirtschaftlich und konkurrenzfähig, selbst ohne die Förderung. In Zukunft darf von steigenden Energiepreisen ausgegangen werden, womit solche Projekte, wie die Anlage in Bretten, noch rentabler werden.

Potenzial

Die Abwasserwärmenutzung bietet in Deutschland zur Nutzung von erneuerbaren Energien und zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes großes Potenzial.

Theoretisches Potenzial

Der Deutsche Fachverband der Abwasserbranche hat in seinem Merkblatt DWA-M 114 „Energie aus Abwasser“ das theoretisch nutzbare Potenzial ermittelt. Mit der Abwasserwärmenutzung könnten demnach 10 % aller Gebäude in Deutschland mit der verfügbaren Abwas-



(2) Vergleich der Energiepreise zwischen der Abwasserwärmenutzung (AWN) mit und ohne Förderung in Bretten und einer konventionellen Ölheizung bei Erdölpreisen vom 9.9.2010 von 1.980 €/3.000 L

serwärme beheizt werden. Dies wird auch durch die detaillierten Grundlagen der IKT-Studie für Nordrhein-Westfalen aufgezeigt.

Praktisch nutzbares Potenzial

In der Schweiz wurde in einer Forschungsarbeit des Bundesamtes für Energie berechnet, dass mit den technischen Möglichkeiten von heute und den wirtschaftlich vertretbaren Kosten rund 5 % des gesamten Gebäudebestandes in der Schweiz mit Abwasserwärmenutzung abgedeckt werden könnten. In einer aktuellen Forschungsarbeit des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen werden aufgrund dieser Erfahrungen in der Schweiz die Verhältnisse in Deutschland abgeschätzt. Diese Arbeit bestätigt, dass vom theoretischen Potenzial von 10 % auch in Deutschland etwa die Hälfte genutzt werden könnte.

Genauere Untersuchungen über das Potenzial der Abwasserwärmenutzung für zukünftige Entwicklungen wurden noch keine gemacht. Es darf aber angenommen werden, dass der Heizenergiebedarf – selbst bei steigenden Einwohnerzahlen – noch massiv gesenkt werden kann, der Verbrauch von Warmwasser und damit das Angebot der Wärme im Abwasser aber eher konstant bleiben wird. Das würde bedeuten, dass mit der Abwasserwärmenutzung in Zukunft ein noch größerer Anteil am Gebäudebestand versorgt werden könnte. Wird zudem angenommen, dass sich die Technologie mit steigender Verbreitung auch preislich noch verbessert, so könnte die Abwasserwärmenutzung zukünftig ca. 10 % des Gebäudebestandes in Deutschland abdecken.

Einsatzbedingungen

Geeignete Standorte für die Abwasserwärmenutzung sind größere Gebäude mit einem Wärmebedarf von mindestens 100 kW in der Nähe von großen Abwasserkanälen oder von Kläranlagen. Zur Beurteilung von Standorten gilt es, eine Reihe von konkreten Kriterien zu berücksichtigen, die nachfolgend aufgeführt werden.

Abfluss: Bedingung für die Abwasserwärmenutzung ist ein kontinuierlicher, genügend hoher Abfluss auf der Kläranlage oder im Kanal. Aus Erfahrung ist bekannt, dass aufgrund wirtschaftlicher und technischer Gründe die Energiegewinnung aus Abwasserkanälen üblicherweise eine Wassermenge von mindestens 15 l/s (Tagesmittelwert bei Trockenwetter) erfordert. Es ist empfehlenswert, zukünftige Entwicklungen und Projekte auf der Kläranlage oder im Kanalnetz bereits bei der Planung zu berücksichtigen, da Abflussmenge und Abwassertemperatur z. B. durch den Wegfall großer industrieller Einleiter sinken oder auch steigen können.

Abwassertemperatur: Wie bei der Wassermenge sind auch bei der Energiegewinnung aus Abwasser Kenntnisse über die Temperaturverhältnisse des Abwassers, sowie die jahreszeitlichen und täglichen Schwankungen – immer im Vergleich zum Verlauf des Heizenergiebedarfs – sehr wichtig. Höhere Abwassertemperaturen erlauben eine größere Abkühlung und damit einen höheren Energieentzug. Günstig sind die Voraussetzungen, wenn die Abwassertemperatur auch im Winter über der Dimensionierungstemperatur der Kläranlage bzw. über 10 °C liegt.

Kanal: Für die Energienutzung aus Abwasser sind vor allem Kanäle mit mehr als 15 l/s Abwassermenge geeignet. Bei Kanälen mit einem Durchmesser von mehr als 800 mm wird die Zugänglichkeit für die baulichen Arbeiten sowie der Unterhalt erleichtert, so dass eine größere Auswahl an Wärmetauschersystemen zur Verfügung steht. Bei kleineren Kanälen kann ein Wärmetauscher im Bypass-System gebaut werden, was jedoch vor allem bei kleineren Anlagen teurer sein kann. Aus technischer Sicht sind für die Nutzung eines Kanals zur Wärmeentnahme auch die benutzbare Kanallänge, das Gefälle, das Profil des Kanalrohrs sowie die maximal mögliche Reduktion des Kanalquerschnitts durch den Einbau des Wärmetauschers zu berücksichtigen.

Distanz zum Abnehmer: Der Bau der Verbindungsleitung vom Kanal oder der Kläranlage zur Heizzentrale des Abnehmers kann einen wichtigen Kostenpunkt darstellen. Deshalb sind die Distanz und auch die örtlichen Gegebenheiten (wegen

der Leitungsführung und notwendigen Zusatzbauten) wichtige Faktoren bei der Ermittlung von geeigneten Standorten für die Abwasserwärmenutzung. Je näher ein Gebäude bei der Abwasserentnahmestelle liegt, desto kostengünstiger lässt sich die Energiegewinnung realisieren. Die sinnvoll überbrückbaren Distanzen werden aber von Laien und auch von Fachleuten häufig unterschätzt. Bei größeren Bauten mit über 1.000 kW Wärmeleistung können in unüberbauten Gebieten alle Mal Distanzen von 1.000 m und mehr überwunden werden, ohne dass die Anlage – wie konkrete Beispiele zeigen – unwirtschaftlich wird. Bei Anlagen mit 500 kW können es durchaus 500 m sein. Bei kleineren Anlagen unter 200 kW fallen die Leitungskosten hingegen sehr stark ins Gewicht, so können bereits 100 oder 200 m die obere Grenze bedeuten.

Abnehmer: Geeignete Abnehmer von Wärme oder Kälte sind Neubaugebiete, größere bestehende Gebäude wie Wohnsiedlungen, Schulen, Industrie- oder Gewerbebauten sowie Gebiete mit hoher Bebauungsdichte in der Nähe eines Abwasserkanals. Hallenbäder beispielsweise sind günstige Abnehmer, da sie über das ganze Jahr hindurch einen hohen Warmwasserverbrauch haben. Aus Kostengründen lohnt sich insbesondere die Überprüfung zur Abwasserwärmenutzung bei geplanten Neubauten oder Sanierungen des Gebäudes oder der Heizung, beispielsweise wenn der Heizkessel eines bestehenden Gebäudes ohnehin saniert werden muss. Je größer der Wärmebedarf oder je höher die Bebauungsdichte und somit die Wärmenachfrage sind, desto wirtschaftlicher lässt sich eine einzelne Abwasserwärmenutzungsanlage oder ein Nahwärmenetz mit Abwasserwärme betreiben. Bei Gebäuden mit einem Leistungsbedarf von mindestens 100 kW kann die Abwasserwärmenutzung bei entsprechenden Voraussetzungen heute schon betriebswirtschaftlich eingesetzt werden. Besonders vorteilhaft für die Abwasserenergienutzung sind eine Doppelnutzung von Wärme und Kälte, sowie ein möglichst ganzjähriger Wärmebedarf, der lange Betriebszeiten der Wärmepumpe ermöglicht (wie z. B. bei Hallenbädern). Kann im Sommer Kanalabwasser auch zum Kühlen genutzt werden, lässt sich die Investition deutlich besser ausnutzen und die Anlage wird wirtschaftlicher.

Förderung

Länder wie Baden-Württemberg oder Bayern fördern die Abwasserwärmenutzung aktiv und mit Erfolg. Das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit unterstützt mit einem Sonderförderprogramm Energieanalysen mit dem Ziel, die Energieeffizienz der kommunalen Kläranlagen zu steigern. Gefördert wird die einmalige Durchführung einer Energieanalyse durch ein fachkundiges Ingenieurbüro mit pauschal 10.000 Euro für Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von 10.000 EW (Einwohnerwerte) und größer. Mitberücksichtigt werden können dabei Anlagen zur Abwasserwärmenutzung.

Baden-Württemberg fördert seit 2009 die Abwasserwärmenutzung mit einem umfassenden Programm sehr erfolgreich. Grundlage des Programmes ist die Information mit Rundschreiben an Gemeinden und Tagungen und vor allem eine kostenlose neutrale Beratung der Kommunen durch erfahrene Spezialisten. Als wesentlich hat sich die Förderung der Machbarkeitsstudien mit bis zu 50 % der Kosten erwiesen, um den Einstieg zu erleichtern. Zudem werden Subventionen an die Investoren bezahlt. Verschiedene Beispiele zeigen, dass diese Maßnahmen wirken. Dank der konstanten begleitenden Beratung sowie der Mitfinanzierung von Studien werden viele Städte und Bauherren auf die Möglichkeiten der Abwasserwärmenutzung aufmerksam gemacht und für die Erstellung erster Abklä-

rungen motiviert. Durch Subventionen konnten auch Projekte umgesetzt werden, die an der Schwelle der Wirtschaftlichkeit liegen, wie Bretten oder Tübingen zeigen.

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall unterstützt die Abwasserwärmenutzung mit einem Merkblatt (DWA M-114). Das Merkblatt ist eine Hilfestellung für Planer, Ingenieurbüros, Kommunen, Verbände, Contractoren etc. zur Realisierung einer Abwasserwärmenutzungsanlage.

Contracting als Lösung

Häufig sind die höheren Investitionen und das fehlende Know-how respektive die fehlenden Erfahrungen ein Hindernis für Bauherren, um eine Abwasserwärmenutzungsanlage in Eigenregie zu realisieren. Hier ist das Contracting durch Firmen mit spezifischen Erfahrungen eine sinnvolle Lösung.

Der Contractor übernimmt die gesamte Finanzierung, also die Investitionen und das Kostenrisiko, und kümmert sich um die Planung, den Bau und den Betrieb der Anlage. Eventuelle Betriebsstörungen kann dieser rund um die Uhr erfassen und im Notfall sofort reagieren. Wie die Erfahrungen in der Schweiz zeigen, entscheiden sich die meisten Bauherren für die Variante mit einem Contractor. In der Schweiz haben bereits zwei Contractoren jeweils mehr als ein halbes Dutzend Anlagen mit Abwasserwärmenutzung realisiert. Mit jeder Anlage sind

auch die Erfahrungen bei der Planung, dem Bau und dem Betrieb gestiegen. Das erhöht die Zuverlässigkeit sowie die Kosteneffizienz.

Beispiel Contracting-Anlage

Die Überbauung Wässerwiesen ist eine größere Siedlung mit rund 400 Wohnungen und rund 1.000 Bewohnern in Winterthur. Im März 2007 erkundigte sich der Investor bei der Firma Elektra Birseck Münchenstein (EBM), inwieweit es möglich wäre, die bestehende, nicht optimal geplante Abwasserwärmeanlage zu sanieren. Die in der Schweiz und Deutschland spezialisierte Firma EBM übernahm das Contracting. Die Ingenieure der EBM nahmen in einem ersten Schritt mit der Stadtentwässerung Winterthur Kontakt auf. Als gemeinsam ausgearbeitete Lösung erhielt EBM eine Konzession für die Nutzung der Abwasserwärme aus dem Hauptabwasserkanal der Stadt Winterthur. EBM beauftragte die Firma Kasag AG aus Langnau mit dem Einbau der Wärmetauscher im Kanal (3). Der Contractor EBM übernimmt mit einem Wärmecontracting die Versorgung der gesamten Überbauung.



Ernst A. Müller

ist diplomierter Geograph und leitet das Bundesprogramm EnergieSchweiz für Infrastrukturanlagen,

das die Umsetzung der Abwasserwärme in der Schweiz wesentlich vorangebracht hat. Als Geschäftsführer vom Verein InfraWatt gibt er seine Erfahrungen als neutraler Gutachter und Berater von Ländern und Gemeinden auch in Deutschland weiter.



Eliane Graf

hat an der ETH Zürich Umweltnaturwissenschaften studiert und ist seit 2010 als wissenschaftliche Mitarbeiterin für InfraWatt tätig.

Kontakt unter:

InfraWatt, Pflanzschulstrasse 2, CH-8400 Winterthur, Tel. 0041 52 238 34 34, info@infrawatt.ch, www.infrawatt.ch



(3) Einbau Wärmetauscher Wässerwiesen