

Trinkwasser aus Regenwasser erzeugen und Wärme rückgewinnen

Oliver Ringelstein

Neu ist die Idee der autarken Wasserversorgung nicht. Meist finden sich diese Eigenversorgungsanlagen im ländlichen, nicht erschlossenen Raum und werden mit Grundwasser gespeist. Jedoch hat nicht jeder Hauseigentümer die Möglichkeit diese Quellen zu nutzen. Regenwasser hingegen steht fast überall zur Verfügung. Es wird jedoch bislang, außer für die Spülung von Toiletten und die Gartenbewässerung, kaum verwendet.



Klarwasserspeicher mit RAINMASTER Favorit SC, AQUALOOP Steuerung, UV-Entkeimung



Nachrüstung der Regenwasserzisterne durch Bauunternehmer Lemmens, Gemmenich

Nach der Europäischen Trinkwasserverordnung muss für die Körperhygiene Wasser mit Trinkwasserqualität verwendet werden. Um die Anforderungen der EG-Richtlinie „Wasser für den menschlichen Gebrauch“ zu erfüllen, hat die INTEWA GmbH im Rahmen des EU-Projekts „Eco Innovation“ ein spezielles Konzept in einer Demonstrationsanlage eines Einfamilienhauses umgesetzt.

Da bei diesem Projekt nicht ausreichend Regenwasser für alle Verbraucher vorhanden ist, wird in einer weiteren Recyclingstufe das Duschwasser, das nach der Benutzung als Grauwasser bezeichnet wird, aufgefangen, recycelt und anschließend als Toilettenspülwasser nochmal eingesetzt. Parallel wird aus dem Grauwasser Wärme entzogen und für die Vorerwärmung des Duschwassers verwendet.

Nachrüstung der AQUALOOP Regenwasseranlage

Das Regenwasser wird von der 120 m² großen Dachfläche aufgefangen und in einer 10 m³-Zisterne gesammelt. Der selbstreinigende Regenwasserfilter (mit integriertem Skimmerüberlauf, Rückstauklappe und Wechselsprungprinzip) reinigt das Wasser mit Hilfe eines 0,8 mm Spaltsiebs vor.

Die Hauptvorteile der so genannten AQUALOOP-Technologie

- Einsparung von Trinkwasserressourcen
- Einsparung von Kanälen und Leitungssystemen
- Kosteneinsparung für Betreiber und Nutzer
- mehr Unabhängigkeit vom Versorger
- weiches, kalkfreies Wasser
- keine anthropogenen Spurenstoffe im Wasser
- einfache Nachrüstung möglich durch Nutzung des bestehenden Leitungssystems.

Mit der Membranstation in der Zisterne wird das Regenwasser durch die Membranfasern mit einer Porengröße von 0,2 µm mikrofiltriert (Entkeimung) und in einen 350 l Klarwasserspeicher im Keller gefördert.

Um eine mögliche Gefährdung infolge potenzieller Nachverkeimung in diesem Innentank auszuschließen, wird das Wasser vor der Verteilung im Haus noch zusätzlich durch eine UV-Behandlung desinfiziert.

Das so gereinigte Wasser wird durch das drehzahlgesteuerte Hauswasserwerk in das bestehende Leitungssystem zu den Ent-

Der Autor | Oliver Ringelstein, INTEWA GmbH

Tabelle 1

Analyseergebnisse der AQUALOOP Regenwasseranlage

Parameter	Einheit	Grenzwert (nach TrinkwV)	Regenwasser	Aufbereitung durch Aqualoop
Escherichia Coli	/ 100 ml	0	0	0
Enterokokken	/ 100 ml	0	0	0
Coliforme Bakterien	/ 100 ml	0	2	0
Koloniezahl 22 °C	/ml	100	11	0
Koloniezahl 36 °C	/ml	100	12	0
Pseudomonas Aeruginosa	/ 100 ml	–	0	0
TOC	mg/l	–	3	2,8
pH		9,5	10,79	10,36
Kalzium	mg/l			22,4
Magnesium	mg/l			<0,5
Leitfähigkeit bei 25 °C	µs/cm	2.790		215
Kupfer	mg/l	2		0,008

Quelle: Institut für Wasser- und Abwasseranalytik GmbH

nahmestellen im Haus gepumpt. Das hiervon getrennte Stadt-
wasserleitungssystem versorgt einzig die Nachspeisung in das
DVGW-zertifizierte Hauswasserwerk sowie den Trinkwasseran-
schluss in der Küche.

Die Wasserqualität der Anlage wird in regelmäßigen Abständen
überprüft. Sind die Ergebnisse einwandfrei, kann auch die Trink-
wasserversorgung in der Küche in Zukunft mit Regenwasser be-
trieben werden. Da das bestehende Leitungssystem übernom-
men werden kann, ermöglicht dieses Konzept nun erstmals auch
die einfache Nachrüstung von Regenwassersystemen.

Qualität des Regenwassers

Die Qualität des Regenwassers und die Reinigungsleistung der
Anlage wurden durch Proben an verschiedenen Stellen des

Gesamtsystems untersucht. Die Analyseergebnisse zeigen, dass
die bakterielle Belastung des Rohwassers aus der Regenwasser-
zisterne bereits sehr niedrig ist.

**Weder das Bakterium E.Coli, ein wichtiger Hinweis auf
Verschmutzung mit Fäkalien, noch der Krankheitserreger
Pseudomonas aeruginosa konnten in den Proben gefunden
werden.**

Durch die Analyse des aufbereiteten Wassers nach der Mikrofil-
tration, in der keine coliforme Bakterien und Bakterienkolonien
mehr nachgewiesen wurden, kann das Aufbereitungspotenzial
der Membran belegt werden. Eine zusätzliche Entkeimung durch
die UV-Lampe wäre laut Analyseergebnis nicht nötig gewesen,
dient aber der zusätzlichen Sicherheit.

Übersicht AQUALOOP Regenwassersystem

- Auffangen des Regenwassers von 120 m² Dachfläche
- Regenwasserfilter einschließlich Skimmerüberlauf und Rückstauklappe, Zulaufberuhigung
- Speicherung in einer 10 m³ Außenzisterne
- Membranstation mit Ultra-, Mikrofiltration in Zisterne
- 350 l Klarwasserspeicher im Keller für entkeimtes Wasser
- Entnahme aus Klarwasserspeicher mit Hauswasserwerk
- UV-Entkeimung mit 20 W für zusätzliche Sicherheit
- Druckerhöhung in bestehendes Leitungssystem
- Anschluss an Dusche, Waschmaschine, Handwasch-
becken usw.
- Trinkwassernachspeisung mit Stadtwasser
- eine separate Stadtwasserleitung zum Küchenhahn



**Grauwasserrecycling mit Wärmespeicher (Die Waschmaschine ist
an das Regenwassernetz angeschlossen.)**

Bild: INTEWA GmbH

Für alle untersuchten Parameter wurden die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung für „Wasser für den menschlichen Gebrauch“ eingehalten (Tabelle 1). Einzig der pH-Wert wurde bei der ersten Beprobung überschritten. Ursache war hier aufgrund einer Reparaturmaßnahme eine alkalische Ausschlammung der Betonzisterne mit Zement.

AQUALOOP Grauwasserrecycling

Beim vorliegenden Demonstrationsprojekt reicht das Regenwasser allein nicht aus, um den gesamten Wasserbedarf der vierköpfigen Familie zu decken. Durch das zusätzliche Recycling des aus Dusche und Handwaschbecken anfallenden Grauwassers können weitere ca. 30 m³/a Wasser eingespart und somit der gesamte Wasserbedarf (100 m³/a) gedeckt werden.

Dieses nur durch die Körperpflege relativ gering verschmutzte „Regen“-Wasser wird in der Grauwasserrecycling-Anlage gereinigt und danach für die Toilettenspülung genutzt. Im Gegensatz zur Regenwasserzisterne kommt das Grauwassersystem dabei mit zwei sehr kleinen Speichern (2 x 350 l) aus, die den ungefähren Tagesbedarf abdecken.

Zur Reinigung werden zunächst über einen Vorfilter grobe Schmutzstoffe (beispielsweise Haare) abgetrennt. Danach wird das Wasser im belüfteten Wirbelbett durch Mikroorganismen, die die Füllkörper im Aufbereitungstank besiedeln, biologisch gereinigt. Die Mikrofiltration wiederum findet statt, indem das Wasser durch die Poren der Hohlfasermembran in der Membranstation gesogen wird.

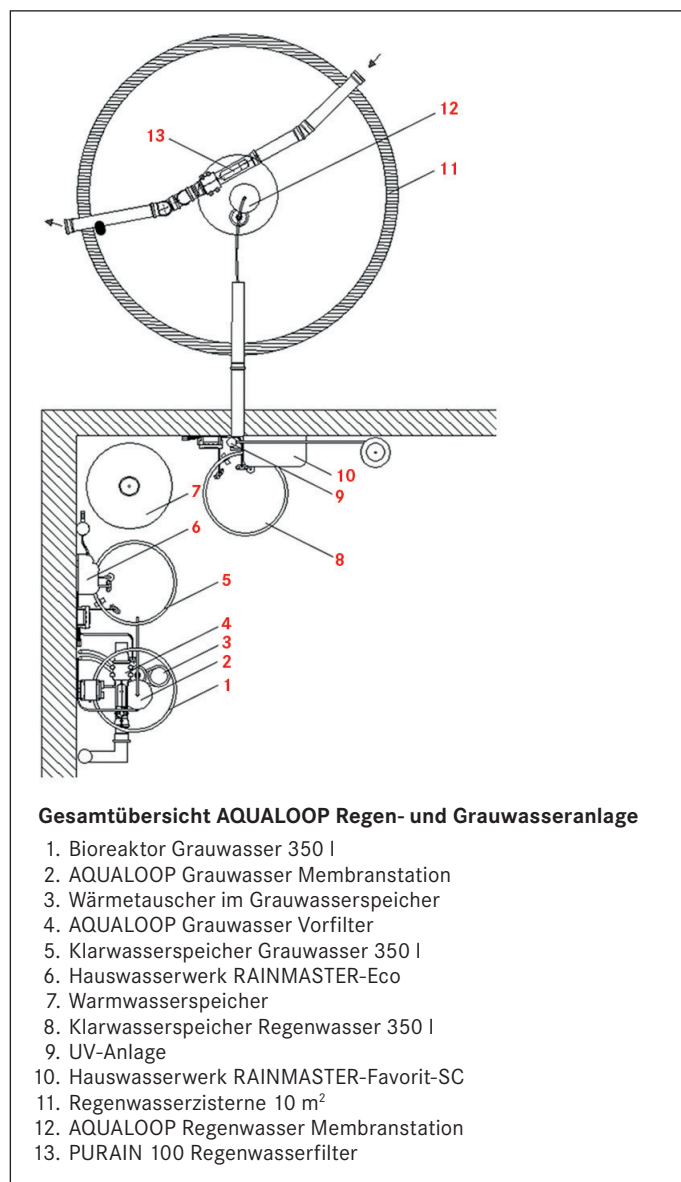
Das biologisch gereinigte und entkeimte Wasser erfüllt mindestens die EU-Badegewässerqualität. Aus dem Klarwasserspeicher der Grauwasseranlage fördert das Hauswasserwerk das aufbereitete Wasser zur Toilette.

Wärmerückgewinnung aus Grauwasser

Mit einem Wärmetauscher, der in der AQUALOOP Grauwasseranlage installiert wurde, werden bei der Demonstrationsanlage bis zu 12 kWh/m³ Energie zur Vorwärmung des kalten Regenwassers entzogen.

Risiken

Die unmittelbare Gefahr der Übertragung von Krankheitserregern durch das Regenwasser wird durch die AQUALOOP Entkeimung ausgeschlossen. Je nach Standort des Regenwassersystems ist aber zu prüfen, welche Parameter zu untersuchen sind,



Grafik: INTEWA GmbH

Übersicht AQUALOOP Grauwassersystem

- belüfteter Wirbelbett-Bioreaktor in 350 l-Tank
- Vorfilter einschließlich Skimmerüberlauf, Saugheberüberlauf und Rückstauklappe
- Membranstation mit Ultra-/Mikrofiltration
- Zwischenspeicherung im 350 l Klarwasserspeicher
- Entnahme aus Klarwasserspeicher mit RAINMASTER-Eco (100 W Leistung), Druckerhöhung in separate Betriebswasserleitung zur Toilette
- Nachspeisung über aufbereitetes Regenwasser
- Wärmetauscher zur Vorwärmung des kalten Regenwassers

um die Trinkwasserqualität auch bei den gelösten, chemischen Stoffen einzuhalten.

Es könnte z. B. bei Kupfer- bzw. Zinkdächern zu einem erhöhten Eintrag dieser Metalle kommen. In Gebieten, in denen die Luft durch ungereinigte Rauchgase aus Verbrennungen belastet ist, kann es zu so genanntem „sauren Regen“ kommen.

Aufgrund des niedrigen pH-Werts steigt die Gefahr des Auslösens von Metallen durch Korrosion. Der pH-Wert sollte dann mit einfachen Maßnahmen neutralisiert werden.

In Regionen mit sehr schlechter Luftqualität kann es zur Auswaschung von Schwermetallen aus der Atmosphäre kommen. In der Nähe von emissionsstarker Industrie oder sehr hohem Verkehrsaufkommen sollten entsprechende Konzentrationen im Regenwasser daher überprüft werden.

Kosten und Einsparpotenziale des Demonstrationsprojekts

Betrachtet man die Kosten und die Einsparpotenziale dieser Technologie, so ist festzustellen, dass allgemeingültige Aussagen aufgrund der unterschiedlichen Wasserkosten, Gebührenmodelle und Verbräuche nicht möglich sind. Oft können aber mit dieser



Wärmetauscher
in AQUALOOP
Grauwasser-
anlage

Tabelle 2

Analyseergebnisse der AQUALOOP Grauwasseranlage

Wasser Parameter	NSF Vorgabe	Grauwasser
E. Coli (/ 100 ml)	14	<1
Trübung (NTU)	5	0,5
pH	6 bis 9	7,8
BSB5 (mg/l)	10	5*

*nach 8 Wochen Einfahrphase

Quelle: PIA Prüfinstitut für Abwassertechnik GmbH

Tabelle 3

Kosten und Einsparpotenziale

Ort	Kelmis, Belgien
Auffangfläche	120 m ²
Regenwasserertrag	ca. 90 m ³ /a
Wasserverbrauch 4 Personen*	ca. 105 m ³ /a
RW Verbrauch	ca. 70 m ³ /a
GW Verbrauch	ca. 30 m ³ /a
Einsparpotenzial	ca. 100 m ³ /a
durchschnittliche Wasserpreise in D**	5,00 €/m ³
Stromkosten Anlage/m ³ bei 0,23 €/kWh	0,43 €/m ³
Einsparpotenzial D nach Abzug Stromkosten	4,57 €/m ³
Energiepotenzial Wärmerückgewinnung	voraussichtlich bis 12 kWh/m ³
Einsparpotenzial Wärmerückgewinnung***	23 Ct/kWh = 2,76 €/m ³
Modell 1****: Regen- und Grauwasser inkl. Wärmerückgewinnung	Gesamtkosten ca. 15.684,00 €, statische Amortisation 16,73 Jahre
Modell 2****: nur Regenwasser	Gesamtkosten ca. 9.621,15 €, statische Amortisation 12,03 Jahre
Modell 3****: nur Regenwasser, alle Arbeiten in Eigenleistung	Gesamtkosten ca. 7.241,15 €, statische Amortisation 9,05 Jahre

*zum Vergleich: Ø Wasserverbrauch 4 Personen Deutschland 180 m³

Ø Wasserverbrauch 4 Personen USA 430 m³

**Trink- und Abwasserkosten, bei Gebührensplitting kann die Abwassergebühr nicht gerechnet werden.

***Im Beispiel wurde mit Strom gerechnet, bei Gasheizung ist der günstigere Gaspreis zu kalkulieren, Ø 50 m³ können genutzt werden.

****Ø Wasserverbrauch von 175 m³/a

neuen Anlagentechnologie schon jetzt interessante Amortisationszeiten erzielt werden, die deutlich unter der Lebensdauer der Gebäude liegen. Die eigene Wasserversorgung mit Regenwasser kann also in vielen Gebieten Sinn machen.

Fazit

Mit diesem von der EU geförderten Demonstrationsvorhaben konnte nachgewiesen werden, dass es mit der neuen AQUALOOP-Technologie möglich ist, aus Regenwasser nahezu den gesamten Wasserverbrauch eines Einfamilienhauses zu substituieren.

Bemerkenswert ist, dass dies heute schon bei einer Nachrüstung in ein bestehendes Gebäude wirtschaftlich sein kann. Somit ist

diese Technologie sowohl für Neubauten als auch für Häuser im Bestand von Interesse.

Ist nicht ausreichend Regenwasser vorhanden, kann mit dem Recyceln des anfallenden Grauwassers die Lücke geschlossen werden. Nebenbei ermöglicht ein Wärmetauscher noch eine Wärmerückgewinnung aus dem warmen Grauwasser.