

## Zukunft Wasser: Wasserrecycling im KREIS-Haus

Die zunehmende Knappheit von Wasserressourcen, verschärft durch den Klimawandel, zählt zu den grössten Herausforderungen unserer Zeit. Aktuell erfahren zwei Drittel der globalen Bevölkerung mindestens einmal jährlich eine ernsthafte Wasserknappheit. In diesem Kontext ist die Nutzung alternativer Wasserressourcen, wie zum Beispiel die Nutzung von Regenwasser und die Wiederverwendung von Abwasser, eine vielversprechende Lösung, um den Wasserbedarf zu senken und Abwasser zu vermeiden. Das KREIS-Haus stellt eine solche innovative Lösung dar: Es implementiert einen geschlossenen Wasserkreislauf, der Regen- und Grauwasser aufbereitet und recycelt.

### Wie funktioniert Wasserrecycling im KREIS-Haus?

Dank des Prinzips des Wasserrecyclings ist das KREIS-Haus wasserautark und benötigt damit weder einen Frisch- noch einen Abwasseranschluss. Damit dies möglich ist, werden eine Reihe von Technologien und Kreisläufe im Haus umgesetzt. Das Regenwasser vom Dach wird gesammelt und in einem Tank unter dem Haus gespeichert. Bevor das Wasser in den

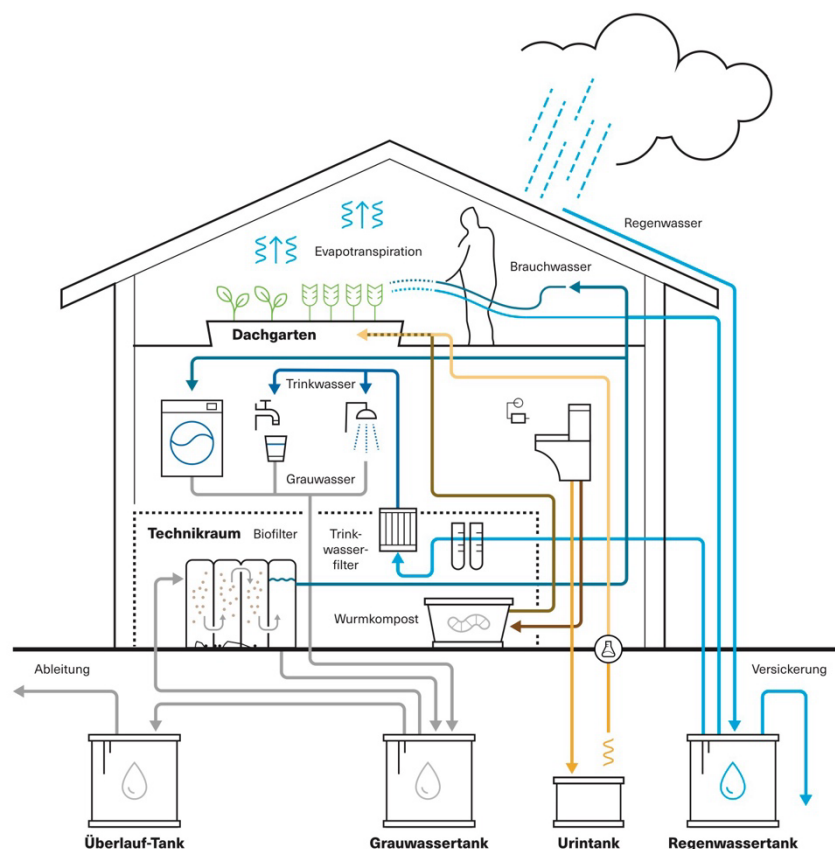


Abbildung 1: Wasserkreislauf im KREIS-Haus

Tank gelangt, fliesst es durch ein Korbsieb, das grobe Verunreinigungen wie Blätter oder kleine Äste zurückhält. Das gesammelte Regenwasser wird mittels einer Filterkombination von Sedimentfilter, Aktivkohlefilter und einer UV-LED-Lampe aufbereitet und im Haus als Frischwasser in der Küche und im Bad eingesetzt. Das Abwasser von Bad, Küche und Waschmaschine, sogenanntes Grauwasser, wird in einem weiteren Tank unter dem Haus gesammelt. Da Grauwasser kein Abwasser von der Toilette beinhaltet, ist es nur leicht verschmutzt und kann daher relativ einfach vor Ort aufbereitet und wiederverwendet werden. Im KREIS-Haus wird das Grauwasser mit einer biologischen Wasseraufbereitungsanlage, die von der ZHAW entwickelt wurde, aufbereitet und im Haus als Brauchwasser für die Waschmaschine und die Bewässerung des Dachgartens wiederverwendet. Damit kann der Frischwasserbedarf erheblich gesenkt werden und das Regenwasser ist über das gesamte Jahr ausreichend, um den Frischwasserbedarf zu decken. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass das KREIS-Haus über eine Trockentoilette verfügt. Dadurch können grosse Mengen an Spülwasser eingespart werden.

Im Rahmen eines vom BAFU geförderten Projektes wurde die technische Machbarkeit dieses Wasserkreislaufes untersucht. Hierfür wurden von Juli 2022 bis April 2023 wöchentlich Wasserproben vor und nach der Aufbereitung des Regen- und Grauwassers genommen, um die Wasserqualität und Reinigungsleistung zu analysieren. Zusätzlich wurde die Wirtschaftlichkeit des Systems untersucht. Die Ergebnisse dieser Studie werden nun hier vorgestellt.

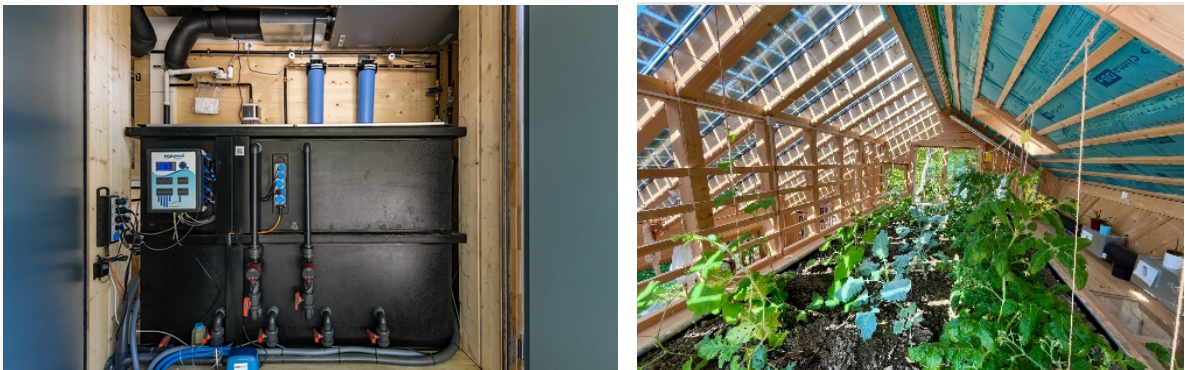


Abbildung 2: Links: Wasseraufbereitung im Technikraum; rechts: Dachgarten

## Massgeschneiderte Wasserqualität

Im KREIS-Haus wird das Prinzip der anwendungsspezifischen Wasserqualität umgesetzt, bei dem Trinkwasserqualität nur dort eingesetzt wird, wo sie tatsächlich erforderlich ist. Aufbereitetes Grauwasser niedrigerer Qualität wird für die Bewässerung und Waschmaschine eingesetzt. Theoretisch könnte es auch für die WC-Spülung genutzt werden, dies wird aber dank der Trockentoilette im KREIS-Haus nicht benötigt. Auf regulatorischer Ebene ist dafür wichtig, zwischen unterschiedlichen Anwendungen wie Trinken, Duschen, Waschen, Bewässerung und WC-Spülung zu unterscheiden und entsprechende Qualitätsstandards festzulegen. Da die Schweizer Gesetzgebung nur zwischen Trink- und Badewasser unterscheidet, wurden die Wasserqualitäten im KREIS-Haus nicht nur mit nationalen sowie auch internationalen Richtlinien verglichen. Dieser Vergleich offenbart zum Teil erhebliche Unterschiede in den Grenzwerten. Die Ergebnisse zeigen, dass die Trinkwasserqualität meistens den Vorgaben entsprach, mit gelegentlichen Überschreitungen beim Kupfer, welches vermutlich durch die Auswaschung von der Dachrinne stammte. Im Vergleich mit EU- und WHO-Richtlinien liegen die Kupferwerte im KREIS-Haus jedoch im guten Bereich. Die Qualitätsstandards für Duschen, Waschen und Bewässerung wurden grösstenteils erfüllt, obwohl es gelegentlich zu Überschreitungen strengerer Grenzwerte gekommen ist (Abbildung 3, rechts).

Abbildung 3 (links) veranschaulicht, dass die Grauwasseraufbereitung das anfallende Abwasser zuverlässig reinigte, und zwar unabhängig vom variierenden Verschmutzungsgrad. Die Reinigungsleistung erreichte dabei 97% bei der Trübung und 88% bei den organischen Verschmutzungen, gemessen als chemischer Sauerstoffbedarf (CSB). Im Vergleich dazu fiel die Reinigungsleistung bei der Regenwasseraufbereitung geringer aus, mit 27% bei der Trübung und 29% beim CSB, wobei die Verschmutzung des Regenwassers vor der Aufbereitung bereits deutlich niedriger war.

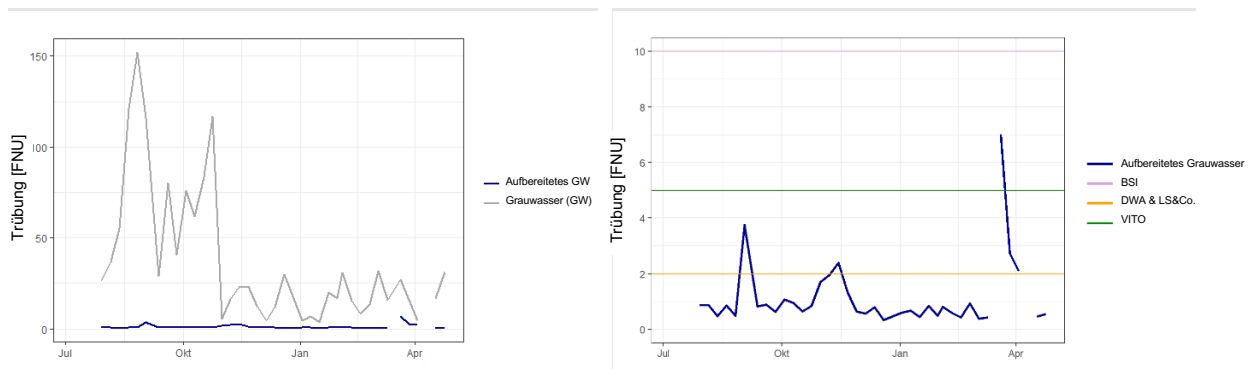


Abbildung 3: Links: Trübung vor und nach der Aufbereitung des Grauwassers; rechts: Vergleich der Resultate mit Richtlinien für das Wäschewaschen.

## Ist das KREIS-Haus-System konkurrenzfähig?

Die Wirtschaftlichkeit des KREIS-Haus-Systems wurde durch den Vergleich von fünf unterschiedlichen Szenarien analysiert: das KREIS-Haus in Hombrechtikon ZH sowohl mit als auch ohne Anschlussgebühren, der aktuelle Zustand in Hombrechtikon basierend auf konventioneller Wasserversorgung, ein Szenario mit erhöhten Wasserpreisen, wie sie in einigen Schweizer Gemeinden üblich sind, ein weiteres Szenario, das den notwendigen Bau von Wasserleitungen über 50 Meter einschliesst, und ein letztes Szenario, das die vorherigen zwei Annahmen kombiniert. Die Kostenanalyse über einen Zeitraum von 30 Jahren (Abbildung 4) verdeutlicht, dass Anschlussgebühren einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des KREIS-Haus-Systems haben. Würden keine Anschlussgebühren anfallen, könnte das KREIS-Haus konkurrenzfähig sein. In der Schweiz ist jedoch die Anschlusspflicht an das Wassernetz vorgeschrieben, wodurch Gebühren unabhängig von der tatsächlichen Nutzung anfallen. Die Auswertung zeigt zudem, dass Unterhaltskosten den grössten Kostenfaktor im KREIS-Haus darstellen, was auf ein Potenzial für Optimierungen hinweist, beispielsweise durch die Einführung von Fernüberwachungssystemen oder automatisierter Wartung.

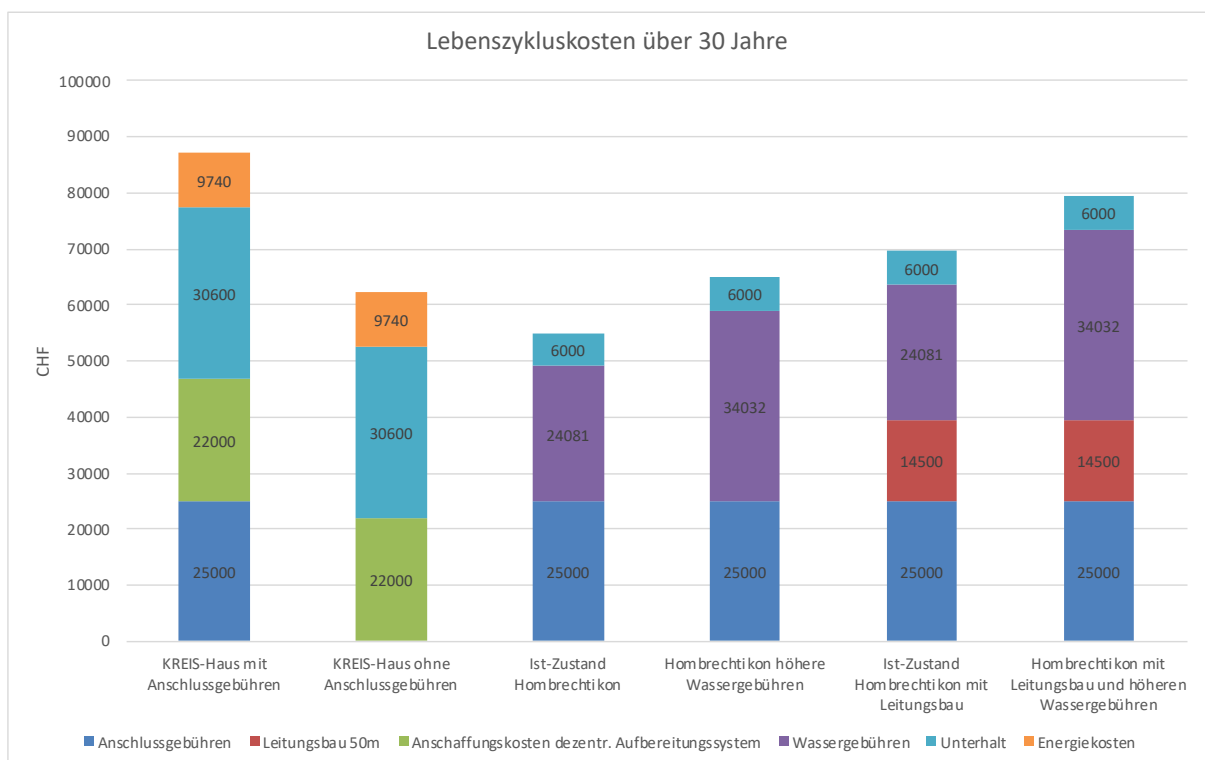


Abbildung 4: Lebenszykluskosten über 30 Jahre im KREIS-Haus und in Vergleichsszenarien



### Wie geht es weiter?

Die Studie hat neue Forschungsfelder rund um den Wasserkreislauf eröffnet, wobei ein Schwerpunkt auf die Entwicklung von Empfehlungen für die regulatorische Ebene liegt. Dazu zählen die Festlegung anwendungsspezifischer Wasserqualitätsstandards, die Harmonisierung internationaler Richtlinien und die Einführung eines wirtschaftlich orientierten Gebührensystems, um die Wiederverwendung von Abwasser zu fördern und nachhaltiges Wassermanagement zu unterstützen. Auf technischer Ebene konzentriert sich die weitere Forschung und Entwicklung auf das Thema Monitoring und Überwachung, wobei kosteneffiziente Methoden für die kontinuierliche Echtzeit-Wasserqualitätsüberwachung untersucht werden. Diese kontinuierliche Überwachung ist essenziell, um Grenzwertüberschreitungen schnell zu erkennen und adressieren zu können.



Abbildung 5: Blick auf das KREIS-Haus