



Reformierte Kirchgemeinde Zürich

Optimierung
Wasserkreisläufe



Inhalt

Erhebung Wasserströme	2
Einsparpotential	2
Abwasserarten	3
Wasserflussdiagramme	3
Evaluation Wasserkreisläufe	6
Massnahmen	7
Trockentrenntoiletten	8
Wiederverwendung Grauwasser	11
Nährstoffrecycling	13
Regenwassernutzung	14

Version: 1.2

Datum: 3. November 2025

Projekt erstellt durch:

Vuna GmbH
Überlandstrasse 129
8600 Dübendorf

Zoe Holzmann
Bastian Etter
+41 44 586 44 49
www.vuna.ch

Im Auftrag von:

Reformierte Kirchgemeinde Zürich
Stauffacherstrasse 8
8004 Zürich

Erhebung Wasserströme

Für die Evaluation verschiedener Wasser-Sparmassnahmen wurden Daten der Reformierten Kirchgemeinschaft bereitgestellt. Zur Analyse der Ströme wurden Vereinfachungen und Annahmen getroffen, welche im Anhang detailliert aufgelistet sind.

Einsparpotential

Auffällig ist die grosse Menge an Niederschlag der anschliessend in die Kanalisation fliesst. Das ist bedingt durch die Menge an Dach- und versiegelten Flächen. Den grössten Anteil weisen Kirchen und Kirchengemeindehäuser auf.

Der grösste Teil des Frischwasserverbrauchs wird für die Toilettenspülung verwendet. Das entstehende, stark verschmutzte Schwarzwasser gelangt zusammen mit dem Grauwasser in die Kanalisation.

Tabelle 1: Ermittlung der Wasserflüsse (in m³/a) für die Einrichtungen der Reformierten Kirchgemeinde Zürich zwischen 2022 und 2024

Quelle		Einrichtung		Verbrauch		Abwasserart		Verbleib	
Netzwasser	57'251	Kirchengemeindehäuser	56'101	Toilettenspülung	15'811	Schwarzwasser	15'811	Kanalisation	181'100
	168'498	Kirchen	51'578	Küche	10'428	Grauwasser	32'308	Verdunstung	35'646
		Wohnhäuser	46'098	Duschen/Baden	9'529	Bewässerungswasser	9'131	Versickerung	9'002
		Pfarrhäuser	20'564	Waschbecken	7'161	Regenwasser	132'524		
		Wohn und Gewerbe	15'435	Waschmaschine	5'190				
				Bewässerung	9'131				
				Niederschlagsabfluss	132'524				

Abwasserarten

Abwasser an der Quelle getrennt zu sammeln, macht es möglich, Wasser als Ressource effizienter zu nutzen, sowie weitere Ressourcen wie Nährstoffe zurückzugewinnen. Dabei werden folgende Teilströme unterschieden:

Schwarzwasser:	stark verschmutztes Abwasser, welches direkt aus der Toilette kommt. Es besteht aus Exkrementen (Urin und Fäkalien), Spülwasser und Toilettenpapier. Es enthält wertvolle Ressourcen, wie Nährstoffe, Energie und Wasser, die zurückgewonnen werden können.
Braunwasser:	Abwasser, das Fäkalien, Toilettenpapier und Spülwasser enthält, jedoch keinen Urin.
Gelbwasser:	Urin. Enthält die meisten Nährstoffe, die in der Kläranlage schwierig zu entfernen sind: ca. 80-90% Stickstoff und 60-70% Phosphor. Gleichzeitig werden diese Nährstoffe werden als Dünger importiert.
Grauwasser:	Nur leicht verschmutztes Abwasser. Es stammt aus Duschen, Bädern, Handwäsche, Waschmaschine, Geschirrspüler und den Küchenspülen. In Schweizer Haushalten macht Grauwasser etwa 70% des anfallenden Abwassers aus. Nach einer angemessenen Behandlung kann Grauwasser sicher für die Toilettenspülung oder Bewässerung wiederverwendet werden. Mit einer weitergehenden Behandlung lässt es sich auch als Trinkwasser wiederverwenden.

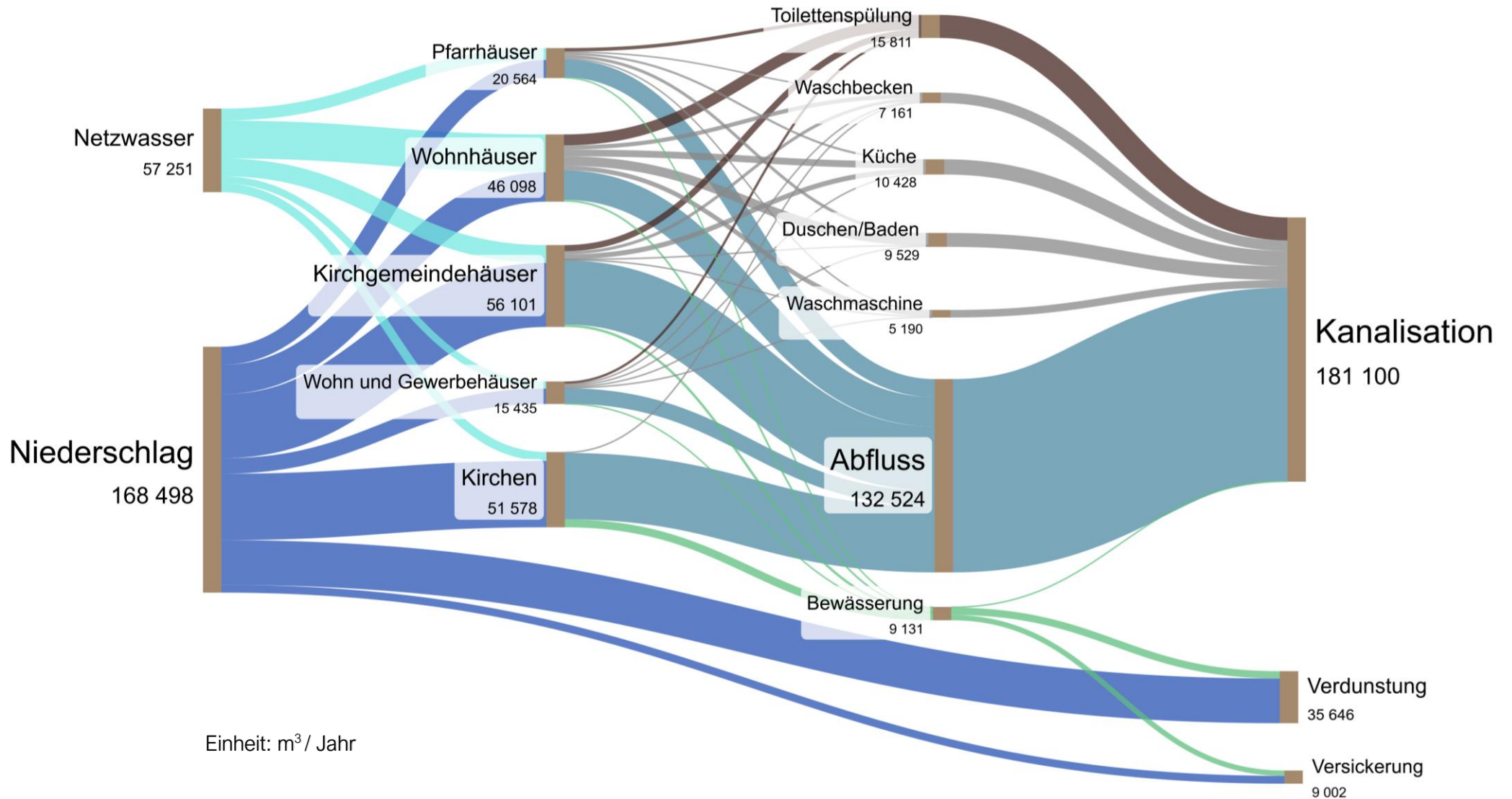
Wasserflussdiagramme

Ein Wasserflussdiagramm zeigt, woher Wasser stammt, wie es genutzt wird und wohin es schliesslich abfließt. Es hilft, Wasserverbrauch, -verluste und -rückführung in einem System transparent zu machen und zeigt, wie effizient Wasser genutzt wird.

Die Breite der Flusslinien steht dabei für die Menge des Wassers: je breiter der Balken, desto grösser der Wasserfluss.

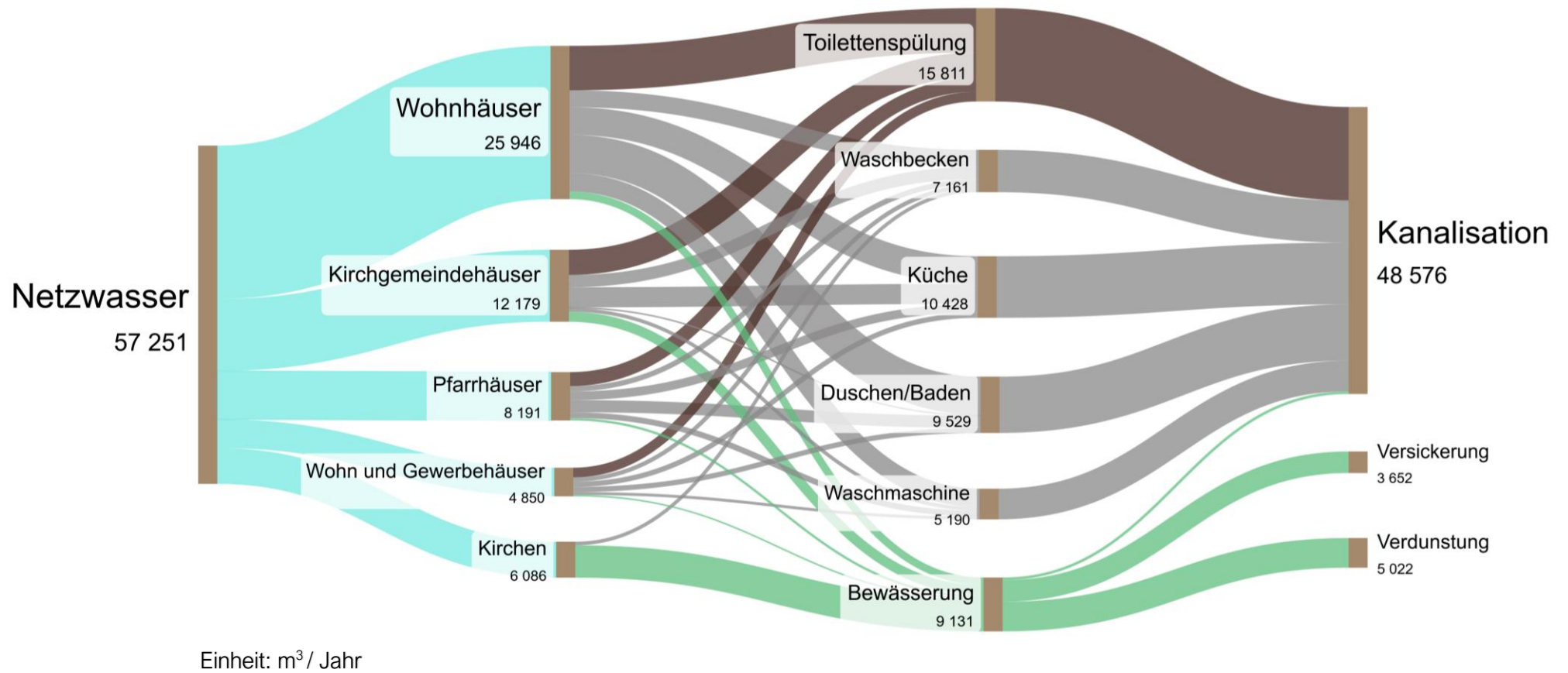
Quellen:	Netzwasser = Wasser, das aus dem öffentlichen Leitungsnetz kommt. Niederschlag = Regenwasser, das auf Dächer und Flächen fällt.
Nutzung:	Das Wasser wird in verschiedene Gebäudetypen verteilt: Pfarrhäuser, Wohnhäuser, Kirchengemeindehäuser, Wohn- und Gewerbehäuser, Kirchen. Dort wird es für verschiedene Zwecke wie z.B. für die Toilettenspülung oder in der Küche verwendet. Die Aufteilung wurde mithilfe des durchschnittlichen Haushaltsverbrauchs in der Schweiz geschätzt und bei Bedarf aufgrund der Nutzung der Einrichtungen angepasst (siehe Anhang). Die Menge des Niederschlags lässt sich von der Grösse der Fläche des Grundstücks ableiten.
Abfluss:	Ein Teil des Niederschlags verdunstet direkt oder wird versickert. Das verbrauchte Wasser gelangt in die Kanalisation. Bewässerungswasser gelangt durch Verdunstung und Versickerung zurück in den natürlichen Kreislauf.

Betrachtung Gesamtsystem



Betrachtung des Netzwassers

Um das Recyclingpotential des Abwassers zu erkennen, empfiehlt es sich die Verbräuche des Netzwassers ohne Niederschlag zu betrachten.



Evaluation Wasserkreisläufe

Die Einteilung des Frischwasserverbrauchs nach den verschiedenen Einrichtungen schafft einen Überblick über die Struktur der Gemeinde. Für die Erkennung der Wiederverwertbarkeit von Grauwasser und die Umsetzung von Wasser-Sparmassnahmen empfiehlt es sich jedoch den Wasserverbrauch der verschiedenen Areale zu betrachten. Hier wird viel Wasser an einem Ort für unterschiedliche Zwecke verbraucht. Die räumliche Nähe bietet Potenzial zur teilweisen Schliessung des Kreislaufs.

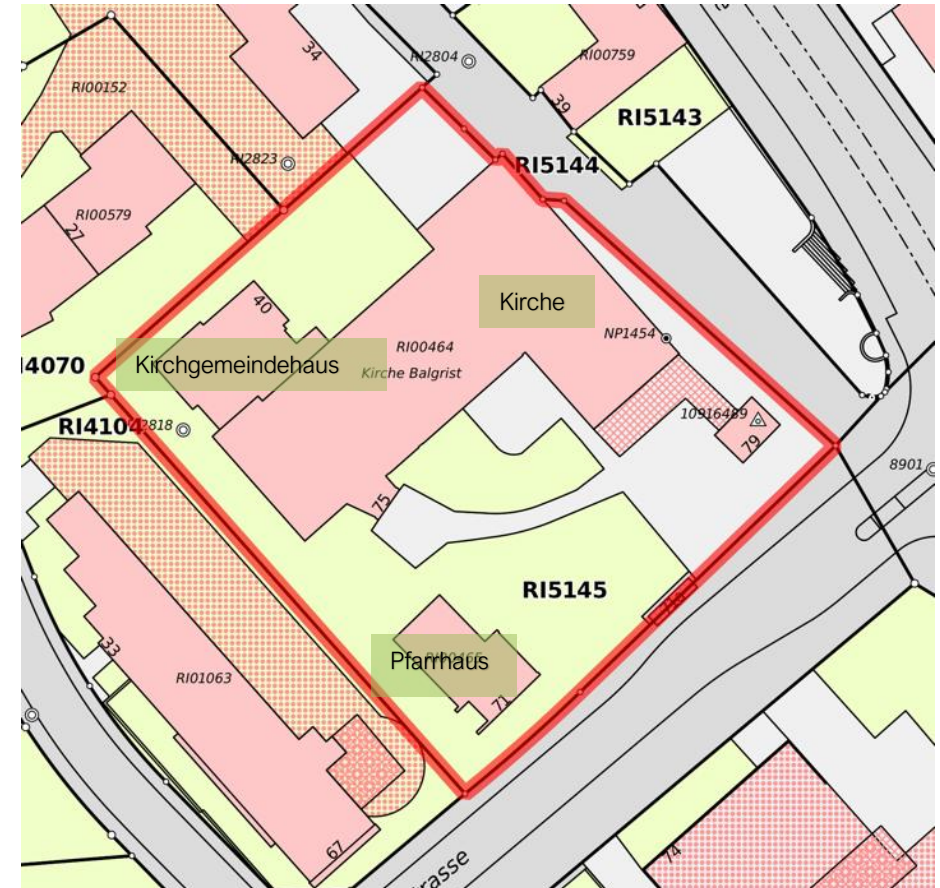
Einige Areale sind besonders auffällig in ihrem hohen Verbrauch:

- Zentrum Glaubten mit knapp 6'400 m³/Jahr
- Zentrum Albisrieden mit knapp 5'000 m³/Jahr
- Zentrum Balgrist mit rund 1'800 m³/Jahr

Auch alleinstehende Wohnanlagen haben teilweise einen sehr hohen Wasserverbrauch:

- In der Bahnhaldenstrasse und der Schimmelstrasse mit rund 2'000 m³/Jahr
- Döltschihalde mit rund 1'700 m³/Jahr
- Forchstrasse/Russenweg mit rund 1'400 m³/Jahr

Für konkrete Massnahmen müssen die Standorte einzeln betrachtet werden, bezüglich der Verbräuche, den baulichen Voraussetzungen und dem zur Verfügung stehenden Platz. Im Folgenden werden verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt, die nach Bedarf kombiniert werden können.



Beispiel Zentrum Balgrist: Kirche, Kirchgemeindehaus und Pfarrhaus liegen auf einem Areal und sind von einer Grünfläche umgeben, welche bei Bedarf bewässert wird.

Reduktionsmassnahmen

Die Reduzierung des Frischwasserverbrauchs trägt zur Senkung von Abwasser- und Betriebskosten sowie die Verbesserung der Systemeffizienz bei. Technische Massnahmen allein reichen nicht aus; entscheidend ist auch die Sensibilisierung der Verbraucher, um nachhaltige Einsparungen zu erzielen.

Monitoring:	Die Integration von Wasserzählern in ein Gebäude ermöglicht eine transparente Erfassung des Wasserverbrauchs auf verschiedenen Ebenen, vom Gesamtverbrauch bis zu einzelnen Abteilungen oder Geräten. Durch digitale Zähler und die Vernetzung mit einem Monitoring-System können Verbrauchsdaten in Echtzeit erfasst, visualisiert und analysiert werden. So lassen sich Muster, Spitzenverbräuche und Leckagen schnell erkennen und ein stärkeres Bewusstsein schaffen. Digitale Duschanzeigen zum Beispiel, zeigen in Echtzeit den Wasserverbrauch oder die Duschdauer an und fördern so ein bewussteres Verhalten.	Wasserspararmaturen:	Armaturen für Küche und Bad mit reduziertem Durchfluss sind mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ ausgezeichnet. Spülkästen verbrauchen nur 6 bis 9 Liter pro Spülgang, Duschköpfe verbrauchen weniger als 9 Litern pro Minute aus, während herkömmliche Modelle bis zu 15 Liter benötigen. Andere Armaturen mit einem maximalen Durchfluss von 6 Litern pro Minute senken den Wasserverbrauch gegenüber üblichen 12 Litern um etwa 50 % ohne den Verlust von Komfort. Das WELL-Label bewerten ebenfalls die Wasser- und Energieeffizienz.
Intelligentes Giessen:	Durch automatische Bewässerungssysteme, die Substrataufbau, Bodenfeuchtigkeit und Wetterdaten berücksichtigen, wird nur dann gegossen, wenn tatsächlich Bedarf besteht. Intelligente Systeme können den Verbrauch auf Grünflächen, in Gärten und Parks im Durchschnitt um 20 – 50 % reduzieren, ohne dass die Vegetationsqualität leidet. Solche Systeme tragen damit nicht nur zur Ressourcenschonung bei, sondern helfen auch, die Bewässerung an den Klimawandel und zunehmende Trockenperioden anzupassen. [1]		Für Waschmaschinen und Geschirrspüler gibt es bisher keine speziellen Wassersparlabel, doch das EU-Energielabel informiert über Energie- und Wasserverbrauch. Moderne Waschmaschinen benötigen im 40 °C-Waschgang nur noch 50 bis 60 Liter statt früher 100 Liter. Dennoch ist es nicht immer ökologisch sinnvoll eine noch funktionierende Maschine gegen ein neues Gerät auszutauschen. Da der Wasser- und Energiebedarf von Technik, Waschkdauer, Temperatur und Waschmittel abhängt, sind die Einsparungen technisch begrenzt. [2]

[1] Gasser, A. et al. (2024): "Water efficiency in smart cities – Optimising irrigation in urban green areas." Taylor & Francis Online.

[2] Umweltbundesamt (2014) Wassersparen in Privathaushalten: sinnvoll, ausgereizt, übertrieben? S.36

Recyclingmassnahmen

Die Umsetzung von effizienten Wasserkreisläufen ist mit Mehrkosten gegenüber konventionellen Abwassersystemen verbunden. Die Implementierung eines fortschrittlichen Wassermanagements führt jedoch auch zu Einsparungen bei den jährlichen Kosten und schwer quantifizierbare Vorteile wie verbesserte Kühlung der Umgebung, Ressourceneffizienz, erhöhte Versorgungssicherheit und positive Umweltwirkungen.

Trockentrenntoiletten

Es gibt verschiedene Varianten von Trockentrenntoiletten (TTT), die sich vor allem in der Art der Feststoffsammlung und -behandlung unterscheiden. Allen gemeinsam ist die Trennung von Urin und Kot an der Quelle, wodurch Gerüche vermieden und eine Wiederverwertung der Nährstoffe erleichtert wird.

Insgesamt sparen alle Systeme Spülwasser (ca. 6-9 L pro Spülung) und reduzieren den Wasserverbrauch eines Haushalts um bis zu 50 %. Die Wahl der passenden Variante hängt von Platz, Budget und gewünschtem Komfort ab.



Förderbandtoilette Grialetschhütte

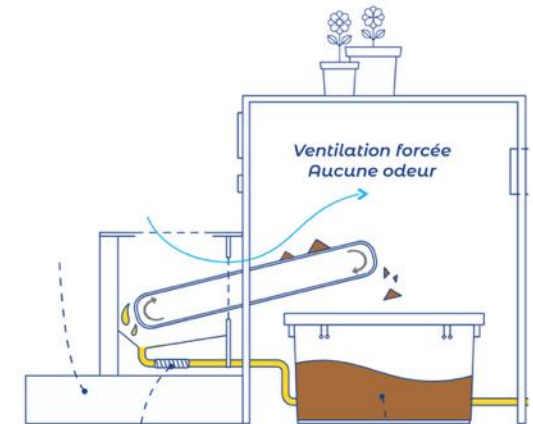
Toiletten mit Förderband

Die TTT mit Förderband und Kompostierung ist eine sehr komfortable Lösung, bei welcher Kot und Toilettenpapier über ein Förderband in einen Kompostraum oder in einen Behälter geleitet werden. Der Urin kann separat gesammelt und weiterverwendet oder dem Grauwasser zugeführt werden. Bei der Option mit Kompostraum übernehmen Kompostwürmer den natürlichen Abbau vor Ort. Dank Ventilator entstehen keine Gerüche und die Entleerung ist nur alle paar Jahre nötig. Dieses System überzeugt durch hohen Komfort und seltene Entleerung, benötigt jedoch etwas mehr Platz und eine höhere Anfangsinvestition.

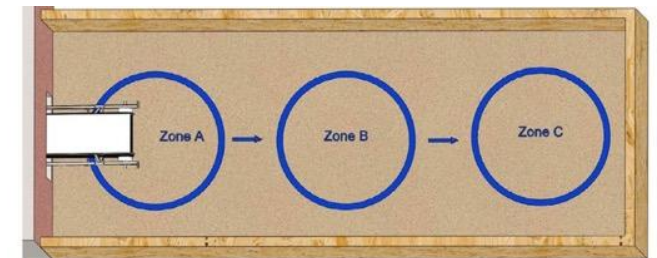
Die Option mit Auffangbehälter erfordert einen höheren Wartungsaufwand, dafür niedrigere Investitionskosten und weniger Platzbedarf. Das Behältnis muss je nach Nutzung geleert werden. Der Inhalt kann kompostiert oder entsorgt werden.

Kostenschätzung:

- Trockentrenntoilette mit Förderband: 4'000 CHF / Toilette
- Schreinerarbeiten 2'000-10'000 CHF für Kabine je nach Ausführung
- Anschlüsse an Abluft: 2'000 CHF
- Zzgl. Planung und Baubegleitung Vuna



System Ecodomeo Ein Förderband trennt den Urin vom Kot. Der Urin fliesst ab, während der Kot und das Toilettenpapier mit dem Förderband in den Fäkalienraum hinter der Toilette befördert werden. Das Förderband wird mit dem Pedal rechts der Schüssel bewegt.



Schema des Kompostraums: Fäkalien und Toilettenpapier werden stufenweise kompostiert, bis das Volumen um ca. 90% reduziert ist (© Ecodomeo)

Toiletten mit Fallrohr

Bei der TTT mit Feststoffsammlung im Keller fallen die Feststoffe über ein Fallrohr in einen Sammelbehälter, während der Urin vorne durch eine Trenneinrichtung abfliesst. Der Inhalt der Behälter muss je nach Nutzung mehrmals im Jahr geleert oder kompostiert werden. Diese Variante ist platzsparend und günstiger, benötigt aber mehr Unterhalt.

Kostenschätzung:

- Trockentrenntoilette mit Fassabfüllung: 2'000 CHF
- Zzgl. Einbau



Holzapfel TTC Mineral Toilette und Schema zur Sammlung von Kot im Keller (© Holzapfel)

Wasserloses Urinal

Wasserlose Urinale arbeiten ohne Spülwasser und sind eine Ergänzung zur Trockentrenntoiletten. Ein Membransiphon verhindert Geruchsbelästigungen aus den Leitungen, der Urin wird direkt abgeleitet und kann aufbereitet werden. Die Modelle bestehen meist aus Edelstahl oder Keramik und lassen sich wie herkömmliche Urinale installieren. Der Unterhalt ist einfach: regelmässige Reinigung mit Zitronensäure oder Putzessig verhindert Ablagerungen und Gerüche. Vorteile sind der geringe Wasserverbrauch, das hygienische, spritzfreie Design und die Verfügbarkeit genderneutraler Modelle.

Kostenschätzung:

- Urinal: 700 CHF / Stück
- Zzgl. Einbau



Wasserloses Frauenurinal (© Marcelle)



Wasserloses Männerurinal (© Urimat)

Wiederverwendung Grauwasser

Leicht verschmutztes Grauwasser lässt sich mit vernünftigem Aufwand aufbereiten, um dann beispielsweise zur Bewässerung oder für Spültoiletten wiederverwendet werden zu können.

Im Gegensatz zu Regenwasser ist Grauwasser stets in relativ konstanten Mengen verfügbar, auch während Trockenperioden.

Die Menge und Zusammensetzung des Anfallenden Grauwassers entscheidet über die Aggregate, welche zur Aufbereitung nötig sind.

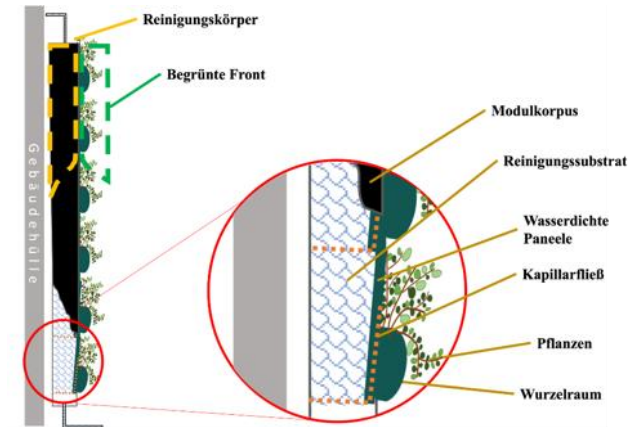
Living Wall – grüne Wände als Pflanzenfilter

Die Living Wall kombiniert Grauwasseraufbereitung mit Fassadenbegrünung. Über einen vertikalen Biofilter werden wasserführende Schichten gespeist, die das Pflanzenwachstum unterstützen. Das behandelte Wasser kann als Brauchwasser wiederverwendet oder über den Boden versickert werden. Module fassen zwischen 50 und 90 L Grauwasser pro Tag bei einer vertikalen Fläche von rund 1,3 m².

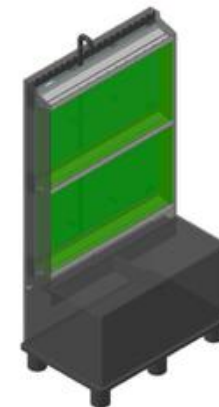
Die Module bringen Vorteile wie die Wärmeleistung im Winter und die Kühlleistung im Sommer. Ausserdem wird die Kanalisation entlastet, was vor allem bei Starkregen-ereignissen hilfreich ist. Mit dem Synercity-Modul kann neben der Wasseraufbereitung auch Strom produziert werden. Nachteile, falls das Grauwasser wiederverwendet werden soll, sind Verdunstungsverluste, und höhere Kosten im Vergleich zu freistehenden Pflanzenfiltern.

Kostenschätzung:

- Synercity: 4'000 CHF/ Modul
- ZHAW: 4'000 CHF/ Modul
- Zzgl. Planung und Installation



Produkt Schema: Die Grauwasserreinigung erfolgt über den Tropfkörper im hinteren Bereich des Systems. (Schema: Synercity)



Beispiel, links: ein Modul der Greenwall ZHAW (Bild ZHAW)

rechts: zwei FamoS Module in Serie. (Foto: Synercity)

Die Synercity-Module aus Deutschland integrieren zusätzlich PV-Module

Phytotiny

Vunas Phytotiny ist ein kompakter, mobiler Pflanzenfilter zur dezentralen Aufbereitung von Grauwasser, in der kleinsten Skalierung für einen Durchfluss von bis zu 200 L/Tag, was einem 2 Personen-Haushalt entspricht. Verwendet wird ein Substrat aus Pflanzenkohle, in Kombination mit standortgerechten Sumpfpflanzen, um Nährstoffe und organische Stoffe zu entfernen. Das System arbeitet stromlos und nutzt Schwerkraftfiltration.

Das Phytotiny ist skalierbar, lässt sich einfach anschliessen, hat einen geringen Wartungsaufwand und benötigt keinen herkömmlichen Abwasseranschluss.

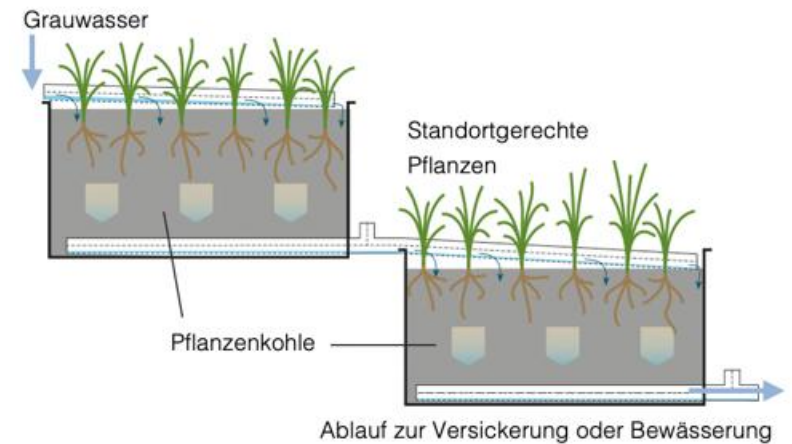
Pflanzenfilter als Grünfläche bekämpfen urbane Hitzeinseln und fördern ein angenehmes Klima in der Umgebung. Mit ausgewählten Pflanzen fördern die Flächen der Filter Biodiversität, der Platzbedarf ist jedoch mit ca. 1 m² relativ gross.

Kostenschätzung:

- Phytotiny inkl. Installation: 4'800 CHF



Phytotiny der Naturschule Meggen



Funktionsschema Phytotiny

Nährstoff-Recycling

Urinaufbereitung

Der Urin enthält im Abwasser die meisten Nährstoffe: ca. 80-90% Stickstoff und 60-70% Phosphor. Diese sind in Kläranlagen schwierig zu entfernen und können auch nicht rückgewonnen werden. Gleichzeitig werden diese Nährstoffe als Dünger importiert. Ein Verfahren mit biologischer Aufbereitung von Urin zu einem flüssigen Dünger wird von VunaNexus AG angeboten. Dazu ist eine Urintrennung an der Quelle erforderlich (möglich mit Trocken- oder Spültrenntoiletten).

Durch das VunaNexus-Verfahren wird der Urin stabilisiert, gereinigt und zu einem flüssigen Dünger aufkonzentriert. Durch die Mehrstufige Behandlung werden Gerüche stabilisiert, Medikament- und Hormonrückstände entfernt und Krankheitserreger eliminiert. Aus dem Verfahren entstehen destilliertes Wasser und flüssigen Aurin-Dünger welches für alle Pflanzen angewendet werden kann.

Das Verfahren eignet sich ab 400 L Urin/ Tag, das entspricht etwa 1000 Klogängen.

Kostenschätzung:

- VunaNexus System NX 500: 300'000 CHF
- Bauplanung: 10'000 CHF
- Installation und Inbetriebnahme: 40'000 CHF



Beispiel Urinaufbereitungsanlage an der Eawag: eine Zentrale Anlage verarbeitet Urin von 500 Personen zum Flüssigdünger Aurin.



Aurin: Mit dem VunaNexus-Verfahren zum effizienten und sicheren Nährstoff-Kreislauf.

Regenwasserrückhaltung und Nutzung

Regenwasser kann insbesondere von schrägen Dachflächen einfach gesammelt werden.

Gründächer oder Mulden-Rigolen-Systeme können es zeitverzögert abführen, so wird der Abfluss in die Kanalisation verringert.

Mit Zisternen kann Regenwasser gesammelt und zu Brauchwasser aufbereitet werden. Mit geringem Aufwand ist auch eine weitere Behandlung für den Gebrauch als Trinkwasser möglich.

Vorfilter und Aktivkohle

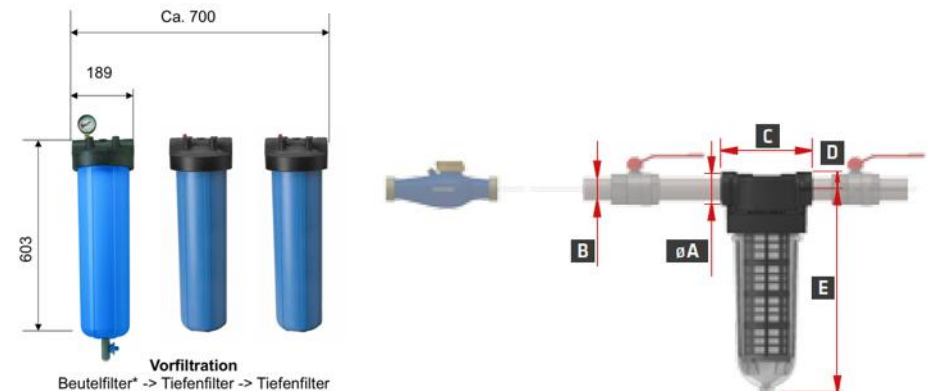
Regenwasser oder geklärtes Grauwasser kann in bis zu vier Stufen zu Brauchwasser aufbereitet werden. Vorfilter entfernen Feststoffe, während ein Aktivkohlefilter Gerüche, Verfärbungen und Reststoffe beseitigt. Das aufbereitete Wasser kann anschliessend z.B. für Toilettenspülung oder Waschmaschinen genutzt werden.

Die Dimensionierung richtet sich nach dem Durchfluss: Haushaltsfilter behandeln 8 - 75 L/Min, gewerbliche Systeme bis 500 L/Min. Der Filterwechsel erfolgt in der Regel zweimal pro Jahr, abhängig von Wasserqualität und -Menge.

Ein Regenmanager kann automatisch die Nutzung von Brauchwasser regeln und schaltet bei Bedarf auf Trinkwasser um. Die Anlage liegt kompakt an der Wand und wird in einem frostfreien Technikraum installiert.

Kostenschätzung:

- Serie Vorfilter: 1'000 CHF
- Aktivkohlefilter: 300 CHF
- Regenwassermanager: 3'000 CHF
- Zzgl. Planung und Installation



Masse der Vorfilter von Pentair (links) und Masse des Aktivkohlefilters von Cintropur (rechts) je nach Modell, für Haushaltsmodelle: C = 130–400mm, E = 150–300 mm

UV-LED-Desinfektion

Zur Erreichung von Trinkwasserqualität kann das System mit einer UV-LED-Desinfektion erweitert werden. Dabei werden nach drei Vorfiltern Keime durch UV-Licht zuverlässig abgetötet. Die Geräte (z. B. PearlAqua von Aquisense) erzielen eine Rückhaltungsrate von über 99.99 % für Bakterien und Viren.

Die Systeme sind kompakt, wandmontiert und für Durchflüsse bis 19 L/Min ausgelegt. Die UV-LEDs werden nach etwa 5 Jahren (ca. 5 000 h Betriebszeit) oder länger gewechselt.

Vorteile sind der geringe Platzbedarf, die einfache Wartung und der preisgünstige Betrieb. Einschränkungen bestehen bei hoher Wassertrübung sowie durch den Stromverbrauch von bis zu 180 W.

Kostenschätzung:

- Anlage: 2'200 CHF
- Zzgl. Installation



Masse der UV-Desinfektion (PearlAqua Deca von Aquisense).