H_2OME

Die Gestaltung eines autarken Wasserkreislaufsystems für Kleinwohnformen

Dokumentation

Daniel Moser
Feldstrasse 15
8400 Winterthur
076 538 34 61
moserkeramik@gmail.com

Zürich 7.6.2021

Dokumentation Diplomprojekt
Vertiefung Industrial Design
Departement Design
Zürcher Hochschule der Künste
Frühlingssemester 2021
Mentorinnen: Nicole Kind & Susanne Marti

Übersicht

Ausgangslage 5

Wissen aus der Theoriearbeit 13

Definition der Zielgruppe 21

Technischer Aufbau 29

Einblick in die Praxis 39

Gestalterischer Prozess 51

Finales Konzept 73

Ausgangslage

Problemstellung I
Lokale Wasserknappheit

„Das Dorf Enges im Kanton Neuenburg hat den Bau neuer Häuser verboten. Der Grund: Es gibt nicht genügend Trinkwasser. Laut einem Experten ist das eine „intelligente“ Entscheidung, der auch andere Gemeinden folgen sollten.“

https://www.swissinfo.ch/ger/wasserressourcen_die-schweiz--das-wasserschloss-europas

„Landnutzungsänderungen und der fortschreitende Klimawandel stellen die Schweizer Wasserwirtschaft vor neue Herausforderungen. Auch die Schweiz als Wasserschloss Europas kann von lokalen, vorübergehenden Wasserknappheitsproblemen betroffen sein, wie dies der Sommer 2003, der Frühling 2011 oder die Trockenheit 2015 gezeigt haben.“

https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/

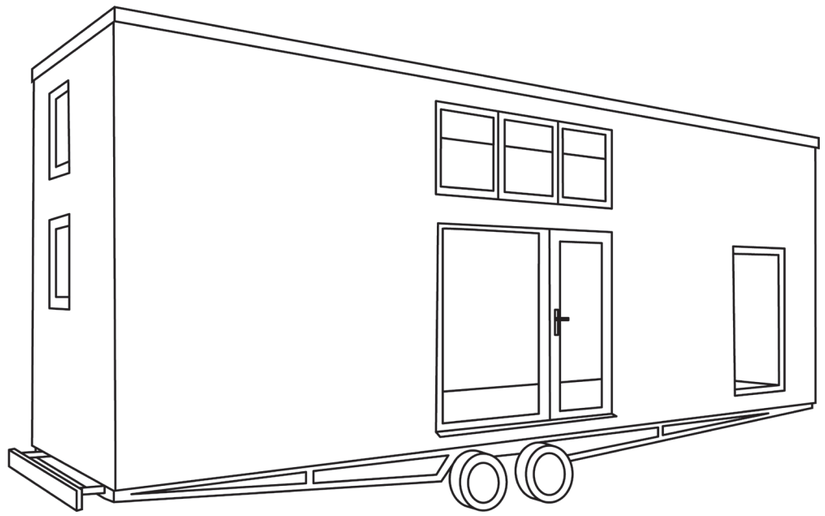
„SDG, Ziel 6: Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten.“

https://www.eda.admin.ch/agenda2030/de/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung/ziel-6-verfuegbarkeit-und-nachhaltige-bewirtschaftung-von-wasser.html

Lösungsansatz
Autarkes Wasserkreislaufsystem

Auf unserem Planeten ist immer die gleiche Wassermenge vorhanden. Diese ist aber nicht immer gleichverteilt und verfügbar. Die lokale Trinkwasserknappheit wird durch die öffentliche Infrastruktur ausgelöst, indem Abwasser in zentralisierte Aufbereitungsanlagen abgeführt wird. Durch ein System, das Wasser innerhalb einer Wohnform aufbereitet und speichert, kann eine unbeschränkte Nutzung der Ressource ermöglicht werden. Dazu werden lokale Wasserreccourcen, wie Regenwasser, Quellwasser oder Flusswasser genutzt. Innerhalb einer Wohnform wird das Wasser in entsprechender Qualität aufbereitet und zur Verfügung gestellt. Das Abwasser wird in der Wohnform gehalten und wieder aufbereitet. Dadurch wird der Wasserkreislauf innerhalb einer Wohnform geschlossen werden. Die Verluste durch die Verdunstung oder das Trinken sind im vergleich zur Wassermenge, die im Kreislauf gehalten wird, sehr gering. Diese Verluste können durch minimale Zuführung von lokalen Wasserressourcen problemlos ausgeglichen werden.

Problemstellung II
Die Skalierung



In der Schweiz ist jede Wohnform grundsätzlich gesetzlich dazu verpflichtet sich an das öffentliche Abwassernetz anzuschliessen. Die Abwassergebühren werden mit dem Trinkwasser bezahlt und somit ist auch der Trinkwasseranschluss gerechtfertigt. Die Kosten für Trink- und Abwasser sind in der Schweiz zudem sehr niedrig. Die Investition in Alternativen zum öffentlichen System sind aus meiner Sicht wichtig, aber momentan noch nicht rentabel.

Lösungsansatz
Kleinwohnformen

Damit ein alternatives Wasseraufbereitungssystem entwickelt, getestet und marktreif gestaltet werden kann, ist es sinnvoll in einem möglichst kleinen Massstab zu arbeiten. Kleinwohnformen sind in der Schweiz dafür prädestiniert. Sie verfügen über alle sieben Wasserverbraucher (Lavabo, Küchenhahn, Geschirrspüler, Dusche, Bewässerung, Waschmaschine und WC), die auch in allen grösseren Wohnformen genutzt werden, kommen aber mit sehr viel weniger Raum aus. Zudem werden Kleinwohnformen vom Verein Kleinwohnformen dadurch definiert, dass sie mobil sind. Die Mobilität macht sie dadurch für mein Projekt interessant, weil damit die Wasserautarkie legitimiert wird.

Wenn ein alternatives Wasseraufbereitungssystem für die kleinste Wohnformen funktioniert, ist die Skalierung auf grössere Wohnformen relativ einfach. In meinem Projekt beschränke ich mich jedoch auf Kleinwohnformen, weil für sie eine Nachfrage nach einem autarken Wassersystem besteht und die Adaption auf grössere Wohnformen den Rahmen dieses Projekts sprengen würde.

Problemstellung III
Kein einheitliches System

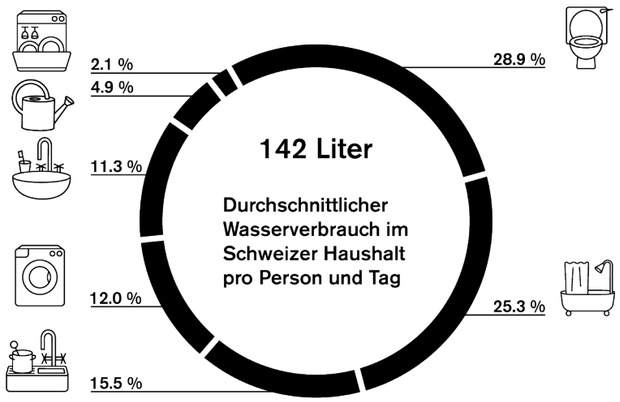
Dieses Bild steht beispielhaft für die Wasseraufbereitung in Kleinwohnformen. Filterkomponenten wurden ohne aufeinander abgestimmt zu werden und ohne sinnvolle Anordnung verbaut. Der Unterhalt ist dadurch aufwändig und es wird ein komplexes Wissen über die Lebensdauer der einzelnen Filter, deren Funktion und den aktuellen Zustand vorausgesetzt. Die Nutzer:innen haben dadurch keine Anzeige über den aktuellen Zustand der einzelnen Komponenten und somit keine Garantie über die Funktion des Systems.

Lösungsansatz
Modularer Aufbau

Es gibt eine grosse Anzahl technischer Möglichkeiten um Wasser aufzbereiten. Dazu wird ein relativ grosses Fachwissen vorausgesetzt um die einzelnen Filterstufen gegeneinander abzuwägen und im Hinblick auf ihre Anforderungen sinnvoll einzusetzen. Die Vuna GmbH, spinn-off der Eawag und Gravit'eau treiben die Forschung genau in diesem Bereich sehr erfolgreich voran. Ihre Technologien fokussieren auf möglichst langlebige, robuste und natürliche Filterstufen, mit minimalem Ressourcenaufwand.
Durch solche Technologien können einzelne Filterstufen aufeinander abgestimmt und zu einem modularen System zusammengeführt werden. Durch die modulare Gestaltung wird die Komplexität vermindert. Zudem kann den Nutzer:innen der Zustand über alle Filterstufen in einem Modul einfach vermittelt werden. Dadurch wird der Unterhalt vereinfacht und die Funktionalität des Wasseraufbereitungssystems garantiert.

Wissen aus der Theoriearbeit

Wassermenge
Durchschnittlicher Verbrauch CH



Durch den Ausschluss der Toilette aus dem Wasserkreislauf von wasserautarken Kleinwohnformen kann von einer Reduktion von knapp 30% der durchschnittlich benötigten Wassermenge von 142 Liter pro Person und Tag ausgegangen werden. Dies unter der Annahme, dass das System die gesamte Wassermenge in einem Tag wieder zur entsprechenden Wasserqualität aufbereiten kann, ohne Einbezug der tagesabhängigen Schwankungen. An dieser Stelle kann also die grobe Annahme gemacht werden, dass in einem wasserautarken Kreislaufsystem mit durchschnittlich 100 Litern Wasser, in der entsprechenden Qualität, pro Person und Tag keine Einschränkungen auf das Nutzer:innenverhalten, im Vergleich zum jetzigen Standard, zu erwarten sind.

Entscheidung
Keine Wassertoilette

Die **Toilette** wird aus dem Wasserkreislauf **ausgeschlossen**.

Begründung
Im WC wird das Wasser als Transportmedium eingesetzt. Es transportiert die menschlichen Ausscheidungen vom Haushalt bis zur Kläranlage und wird dabei sehr stark verschmutzt. In der Kläranlage wird durch aufwändige Verfahren und viel Energie das Wasser wieder aufbereitet. Es ist ökologisch viel sinnvoller Wasser gar nie mit Fäkalien zu verschmutzen. Durch die Alternative einer Verbrennungstoilette kann die Asche aus den Ausscheidungen als Dünger verwendet werden. Durch eine Trockentrenntoilette können die in den Ausscheidungen enthaltenen Nährstoffe noch besser genutzt werden.

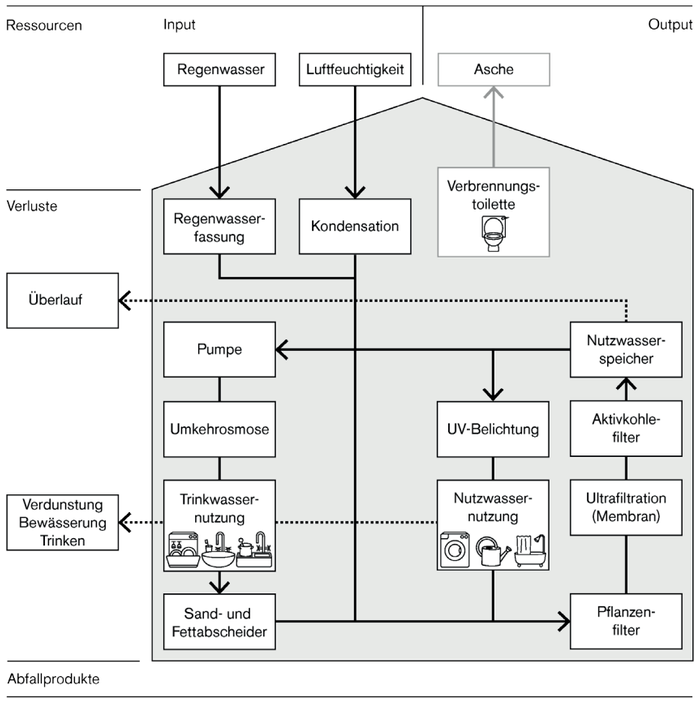
Trockentrenntoilette

https://www.oeko-energie.de/shop1/de/Villa-9000.html

Verbrennungstoilette

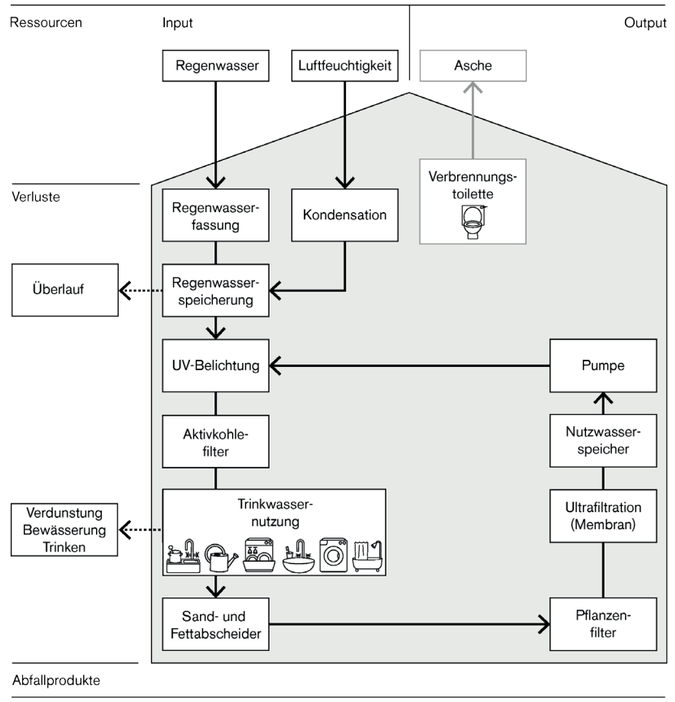
https://www.cinderellaeco.com/nl-de/products/398/cinderella-gas

Drei Möglichkeiten
Unterschiedliche Wasserkreisläufe



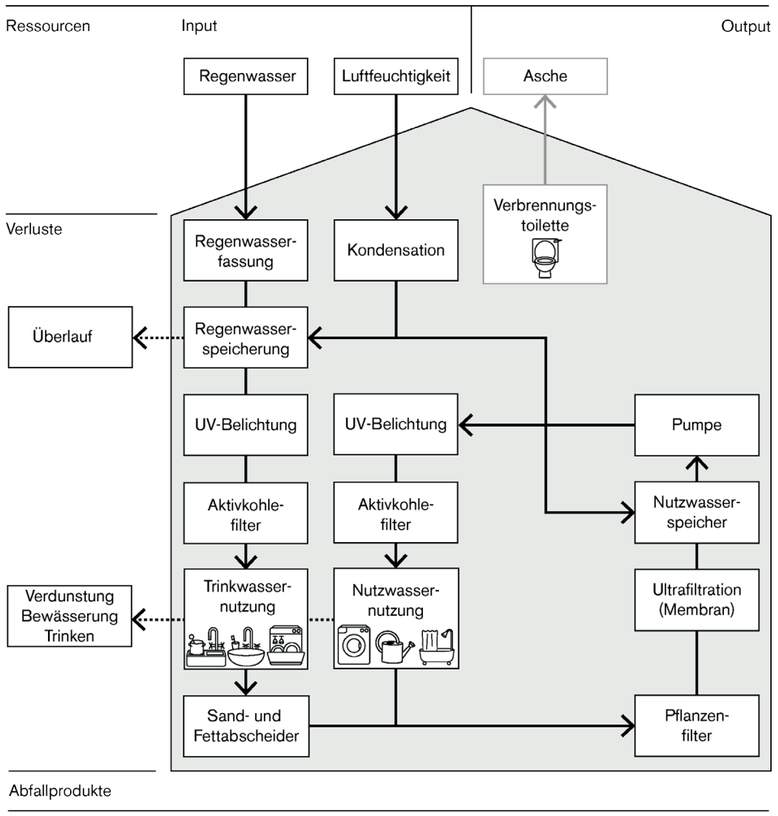
Der technische, autarke Wasserkreislauf

Die Umkehrosmose-Anlage benötigt viel elektrische Energie und ist aufwändiger im Unterhalt als andere Komponenten. Deshalb wird in diesem System nur jener Teil des Wassers durch diese Filterstufe geleitet, der auch wirklich in Kontakt mit Lebensmitteln kommt oder getrunken wird. Durch die Umkehrosmose-Anlage wird reines Wasser hergestellt.
Diese Stufe dient der absoluten Sicherheit der Wasserqualität, ist aber unter Normalbedingungen nicht unbedingt notwendig.



Der natürliche, autarke Wasserkreislauf

In dieser Variante wird nur ein Kreislauf für die gesamte Nutzung in der Wohnform verwendet. Nach der Nutzwasserspeicherung folgen die Aktivkohle-Filtration und die UV-Belichtung, um wirklich sauberes Wasser zu erzeugen. Die Komponenten basieren grösstenteils auf natürlichen Systemen und sind somit robust und langlebig.
Das System mit nur einem Kreislauf ist aufgrund der weniger aufwändigen Infrastruktur wünschenswert.



Der natürliche, autarke Wasserkreislauf mit getrennter Trinkwasseraufbereitung

Durch die mögliche Hürde der fehlenden Akzeptanz kann das System zum natürlichen, autarken Wasserkreislauf mit getrennter Trinkwasseraufbereitung angepasst werden. Das Trinkwasser wird ausschliesslich durch die Aufbereitung von Regenwasser gewonnen. Dies bedeutet, dass Trinkwasser nur einmal als solches verwendet wird. Ist es einmal verschmutzt, wird es lediglich zu Nutzwasser aufbereitet.
Der natürliche, autarke Wasserkreislauf mit getrennter Trinkwasseraufbereitung ist aufgrund des Wassergeschmacks die derzeit realistische Version des natürlichen, autarken Wasserkreislaufs.

Entscheidung
Wasserkreislauf

Aus den drei in der Theoriearbeit erarbeiteten Wasserkreislaufsystemen für Kleinwohnformen entscheide ich mich für **das natürlich, Wasserkreislaufsystems mit getrennter Trinkwasseraufbereitung.**

Begründung

Das natürliche System mit getrennter Trinkwasseraufbereitung ist technisch realisierbar. Es benötigt im Vergleich zum technischen System bedeutend weniger Strom, Fachwissen und Unterhalt. Zudem sind die Komponenten kostenschonender als eine Umkehrosmose-Anlage. Die Wahl der natürlicheren Filterstufen begründe ich mit der höheren Robustheit und Langlebigkeit. Ausserdem sind die natürlichen Filtermedien als nachhaltiger einzustufen.
Die getrennte Trinkwasseraufbereitung soll dem Hinderniss der fehlenden Akzeptanz entgegenwirken. Durch die Wahl der getrennten Trinkwasseraufbereitung wird Regenwasser nur einmal als Trinkwasser aufbereitet und das Risiko, dass der*die Nutzer*in beim Versagen der Filterstufen durch selbst verschmutztes Wasser gefährdet wird, kann ausgeschlossen werden. Dass dadurch einzelne Komponenten mehrfach verbaut werden müssen, nehme ich durch den Wegfall der Gefahr der fehlenden Akzeptanz gerne in Kauf.

Definition der Zielgruppe

Mögliche Szenarios
Standorte

Stadionbrache (ZH)

Verortung:	**urban / in der Stadt**
Bodenbeschaffung:	**Betoniert / versiegelt**
Erreichbarkeit:	**Öffentlicher Verkehr / Strasse**
Wasserquellen:	konstant: **Brunnen** inkonstant: **Niederschlag & Luftfeuchtigkeit**
Niederschlag:	**durchschnittlich**
Besonderheit:	**Zwischennutzung**

Zirkus Pipistrello (ZH)

Verortung:	**Industriezone / halb-urban**
Bodenbeschaffung:	**Wiese / Gewässerschutzzone**
Erreichbarkeit:	**Landstrasse**
Wasserquellen:	konstant: **Fluss** inkonstant: **Niederschlag & Luftfeuchtigkeit**
Niederschlag:	**durchschnittlich**
Besonderheit:	**Nur Wintermonate**

Alp Languard (GR)

Verortung:	**Gebirge**
Bodenbeschaffung:	**Gestein**
Erreichbarkeit:	**Schotterstrasse**
Wasserquellen:	konstant: **keine** inkonstant: **Niederschlag & Luftfeuchtigkeit**
Niederschlag:	**durchschnittlich**
Besonderheit:	**abgelegen / starke Wettereinflüsse**

Toggenburg (SG)

Verortung:	**ländlich**
Bodenbeschaffung:	**Weide, gedüngt**
Erreichbarkeit:	**Landstrasse**
Wasserquellen:	konstant: **Trinkwasser vom Bauernhof** inkonstant: **Niederschlag & Luftfeuchtigkeit**
Niederschlag:	**durchschnittlich**
Besonderheit:	**Auf dem Land eines Landwirten**

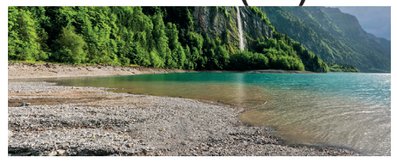
Camping les Iles (VS)

Verortung:	**Rohnetal**
Bodenbeschaffung:	**Wiese**
Erreichbarkeit:	**Strasse**
Wasserquellen:	konstant: **sanitäre Infrastruktur vorhanden** inkonstant: **Niederschlag & Luftfeuchtigkeit**
Niederschlag:	**niedrig**
Besonderheit:	**Eingeschränkte Platzverhätnisse**

Reitschule (BE)

Verortung:	**urban**
Bodenbeschaffung:	**Pflasterstein / versiegelt**
Erreichbarkeit:	**Öffentlicher Verkehr / Strasse**
Wasserquellen:	konstant: **Brunnen** inkonstant: **Niederschlag & Luftfeuchtigkeit**
Niederschlag:	**durchschnittlich**
Besonderheit:	**Kulturzentrum / Teilnutzung der Infrastruktur möglich**

Klöntalersee (GL)

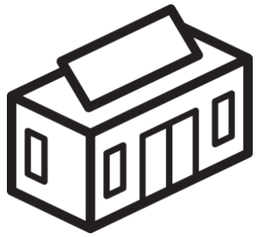


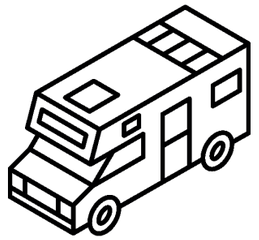
Verortung:	**ländliche Bergregion**
Bodenbeschaffung:	**Kies / Gewässerschutzzone**
Erreichbarkeit:	**Landstrasse**
Wasserquellen:	konstant: **See** inkonstant: **Niederschlag & Luftfeuchtigkeit**
Niederschlag:	**überdurchschnittlich**
Besonderheit:	**Naturschutzgebiet**

Reiat (SH)

Verortung:	**Ländlich**
Bodenbeschaffung:	**Waldboden**
Erreichbarkeit:	**Kiesstrasse**
Wasserquellen:	konstant: **Quelle** inkonstant: **Niederschlag & Luftfeuchtigkeit**
Niederschlag:	**durchschnittlich**
Besonderheit:	**privates Waldstück**

Mögliche Szenarios
Nutzung





Anzahl Personen:	1 (+ gelegentlich Besuch)	2 Erwachsene, 3 Kinder	2	1
Wohnform:	Zirkuswagen	Maiensäss	Tinyhouse	Van
Einschränkungen:	Gewicht: 12 t Energie: PV-Anlage, ausreichend	Gewicht: keine Energie: PV-Anlage, ausreichend	Gewicht: 3.5 t Energie: PV-Anlage, minimal	Gewicht: 3.5 t Energie: PV-Anlage, minimal
Mobilität:	hoch	keine / lokal verankert	hoch	maximal
Nutzung:	täglich	sporadisch (6 mal jährlich für 1-3 Wochen)	saisonal (6 Monate pro Jahr)	sporadisch (14 mal jährlich für 2 Tage = 30 Tage)
Nutzerverhalten:	hoher Verbrauch geringes Bewusstsein zur Wasser-einsparung	mittlerer Verbrauch mittleres Bewusstsein zur Wasser-einsparung	minimal Verbrauch grosses Bewusstsein zur Wasser-einsparung	minimal Verbrauch grosses Bewusstsein zur Wasser-einsparung
Technisches Interesse:	gering / kein Bedürfnis zur Sicht-barkeit	mittel /mittleres Bedürfnis zur Sichtbarkeit	hoch / grosses Bedürfnis zur Sichtbarkeit	minimal / kein Bedürfnis zur Sicht-barkeit
Bereitschaft für Einschränkungen:	gegeben	gegeben	gegeben	teils gegeben
Ausstattung:	Küchenhahn, Lavabo, Geschirr-spüler, Dusche, Waschmaschine	Küchenhahn, Lavabo, Dusche, Bewässerung	Küchenhahn, Dusche	Küchenhahn

Erkenntnis

Die sporadische Nutzung einer Kleinwohnform verursacht einen wesentlich grösseren Aufwand zur Unterhaltung eines autarken Wasserkreislaufsystems als die regelmässige Nutzung. Der Durchfluss von Wasser ist für die einzelnen Filterstufen notwendig, damit ihre Funktion aufrechterhalten werden kann.

Erkenntnis

Für das Szenario 4, den Van, könnte eine Light-Version sinnvoll sein bei der nur eine sehr geringe Menge Wasser im Kreislauf zirkuliert, da keine grösseren Wasserverbraucher eingebaut wurden.

Erkenntnis

Die Erweiterbarkeit des Systems ist ein wichtiger Gestaltungsaspekt. Ein autarkes Wasserkreislaufsystem soll an die Variation, der im Haushalt lebenden Personen, angepasst werden können, mit möglichst geringem Aufwand.

Entscheidung
Zielgruppe

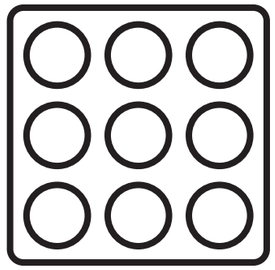
Die Zielgruppe wird nicht auf sporadische / saisonale Nutzung ausgelegt. Ich entscheide mich für die **ganzjährlich bewohnte Kleinwohnform, in denen 1 bis 3 Personen leben**.

Begründung

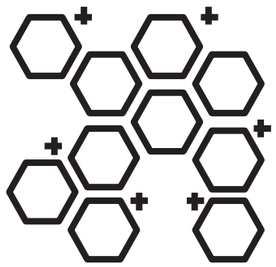
Der Unterhalt eines autarken Kreislaufsystems ist bei saisonaler Nutzung sehr hoch. Durch Zeitschaltuhren und zusätzlichen Pumpen wäre das möglich, ökologisch aber nicht sinnvoll. Zudem würde dies den Anforderungen an die Gestaltung, ein möglichst einfaches System zu gestalten, widerstreben. Darum wird auch die Gestaltung einer „Light-Version“ nicht weiter verfolgt.
Wieviele Komponenten durch die Variation der im Haushalt lebenden Personen betroffen sind, wird noch getestet. Grundsätzlich ist es wünschenswert, dass bei einer Veränderung möglichst wenige Komponenten angepasst werden müssen. Momentan gehe ich von der Anpassung am Tankvolumen und möglicherweise von einer Erweiterung am Pflanzenfilter aus.
Die Personenbeschränkung auf drei Erwachsene lässt sich mit der Grösse der Wohnfläche argumentieren. Mehr als drei Personen werden wohl kaum auf maximal 40m^2 freiwillig ein angenehmes Zuhause finden.

Technischer Aufbau

Filterstufen
Sieben bestehende Filtersysteme



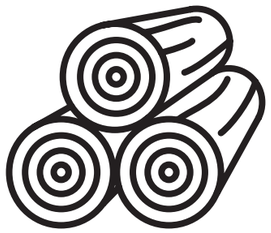
Der Feinfilter
Löst durch seine engmaschige Netzstruktur physikalisch Partikel aus dem Wasser. Das Filtermedium besteht aus einem Textil und muss periodisch erneuert werden.



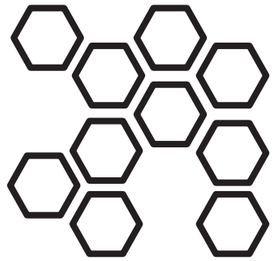
Aktivkohle
Reinigt das Wasser von Verfärbungen und Geschmack. Zudem kann sie Medikamentenrückstände aufnehmen und sie dadurch aus dem Wasser filtern. Das Filtermedium besteht aus einem Substrat und muss periodisch erneuert

Mineralisierung
Versetzt das mineralienarme Regenwasser mit den nötigen Inhaltsstoffen. Das Filtermedium besteht aus einem Substrat und muss periodisch erneuert werden.

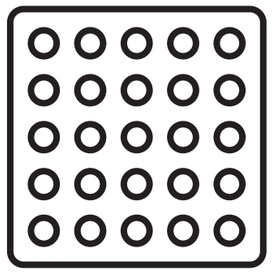
LED-UV Belichtung
Tötet die letzten Viren und Bakterien im Wasser ab. Diese Filterstufe benötigt zwar Strom, mit der neuen LED-UV-Technologie jedoch nur noch sehr wenig. Zudem kann sie auch erst dann eingeschaltet werden, wenn auch Wasser fliesst.



Laubholz
Wird in Schnitzelform verwendet. Das leichte Material verfügt über eine grosse Oberfläche, auf welcher Bakterien leben. Die Bakterien bauen biologisch abbaubares Material wie Essensreste oder biologisch abbaubare Seifen ab. Lösungsmittel, wie Javelwasser, töten die Bakterien und Pflanzen ab und zerstören somit die Filterstufe



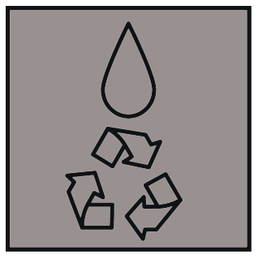
Kohle
Hat eine ähnliche Filterfunktion wie das Laubholz. Die Grösse der Partikel und die Oberfläche unterscheiden sich jedoch, wodruch zusätzliche Bakterienarten ihren Lebensraum finden.



Membran
Ist Teil des Ultrafiltrationsverfahren. Durch eine feinporige (Porengrösse zwischen 20 und 40 Nanometern) Membran werden 99,99% der Bakterien und Viren aus dem Wasser gefiltert. Gravit'eau hat ein Verfahren entwickelt, in welchem das Wasser nicht mit Druck, sondern nur mit der Gravitationskraft durch die Membran geleitet wird und herausfiltert wird.

Module
Zusammensetzung der Filterstufen

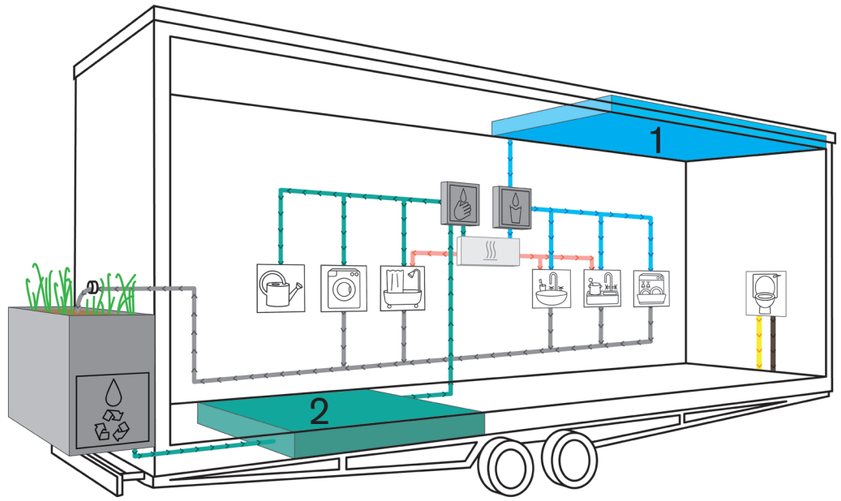
Das Trinkwassermodul
setzt sich aus den Filterstufen Feinfilter, Aktivkohlefilter und LED-UV-Belichtung zusammen. Durch die Mineralisierung wird das Wasser mit den benötigten Inhaltsstoffen angereichert.



Das Grauwassermodul
setzt sich aus den Filterstufen Laubholz, Kohle, Feinfilter und Membran zusammen und bereitet dadurch Grauwasser soweit auf, dass es anschliessend durch das Nutzwassermodul geführt werden kann.

Das Nutzwassermodul
setzt sich aus den Filterstufen Aktivkohlefilter und LED-UV-Belichtung zusammen und bereitet dadurch Grauwasser, das durch das Grauwassermodul bereits aufbereitet wurde zu Nutzwasser auf.

Verortung
Schematisch



Trinkwasserverbraucher

Küche

Geschirrspüler

Lavabo

Wasseraufbereitung

Trinkwassermodul

Grauwassermodul

Nutzwassermodul

Nutzwasserverbraucher

Waschmaschine

Dusche

Bewässerung

Speichervolumen

1 Regenwasserspeicher

2 Nutzwasserspeicher

Trockentoilette

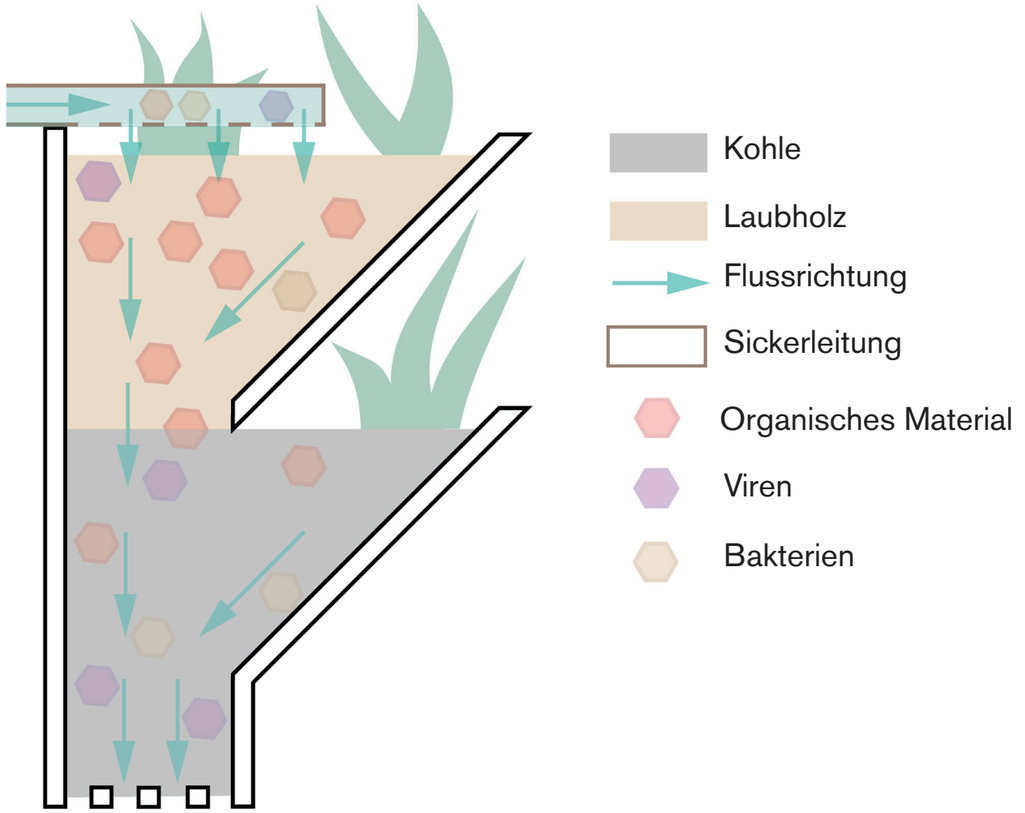
Entscheidung
Fokus

Die Komplexität meines Projekts stellt sich als relativ hoch heraus. Deshalb entscheide ich mich den Fokus meiner gestalterischen Arbeit auf die **drei Module** zu setzen. Das **Grauwassermodul als Herzstück** wird dabei als Augangspunkt gewählt.

Begründung

Der Wasserverbrauch unterscheidet sich von Person zu Person. Ich entscheide mich deshalb das Speichervolumen nicht zu Gestalten. Es finden sich bereits ausreichend viele Varianten von Wasserspeicher auf dem Markt.
Der Fokus wird auf die Modularisierung der drei Module gelegt. Das Grauwassermodul benötigt am meisten Volumen. Ihm wird auch die grösste Filterleistung zugeschrieben. Da in einer Kleinwohnfom der Raum das einschränkenste Merkmal ist, sehe ich in der Gestaltung dieses Moduls auch das grösste Potential. Auch die Gestaltung der einzelnen Filterstufen des Grauwassermoduls und deren Komposition sehe ich als Herausforderung, welche ich gerne bewältigen möchte.

Grauwassermodul
Filterstufen Laubholz & Kohle



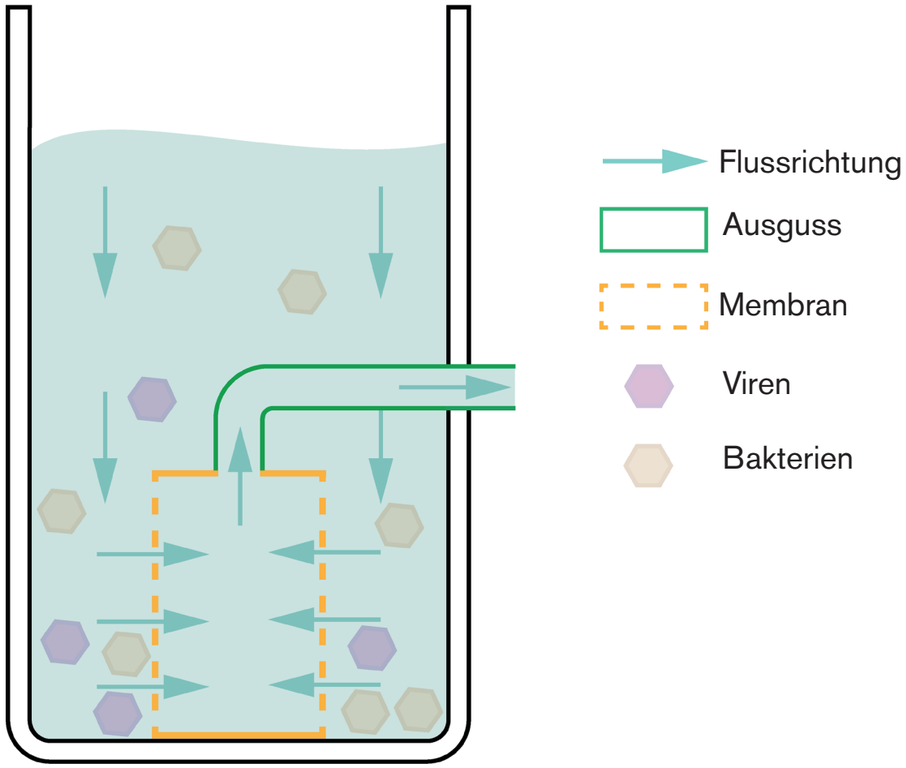
Anforderungen

Für zwei Personen werden ca. 0.5m^3 Laubholz und 0.5m^3 Kohle benötigt. Für die 3. und 4. Person werden jeweils zusätzliche 0.25m^3 Kohle ergänzt.

Temperaturen um den Gefrierpunkt können bewälltigt werden. Ein Frostschutz ist trotzdem wünschenswert.

Um die Filtersubstrate porös zu halten, werden sie mit einheimischen Sumpfpflanzen bepflanzt. Alle 45cm ist eine Wurzelschicht wünschenswert.

Grauwassermodul
Filterstufen Membran



Anforderungen

Die Membran muss in einem wasserdichten Volumen, das einen Wasserstand über die Membranhöhe erlaubt, gelagert werden.

Frostschutz ist essentiell zur Erhaltung der Membran.

Die Membran muss immer mindestens teilweise in Wasser gelagert werden, damit sich die Poren nicht unwiderruflich verschliessen.

Grauwassermodul
Feinfilter

Die Filterstufen Laubholz und Kohle bestehen aus sehr groben Substratpartikeln. Die Membran hingegen ist mit einer sehr feinen Porengrösse das extreme Gegenüber. Damit die Membran nicht verstopft, wird zwischen den Filterstufen ein Feinfilter eingebaut, um die Membran zu entlasten.

Einblick in die Praxis

Datenschutz
Geheimhaltung

Der Einblick in die Praxis ist für mein Projekt sehr wertvoll. Durch die Vuna GmbH und Gravit‘eu habe ich die einmalige Chance bekommen Einsicht in verschiedene Projekte zu bekommen. Aus Gründen des Datenschutzes werde ich in dieser Dokumentation nur Ausschnitte meiner Erfahrungen teilen.

Praxiswissen
Forschungseinsicht

In Zürich wurde am 7.4.2021 eine Pilotanlage der Vuna GmbH in Kooperation mit Gravit‘eau eingebaut. Die Anlage wurde zu Forschungszwecken verbaut. Das Küchenabwasser und das Abwasser des Geschirrspülers werden durch zwei Filterstufen geleitet. Dabei wird in bestimmten Intervallen der Verschmutzungsgrad des aufbereiteten Wassers gemessen. Der Feldversuch findet in Zürich in einer Wohngemeinschaft von 6 bis 8 Personen statt, die nicht speziell im Umgang mit Wasser geschult wurden. Dabei soll die Funktionalität ohne Einschränkungen desNutzer:innenverhalten untersucht werden. Die Seifen und Spühlmittel sind bei den grossen Detailhändlern erhältlich. Es handelt sich um herkömmlich, biologisch abbaubare Reinigungsmittel von Ecoplan.

Die aktuellen Ergebnisse zeigen, dass die Filterstufen ihre Leistung erbringen und die erwarteten Werte erfüllen.

Gegenüberstellung
Biolanfilter – Pflanzenfilter

Dimensionen	1000 x 600 x 1230 mm	2000 x 1250 x 1000 mm
Filtermedium	Biolanfiltermixture	Laubholz, Kohle
Filterweg	650 cm	80 cm
Medienwechsel	nach 100 Tagen	keiner
Einsatzort	Innenraum	Aussenbereich
Geruchs-entwicklung	nein	möglich
Modularität	ja	mit Isolation der Membran ja
Robustheit	durchschnittlich	hoch

Entscheidung
Innenbereich / Aussenbereich

Als erste Filterstufe entscheide ich mich für ein System mit einem **Pflanzenfilter (Filterstufen Laubholz und Kohle)**.

Begründung

Um den Unterhalt zu vereinfachen und somit das Nutzungsverhalten positiv zu beeinflussen, entscheide ich mich in erster Linie für den Pflanzenfilter. Dieser erfordert wesentlich weniger Pflege und ist robuster. Zudem wird er im Aussenbereich engesetzt und beeinflusst somit die Wohnfläche nicht. Ein weiterer Vorteil ist der kürzere Filterweg des Wassers. Nicht zuletzt zeigen die Pflanzen durch ihre Ästhetik die Verbindung zum natürlichen Filtersystem. Diese können zudem als visueller Indikator gelesen werden. Wenn beispielsweise Javelwasser in das System gelangt, sterben die Pflanzen und die Bakterien ab und es kann erkannt werden, dass die Filterstufe zerstört wurde.

Praxiswissen
Aktueller Stand

In Sörenberg konnte ich eine autarke Kleinwohnform besichtigen. Hier wurde ein ähnliches Kreislaufsystem verbaut, das im Kapitel „Wissen aus der Theoriearbeit“ als natürliches, autarkes Wasserkreislaufsystem beschrieben wird. Die fehlende Akzeptanz wurde mehrmals thematisiert. Die Kleinwohnform wird über *airbnb* vermietet und nicht alle Bewohner haben das Wassersystem angenommen. Diese Diskussion bestätigt meine Entscheidung für das Kreislaufsystem mit getrennter Trinkwasseraufbereitung.

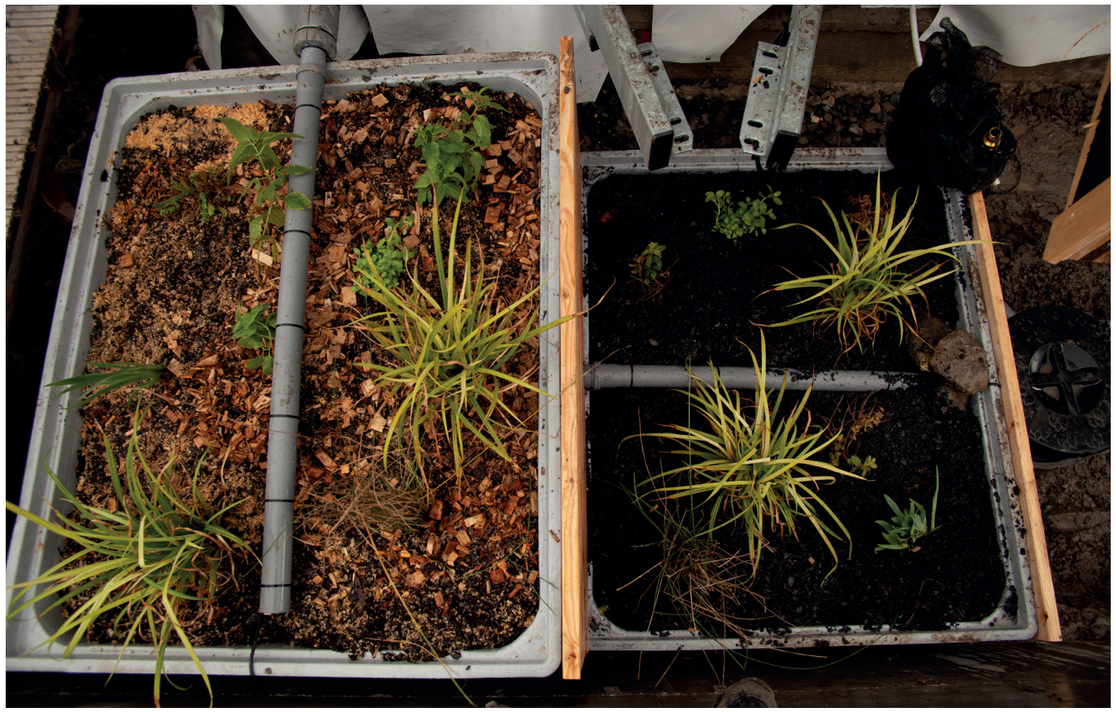
Anhand dieser Besichtigung während der Unterhaltung des Systems konnte ich wertvolle Informationen zur Bedienung erfassen. Alleine die Dauer und die Komplexität der Unterhaltung zeigte mir, dass durch eine modulare Gestaltung des Systems ein wesentlicher Mehrwert für die Nutzer:innen entstehen kann.

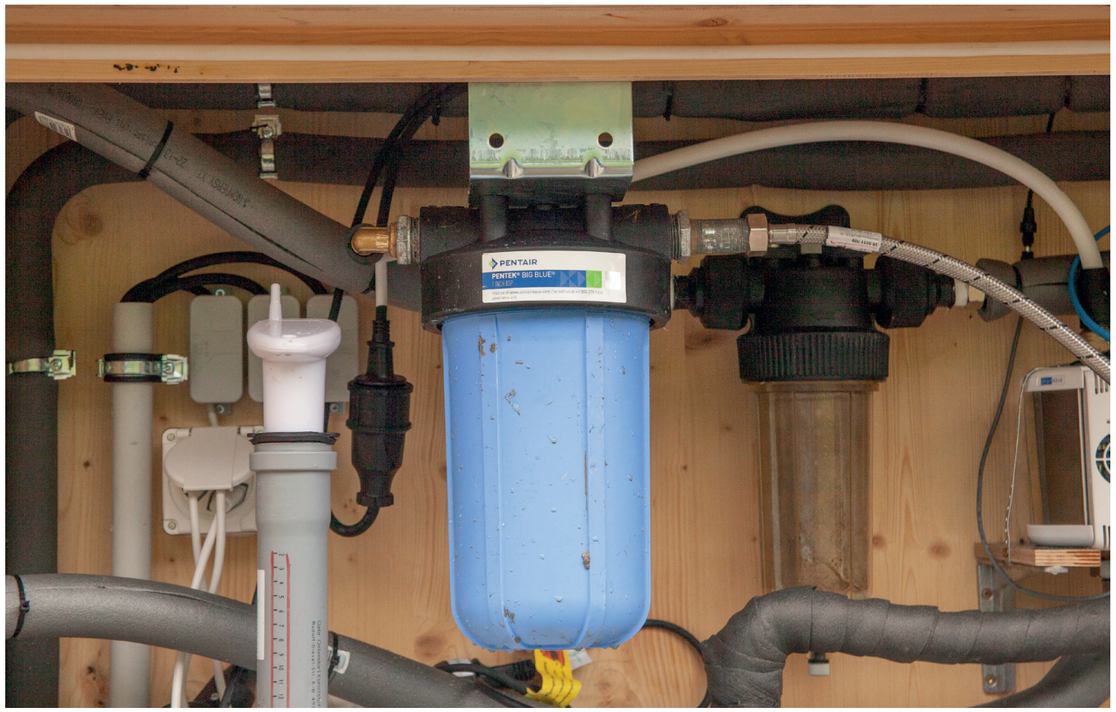
Entscheidung
Nutzer:innenorientierte Gestaltung

Die Erfahrungen in Sörenberg haben gezeigt, dass eine Nachfrage für ein autarkes Wasserkreislaufsystem besteht, der Unterhalt aber sehr komplex ist. Ich habe mich deshalb für eine **nutzer:innenorientierte Gestaltung** entschieden.

Begründung

Durch die Gestaltung von Modulen können die Filterstufen sinnvoll gruppiert und aufeinander abgestimmt werden. Die Komplexität kann verringert, und der Unterhalt reduziert werden. Durch eine nutzer:innenorientierte Gestaltung mit verschiedenen Anzeigefunktionen kann der aktuelle Zustand der Filter ersichtlich gemacht werden. Daduch können die Nutzer:innen ohne vertieftes Wissen ihre Anlage optimal warten. Zudem sehe ich das Potential einzelne Module vorübergehend vom Kreislauf abzukoppeln um es zu Unterhalten, ohne dass das ganze System unterbrochen werden muss. Das Zusammenführen von unterschiedlichen Filtern in ein Produkt garantiert auch, dass genügend Platz für die fachgerechte Wartung garantiert werden kann.

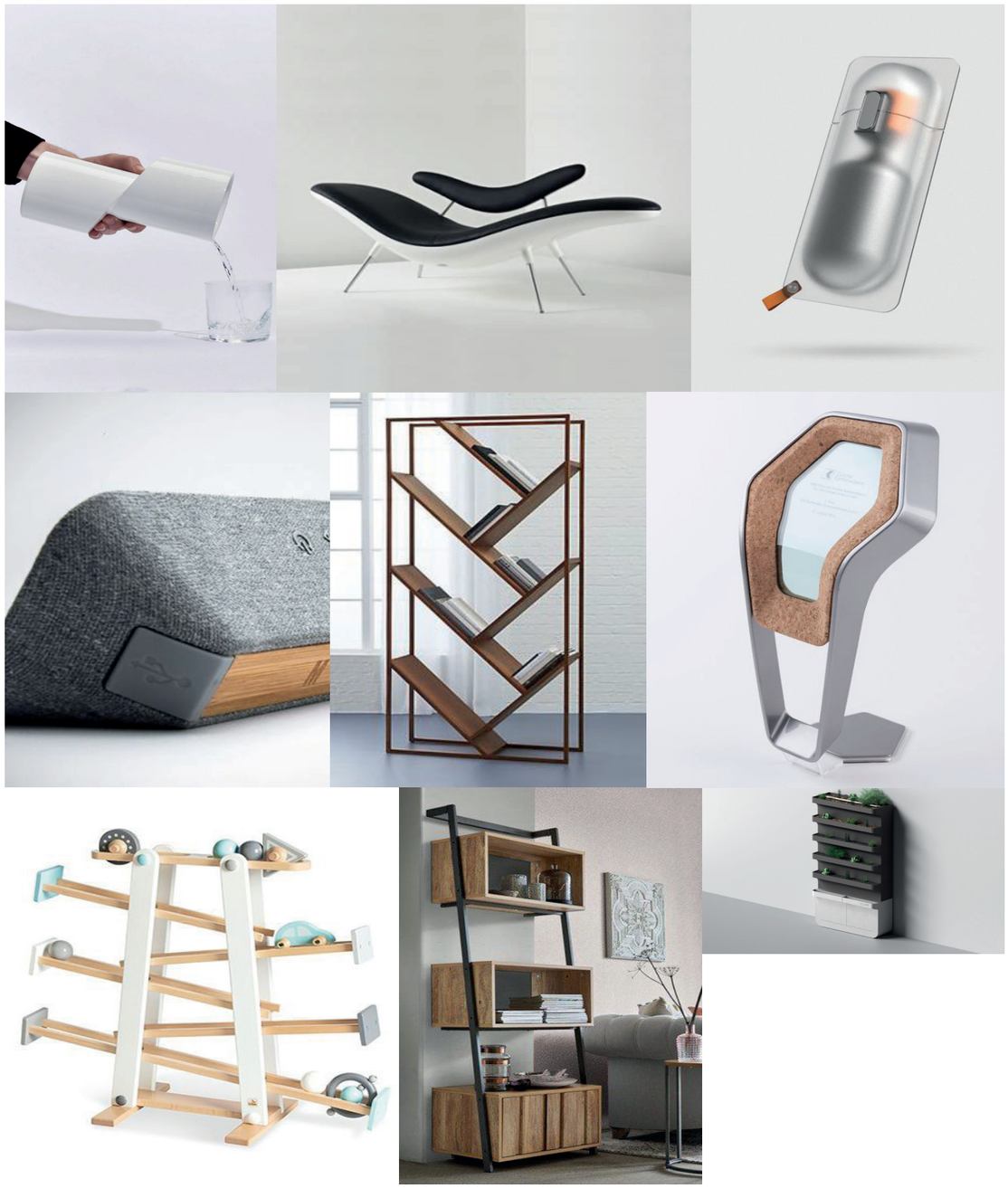



PENTAIR
PENTEK® BIG BLUE®

Gestalterischer Prozess

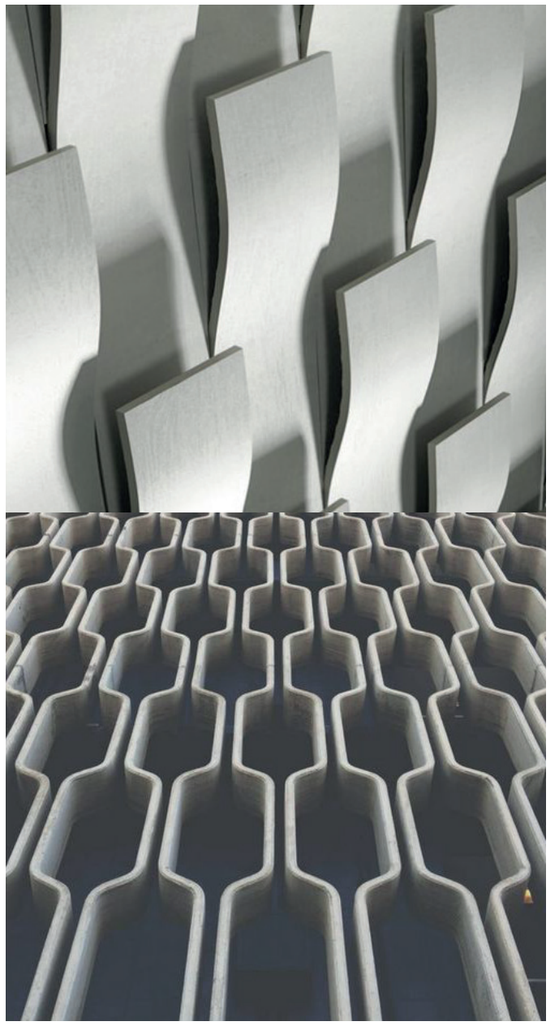
Recherche
Ähnliche Produkte

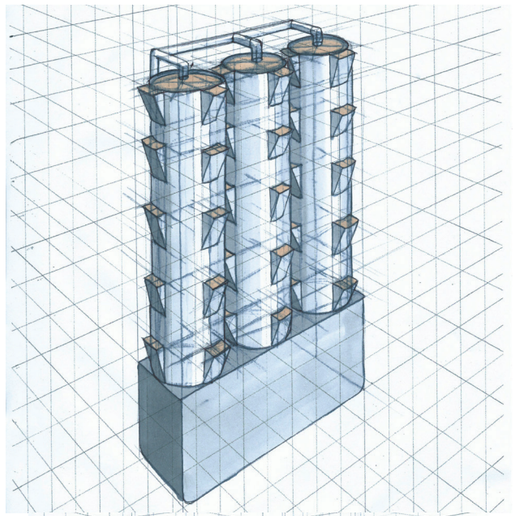
Inspiration
Aus anderen Bereichen

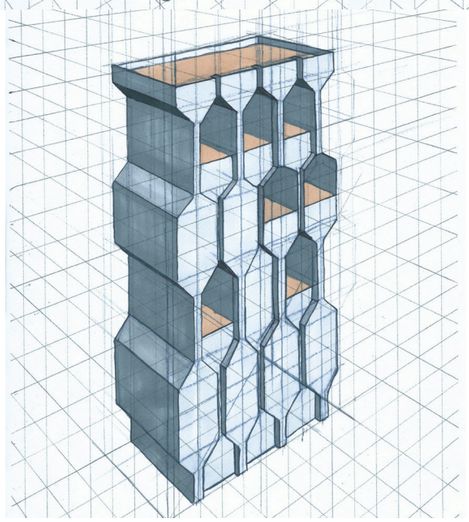


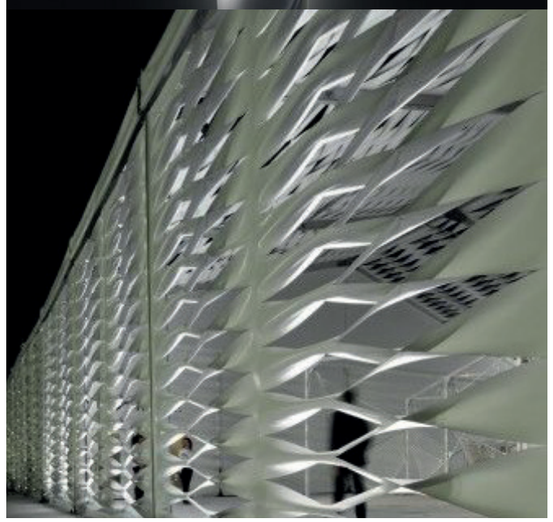
Erste Entwürfe
Skizzen

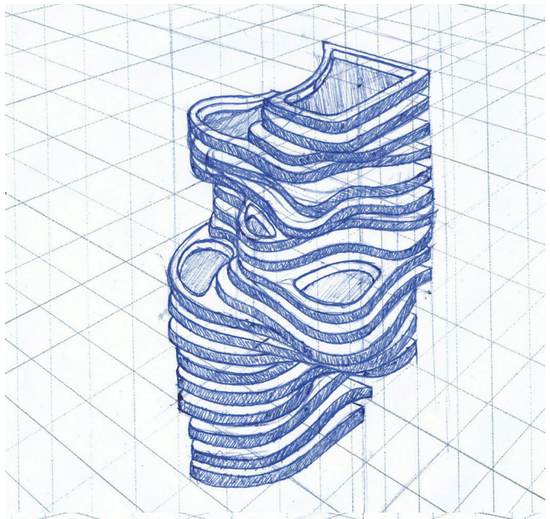
In der zweidimensionalen Formstudie wurden die wichtigsten Anforderungen an das Produkt bereits berücksichtigt.

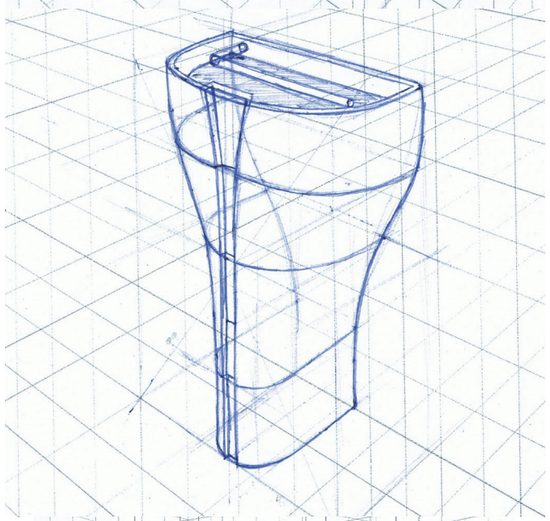


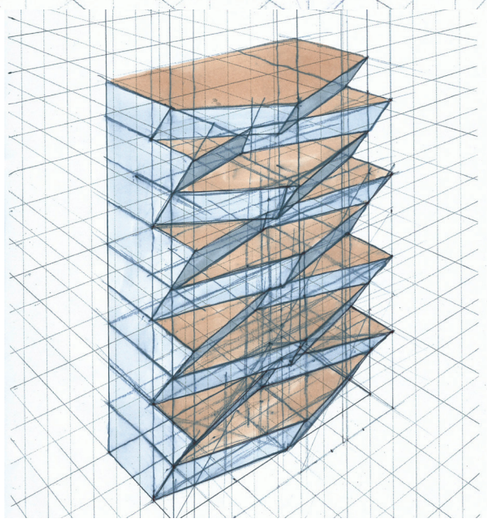


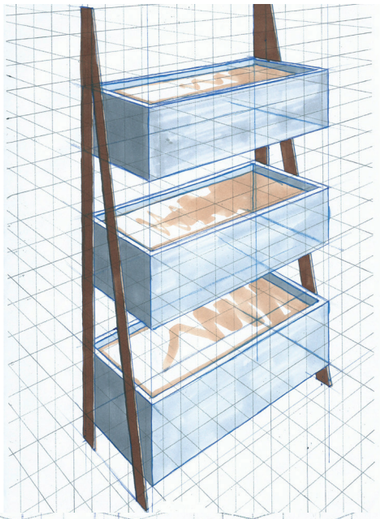


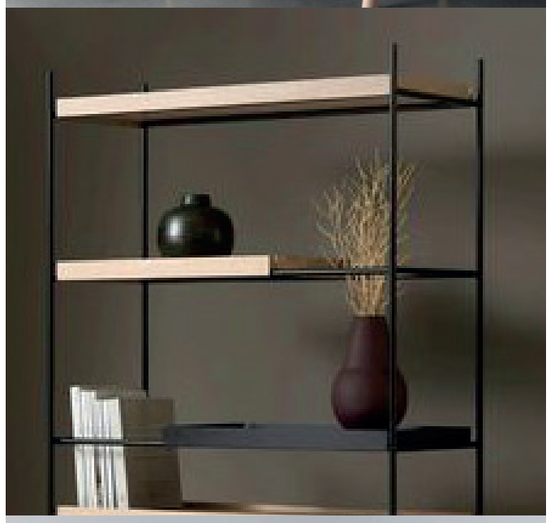


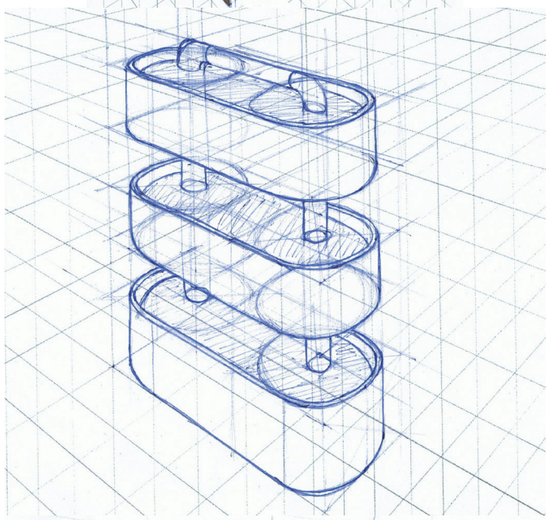


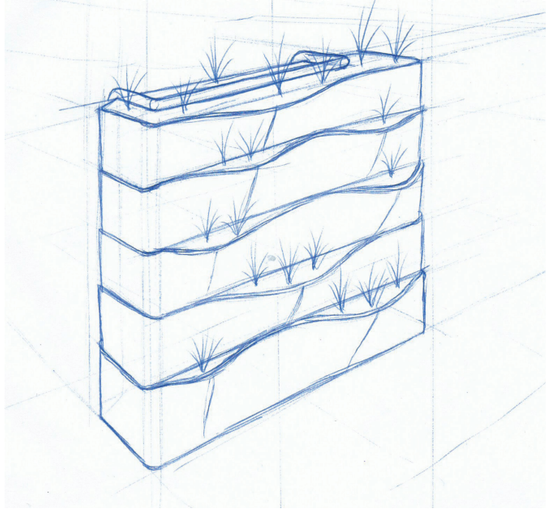


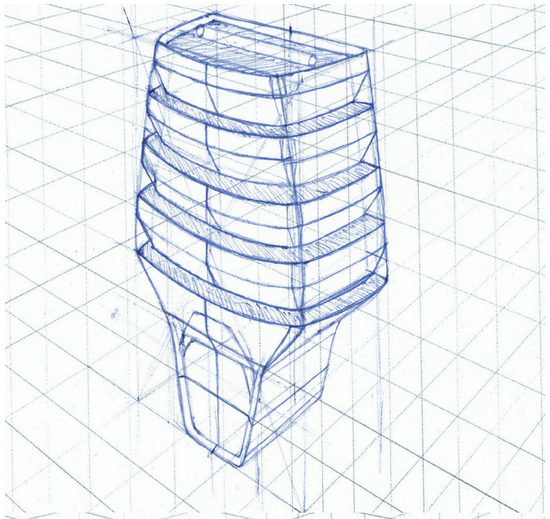


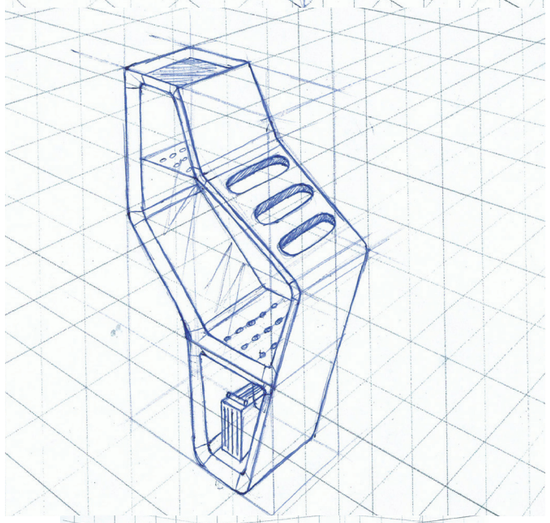


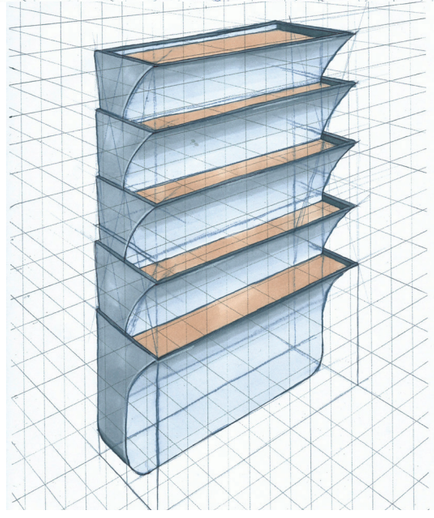






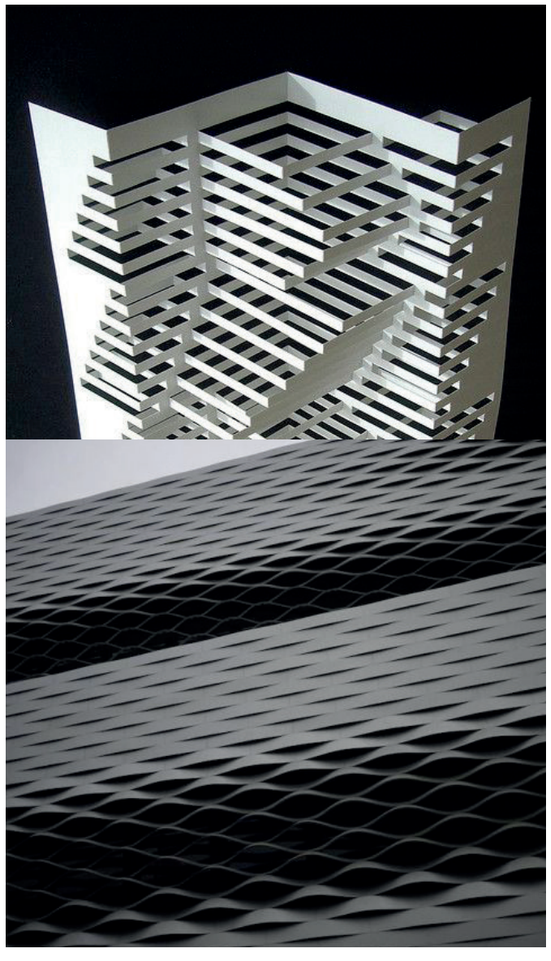
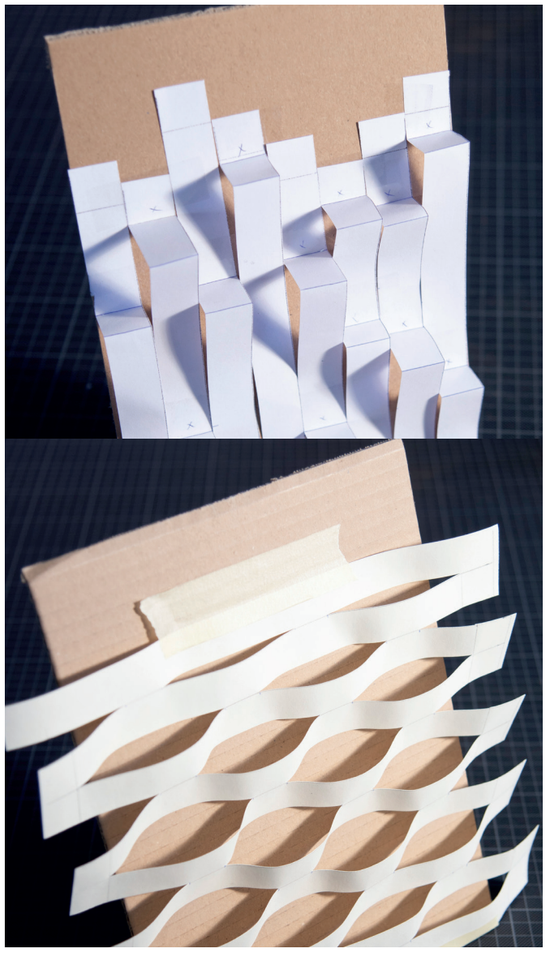


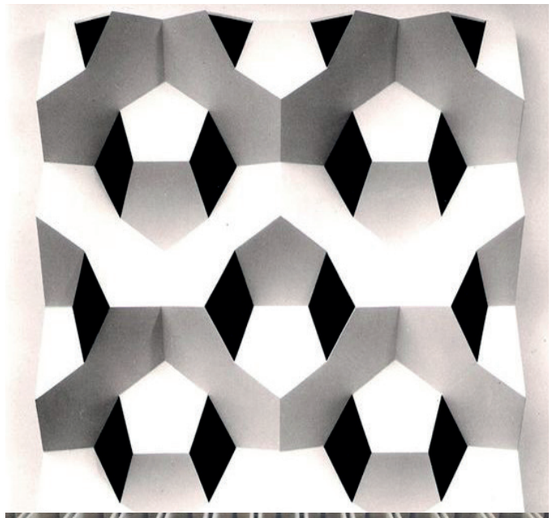
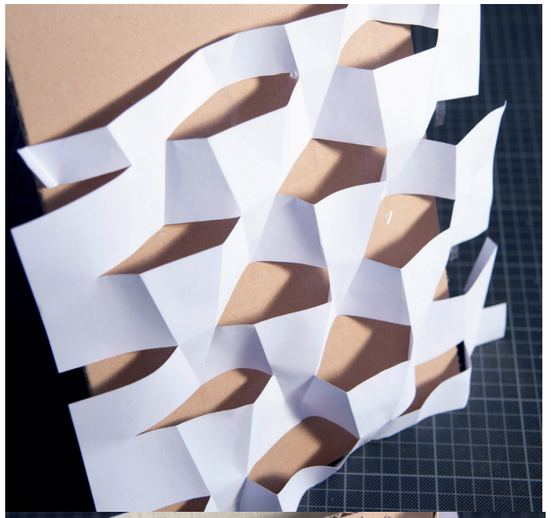
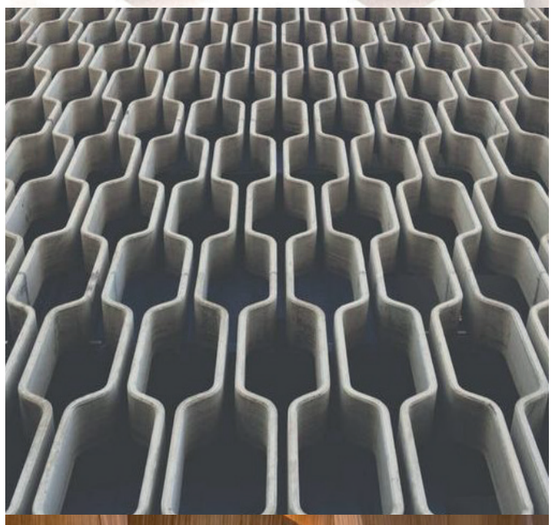
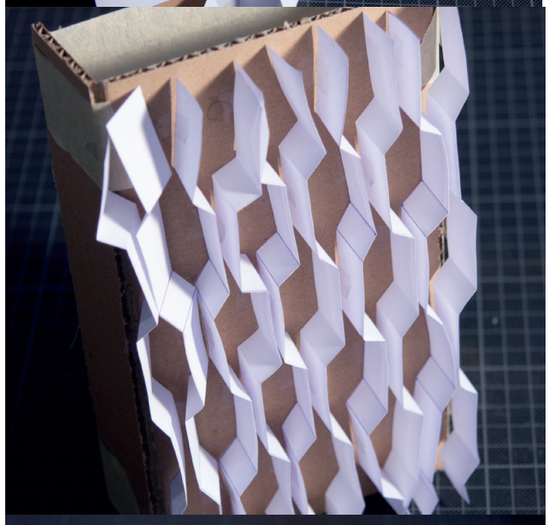
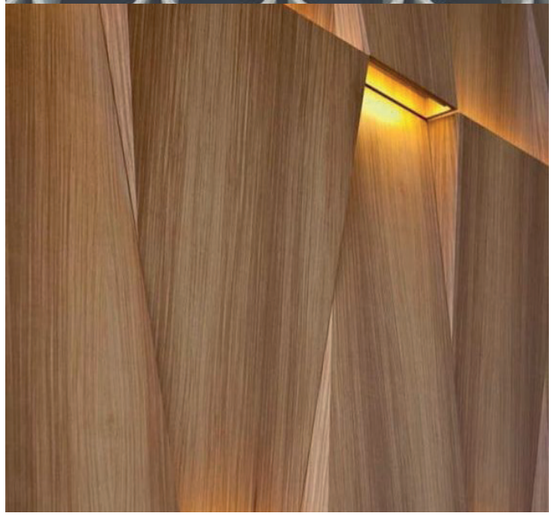




Erste Entwürfe
Papiermodelle

In der Strukturstudie wurden Formen aus einem zweidimensionalen Grundmaterial eine 3-dimensionale Struktur generieren, in Hinblick auf eine mögliche Produktion.

Weiterentwicklung
CAD-Entwürfe

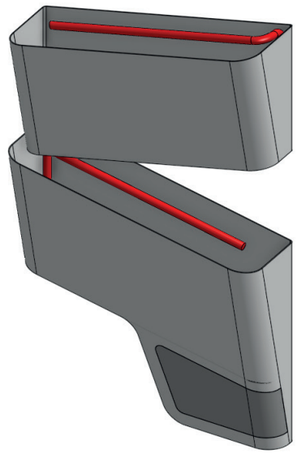
Nach der ersten Entwurfsphase wurden die Ideen auf weitere Anforderungen (Erweiterbarkeit, Herstellung, Volumen, Montage und Ästhetik) beurteilt. Die geeigneten Lösungen wurden dann kombiniert und zu zwei Version verdichtet.

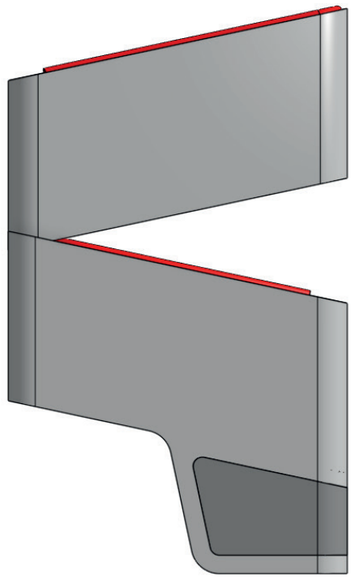
In der CAD-Entwurfsphase wurden Proportionen, Erscheinung, Funktionalität und die technische Realisierbarkeit in unterschiedlichen Ausführungen ergänzt.

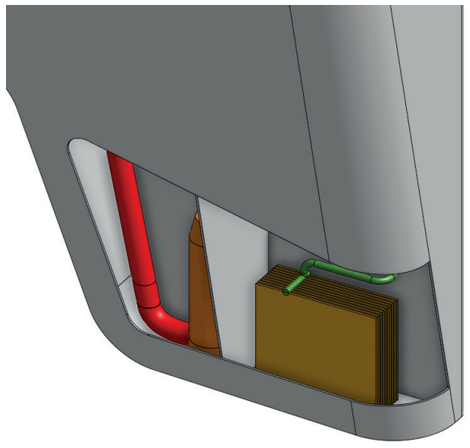
Version I – Flow
Eine Auswahl der Varianten

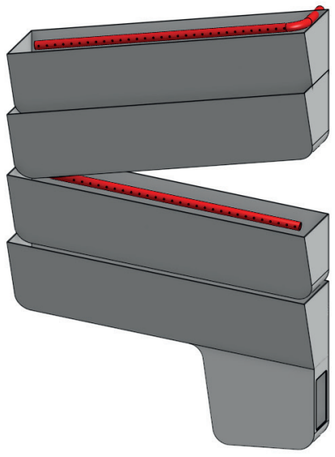
Bei Flow steht die visuelle Anzeige der Wasserflussrichtung durch das Filtermodul im Zentrum.

Tiefe 55 cm
Breite 180 cm
Höhe 300 cm
Volumen 0.64m²

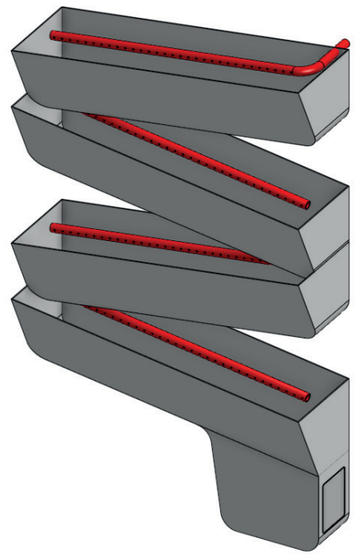


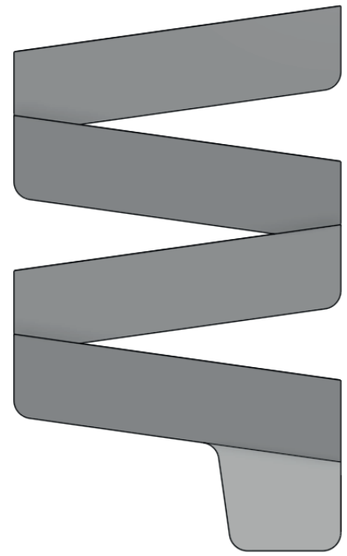


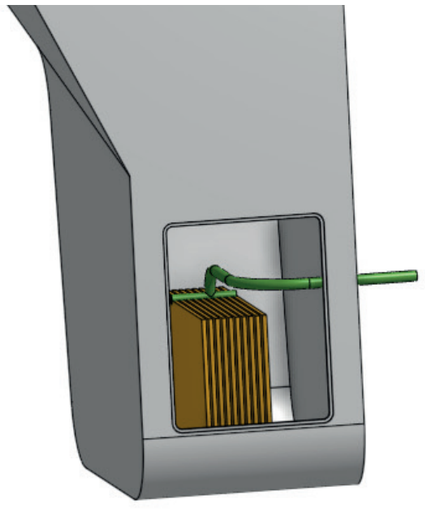




Tiefe 55 cm
Breite 180 cm
Höhe 300 cm
Volumen 0.64m²



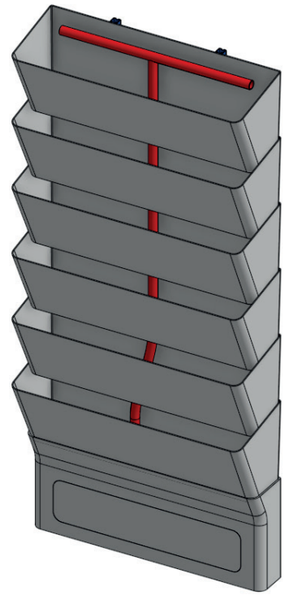


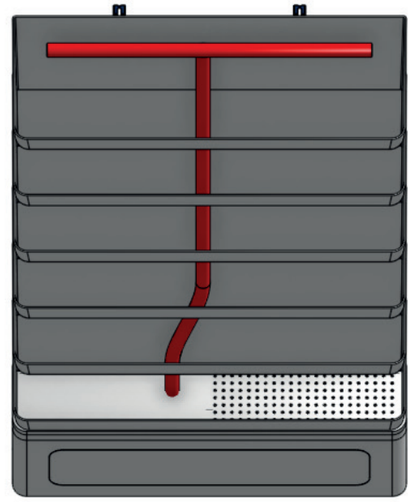


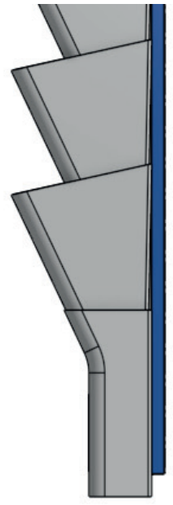
Version II – Level
Eine Auswahl der Varianten

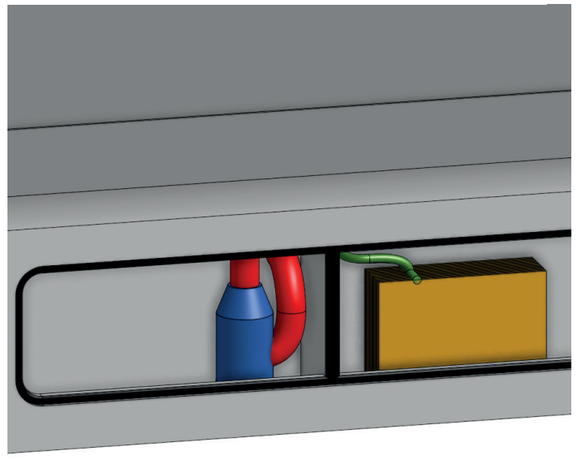
Level thematisiert die einzelnen Stufen der Filtration durch die Hervorhebung der einzelnen Pflanzenebenen.

Tiefe	**45 cm**
Breite	**140 cm**
Höhe	**305 cm**
Volumen	**0.84m^2**

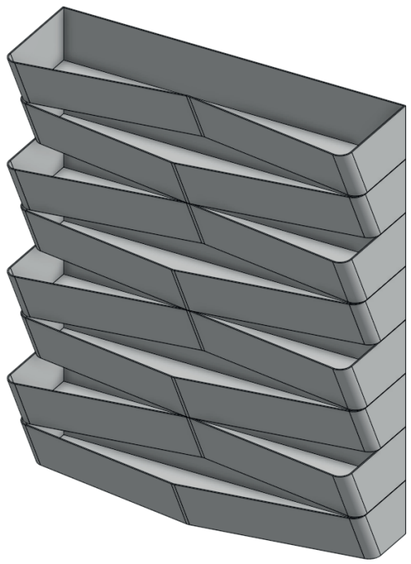


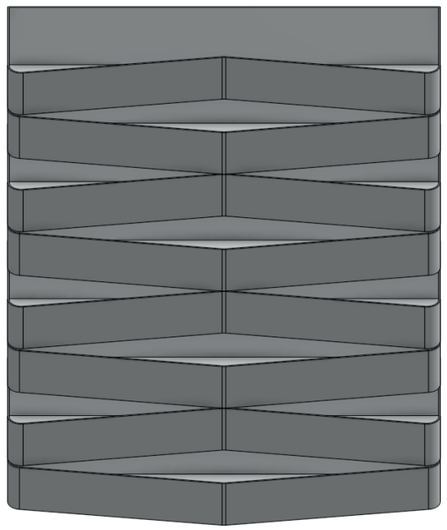


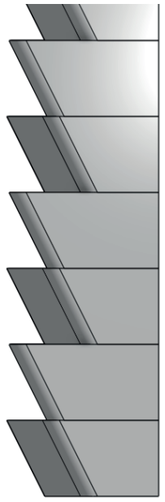


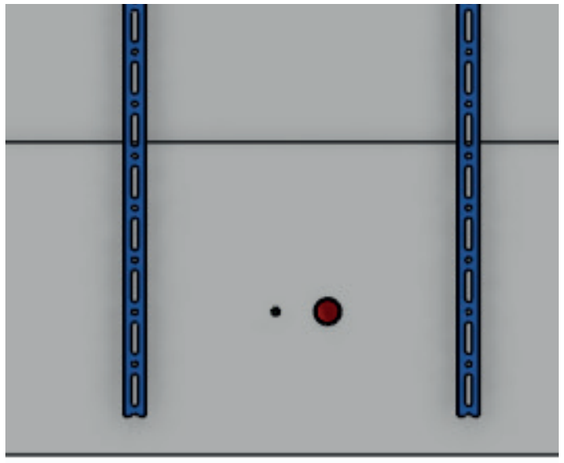


Tiefe 50 cm
Breite 160 cm
Höhe 200 cm
Volumen 1.35m²









Bewertung
Gegenüberstellung der Versionen

Flow

Durch die digitale berechnung der Volumen im CAD wurde klar, dass die geneigten Ebenen der Version Flow viel Leerraum benötigen. Die Version kann der kompakten Gestaltung noch nicht gerecht werden. Der Entwurf könnte aber weiter optimiert werden. Vor diesem Schritt wird aber zuerst geprüft wie sich die leichten Filtermedien in geneigten Ebenen verhalten, wenn grosse Wassermengen zugeführt werden.

Level

Diese Version entspricht der kompakten Gestaltung. Sie ist ästhetisch sicher noch weiterzuentwickeln. Doch auch der etagenförmige Aufbau dieser Version muss mit den Filtermedien gepüft werden. Ausschwemmtests sollen zeigen, ob das Filtersubstrat bei grossen Wassermengen aus den Etagen geschwemmt wird.

Ausschwemmtest
Version Flow

Ausschwemmtest
Auswertung

Die Ausschwemmtests bei unterschiedlichen Neigungen haben gezeigt, dass das Laubholz durch grosse Wassermassen nicht ausgeschwemmt wird. Das Material ist zu grobkörnig um das Wasser zu stauen.

Die Kohle besteht aus kleineren Partikeln und kann das Wasser stauen. Bei grossen Wassermengen werden die kleineren Stücke Richtung Ausguss geschwemmt und können diesen verstopfen. Durch unterschiedliche Barrieren von oben kann das Problem nur teils gelöst werden. Die Kohle kann so zurückgehalten werden, das Wasser überschwemmt aber dennoch.

Da die Variante bereits in der Bewertung des CAD-Modells Probleme aufgezeigt hat, wird sie jetzt definitiv verworfen.

Ausschwemmtest
Version Level

Ausschwemmtest
Auswertung

Die Auswertung der Ausschwemmtest der Variante Level wurde nur mit Kohle durchgeführt. Da das Laubholz bereits in den geneigten Tests sehr gut abgeschnitten hat.

Sehr erfreulich waren nach den Problemen mit geneigten Behältern dann aber die vertikalen Tests. Durch unterschiedlich tiefe Holzbarrieren (2cm, 4cm, 6cm, 8cm und 10cm) konnte bei allen Dimensionen ab 4cm das Wasser nach unten geleitet und eine horizontale Ausschwemmung verhindert werden.

Die Version Level wird nun weiter verfolgt und verfeinert.

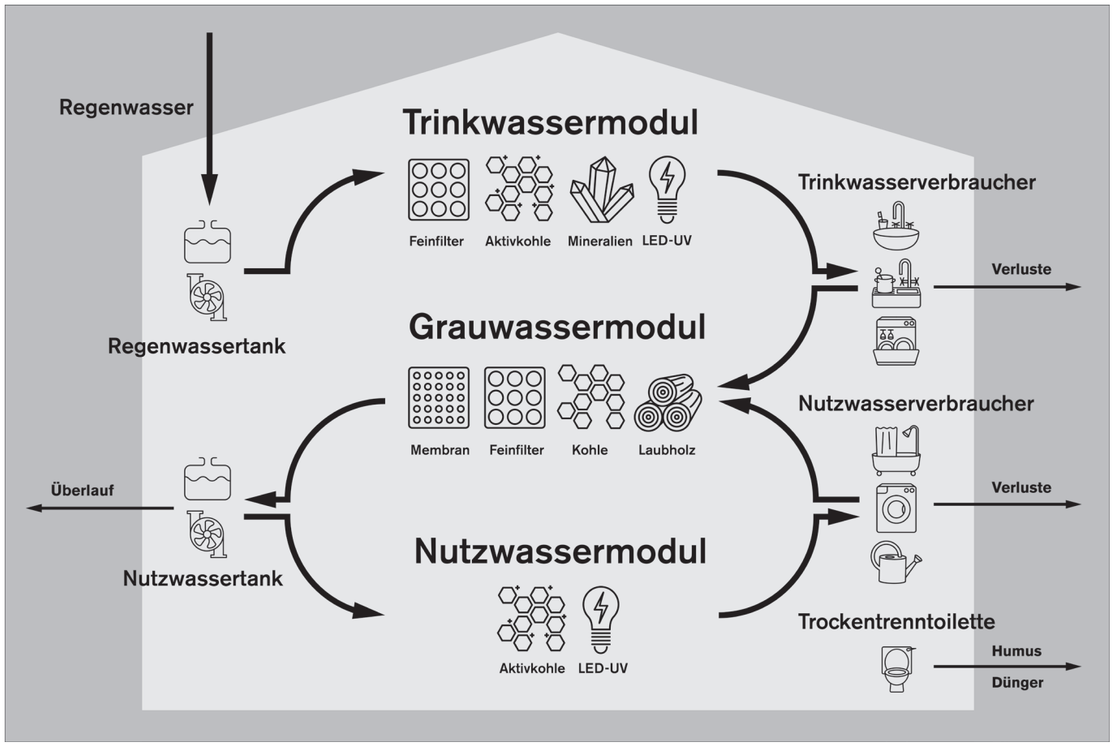
Finales Konzept

H2OME

H2OME

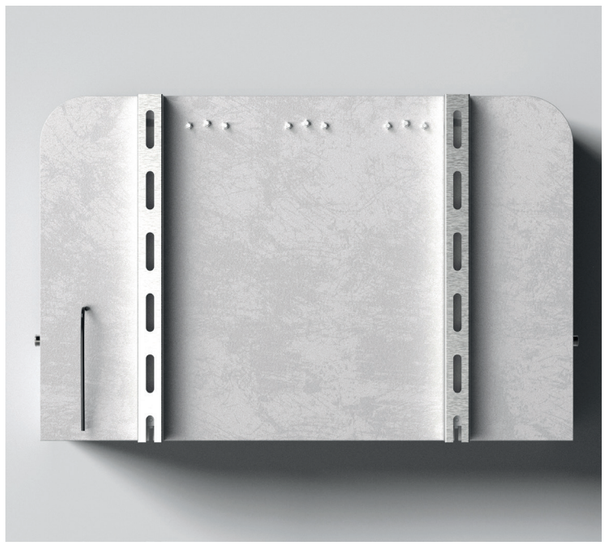
H2OME

Konzept hinter H_2OME
Schematische Darstellung

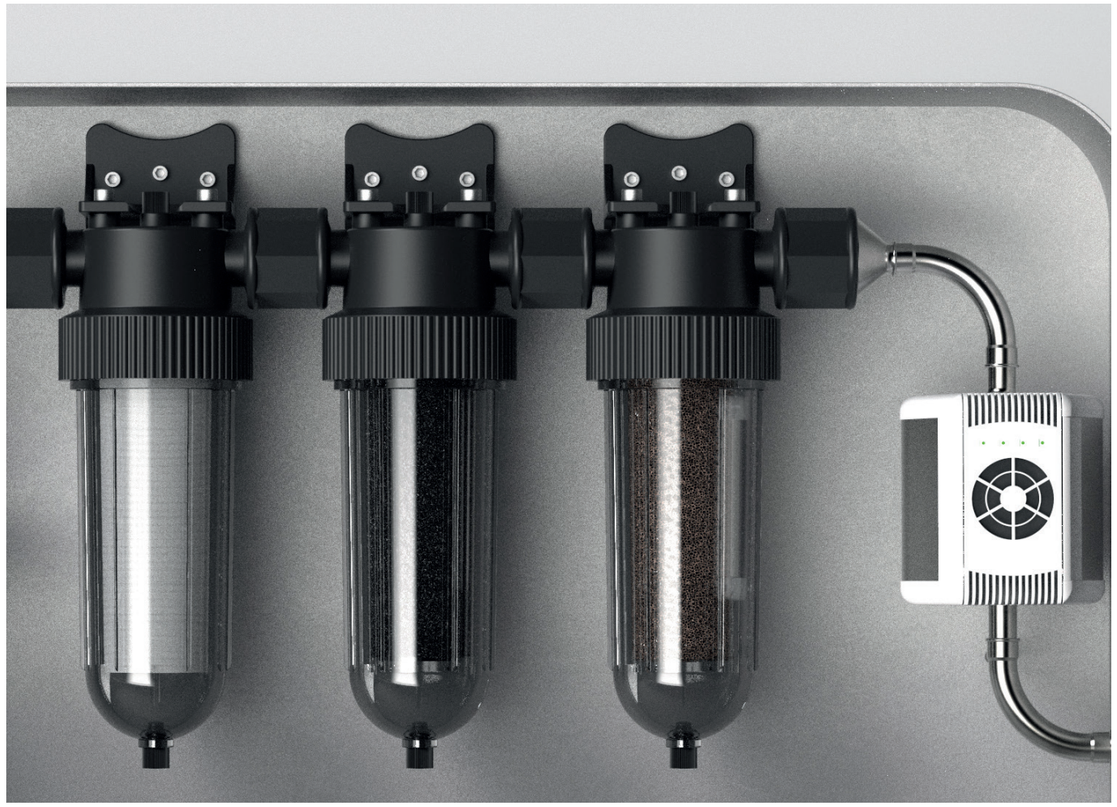


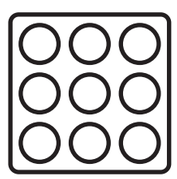
Finales Konzept
Die drei Module

Trinkwassermodul
Übersicht

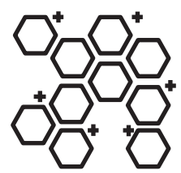


Trinkwassermodul
Filterstufen





Feinfilter



Aktivkohle

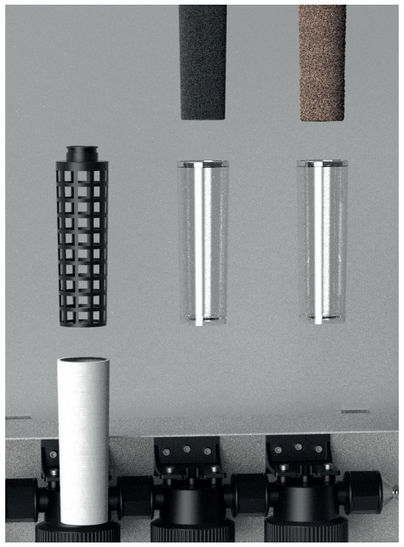
Mineralisierung

UV-LED

Trinkwassermodul
Details

Links
Filterwechsel der Cintronpurbehälter

Rechts
Innenleben und Filtermedien



Links
Ansicht von oben mit Wasserauffang-schale

Rechts
Ausguss mit Abdeckkappe zum kontrollierten Ablaufen

Links
Einsteckschlitten zur befestigung am Hiltiprofil

Rechts
Schraubverbindung zum Hiltiprofil – siehe Grauwasser-modul

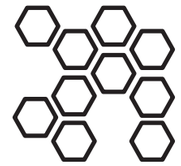
Links
über 120° Grad Drehwinkel zur angenehmen Behälter drehung

Rechts
Filterwechsel-anzeige und Absperrhahn

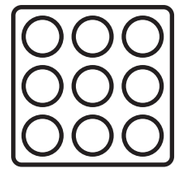
Grauwassermodul
Übersicht

Grauwassermodul
Filterstufen

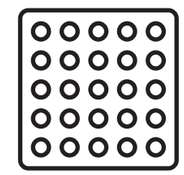
Laubholz



Kohle



Feinfilter



Membran

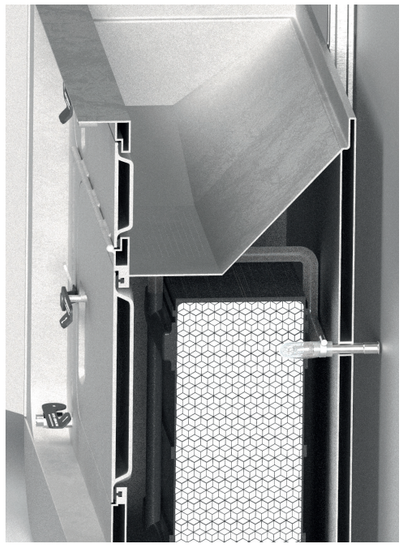
Grauwassermodul
Details

Links
Standardmodell für 2 Personen

Rechts
Erweiterung um eine zusätzliche Ebene mit Kohle für 3 Personen

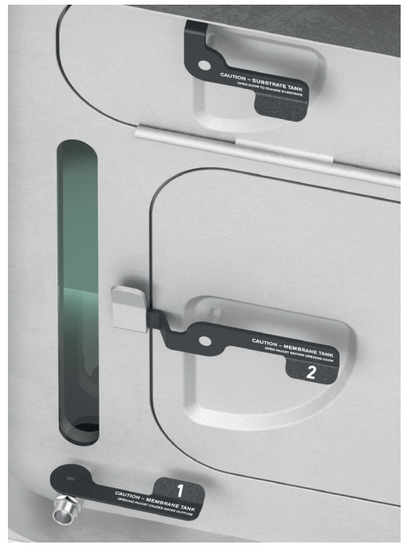
Links
Chromstahlbehälter mit Substratauswerfhilfe und Rückhaltesieb

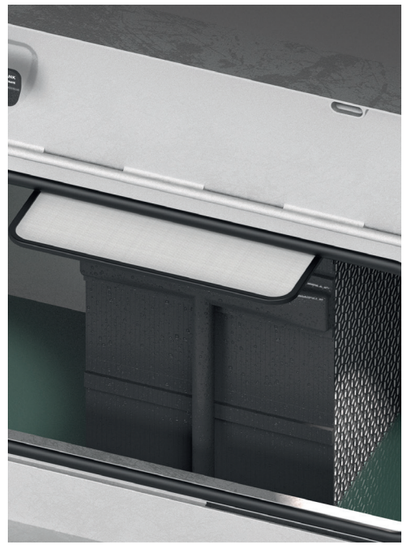
Rechts
Doppelwandiger Aufbau als Frostschutz



Links
Nutzer:innenführug durch visuelle Hinweise

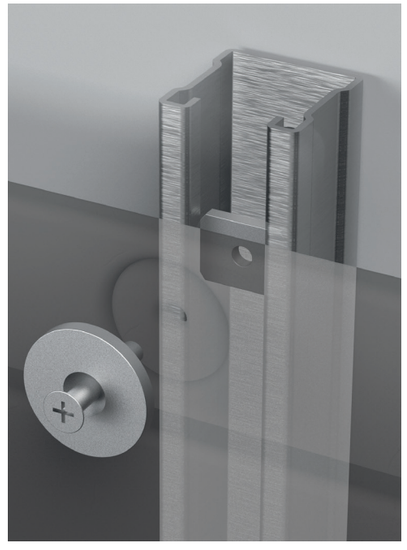
Rechts
Feinfilter zur Entlastung der Membran, die durch erhöhten Ausgusshahn feucht gehalten wird





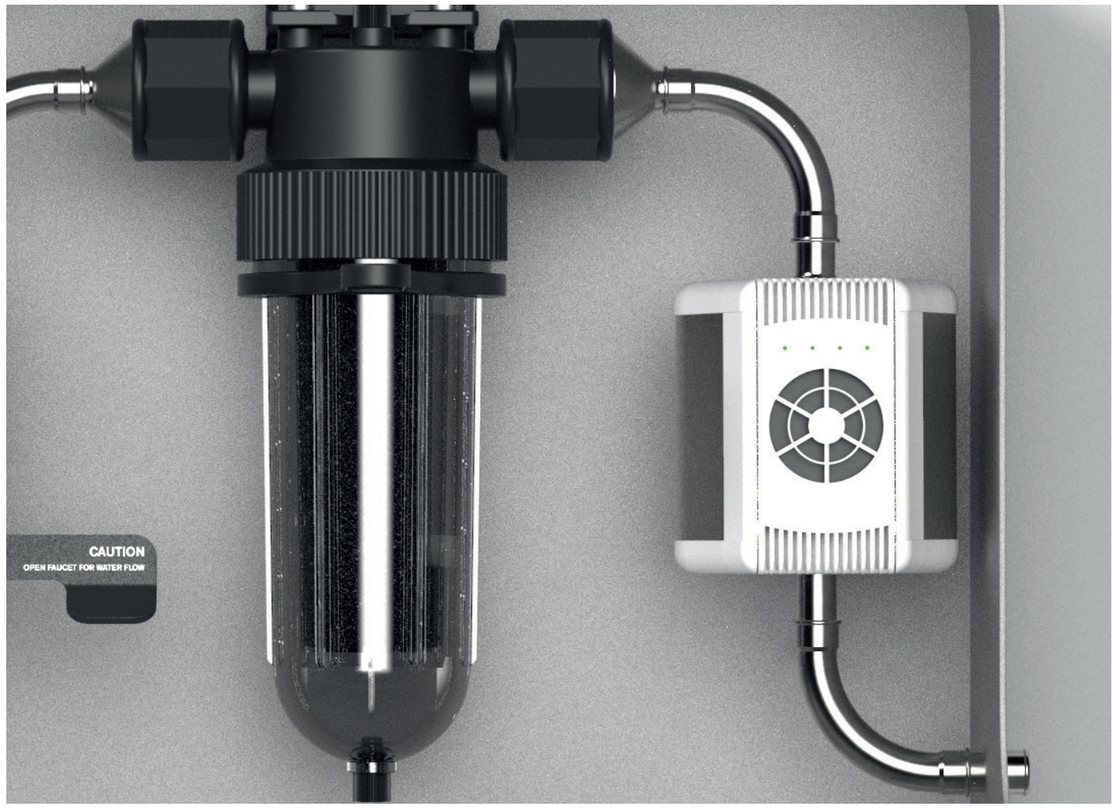
Links
Aufbau durch Steckmechanismus der einzelnen Etagen

Rechts
Schraubverbindung zum Hiltiprofil der Befestigung



Nutzwassermodul
Übersicht

Nutzwassermodul
Filterstufen



Aktivkohle

UV-LED