European Commission

JRC TECHNICAL REPORTS

Level(s)-Indikator 3.1: Wasserverbrauch in der Nutzungsphase

Benutzerhandbuch: Einführende Informationen, Anweisungen und Anleitungen (Veröffentlichungsversion 1.1)

Shane Donatello, Mauro Cordella,
Nicholas Dodd (JRC, Referat B.5)

Januar 2021

Europäische Kommission
Gemeinsame Forschungsstelle
Direktion B, Wachstum und Innovation
Referat 5, Kreislaufwirtschaft und Industrial Leadership

Kontaktinformationen
Shane Donatello
Adresse: Edificio Expo. c/ Inca Garcilaso, 3. E-41092 Sevilla (Spanien)
E-Mail: jrc-b5-levels@ec.europa.eu

https://ec.europa.eu/jrc
https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/product-groups/412/home

Rechtlicher Hinweis
Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um einen „Science for Policy"-Bericht der Gemeinsamen Forschungsstelle, des wissenschaftlichen Dienstes der Europäischen Kommission. Er soll evidenzbasierte wissenschaftliche Hilfestellung für die Gestaltung der EU-Politik leisten. Die enthaltenen wissenschaftlichen Ergebnisse sind nicht als Hinweis auf einen politischen Standpunkt der Europäischen Kommission zu verstehen. Die Europäische Kommission und die in ihrem Namen handelnden Personen übernehmen keine Haftung für die Verwendung der in dieser Veröffentlichung enthaltenen Informationen.

Bezugnahme auf diesen Bericht: Donatello S., Dodd N. & Cordella M., 2021. Level(s)-Indikator 3.1: Benutzerhandbuch zum Wasserverbrauch in der Nutzungsphase: Einführende Informationen, Anweisungen und Anleitungen (Veröffentlichungsversion 1.1)

Titel
Level(s)-Indikator 3.1: Benutzerhandbuch zum Wasserverbrauch in der Nutzungsphase: Einführende Informationen, Anweisungen und Anleitungen (Veröffentlichungsversion 1.1)

Kurzfassung

Level(s), das als gemeinsamer EU-Rahmen von Kernindikatoren für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Büro- und Wohngebäuden entwickelt wurde, kann von den frühesten Phasen des konzeptionellen Entwurfs bis zum voraussichtlichen Ende der Lebensdauer des Gebäudes angewendet werden. Neben der Umweltleistung, die im Mittelpunkt steht, können dadurch auch andere wichtige, damit verbundene Leistungsaspekte anhand von Indikatoren und Instrumenten für Gesundheit und Wohlbefinden, Lebenszykluskosten und mögliche zukünftige Gefährdungen der Leistung bewertet werden.

Level(s) soll eine gemeinsame Sprache in Sachen Nachhaltigkeit von Gebäuden bieten. Diese gemeinsame Sprache sollte die Durchführung gebäudeseitiger Maßnahmen ermöglichen, die eindeutig zu den übergeordneten umweltpolitischen Zielsetzungen der EU beitragen können. Level(s) weist die folgende Struktur auf:

1. Makroziele: Ein übergreifendes Paket aus sechs Makrozielen für den Level(s)-Rahmen, die zu den politischen Zielsetzungen der EU und der Mitgliedstaaten in Bereichen wie Energie, Materialverbrauch, Abfallmanagement, Wasser und Raumluftqualität beitragen.
2. Kernindikatoren: Ein Bündel aus 16 gemeinsamen Indikatoren, die zusammen mit einer vereinfachten Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment, LCA) verwendet werden können, um die Leistung von Gebäuden und ihren Beitrag zu den einzelnen Makrozielen zu messen.

Darüber hinaus zielt der Level(s)-Rahmen darauf ab, das Lebenszyklusdenken zu fördern. Er lenkt den anfänglichen Fokus der Nutzer von einzelnen Aspekten der Gebäudeleistung hin zu einer ganzheitlicheren Perspektive, mit dem Ziel, die Lebenszyklusanalyse (LCA) und die Lebenszykluskostenanalyse (Life Cycle Cost Assessment, LCCA) europaweit verstärkt einzusetzen.

Inhalt

Inhalt ... 1
Aufbau der Level(s)-Dokumentation ... 2
Wie dieses Indikator-Benutzerhandbuch genutzt werden kann ... 3
Verwendete technische Begriffe und Definitionen ... 4
Einführende Informationen ... 5
Anweisungen zur Verwendung der Indikatoren auf den verschiedenen Ebenen ... 7
Anweisungen für Ebene 1 ... 7
Anweisungen für Ebene 2 ... 10
Anweisungen für Ebene 3 ... 13
Anleitungen und weitere Informationen für die Verwendung des Indikators ... 15
Für die Verwendung von Ebene 1 ... 15
L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 1: Reduzierung des Wasserbedarfs von Sanitärarmaturen ... 15
L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 2: Relative Bedeutung der regionalen Wasserknappheit ... 16
L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 3: Berücksichtigung der Regenwassernutzung und der Wiederverwendung von Grauwasser ... 18
L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 4: Wassereffiziente begrünte Flächen ... 24
L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 5: Potenzielle Messpläne ... 26
Für die Verwendung von Ebene 2 ... 28
L2.2. Schritt 3: Ausfüllen der Zellen in den Spalten G und I: ... 28
L2.2. Schritt 4: (optional) Schätzung des Mindestwasserbedarfs für die Bewässerung ... 29
L2.2. Schritt 5: Einspeisungen zur Regenwassernutzung und Wiederverwendung von Grauwasser ... 32
L2.2. Schritt 7: Vergleich der Ergebnisse für verschiedene Optionen ... 33

Aufbau der Level(s)-Dokumentation

Benutzerhandbuch 1
Einführung in den gemeinsamen Rahmen

Anleitungen und Informationen für potenzielle Nutzer von Level(s)

1. **Wie wird Level(s) verwendet?**
2. **Die gemeinsame Sprache der Nachhaltigkeit**
3. **Wie funktioniert Level(s)?**

Nachhaltig Denken
- Lebenszyklus- und Kreislaufdenken
- Schließung der Leistungslücke
- Nachhaltiger Umbau
- Wertschöpfung durch Umbau

Benutzerhandbuch 2
Aufbau eines Projekts

Planung des Level(s)-Einsatzes für Ihr Projekt und Erstellung der Gebäudebeschreibung

1. **Erstellung eines Projektplans**
2. **Erstellung einer Gebäudebeschreibung**

Benutzerhandbuch 3
Indikator-Benutzerhandbücher

Detaillierte Anweisungen und Anleitungen, wie die einzelnen Indikatoren zu nutzen sind

1.1 **Energieeffizienz in der Nutzungsphase**
1.2. **Erderwärmungspotenzial entlang des Lebenszyklus**

2.1 **Leistungsverzeichnisse, Materialien und Lebensdauern**
2.2. **Bau- und Abbruchabfälle und -materialien**
2.3 **Entwurf für Anpassungsfähigkeit und Umbau**
2.4. **Entwurf für Rückbau, Wiederverwendung und Recycling**

3.1 **Wasserverbrauch in der Nutzungsphase**

4.1. **Raumluftqualität**
4.2 **Zeit außerhalb des thermischen Behaglichkeitsbereichs**
4.3. **Beleuchtung und Sehkomfort**
4.4 **Akustik und Lärmschutz**

5.1. **Schutz der Gesundheit und der thermischen Behaglichkeit der Nutzer**
5.2. **Zunehmendes Risiko extremer Wetterereignisse**
5.3. **Nachhaltige Entwässerung**

6.1. **Lebenszykluskosten**
6.2. **Wertschöpfung und Risikoexposition**

Abbildung 1. Dokumentstruktur von Level(s)

Wie dieses Indikator-Benutzerhandbuch genutzt werden kann

Level(s) ist ein Rahmen von Kernindikatoren der Nachhaltigkeit. Sie können auf Bauprojekte angewendet werden, um über deren Leistung zu berichten und diese zu verbessern. Die unterstützende Dokumentation wurde so gestaltet, dass sie für alle Akteure zugänglich ist, die an diesem Prozess beteiligt sein können.

Wenn Sie noch keine Erfahrung im Hinblick auf die Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden besitzen, empfehlen wir Ihnen, den **ersten Teil des Level(s)-Benutzerhandbuchs** zu lesen. Hier erhalten Sie eine Einführung in die grundlegenden Konzepte hinter Level(s) und wie Sie diese auf ein Bauprojekt anwenden können.

Falls Sie Ihr Bauprojekt noch nicht auf die Verwendung von Level(s) ausgelegt haben, wie beispielsweise durch Anfertigung eines Projektplans und der Gebäudebeschreibung, empfehlen wir Ihnen, den **zweiten Teil des Level(s)-Benutzerhandbuchs** zu lesen.

Dieses Indikator-Benutzerhandbuch gehört zum dritten Teil des Level(s)-Benutzerhandbuchs, in dem Sie Anweisungen zur Verwendung der Indikatoren finden. Es soll Ihnen helfen, den gewählten Indikator auf ein Bauprojekt anzuwenden. Es hilft Ihnen dabei auf folgende Weise:

- **Einführende Informationen:** Dieser Abschnitt bietet einen Überblick über den Indikator, unter anderem mit den folgenden Informationen:
  - ✓ warum Sie die Leistung damit messen sollten,
  - ✓ was er misst,
  - ✓ in welchen Phasen eines Projekts er genutzt werden kann,
  - ✓ die Maßeinheit und
  - ✓ die zugehörige Berechnungsmethode sowie Bezugsnormen.
- **Anweisungen zur Verwendung der Indikatoren auf den verschiedenen Ebenen**: Dieser Abschnitt bietet:
  - ✓ schrittweise Anweisungen für jede Ebene,
  - ✓ Informationen darüber, was für eine Bewertung benötigt wird,
  - ✓ eine Checkliste für das Entwurfskonzept (auf Ebene 1) und
  - ✓ die Berichtsformate.

  Die Anweisungen verweisen oft auf den Abschnitt mit den Anleitungen und weiteren Informationen, der nach den Anweisungen zu finden ist.
- **Anleitungen und weitere Informationen für die Verwendung des Indikators**: In diesem Abschnitt finden Sie weitere Hintergrundinformationen und Leitlinien, die Sie dabei unterstützen, bestimmte Schritte der Anweisungen zu befolgen, einschließlich der auf Ebene 1 eingeführten Entwurfskonzepte und der praktischen Schritte zur Berechnung oder Messung der Leistung auf den Ebenen 2 und 3. Sie alle enthalten Querverweise zu bestimmten Anweisungsschritten auf den Ebenen 1, 2 oder 3.

Dieses Indikator-Benutzerhandbuch ist so aufgebaut, dass Sie, sobald Sie mit der Verwendung des Indikators vertraut sind und wissen, wie Sie damit arbeiten, nicht mehr auf die Anleitungen und Hintergrundinformationen zurückgreifen müssen, sondern nur noch direkt mit den Anweisungen auf der betreffenden Ebene arbeiten.

Verwendete technische Begriffe und Definitionen

Begriff	Definition
Grüne Fassade	Eine vertikale Struktur, die Kletter- oder Hängepflanzen direkt oder indirekt unterstützt, sodass sie an der Struktur nach oben oder unten wachsen. Das Wachstumssubstrat für diese Pflanzen befindet sich bei Kletterpflanzen auf dem Boden, bei hängenden Pflanzen in einem Pflanztrog.
Gründach	Eine begrünte Freifläche, die lose oder in modularer Form auf einer Dachfläche angelegt ist. Gründächer können abhängig von der Tiefe des angebrachten Substrats und der gepflanzten Vegetation als extensiv, halbintensiv oder intensiv klassifiziert werden.
Grüne Wand	Eine vertikale Struktur, die normalerweise mit modularen, vorbepflanzten Platten ausgestattet ist, die wandgebundene Wachstumssubstrate enthalten.
Grauwasser	Häusliches Abwasser, ausgenommen Abwasser aus WCs und Urinalen. Dieser Begriff wird normalerweise für Abwasser aus Spülbecken, Waschbecken, Duschen, Bädern, Waschmaschinen und Geschirrspülmaschinen verwendet. Für häusliches Abwasser aus Duschen, Bädern und Waschbecken kann aufgrund ihrer anlagebedingten geringeren organischen Belastung eine weitere Unterteilung in „leichtes Grauwasser“ verwendet werden.
Bewässerung	Das Verfahren für die Wasserversorgung eines Geländes durch Rohre, Sprinkler oder Kanäle, damit die Vegetation wachsen kann.
Trinkwasser	Wasser, das in seinem ursprünglichen Zustand oder nach Aufbereitung gesund und sauber und damit für den menschlichen Gebrauch zum Trinken, Kochen, zur Nahrungszubereitung und für andere häusliche Zwecke geeignet ist. Der Begriff kann als Synonym für „Leitungswasser“ betrachtet werden.
Regenwassernutzung	Das Sammeln und Speichern von Regenwasser zur teilweisen oder vollständigen Deckung des aktuellen und zukünftigen Wasserbedarfs. Regenwasser wird normalerweise von Dächern gesammelt, kann aber auch von anderen undurchlässigen oder durchlässigen Bodenflächen aufgefangen werden, je nach Verschmutzungsrisiko und beabsichtigter Endnutzung.

Einführende Informationen

Warum die Leistung mit diesem Indikator messen?

Etwa 21 % des gesamten in der EU entnommenen Wassers wird für die öffentliche Versorgung verwendet, der Großteil davon in Gebäuden. Im Durchschnitt verbraucht jeder EU-Bürger 160 l Wasser/Tag direkt. Der Trend zu einer zunehmenden Stadtbevölkerung erhöht den Druck auf die Wasserversorgung in städtischen Gebieten. Der Wasserverbrauch ist außerdem ein Betriebskostenfaktor für Gebäudeeigentümer/Nutzer.

Eine Verringerung des Wasserverbrauchs reduziert die Umweltauswirkungen, die durch die Bereitstellung von Wasser am Bedarfsort entstehen (d. h. durch Wasserentnahme, Aufbereitung und Pumpen durch das Verteilernetz). Im Falle von Warmwasser bietet eine bessere Effizienz auch erhebliche Energieeinsparungen für die Verbraucher. Eine effizientere Wassernutzung verringert den Druck auf die Frischwasserressourcen, insbesondere in Flusseinzugsgebieten, in denen eine anhaltende oder saisonale Wasserknappheit herrscht. In Gebieten, in denen eine Entsalzung für die Wasserversorgung notwendig ist (vor allem in Südeuropa), sind die Kosten und Umweltvorteile einer effizienten Wassernutzung deutlich höher, da für die Aufbereitung dieses Wassers viel mehr Energie benötigt wird.

Die Ziele dieses Indikators sind daher:

- den Nutzern zu ermöglichen, die Hauptursachen des Wasserverbrauchs in Verbindung mit ihrem Gebäude zu erkennen;
- sich der relativen Bedeutung der Wasserknappheit in der Region, in der sich das Gebäude befindet, bewusst zu sein;
- potenzielle Wassereinsparungen beim Gebäudeentwurf durch Regenwassernutzung und Wiederverwendung von Grauwasser abschätzen zu können;
- potenzielle Wassereinsparungen durch die Wahl wassersparender Sanitärarmaturen/-einrichtungen bei der Gebäudeausstattung abschätzen zu können und
- die potenziellen Auswirkungen der Bewässerung von begrünten Flächen abzuschätzen und zu optimieren.

Was misst er?

Gemessen wird der Gesamtwasserverbrauch eines durchschnittlichen Gebäudenutzers, mit der Option, diesen Wert in Trink- und Nicht-Trinkwasser aufzuteilen.

Zu welcher Phase eines Projekts

Ebene	Tätigkeiten, die mit dem Einsatz von Indikator 3.1 verknüpft sind
1. Konzeptioneller Entwurf (nach Entwurfsprinzipien)	✓ Beim konzeptionellen Entwurf werden Informationen bereitgestellt, um die Diskussion und Entscheidungsfindung im Hinblick auf Aspekte des Projekts zu fördern, die sich direkt oder indirekt auf den Verbrauch von Wasser, insbesondere Trinkwasser, während der Nutzung des Gebäudes auswirken.
2. Detaillierter Entwurf und Konstruktion (basierend auf Berechnungen, Nutzungsraten und Belegungsraten)	✓ Während der detaillierten Entwurfs- und der Bauphase kann der Einfluss verschiedener Entwurfsmerkmale und der Anschaffung verschiedener Geräte auf den geschätzten Wasserverbrauch in der Nutzungsphase mithilfe des auf Excel basierenden Wasserrechners von Level(s) ermittelt werden.
3. Informationen über Bestand und Nutzung (basierend auf Produktspezifikationen, Überwachung und Messwerten)	✓ Kenntnisse und Informationen über zirkuläre Entwurfsmerkmale und ihren potenziellen zukünftigen Wert.

Maßeinheit

Der Wasserverbrauch während der Nutzungsphase des Gebäudelebenszyklus wird in der Einheit **m³ pro Nutzer und Jahr** gemessen. Damit ist ein Vergleich von Gebäuden unterschiedlicher Größe und Belegungsrate möglich.

Systemgrenze

Der Indikator konzentriert sich auf die Phase B7 (Wasserverbrauch im Betrieb) des Gebäudelebenszyklus gemäß EN 15978. Dies umfasst den Wasserverbrauch innerhalb des Gebäudes (d. h. als Trinkwasser, für sanitäre Anlagen sowie für Heizung, Kühlung, Lüftung und Befeuchtung) und außerhalb des Gebäudes (z. B. Bewässerung von Grünflächen, Springbrunnen usw.), falls die Außenanwendungen innerhalb des zum Gebäude gehörigen Geländes liegen.

Umfang

Der Umfang für die Schätzung des Wasserverbrauchs in der Nutzungsphase im Rahmen der Ebene-2-Berichterstattung ist je nach Gebäudetyp leicht unterschiedlich.

Tabelle 1. Vergleich der Umfänge für Wohn- und Bürogebäude

	Wohngebäude	Bürogebäude
Sanitäre Einrichtungen	Toiletten, Badarmaturen, Duschen, Badewannen und Küchenarmaturen	Toiletten (inkl. Urinale), Badarmaturen, Duschen und Teeküchenarmaturen.
Wasserverbrauchende Geräte	Geschirrspülmaschinen und Waschmaschinen	-
Anderes*	Bewässerung	Bewässerung, Bodenreinigung, Fensterreinigung

Für reale Zählerwerte für die Ebene-3-Berichterstattung erfolgt eine Messung an allen Wasserverbrauchspunkten im Wasserleitungsnetz. Außerdem besteht die Möglichkeit, den Verbrauch aus anderen Quellen zu berücksichtigen, wie beispielsweise eine Bohrlochentnahme vor Ort, gesammeltes Regenwasser und wiederverwendetes Grauwasser. Es muss auf die Belegungsraten geachtet werden, da sich Ungenauigkeiten hier direkt auf die Ergebnisse für die verwendete Maßeinheit auswirken.

Berechnungsmethode und Bezugsnormen

Die für Ebene 2 verwendete Berechnung ist in einer maßgeschneiderten Excel-Kalkulationstabelle definiert.[1] Das Excel-Arbeitsblatt ist mit Standardbelegungsraten und Standardwerten für den Wasserverbrauch verschiedener wasserverbrauchender Geräte und Sanitärarmaturen/-einrichtungen gefüllt. Diese Standardwerte können in Fällen verwendet werden, in denen der Nutzer nicht über spezifische Daten verfügt. Die Ebene-3-Messungen sollten anhand der tatsächlichen Wasserzählerwerte vorgenommen werden, und es sollten Schätzungen der tatsächlichen Belegungsraten erfolgen.

[1] Spezifische Dokumente für Indikator 3.1 (Word-Datei für Anweisungen und weitere Leitlinien) sowie eine Excel-Datei für die Dateneingabe finden Sie unter: https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau//product-groups/412/documents

Anweisungen zur Verwendung der Indikatoren auf den verschiedenen Ebenen

Anweisungen für Ebene 1

L1.1. Zweck von Ebene 1

Der Schwerpunkt von Ebene 1 liegt darin, die Leser auf 5 äußerst relevante Aspekte für die Reduzierung und Optimierung des Wasserverbrauchs in der Nutzungsphase aufmerksam zu machen, unabhängig davon, ob sie beabsichtigen, Schätzungen auf Ebene 2 vorzunehmen oder reale Zählerstände auf Ebene 3 zu melden. Die Nutzer sollten in der in L1.4 bereitgestellten zusammenfassenden Tabelle kurz beschreiben, wie diese Aspekte von Ebene 1 während der Diskussionen und der Entscheidungsfindung in der Entwurfsphase berücksichtigt wurden (oder nicht).

L1.2. Schrittweise Anweisungen

Diese Anweisungen sollten in Verbindung mit der begleitenden technischen Anleitung für Ebene 1 und den unterstützenden Informationen gelesen werden (siehe Seite 13).

1. Beachten Sie die Checkliste unter L1.4 zu wassereffizienten Entwurfskonzepten und lesen Sie die Hintergrundbeschreibungen in der technischen Anleitung für Ebene 1.
2. Prüfen und identifizieren Sie innerhalb des Entwurfsteams, wie wassereffiziente Entwurfskonzepte in den Entwurfsprozess eingeführt werden können.
3. Sobald das Entwurfskonzept mit dem Kunden abschließend vereinbart ist, halten Sie alle wassereffizienten Entwurfskonzepte fest, die berücksichtigt wurden. Verwenden Sie dazu das L1-Berichtsformat (siehe L1.5).

L1.3. Wer sollte wann beteiligt werden?

In der Entwurfsphase wären die Hauptakteure der Entwurfsarchitekt, der Gebäudeeigentümer und die zuständige Baubehörde, die die Genehmigung für die Bau- oder Umbautätigkeit erteilt. Gegebenenfalls sollte ein Spezialist für die Gestaltung und Planung von neuartigen Vegetationsflächen wie Gründächern und vertikalen Gärten hinzugezogen werden (entweder direkt beim Architekten oder im Unterauftrag des Architekten).

Insbesondere bei größeren Bauvorhaben wird ein Teil des Genehmigungsverfahrens die zuständigen Wasserversorgungsunternehmen einbeziehen, um sicherzustellen, dass ein Anschluss an das Trinkwassernetz und das Abwassernetz hergestellt werden kann. Diese Beteiligung kann auch dann erforderlich sein, wenn bereits Anschlüsse vorhanden sind. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn sich die Belegungsrate deutlich erhöhen wird und Überlaufanschlüsse für Grau- und Regenwasser benötigt werden und geplant sind.

Im weiteren Verlauf des Projekts und je nach Bedarf sind der Bauunternehmer und alle spezialisierten Unterauftragnehmer für die Beschaffung effizienter wasserverbrauchender Geräte/Armaturen verantwortlich, ebenso wie für den Entwurf und den Einbau von Regenwassernutzungssystemen, Systemen für die Wiederverwendung von Grauwasser, die Begrünung von Flächen, Bewässerungssysteme und jede zusätzliche Wassermessung neben dem Anschluss an die Wasserleitung.

L1.4. Checkliste relevanter Entwurfskonzepte

Die folgenden wassereffizienten Entwurfskonzepte wurden aus bewährten Verfahren und der von der Gemeinsamen Forschungsstelle gesichteten Literatur als Anhaltspunkte für die Erzielung einer besseren Leistung abgeleitet.

Entwurfskonzept Ebene 1	Kurzbeschreibung
1. Spezifikation wassereffizienter Sanitäreinrichtungen und -armaturen	Berücksichtigung der Leistungsbereiche bei der Auswahl von Sanitäreinrichtungen und -armaturen (z. B. Durchflussraten von Wasserhähnen und Duschköpfen in l/min, Toilettenspülvolumen in l/Spülung usw.). Heranziehen nationaler oder internationaler Kennzeichnungsschemata.

Entwurfskonzept Ebene 1	Kurzbeschreibung
2. Die Relevanz von Wasserknappheit als maßgeblicher Faktor für die Reduzierung des Wasserbedarfs	Gegenprüfung der Daten des Wassernutzungsindex (WEI+) für das Flusseinzugsgebiet, in dem sich das Gebäude befinden wird, und Vergleich dieser Daten mit anderen europäischen Flusseinzugsgebieten. Ein durchschnittlicher WEI+-Wert im Sommer von > 20 % sollte als sicherer Hinweis auf Wasserknappheit gewertet werden.
3. Untersuchung einer möglichen Verwendung von Nicht-Trinkwasser als Ersatz für den Trinkwasserbedarf	Berücksichtigung des Potenzials des Gebäudes und des Geländes für: – Regenwassernutzung (d. h. Untersuchung der verfügbaren Auffangfläche und der Niederschlagsmuster). – Wiederverwendung von Grauwasser (d. h. Berücksichtigung relevanter Verwendungszwecke wie Toilettenspülung und Bewässerung sowie relevanter Grauwasserquellen wie Duschen und Badezimmerwaschbecken).
4. Wassereffiziente begrünte Flächen	Bei der Entscheidung für oder gegen begrünte Flächen auf dem Gebäudegrundstücksollte berücksichtigt werden, wie die folgenden Aspekte den Wasserbedarf für die Bewässerung reduzieren können: – Auswahl von Pflanzen mit geringem Wasserbedarf. – Verwendung effizienter Bewässerungstechniken. – Staffelung der Vegetation und andere Faktoren, die Mikroumgebungen schaffen können, die die Verdunstungsraten reduzieren.
5. Messplan	Installation mehrerer Zähler vor Ort, um besser überwachen zu können, wo der Wasserverbrauch im Gebäude stattfindet. Auf diese Weise sollen der Aufwand für die Bewässerung und alle Beiträge durch aufgefangenes Regenwasser und wiederverwendetes Grauwasser im Hinblick auf den Gesamtwasserverbrauch besser quantifiziert werden.

L1.5. Berichtsformat

Entwurfskonzept im Hinblick auf den Wasserverbrauch	Berücksichtigt? *(Ja/Nein)*	Wie wurde es in das Bauprojekt eingebunden? *(kurze Beschreibung bereitstellen)*
1. Spezifikation wassereffizienter Sanitäreinrichtungen und -armaturen	Ja	Als Ersatz für die ursprünglichen Toiletten mit 7-Liter-Spülung in den Badezimmern wurde die Verwendung von Toiletten mit geringerem Spülvolumen und zwei Tasten (5-Liter-Vollspülung und 3-Liter-Teilspülung) festgelegt. Alle ursprünglichen Wasserhähne in den Badezimmern hatten einen Durchfluss von 12 l/min und werden durch Wasserhähne mit einem Durchfluss von höchstens 8 l/min ersetzt.
2. Berücksichtigung der Bedeutung der Wasserknappheit in dem Flusseinzugsgebiet, in dem sich das Gebäude befindet	Ja	Das Bauprojekt befindet sich im Flusseinzugsgebiet des Ebro in Spanien mit einem durchschnittlichen WEI+-Wert im Sommer von 30,44 % in den Jahren 2002-2014. Laut dem Excel-Tool von Level(s) liegt dieses Gebiet auf Platz 10 der 105 wasserärmsten Flusseinzugsgebiete in Europa. Somit ist Wasserknappheit definitiv ein maßgeblicher Aspekt für die Reduzierung des Wasserverbrauchs.
3. Potenzial der Regenwassernutzung und Wiederverwendung von Grauwasser	Ja	Die Wiederverwendung von Grauwasser (aus Waschbecken im Badezimmer) wurde nur für die Bewässerung in Betracht gezogen. Das Potenzial der Regenwassernutzung ist gering, aber alles Regenwasser, das auf das Dach oder auf befestigte Flächen fällt, wird in den Sammelbehälter für die Bewässerung geleitet.

Entwurfskonzept im Hinblick auf den Wasserverbrauch	**Berücksichtigt?** ***(Ja/Nein)***	**Wie wurde es in das Bauprojekt eingebunden?** ***(kurze Beschreibung bereitstellen)***
4. Berücksichtigung der Aspekte im Hinblick auf die Wassereffizienz in allen begrünten Bereichen	Ja	Das Gebäude wird einen Innenhofgarten umfassen, der mit einer Rasenfläche und Blumen bepflanzt wird. Er wird über ein Bewässerungssystem mit geschlossenem Kreislauf gespeist, das auch einen Springbrunnen und ein Zen-Wasserspiel versorgt. Es ist eine Sprühbewässerung in den frühen Morgenstunden vorgesehen, mit programmierbarer Zeitsteuerung und Steuerelementen für ein manuelles Eingreifen. Die Grundstücks- und die Parkplatzbegrenzung werden mit einer grünen, an das lokale Klima angepassten Einfassung aus einheimischen Sträuchern und Bäumen mit geringem Wasserbedarf bepflanzt. In diesen Bereichen ist eine unterirdische Tropfbewässerung geplant. Der Detailentwurf soll an Fachberater vergeben werden.
5. Berücksichtigung eines Messplans	Ja	Neben dem normalen Abrechnungszähler für das gesamte Gebäude werden separate Zähler zur Überwachung installiert: (i) für die Grauwasserzuläufe zum Bewässerungssystem; (ii) für die unregelmäßigen Zuläufe von Regenwasser zum Bewässerungssystem und (iii) für alle notwendigen Trinkwasserzuläufe zum Bewässerungssystem.

Anweisungen für Ebene 2

L2.1. Zweck von Ebene 2

Zweck von Ebene 2 ist es, dem Nutzer zu ermöglichen, den Wasserverbrauch pro Person im Gebäude abhängig von den wasserverbrauchenden Einrichtungen, Geräten und bewässerten Flächen zu schätzen. Dazu wird ein auf Excel basierender Rechner verwendet. Die Minimierung des Trinkwasserverbrauchs kann durch die Spezifikation effizienterer Einrichtungen und Geräte sowie durch Regenwassernutzung und/oder Wiederverwendung von Grauwasser bewertet werden.

L2.2. Schrittweise Anweisungen

Diese Anweisungen sollten in Verbindung mit der begleitenden technischen Anleitung für Ebene 1 und den unterstützenden Informationen gelesen werden (siehe Seite 24).

1. Laden Sie den Wasserrechner von Level(s) herunter.
2. Ermitteln Sie den durchschnittlichen sommerlichen WEI+-Wert (ein Maß für Wasserknappheit) im Arbeitsblatt „*L2 estimate*“ (L2-Schätzung), indem Sie das Land (Zelle B1) und das Flusseinzugsgebiet (Zelle B2) auswählen, in dem sich das Gebäude befindet.
3. Füllen Sie die grünen Zellen in den Spalten G und I (bei Bürogebäuden auch in den Spalten J und L) aus, um Schätzungen des Gesamtwasserverbrauchs der Sanitäreinrichtungen und wasserverbrauchenden Geräte zu erstellen.
4. Wenn es begrünte Flächen gibt, die bewässert werden sollen, verwenden Sie das Arbeitsblatt „*Irrigation Calc.*“ (Bewässerungsberechnung) oder geben Sie eine direkte Schätzung von Fachfirmen ein.
5. Wenn Regenwasser aufgefangen oder Grauwasser wiederverwendet werden soll, geben Sie eine Antwort für jede der grünen Zellen in den Spalten M, N und Q ein.
6. Eine vollständige Aufschlüsselung der Ergebnisse wird in den Zellen F21 bis J33 für Wohngebäude (F75 bis J90 für Bürogebäude) ausgegeben. Außerdem wird eine grafische Darstellung des Wasserverbrauchs in den Zellen M33 bis R47 für Wohngebäude (M90 bis R104 für Bürogebäude) bereitgestellt.
7. Wenn es sich bei den erzeugten Ergebnissen nur um eine Option handelt und der Nutzer sie mit anderen Entwurfsoptionen zur Minimierung des Trinkwasserverbrauchs vergleichen möchte, sollten die Zellen von O24 bis O31 für Wohngebäude (O78 bis O87 für Bürogebäude) kopiert und als Werte in das Arbeitsblatt „*L2 comparison*“ (L2-Vergleich) eingefügt werden.

L2.3. Was benötigen Sie für eine Bewertung?

Die folgenden wichtigsten Komponenten werden benötigt:

- ✓ Eine vollständige Level(s)-Gebäudebeschreibung.
- ✓ Der auf Excel basierende Wasserrechner von Level(s).
- ✓ Die Entwurfsdetails, die sich auf wasserverbrauchende Einrichtungen, Armaturen und Geräte beziehen, die im Gebäude verwendet werden sollen.
- ✓ Soweit möglich, weitere Details, die den Wasserverbrauch beeinflussen (z. B. Toilettenspülvolumen, maximale Durchflussraten für Wasserhähne, Größe der bewässerten Flächen usw.). Liegen diese Angaben nicht vor, werden im Rechner Standardwerte vorgeschlagen.

L2.4. Wer sollte wann beteiligt werden?

Die Spezifikation von Sanitäreinrichtungen und -armaturen sollte zwischen dem Gebäudeeigentümer und dem Bauunternehmer abgestimmt werden. Es sollten Armaturen vorgesehen werden, die möglichst mit den in den Wasserrechner eingegebenen Schätzungen übereinstimmen. Können solche Armaturen nicht beschafft werden, sollten die in den Wasserrechner von Level(s) eingegebenen Daten so angepasst werden, dass sie mit den gekauften Einrichtungen/Armaturen übereinstimmen.

Bei architektonisch bedeutsamen Gebäudeelementen, die den Wasserverbrauch betreffen (z. B. Gärten, Gründächer, grüne Wände usw.), sollten der Architekt und Fachberater/Landschaftsgärtner einbezogen werden. Beim Bau und bei der Installation ist es wichtig, dass der Bauunternehmer/Unterauftragnehmer alle relevanten Spezifikationen und Anweisungen kennt. In der Regel ist eine Rücksprache mit den Planungsbehörden erforderlich, um sicherzustellen, dass die lokalen, regionalen oder nationalen Normen eingehalten werden. Möglicherweise muss das örtliche Wasserversorgungsunternehmen gefragt werden, wohin Regen- oder Grauwasserüberläufe geleitet werden sollen.

L2.5. Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicherstellen

Zwischen Entwurfsoptionen für dasselbe Gebäude: Das Arbeitsblatt *„L2 comparison"* (L2-Vergleich) wurde entwickelt, um verschiedene Entwurfsoptionen für dasselbe Gebäude nebeneinander vergleichen zu können.

Zwischen verschiedenen Gebäuden: Nicht alle Gebäude haben bewässerte Bereiche, und es können signifikante andere Nutzungen für einige Gebäude vorhanden sein, für andere dagegen nicht (z. B. einige Büros mit Duschen, einige ohne). Durch Aufschlüsselung der Ergebnisse nach einzelnen Sanitärarmaturen und -einrichtungen usw. sowie durch Normalisierung der Schätzungen auf eine Ebene pro Nutzer ist es möglich, diese Ergebnisse zwischen Gebäuden mit unterschiedlichen Belegungsraten zu vergleichen.

L2.6. Ein Schritt weiter

Die folgenden Schritte können unternommen werden, um die Wasserverbrauchsschätzungen genauer zu machen:

- Holen Sie spezifische Daten zum Wasserverbrauch von den Lieferanten/Herstellern der zu beschaffenden Sanitäreinrichtungen, Armaturen und Geräte ein – idealerweise unter Verwendung von Informationen, die auf Standard-Kennzeichnungsschemata basieren.
- Wenn mehr als eine Variante (z. B. Toiletten mit unterschiedlichem Spülvolumen) im Gebäude installiert werden soll, verwenden Sie ein gewichtetes durchschnittliches Spülvolumen und berücksichtigen Sie bei der Gewichtung, ob bestimmte Toiletten aufgrund des erwarteten Nutzungsverhaltens im Gebäude mehr genutzt werden als andere.
- Wenn Urinale installiert werden sollen, prüfen Sie, ob das Spülsystem automatisch durch eine Zeitschaltuhr, automatisch durch Anwesenheitssensoren oder manuell ausgelöst wird.
- Wenn ein Bürogebäude über Duschanlagen verfügt, berücksichtigen Sie die Wahrscheinlichkeit der Anfahrt mit Fahrrädern, das lokale Klima und die Wahrscheinlichkeit körperlicher Aktivitäten vor Ort (z. B. Kurse für Yoga, Pilates usw.), die sich auf die Nutzungsraten der Duschanlagen vor Ort auswirken können.
- Versuchen Sie, andere wichtige Ursachen für den Wasserverbrauch vor Ort, die nicht genau abgeschätzt werden können (z. B. Kantine, Swimmingpool usw.), separat zu erfassen.

L2.7. Format für den Bericht über die Ergebnisse einer Bewertung

Der Wasserrechner von Level(s) liefert eine detailliertere Aufschlüsselung des Gesamtwertes, die sich für Wohn- und Bürogebäude leicht unterscheidet.

Residential building

Summer WEI+ =	4.09	Total Water Consumption (m^3/o/a)	Of which potable (m3/o/a)	Of which non-potable (m3/o/a)
Sanitary fittings and devices (e.g. toilets, taps, baths and showers).	Toilets	8.54	0.00	8.54
	Bathroom taps	4.19	4.19	0.00
	Showers	24.12	24.12	0.00
	Bath-tub	6.82	6.82	0.00
	Kitchen taps	16.08	16.08	0.00
	Sub-Total	59.75	51.20	8.54
Water using appliances (e.g. dishwashers and washing machines).	Dishwashers	1.54	1.54	0.00
	Washing machines	4.37	4.37	0.00
	Sub-Total	5.91	5.91	0.00
Irrigation	Irrigation	11.49	0.00	11.49
	TOTAL (m^3/o/a)	77.15	57.12	20.04
	TOTAL (%)	100	74.0	26.0

Office building

Summer WEI+ =	4.09	Total Water Consumption (m^3/o/a)	Of which potable (m3/o/a)	Of which non-potable (m3/o/a)
Sanitary fittings and devices (e.g. toilets, taps, baths and showers).	Toilets & urinals	3.75	0.00	3.75
	Bathroom taps	1.88	1.88	0.00
	Showers	1.50	1.50	0.00
	Kitchenette taps	1.50	1.50	0.00
	Sub-Total	8.63	4.88	3.75
Cleaning	Floor cleaning	0.16	0.16	0.00
	Window cleaning	0.02	0.02	0.00
	Sub-Total	0.17	0.17	0.00
Irrigation	Irrigation	11.49	0.00	11.49
Other uses (e.g. fountains, swimming pools, HVAC etc.)	Other-1 (please spe	0.00	0.00	0.00
	Other-2 (please spe	0.00	0.00	0.00
	Other-3 (please spe	0.00	0.00	0.00
	Sub-Total	0.00	0.00	0.00
	TOTAL (m^3/o/a)	20.29	5.05	15.24
	TOTAL (%)	100	24.9	75.1

Abbildung 2. Ausgabe des Wasserrechners von Level(s) für den Indikator 3.1, Wasserverbrauch in der Nutzungsphase

Für Büroreinigung und undefinierte *„andere Verwendungen“* ist ein eigener Eintrag vorhanden. Die Wohngebäude haben einen spezifischen Eintrag für Waschmaschinen und Geschirrspülmaschinen. Die Ausgabe des Rechners liefert ein Ergebnis in gemeinsamen Einheiten für Wohn- und Bürogebäude (in m^3/Nutzer/Jahr).

Anweisungen für Ebene 3

L3.1. Zweck von Ebene 3

Für die Messung des tatsächlichen Wasserverbrauchs muss einfach nur die Wasserrechnung im Jahresverlauf gelesen werden (vorausgesetzt, die Versorgung erfolgt über einen Zähler). Da jedoch die Zählerstände die Belegung nicht berücksichtigen (Einheiten sind m³/Jahr), die Level(s)-Berichte jedoch schon (Einheiten sind m³/Nutzer/Jahr), ist es wichtig, Leitlinien vorzugeben für: (i) Schätzung der Belegungsraten des Gebäudes und (ii) Vergleich von Ebene-2-Schätzungen mit Ebene-3-Messungen.

L3.2. Schrittweise Anweisungen

Es folgt eine Anleitung zur Umrechnung der Zählerstände (in m³/Jahr) in einen durchschnittlichen Verbrauch pro Nutzer (in m³/Nutzer/Jahr). Diese Anweisungen sind vor allem auf Bürogebäude ausgelegt, die gleichen Prinzipien können jedoch allgemein auch auf Wohngebäude angewendet werden:

1. Schätzen Sie die Anzahl der Tage, an denen das Gebäude bei normaler Nutzung belegt ist (z. B. können Büros an Wochenenden und Feiertagen geschlossen sein, Bewohner können in Urlaub fahren).
2. Schätzen Sie die Anzahl der Vollzeitäquivalent-Mitarbeiter im Büro. Dies kann auf der Grundlage von Informationen über Personal und Mitarbeiterverträge erfolgen. Urlaubsansprüche der Mitarbeiter sollten ebenfalls in die Berechnung einbezogen werden. Ein vollzeitäquivalenter Tag wird als 8 Stunden im Büro für eine Person angenommen.
3. Überlegen Sie, ob die Besucherzahlen im Vergleich zu den Büroangestellten signifikant sind. Bei der Bewertung von Besucherzahlen sollte auch das Verhältnis zu Vollzeitäquivalenten berücksichtigt werden (z. B. könnten 4 Besucher, die 2 Stunden bleiben, einer Person entsprechen, die 8 Stunden arbeitet).
4. Berechnen Sie aus den Angaben in den Schritten 2 und 3 die Vollzeitäquivalente der Nutzer im Bürogebäude und geben Sie diese in Zelle E20 (bzw. Zelle E5 für Wohngebäude) des Arbeitsblatts „*L3 measure*“ (L3-Messung) ein.
5. Geben Sie den tatsächlichen Zählerstand (m³/Jahr) in Zelle E21 für Bürogebäude (bzw. Zelle E6 für Wohngebäude) des Arbeitsblatts „*L3 measure*“ (L3-Messung) ein.
6. (optionale Vergleiche) Wenn Nutzer die Ebene-2-Schätzung in einen geschätzten Zählerstand umwandeln möchten, um einen direkten Vergleich mit dem tatsächlichen Ebene-3-Zählerstand vornehmen zu können, müssen sie die geschätzte Belegungsrate ausfüllen (gelbe Zellen D5 oder D20 im Arbeitsblatt „*L3 measure*“ (L3-Messung)). Für Wohngebäude gibt es die zusätzliche Option, die Werte mit den nationalen Durchschnittswerten des Pro-Kopf-Wasserverbrauchs in Haushalten zu vergleichen.

L3.3. Was benötigen Sie für eine Bewertung?

Die folgenden wichtigsten Komponenten werden benötigt:

- ✓ Eine vollständige Level(s)-Gebäudebeschreibung.
- ✓ Zählerstände des Trinkwasserverbrauchs (vom Wasserversorgungsunternehmen) und ggf. Zählerstände des zugeführten Regen- und/oder Grauwassers.
- ✓ Eine Berechnung zur Schätzung der Belegungsrate des Gebäudes (durchschnittliche Vollzeitäquivalente der Nutzer im Gebäude pro Tag).

L3.4. Wer sollte wann beteiligt werden?

Der Gebäudeeigentümer, der Nutzer oder derjenige, der die Wasserrechnung bezahlt, muss die tatsächlichen Trinkwasserverbrauchsdaten über einen Zeitraum von einem Jahr bereitstellen. Der/die Nutzer des Gebäudes sollte(n) für die Schätzung der Belegungsrate verantwortlich sein. Mit diesen Daten kann dann jeder Nutzer die Ebene-3-Messung (in Einheiten von m³/Nutzer/Jahr) durchführen.

Das Wasserversorgungsunternehmen kann möglicherweise zusätzliche Hintergrunddaten über normale Verbrauchsmuster im lokalen oder regionalen Bereich in ähnlichen Gebäudetypen (oder im alten Gebäude im Falle von Umbauprojekten) zur Verfügung stellen.

L3.5. Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicherstellen

Durch die Normalisierung der Wasserzählerstände auf eine Basis pro Nutzer (d. h. m³/Nutzer/Jahr) kann das Ergebnis der Ebene 3 zwischen verschiedenen Gebäuden verglichen werden.

L3.6. Format für den Bericht über die Ergebnisse einer Bewertung

Die Ausgabe des Rechners liefert ein endgültiges Ergebnis in gemeinsamen Einheiten für Wohn- und Bürogebäude (in m³/Nutzer/Jahr). Das Ergebnis wird auch als l/Nutzer/Jahr ausgedrückt, um einen direkten Vergleich mit nationalen Durchschnittswerten für Wohngebäude zu ermöglichen. Im Gegensatz zu den Berichten der Ebene 2 erfolgt keine Aufschlüsselung des Wasserverbrauchs für verschiedene Einrichtungen und Geräte, da die Zählerstände solche Details nicht liefern.

L3 Residential buildings - water consumption

Comparison of L2 and L3 totals for potable water consumption in RESIDENTIAL buildings (m^3/a and m^3/o/a)			
	Level 2 estimate	Level 3 measure	Real reading (L3) as a % of estimate (L2)
Number of occupants	2.0	2.4	
Meter reading (m^3/a)	114.24	185.00	161.9%
Specific consumption rate (m^3/o/a)	57.12	77.08	135.0%
Specific consumption rate (L/o/d)	*156.5*	*211.2*	*135.0%*

	National/ regional average measure	*Level 3 measure*	*Level 3 as a % of national/regional average*
Specific consumption rate (L/o/d)	131	211.2	161.2%

L3 Office buildings - water consumption

Comparison of L2 and L3 totals for potable water consumption in OFFICE buildings			
	Level 2 estimate	Level 3 measure	Real (L3) reading as a % of estimate (L2)
Number of FTE occupants	100.0	125.0	
Meter reading (m^3/a)	504.93	707.30	140.1%
Specific consumption rate (m^3/o/a)	5.05	5.66	112.1%
Specific consumption rate (L/o/d)	*13.8*	*15.5*	*112.1%*

Average potable water consumption in European households (per inhabitant)			
Country		L/o/d	Source
AT	Austria	132	From Fig. 16 of "Europe's water in figures: and oveview of the European drinking water and waste water sectors. 2017 Edition by EurEau
BE	Belgium	95	
CH	Switzerland	142	
CY	Cyprus	149	
CZ	Czech. Republic	79	
DE	Germany	121	
DK	Denmark	106	
EL	Greece	183	
ES	Spain	131	
FI	Finland	149	
FR	France	150	
HU	Hungary	88	
IE	Ireland	127	
IT	Italy	237	
MT	Malta	77	
NL	Netherlands	125	
NO	Norway	200	
PL	Poland	96	
PT	Portugal	183	
RO	Romania	134	
SE	Sweden	160	
SI	Slovenia	103	
SK	Slovakia	59	

Abbildung 3. Screenshot des Berichtsformats für „L3 measure“ (L3-Messung)

Die Anzahl der äquivalenten Nutzer (für Ebene 2 oder 3) ist immer eine Schätzung, sollte aber so genau wie möglich sein. Es ist klar, dass die Differenz zwischen den Schätzungen von Ebene 2 und den Messwerten von Ebene 3 direkt von den Unterschieden in der Belegungsrate beeinflusst wird. Wenn Nutzer diese Unterschiede ausgleichen möchten, könnten sie überprüfen, was passiert, wenn sie die Belegungsraten für Ebene 2 an diejenigen angleichen, die für Ebene 3 berechnet wurden.

Anleitungen und weitere Informationen für die Verwendung des Indikators

Für die Verwendung von Ebene 1

Für drei der Schlüsselkonzepte, die in der Checkliste für das Entwurfskonzept von Ebene 1 eingeführt wurden, werden zusätzliche Hintergrundanleitungen und Erklärungen bereitgestellt:

- L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 1: Überlegung, wie der Wasserbedarf von Sanitärarmaturen reduziert werden kann
- L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 2: Informationen über Wasserknappheit im Kontext des Gebäudestandorts
- L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 3: Berücksichtigung der Regenwassernutzung und der Wiederverwendung von Grauwasser
- L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 4: Berücksichtigung von Vegetation auf der/den Gebäudeoberfläche(n)
- L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 5: Potenzielle Messpläne

L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 1: Reduzierung des Wasserbedarfs von Sanitärarmaturen

Die drei Hauptursachen für den Wasserverbrauch in Gebäuden haben alle mit Sanitärarmaturen zu tun: Toiletten, Duschen/Bäder und Bad-/Küchenarmaturen.

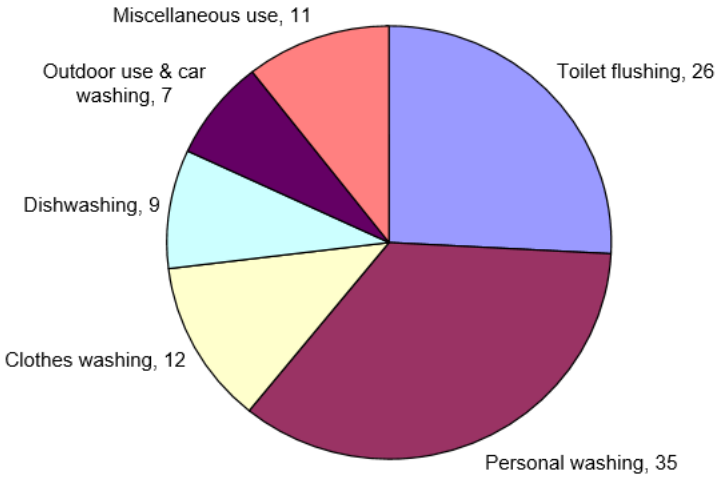


Abbildung 4. Aufteilung des Wasserverbrauchs in Haushalten in England und Wales

Quelle: Umweltagentur, 2010[2].

In Wohngebäuden macht die Nutzung von Toiletten, Badarmaturen und Duschen etwa 61 % des gesamten Wasserverbrauchs im Haushalt aus. Eine Überprüfung von Produkten, die auf der Website des European Water Label[3] aufgeführt sind, zeigt die folgenden Leistungsbereiche von Wasserhähnen, Duschen, Badewannen, Urinalen und Toiletten.

Tabelle 2. Leistungsbereiche, die im European-Water-Label-Katalog angegeben sind

Produkttyp	Anzahl der Produkte (Sept. 2020)	Am effizientesten	Am wenigsten effizient	Allgemeiner Leistungsbereich	Allgemeines Verbesserungspotenzial
WC-Anlage	ca. 3700	1,5 l/Spülung	9,0 l/Spülung	2,95-6,0 l/Spülung	Faktor 2

[2] Umweltagentur, 2011. Greywater for domestic users: an information guide.
[3] http://www.europeanwaterlabel.eu/findaproduct.asp?country=&category=4&rating=&manufacturer=&order=2#page=1

Badewanne	ca. 3700	11 l	360 l	80-185 l	Faktor 2,3
Duschregler	ca. 530	4,0 l/Minute	8,0 l/Minute	4,0-8,0 l/Minute	Faktor 2
Duschköpfe	ca. 800	4,0 l/Minute	50,0 l/Minute	6,0-12,0 l/Minute	Faktor 2
Waschbeckenarmatur	ca. 3700	1,3 l/Minute	150,5 l/Minute	4,0-12,0 l/Minute	Faktor 3
Küchenspülenarmatur	ca. 820	1,3 l/Minute	106,4 l/Minute	4,0-12,0 l/Minute	Faktor 3

Für alle oben aufgeführten Produkttypen kann ein Verbesserungsfaktor von mindestens 2 für den spezifischen Wasserverbrauch bei Tätigkeiten im Zusammenhang mit der persönlichen Hygiene und der Toilettenspülung erreicht werden, wenn die im Katalog angegebenen Werte berücksichtigt werden (wobei die im Katalog aufgeführten Produkte mit extrem hohem und extrem niedrigem Verbrauch ignoriert werden).

L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 2: Relative Bedeutung der regionalen Wasserknappheit

Die Verbesserung der Wassereffizienz von Gebäuden durch Entscheidungen beim Entwurf ist in jedem Fall wichtig, weil sie Nutzen für die Umwelt bringen kann. In Gebieten, die unter anhaltender oder saisonaler Wasserknappheit leiden, ist sie jedoch noch wichtiger. Wasserknappheit wird von der EUA unter Verwendung des sogenannten Wassernutzungsindex (Water Exploitation Index, WEI+) gemessen.

Was ist der Wassernutzungsindex (WEI+)?

Das grundlegende konzeptionelle Modell des WEI+-Indikators ist unten dargestellt.

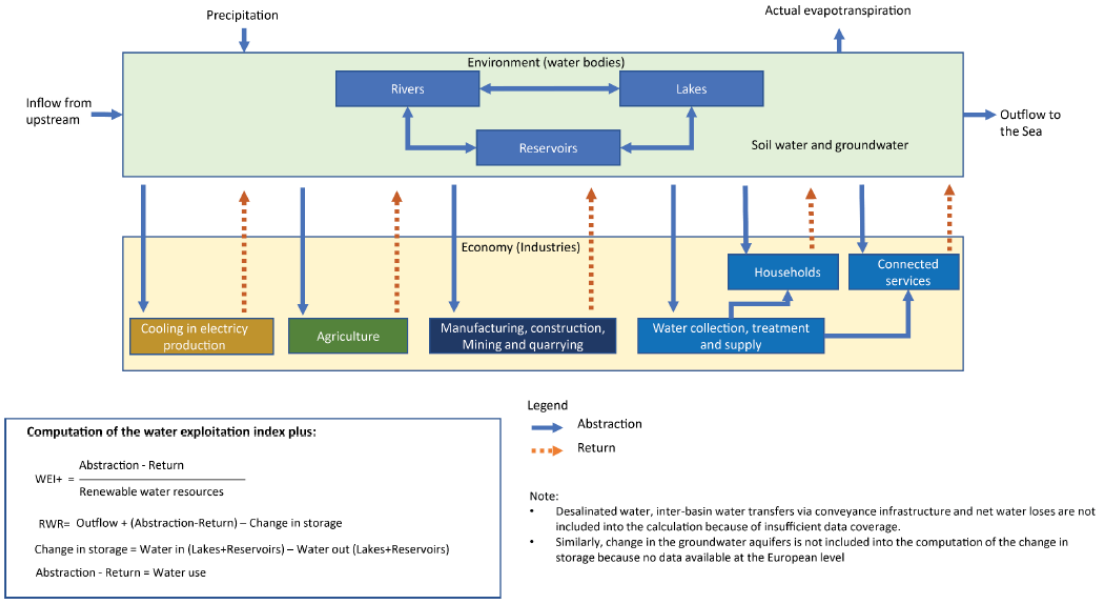


Abbildung 5. Konzeptionelles Modell des WEI+-Indikators

Quelle: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-3/assessment-4

Der WEI+-Wert über einen definierten Zeitraum ist im Wesentlichen die Nettowassermenge, die durch Aktivitäten des Menschen aus einem definierten Flusseinzugsgebiet entnommen wird, dividiert durch die durchschnittlichen erneuerbaren Frischwasserressourcen, die in diesem Einzugsgebiet während dieses Zeitraums vorhanden sind. Die vier Hauptentnahmesektoren sind die Landwirtschaft, die Stromerzeugung, das produzierende Gewerbe und die öffentliche Wasserversorgung. Wasserverbrauch ist ein Teil der öffentlichen Wasserversorgung.

Laut Raskin et al. (1997)[4] leidet das Flusseinzugsgebiet unter Wasserknappheit, wenn die Entnahme durch den Menschen 20 % der Frischwasserressourcen übersteigt. Übersteigt die Entnahme 40 %, wird eine schwere Wasserknappheit angenommen. Die EUA hat eine interaktive Karte der europäischen Flusseinzugsgebiete erstellt, in der die WEI+-Werte farblich gekennzeichnet sind, je nachdem, in welchem Prozentbereich sie liegen.

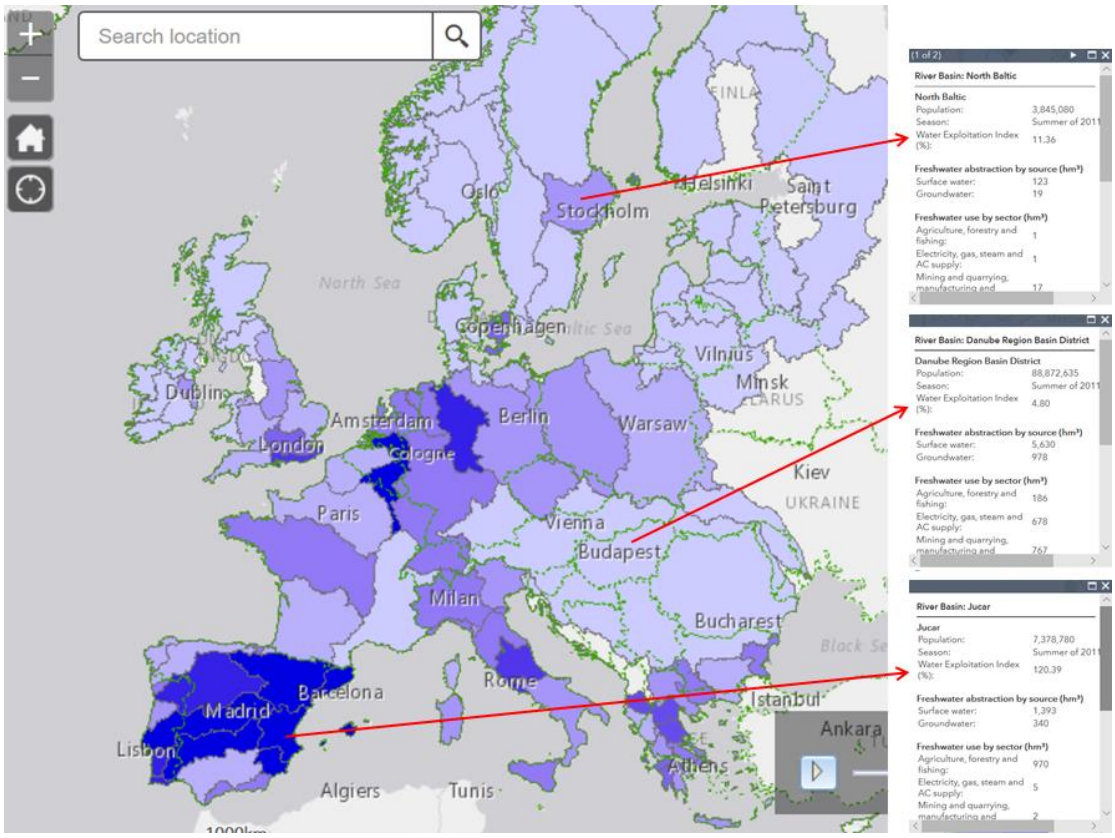


Abbildung 6. Eine Momentaufnahme der WEI+-Karte der europäischen Flusseinzugsgebiete der EUA (Sommer 2011)

Quelle: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-3/assessment-4

In der obigen Abbildung wird deutlich, dass die WEI+-Werte im Sommer 2011 zwischen den verschiedenen Flusseinzugsgebieten stark variieren. Die sommerliche Wasserknappheit ist in den meisten südeuropäischen Flusseinzugsgebieten deutlich höher, insbesondere in Spanien, Griechenland, Zypern und Malta. Sommerliche Wasserknappheit kann jedoch auch in anderen Teilen Europas auftreten, nämlich aufgrund längerer Perioden mit geringen Niederschlägen in Einzugsgebieten, in denen es große landwirtschaftliche Aktivitäten gibt und/oder in denen eine hohe Bevölkerungsdichte in Städten vorliegt.

Der Einfachheit halber ermöglicht der Wasserrechner von Level(s) den Nutzern, den jährlichen durchschnittlichen sommerlichen WEI+-Index für ihr Flusseinzugsgebiet abzulesen, indem sie einfach die relevanten Optionen aus zwei Dropdown-Menüs auswählen. Darüber hinaus wird der spezifische sommerliche WEI+-Wert über 12 Datenjahre (von 2002 bis 2014) gemittelt und mit den anderen 104 Flusseinzugsgebieten, für die durchschnittliche sommerliche WEI+-Werte generiert werden konnten, in eine Rangfolge gebracht (siehe unten).

[4] Raskin, P., Gleick, P. H., Kirshen, P., Pontius, R. G. Jr., Strzepek, K., 1997. Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world. Stockholm Environmental Institute, Schweden.

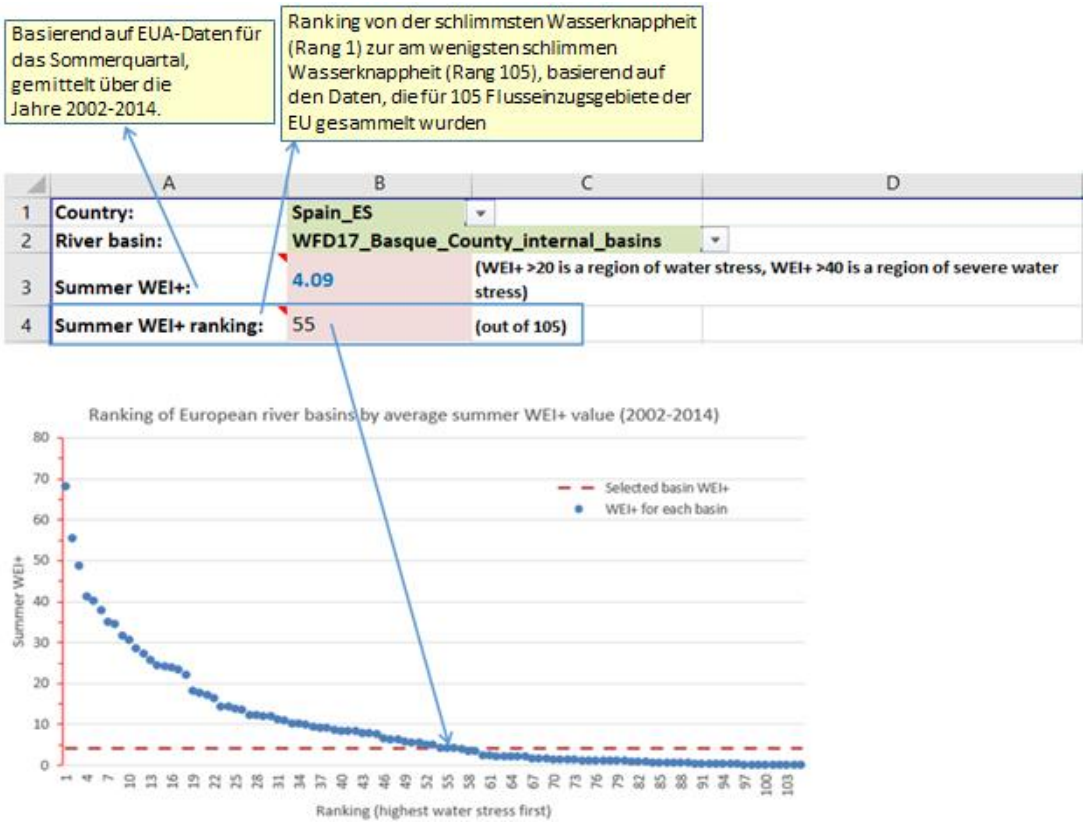


Abbildung 7. Screenshot der Eingabe (Zellen B1 und B2) und Ausgabe (Zellen B3, B4 und die rote Linie in der Grafik) für den WEI+ im Wasserrechner von Level(s)

Für das oben ausgewählte Flusseinzugsgebiet zeigt die Ausgabe des Wasserrechners von Level(s) (auf dem Arbeitsblatt „*L2 estimate*“ (L2-Schätzung)), dass der durchschnittliche WEI+ im Sommer 4,09 % beträgt, was bedeutet, dass das Flusseinzugsgebiet nicht von Wasserknappheit betroffen ist. Im Vergleich zu anderen Flusseinzugsgebieten in Europa liegt es auf Platz 55 von 105. Die Grafik zeigt auch, dass 18 der 105 Flusseinzugsgebiete durchschnittliche sommerliche WEI+-Werte von über 20 % aufweisen (d. h. unter sommerlicher Wasserknappheit leiden).

L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 3: Berücksichtigung der Regenwassernutzung und der Wiederverwendung von Grauwasser

Auch wenn im neuen/umgebauten Gebäude keine Regenwassernutzung oder Wiederverwendung von Grauwasser vorgesehen ist, besteht die Möglichkeit, bei den Bau-/Umbauarbeiten ausreichend Platz in den Versorgungsleitungen für eine zukünftige zusätzliche Verrohrung zu reservieren. Auf diese Weise kann ein zukünftiger Umbau mit relativ wenig zusätzlichen Komplikationen und Unterbrechungen durchgeführt werden. In Anbetracht der potenziell langen Lebensdauer von Gebäuden, möglicher künftiger Veränderungen der regionalen Wasserknappheit und unterschiedlicher Anschauungen potenzieller künftiger Eigentümer/Nutzer ist die Bereitstellung einer Infrastruktur für die künftige Regenwassernutzung und Wiederverwendung von Grauwasser zu unterstützen.

Regenwassernutzung

Die beiden entscheidenden Faktoren, die im Hinblick auf das Regenwassernutzungspotenzial berücksichtigt werden müssen, sind: (i) die jährliche Gesamtregenmenge und (ii) die für die Regenwassergewinnung verfügbare Fläche. Wenn ein Faktor begrenzt ist, muss der andere dies kompensieren, um eine bestimmte Menge Regenwasser zu gewinnen.

Falls die Regenwassernutzung von potenziellem Interesse ist, ist es sinnvoll, die nachfolgend aufgeführten direkten und indirekten Auswirkungen zu berücksichtigen.

Tabelle 3. Mögliche Vorteile und Schwierigkeiten von Anlagen zur Regenwassernutzung und Wiederverwendung von Grauwasser

Mögliche Vorteile	Mögliche Schwierigkeiten
Geringerer Bedarf an Trinkwasser aus der öffentlichen Versorgung – damit verbundene Vorteile für die Umwelt.	Notwendigkeit einer regelmäßigen Inspektion und Wartung von Filtern und Abscheidern für die Erstspülung.
Geringerer Bedarf an Trinkwasser aus der öffentlichen Versorgung – damit verbundene Kostenvorteile.	Notwendigkeit von Tank-/Teich-Volumen zur Speicherung von Regenwasser.
Erhöhtes Potenzial für Wasseranlagen und begrünte Bereiche auf dem Gelände – Vorteile im Hinblick auf Ästhetik, Biodiversität, Wohlbefinden und Verdunstungskühlung.	Regenwasser kann durch Vogelkot verunreinigt werden, stagnieren oder Insekten anziehen, wenn es nicht gefiltert und auf geeignete Weise gespeichert wird.
Reduzierte Regenabflussmengen in natürliche Wasserläufe oder Mischwasserkanäle – reduziertes Hochwasserrisiko oder reduziertes Risiko eines Kanalüberlaufs.	Reduzierte Intensität der regenbedingten Spülung des Hauptabwassernetzes in Gebieten, in denen kombinierte Abwasserkanäle installiert sind.
Wenn Regenwasser auf einem begrünten Dach gespeichert wird, verbesserte Kühlung des Daches an der Außenfläche.	Begrünte Dächer müssen relativ flach sein und erfordern einen sorgfältigen statischen Entwurf, um die unterschiedlichen Lasten und die Wasserdichtigkeit zu berücksichtigen.

Systeme für die Regenwassernutzung benötigen einen geringen technischen Aufwand und können komplett außerhalb des Gebäudes installiert werden (z. B. Sammeln von Wasser vom Dach für die Gartenbewässerung). Außerdem können sie in die Sanitäranlagen des Gebäudes integriert werden, wenn sie als Wasserquelle für die Toilettenspülung genutzt werden können.

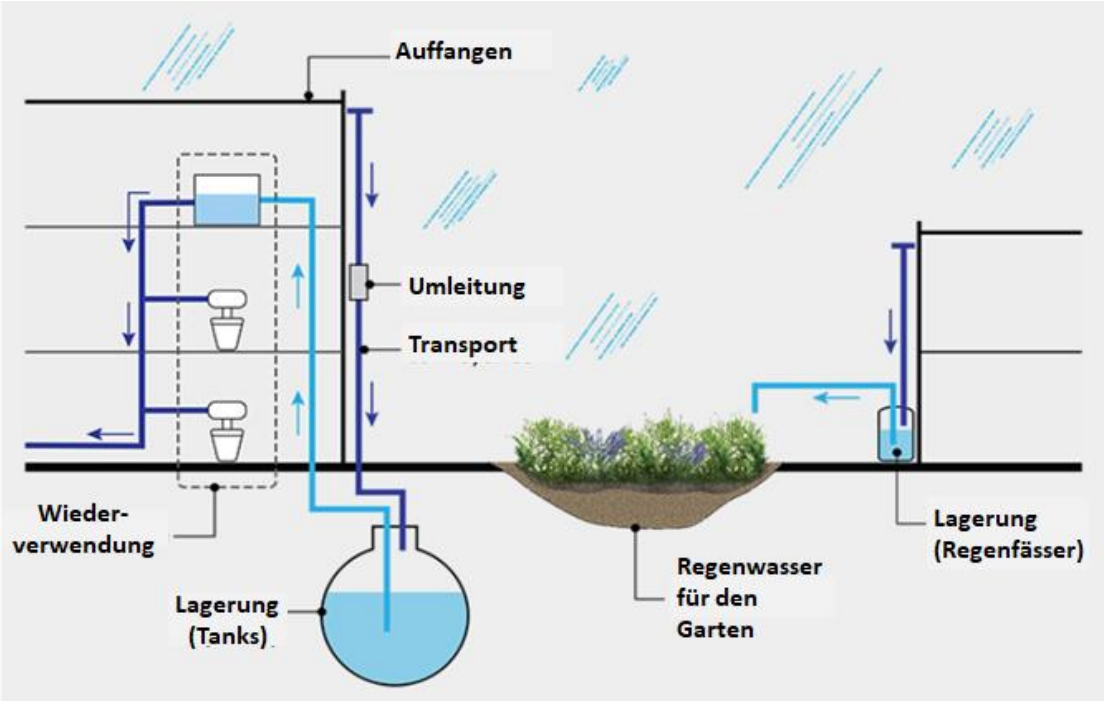


Abbildung 8. Illustration der Regenwassergewinnung für die Toilettenspülung (links) und die Gartenbewässerung (rechts)

Quelle: https://www.next.cc/journey/design/rain-water-harvesting

Regenwasser ist im Allgemeinen frei von Verunreinigungen, aber es kann Staub, Vogelkot und Laubstreu aufnehmen, wenn es über die Sammelflächen fließt. Es gibt keine standardmäßigen Qualitätsanforderungen für aufgefangenes Regenwasser. Wenn es für die Bewässerung oder die Toilettenspülung verwendet wird, kann eine einfache Filterung oder der Einsatz eines First-Flush-Ablaufs genügen. Wird das gesammelte Regenwasser jedoch für andere sanitäre Zwecke verwendet, muss es möglicherweise desinfiziert werden, zum Beispiel durch Bestrahlung mit UV-Licht.

Die Behandlung des Regenwassers kann vor (z. B. Siebung > 1 mm), innerhalb (z. B. Absetzung) oder nach (z. B. Filter und/oder Desinfektion) dem Regenwasserspeicher erfolgen.

Die wichtigsten Entwurfsüberlegungen für die Verwendung von Regenwasser sind in EN 16941-1 dargestellt. Der Standort von Regenwasserspeichern ist eine wichtige Überlegung. Es wird empfohlen, dass das gesammelte Regenwasser immer durch Schwerkraft oder Siphonwirkung zum Sammeltank fließt. Tanks sind normalerweise der teuerste Teil des Sammelsystems. Die Wahl des Materials (z. B. Polyethylen, Metall, Glasfaser, Beton usw.) und ob es sich um einen ober- oder unterirdischen Tank handelt, wirkt sich auf die Kosten aus. Die unterirdische Speicherung ist teurer, lässt aber freien Platz auf dem Gelände, und das gespeicherte Regenwasser unterliegt weniger tageszeitlichen Temperaturschwankungen. Bei kreativeren Lösungen kann die gesamte oder ein Teil der Regenwasserspeicherkapazität in oberirdische Teiche integriert werden.

Die Dimensionierung des/der Speicher(s) hängt davon ab, wie viel Regenwasser gewonnen werden kann und wie viel Trinkwasserbedarf der Planer ersetzen möchte. In Klimazonen mit langen Trockenzeiten sollte die Speicherkapazität idealerweise ausreichen, um den angestrebten Bedarf während der Trockenmonate zu decken. Eine größere Speicherkapazität erhöht jedoch die Kosten.

Die Gewinnung von Regenwasser verringert auch das Risiko von Überschwemmungen in flussabwärts gelegenen Gebieten. Solche Risiken sind in vielen Gebieten durch die Bebauung von Überschwemmungsgebieten und die allgemeine Undurchlässigkeit des Bodens gestiegen. In städtischen Gebieten mit Standardentwässerungssystemen wird das Regenwasser viel schneller von der Oberfläche zum nächsten Wasserlauf befördert als in einem entsprechenden Gebiet auf der grünen Wiese.

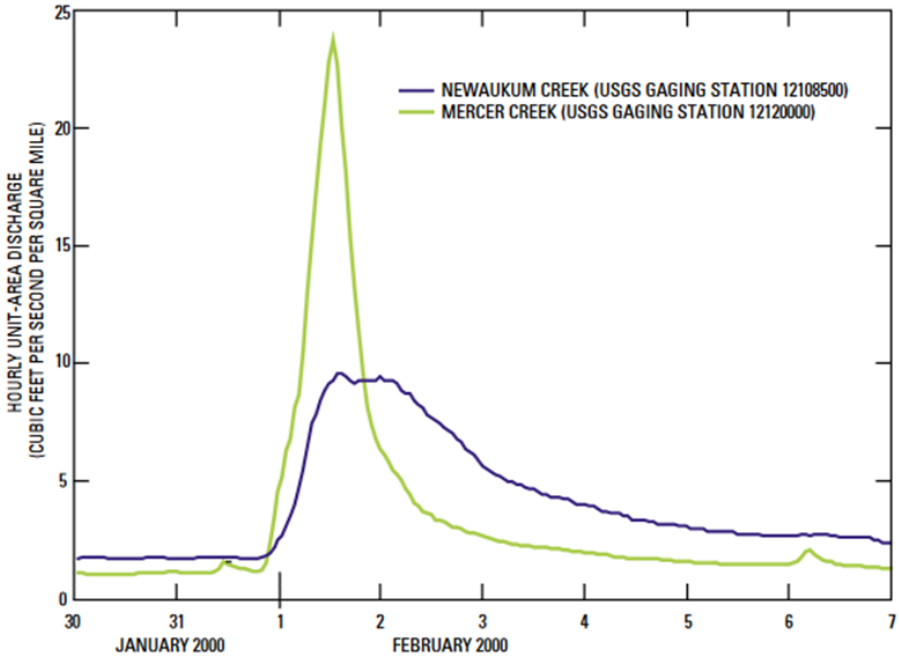


Abbildung 9. Spezifische Abflussraten in einem städtischen Wasserlauf (grün) und einem ländlichen Wasserlauf (violett), die sich im gleichen Gebiet befinden.

Quelle: Konrad, 2003.[5] USGS Fact Sheet FS-076-03. Effects of urban development on floods.

[5] Konrad, C. P., 2003. USGS Fact Sheet FS-076-03. Effects of urban development on floods.

Aufgrund der kurz- bis mittelfristigen Speicherung von Regenwasser im ländlichen Einzugsgebiet wird ein geringerer Spitzenabfluss in die flussabwärts gelegenen Wasserläufe (violette Linie) beobachtet. Daraus ergibt sich ein geringeres Überschwemmungsrisiko für ein einzelnes Niederschlagsereignis oder eine Folge von Ereignissen. Genau dieselbe hydrographische Tendenz wie in der obigen Abbildung kann auf kombinierte Abwasserkanäle (d. h. Kanäle, die sowohl Abwasser als auch Regenwasser sammeln) angewendet werden.

Der Spitzenabfluss in kombinierten Abwasserkanälen ist wichtig, weil Kläranlagen nur auf einen maximalen hydraulischen Durchfluss von Abwasser ausgelegt sind. Wenn dieser Durchfluss überschritten wird, wird der überschüssige Durchfluss in Überlaufbecken abgeleitet, die wiederum in den Anlageneinlauf oder in den nahe gelegenen Wasserlauf zurückfließen. In Einzugsgebieten, in denen Regenwasser gesammelt wird, ist der Spitzenabfluss, der an der Kläranlage ankommt, geringer. Dies reduziert die Wahrscheinlichkeit, dass Abwasser direkt in den örtlichen Wasserlauf überläuft. In extremen Fällen können in einigen Gebieten Teile des Abwassernetzes volllaufen, was zu einem Rückfluss von Abwasser aus Schächten und auf die Straße führt. In Gebieten, in denen das Abwassernetz für solche Rückflüsse anfällig ist, sollten die Regenwassernutzung und die Trennung der Regenwasserabläufe von kombinierten Abwasserkanälen eine Priorität für die lokalen Behörden sein.

In Fällen, in denen die Regenwasserspeicherkapazität überschritten wird, muss eine Überlaufvorrichtung vorhanden sein, um das überschüssige Regenwasser vom Grundstück wegzuleiten (z. B. in einen natürlichen Wasserlauf, Regenwasserkanäle oder das Kanalnetz). Umgekehrt sollte für den Fall, dass die Regenwasserversorgung nicht ausreicht, eine Reserveversorgung mit Trinkwasser oder Nicht-Trinkwasser aus anderen Quellen für die entsprechenden wasserverbrauchenden Einrichtungen und Geräte vorhanden sein.

Wiederverwendung von Grauwasser

Die Wiederverwendung von Grauwasser ist für alle Gebäudetypen relevant, unabhängig von Klima und Gebäudemorphologie. Grauwasser ist im Wesentlichen häusliches Abwasser aus Waschbecken, Duschen, Badewannen, Waschmaschinen, Geschirrspülmaschinen und Küchenspülen. Bei normalen Gebäudenutzungsaktivitäten fällt ständig Grauwasser an. Sobald es jedoch mit dem Spülwasser von Toiletten vermischt wird, kann es nicht mehr als solches betrachtet werden.

Damit die Wiederverwendung von Grauwasser möglich ist, ist es daher notwendig:

- getrennte Sammelnetzwerke für Grauwasser und für anderes häusliches Abwasser zu haben.
- ein System zur Aufbereitung von Grauwasser vor Ort zu installieren.
- ein Verteilernetz bereitzustellen, das das aufbereitete Grauwasser zum Ort der Wiederverwendung führt.

Entwurfsaspekte

Volumetrischer Bedarf und Angebot: Der Bedarf an Grauwasser sollte vorgeben, wie viele Quellen Grauwasser liefern sollten. Die Anzahl und Art der versorgenden Quellen sollte zusammen mit ihrem täglichen Gesamtvolumen, ihrem Nutzungsverhalten und ihrem Spitzendurchfluss berücksichtigt werden.

Grauwasserspeicherkapazität: Die unabhängige Speicherung von unbehandeltem Grauwasser wird nicht empfohlen. Jede Speicherung vor der Aufbereitung sollte direkt an den Zulauf der Aufbereitungsanlage angeschlossen werden. Das erforderliche Speichervolumen für aufbereitetes Grauwasser wird durch das Muster von Nachfrage und Angebot beeinflusst. Als Faustregel gilt jedoch, dass eine Speicherkapazität von nicht mehr als 1 Tag Grauwasservorrat in der Regel ausreichend ist. Für den Abbau eines Überangebots müssen Grauwasserspeicher einen Überlauf haben, der überschüssiges Grauwasser in die Kanalisation oder einen anderen geeigneten Abfluss ableitet. Bei höherem Grauwasserbedarf sollten über installierte Anschlüsse Trinkwassereinleitungen in den Grauwasserspeicher (oder direkt in die das Grauwasser aufnehmenden Einrichtungen oder Geräte) möglich sein.

Organische Belastung des Grauwassers: Organische Stoffe werden von Bakterien verstoffwechselt und können dazu führen, dass das Wasser anoxisch oder anaerob wird und sich Geruchsgase bilden. Die

organische Belastung von Grauwasser aus Küchenspülen und Geschirrspülmaschinen ist höher (aufgrund von Fetten, Ölen und Speiseresten) als die von Grauwasser aus Waschmaschinen, Duschen und Badwaschbecken. Aus diesem Grund sind die bevorzugten Einleitungsquellen für Grauwasser in der folgenden Reihenfolge (niedrigste organische Belastung zuerst): Dusche und Badewannen < Badwaschbecken < Waschmaschinen < Küchenspüle und Geschirrspülmaschinen.

Aufbereitung von Grauwasser: Es gibt eine Vielzahl von Aufbereitungsoptionen, die hier in der Reihenfolge zunehmender Komplexität im Allgemeinen aufgeführt sind:

- Systeme mit direkter Wiederverwendung ohne Behandlung (nur für unterirdische und nicht sprühende Bewässerung empfohlen),
- Kurzrückhaltesysteme mit einfacher Abscheidung und begrenzter Absetzung großer Partikel,
- einfache Filtrations- und Desinfektionssysteme, bei denen Schwebstoffe entfernt werden und die Desinfektion durch Zugabe von Chemikalien und/oder Bestrahlung mit UV-Licht durchgeführt werden kann,
- biologische Systeme, bei denen Bakterien gelöstes organisches Material verstoffwechseln,
- biomechanische Systeme, die nach den gleichen Prinzipien wie biologische Systeme arbeiten, aber zusätzlich eine mechanische Belüftung und die Abtrennung von Feststoffen (z. B. durch Absetzung, Filtration oder Schwimmaufbereitung) beinhalten.

Der Umfang der erforderlichen Aufbereitung ist auch von der Quelle und dem Verwendungszweck des Grauwassers abhängig. Für die Toilettenspülung und die nicht sprühende Bewässerung mit Grauwasser aus Duschen werden weniger Bedenken im Hinblick auf die Aufbereitungsstufe des Grauwassers entstehen als für das Wäschewaschen oder Sprühbewässerungsanwendungen mit Grauwasser aus Küchenspülen.

Während die Verordnung (EU) 2020/741[6] Mindestanforderungen für aufbereitetes kommunales Abwasser vor der Wiederverwendung in der Landwirtschaft festlegt, gibt es für die Wiederverwendung von Grauwasser keine solchen Anforderungen auf EU-Ebene. Alle Qualitätsanforderungen für die Wiederverwendung von Grauwasser sollten auf lokaler, regionaler oder nationaler Ebene geprüft werden (z. B. BS 8525-1[7] im Vereinigten Königreich und verschiedene Vorschriften in Spanien[8]). Im Vereinigten Königreich beispielsweise beziehen sich die Richtwerte für die Überwachung der Leistung von Grauwassersystemen auf E. coli, intenstinale Enterokokken, Legionella pneumophila, gesamtcoliforme Bakterien, Trübung, pH-Wert und Restchlor/Brom.

[6] Verordnung (EU) 2020/741 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Mai 2020 über Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung. ABl. L 177 vom 5.6.2020, S. 32.
[7] BS 8525-1:2010. Greywater Part 1 – a code of practice, siehe www.standardsuk.com
[8] Domenech, L. und Valles, M., 2014. Local regulations on alternative water sources: greywater and rainwater use in the metropolitan region of Barcelona. Investigaciones Geograficas, 61, S. 87-96 ff. DOI: 10.14198/INGEO2014.61.06.

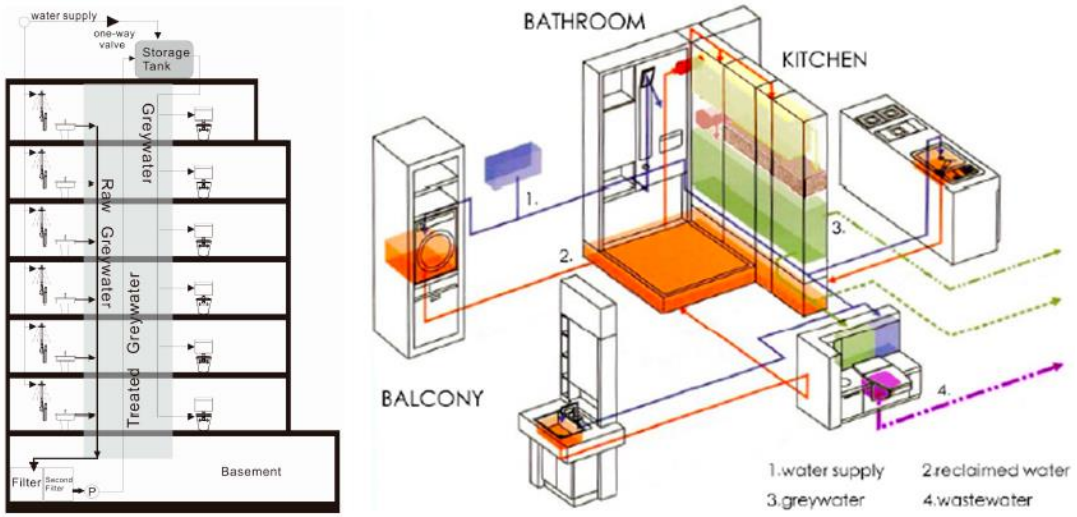


Abbildung 10. Beispiele für ein Grauwassersystem für Mehrfamilienhäuser (links) und Einfamilienhäuser (rechts).

Quelle: Juan et al., 2016.[9]

Bei dem oben gezeigten Ansatz für Mehrfamilienhäuser wird das Grauwasser aus Duschen und Badwaschbecken per Schwerkraft zu einer Grauwasserfilteranlage im Keller geleitet. Das gefilterte Grauwasser wird dann in einem Sammelbehälter aufgefangen und zu einem Speichertank für aufbereitetes Grauwasser im Dachgeschoss oder Dachbereich des Gebäudes gepumpt. Von diesem Tank aus wird das Grauwasser ausschließlich per Schwerkraft zu den Toiletten im Gebäude geleitet. Der Sammelbehälter im Keller, die Pumpe und der Speicher auf dem Dachboden müssen sorgfältig dimensioniert werden, um sicherzustellen, dass im Normalfall genug Grauwasser vorhanden ist, um den gesamten Bedarf der Toilettenspülung oder einen Großteil davon zu decken. Wenn die Grauwasserversorgung den Bedarf für die Toilettenspülung übersteigt (z. B. wenn die Bewohner lange duschen und Toiletten mit geringem Spülvolumen verwenden), sollte eine sekundäre Verwendung für den überschüssigen Grauwasserüberlauf gesucht werden (z. B. Bewässerung von Gemeinschaftsgärten oder regelmäßige Straßenreinigung). Während das zentrale System für Mehrfamilienhäuser relativ einfach und platzsparend ist, könnte argumentiert werden, dass es nicht energieeffizient ist, wenn das Grauwasser zunächst vom obersten Stockwerk in den Keller fließt, bevor es wieder in den Dachbereich gepumpt wird. Dies könnte beträchtliche Auswirkungen auf den mit dem Wasserverbrauch verbundenen CO_2-Fußabdruck haben.[10]

Im obigen Beispiel für ein Einfamilienhaus erfolgt die Trinkwasserversorgung über die blaue Leitung zu Dusche, WC, Waschbecken, Küchenspüle und Waschmaschine. Das Grauwasser aus der Dusche, dem Waschbecken, der Küchenspüle und der Waschmaschine wird per Schwerkraft über die orangefarbenen Leitungen zu einem unterirdischen Grauwassersammelschacht geleitet. Von dort wird es durch ein vertikales, stehendes Filtersystem gepumpt, wodurch aufbereitetes Grauwasser (grüne Leitung) entsteht, das der Toilette und anderen potenziellen Abnehmern (z. B. Bewässerung) zugeführt wird. Toilettenspülungen werden über die violette Leitung in den Abwasserkanal geleitet.

Eine geeignete Kennzeichnung von Leitungen und Werten wird für die Installation jeder Grauwassernutzungsanlage dringend empfohlen. Für Grauwasserspeicher gelten die gleichen Kostenargumente wie für Regenwasserspeicher. Die Speicherkapazität für Regenwasser sollte jedoch viel größer sein als die für Grauwasser. Die Argumente dafür sind die regelmäßige Produktion von Grauwasser, die Bedenken, dass Grauwasser anaerob wird, und die Notwendigkeit, die Regenwasserversorgung für längere Trockenperioden zu optimieren.

[9] Juan, Y.-K., Chen, Y., Lin, J.-M., 2016. Greywater reuse system design and economic analysis for residential buidings in Taiwan. Water, 8, 546; DOI: 10.3390/w8110546.
[10] Umweltagentur 2010. Energy and carbon implications of rainwater harvesting and greywater recycling. Report SC090018. ISBN: 978-1-84911-198-0.

L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 4: Wassereffiziente begrünte Flächen

Für bewachsene Flächen wird Bewässerungswasser benötigt, um Wasser aufzufüllen, das durch **Evapotranspiration** verloren geht. Dieser Begriff beschreibt die Wasserverluste durch **Evaporation** (Verdunstung) aus dem Boden und durch **Transpiration** der Pflanzen. Die Evaporationsraten hängen von den klimatischen Bedingungen ab, wie beispielsweise Windgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit, Luft- und Bodentemperatur. Die Transpirationsraten hängen sehr stark von der jeweiligen Pflanzenart, ihrer Anatomie, Physiologie und Biochemie ab, die wiederum bestimmen, wie sie auf die gegebenen Umweltbedingungen reagiert.

Pflanzen transpirieren Wasser, da dies das Medium ist, über das mineralische Nährstoffe von den Wurzeln aufgenommen, durch die ganze Pflanze (über das Xylem) transportiert und über spezielle Poren in den Blättern/Sprossen und Blüten, die sogenannten *„Spaltöffnungen"*, an die Luft abgegeben werden. Die Abgabe von Wasser durch Transpiration erzeugt einen Druckabfall, der notwendig ist, damit weiteres Wasser von den Wurzeln aufgenommen werden kann. Der Wasserbedarf von bewachsenen Flächen hängt von einer Reihe von Faktoren ab, die sich grob wie folgt gruppieren lassen:

- Pflanzenart: Die Wassermenge, die zur korrekten Aufrechterhaltung der physiologischen Funktionen der Pflanze erforderlich ist. Unter jeweils bestimmten Bedingungen benötigt eine Pflanzenart mehr oder weniger Wasser als eine andere. Dies ist im Wesentlichen der Wasserbedarf der Pflanze.
- Unterirdische Faktoren: Z. B. die Wasseraufnahmekapazität des Bodens, die Bodendecke, die Bodentemperatur und die Bodendurchlässigkeit.
- Oberirdische Faktoren: Grundlegende mikroklimatische Bedingungen wie Exposition gegenüber Wind, Sonnenlicht, anderen Wärmequellen und Feuchtigkeit.
- Effizienz des Bewässerungssystems: Diese hängt davon ab, wie präzise das Wasser an den Ort des Bedarfs (d. h. in den Boden um die Pflanzenwurzeln) geleitet wird.

Diese Faktoren wirken auch in Kombination. Wird beispielsweise um 15 Uhr nachmittags eine Sprühbewässerung eingesetzt, verringert sich die Effizienz der Bewässerung, da ein gewisser Anteil des Wassers die Pflanzenwurzeln nicht erreicht und die Verdunstungsrate des Wassers steigt, da es zur heißesten Zeit des Tages versprüht wird.

Auswahl der Pflanzenarten

Die sorgfältige Auswahl von Pflanzen, die gut an das lokale Klima angepasst sind, bedeutet, dass sie wahrscheinlich keine zusätzliche Bewässerung benötigen. Die natürlichen Schwankungen der Niederschläge im Laufe der Jahreszeiten sollten für einheimische Pflanzen die meiste Zeit über ausreichen. Möglicherweise ist nur eine zeitweise Bewässerung während längerer Trockenperioden erforderlich.

Besonders in Gebieten mit geringen jährlichen Niederschlägen könnten die Prinzipien des wassersparenden Anbaus, des sogenannten Xeriscapings, angewendet werden. Xeriscaping ist ein Begriff, der allgemein für die Landschaftsgestaltung mit Pflanzen mit geringem oder sehr geringem Wasserbedarf verwendet wird. Es ist zu beachten, dass sich Flächen, die nach dem Xeriscaping-Prinzip bebaut sind, aus ästhetischer Sicht deutlich von stärker bewässerten Flächen, wie z. B. einem Rasen, unterscheiden können. Solche Pflanzen sind besonders in mediterranen Klimazonen relevant, wo eine Reihe von Pflanzenarten mit geringem Wasserbedarf dahingehend betrachtet wurde.[11]

Unabhängig davon sollten sich die Nutzer bewusst sein, wie unterschiedlich der Wasserbedarf bei verschiedenen Pflanzentypen (z. B. Bäume, Sträucher, Kriechpflanzen, Rasengräser, mehrjährige Stauden, einjährige Blüh- und Beetpflanzen usw.) und einzelnen Arten innerhalb jedes Pflanzentyps ist. Eine Methode zur Bestimmung des Wasserbedarfs von Pflanzen, speziell für den Landschaftsbau, ist

[11] Baltzoi, P., Fotia, K., Kyrkas, D., Nikolaou, K., Paraskevopoulou, A. T., Accogli, A. R., Karras, G., 2015. Low water-demand plants for landscaping and agricultural cultivations – a review regarding local species of Epirus/Greece and Apulia/Italy. Agriculture and Agricultural Science Procedia 4, S. 250-260.

dargelegt in: *„ANSI/ASABE S623.1: Determining landscape plant water demands*“, veröffentlicht von der American Society of Agricultural and Biological Engineers im Jahr 2017.

Wenn große Pflanzenarten gepflanzt werden sollen, muss der Platzbedarf für eine ordnungsgemäße Wurzelverankerung eingehalten werden. Außerdem muss auf mögliche Konflikte zwischen den Wurzelsystemen, der nahe gelegenen Infrastruktur und den nahe gelegenen befestigten Flächen geachtet werden, um allen drei gerecht zu werden. Zahlreiche entsprechende Überlegungen werden von Watson et al. (2014)[12] vorgestellt.

Unterirdische Faktoren

Beim konzeptionellen Entwurf sollte auf Aspekte wie undurchlässige Auskleidungen in Beetbereichen geachtet werden, in denen eine Vegetation angelegt werden soll. Der Vorteil wäre hier, dass das Wasser bei übermäßiger Bewässerung oder Regenfällen nicht verloren geht, sondern an eine gewünschte Stelle weitergeleitet oder im Bodenprofil zurückgehalten werden kann. Die Einarbeitung von organischem Material in den Boden verbessert dessen Wasserrückhaltevermögen. Das Aufbringen einer Mulchschicht an der Oberfläche (z. B. eine Schicht aus Rindenschnitzeln, Kiefernnadeln, Grasschnitt, Laub und/oder Stroh) sorgt für die Zufuhr organischer Substanz, die regelmäßig nachgefüllt werden kann. Außerdem dient sie dazu, Verdunstungsverluste aus dem darunter liegenden Boden zu verringern.

Oberirdische Faktoren

Die Lage der begrünten Flächen kann im konzeptionellen Entwurf berücksichtigt werden. Um die Bodenverdunstung möglichst gering zu halten, sollten mikroklimatische Faktoren wie Windbarrieren (z. B. durch Wände), der potenzielle Wärmeinseleffekt und die Exposition gegenüber direkter Sonneneinstrahlung berücksichtigt werden. Auch die Staffelung von Vegetation (z. B. Sträucher oder Gras unter Bäumen) sollte berücksichtigt werden. Neben der Verwendung einer oberflächlichen Mulchschicht können auch diese Faktoren dazu beitragen, die Bodenerosion zu verringern.

Effiziente Bewässerungssysteme

In der Phase von Ebene 1 reicht es aus, die unterschiedliche Effizienz verschiedener Bewässerungstechniken zu betrachten. Welche Technik am besten geeignet ist, ist zum Teil davon abhängig, wie gleichmäßig die Wasserverteilung sein muss. Zum Beispiel hat Rasen eine dichte, aber flache Wurzelzone, die gleichmäßig über die bepflanzte Fläche verteilt ist. Die einfachste Methode, die gesamte Fläche abzudecken, ist die Sprühbewässerungstechnik. Diese ist jedoch nicht sehr gleichmäßig in ihrer Verteilung. Häufig wird versucht, die fehlende Gleichmäßigkeit zu kompensieren, indem die abgedeckte Fläche vergrößert wird, mehr Sprühpunkte verwendet oder die Bewässerungszeiten verlängert werden. All dies führt zu einem höheren spezifischen Bewässerungswasserverbrauch. Für größere Pflanzen mit tieferen und umfangreicheren Wurzelsystemen ist die Gleichmäßigkeit nicht wichtig. Für sie eignet sich eine unterirdische Tropfbewässerung.

Um die Effizienz des geplanten Bewässerungssystems bewerten zu können, sollte die Möglichkeit von Steuerelementen vorgesehen werden, die abhängig von dem beobachteten Zustand der Vegetation und des Bodens leicht umprogrammiert werden können. Ebenfalls von Vorteil wären Steuerungsfunktionen wie Bodenfeuchtesensoren oder eine Niederschlagsüberwachung, um automatisch zu bestimmen, ob eine Bewässerung an einem bestimmten Tag tatsächlich notwendig ist[13] (z. B. keine Bewässerung nach einem Gewitter im Sommer). Andere Funktionen, die die Bedienbarkeit des Systems verbessern können, wie z. B. Siebe/Filter, elektrisch betätigte Ventile, Rückschlagventile, Druckentlastungsventile, Entlüftungsventile und Ablass-/Spülventile, sollten beim konzeptionellen Entwurf berücksichtigt werden.

Es gibt verschiedenste Arten von Bewässerungssystemen, die alle eine spezifische Bewässerungseffizienz haben können. Ganz allgemein gesagt können die folgenden Systeme in Betracht gezogen werden:

---

[12] Watson, G. W., Hewitt, A. M., Custic, M., Lo, M., 2014. The management of tree root systems in urban and suburban settings II: A review of strategies to mitigate human impacts. Arboriculture & Urban Forestry, 40(5) S. 249-271.

[13] Myriounis, C., Tsirogiannis, I. L., Malamos, N., Barouchas, P., Babilis, D. I., Chalkidis, I., 2015. Agricultural and urban green infrastructure irrigation systems auditing – A case study for the region of Epirus. Agriculture and Agricultural Science Procedia 4, S. 300-309.

- Tropfbewässerung über unterirdische Rohre.
- Tropfbewässerung über oberirdische Rohre.
- Bubbler und Mikro-Sprinkler.
- Sprinkler (stationärer Typ, Pop-Up-Typ, Rotationstyp, mit unterschiedlichen Betriebsdrücken).

Die Wahl des Sprinklersystems hängt davon ab, wie die Vegetation angeordnet ist und welche Bedeutung der Wassereffizienz beigemessen wird. Es können verschiedene Bewässerungssysteme für dieselbe Grünfläche verwendet werden, wobei jedes System auf unterschiedliche Bereiche abzielt.

Neuartige begrünte Flächen

Die Einbindung von Vegetation in das Gebäude kann auch an vertikalen Flächen (begrünte Wände oder begrünte Fassaden) und auf dem Dach des Gebäudes (Gründächer) erreicht werden. Solche begrünten Flächen können eine attraktive visuelle Wirkung erzielen, die Überhitzung des Gebäudes durch Verdunstungskälte reduzieren und die Qualität der Umgebungsluft verbessern. Diese Entwurfsmerkmale werden unter Indikator 5.1 ausführlicher behandelt. Sie werden hier jedoch erwähnt, weil sich die dafür erforderlichen Mittel zur Bewässerung und die spezifischen Bewässerungsraten erheblich von denjenigen für normale begrünte Flächen am Boden unterscheiden können.

L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 5: Potenzielle Messpläne

Ein gängiges Sprichwort in Managementkreisen lautet: *„Wenn man es nicht messen kann, kann man es nicht verwalten“.* Dies ist zwar keine allgemeine Wahrheit, kann aber durchaus auf den Wasserverbrauch in Gebäuden angewendet werden.

Der Wasserrechner von Level(s) ermöglicht es dem Nutzer, die verschiedenen Punkte des Wasserverbrauchs bis auf die Ebene der einzelnen Sanitärarmaturen pro Person zu definieren. In der Realität verfügen die meisten Gebäude häufig jedoch nur über einen einzigen Wasserzähler und unternehmen keinen Versuch, die Belegungsrate zu schätzen oder zu überwachen.

Wenn es also darum geht, Schätzungen mit realen Zählerständen zu vergleichen, können die folgenden unterschiedlichen Situationen entstehen:

- Die abgelesenen Messwerte (Ebene 3) stimmen tatsächlich gut mit den Schätzungen (Ebene 2) überein, weil die Schätzungen für alle wasserverbrauchenden Aktivitäten sehr genau waren.
- Die abgelesenen Messwerte stimmen tatsächlich gut mit den Schätzungen überein, denn obwohl einige Schätzungen zu hoch waren, waren andere zu niedrig, sodass sie sich anschließend ausgeglichen haben.
- Die abgelesenen Messwerte sind viel höher/niedriger als die Schätzungen, weil die Schätzungen zu niedrig/zu hoch waren.
- Die abgelesenen Messwerte sind viel höher/niedriger als die Schätzungen, weil die geschätzte Belegungsrate zu niedrig/zu hoch war.

Damit die Schätzungen genau mit den realen abgelesenen Messwerten übereinstimmen, muss beachtet werden, dass die Schätzungen auf Ebene 2 in Einheiten von m^3/Nutzer/Jahr angegeben werden, die real abgelesenen Messwerte dagegen Zahlen in Einheiten von m^3/Jahr liefern. Der fehlende Umrechnungsfaktor ist die Belegungsrate.

Für Bürogebäude sollte diese geschätzt und in Form von Vollzeitäquivalenten (d. h. 8 Stunden pro Tag) gemessen werden. Bei Wohngebäuden sollte er in Bezug auf die Vollzeitbewohner geschätzt werden. Es muss versucht werden, Besucher und Gäste zu berücksichtigen, wenn diese Zahlen im Vergleich zu den normalen Gebäudenutzern signifikant sind.

Weitere Komplikationen können in Bürogebäuden in Fällen auftreten, bei denen nur ein Teil des Gebäudes für die Nutzung als Büro vorgesehen ist, während andere Teile für andere Aktivitäten genutzt werden (z. B. ein Restaurant oder eine Cafeteria im Erdgeschoss). In solchen Fällen wäre es am besten,

wenn die Messung des Wasserverbrauchs zumindest für die Cafeteria-Küche separat erfolgen würde. Eine weitere offensichtliche Anwendung für eine separate Messung wäre die Bewässerung, da diese in keiner Weise mit der Belegungsrate zu tun hat und stattdessen vom täglichen Wetter abhängig ist. Ebenso wäre eine separate Zählung für Swimmingpools in Wohngebäuden sinnvoll.

Unabhängig vom Grad der Übereinstimmung zwischen Schätzungen und realen Messwerten kann auch eine detaillierte Zwischenmessung Gebäudeverwaltern und Nutzern helfen, ihren tatsächlichen Wasserverbrauch besser zu verstehen und zu optimieren. Eine fortschrittliche Zwischenmessung des Wasserverbrauchs in Gebäuden ist durch den Einsatz von Zählern mit drahtloser Meldung an ein webbasiertes Portal mit Benutzeroberfläche möglich. Eine solche Messung informiert nicht nur sehr viel detaillierter über den Wasserverbrauch in Echtzeit, sondern kann auch dabei helfen, Leckagen zu erkennen, wenn es einen offensichtlichen Wasserverbrauch in verbrauchsfreien Zeiten gibt.

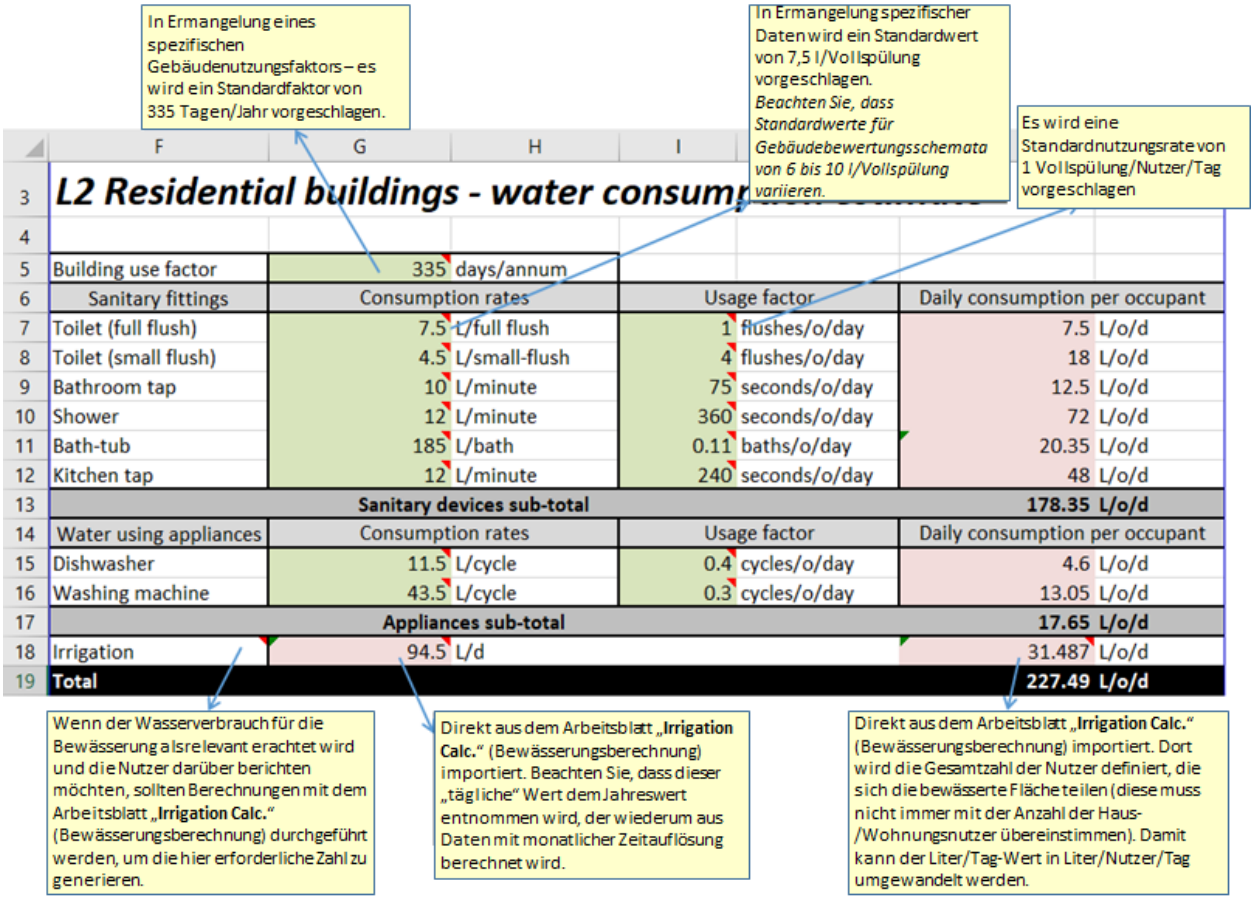
Für die Verwendung von Ebene 2

In diesem Abschnitt der Anleitung werden zusätzliche Hintergrunderklärungen und -informationen bereitgestellt, um die Verwendung der Anweisungen für Ebene 2 zu unterstützen. Die folgenden Schritte in den Anweisungen werden speziell berücksichtigt:

- L2.2. Schritt 2: Bestimmung eines durchschnittlichen sommerlichen WEI+ (siehe Anleitung zu L1.4. Checkliste Entwurfskonzept 2)
- L2.2. Schritt 3: Ausfüllen der Zellen in Spalte G und I (und J und L für Bürogebäude) im Wasserrechner von Level(s)
- L2.2. Schritt 4: (optional) Schätzung des Mindestwasserbedarfs für die Bewässerung
- L2.2. Schritt 5: Einspeisungen zur Regenwassernutzung oder Wiederverwendung von Grauwasser
- L2.2. Schritt 7: Vergleich von Entwurfsoptionen nebeneinander

L2.2. Schritt 3: Ausfüllen der Zellen in den Spalten G und I:

Die Zellen, die vom Nutzer ausgefüllt werden müssen, sind im Wasserrechner von Level(s) grün hervorgehoben. Die Zellen, die für Wohngebäude in den Spalten G und I ausgefüllt werden müssen, sind im nachstehenden Screenshot dargestellt.



	F	G	H	I			
3	L2 Residential buildings - water consum						
4							
5	Building use factor	335	days/annum				
6	Sanitary fittings	Consumption rates		Usage factor		Daily consumption per occupant	
7	Toilet (full flush)	7.5	L/full flush	1	flushes/o/day	7.5	L/o/d
8	Toilet (small flush)	4.5	L/small-flush	4	flushes/o/day	18	L/o/d
9	Bathroom tap	10	L/minute	75	seconds/o/day	12.5	L/o/d
10	Shower	12	L/minute	360	seconds/o/day	72	L/o/d
11	Bath-tub	185	L/bath	0.11	baths/o/day	20.35	L/o/d
12	Kitchen tap	12	L/minute	240	seconds/o/day	48	L/o/d
13	Sanitary devices sub-total					178.35	L/o/d
14	Water using appliances	Consumption rates		Usage factor		Daily consumption per occupant	
15	Dishwasher	11.5	L/cycle	0.4	cycles/o/day	4.6	L/o/d
16	Washing machine	43.5	L/cycle	0.3	cycles/o/day	13.05	L/o/d
17	Appliances sub-total					17.65	L/o/d
18	Irrigation	94.5	L/d			31.487	L/o/d
19	Total					227.49	L/o/d

Abbildung 11. Screenshot des Wasserrechners von Level(s) (Spalten F-L, Wohngebäude)

Jede der grünen Zellen besitzt einen eingebetteten Kommentar, der dem Nutzer Standardwerte vorschlägt, falls dieser nicht über spezifische Daten verfügt. Die Werte für Sanitärarmaturen und wasserverbrauchende Geräte in

den Spalten G und I werden miteinander multipliziert, um automatisch die Werte in Spalte K (rote Zellen) zu erzeugen.

Für die Bewässerung werden die Werte in G18 und K18 automatisch aus dem Arbeitsblatt *„Irrigation Calc.“* (Bewässerungsberechnung) generiert. Wie in den eingebetteten Kommentaren erläutert, können diese Werte jedoch überschrieben werden, wenn andere Entwurfsschätzungen vorliegen. Der Wert in K18 ist im Grunde der Wert von G18 dividiert durch die Anzahl der Gebäudenutzer, die mit der bewässerten Fläche verbunden sind.

Es ist zu beachten, dass die Level(s)-Berechnung für die Bewässerung die Wassermenge darstellt, die mindestens benötigt wird, um die Evapotranspiration auszugleichen. In der Realität kann der tatsächliche Wasserverbrauch für die Bewässerung viel höher sein. Schätzungen können viel einfacher sein, wenn die Steuerung einfach darin besteht, eine Pumpe mit einer bestimmten Durchflussrate für einen bestimmten Zeitraum an einer bestimmten Anzahl von Tagen im Jahr laufen zu lassen.

Für Bürogebäude unterscheiden sich die Eingabezellen wie folgt:

- Wegen des möglichen Einflusses von Urinalen auf die Werte für die Toilettenspülung muss das Geschlechterverhältnis der Nutzer berücksichtigt werden (Zelle G53).
- Es gibt ein Eingabefeld speziell für Urinale.
- Der Prozentsatz der Nutzer, die eine Dusche im Büro benutzen, muss definiert werden (Zelle L54).
- In Büros gibt es eine *„Teeküchenarmatur“* anstelle einer *„Küchenarmatur“*.
- Es besteht die Möglichkeit, den Wasserverbrauch für die Boden- und Fensterreinigung zu definieren.
- Es besteht die Möglichkeit, andere Wassernutzungen zu definieren (z. B. Springbrunnen, HLK, Swimmingpools usw.).

Wie beim Wasserverbrauch bei Wohngebäuden müssen die Nutzer Werte in die grünen Zellen eingeben. Automatisch generierte Werte werden in den roten Zellen angezeigt.

L2.2. Schritt 4: (optional) Schätzung des Mindestwasserbedarfs für die Bewässerung

Diese Anforderung ist optional, da sie nur dann gilt, wenn es überhaupt zu bewässernde Flächen gibt. Und selbst wenn dies der Fall ist, kann es andere Möglichkeiten zur Schätzung des Wasserverbrauchs für die Bewässerung geben, die von den Nutzern bevorzugt werden oder durch lokale, regionale oder nationale Anforderungen vorgegeben sind.

In allen Fällen, in denen begrünte Flächen Teil eines Bauprojekts sind, gelten die von der IA und der ASIC veröffentlichten besten Verfahren für die Sicherstellung der Bewässerung[14].

Wasserbedarf für die Bewässerung, berechnet mit dem Wasserrechner von Level(s)

Die Berechnungen für die Bewässerung in Level(s) beziehen sich auf den im VERDE-Gebäudebewertungsschema[15] definierten Ansatz und verwenden Niederschlags- und Verdunstungsdaten für die Ebene des Flusseinzugsgebiets, in dem sich das Gebäude befindet. Die Berechnung berücksichtigt die zu bewässernde(n) Fläche(n), die Vegetationsart, den Vegetationstyp, die Vegetationsdichte, ihren spezifischen Wasserbedarf, das Mikroklima und die Effizienz des Bewässerungssystems. Die VERDE-Methode basiert auf der von Costello und Jones (2000) veröffentlichten

[14] IA/ASIC, 2014. Landscape Irrigation Best Management Practices. Prepared by the Irrigation Association and the American Society of Irrigation Consultants.
[15] VERDE NE (Neue Auflage) Residencial, Oficinas. Guia para los evaluadores acreditados. V.1.c. März 2015.

Landscape Coefficient Method[16]. Es gibt jedoch auch eine Reihe von anderen Methoden, die verwendet werden können.[17]

Aufgrund der Tatsache, dass verschiedene begrünte Teilbereiche definiert werden können (im Wasserrechner von Level(s) sind bis zu 9 Teilbereiche vorgesehen), rechtfertigt die Komplexität der Berechnungen ein separates Arbeitsblatt (mit dem Titel *„Irrigation Calc.“* (Bewässerungsberechnung).

Der Nutzer muss erneut das Land und das Flusseinzugsgebiet auswählen, in dem sich das Gebäude befindet (dies muss dasselbe sein wie das Flusseinzugsgebiet, das im Arbeitsblatt *„L2 estimate“* (L2-Schätzung) gewählt wurde). In den gelben Textfeldern werden anschließend schrittweise Anweisungen in fett ausgezeichnetem rotem Text ausgegeben. Die Nutzer müssen nur Werte in die grünen Zellen eingeben. In den roten Zellen werden automatisch generierte Zahlen angezeigt.

	A	B	C	D
1	**Country:**	Spain_ES		
2	**River basin:**	FD17_Basque_County_internal_basi		
3				
4		**Rain (mm/month)**	**Actual ET (mm/month)**	**Balance (mm/month)**
5	**January**	66.7	41.9	24.8
6	**February**	49.9	47.0	2.8
7	**March**	50.8	65.0	-14.2
8	**April**	44.3	66.1	-21.8
9	**May**	45.8	70.3	-24.5
10	**June**	31.7	61.9	-30.2
11	**July**	20.5	51.3	-30.9
12	**August**	28.9	41.6	-12.6
13	**September**	32.2	34.7	-2.5
14	**October**	51.1	32.3	18.8
15	**November**	81.7	27.8	53.8
16	**December**	62.7	33.7	29.0
17	**Total**	**566.4**		**-136.6**

Abbildung 12. Screenshot des Wasserrechners von Level(s) (Arbeitsblatt „Irrigation Calc.“ (Bewässerungsberechnung) – Klimadaten)

Wie in der obigen Abbildung gezeigt, werden durch die Auswahl des Landes und des Flusseinzugsgebiets in den Zellen B1 und B2 automatisch die Niederschlags- und Evapotranspirationsdaten in den Spalten B und C generiert. Das Ergebnis von Spalte B minus Spalte C wird in Spalte D ausgegeben. Eine Bewässerung wird nur dann als notwendig erachtet, wenn die Werte in Spalte D negativ sind.

Der Rechner von Level(s) betrachtet den Wasserbedarf für die Bewässerung als Ausgleich für alle negativen Ergebnisse in Spalte D. Nutzer können die Daten in Spalte D überschreiben, wenn sie über repräsentativere Daten für den Gebäudestandort verfügen.

Der nächste Schritt besteht darin, jede begrünte Teilfläche zu definieren (bis zu 9 sind in dem Excel-Arbeitsblatt vorgesehen).

[16] Costello, L. R. und Jones, K. S., 2000. A Guide to Estimating Irrigation Water Needs of Landscape Plantings in California: The Landscape Coefficient Method and Water Use Classification of Landscape Species III (WUCOLS III). Sacramento: California Department of Water Resources and University of California Cooperative Extension.

[17] Pittenger, D., 2014. Methodology for estimating landscape irrigation demand. Review and recommendations.

Bei Bäumen geben Sie die Fläche als die erwartete Fläche ein, die vom Baumstamm und den ausgebreiteten Ästen abgedeckt wird.
Wenn die Fläche unter dem Baum ebenfalls bewachsen ist (z. B. mit Rasen), sollte diese Fläche doppelt gezählt werden.

Kann in verschiedenen Teilbereichen desselben Gebäudes variieren, je nach Grad der Beschattung durch Gebäude, Grad des Windschutzes und Umfang der befestigten Flächen.

Das Ausmaß, in dem die Vegetation vertikal und horizontal strukturiert ist (eine hohe Dichte beispielsweise wird mit Bäumen/Büschen assoziiert, die von Gras umgeben sind und deren Zweige sich mit benachbarten Bäumen/Büschen überlappen; eine geringe Dichte wird mit alleinstehenden Bäumen/Büschen assoziiert, die von offenem Boden oder Pflaster umgeben sind).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
19		Area		Vegetation type	Water demand	K_{Sp}	Microclimate / Heat island effect	K_M	Density of vegetation	Density (shading) factor (K_d)	Vegetated area coeffieicnt $K_{V/A}$
20											
21											
22	Sub area-1	140	m2	Lawn grass	High water demand	0.8	High	1.2	Medium density	1.00	**0.96**
23	Sub area-2	65	m2	Trees	Medium water demand	0.5	High	1.4	Medium density	1.00	**0.7**
24	Sub area-3	15	m2	Bushes	Medium water demand	0.5	High	1.3	High density	0.50	**0.325**
25	Sub-area-4	10	m2	Creeping plants	High water demand	0.7	Low	0.5	Low density	1.10	**0.385**
26	Sub area-5		m2								
27	Sub area-6		m2								
28	Sub area-7		m2								
29	Sub area-8		m2								
30	Sub area-9		m2								
31	**Total vegetated area**	**230**	**m2**								

Abbildung 13. Screenshot des Wasserrechners von Level(s) (Arbeitsblatt „Irrigation Calc.“ (Bewässerungsberechnung) – Landschaftsflächen und Koeffizienten)

Die Flächen in Spalte B müssen vom Nutzer definiert werden. Der Vegetationstyp in Spalte D wird aus einer Dropdown-Liste mit begrenzter Optionsmenge (*„Bäume“*, *„Sträucher“*, *„Kriechpflanzen“*, *„Gemischte Bepflanzung“* oder *„Rasen“*) ausgewählt. In Spalte E kann der Nutzer für den Wasserbedarf zwischen *„Hoch“*, *„Mittel“* und *„Gering“* wählen. Die Kombination der Eingaben in den Spalten D und E bestimmt automatisch den Artenkoeffizienten in Spalte F.

In Spalte G kann der potenzielle Wärmeinseleffekt als *„Hoch“*, *„Mittel“* oder *„Gering“* definiert werden. Ein höherer Wärmeinseleffekt führt zu einem höheren Koeffizienten und damit zu einem höheren Wasserbedarf für die Bewässerung. In Spalte I kann die Dichte der Vegetation ebenfalls als *„Hoch“*, *„Mittel“* oder *„Gering“* definiert werden. In diesem Fall führen hohe Dichten zu niedrigeren Koeffizienten und damit zu einem geringeren Wasserbedarf für die Bewässerung.

Die drei Koeffizienten in den Spalten F, H und J werden dann miteinander multipliziert, um einen Gesamtkoeffizienten für alle Teilflächen in Spalte K zu erhalten.

The factor for the irrigation efficiency is factored into the calculations for cells Y22 to Y30.

L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
Net water balance without irrigation (mm/month)												Total			Irrigation system	Irrigation system efficiency
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	mm/yr	$m^3/m^2/yr$	m^3/yr		
0.0	**0.0**	**-14.2**	**-21.8**	**-24.5**	**-30.2**	**-30.9**	**-12.6**	**-2.5**	**0.0**	**0.0**	**0.0**					
0.0	0.0	-13.7	-20.9	-23.5	-29.0	-29.6	-12.1	-2.4	0.0	0.0	0.0	-131.1	0.187	**26.2**	**Sprinklers**	0.70
0.0	0.0	-10.0	-15.2	-17.1	-21.1	-21.6	-8.8	-1.7	0.0	0.0	0.0	-95.6	0.101	**6.5**	**Perforated pipes installed underground**	0.95
0.0	0.0	-4.6	-7.1	-7.9	-9.8	-10.0	-4.1	-0.8	0.0	0.0	0.0	-44.4	0.055	**0.8**	**Diffusers and micro-sprinklers**	0.80
0.0	0.0	-5.5	-8.4	-9.4	-11.6	-11.9	-4.9	-1.0	0.0	0.0	0.0	-52.6	0.088	**0.9**	**Manual or other**	0.60
												0.0	#N/A			#N/A
												0.0	#N/A			#N/A
												0.0	#N/A			#N/A
												0.0	#N/A			#N/A
												0.0	#N/A			#N/A
													Total	**34.5**		
Relevant number of occupants related to the building area (note that this may be higher than simply the occupants of the single residential building, office or office block in question in cases where vegetated spaces are common to multiple buildings).													**occupants**	**m3/o/yr**		
													3	**11.493**		

Abbildung 14. Screenshot des Wasserrechners von Level(s) (Arbeitsblatt „Irrigation Calc.“ (Bewässerungsberechnung) – Umrechnung in den tatsächlichen Wasserbedarf)

Die Daten in den Spalten L bis W werden automatisch auf Grundlage der Niederschlags-/Evapotranspirationsdaten in Spalte D und des Teilflächenkoeffizienten erzeugt. Die negativen Werte werden in Spalte X aufsummiert.

Die letzten beiden Eingaben, die der Nutzer vornehmen muss, befinden sich in Spalte AA, wo der Typ des Bewässerungssystems definiert werden muss (Optionen sind *„Unterirdische Lochrohre“*, *“Oberirdische Lochrohre“*, *„Diffusoren und Mikro-Sprinkler“*, *„Sprinkler“* und *„Manuell oder andere“*). Jede Option hat ihren eigenen Effizienzkoeffizienten. Schließlich muss der Nutzer die Anzahl der Nutzer definieren, denen die begrünte Fläche dient (Zelle Y34). Beachten Sie, dass dies möglicherweise nicht mit der Anzahl der Gebäudenutzer übereinstimmt, wenn die begrünte Fläche mehr als einem Gebäude zugeordnet ist.

Der Effizienzkoeffizient wird in Spalte Y berücksichtigt, ebenso wie die Fläche der Teilfläche in Spalte Z. Die Werte der Spalte Z werden dann aufsummiert (Zelle Z31) und durch die Anzahl der Nutzer dividiert (Zelle Y34). Der Wert m^3/Nutzer/Jahr wird in Zelle Z34 angegeben und in das Blatt *„L2 estimate“* (L2-Schätzung) übertragen (konkret in die Zellen G18 und G63 für Wohn- bzw. Bürogebäude).

L2.2. Schritt 5: Einspeisungen zur Regenwassernutzung und Wiederverwendung von Grauwasser

Der Wasserrechner von Level(s) ermöglicht es dem Nutzer, die Einspeisungen von Regenwasser und/oder Grauwasser in das System zu definieren und wohin diese geleitet werden würden. Diese Eingaben sind nicht optional, denn auch wenn keine Regenwassernutzung oder Wiederverwendung von Grauwasser in Betracht gezogen wird, muss der Nutzer aktiv *„nein“* aus den Dropdown-Menüs auswählen. Die Zellen, die sich auf diese Ein- und Ausgaben beziehen, sind unten dargestellt.

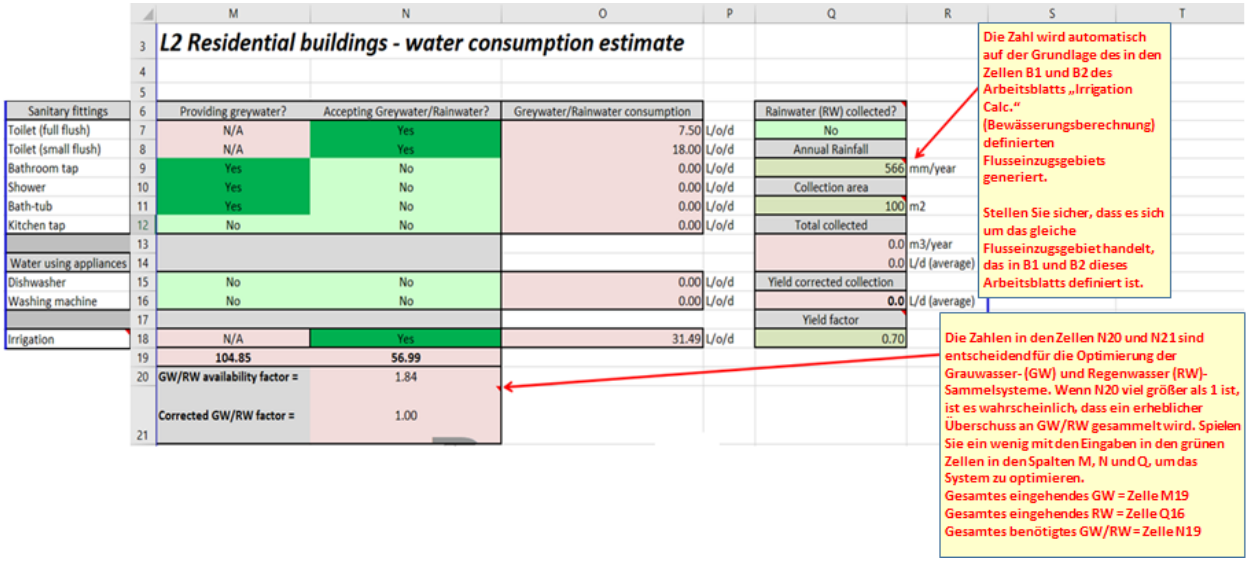


Abbildung 15. Eingabe- und Ausgabezellen für Regen- und Grauwasser im Wasserrechner von Level(s)

In Spalte M werden alle Sanitärarmaturen oder wasserverbrauchenden Geräte definiert, die als Grauwassererzeuger betrachtet werden können. Sie tragen zu einem Gesamteingangswert in Zelle M19 bei. Regenwassereinspeisungen können auch in Spalte Q definiert werden (durch Ausfüllen der grünen Zellen). Diese Eingaben tragen ebenfalls zum Wert in Zelle M19 bei.

Als Nächstes muss definiert werden, ob die Bewässerung oder irgendwelche Armaturen, Einrichtungen oder Geräte Grauwasser oder Regenwasser aufnehmen (diese Werte werden in Zelle N19 aufsummiert).

Die Ein- und Ausgänge von Grau- und Regenwasser werden in Zelle N20 verglichen. Ist der Wert größer als 1,00, bedeutet dies, dass das Angebot den Bedarf übersteigt. Die Nutzer sollten versuchen, Angebot und Bedarf sehr genau aufeinander abzustimmen (d. h. Werte nahe 1,00), um das benötigte Tankvolumen und/oder das Überlaufen

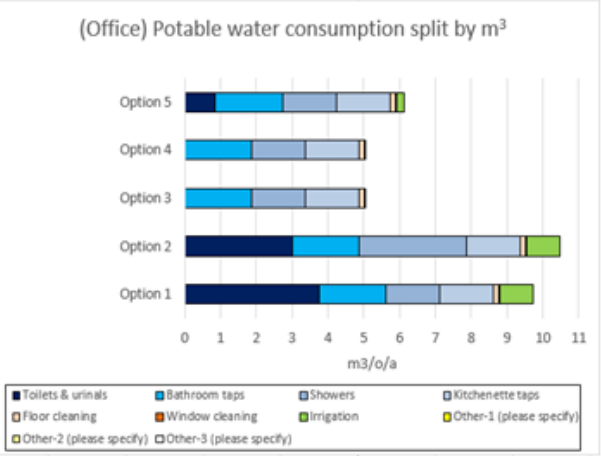
des Tanks zu minimieren. Wenn Grauwasser zu lange gelagert wird, wird das Wasser anoxisch/anaerob und erzeugt geruchsintensive Gase.

L2.2. Schritt 7: Vergleich der Ergebnisse für verschiedene Optionen

Nutzer können auch eine separate Excel-Datei für jede Entwurfsoption speichern. Wenn sie verschiedene Entwurfsoptionen nebeneinander vergleichen möchten, sollten sie das Arbeitsblatt „*L2 comparison*“ (L2-Vergleich) verwenden.

Office building water consumption

In the cells to the right, briefly describe the scenario. If needed. Expand on the description via an embedded comment.	Brief description of options				
	Baseline scenario (5% of people using shower)	Replace 7.5L/4.5L dual flush toilets with 6L/3L dual flush toilets, 10% of people use shower	Same as option 1 but collecting RW over 50m2 for flushing and irrigation	Same as option 3 but with 2500m2 lawn instead of 450m2	Same as option 1 but using GW from bathroom taps and shower for flushing and irrigation
	Option 1	**Option 2**	**Option 3**	**Option 4**	**Option 5**
Toilets & urinals	3.75	3.00	0.00	0.00	0.86
Bathroom taps	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
Showers	1.50	3.00	1.50	1.50	1.50
Kitchenette taps	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Floor cleaning	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Window cleaning	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Irrigation	0.93	0.93	0.00	0.00	0.21
Other-1 (please specify)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other-2 (please specify)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other-3 (please specify)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL (m3/o/a)	**9.72**	**10.47**	**5.05**	**5.05**	**6.13**



Die hier grün markierten Zellen sollten vom Nutzer für bis zu 5 verschiedene Entwurfsoptionen ausgefüllt werden. Die Werte für Bürogebäude sollten aus den Zellen 078-087 des Arbeitsblatts „L2 estimate“ (L2-Schätzung) kopiert und als „Werte“ eingefügt werden.

Abbildung 16. Screenshot eines Beispielvergleichs von Entwurfsoptionen für Bürogebäude

Grundsätzlich ermöglicht der Trinkwasserverbrauch den plausibelsten Vergleich, da dieser nicht nur durch die Auswahl von mehr oder weniger effizienten Einrichtungen, Armaturen und Geräten beeinflusst wird, sondern auch durch die Einbeziehung (oder Nicht-Einbeziehung) von Regenwassernutzung und Wiederverwendung von Grauwasser.

Wie im roten Text im Screenshot angegeben, müssen die Werte für jede Option manuell kopiert und „*als Werte*“ in die Tabellen auf dem Arbeitsblatt „*L2 comparison*“ (L2-Vergleich) eingefügt werden.

Im obigen Beispiel zeigt die Differenz zwischen Option 1 und Option 2, dass die Einführung effizienterer Toiletten einen Anstieg von 5 % auf 10 % der Büroangestellten, die die Dusche nutzen, nicht vollständig kompensieren würde. Die Zahlen zeigen auch, dass mit dem gesammelten Regenwasser problemlos der gesamte Bedarf für Toilettenspülung und Bewässerung abgedeckt werden kann (Optionen 3 und 4).