

GLASGrün-Pflegeleitfaden zum wirksamen Einsatz von Vertikalbegrünungen bei Gebäuden mit Glasflächen

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 60c/2025

Wien, 2025

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur,
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination: Abteilung III/3 - Energie und Umwelttechnologien

Leitung: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

Autorinnen und Autoren:

Maximilian Poiss, Anna Briefer, Thomas Wultsch, Bernhard Scharf, Ulrike Pitha, Rosemarie Stangl (BOKU University, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau)

Wien, 2025. Stand: August 2025

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Rückmeldungen:

Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an iii3@bmimi.gv.at.

Rechtlicher Hinweis

Dieser Ergebnisbericht wurde von die/der Projektnehmer:in erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität sowie die barrierefreie Gestaltung der Inhalte übernimmt das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) keine Haftung.

Mit der Übermittlung der Projektbeschreibung bestätigt die/der Projektnehmer:in ausdrücklich, über sämtliche für die Nutzung erforderlichen Rechte – insbesondere Urheberrechte, Leistungsschutzrechte sowie etwaige Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen – am bereitgestellten Bildmaterial zu verfügen.

Die/der Projektnehmer:in räumt dem BMIMI ein unentgeltliches, nicht ausschließliches, zeitlich und örtlich unbeschränktes sowie unwiderrufliches Nutzungsrecht ein, das übermittelte Bildmaterial in allen derzeit bekannten sowie künftig bekannt werdenden Nutzungsarten für Zwecke der Berichterstattung, Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit der geförderten Maßnahme zu verwenden, insbesondere zur Veröffentlichung in Printmedien, digitalen Medien, Präsentationen und sozialen Netzwerken.

Für den Fall, dass Dritte Ansprüche wegen einer Verletzung von Rechten am übermittelten Bildmaterial gegen das BMIMI geltend machen, verpflichtet sich die/der Projektnehmer:in, das BMIMI vollständig schad- und klaglos zu halten. Dies umfasst insbesondere auch die Kosten einer angemessenen rechtlichen Vertretung sowie etwaige gerichtliche und außergerichtliche Aufwendungen.

Zitierweise

Poiss M., Briefer A., Wultsch T., Scharf B., Pitha U., Stangl R. (2025): GLASGrün-Pflegeleitfaden zum wirksamen Einsatz von Vertikalbegrünungen bei Gebäuden mit Glasflächen. Projekt GLASGrün. Projektbericht im Rahmen von Stadt der Zukunft. Berichte aus Energie und Umweltforschung 60c/2025.

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm „Haus der Zukunft“ auf und hat die Intention, Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung aller betroffener Bereiche wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen, sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMIMI publiziert und elektronisch über die Plattform www.NachhaltigWirtschaften.at zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Kurzfassung | 8 |
| 2 | Abstract | 10 |
| 3 | Einleitung | 12 |
| 4 | Definition von Pflege | 15 |
| 4.1 | Anwuchspflege..... | 16 |
| 4.2 | Entwicklungspflege | 17 |
| 4.3 | Schnittmaßnahmen zur Erlangung und Erhaltung der Beschattungsleistung | 18 |
| 4.4 | Erhaltungspflege | 21 |
| 4.5 | Pflegeplan | 22 |
| 5 | Bewässerung | 24 |
| 5.1 | Allgemeine Anforderungen an die Bewässerung | 24 |
| 5.2 | Ressourceneffiziente Bewässerung | 26 |
| 5.3 | Schätzung Wasserbedarf | 27 |
| 5.4 | Sensorgesteuerte Bewässerung..... | 28 |
| 5.5 | Berechnung des Bewässerungsbedarfs | 30 |
| 5.6 | Wartung und Einwinterung..... | 34 |
| 6 | Nährstoffversorgung und Düngung | 35 |
| 7 | Best-Practice aus dem Projekt GLASGrün: Pflegemanagement an den Demo-Standorten . | 38 |
| 7.1 | Pflegeeingriffe Demo-Standort SÖLL TIROL..... | 38 |
| 7.2 | Bewässerungsanlage SÖLL TIROL..... | 41 |
| 7.3 | Pflegeeingriffe Demo-Standort KREUZGASSE WIEN | 42 |
| 7.4 | Bewässerungsanlage KREUZGASSE WIEN | 43 |
| 8 | Pflegesteckbriefe | 44 |
| 8.1 | <i>Aristolochia macrrophylla</i> (Pfeifenwinde)..... | 44 |
| 8.2 | <i>Hulumus lupulus</i> (Hopfen) | 45 |
| 8.3 | <i>Vitis coignetiae</i> (Scharlachrebe) | 46 |
| 8.4 | <i>Wisteria sinensis</i> (Blauregen, Glyzinie, Wisterie)..... | 47 |
| 9 | Abbildungsverzeichnis | 48 |
| 10 | Tabellenverzeichnis | 49 |
| 11 | Literaturverzeichnis | 51 |

1 Kurzfassung

Das GLASGrün-Projekt

Das GLASGrün-Forschungsprojekt entwickelte vertikale Begrünungssysteme zur Beschattung von großflächigen Glasfassaden im Gewerbebau. Damit wurde bisher ungelösten Fragen zur Begrünung einer verbreiteten Gebäudetechnologie begegnet, und es liegen erstmalig Begrünungslösungen für Architekturen mit Glasflächen vor, die zur Bestandsergänzung sowie im Neubau für erd- oder eingeschossige Objekte eingesetzt werden können. Es wurden 2 Demo-Standorte (SÖLL | TIROL, KREUZGASSE | WIEN) umgesetzt und dabei statische, bautechnische und vegetationspezifische Anforderungen gelöst und systematisch untersucht. Über ein Monitoring im Außen- und im Innenraum liegen dazu nun Daten zur Vegetationsentwicklung bis zum 3. Standjahr sowie ihrer mikroklimatischen Leistungen in diesem Zeitraum vor, welche gemeinsam mit Ergebnissen zum thermischen Komfort, Wahrnehmung und Akzeptanz und einem Kosten-Nutzen-Vergleich in einer eigenständigen Publikation berichtet wurden (Berichte aus Energie- und Umweltforschung 60a/2025). Ein weiterer GLASGrün-Leitfaden mit Variantenkatalog zur Planung und Umsetzung von GLASGrün-Systemen enthält umfangreiche Informationen und Checklisten zu baurechtlichen, bau- und vegetationstechnischen Anforderungen, zu Begrünungs- und Wirkungszielen, Wurzelraum und Kommunikationsstrategien wurden (Berichte aus Energie- und Umweltforschung 60b/2025).

Die GLASGrün-Systeme für Glasfassaden stellen nun innovative Lösungen zur Verbesserung des Mikroklimas und der Energieeffizienz von Gebäuden dar. Damit diese Begrünungssysteme langfristig funktional und ästhetisch erhalten bleiben, sind gezielte Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen essenziell. Der vorliegende Pflegeleitfaden für GLASGrün-Systeme bietet eine praxisorientierte Anleitung zur sachgemäßen Betreuung der vertikalen Begrünungsstrukturen von der Anwuchsphase bis zur langfristigen Erhaltung.

Ausgangssituation und Motivation

Während vertikale Begrünungssysteme bereits in verschiedenen Bauprojekten Anwendung finden, fehlen bisher standardisierte Pflegekonzepte, die speziell auf Begrünungen vor Glasfassaden abgestimmt sind. Die nachhaltige Entwicklung und Erhaltung dieser Systeme erfordert fundierte vegetationstechnische Pflegeansätze, um die gewünschten Zielstrukturen und Deckungsgrade zu erreichen und die Wirkungen der Begrünung langfristig zu sichern. Unzureichende oder falsche Pflegemaßnahmen können zu Fehlentwicklungen, erhöhter Instandhaltung oder gar zum Ausfall der Begrünung führen.

Inhalte und Zielsetzungen

Der Pflegeleitfaden wurde entwickelt, um eine praxisnahe Hilfestellung für die Pflege von vertikalen Begrünungsstrukturen an Glasgebäuden bereitzustellen. Er basiert auf wissenschaftlich fundierten Erkenntnissen der Vegetationstechnik und den Erfahrungen aus der Umsetzung und Pflege der Demo-Standorte SÖLL | TIROL und KREUZGASSE | WIEN des GLASGrün-Projekts. Ziel des Leitfadens ist, durch gezielte Pflegeanleitungen und Checklisten eine fachgerechte Betreuung sicherzustellen, die sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Vorteile bietet.

Methodische Vorgehensweise

Der Leitfaden orientiert sich an nationalen und internationalen Normen sowie den Richtlinien der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL). Die Empfehlungen

basieren auf den Ergebnissen aus der Pflege- und Monitoringphase der GLASGrün-Demo-Standorte. Die Pflegemaßnahmen wurden wissenschaftlich begleitet, dokumentiert, hinsichtlich ihrer Effizienz evaluiert und mit Anweisungen aus der Fachliteratur ergänzt.

Ergebnisse

Der Pflegeleitfaden stellt ein praxisnahes Instrument zur langfristigen Qualitätssicherung vertikaler Begrünungen vor Glasfassaden dar. Zentrale Bestandteile sind die detaillierte Beschreibung von Pflegephasen – von der Anwuchs- über die Entwicklungs- bis zur Erhaltungspflege – sowie ein systematischer Pflegeplan. Zusätzlich enthält der Leitfaden konkrete Handlungsempfehlungen zur Bewässerung, Nährstoffversorgung, Düngung und Kontrolle der Begrünungssysteme.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Erreichung der Zielstruktur und des Zieldeckungsgrades, welche bereits in der Planungsphase festgelegt werden müssen. Die Anwuchs- und Entwicklungspflege ist entscheidend, um eine vitale und homogene Begrünung aufzubauen, während die Erhaltungspflege langfristig zur Stabilität des Systems beiträgt. Um Pflegefehler und unerwünschte Wuchsformen zu vermeiden, wurden 6 Checklisten entwickelt, die eine systematische Kontrolle und Wartung erleichtern. Diese umfassen unter anderem:

- ✓ Anforderungen an die Pflege während der Anwuchs- und Entwicklungsphase
- ✓ Maßnahmen zur langfristigen Erhaltungspflege
- ✓ Richtlinien für Bewässerung und Nährstoffversorgung
- ✓ Pflege- und Wartungsintervalle für verschiedene GLASGrün-Varianten
- ✓ Pflegekalender

Ausblick

Die standardisierten Pflegekonzepte und Checklisten des Leitfadens stellen ein übertragbares Modell für andere und zukünftige vertikale Begrünungsprojekte dar. Die gewonnenen Erkenntnisse können als Grundlage für weitere Forschungs- und Umsetzungsprojekte dienen. Die dokumentierten Best-Practice-Beispiele bieten praxisnahe Referenzen für eine erfolgreiche Implementierung und Pflege von GLASGrün-Systemen. Der Pflegeleitfaden bildet somit ein essenzielles Instrument für Bauherr*innen, Planer*innen und Betreiber*innen sowie Pflegedienstleister*innen aus dem Garten- und Landschaftsbau (GaLa-Bau), um die Qualität und Funktionalität begrünter Glasfassaden langfristig sicherzustellen.

2 Abstract

The GLASGrün Project

The research focus was to develop and test vertical greening systems for shading large-scale glass façades in commercial buildings. This addressed hitherto unresolved issues relating to the greening of a widespread building technology. GLASGrün, for the first time, provided greening solutions for architecture with glass surfaces that can be used as green retrofit and for new buildings up to the second storey. Two demonstration sites (SÖLL | TIROL, KREUZGASSE | VIENNA) were realised, and static, structural and vegetation-specific requirements were solved and systematically investigated. Data on the development of vegetation up to the third year and its microclimatic performance during this period is now available. Indoor and outdoor monitoring results are reported in a separate publication together with results on thermal comfort, perception and acceptance, and a cost-benefit comparison wurden (Berichte aus Energie- und Umweltforschung 60a/2025). The further GLASGrün guideline 'Catalogue of Variants' for the planning and implementation of GLASGrün systems contains extensive information and checklists on building law, construction and vegetation requirements, greening and impact targets, root space and communication strategies wurden (Berichte aus Energie- und Umweltforschung 60b/2025).

The GLASGrün systems now represent innovative solutions for improving the microclimate and energy efficiency of buildings with glass façades. To ensure that these greening systems remain functional and aesthetically pleasing in the long term, targeted maintenance and maintenance measures are essential. The here presented maintenance guide for GLASGrün-systems offers practical instructions for the proper maintenance of vertical greening structures from the initial growth phase through to long-term maintenance.

Motivation behind this guide

While vertical greening systems have been established in many construction projects, there is a lack of standardised maintenance concepts that are specifically tailored to glass façades. The sustainable development and maintenance of these systems requires well-founded maintenance approaches in order to achieve the desired target structures and plant cover levels, and to ensure the long-term effects of the greening. Inadequate or incorrect maintenance measures can lead to undesirable developments, increased maintenance or even failure of the greenery.

Contents and objectives

The guide was developed to provide practical assistance for the maintenance of vertical greening structures for shading of glass facades. It is based on scientifically sound knowledge of vegetation technologies and the experience gained from the implementation and maintenance of the demonstration sites SÖLL | TIROL and KREUZGASSE | VIENNA of the GLASGrün project. The aim of the guideline is to ensure professional maintenance through tailored maintenance instructions and checklists that offer both ecological and economic benefits.

Methodological approach

The guide is based on national and international standards and the guidelines of the Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL). The recommendations are based on the results of the maintenance and monitoring phase of the GLASGrün demonstration sites.

The maintenance measures were scientifically accompanied, documented, evaluated with regard to their efficiency and supplemented with instructions from the specialist literature.

Results

The guide is a practical tool for the long-term quality assurance of vertical greenery in front of glass façades. The central components are a detailed description of the maintenance phases – from growth to development and long-term maintenance – as well as a systematic maintenance plan. In addition, the guide contains specific recommendations on irrigation, nutrient supply, fertilisation and monitoring of the greening systems.

A particular focus is on achieving the target structure and the target level of coverage, which must already be defined in the planning phase. Growth and development maintenance is crucial for establishing a vital and homogeneous greening system, while maintenance contributes to the long-term stability of the system. To avoid maintenance errors and undesirable growth patterns, 6 check lists are presented to facilitate systematic monitoring and maintenance. These include, among others:

- ✓ requirements for maintenance during the growth and development phase
- ✓ measures for long-term maintenance
- ✓ guidelines for irrigation and nutrient supply
- ✓ maintenance intervals for different GLASGrün variations
- ✓ maintenance calendar

Outlook

The standardised maintenance concepts and check lists in this guide represent a transferable model for other and future vertical greening projects. The knowledge gained can serve as a basis for further research and implementation projects. The documented best-practice examples provide practical references for the successful implementation and maintenance of GLASGrün systems. This guide is therefore an essential tool for building owners, planners and operators as well as maintenance service providers from the landscaping sector to ensure the quality and functionality of green glass façades in the long term.

3 Einleitung

Der vorliegende GLASGrün-Pflegeleitfaden wurde im Rahmen des Forschungsprojekts

GLASGrün - Regulierung von Klima, Energiebedarf und Wohlbefinden in GLASverbauten durch bautechnisch integriertes, vertikales GRÜN

entwickelt (Stangl et al. 2025). Ziel des Projekts war die Erforschung und Umsetzung innovativer Begrünungssysteme für Glasfassaden, die sowohl mikroklimatische als auch energetische Vorteile bieten. Während der **GLASGrün-Leitfaden und Variantenkatalog** (Briefer et al. 2025) die bautechnische und vegetationstechnische Umsetzung der GLASGrün-Systeme behandelt, konzentriert sich der GLASGrün-Pflegeleitfaden auf die Anwuchs- und Entwicklungsphase sowie langfristige Erhaltung und Funktionsfähigkeit der Begrünung. Um diese zu gewährleisten, bietet dieser Pflegeleitfaden praxisnahe Anleitungen zur **Anwuchs-, Entwicklungs- und Erhaltungspflege**.

Das GLASGrün-Forschungsprojekt

Aktuelle Klimawandelanpassungsstrategien setzen verstärkt auf grüne Infrastrukturen, insbesondere auf Fassadenbegrünungen im urbanen Raum. Die moderne Architektur nutzt großflächige Glasfassaden vermehrt als Gestaltungselement, insbesondere im Gewerbebau. Während diese Bauweise ästhetische und lichttechnische Vorteile bietet, bringt sie auch Herausforderungen mit sich: Glasfassaden beeinflussen das Mikroklima erheblich, da sie solare Einstrahlung konzentrieren und dadurch zu ungünstigen thermischen Belastungen im Innenraum führen. Dies wirkt sich nicht nur auf den Energieverbrauch von Gebäuden aus, sondern auch auf das thermische Wohlbefinden der Nutzer*innen und die klimatische Qualität der umliegenden Stadträume.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, entwickelte das Projekt GLASGrün innovative Lösungen zur grünen Vorverschattung von Glasflächen und Fassaden. Die bisher schwere Umsetzbarkeit in der Praxis ergibt sich daraus, dass direkter Bewuchs durch Haftorgane nicht möglich ist, einfache Kletterhilfen oder Hängevorrichtungen häufig an statischen Anforderungen scheitern, und fassadengebundene Systeme nicht integriert werden können. Die **GLASGrün-Systeme** schließen nun diese Lücke, indem neuartige Begrünungsstrukturen entwickelt wurden, die sich sowohl nachträglich in bestehende Glasarchitekturen integrieren oder im Neubau mit einplanen lassen. Die Best Practices aus diesem Projekt sind im **Projektbericht** sowie im **GLASGrün-Leitfaden und Variantenkatalog** umfänglich dokumentiert (Berichte aus Energie- und Umweltforschung Nr. 60a/2025 und 60c/2025, Stangl et al. 2025, Briefer et al. 2025). Im Projekt wurden die Entwicklung der Begrünungen gemonitort und mikroklimatische Wirkungen im Innen- und im Außenraum umfassend erhoben. Es gelang, einen Grünverschattungsfaktor F_{bs} für 4 Kletterpflanzenarten im Jahresverlauf abzuleiten. Dieser kann für Berechnungen und Simulationen herangezogen werden und als Eingangsgröße in den Energieausweis dienen. Eine Übersicht über die untersuchten Kletterpflanzenarten ist in Abbildung 1 gegeben.

****Wichtiger Hinweis:**

Entgegen der ÖNORM L 1136:2021 04 01, die als Generalbegriff "Rankhilfe" verwendet, werden für die GLASGrün-Varianten Kletter- und Rankhilfen differenziert. Erstere sind stabile und statisch ausreichend geprüfte Kletterkonstruktionen, die insbesondere durch Starkschlinger (z.B. Wisterien, Baumwürger) erschlossen werden sollen. Starkschlinger winden sich um eine robuste Kletterhilfe, die dem zunehmenden Stammdruck durch das starke Dickenwachstum standhalten können muss.

Die GLASGrün-Systeme bestehen aus einer massiver ausgeführten primären Kletterkonstruktion, die vorwiegend der Führung der Hauptstämme der Schlingpflanzen dient. Zur Steuerung der seitlichen Verzweigung wird die Sekundärkonstruktion genutzt: Durch Trieblenkung und An-/Aufbinden soll diese die flächige Ausbreitung und Laubkörperausbildung ermöglichen/erlauben. Bei Verwendung von Spross- und Blattrankern kann die Sekundärkonstruktion als filigranere Rankhilfe - abgestimmt auf die artspezifische Kletterstrategie - ausgeführt sein.

Der GLASGrün-Pflegeleitfaden

Damit diese vertikalen Grünsysteme jedoch langfristig funktionieren, ist eine gezielte Pflege von zentraler Bedeutung. Ziel der Pflegemaßnahmen ist es, einen vitalen, wüchsigen Pflanzenbestand aufzubauen mit optimierter Beschattungswirkung und die Bildung von Blattmasse durch Neuaustriebe zu fördern. Die Pflegemaßnahmen müssen dabei der jeweiligen Pflanzenart und ihrem Wuchsverhalten angepasst werden. Nachfolgende Abbildung 1 zeigt die typischen Blattbilder der in GLASGrün getesteten Kletterpflanzenarten *Vitis coignetiae* (Scharlachrebe), *Humulus lupulus* (Gemeiner Hopfen), *Wisteria sinensis* (Blauregen) und *Aristolochia macrophylla* (Pfeifenwinde).



Vitis coignetiae
Scharlachrebe



Humulus lupulus
Gemeiner Hopfen



Wisteria sinensis
Blauregen



Aristolochia macrophylla
Pfeifenwinde

Abbildung 1: Übersicht über die untersuchten Kletterpflanzen in GLASGrün.

Grundsätzlich sind die meisten Kletterpflanzenarten nicht besonders pflegeintensiv, wenn bereits ab der Pflanzung grundlegende Dinge beachtet werden. Die Unterlassung von jährlichen Kontrollen und Pflegemaßnahmen führen i.d.R. zu unerwünschten Ergebnissen in Folge von Entwicklungsstörungen und Fehlentwicklungen der Pflanzen sowie der Ausbildung von Biomasse an unerwünschten Stellen. Durch die Berücksichtigung der hier empfohlenen Standards gewährleistet der GLASGrün-Pflegeleitfaden eine **hohe Qualitätssicherung** für GLASGrün-Systeme und ermöglicht einen nachhaltigen Begrünungserfolg von Glasfassaden – von der Pflanzung bis zur langjährigen Erhaltung. Im Allgemeinen können die Empfehlungen auch auf andere vertikale Grünstrukturen mit Kletterpflanzen übertragen werden.

4 Definition von Pflege

Pflege bedeutet nicht zwangsläufig mehr Aufwand, sondern gezielte Maßnahmen zur Steuerung des Wachstums. Eine effiziente Pflege stellt sicher, dass nur die wirklich notwendigen Eingriffe erfolgen – regelmäßige, gezielte Lenkungsmaßnahmen sind dabei wesentlich wirkungsvoller als großflächige Korrekturen nach Jahren der Vernachlässigung. Zur Erreichung des Zieldeckungsgrades ist die Anwuchs- und Entwicklungspflege von entscheidender Bedeutung. Um diesen Deckungsgrad für lange Zeiträume zu gewährleisten, ist eine passgenau Erhaltungspflege maßgeblich, alles basierend auf einem bereits bei der Planung erstelltem Pflegeziel und Pflegekonzept.

****Wichtiger Hinweis:**

Zielvegetation und Zieldeckung, also der gewünschte Endzustand, müssen bereits in der Planungsphase definiert werden. Dies ermöglicht gezielte Pflegemaßnahmen, um den angestrebten Begrünungszustand zu erreichen und zu erhalten.

Entscheidend dafür sind die Erstellung eines **Pflegekonzeptes** aufbauend auf einem **Pflegeziel** und eine sorgfältige Pflege während der Anwuchs- und Entwicklungsphase, um langfristigen Erfolg sicherzustellen.

Die Empfehlungen dieses Leitfadens basieren auf **wissenschaftlichen Erkenntnissen der Vegetationstechnik**, wurden an den GLASGrün-Demonstrations-Standorten erprobt und orientieren sich an den **geltenden Normen**:

- **ÖNORM L 1120:2016** Gartengestaltung und Landschaftsbau – Grünflächenpflege, Grünflächenerhaltung
- **ÖNORM L 1136:2021** Vertikalbegrünung im Außenraum – Anforderungen an Planung, Ausführung, Pflege und Kontrolle
- **ÖNORM B 2241:2013** Gartengestaltung und Landschaftsbau – Werkvertragsnorm
- **FLL-Richtlinien (2018) Fassadenbegrünungsrichtlinien – Richtlinien für die Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen**

Nachfolgende Abbildung 2 zeigt eine Übersicht zu den erforderlichen Phasen der Pflegearbeiten bei vertikalen Begrünungssystemen



Abbildung 2: Erforderliche Pflegearbeiten in der Anwuchs-, Entwicklungs- und Erhaltungsphase von grünen Infrastrukturen (nach BMDW 2021). ©BOKU-IBLB, 2025.

4.1 Anwuchspflege

Als Anwuchspflege sind laut ÖNORM B 2241:2013 vertraglich festgelegte Pflegemaßnahmen im Zeitraum zwischen Pflanzung und der Übernahme definiert. In Bezug auf Kletterpflanzen fallen darunter u.a. die Trieblenkung, das Anbinden und die Rückschnitte zur Anregung der Triebbildung. Diese Maßnahmen sind bereits im 1. Wuchsjahr erforderlich und zielführend. Genannte Pflegearbeiten und weitere Maßnahmen werden zur optimalen Planung der Anwuchspflege von GLASGrün-Systemen in der folgenden Checkliste in Tabelle 1 bereitgestellt.

Tabelle 1: Checkliste zu den Anforderungen an die Anwuchspflege von GLASGrün-Systemen. ©BOKU-IBLB, 2025.

| Anwuchspflege | |
|---|---|
| Leitung der Pflanzentriebe | <ul style="list-style-type: none"> Anbindung und Stäubung der Triebe durchführen; |
| Überprüfung der Bewässerungsanlage | <ul style="list-style-type: none"> Überprüfung und Anpassung bei Bedarf; |
| Manuelle Bewässerung | <ul style="list-style-type: none"> Durchführung von manueller Bewässerung, falls notwendig; |
| Kontrolle auf Pflanzengesundheit | <ul style="list-style-type: none"> regelmäßige Kontrolle auf Anzeichen von Krankheiten oder Schädlingen sowie präventive Pflanzenstärkung durch geeignete Maßnahmen; |
| Entfernung von unerwünschtem Fremdaufwuchs | <ul style="list-style-type: none"> Entfernung von unerwünschten Fremdaufwuchs gemäß ÖNORM L 1136:2021; |
| Sichtkontrolle der Kletterhilfe | <ul style="list-style-type: none"> Überprüfung der Kletterhilfen auf Schäden und Instabilität; |

| | |
|--|--|
| Vermeidung von Schäden durch Kletterhilfen | <ul style="list-style-type: none"> • Starkschlinger wie <i>Wisteria</i> sp. oder <i>Campsis</i> sp. abwickeln und leiten, um Schäden an der Pflanze (Einwachsen, Knicken, Einschnürung etc.) und/oder an der Kletterhilfe (Verbiegung, Sprengung, Risse etc.) zu vermeiden; |
| Empfohlene Trieblenkung bei Starkschlingern (<i>Wisteria</i> sp.) | <ul style="list-style-type: none"> • Durchführung von Trieblenkungen im Zeitraum zwischen Spätsommer und erstem Frost, um Schäden an Jungtrieben zu vermeiden. |

4.2 Entwicklungspflege

Die Entwicklungspflege laut ÖNORM L 2241:2013 umschließt vertraglich festgelegte Pflegemaßnahmen im Zeitraum zwischen Übernahme und der Schlussfeststellung und dient der Sicherstellung eines funktionsfähigen Zustandes der Bepflanzung. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der Anforderungen zur Entwicklungspflege.

Je nach Begrünungs- bzw. Pflanzenart erstreckt sich die Entwicklungspflege in Abhängigkeit vom Entwicklungsstand und dem definierten Zielzustand/Pflegeziel (Wuchshöhe, Deckungsgrad, zu bewachsende Fläche) der Vegetation über mehrere Jahre.

Bei Starkschlingern erfolgt die Selektion und das Abwickeln des Haupttriebes, um eine Vertikalführung zur Formierung eines senkrechten Gerüststammes zu gewährleisten. Diese Arbeiten sind bestenfalls im Herbst bis zum ersten Frost durchzuführen, können aber auch bereits im Spätsommer erfolgen. Hierbei kann auch auf gewünschte Beschattungseffekte und -dauer durch die Pflanzen Rücksicht genommen werden, um den objektspezifisch besten Zeitpunkt zu wählen. Jedenfalls sollte dieser spätestens am Ende der Vegetationsperiode liegen. Neuaustriebe werden im Sommer und Herbst aufgebunden, fixiert und geleitet.

Tabelle 2: Checkliste zur Entwicklungspflege von Kletterpflanzen in vertikalen Vorverschattungssystemen. ©BOKU-IBLB, 2025.

| Entwicklungspflege | |
|---|---|
| Überprüfung der Bewässerungsanlage | <ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung auf Funktionstüchtigkeit und Schäden, bei Bedarf anpassen (z.B. Bewässerungsdauer und -intensität); |
| Manuelle Bewässerung | <ul style="list-style-type: none"> • falls notwendig, zusätzlich zur automatischen Bewässerung durchführen; |
| Leiten der Pflanzentriebe | <ul style="list-style-type: none"> • Anbindung und Steuerung der Triebe in die gewünschte Wuchsrichtung mit Fokus auf Lückenschluss in der Deckung; |
| Sichtkontrolle auf Pflanzengesundheit | <ul style="list-style-type: none"> • Prüfung auf Schädlinge, Krankheiten oder Mangelerscheinungen; • präventive und fallbezogene Setzung von Maßnahmen; |
| Freischneiden technischer Einrichtungen und Bauteile | <ul style="list-style-type: none"> • Entfernung von Pflanzenbewuchs an technischen Anlagen oder Gebäudeteilen; |
| Schnittmaßnahmen | <ul style="list-style-type: none"> • Erziehungs-, Lichtraumprofil- oder Formschnitt je nach Bedarf |

| | |
|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Triebeinkürzung zur Förderung von Neuaustrieben ohne Beeinträchtigung des Deckungsgrades; |
| Entfernung beschädigter oder abgestorbener Pflanzenteile | <ul style="list-style-type: none"> • Entfernung von abgestorbenen Trieben und durchtreibenden Unterlagen; |
| Entfernung von Laubansammlungen | <ul style="list-style-type: none"> • Beseitigung von Laub im Wandbereich zur Vermeidung von Feuchtigkeitsschäden des Baukörpers; |
| Entfernung von unerwünschtem Fremdaufwuchs | <ul style="list-style-type: none"> • Beseitigung von unerwünschtem Bewuchs gemäß ÖNORM L 1136:2021; |
| Bedarfsgerechte Düngung | <ul style="list-style-type: none"> • Abstimmung der Düngemenge an die Pflanzenbedürfnisse; • Gabe von Langzeitdünger bzw. Nachdüngung bei Bedarf; |
| Nachpflanzungen | <ul style="list-style-type: none"> • Ersatz abgestorbener Pflanzen durch Schädlingsbefall, Vandalismus oder Witterungseinflüsse; |
| Pflanzenschutzmaßnahmen | <ul style="list-style-type: none"> • falls erforderlich, Einsatz geeigneter Schutzmaßnahmen; |
| Sicherungsmaßnahmen | <ul style="list-style-type: none"> • Durchführung von Maßnahmen zur Stabilisierung bzw. Erhöhung der Standsicherheit gemäß ÖNORM L 1136:2021. |

4.3 Schnittmaßnahmen zur Erlangung und Erhaltung der Beschattungsleistung

Grundsätzlich wird zwischen Erziehungs-, Erhaltungs- und Verjüngungsschnitt unterschieden. Bereits an der jungen Pflanze erfolgt eine frühzeitige Erziehung dieser durch gezielte Schnittmaßnahmen. Die Bildung und Ausformung von vielen kräftigen Trieben zur flächigen Ausbreitung der Pflanze steht hier im Vordergrund. Ein artspezifisches Einkürzen der Triebe (z.B. auf 30-40 cm) fördert die Triebausbildung und Verzweigung der Pflanze von der Basis aus.

Ist ein stabiles ‚Pflanzengerüst‘ einmal aufgebaut (dieses bleibt lebenslang erhalten!), kann es durch gezielte, artspezifische Schnittmaßnahmen in Form gehalten werden (Erhaltungsschnitt). Dabei sind Seitentriebe einzukürzen, wodurch Blüten- und Fruchtausbildung angeregt werden. Dies erfolgt immer artspezifisch und muss auf die zu schneidende Pflanze abgestimmt sein. Schnittzeitpunkte sind hier zu beachten (z.B. nach der Blütenbildung).

An bereits älteren Pflanzen kann ein Verjüngungsschnitt zielführend sein. Dabei werden einzelne ‚vergreiste‘ Triebe vollkommen entfernt bzw. auf das Grundgerüst zurückgeschnitten, um einen Neuaustrieb aus der Basis heraus zu fördern.

Bei allen Schnittmaßnahmen sind der richtige Zeitpunkt im Jahr, das artspezifische Setzen des Schnittpunktes und das Begrünungs- und das Pflegeziel ausschlaggebend. Sichtkontrollen und Schnittmaßnahmen müssen ein- bis zweimal jährlich (frühes Frühjahr/ Herbst) durch qualifiziertes Fachpersonal durchgeführt werden. Zur Aufrechterhaltung eines ausreichenden Deckungsgrades während der Sommerbelastung sollen Schnittmaßnahmen keinesfalls erst kurz vor den hitzelastigen

Sommermonaten durchgeführt werden. Günstig ist ein gezieltes Einkürzen der Triebe zum Zeitpunkt kurz vor oder kurz nach dem Blattaustrieb, um die Triebbildung vor den Sommermonaten anzuregen. Alternativ oder zusätzlich kann auch im September oder Oktober ein Schnitt vorgenommen werden. Auch hier gilt artspezifisches Schneiden der Pflanzen! Eine Übersicht zu verschiedenen Schnittmaßnahmen ist in Tabelle 3 gegeben.

Tabelle 3: Checkliste zur Förderung und Aufrechterhaltung der Beschattungsleistung. ©BOKU-IBLB, 2025.

| Aufrechterhaltung der Beschattungsleistung | |
|---|---|
| Erziehungsschnitt | <ul style="list-style-type: none"> • Frühzeitige Erziehung bereits an jungen Pflanzen mit dem Ziel der Ausbildung von vielen kräftigen Trieben; • Bildung eines langlebigen Pflanzengerüsts; • bei Starkschlingern wie z.B. <i>Wisterien</i>: Einkürzung des Haupttriebes um ein Drittel (Pirc 2022) oder nach Bedarf; • Einkürzung der Seitentriebe auf 10-15 cm; • Einkürzung von zu langen Trieben (bei Bedarf im Sommer bei starkwüchsigen Arten wie <i>Wisteria</i> sp.); |
| Erhaltungsschnitt | <ul style="list-style-type: none"> • In Formhalten des Pflanzengerüsts; • artspezifische Weiterentwicklung durch Schnittmaßnahmen an Seitentrieben, je nach Begrünungs-/Pflegeteil; |
| Gezielte artspezifische Triebeinkürzung und Einkürzung der Seitentriebe zur Förderung des Blattaustriebs | <ul style="list-style-type: none"> • z.B. vor dem Blattaustrieb, nach der Blüte, nach dem Laubfall; |
| Entfernung und Umleitung von jungen und überhängenden Trieben | <ul style="list-style-type: none"> • bei unerwünschter Wuchsrichtung, bei Einwachsen in Bauteile und Verbindungen Einkürzung möglich, außer bei gewünschter Vorhangwirkung; |
| Verjüngungsschnitt | <ul style="list-style-type: none"> • Bei älteren Pflanzen Entnahme von Trieben bis zur Basis bzw. bis zum Pflanzengerüst; |
| Entfernung von Starkästen | <ul style="list-style-type: none"> • bei starkem Dickenwachstum zur Gewichtsminimierung, unter Einhaltung der Vorgaben in ÖNORM L 1122:2024 Schnittwunden auf einer Höhe dürfen maximal 30 % des Stammumfanges umfassen; |
| Entfernung von Totholz | <ul style="list-style-type: none"> • Entnahme von abgestorbenen Trieben. |

Bei sehr starkwüchsigen Arten (z.B. *Wisteria* sp.) ist besondere Achtsamkeit und regelmäßige Kontrolle mit Erhaltungsschnittmaßnahmen zu empfehlen. Das stabil aufgebaute Pflanzengerüst muss hier weiter erhalten und -entwickelt werden. In unerwünschter Richtung wachsende Seitentriebe sind zu entnehmen. Ein Einwachsen in Gelenke und Verbindungen der Kletterhilfen bzw. in andere Bauteile muss durch gezieltes Triebumlenken oder Entfernung verhindert werden (Abbildung 3). Bei Starkschlingern (v.a. *Wisteria* sp.) beinhalten Erziehungsschnitte zur Erreichung einer raschen Deckung der Zielfläche im Herbst die Einkürzung des Haupttriebes auf ein Drittel (Pirc 2022) und die selektive Kürzung von Seitentrieben auf 10 – 15 cm, um die Neuaustriebe dann wieder hochzuleiten. Die Einkürzung zu lang werdender Triebe kann auch mittels Sommerschnitt durchgeführt werden.



Abbildung 3: Starke Verzweigung und dichter Wuchs an eingekürzten Seitentrieben von *Wisterien* (links); eingekürzte und selektierte Haupttriebe (=Pflanzengerüst) abgewickelt und entlang der Kletterhilfe aufgebunden, um Einwachsen zu vermeiden (rechts). ©BOKU-IBLB, 2025.

Regelmäßige Rückschnitte von starkwüchsigen Arten (*Wisteria* sp., *Campsis* sp.) sind essenziell, um die Beschattungsleistung im gesamten Bereich der Pflanze zu gewährleisten. Eine Vernachlässigung der jährlichen Schnittmaßnahmen führt bei diesen Arten zu einem kopflastigen Wuchs und einem Verkahlen an der Basis (Abbildung 4) und damit zu einem Verlust der Verschattungsleistung.

Die Rückschnitte inkludieren die Kürzung von überhängenden Trieben, es sei denn, eine „Vorhangwirkung“ ist erwünscht, und die Entfernung von Starkästen zur Gewichtsminimierung. Bei Kletterpflanzen mit starkem Dickenwachstum ist an dieser Stelle auf die ÖNORM L 1122:2024 zu verweisen, in der definiert ist, dass Schnittwunden, die am Stamm gesetzt werden, maximal 30 % des Stammumfanges umfassen dürfen.

Bei jedem Pflegegang sind abgestorbene Triebe zu entfernen und die Pflanzen auf Schädlinge und Krankheiten zu kontrollieren und falls notwendig, entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Weiters ist kontinuierlich das gesamte System auf Standsicherheit zu kontrollieren.



Abbildung 4: Verkahlte Triebbasis (links) und damit einhergehender kopflastiger Wuchs (rechts) zu sehen an *Wisteria* sp.
©BOKU-IBLB, 2025.

4.4 Erhaltungspflege

Ziel der Erhaltungspflege ist es, den Pflanzenbestand bzw. die Zielstruktur in seiner Form zu erhalten und gemäß den definierten Entwicklungszielen weiterzuentwickeln (ÖNORM L 1120:2016). Um die langfristige Gesundheit, Attraktivität und Funktionalität des Pflanzenbestands zu sichern, sind einige wesentliche Pflegeschritte vorzunehmen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Checkliste zur Erhaltungspflege. ©BOKU-IBLB, 2025.

| Erhaltungspflege | |
|---|---|
| Versorgung mit Wasser | <ul style="list-style-type: none"> • manuelles Gießen oder automatische Bewässerung; • Kontrolle der Bewässerungsanlage, ggf. Tausch von Komponenten; |
| Beseitigung von unerwünschtem Aufwuchs | <ul style="list-style-type: none"> • manuelles Ausziehen von Beikräutern und Sämlingen; • Triebentfernung von durchtreibenden Unterlagen, Stamm- und Bodenaustrieben (ÖNORM L 1120:2016); • keine Verwendung von Freischneidern bzw. Vermeidung der Verletzung des Stammes durch Anbringung von Schutzmanschetten; |
| Substratlockerung und Mulchung | <ul style="list-style-type: none"> • in der Pflanzfläche; • Vorsicht beim Wurzelhals; |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung der Beschädigung von Feinwurzeln; • Erneuerung der Mulfschicht bei Bedarf bzw. Pflanzung und Pflege einer Unterpflanzung z.B. Stauden; |
| Düngung | <ul style="list-style-type: none"> • Abstimmung auf den Bedarf der Pflanzenart; • Düngung insbesondere bei troggebundenen Systemen, da nur ein begrenzter Wurzelraum zur Nährstoffversorgung den Pflanzen zur Verfügung steht; • regelmäßige Nährstoffzufuhr bei altem und ausgelaugtem Substrat; |
| Durchführen von Schnittmaßnahmen | <ul style="list-style-type: none"> • Durchführung von Erhaltungs- und Verjüngungsschnittmaßnahmen; • Schnitt von überhängenden und unerwünschten Trieben; • Entfernung von abgestorbenen Trieben; |
| Kontrolle auf Stammeinschnürungen | <ul style="list-style-type: none"> • Prüfung von Triebbindungen, ggf. lockern oder lösen; • Prüfung auf Einschnürung des Stammes bzw. zu festem Sitz; • Kontrolle und Befestigung oder Entfernung loser oder lockerer Bauteile. |

4.5 Pflegeplan

Tabelle 5 auf nächster Seite bietet einen Pflegekalender spezifisch für Vertikalbegrünungen, die als begrünte Vorverschattung von Fassaden und Glasflächen dienen. Die Maßnahmen sind systematisch entlang der Jahreszeiten angeordnet und bieten eine strukturierte Darstellung für die Planung und Durchführung von Pflegeaktivitäten. Die Maßnahmen zur Anwuchs-, Entwicklungs- und Erhaltungspflege wurden in den vorigen Kapiteln bereits beschrieben und sind im Kalender verortet.

Im Allgemeinen ist im Frühling die Bewässerungsanlage instand zu setzen, indem Batterien eingesetzt, die Anlage gespült und auf Dichtheit und Funktion kontrolliert wird. Die Bewässerungsdurchgänge starten Anfang bis Mitte Mai. Auch die technische Infrastruktur wird sowohl im Frühling als auch im Herbst geprüft, indem die Kletterhilfen auf lockere Bauteile inspiziert und Pflanzenbindungen auf Einschnürungen des Stammes oder zu festem Sitz kontrolliert werden.

Wenn Langzeitdünger (organisch oder mineralisch) verwendet wird, wird dieser ebenfalls im Frühling ausgebracht, bei Bedarf kann im Sommer eine Nachdüngung erfolgen. Wenn Flüssigdünger verwendet wird, ist dieser entsprechend der Produktbeschreibung wöchentlich im Frühling, Sommer und Herbst einzusetzen. Hier empfiehlt sich die Ausbringung über Bewässerungssysteme.

Blütenrückstände und Herbstlaub werden im Herbst, bzw. nach Bedarf beseitigt, um eine saubere und ordentliche Fläche zu gewährleisten. Vor dem ersten Frost Mitte bis Ende Oktober ist die Bewässerungsanlage entsprechend einzuwintern und frostsicher zu machen.

Tabelle 5: Kontroll- und Pflegemaßnahmen mit Empfehlungen zum Durchführungszeitpunkt je Jahreszeit; X = Empfehlung; (X) = bei Bedarf, kann zwischen Pflanzenarten und Standort variieren (erweitert nach Pirc, 2017, Dopheide et al. 2021).
©BOKU-IBLB, 2025.

| Kontroll- und Pflegemaßnahmen | Frühling | Sommer | Herbst | Winter |
|--|----------|--------|--------|--------|
| Instandsetzung der Bewässerung: Batterien einsetzen, Anlage spülen, Kontrolle auf Dichtheit und Funktion (Bewässerungsstart April, spätestens Anfang Mai) | X | | | |
| Kontrolle der technischen Infrastruktur/Kletterhilfe: lose oder lockere Bauteile, Bindungen auf Einschnürung des Stammes bzw. zu festem Sitz prüfen | X | | X | |
| Wenn Düngung mit Langzeitdüngern (organisch oder mineralisch) | X | (X) | | |
| Wenn Düngung mit Flüssigdüngern (wöchentlich) | X | X | X | |
| Erhaltungsschnitt: Artspezifisches Einkürzen der Seitentriebe | | | (X) | X |
| Entfernung von unerwünschtem Bewuchs an Gebäudeteilen | X | X | X | |
| Bodenpflege: Beikrautentfernung; Erneuerung der Mulchschicht | X | X | X | |
| Kontrolle der Pflanzengesundheit | X | X | X | |
| Sicherheitskontrolle: Sind Pflanzenteile sicher mit der Struktur verbunden, um auch bei Windlasten die Sicherheit der gesamten Struktur zu gewährleisten? | X | X | X | |
| Aufbinden, Fixieren und Leiten (in manchen Fällen auch Rückschnitt) der Neuaustriebe | | X | X | |
| Bei Starkschlingern: Selektion und Abwickeln des Haupttriebes und separate Vertikalführung zur Formierung eines senkrechten Gerüststammes (Pflanzengerüst) | | (X) | X | (X) |
| Bei Bedarf Einkürzung von zu lang werdenden Seitentrieben | | X | | |
| Entfernung von abgestorbenen Trieben | X | | X | X |
| Beseitigung von Blütenrückständen und Herbstlaub | | | X | |
| Bewässerung einwintern (Batterien entfernen, Wasser ablassen), um Frostschäden zu vermeiden | | | X | |
| Verjüngungsschnitt: Bei Bedarf Entnahme von vergreisten Trieben bis zur Triebbasis bzw. zum Pflanzengerüst | X | | X | |

5 Bewässerung

5.1 Allgemeine Anforderungen an die Bewässerung

Die Bewässerung des Pflanzenbestands ist vor allem in den ersten fünf Standjahren sicherzustellen, da die jungen Pflanzen an ihrem neuen Standort noch kein umfangreiches Wurzelsystem entwickelt haben, um ausgedehnte Trockenperioden zu überstehen (FLL 2015). Bei troggebundenen Vertikalbegrünungen ist eine Bewässerung auch darüber hinaus erforderlich, da in diesen Systemen kein natürlicher Wassereintrag erfolgt. Dies trifft auch auf bodengebundene Anlagen zu, die nachträglich durch Öffnung von Straßenbefestigungen o.ä. erfolgt sind, oder Anlagen mit (Teil)Überdachungen.

****Wichtige Hinweise:**

- ✓ Junge Pflanzen haben kein umfangreiches Wurzelsystem, daher ist die Bewässerung in den ersten 5 Jahren entscheidend für Anwuchs und Entwicklung.
- ✓ Bei troggebundenen Vertikalbegrünungen ist eine dauerhafte Bewässerung erforderlich (FLL 2015).

Die Wasserzufuhr muss kontrolliert und regelmäßig erfolgen, um sicherzustellen, dass die Pflanzen ausreichend mit Feuchtigkeit versorgt werden und optimales Wachstum gewährleistet ist (FLL 2015). Als Faustregel gilt, dass das Pflanzsubstrat im Wurzelbereich gleichmäßig feucht zu halten ist. Unzureichende Feuchtigkeit und anhaltender Trockenstress können den Biomassezuwachs massiv hemmen, zu Mangelercheinungen (z.B. Chlorose) oder gar zum frühzeitigen Absterben (Totalausfall der Begrünung) des Pflanzenbestands führen. In jedem Fall führt Trockenstress zur Schließung der Spaltöffnungen. Dieser Selbstschutzmechanismus der Pflanze unterbricht die Photosynthese, aber auch die Transpiration. Damit wird der Kühleffekt herabgesetzt (Chaves et al. 2003).

****Wichtige Hinweise:**

- ✓ Unzureichende Feuchtigkeit hemmt das Wachstum und kann zum Absterben führen.
- ✓ Trockenstress führt zur Schließung der Spaltöffnungen, das unterbindet die Transpiration und die Selbstkühlung der Pflanze (Chaves et al. 2003).
- ✓ Überbewässerung verringert die Trockenheitstoleranz und verursacht Wurzelfäulnis (Borgmann et Riehl 2020).
- ✓ Computer- und sensorgesteuerte Systeme können über 50 % Wasser sparen, passen die Bewässerung an den Pflanzenbedarf an und minimieren Wasserverbrauch.

Zu hohe Bewässerungsmengen können sich ebenfalls negativ auf die Entwicklung der Gehölze auswirken, insofern als dadurch eine Toleranz für längere Trockenphasen erschwert wird (Borgmann et Riehl 2020). Staunässe im Boden oder in Pflanztrögen kann zu Fäulnis im Wurzelbereich führen und in weiterer Folge zu deren Absterben.

Die Bewässerung kann manuell, computergesteuert oder sensorgesteuert erfolgen. Computer- und sensorgesteuerte Bewässerungssysteme ermöglichen eine präzisere und effizientere Bewässerung, sparen bei der Ressource Wasser und ermöglichen eine beinahe vollständige Automatisierung. Sensorgesteuerte Systeme überwachen die Bodenfeuchte und/oder die Wetterverhältnisse, wodurch eine bedarfsgerechte Bewässerung ermöglicht wird, d.h. eine Bewässerung, die sich am aktuellen Bedarf der Pflanzen orientiert und nur bei Unterschreitung bestimmter Schwellenwerte einsetzt. Dadurch kann der Wasserverbrauch um mehr als 50 % reduziert werden.

Die folgende Checkliste zur Bewässerung listet die wesentlichen Aspekte, die bei Vertikalbegrünungen und GLASGrün-Systemen zu berücksichtigen sind (Tabelle 6). Tabelle 7 erläutert Anforderungen an computergesteuerte Bewässerungssysteme.

Tabelle 6: Checkliste zur Bewässerungsanforderungen. ©BOKU-IBLB, 2025.

| Anforderungen an die Bewässerung | |
|--|---|
| Bewässerungsmethoden | <ul style="list-style-type: none"> • manuell; • computergesteuert; • sensorgesteuert; |
| Vorteile computer-gesteuerter und sensorgesteuerter Systeme | <ul style="list-style-type: none"> • präzisere und effizientere Bewässerung; • ressourcensparend; • nahezu vollständige Automatisierung; • sensorgesteuerte Systeme überwachen Bodenfeuchte und Wetterverhältnisse; • ermöglichen bedarfsgerechte Bewässerung, die sich am aktuellen Bedarf der Pflanzen orientiert und nur bei Unterschreitung bestimmter Schwellenwerte einsetzt; • Wasserverbrauch kann um mehr als 50 % reduziert werden (Jägermeyr et al. 2015); |
| Wasserzufuhr | <ul style="list-style-type: none"> • muss kontrolliert und regelmäßig erfolgen, um optimale Feuchtigkeit und Wachstum zu gewährleisten (FLL 2015); |
| Jungpflanzen (1.-5. Standjahr) | <ul style="list-style-type: none"> • Bewässerung ist unerlässlich, da junge Pflanzen noch kein umfangreiches Wurzelsystem haben (FLL 2015); |
| Besonderheit bodengebundene Systeme | <ul style="list-style-type: none"> • erfordern kontinuierliche Bewässerung, besonders dann, wenn sie durch Öffnung von Flächenbefestigungen nachträglich entstanden sind (FLL 2015); |
| Unzureichende Feuchtigkeit | <p>führt zu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hemmung des Biomassezuwachses; • Mangelercheinungen (z.B. Chlorose); • frühzeitiges Absterben (Totalausfall der Begrünung); • Schließung der Spaltöffnungen; • Unterbrechung der Photosynthese und Transpiration; • Reduktion des Kühleffekts (Chaves et al. 2003); |
| Übermäßige Bewässerung | <ul style="list-style-type: none"> • kann die Toleranz für längere Trockenphasen erschweren; • führt zu Staunässe, Fäulnis im Wurzelbereich und zum Absterben der Wurzeln (Borgmann et Riehl 2020). |

| Computergesteuerte Bewässerungssysteme | |
|---|---|
| Planung | <ul style="list-style-type: none"> • Auswahl eines geeigneten Bewässerungssystems abgestimmt auf Pflanzenwahl und Standortbedingungen |
| Installation | <ul style="list-style-type: none"> • Sicherstellung einer korrekten Verlegung der Leitungen und optimalen Positionierung der Sensoren (bei sensorgesteuerten Systemen); |
| Programmierung und Steuerung | <ul style="list-style-type: none"> • Wassermengen und Zeitpläne müssen mit Rücksicht auf Ausflussmengen und Wasserbedarf der Pflanzen eingestellt werden; • Sensorgesteuerte Systeme müssen auf Schwellenwerte für Bodenfeuchte und Wetterverhältnisse eingestellt werden; • Kalibrierung der Sensoren auf Substrat erforderlich; |
| Kontrolle und Wartung | <ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige Kontrollen des Systems auf Undichtheiten, Verstopfungen und Sensorfunktionen; • Überprüfung der Wasserverteilung auf Gleichmäßigkeit; • Austausch defekter Komponenten; |
| Optimierung und Erweiterung | <ul style="list-style-type: none"> • Anpassung des Systems bei Veränderungen in der Bepflanzung (Pflanzen können mit zunehmender Blattmasse mehr Wasserbedarf haben) oder bei langen geänderten Wetterperioden; • Bewässerungsanlagen können durch relativ geringen Aufwand erweitert werden (Druckverlust beachten! ca. 0,01 bar pro 1fm Schlauch, ca. 0,1 bar pro Fitting); |
| Einwinterung | <ul style="list-style-type: none"> • Entleeren (gegebenenfalls mit Kompressor) und Schutz des Systems vor Frostschäden durch Isolierung oder Demontage empfindlicher Teile (Batterien); |
| Wiederinbetriebnahme im Frühjahr | <ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle und Testlauf des Systems nach der Winterpause und nach dem letzten Frost; |

Tabelle 7: Checkliste computergesteuertes Bewässerungssystem. ©BOKU-IBLB, 2025.

5.2 Ressourceneffiziente Bewässerung

Ressourcenschonende bzw. bedarfsorientierte Bewässerung zielen darauf ab, Wasser so effizient wie möglich zu verwenden, indem Verluste durch Verdunstung, Versickerung oder Abfluss minimiert werden. Essenziell dabei ist, auf kurze und oftmalige Wassergaben zu verzichten. Anstatt dessen wird empfohlen, weniger oft, jedoch bei jedem Bewässerungsgang viel Wasser zu geben, damit dieses tief zum gesamten Wurzelkörper einsickern kann und die Pflanzen damit optimal versorgt sind. Zusätzlich werden dadurch die Pflanzen motiviert in die Tiefe zu wurzeln bzw. den gesamten Pflanztrog auszunutzen, wodurch sie sich gespeichertes Wasser erschließen können. Ressourcenschonende Bewässerung beinhaltet die Beachtung nachfolgender Aspekte in Tabelle 8.

Tabelle 8: Komponenten ressourcensparender Bewässerung. ©BOKU-IBLB, 2025.

| Ressourceneffiziente Bewässerung | |
|--|--|
| Tropfbewässerung | Diese Methode liefert Wasser direkt an der Boden- oder Substratoberfläche / die Wurzeln der Pflanzen, wodurch die Verdunstung reduziert wird und der Wasserverbrauch im Vergleich zu anderen Bewässerungsmethoden verringert wird. Sie ist besonders effektiv in trockenen oder ariden Regionen. |
| Zeitgesteuerte Bewässerung | Durch die Verwendung von Timer-Systemen oder intelligenten Bewässerungssteuerungen kann die Bewässerung auf die optimale Tageszeit (meist früh morgens oder spät abends) eingestellt werden, um Verdunstungsverluste zu minimieren. |
| Sensorgesteuerte Bewässerung | Bodenfeuchtesensoren können eingesetzt werden, um die Feuchtigkeit des Bodens zu messen und die Bewässerung nur bei Bedarf bzw. Unterschreitung eines bestimmten Schwellenwerts der Bodenfeuchtigkeit zu aktivieren. |
| Regenwassernutzung | Das Sammeln und Verwenden von Regenwasser zur Bewässerung reduziert den Bedarf an frischem Trinkwasser und ist besonders geeignet in Regionen mit saisonalen Regenfällen. Die Sammlung und Speicherung von Regenwasser erfolgte in oberirdischen und/oder unterirdischen Tanks und Zisternen. |
| Angepasste Bepflanzung | Die Wahl von Pflanzenarten, die weniger Wasser benötigen oder an lokale Bedingungen angepasst sind, trägt ebenfalls zur Reduktion des Wasserverbrauchs bei. |
| Mulchen und Unterpflanzung | Das Auftragen von Mulch hilft, Feuchtigkeit zu speichern und die Verdunstung zu reduzieren. Unterpflanzungen mit niedrig wachsenden Pflanzen (z.B. Stauden) sind attraktive Alternativen zu organischen und mineralischen Mulchauflagen. |
| Kontinuierliche Überwachung und Anpassung | Kontinuierliche Überwachung wird empfohlen, um sicherzustellen, dass das Bewässerungssystem effizient arbeitet, nicht leckt und die Pflanzen optimale Wassergaben erhalten. |

5.3 Schätzung Wasserbedarf

Der tatsächliche Wasserbedarf variiert je nach Pflanzenart, -größe und Wuchsgeschwindigkeit sowie den spezifischen Standortbedingungen, einschließlich Klima und Boden-/Substratbeschaffenheit. In der Literatur finden sich derzeit keine detaillierten Angaben zu den jeweiligen Kletterpflanzenarten bzw. Standorttypen. Urbane Standorte und anthropogen beeinflusste Böden haben meist nicht das gleiche Wasserversorgungspotenzial wie natürliche Standorte. Niederschlag steht nicht im gleichen Ausmaß zu Verfügung wie im unbebauten Raum. Nur wenn ausreichend Wurzelraum und unversiegelter Boden vorhanden sind, kann der Bedarf an zusätzlicher Bewässerung reduziert werden.

Aktuell stehen keine Standards zur Bewässerung von Fassadenbegrünungen zur Verfügung. Orientierung und einen Richtwert zum Wasserbedarf für Neupflanzungen von Straßenbäumen bieten die FLL-Richtlinien „Empfehlungen für Baumpflanzungen Teil 1“ (FLL 2015). In den Richtlinien werden

für Neupflanzungen von Straßenbäumen bis 25 cm Stammumfang 8 bis 16 Bewässerungsgänge jährlich mit Wassergaben von je 75 – 100 l pro Baum empfohlen. Bei 16 Bewässerungszyklen/Jahr kann nach dieser Vorgabe einmal pro Woche eine Wassergabe von 75 – 100 l Wasser pro Pflanze über einen Zeitraum von 4 Monaten (z.B. Juni-September) gegossen werden.

****Wichtiger Hinweis:**

Richtwert Wasserbedarf Baumneupflanzung:

- ✓ **Minimum:** $16 \times 75 = 1.200$ l/Jahr, geteilt durch 16 Wochen, ergibt 75 l/Woche in der Sommersaison.
- ✓ **Maximum:** $16 \times 100 = 1.600$ l/Jahr, geteilt durch 16 Wochen, ergibt 100 l/Woche in der Sommersaison.

Diese Empfehlungen zur Bewässerung von Baumneupflanzungen können auch auf Kletterpflanzen an Vertikalbegrünungen übertragen werden. Aufgrund unterschiedlicher Standortbedingungen, pflanzenspezifischer Anforderungen und Kletterpflanzenalter und -größe ist es jedoch nicht sinnvoll, die Wassergaben zu vereinheitlichen.

****Wichtiger Hinweis:**

Wasserbedarf Kletterpflanzen

- ✓ Die tatsächlich benötigte Wassermenge kann von den oben angeführten Werten sowohl nach oben als auch nach unten abweichen und muss entsprechend angepasst werden. Das erfordert regelmäßige Kontrollen vor Ort, selbst wenn sensorgesteuerte Bewässerungstechnik im Einsatz ist.
- ✓ Es ist im Allgemeinen ratsam, die Bewässerung auf ein oder zwei Tage pro Woche zu verteilen, d.h. in größeren Mengen, aber weniger häufig zu gießen. Das begünstigt die vollständige Sättigung des Pflanzensubstrats, auch in den tieferen Schichten, und damit die Wurzelbildung und die Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit (Borgmann et Riehl 2020).

Erkenntnis aus dem GLASGrün-Projekt:

- ✓ Bei Kletterpflanzen verlängert sich die Vegetationsperiode aufgrund der mikroklimatischen Eigenschaften durch die Fassadennähe um 1 – 2 Monate sowohl im Frühling als auch im Herbst. Aufgrund aktuell milder werdender Winter kann eine Bewässerung auch in der Vegetationsruhe notwendig sein (Cheng et al. 2023). Dies gilt insbesondere für immergrüne Kletterpflanzen.

5.4 Sensorgesteuerte Bewässerung

Um den Wasserbedarf der Pflanzen zu erheben, können Sensoren eingesetzt werden, die die Bodenfeuchtigkeit des Substrats messen und steuern und die Bewässerung nur bei Bedarf aktivieren. Eine häufig verwendete Methode zur Messung der Bodenfeuchtigkeit ist die Angabe von

Volumenprozent (Vol.- %), jenem Anteil des Bodenvolumens, das von Wasser eingenommen wird. Diese Methode findet in der Landwirtschaft, im Gartenbau und in der Umweltwissenschaft breite Anwendung, um den Wassergehalt im Boden zu überwachen und den Bewässerungsbedarf festzustellen und anzupassen.

Kapazitive Bodenfeuchtigkeitssensoren messen die Bodenfeuchtigkeit durch Erfassung der elektrischen Leitfähigkeit des Bodens. Der Vorteil liegt in der intuitiven Darstellung des Wassergehalts. Ein hoher Wert weist auf eine hohe Wasserspeicherkapazität hin, während ein niedriger Wert bedeutet, dass der Boden trocken ist und möglicherweise bewässert werden muss. Mit diesen Informationen lässt sich die Bewässerung genau steuern, was sowohl für die Pflanzengesundheit als auch für die Ressourcenschonung wichtig ist. Pflanzsubstrate mit einer hohen Wasserspeicherkapazität weisen eine maximale Wasserkapazität von 45 – 65 Vol.- % auf.

Um eine sensorgesteuerte Bewässerung präzise umzusetzen, ist der Einsatz von Sensoren in unterschiedlichen Substrattiefen (z.B. -15 cm, -30 cm, -60 cm unter der Erdoberfläche) erforderlich. Dies bietet verschiedene Vorteile bei der Messung der Bodenfeuchtigkeit und hilft, den Wassergehalt in unterschiedlichen Substratschichten genau zu bestimmen. Mit diesen unterschiedlichen Sensorpositionen lassen sich genaue Daten über die Bodenfeuchtigkeit in unterschiedlichen Substrattiefen sammeln. Das ermöglicht es, nur so viel Wasser zu verwenden, wie nötig ist, um Pflanzen gesund zu halten und ein optimales Wachstum zu gewährleisten. Die Kombination der Sensoren sorgt dafür, dass sowohl Oberflächenfeuchtigkeit als auch tieferliegende Wasservorräte berücksichtigt werden. Die Sensorpositionierung muss dabei wesentliche Aspekte berücksichtigen:

- **Sensor unter der Substratoberfläche (-15 cm):** Dieser Sensor misst die Feuchtigkeit im oberen Substratbereich, der besonders anfällig für Austrocknung durch Verdunstung über die Substratoberfläche ist. Er liefert Informationen darüber, wie schnell die Oberfläche Feuchtigkeit verliert und gibt Hinweise darauf, wann eine leichte Bewässerung oder das Abdecken mit Mulch notwendig ist, um den Feuchtigkeitsverlust zu verringern.
- **Sensor in Wurzeltiefe (-30 cm):** Dabei wird auf Höhe der Wurzeln oder knapp darunter der Sensor positioniert, um zu messen, wie viel Wasser für die Pflanzen tatsächlich verfügbar ist. Diese Information ist entscheidend, um zu bestimmen, ob die Pflanzen ausreichend bewässert sind oder ob sie bereits unter Wassermangel leiden.
- **Sensor unterhalb der Wurzeln (> -60 cm):** Ein Sensor, der unterhalb der Wurzeltiefe installiert ist, gibt Auskunft darüber, ob Wasser die Wurzeltiefe überschreitet und nicht mehr von den Pflanzen genutzt werden kann. Dies kann auf Überbewässerung oder ineffizientes Bewässern hindeuten. Durch diese Messung können Anpassungen vorgenommen werden, um sicherzustellen, dass das Wasser effizient genutzt wird und nicht verschwendet wird (Abbildung 5).



Abbildung 5: Einbau Bodenfeuchtesensoren (TEROS 11, Meter Group) am Standort SÖLL | TIROL 2022. ©BOKU-IBLB, 2025.

5.5 Berechnung des Bewässerungsbedarfs

Zur Berechnung der pflanzen- und standortspezifischen Bewässerungsmengen eignet sich die Wasserbedarfsberechnung der University of California (Costello et al. 2014). Die *Water-Use-Classification-of-Landscape-Species-(WUCOLS)*-Methode berücksichtigt die klimatischen Rahmenbedingungen am Wuchsstandort, den grundsätzlichen Wasserbedarf unterschiedlicher Pflanzenarten und die Bepflanzungsdichte. Für die genannten spezifischen Aspekte einer Begrünung werden Faktoren in definierten Wertebereichen zugeordnet. Aus diesen Faktoren berechnet sich durch Multiplikation der Koeffizient Landschaft. Dieser ergibt durch Multiplikation mit der Referenzverdunstung ET_0 am Standort den monatlichen Wasserbedarf einer Begrünung.

Durch die Berücksichtigung der Referenzverdunstung und der spezifischen Rahmenbedingungen bzw. Niederschlagsmengen und individuellen Eigenschaften einer Begrünung liefert die WUCOLS-Methode genauere Wasserbedarfswerte als in aktuellen Normen vorgeschlagene Berechnungsverfahren wie z.B. die ÖNORM L 1112:2022, die Kletterpflanzen unberücksichtigt lässt. Die Methode erlaubt eine bessere Planung sowie Steuerung der Bewässerung und kann zu einer Reduktion des Wasserverbrauchs und somit der Kosten beitragen.

Der Wasserbedarf der Vegetation an den Demo-Standorten SÖLL | TIROL und KREUZGASSE | WIEN wird in Folge mit Hilfe der WUCOLS-Methode, berechnet. Die folgenden Parameter in Tabelle 9 fließen in die Berechnung ein.

Tabelle 9: Eingangsparameter für die WUCOLS-Methode nach Costello et al. (2014) zur Berechnung bedarfsorientierter Bewässerungsmengen. ©BOKU-IBLB, 2025.

| Parameter | Kurzbezeichnung | Beschreibung |
|---|---------------------------|--|
| Referenzverdunstung (Evapotranspiration) | ET ₀ | Die Referenzverdunstung wird mit Hilfe atmosphärischer Daten wie Solarstrahlung oder Luftfeuchte für 1m ² Gras berechnet. Für das Projekt wurde der Datensatz der GeoSphere Austria (2024) angewendet. |
| Aktuelle Verdunstung | ET _a | Die aktuelle Verdunstung bezeichnet die tatsächliche Evapotranspiration einer Pflanze oder Pflanzengemeinschaft über einen definierten Zeitraum. |
| Koeffizient Landschaft | K _{landscape} | Der Koeffizient Landschaft (s. Formel 1 unten) ergibt sich aus der Multiplikation der Koeffizienten für Pflanzenart, Bepflanzungsdichte und Mikroklima in einem Wert zusammen. Zur Berechnung der aktuellen Verdunstung wird er mit der Referenzverdunstung multipliziert (s. Formel 2 unten). |
| Koeffizient Pflanzenart | K _{species} | Der Koeffizient Pflanzenart beschreibt den grundsätzlichen Wasserbedarf von Pflanzenarten, ihm ist der Wertebereich 0,1 – 0,9 zugeordnet. Er definiert die Kategorien <i>sehr gering</i> (< 0,1), <i>gering</i> (0,1 – 0,3), <i>moderat</i> (0,3 – 0,6) und <i>hoch</i> (0,7 – 0,9). |
| Koeffizient Bepflanzungsdichte | K _{density} | Der Koeffizient Bepflanzungsdichte beschreibt ein- oder mehrschichtige Pflanzengemeinschaften mit einem Faktor, der von 0,3 – 1,3 reichen kann. Einschichtige Pflanzengemeinschaften mit keiner vollen Bedeckung der Oberfläche bekommen einen Wert der Kategorie <i>gering</i> (0,3 – 0,6) zugeordnet. Deckende Pflanzengesellschaften, wie z.B. Rasen oder Stauden, erhalten den Wert 0,7 – 0,9 der Kategorie <i>moderat</i> . Mehrschichtige Bepflanzungen, wie Bäume und/oder Kletterpflanzen mit Unterpflanzung können im Wertebereich 1,1 – 1,3 in der Kategorie <i>hoch</i> eingeordnet werden. |
| Koeffizient Mikroklima | K _{microclimate} | Dieser Koeffizient beschreibt die unmittelbaren klimatischen Rahmenbedingungen der Pflanzen. Schattige und windgeschützte Standorte werden der Kategorie <i>gering</i> (0,5 – 0,9) zugeordnet. Die Kategorie <i>moderat</i> entspricht mit dem Wert 1 offenen Standorten mit keinen wesentlichen Hitzeeinwirkungen oder Windstärken. Die Kategorie <i>hoch</i> (1,1 – 1,4) umfasst Standorte mit Sonnenexposition und windigen Wuchsbedingungen. |

Die folgenden Formeln zeigen den Rechenweg zur Bestimmung der aktuellen Verdunstung von Begrünungen:

$$K_{\text{landscape}} = K_{\text{species}} \times K_{\text{density}} \times K_{\text{microclimate}} \quad [\text{Formel 1}]$$

$$ET_a = ET_0 \times K_{\text{landscape}} \quad [\text{Formel 2}]$$

Die Verdunstung der Pflanzen muss durch Regen oder künstliche Bewässerung kompensiert werden, um ein vitales Wachstum sicher zu stellen. Die Verdunstung kann also mit dem Wasserbedarf gleichgesetzt werden. Aus der erläuterten Berechnung ergibt sich somit der Wasserbedarf der Pflanzen an einem bestimmten Standort.

Kann Niederschlag in den Wurzelraum der Pflanzen infiltrieren, kann dieser von der Bewässerungsmenge abgezogen werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass aufgrund von Interzeption und Evaporation von den Oberflächen nicht der gesamte Niederschlag einsickert, sondern nur ein Prozentsatz davon, der sogenannte effektive Niederschlag. Der Wert 0,7, also 70 % vom Niederschlag, kann als Grundannahme angewendet werden (Nouri et al. 2013). Bei Pflanztrögen oder bauliche Auskragungen oder Überdachungen kann von keinem Eintrag von Niederschlag ausgegangen werden.

Erst wenn der natürliche Niederschlag nicht mehr ausreicht, den Wasserbedarf der Pflanzen zu decken, ergibt sich die Notwendigkeit zusätzlicher Bewässerung. In Tabelle 10 werden die Berechnungsgrundlagen für die Demo-Standorte dargestellt.

Tabelle 10: Festlegung der Koeffizienten und Ermittlung des Koeffizienten Landschaft nach der WUCOLS-Methode (Costello et al. 2014) für die Demo-Standorte in SÖLL | TIROL und KREUZGASSE | WIEN. ©BOKU-IBLB, 2025.

| Standort | Koeffizient Landschaft | Koeffizient Pflanzenart | Koeffizient Bepflanzungsdichte | Koeffizient Mikroklima |
|--------------------------|------------------------|--|--|--|
| Dorf 140 Söll | 0,6 | 0,6 durchschnittlicher Wasserbedarf | 1 einschichtige Vegetationsdecke (vertikal) ohne Unterpflanzung | 1 Sonneneinstrahlung, keine übermäßige Windexposition |
| Kreuzgasse Wien | 0,86 | 0,6 durchschnittlicher Wasserbedarf | 1,1 einschichtige Vegetationsdecke (vertikal) mit Staudenunterpflanzung | 1,3 starke Sonneneinstrahlung, Windexposition |

Der Wasserbedarf lässt sich aus der Differenz von tatsächlicher Evapotranspiration (ET_a) abzüglich des effektiven Niederschlags ermitteln. Aus Tabelle 11 und Tabelle 12 kann der errechnete Wasserbedarf pro Monat und Tag beispielhaft für die beiden Demo-Standorte SÖLL | TIROL und KREUZGASSE | WIEN entnommen werden. Die Tabellen listen ausgehend von der Referenz-Verdunstung (ET_0) pro Tag bzw. pro Monat, dem Niederschlag und dem effektiven Niederschlag (Angaben in mm entsprechen l/m^2) den Wasserbedarf pro m^2 .

Tabelle 11: Beispielrechnung Wasserbedarf für die Monate der Vegetationsperiode April bis Oktober für Demo-Standort SÖLL | TIROL für sommergrüne Kletterpflanzen in einer bodengebundenen Vertikalbegrünung, mit Eintrag von Niederschlag (WUCOLS-Methode, Daten aus GeoSphere Austria 2024). ©BOKU-IBLB, 2025.

| MPREIS Söll, Tirol | Jan | Feb | Mrz | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ET ₀ [mm/Monat/m ²] | 23 | 44 | 72 | 92 | 108 | 114 | 120 | 110 | 68 | 46 | 24 | 15 |
| Niederschlag [mm/Monat] | 88 | 73 | 97 | 87 | 135 | 162 | 167 | 171 | 115 | 92 | 81 | 86 |
| Effektiver Niederschlag [mm/Monat] | 62 | 51 | 68 | 61 | 95 | 113 | 117 | 119 | 81 | 64 | 57 | 60 |
| Wasserbedarf [mm/Monat] pro m ² Kronen- oder vertikale Kletterpflanzenfläche | 14 | 26 | 43 | 55 | 65 | 69 | 72 | 66 | 41 | 28 | 14 | 9 |
| Wasserbedarf [mm/Monat] pro Klettermodul mit 8m ² | 110 | 210 | 347 | 439 | 518 | 549 | 576 | 527 | 328 | 222 | 115 | 71 |
| Bewässerungsmenge [mm/Monat] pro Klettermodul mit 8m ² | ** | ** | ** | 379 | 424 | 435 | 459 | 408 | 248 | 158 | ** | ** |

** Händisches, bedarfsorientiertes Bewässern in frostfreien Perioden

Tabelle 12: Beispielrechnung Wasserbedarf für die Monate der Vegetationsperiode April bis Juni für Demo-Standort KREUZGASSE | WIEN für sommergrüne Kletterpflanzen in einer troggebondenen Vertikalbegrünung, ohne Eintrag von Niederschlag auf Grund der Pflanztröge (WUCOLS-Methode, Daten aus GeoSphere Austria 2024). © IBLB, 2025.

| Kreuzgasse Wien | Jan | Feb | Mrz | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ET ₀ [mm/Monat/m ²] | 26 | 47 | 76 | 104 | 120 | 136 | 147 | 136 | 81 | 41 | 21 | 17 |
| Niederschlag [mm/Monat] | 38 | 34 | 46 | 40 | 78 | 82 | 80 | 74 | 67 | 48 | 43 | 40 |
| Eff. Niederschlag [mm/Monat] | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wasserbedarf [mm/Monat] pro m ² Bezogen Kronen- oder vertikale Kletterpflanzenfläche | 22 | 41 | 66 | 90 | 104 | 117 | 126 | 117 | 69 | 35 | 18 | 15 |
| Wasserbedarf gesamt [mm/Monat/77,5m ²] | 173 | 315 | 507 | 694 | 802 | 906 | 979 | 904 | 536 | 274 | 137 | 112 |
| Bewässerungsmenge gesamt [mm/Monat/77,5m ²] | ** | ** | ** | 694 | 802 | 906 | 979 | 904 | 536 | 274 | ** | ** |

** Händisches bedarfsorientiertes Bewässern in frostfreien Perioden

Zur Aufbereitung der Daten über die Referenz-Evapotranspiration (ET_0) bedarf es ausreichender Kenntnis im Umgang mit GIS-Programmen. Außerhalb akademischer oder wissenschaftlicher Umgebungen ist dieses Verfahren weniger praktikabel. Die oben angeführten Beispiele für die GLASGrün-Demo-Standorte stellen Orientierungswerte dar für Standorte mit vergleichbaren Verhältnissen.

5.6 Wartung und Einwinterung

Wartung und Einwinterung der Bewässerungsanlage sind entscheidend, um ihre Langlebigkeit und Effektivität sicherzustellen. Folgende grundlegende Maßnahmen in Tabelle 13 sind durchzuführen:

Tabelle 13: Checkliste und allgemeine Anforderungen zur Wartung und Einwinterung von Bewässerungsanlagen. ©BOKU-IBLB, 2025.

| Wartung und Einwinterung von Bewässerungsanlagen | |
|---|---|
| System spülen | <ul style="list-style-type: none">• Vor der Einwinterung ist das Bewässerungssystem gründlich spülen;• Ablagerungen, Schmutz oder Kalk sind zu entfernen, dies verhindert Verstopfungen und Schäden während der Wintermonate; |
| Leitungen entleeren | <ul style="list-style-type: none">• Entleerung alle Wasserleitungen, Ventile und Anschlüsse - dadurch Verhinderung von Frostschäden an Leitungen und Anschlussstücken;• Verwendung von Druckluft zum Ausblasen des Systems stellt sicher, dass kein Wasser in den Leitungen verbleibt;• Drainagekappen, falls vorhanden, öffnen und bis zur Instandsetzung geöffnet lassen; |
| Abdeckungen und Isolierung | <ul style="list-style-type: none">• Schutz aller freiliegenden Teile des Bewässerungssystems vor extremen Witterungsbedingungen; |
| Kontrolle auf Schäden | <ul style="list-style-type: none">• Inspektion des gesamten Systems auf Anzeichen von Verschleiß oder Beschädigungen, insbesondere an Schläuchen, Dichtungen und Ventilen;• Reparatur und Ersatz von beschädigten Teilen vor dem Winter; |
| Stromversorgung abschalten | <ul style="list-style-type: none">• Abschaltung aller automatischen Steuerungen;• Abbau aller Komponenten, die abnehmbar sind oder im Innenbereich gelagert werden können;• Ausbau von Batterien und Akkus bei batteriebetriebenen Steuerungen, diese laden und im Frühjahr neu einbauen. |

6 Nährstoffversorgung und Düngung

Im urbanen Raum stehen bei der nachhaltigen Versorgung mit Nährstoffen für Kletterpflanzen einige zusätzliche Herausforderungen im Vordergrund. Städtische Böden sind hinsichtlich der Nährstoffverfügbarkeit verschiedenen nachteiligen Prozessen wie Verdichtung, Versiegelung und Verunreinigung durch Staub, Abwässer oder sonstige bodenschädliche Produkte ausgesetzt, was zu erheblichen Veränderungen ihrer physikalischen und biologischen Eigenschaften führt (Kissling et al. 2009). Darüber hinaus weisen sie im Vergleich zu anderen Ökosystemen tendenziell eine niedrigere organische Konzentration auf, was auf die Bodenvorbereitungspraktiken, die Bewirtschaftung der städtischen Grünflächen und die Beseitigung organischer Rückstände wie Laub und Grasschnitt zurückzuführen ist (Scharenbroch et al. 2005; Scalenghe et Marsan 2009).

****Wichtige Hinweise:**

Herausforderungen im urbanen Raum:

Städtische Böden sind durch Verdichtung, Versiegelung und Verunreinigung beeinträchtigt. Das hat eine geringe Konzentration organischen Materials und eine geringe Nährstoffverfügbarkeit für Pflanzen zur Folge.

Einfluss der Nährstoffversorgung:

- ✓ Verdichtung hemmt die Nährstoffaufnahme. Dies beeinträchtigt Wachstum und Gesundheit der Pflanze.
- ✓ Wassermangel bzw. Trockenstress kann die Nährstoffaufnahme negativ beeinträchtigen, was sich durch sichtbare Mängel wie vergilbte Blätter und langsamen Zuwachs zeigt.
- ✓ Bei guter Nährstoffversorgung kann die Pflanze widerstandsfähiger gegenüber Trockenstress werden.

Die Nährstoffversorgung hat erheblichen Einfluss auf das Wachstum und die Morphologie von Pflanzen (Putz et Harold 1991). Die Nährstoffaufnahme wird über die Wasserversorgung gesteuert, wobei Wasserstress die Aufnahme von Nährstoffen negativ beeinträchtigen kann (Epstein et Arnold 2005). Extrem trockene oder übermäßig bewässerte Bedingungen limitieren oder verhindern die Nährstoffaufnahme, insbesondere die Stickstoffaufnahme, welche essenziell für die Biomasseproduktion ist (Wang et al. 2010; Premchandra et al. 1990; Singh et al. 2006). Nährstoffmangel lässt sich optisch feststellen z.B. durch

- vergilbte Blätter (Chlorose, Abbildung 6),
- schwachen Triebanzuwachs,
- geringen Biomassezuwachs,
- geringen Zuwachs des Stammdurchmessers
- oder mittels Laboranalysen von Boden- und Blattproben (FLL 2015).

Eine Übersicht zu den Anforderungen an den Nährstoffbedarf von Kletterpflanzen ist in Tabelle 14 gegeben.



Abbildung 6: Stark chlorotische Blätter von *W. sinensis*. Stickstoffmangel ist auszuschließen, da es sich bei *Wisteria sinensis* um eine stickstoffbindende Leguminose handelt. Vermutlich liegt hier ein Eisen-, Kalium- oder Phosphormangel vor. ©BOKU-IBLB, 2025.

Tabelle 14: Checkliste Anforderungen an die Nährstoffversorgung von vertikaler, grüner Vorverschattung. ©BOKU-IBLB, 2025.

| Anforderungen an die Nährstoffversorgung | |
|--|--|
| Herausforderungen urbaner Extremstandorte | <ul style="list-style-type: none"> • Verdichtung, Versiegelung und Verunreinigung; • sehr geringe Mengen von organischem Material und Nährstoffen verfügbar; |
| Einfluss auf Nährstoffaufnahme-fähigkeit | <ul style="list-style-type: none"> • Verdichtung; • Wasserstress; • pH-Wert; • erkennbar an sichtbaren Mangelerscheinungen wie z.B. Blattchlorosen oder schwache Zuwächse; |
| Nährstoffbedarf von Kletterpflanzen | <ul style="list-style-type: none"> • ähnlicher Grundbedarf an Nährstoffen wie Bäume, spezifischer Bedarf variiert je nach Art, Standort und Umgebung; • bei bodengebundenen Systemen deckt das Pflanzsubstrat den Bedarf für bis zu 3 Standjahren ab, danach beziehen die Pflanzen ihre Nährstoffe aus den umliegenden Bodenschichten; • in urbanen Gebieten mit hoher Versiegelung und bei Trogsystemen führt der geringe Wurzelraum rasch zu Mangelerscheinungen (FLL 2015), daher sind Nährstoffe über regelmäßige/jährliche Düngung dauerhaft zuzuführen; |

| | |
|---|---|
| Substrat, organischer und mineralischer Dünger | <ul style="list-style-type: none"> • Verwendung gütegeprüfter Substrate, die den ÖNORMen L 1131:2010 und L 1136:2021 entsprechen; • Nährstoffgehaltbestimmung mittels Bodenproben oder Substratanalysen vor der Pflanzung; • Entwicklung abgestimmter Düngepläne nur nach gründlicher Analyse; • Dünger müssen die Hauptnährstoffe N-P-K und eine breite Palette an Spurenelementen enthalten; • organische Dünger fördern das Bodenleben, erfordern aber Mikroorganismen für die Nährstoffumsetzung; • mineralische Langzeitdünger eignen sich besser für kleine Wurzelräume oder troggebundene Systeme; |
| Düngungsempfehlung für Tröge | <ul style="list-style-type: none"> • Kombination aus organischen und mineralischen Langzeitdüngern (Amelung et al. 2018; Wegmüller et al. 2012); • Langzeitdünger bieten eine kontrollierte Nährstofffreisetzung über längere Zeiträume und sind für die spezifischen Anforderungen in Trogsystemen gut geeignet; • organisches Frischmaterial und Mist sind ungeeignet, da sie langsam abbauen und Geruchsprobleme verursachen können. |
| Ausbringung von Düngemitteln | <ul style="list-style-type: none"> • im Frühling etwa zwei Drittel des Nährstoffbedarfs ausbringen; • den Rest während der Hauptwachstumsphase ausbringen; • artspezifischer, hoher Stickstoffbedarf erfordert 3 Anwendungen je Vegetationsperiode zur Minimierung von Verlusten; • Depotdünger können auch mit einer einmaligen Düngung je Vegetationsperiode ausgebracht werden und sind daher pflegeextensiver (Carlen et al. 2017); • Flüssigdünger müssen regelmäßig gegeben werden, dies kann über die Bewässerungsanlage erfolgen. |

Neben Nährstoffmangel können auch ungünstige Boden- und Wasserverhältnisse sowie ein nicht optimaler pH-Wert zur Vergilbung der Blätter führen:

- **Stauässe oder anhaltende Trockenheit** beeinträchtigen die Nährstoffaufnahme und können so chlorotische Symptome hervorrufen.
- **Verdichtete Böden** behindern die Durchlüftung und Wurzelentwicklung, was sich negativ auf die Vitalität der Pflanzen auswirkt.
- Ebenso spielt der **pH-Wert** eine entscheidende Rolle: Ist dieser zu hoch (alkalisch) oder zu niedrig (sauer), können bestimmte Nährstoffe, insbesondere Eisen, trotz ausreichender Verfügbarkeit im Boden nicht mehr effizient aufgenommen werden. Die Folge sind häufig Eisenchlorosen, die sich typischerweise durch eine Aufhellung der jüngeren Blätter bei gleichzeitig grünen Blattadern äußern (Eichert et al. 2010; Sánchez-Rodríguez et al. 2014). Die Eisenaufnahmefähigkeit von Pflanzen wird bei alkalischen Verhältnissen im Boden zusätzlich unterdrückt, selbst wenn genug Eisen im Boden vorhanden ist (Hsieh et Waters 2016).

7 Best-Practice aus dem Projekt GLASGrün: Pflegermanagement an den Demo- Standorten

An den Demo-Standorten SÖLL | TIROL und KREUZGASSE | WIEN wurden aufgrund der Verwendung verschiedener Kletterhilfenkonstruktionen, Bauhöhen und Pflanzenarten teilweise unterschiedliche Pflege- und Schnittmaßnahmen durchgeführt und auf deren Tauglichkeit überprüft. Die Pflegemaßnahmen wurden zweimal pro Jahr (Frühjahr und Herbst) durchgeführt. Folgendes Kapitel bietet einen Überblick aus dieser Praxis, die zur Erreichung der Zielstrukturen und des Ziel-Deckungsgrades beigetragen haben.

7.1 Pflegeeingriffe Demo-Standort SÖLL | TIROL

Die Bepflanzung erfolgte mit vier unterschiedlichen Arten an zwei Expositionen (Südost, Nordwest): *Aristolochia macrophylla*, *Humulus lupulus*, *Vitis coignetiae* und *Wisteria sinensis*. Je Himmelsrichtung wurden sechs Individuen pro Art in einem Pflanzabstand von 70 cm gepflanzt. Als Pflanzsubstrat wurde eine Intensivdachsubstratmischung verfüllt.

Der erste Pflegedurchgang wurde im Herbst des Pflanzjahres 2022 durchgeführt. Im Frühjahr 2023 fand die erste Frühjahrspflege statt. Für die Pflegearbeiten in SÖLL | TIROL war kein Hubsteiger erforderlich, die Pflege ist vom Boden bzw. von der Leiter aus möglich. Zufahrtsmöglichkeiten zum Abtransport von Schnittgut sind gegeben.

Aufgrund der Bandstahlkonstruktion ist es ratsam, stark schlingende Arten wie *W. sinensis* mit einem Hauptleittrieb vertikal zu führen und die Jahrestriebe bei der Herbstpflege von der Kletterkonstruktion abzuwickeln und einzukürzen, da die Triebbildung sonst unkontrolliert ineinander erfolgt. Durch das Dickenwachstum führt dies zum Einwachsen in den Stamm, und die Pflege wird erheblich erschwert

Folgende Pflgetätigkeiten an den Kletterpflanzen sind erforderlich:

- ***Aristolochia macrophylla* und *Humulus lupulus*:** Im Herbst entstand kaum Pflegeaufwand; es erfolgte die Entfernung einzelner trockener, stark überhängender Triebe. Abgetrocknete Blattmasse wurde am Klettergerüst belassen, da diese dem Neuaustrieb im Frühjahr als zusätzliche Kletterhilfe dient. Bei *A. macrophylla* wurden lose Triebspitzen in den Vegetationskörper bzw. die Rank- und Kletterstruktur eingeflochten bzw. angebunden, um im Folgejahr entlang der Kletterstruktur hoch wachsen zu können.
- ***Vitis coignetiae* und *Wisteria sinensis*:** Entfernen überhängender und in die Dachkonstruktion einwachsender Triebe. Erziehungsschnitte erfolgten auf "senkrechten Kordon" d.h. Formierung eines senkrechten Hauptstamms (Gerüst) pro Pflanze nach Taraba (2000 – 2024); Abwicklung des Neuzuwachses vom Haupttrieb vom Klettergerüst; Einkürzung des Jahreszuwachses auf ca. ein Drittel der Zielhöhe; Anbindung an der Kletterstruktur (Abbildung 7).
Die Seitentriebe wurden gelöst und auf ca. 10 – 15 cm eingekürzt. Im Frühjahr 2023 wurden alle Seitenäste von *V. coignetiae* und *W. sinensis* erneut auf zwei bis drei Knospenaugen

eingekürzt und Bindungen auf festen Sitz kontrolliert. Dieselben Schritte wurden bei den Pflegedurchgängen im Herbst 2023 und Frühjahr 2024 (3. Standjahr) wiederholt.

Nachfolgende Tabelle 15 beinhaltet Angaben zu Pflgetätigkeiten und Zeitaufwand.

Tabelle 15: Orientierungsangaben zu Arbeitsschritten, Zeit- und Personalaufwand: Die Pflegearbeiten erfolgten am Standort SÖLL | TIROL von einer Leiter aus, da bei der dortigen Zielhöhe kein Hubsteiger erforderlich ist. Personalanforderungen: Facharbeiter*innen, eigenständige Ausführung, geschult im Umgang mit Kletterpflanzen). ©BOKU-IBLB, 2025.

| Arbeitsschritte | Personal | Fläche Zielstruktur (m ²) | Zeit (h) |
|--|------------|---|------------------------|
| Frühjahrspflege 2. Standjahr 21.02.2023 | | | 09:00-15:00 Uhr |
| Vegetation: Entfernung von Herbstlaub; Selektion und Bindung der Hauptleittriebe (<i>A. macrophylla</i> , <i>H. lupulus</i> , <i>V. coignetiae</i> , <i>W. sinensis</i>); Rückschnitt Seitenverzweigungen (<i>V. coignetiae</i> , <i>W. sinensis</i>); | 2 Personen | 176 m ² ; einjährige Jungpflanzen; keine flächige Bedeckung; | 4 h |
| Bewässerung: Instandsetzung der Bewässerung; Batterien einsetzen, Anlage spülen, Kontrolle auf Dichtheit (Bewässerungsstart Mitte April) | 2 Personen | 40 lfm | 1,5 h |
| Herbstpflege 2. Standjahr 20.10.2023-22.10.2023 | | | 09:00-17:30 Uhr |
| Vegetation: Abwickeln einjähriger Triebe, Selektion der Hauptleittriebe, Rückschnitt der Seitenverzweigungen, Binden der Hauptleittriebverlängerung (<i>V. coignetiae</i> , <i>W. sinensis</i>); Kontrolle sämtlicher Bindungen (<i>A. macrophylla</i> , <i>H. lupulus</i> , <i>V. coignetiae</i> , <i>W. sinensis</i>); Entfernung von Grünschnitt; Einflechten überhängender Triebe in den Vegetationskörper; Einflechten und Leiten der Triebspitzen (<i>A. macrophylla</i>) | 2 Personen | 176 m ² | 16 h |
| Kletterhilfe: Kontrolle auf lockere Bauteile und Schrauben, Korrosionsschäden | 2 Personen | 176 m ² | 2 h |
| Bewässerung: Kontrolle auf Dichtheit, lose Teile, Funktionsfähigkeit der Ventile, Verklausungen; Einwinterung (Batterien entfernen, Anlage spülen, Wasser ablassen, Haupthahn schließen); | 1 Person | 40 lfm | 2,5 h |
| Frühjahrspflege 3. Standjahr 19.05.2024-20.05.2024 | | | 09:00-17:30 Uhr |
| Vegetation: Entfernen von abgestorbenen Trieben; Kontrolle und weitere Selektion der Hauptleittriebe; Kontrolle sämtlicher Bindungen (<i>A. macrophylla</i> , <i>H. lupulus</i> , <i>V. coignetiae</i> , <i>W. sinensis</i>); Entfernung von Laub und unerwünschtem Unterwuchs; Einflechten überhängender Triebe in den Vegetationskörper; | 2 Personen | 150 m ² | 16 h |

| | | | |
|--|------------|--------------------|-------|
| Kletterhilfe: Kontrolle auf lockere Bauteile und Schrauben, Korrosionsschäden | 2 Personen | 150 m ² | 2 h |
| Bewässerung: Kontrolle auf Dichtheit, lose Teile, Funktionsfähigkeit der Ventile, Verklausungen. Inbetriebnehmen (Batterien einsetzen, Anlage spülen, Haupthahn öffnen) | 1 Person | 40 lfm | 1,5 h |



Abbildung 7: *W. sinensis* (rechts) nach Pflegeeingriff im Herbst 2023 (2. Standjahr). *A. macrophylla* (links) zum Vergleich. Abgewickelter, neu geführter und gebundener Trieb von *W. sinensis* (rechts). ©BOKU-IBLB, 2025.

7.2 Bewässerungsanlage SÖLL | TIROL

Am Demostandort SÖLL | TIROL wird die Begrünung mittels Tropfbewässerung mit Wasser versorgt. Es wurden dafür rund 50 Meter druckkompensiertes Tropfrohr in den Pflanzflächen verlegt (Abbildung 8). Die Wasserabgabe pro Tropfstelle liegt bei ca. 2,2 l/h. Pro Meter Tropfrohr werden 6,7 l Wasser pro Stunde abgegeben. Die Steuerung der Anlage erfolgt mittels Bewässerungscomputer. Es wurden keine Sensoren zur Steuerung der Bewässerung verbaut. Wassermengen müssen über das Menü des Bewässerungscomputers bedarfsgerecht eingestellt werden.

Eckdaten zur Bewässerung:

- Außendurchmesser Tropfrohr 16 mm;
- Tropferabstand 33 cm;
- Wasserabgabe pro Tropfstelle: 2,2 l/h;
- Druckbereich: 1,5-4,5 bar;
- Steuerung mittels Bewässerungscomputer (HUNTER Node);
- Wassergaben: zyklisch, im Abstand von zwei Tagen;
- Bewässerungsdauer: 4h/Bewässerungszyklus, (6,7 l x 4 h = 27 l/Meter Tropfrohr/Bewässerungszyklus).



Abbildung 8: Tropfrohrbewässerung am Standort SÖLL | TIROL und automatisches Bewässerungssystem ©BOKU-IBLB, 2025.

7.3 Pflegeeingriffe Demo-Standort KREUZGASSE | WIEN

Die Bepflanzung der nach Süden ausgerichteten Begrünung erfolgte mit zwei unterschiedlichen Arten: *Aristolochia macrophylla* und *Wisteria sinensis*. Die Pflanztröge sind aus Metall (je 2 Stk. *W. sinensis*, 1 Stk. *A. macrophylla*), Pflanzabstand 70 cm. Die Pflanztröge wurden mit Dachgarten- und Trogs substrat befüllt. Die erste Pflegemaßnahme wurde im Herbst des Pflanzjahres 2023 (1. Standjahr) durchgeführt.

Die solide Rahmenkonstruktion ermöglicht es der kräftigen *W. sinensis*, frei am Rohr zu schlingen, ohne dass die Gefahr besteht, dass die Rohre bzw. die Kletterstruktur beschädigt oder die Pflanze eingengt wird. Das Abwickeln des Leittriebes und die Formierung eines Gerüststammes wird nur an notwendigen Stellen durchgeführt. An Übergangspunkten des Gerüsts, an denen das Dickenwachstum der Pflanze zu Schäden oder Komplikationen führen kann, ist die Pflanze entsprechend zu führen.

Pflege Tätigkeiten an den Kletterpflanzen:

- ***Aristolochia macrophylla***: Totalausfall der Pflanzen durch Frostschaden – vermutlich wurde die sehr ähnliche, aber nicht winterharte Art *A. gigantea* geliefert. Auf eine Ersatzpflanzung wurde wegen der Wüchsigkeit der Wisterie verzichtet. **Ersatzmaßnahme**: Seitentriebe der benachbarten Wisterie wurden an den Rohren hochgeführt, zusätzlich wurde eine Staudenunterpflanzung angebracht. **Ziel**: Raumausfüllung und Wiederherstellung der Ästhetik der Begrünung, Verdunstungsschutz.
- ***Wisteria sinensis***: Einkürzung und Aufbindung loser, überhängender Triebe; Selektion eines kräftigen Hauptleittriebs pro Pflanze; Einkürzung des Neuzuwachses des Haupttriebs auf ca. ein Drittel und Befestigung an der Kletterhilfe (siehe Abbildung 7); Seitentriebe auf 2 – 3 Knospengaugen eingekürzt; Abwicklung und Umleitung der Triebe an kritischen Stellen (Befestigungspunkte und Zulaufleitungen der Bewässerung).

Aufgrund der Bau- bzw. Zielhöhe ist ab dem 2. Standjahr für die Pflegearbeiten eine Arbeitsbühne unbedingt erforderlich. Angaben zu Tätigkeit und Zeitaufwand werden in Tabelle 16 dargestellt.

Tabelle 16: Orientierungsangaben zu Arbeitsschritten, Zeit- und Personalaufwand Standort KREUZGASSE | WIEN: Die Pflegearbeiten erfolgten im 1. Standjahr von einer Leiter aus, ab dem 2. Standjahr erfordert die dortige Zielhöhe einen HUBSTEIGER. Personalaufwand: Personalanforderungen: Facharbeiter*innen, eigenständige Ausführung, geschult im Umgang mit Kletterpflanzen). ©BOKU-IBLB, 2025.

| Arbeitsschritte | Personal | Fläche Zielstruktur (m²) | Zeit (h) |
|--|-----------------|---|------------------------|
| Herbstpflege 1. Standjahr 12.10.2023 | | | 09:00-13:00 Uhr |
| Vegetation: Entfernung von Herbstlaub; Binden der Hauptleittriebe (<i>A. gigantea</i> , <i>W. sinensis</i>); | 2 Personen | 70 m ² ; einjährige Jungpflanzen; keine flächige Bedeckung | 2 h |
| Bewässerung: Kontrolle auf Dichtheit, lose Teile, Funktionsfähigkeit der Ventile, Verklausungen; Einwintern (Batterien entfernen, Anlage spülen, Wasser ablassen, Haupthahn schließen); | 1 Person | 15 lfm | 1,5 h |
| Frühjahrspflege 2. Standjahr 03.04.2024 | | | 09:00-14:00 Uhr |
| Vegetation: Entfernung von Herbstlaub; Binden von hängenden Trieben bei Bedarf (<i>W. sinensis</i>); | 2 Personen | 70 m ² | 3 h |

| | | | |
|---|---------------------------|---|------------------------|
| Entfernen der abgestorbenen Individuen von <i>A. gigantea</i> ; Nachpflanzung und Rückschnitt der Unterbepflanzung; | | einjährige Jungpflanzen, keine flächige Bedeckung | |
| Bewässerung: Instandsetzung; Batterien einsetzen, Anlage spülen, Kontrolle auf Dichtheit (Programm Start Mitte April); | 1 Person | 15 lfm | 1,5 h |
| Herbstpflege 2. Standjahr 29.09.2024 | | | 09:00-16:00 Uhr |
| Vegetation: Selektion und Binden der Hauptleittriebe (<i>W. sinensis</i>); Einkürzen der Seitenverzweigung (<i>W. sinensis</i>); Entfernen der abgestorbenen Triebe; bedarfsgerechter Rückschnitt der Unterpflanzung, Entfernen der Ausfälle; Aufbringen einer mineralischen Mulchschicht; | 2 Personen + Arbeitsbühne | 70 m ² einjährige Jungpflanzen, keine flächige Bedeckung | 7 h |
| Bewässerung: Kontrolle auf Dichtheit, lose Teile, Funktionsfähigkeit der Ventile, Verklausungen; Einwintern (Batterien entfernen, Anlage spülen, Wasser ablassen, Haupthahn schließen); | 1 Personen | 15 lfm | 1 h |

7.4 Bewässerungsanlage KREUZGASSE | WIEN

Zur Bewässerung des Pflanzenbestands am Demo-Standort KREUZGASSE | WIEN wurde in den Pflanztrögen ein druckkompensiertes Tropfrohr verlegt. Die Wasserabgabe pro Tropfstelle liegt bei ca. 2 l/h. Pro Meter Tropfrohr werden demzufolge 6,7 l Wasser pro Stunde abgegeben. Die Steuerung der Anlage erfolgt mittels Bewässerungscomputer. Es wurden Bodenfeuchtesensoren zur Steuerung der Bewässerung verbaut. Der Bewässerungszyklus wird durch die Verbindung zum Bodenfeuchtesensor automatisch an die tagesaktuellen Feuchtebedingungen angepasst.

Eckdaten zur Bewässerung:

- Außendurchmesser Tropfrohr 16 mm;
- Tropferabstand 33 cm;
- Wasserabgabe pro Tropfstelle: 2 l/h;
- Druckbereich: 1,5 – 4,5 bar;
- Steuerung mittels Bewässerungscomputer (HUNTER Node);
- Wassergaben bedarfsgerecht, Angepasst durch Daten der Bodenfeuchtigkeitssensoren (TEROS 11, Meter Group)

8 Pflegesteckbriefe

8.1 *Aristolochia macrophylla* (Pfeifenwinde)

Die Pfeifenwinde ist eine bis zu 15 m hohe Kletterpflanze mit verholzenden Trieben, die das ganze Jahr über an der Kletterhilfe bleiben kann. Sie bildet mit zunehmendem Alter eine dichte Struktur, die den natürlichen Lichteintrag in dahinter liegende Räume deutlich reduzieren kann (Abbildung 9).

Dem kann durch gezieltes Auslichten wie Entfernen einzelner Triebe im Zuge der Frühjahrspflege entgegengewirkt werden. Zum Auslichten werden alle 2-3 Jahre mit einem kräftigen Schnitt einzelne Haupttriebe entfernt. Diese Maßnahme beugt auch frühzeitigem Verkahlen vor und fördert den Neuaustrieb an der Basis. Überhängende Triebe werden bei der Herbstpflege an der Kletterhilfe angebunden oder in den Pflanzenkörper eigeflochten.

Die Pflanze bildet keinen repräsentativen Fruchtschmuck aus. Der Laubfall beginnt im Herbst (Oktober-November). Falllaub kann im Herbst oder Frühjahr aufgedreht werden.



Abbildung 9: Pfeifenwinde (*Aristolochia macrophylla*) am Standort SÖLL | TIROL 2023. ©BOKU-IBLB, 2025.

| | |
|--------------------------|---|
| Pflanzentyp: | mehrwährige Kletterpflanze mit verholzenden Trieben; |
| Wuchshöhe: | bis 15 Meter |
| Wachstumszyklus: | sommergrün |
| Kletterstrategie: | rankend |
| Habitus: | bildet im Alter hohe, dichte Vegetationskörper aus; |
| Frühjahrspflege: | Entfernung einzelner Triebe zur Auslichtung, Einflechten überhängender Triebe; |
| Schnittintervall: | alle zwei bis drei Jahre Entfernung einzelner Haupttriebe, Vorbeugung von Verkahlung und Förderung des Neuaustriebs an der Basis; |
| Herbstpflege: | überhängende Triebe anbinden oder in den Pflanzenkörper einflechten; |
| Fruchtschmuck: | kein repräsentativer Fruchtschmuck; |
| Laubfall: | beginn im Herbst (Oktober-November); |
| Laubentfernung: | im Herbst oder Frühjahr; |

8.2 *Hulumus lupulus* (Hopfen)

Mehrjährige nicht verholzende Staude, die jeden Herbst komplett einzieht und jedes Frühjahr neu an der Basis austreibt (Abbildung 10). Sie muss sich damit jedes Jahr die gesamte Kletterstruktur neu erschließen. Bei warmen Temperaturen kann der Triebzuwachs bis zu 1 Meter/Woche betragen und damit Wuchshöhen bis 15 m pro Saison erschließen. *H. lupulus* ist pflegearm, besondere Schnittmaßnahmen sind nicht erforderlich, bei nicht sehr hohen Kletterhilfen sind im Sommer sensitive Rückschnitte erforderlich, um unerwünschten Einwuchs in Gebäudeteile zu verhindern. Dabei ist darauf zu achten, dass der beschattende Laubkörper nicht zu stark entfernt wird.

Wenn der Wuchs nach einigen Jahren zu dicht wird, können einzelne Triebe ähnlich wie bei *A. macrophylla* herausgeschnitten werden, um die Struktur wieder lichtdurchlässiger zu bekommen. Die Pflanze besticht durch ihren schnellen Wuchs und eine schöne Herbstfärbung, die auch den nahenden Laubabfall ankündigt. Der Laubabfall beginnt im Herbst bzw. am Ende der Vegetationsperiode und kann bis ins Frühjahr andauern. Blätter, Triebe und Fruchtsände vertrocknen an der Pflanze, bleiben an der Kletterhilfe haften und sollten aus brandschutztechnischen Gründen alle 2-3 Jahre im Rahmen der Herbstpflege entfernt werden.



Abbildung 10: Hopfen (*Humulus lupulus*) am Standort SÖLL | TIROL 2023. ©BOKU-IBLB, 2025.

| | |
|------------------------------|---|
| Pflanzentyp: | mehrjährige Staude, nicht verholzende Triebe |
| Wuchshöhe: | bis 15 Meter |
| Wachstumszyklus: | Oberirdische Pflanzenteile sterben im Herbst ab und treiben im Frühjahr neu aus. Die Pflanze erschließt die Kletterstruktur jedes Jahr von Neuem. |
| Kletterstrategie: | schlingend |
| Wuchsgeschwindigkeit: | bis 1 Meter pro Woche bei warmen Temperaturen; |
| Schnittbedarf: | Keine besonderen Schnittmaßnahmen erforderlich, da die Pflanze jährlich neu austreibt; Triebkürzungen bzw. Sommerschnitt bei Bedarf, um unerwünschten Einwuchs in Gebäudeteile zu vermeiden. Abgestorbene Pflanzenteile können im Herbst entfernt werden. Bei großmaschiger Kletterhilfe und wenn brandschutztechnisch unbedenklich kann abgestorbenes Material belassen werden und als zusätzliche Kletterhilfe für die nächste Vegetationsperiode dienen. |
| Ausdünnen: | Wenn der Wuchs nach einigen Jahren zu dicht wird, können einzelne Triebe entfernt werden, um die Struktur zu entlasten und die Lichtdurchlässigkeit zu erhöhen. |
| Laubfall: | beginnt im Herbst und kann bis ins Frühjahr andauern; |
| Brandschutz: | Blätter, Triebe und Fruchtsände trocknen aus und bleiben an der Struktur haften. Aus brandschutztechnischen Gründen sollten sie alle 2 – 3 Jahre im Rahmen der Herbstpflege entfernt werden. |

8.3 *Vitis coignetiae* (Scharlachrebe)

Erreicht Wuchshöhen von mehr als 15 m und besticht durch einen starken Wuchs mit jährlichem Triebzuwachs von 2-5 Metern. Sie benötigt nur wenig Pflege. Um übermäßigen Wuchs zu bremsen, kann bei Bedarf ein Sommerschnitt durchgeführt werden (Abbildung 11)Abbildung 11.

Am Projektstandort SÖLL | TIROL hat sich gezeigt, dass die Methode "Vertikaler Kordon" (Taraba 2000 – 2024): die normalerweise für schmale, vertikale Bereiche vorgesehen ist, eine Arbeitserleichterung bei Pflege und Erziehung der Pflanzen unterstützt. Je Pflanze wurde ein Hauptleittrieb selektiert, dessen vertikale Verlängerung auf max. 100 cm/Jahr begrenzt ist, d.h. der Jahreszuwachs des Leittriebs wird beim Winterschnitt (Anfang Februar) auf einen Meter zurückgeschnitten. Die Pflanze reagiert darauf mit verstärkter Seitenverzweigung und der Bewuchs wird dichter. Alle Seitentriebe werden wie beim echten Wein auf zwei Knospen eingekürzt (Zapfenschnitt, Mehofer et al. 2021) und im Verlauf des Sommers in die Rank- und Kletterstruktur eingeflochten oder mit Hilfe einer Textil- oder Kunststoffschnur festgebunden.

Der Scharlachrebe besticht wie auch der echte Wein durch seine wunderschöne Herbstfärbung. Sie bildet Trauben aus, die nicht sehr schmackhaft sind, aber als Futterquelle für Vögel dienen. Trauben, die nicht gefressen werden, vertrocknen an der Pflanze oder fallen zu Boden. Laub- und Fruchtrückstände können bei der Pflege im Herbst oder Frühjahr entfernt bzw. aufgekehrt werden.



Abbildung 11: Scharlachrebe (*Vitis coignetiae*) am Standort SÖLL | TIROL 2023. ©BOKU-IBLB, 2025.

| | |
|------------------------------|---|
| Wuchshöhe: | > 15 Meter |
| Wuchsgeschwindigkeit: | jährlicher Triebzuwachs 2-5 Meter |
| Pflegebedarf: | gering; Sommerschnitt kann bei Bedarf durchgeführt werden, um übermäßigen Wuchs zu bremsen; überhängende Triebe im Sommer in die Rank- und Kletterstruktur einflechten oder festbinden; |
| Schnitttechnik: | beim Winterschnitt (Anfang Februar) Jahreszuwachs des Hauptleittriebs auf maximal 100 cm einkürzen, fördert Seitenverzweigung; Seitentriebe auf zwei Knospen (Zapfenschnitt , Mehofer et al. 2021) einkürzen; |
| Spezifische Methoden: | Die Methode " Vertikaler Kordon " (Erziehung eines Gerüststammes; Taraba 2000-2024) eignet sich für vertikale Strukturen; erleichtert die Pflege. |
| Herbstfärbung: | Scharlachrebe besticht durch eine attraktive Herbstfärbung. |
| Fruchtschmuck: | Bildet Trauben aus, die zwar nicht besonders schmackhaft sind, aber als Nahrungsquelle für Vögel dienen. |
| Laubfall: | Laub- und Fruchtrückstände können im Herbst oder Frühjahr entfernt oder aufgekehrt werden. |

8.4 *Wisteria sinensis* (Blauregen, Glyzinie, Wisterie)

Starkwüchsige Schlingpflanze, die Höhen von 20-30 m erreicht. Blauregen zeichnet sich durch kräftiges Wachstum, kräftige Stammentwicklung und üppige blaue oder weiße Blütenpracht und Blütenduft aus. Pflanzen dieser Art benötigen regelmäßigen Schnitt und Formierung. Sie können jedoch durch konsequente Erziehung in die gewünschte Form gebracht und gehalten werden, je nach Anforderung und Zielstruktur. Die Klettergerüste müssen dementsprechend stark ausgebildet sein. Stahlseile sind ungeeignet (Abbildung 12).

Wenn nicht starre oder wenig stark dimensionierte Kletterhilfen genutzt werden, ist die Kulturform "Vertikaler Kordon" aus dem Obstbau anzuwenden (Taraba 2000 – 2024): Dabei werden die schlingenden Triebe einmal pro Jahr von den Rank- und Kletterstrukturen abgewickelt, um anschließend erneut parallel an diesen hochgebunden zu werden. Dabei können sie einen senkrechten Gerüststamm ausbilden, und nur die Jungtriebe nutzen die Kletterhilfen.

Beim Winterschnitt (Jänner/Februar) werden die Seitentriebe auf zwei Knospen eingekürzt (Zapfenschnitt) und wie beim echten Wein die Neuaustriebe und Seitenverzweigung gefördert. Überhängende Triebe können im Sommer in die Kletterhilfe eingeflochten oder mit Hilfe einer Textil- oder Kunststoffschnur am Klettergerüst festgebunden werden. In den Folgejahren wird diese Maßnahme wiederholt, wodurch auch die Blütenbildung der Pflanzen verstärkt gefördert wird. Die Blütenstände vertrocknen nach der Blüte und fallen ab. Laubfall beginnt im Herbst und wird begleitet durch eine gelbe Herbstfärbung der Blätter. Die Pflanzen werfen ihr Laub erst zu Beginn des Winters vollständig ab (Dezember). Rückstände können im Rahmen der Frühjahrspflege entfernt werden.



Abbildung 12: Blauregen/ Glyzinie (*Wisteria sinensis*) am Standort SÖLL | TIROL 2023. ©BOKU-IBLB, 2025.

| | |
|----------------------------|---|
| Wuchshöhe: | 20-30 Meter |
| Wachstumsverhalten: | ausgesprochen starkwüchsige Schlingpflanze mit starkem Dickenwachstum des Hauptstammes; |
| Blüte: | üppige blaue oder weiße Blüten mit intensivem Duft; |
| Pflegebedarf: | regelmäßiger Schnitt und Formierung erforderlich; |
| Kulturform: | Die Methode " Vertikaler Kordon " (Taraba 2000 – 2024) muss bei fragilen Kletterhilfen angewendet werden: schlingende Haupttriebe werden jährlich abgewickelt und parallel an der Hilfe hochgebunden, um einen Gerüststamm zu fördern. |
| Winterschnitt: | Zapfenschnitt (Mehofer et al. 2021) um Neuaustriebe, Seitenverzweigung und Blütenbildung zu fördern und Verkahlung an der Basis zu vermeiden. |
| Sommerpflege: | Überhängende Triebe werden in die Rank- und Kletterstruktur eingeflochten oder mit Textil- bzw. Kunststoffschnur festgebunden. |
| Laubfall: | Beginnt im Herbst und wird durch eine gelbe Herbstfärbung begleitet; die Pflanzen werfen ihr Laub zu Beginn des Winters ab (November/Dezember). |
| Rückstände: | Vertrocknete Blütenstände und Laub werden während der Frühjahrspflege entfernt. |

9 Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Übersicht über die untersuchten Kletterpflanzen in GLASGrün..... | 14 |
| Abbildung 2: Erforderliche Pflegearbeiten in der Anwuchs-, Entwicklungs- und Erhaltungsphase von grünen Infrastrukturen (nach BMDW 2021). ©BOKU-IBLB, 2025. | 16 |
| Abbildung 3: Starke Verzweigung und dichter Wuchs an eingekürzten Seitentrieben von <i>Wisterien</i> (links); eingekürzte und selektierte Haupttriebe (=Pflanzengerüst) abgewickelt und entlang der Kletterhilfe aufgebunden, um Einwachsen zu vermeiden (rechts). ©BOKU-IBLB, 2025..... | 20 |
| Abbildung 4: Verkahlte Triebbasis (links) und damit einhergehender kopflastiger Wuchs (rechts) zu sehen an <i>Wisteria</i> sp. ©BOKU-IBLB, 2025. | 21 |
| Abbildung 5: Einbau Bodenfeuchtesensoren (TEROS 11, Meter Group) am Standort SÖLL TIROL 2022. ©BOKU-IBLB, 2025. | 30 |
| Abbildung 6: Stark chlorotische Blätter von <i>W. sinensis</i> . Stickstoffmangel ist auszuschließen, da es sich bei <i>Wisteria sinensis</i> um eine stickstoffbindende Leguminose handelt. Vermutlich liegt hier ein Eisen-, Kalium- oder Phosphormangel vor. ©BOKU-IBLB, 2025. | 36 |
| Abbildung 7: <i>W. sinensis</i> (rechts) nach Pflegeeingriff im Herbst 2023 (2. Standjahr). <i>A. macrophylla</i> (links) zum Vergleich. Abgewickelter, neu geführter und gebundener Trieb von <i>W. sinensis</i> (rechts). ©BOKU-IBLB, 2025..... | 40 |
| Abbildung 8: Tropfrohrbewässerung am Standort SÖLL TIROL und automatisches Bewässerungssystem ©BOKU-IBLB, 2025..... | 41 |
| Abbildung 9: Pfeifenwinde (<i>Aristolochia macrophylla</i>) am Standort SÖLL TIROL 2023. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 44 |
| Abbildung 10: Hopfen (<i>Humulus lupulus</i>) am Standort SÖLL TIROL 2023. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 45 |
| Abbildung 11: Scharlachrebe (<i>Vitis coignetiae</i>) am Standort SÖLL TIROL 2023. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 46 |
| Abbildung 12: Blauregen/ Glyzinie (<i>Wisteria sinensis</i>) am Standort SÖLL TIROL 2023. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 47 |

10 Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Checkliste zu den Anforderungen an die Anwuchspflege von GLASGrün-Systemen. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 16 |
| Tabelle 2: Checkliste zur Entwicklungspflege von Kletterpflanzen in vertikalen Vorverschattungssystemen. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 17 |
| Tabelle 3: Checkliste zur Förderung und Aufrechterhaltung der Beschattungsleistung. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 19 |
| Tabelle 4: Checkliste zur Erhaltungspflege. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 21 |
| Tabelle 5: Kontroll- und Pflegemaßnahmen mit Empfehlungen zum Durchführungszeitpunkt je Jahreszeit; X = Empfehlung; (X) = bei Bedarf, kann zwischen Pflanzenarten und Standort variieren (erweitert nach Pirc, 2017, Dopheide et al. 2021). ©BOKU-IBLB, 2025. | 23 |
| Tabelle 6: Checkliste zur Bewässerungsanforderungen. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 25 |
| Tabelle 7: Checkliste computergesteuertes Bewässerungssystem. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 26 |
| Tabelle 8: Komponenten ressourcensparender Bewässerung. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 27 |
| Tabelle 9: Eingangsparameter für die WUCOLS-Methode nach Costello et al. (2014) zur Berechnung bedarfsorientierter Bewässerungsmengen. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 31 |
| Tabelle 10: Festlegung der Koeffizienten und Ermittlung des Koeffizienten Landschaft nach der WUCOLS-Methode (Costello et al. 2014) für die Demo-Standorte in SÖLL TIROL und KREUZGASSE WIEN. ©BOKU-IBLB, 2025..... | 32 |
| Tabelle 11: Beispielrechnung Wasserbedarf für die Monate der Vegetationsperiode April bis Oktober für Demo-Standort SÖLL TIROL für sommergrüne Kletterpflanzen in einer bodengebundenen Vertikalbegrünung, mit Eintrag von Niederschlag (WUCOLS-Methode, Daten aus GeoSphere Austria 2024). ©BOKU-IBLB, 2025..... | 33 |
| Tabelle 12: Beispielrechnung Wasserbedarf für die Monate der Vegetationsperiode April bis Juni für Demo-Standort KREUZGASSE WIEN für sommergrüne Kletterpflanzen in einer troggebundenen Vertikalbegrünung, ohne Eintrag von Niederschlag auf Grund der Pflanztröge (WUCOLS-Methode, Daten aus GeoSphere Austria 2024). © IBLB, 2025. | 33 |
| Tabelle 13: Checkliste und allgemeine Anforderungen zur Wartung und Einwinterung von Bewässerungsanlagen. ©BOKU-IBLB, 2025. | 34 |
| Tabelle 14: Checkliste Anforderungen an die Nährstoffversorgung von vertikaler, grüner Vorverschattung. ©BOKU-IBLB, 2025. | 36 |
| Tabelle 15: Orientierungsangaben zu Arbeitsschritten, Zeit- und Personalaufwand: Die Pflegearbeiten erfolgten am Standort SÖLL TIROL von einer Leiter aus, da bei der dortigen Zielhöhe kein Hubsteiger erforderlich ist. Personalanforderungen: Facharbeiter*innen, eigenständige Ausführung, geschult im Umgang mit Kletterpflanzen). ©BOKU-IBLB, 2025..... | 39 |
| Tabelle 16: Orientierungsangaben zu Arbeitsschritten, Zeit- und Personalaufwand Standort KREUZGASSE WIEN: Die Pflegearbeiten erfolgten im 1. Standjahr von einer Leiter aus, ab dem 2. Standjahr erfordert die dortige Zielhöhe einen HUBSTEIGER. Personalaufwand: | |

Personalanforderungen: Facharbeiter*innen, eigenständige Ausführung, geschult im Umgang mit Kletterpflanzen). ©BOKU-IBLB, 2025..... 42

11 Literaturverzeichnis

Amelung, W., Blume, H.-P., Fleige, H., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knabner, I., Kretschmar, R., Stahr, K., Wilke, B.-M. (Hrsg.): Lehrbuch der Bodenkunde, Springer Berlin Heidelberg, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55871-3>, 2018.

Austrian Standards International ÖNORM L 1112:2022. Anforderungen an die Bewässerung von Grünflächen. Wien: Austrian Standards International, 2022.

Austrian Standards International: ÖNORM L 1120:2016. Gartengestaltung und Landschaftsbau - Grünflächenpflege, Grünflächenerhaltung. Wien: Austrian Standards International, 2016.

Austrian Standards International: ÖNORM L 1122:2024. Baumkontrolle und Baumpflege. Wien: Austrian Standards International, 2024.

Austrian Standards International: ÖNORM L 1131:2010. Gartengestaltung und Landschaftsbau - Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken - Anforderungen an Planung, Ausführung und Erhaltung. Wien: Austrian Standards International, 2010.

Austrian Standards International: ÖNORM L 1136:2021. Vertikalbegrünung im Außenraum - Anforderungen an Planung, Ausführung, Pflege und Kontrolle. Wien: Austrian Standards International, 2022.

BMDW. Standardisierte Leistungsbeschreibung Leistungsgruppe (LG) 58 – Gartengestaltung und Landschaftsbau Kennung: HB-Version: 022. Leistungsbeschreibung Hochbau 31.12.2021. Bundesministerium f. Digitalisierung u. Wirtschaftsstandort (Hrsg.), 2021.

Borgmann, A. et Riehl, A. Bewertung der Wasserverfügbarkeit an Baumstandorten mittels Sensortechnik. In: Patzer Ulrich (Hrsg.): PROBAUM, Zeitschrift für Pflanzung, Pflege und Erhaltung, PATZER VERLAG GmbH & Co. KG, Berlin, 2020.

Briefer A., Poiss M., Wultsch T., Scharf B., Pitha U., Smetschka B., Haas B., Bintinger R., Lipp B., Wagner S., Huber G., Maus K, Formanek S., Stangl R. GLASGrün-Leitfaden und Variantenkatalog zum wirksamen Einsatz von Vertikalbegrünungen bei Gebäuden mit Glasflächen. Projekt GLASGrün. Projektbericht im Rahmen des Programms Stadt der Zukunft. Berichte aus Energie und Umweltforschung; 60c/2025

Chaves, M. M., Maroco, J. P., Pereira, J. S. Understanding plant responses to drought - From genes to the whole plant. In: Functional Plant Biology, 30(3), 239–264, CSIRO Publishing, 2003.

Cheng, H., Park, C. Y., Cho, M., Park, C. Water requirement of Urban Green Infrastructure under climate change. Science of the Total Environment, 893, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164887>, 2023.

Costello, L.R., K.S. Jones. *WUCOLS IV: Water Use Classification of Landscape Species*. California Center for Urban Horticulture, University of California, Davis, 2014. Online: <https://ccuh.ucdavis.edu/wucols>, abgerufen am 29.03.2025.

Dopheide, R., Hollands, J., Knoll, B., Korjenic, A., Mitterböck, M., Pitha, U., Renkin, A., Schiefermair, F., Stangl, R., Skolek, P., Süß, I., Weiß, O. greening UP! Nachhaltige Grünpflege, Wartung, Instandhaltung von Vertikalbegrünungen inklusive rechtlicher Aspekte, 2021.
Online: <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>, abgerufen am 02.04.2024.

Eichert, T., Peguero-Pina, J. J., Gil-Pelegrín, E., Heredia, A., Fernández, V. Effects of iron chlorosis and iron resupply on leaf xylem architecture, water relations, gas exchange and stomatal performance of field-grown peach (*Prunus persica*). *Physiologia Plantarum*, 138(1), 48–59. 2010.
<https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2009.01295.x>.

Epstein, E. et Arnold, J.B. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives, Second Edition. Sinauer Associatespress. Sunderland, USA, pp.147-148, 2005.

FLL. Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V -FLL (Hrsg.), Bonn, 2015.

FLL. Fassadenbegrünungsrichtlinien, Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V -FLL (Hrsg.), Bonn, 2018.

GeoSphere Austria. WINFROST Historical Dataset v2.1d, 1km Resolution. In: GeoSphere Austria Data Hub, Online: <https://dataset.api.hub.geosphere.at/app/frontend/raster/historical/winfore-v2-1d-1km>, Abgerufen am 02.04.2024.

Hsieh, E. J., Waters, B.M. Alkaline stress and iron deficiency regulate iron uptake and riboflavin synthesis gene expression differently in root and leaf tissue: Implications for iron deficiency chlorosis. *Journal of Experimental Botany*, 67(19), 5671–5685. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw328>, 2016.

Kissling M, Hegetschweiler K.T., Rusterholz H.P., Baur B: Short-term and long-term effects of human trampling on above-ground vegetation, soil density, soil organic matter and soil microbial processes in suburban beech forests. *Appl Soil Ecol*. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.05.008>, 2009.

Mehofer, M., Schmuckenschlager, B., Hanak, K., Vitovec, N., Braha, M., Christiner, F., Cazim, T., Gorecki, A., Brader, C., Schober, V., Prinz, M. Untersuchungen zum Einfluss von drei verschiedenen Schnittsystemen auf Ertrag und Qualität der Rebsorte 'Zweigelt' ('Rotburger') über zehn Jahre. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 71, S. 139–155, 2021.

Nouri, H., Beecham, S., Hassanli, A. M., Kazemi, F. Water requirements of urban landscape plants: A comparison of three factor-based approaches. *Ecological Engineering*, 57, 276–284, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.04.025>, 2013.

Pirc, H. Alles über Gehölzschnitt. Ziergehölz-, Obst- und Formschnitt. Mit ausführlichen Anleitungen zum Erziehungs-, Erhaltungs- und Verjüngungsschnitt & den optimalen Schnittzeiten. 3. Auflage. Ulmer Verlag, ISBN 978-3-8001-0869-5, 2017.

Premchandra, G.S.H., Saneoka, K.F., Ogata, S. Cell membrane stability and leaf water relations as affected by phosphorus nutrition under water stress in maize. *Soil Sci.Plant Nutr*.36:661-666, 1990.

Putz, F.E., Harold, A.M. *The Biology of Vines*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1991.

Sánchez-Rodríguez, A.R., del Campillo, M.C., Torrent, J. The severity of iron chlorosis in sensitive plants is related to soil phosphorus levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(13), 2766–2773. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6622>, 2014.

Scalenghe, R., Marsan, F.A. The anthropogenic sealing of soils in urban areas. *Landscape Urban Plan* 90: 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.10.011>, 2009.

Scharenbroch, B.C., Lloyd, J.E., Johnson-Maynard, J.L. Distinguishing urban soils with physical, chemical, and biological properties. *Pedobiologia* 49: 283-296. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2004.12.002>, 2005.

Singh, V., Pallaghy, C.K., Singh, D.K. Phosphorus nutrition and tolerance of cotton to waterstress. I. Seedcotton Yield and leaf morphology. *FieldCropsRes.*96: 191-198. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.06.009>, 2006.

Stangl R., Briefer A., Poiss M., Wultsch T., Scharf B., Pitha U., Smetschka B., Haas B., Bintinger R., Lipp B., Wagner S., Huber G., Maus K, Formanek S. GLASGrün Regulierung von Klima, Energiebedarf und Wohlbefinden in GLASverbauten durch bautechnisch integriertes, vertikales GRÜN. GLASGrün Projektbericht im Rahmen des Programms Stadt der Zukunft. *Berichte aus Energie und Umweltforschung*: 60a/2025.

Taraba, S. Senkrecht-Kordon ("Schnurbaum"). Online: <https://www.fassadengruen.de/uw/weinreben/uw/weinstock/uw/schnurbaum/schnurbaum.html>, abgerufen am 2024-07-20, 2000-2024.

Wang, Z.Q., Wu, L.H., Animesh, S. Growth and nutrient status in climbing plant (*Parthenocissus tricuspidata* (Siebold & Zucc.) Planch.) seedling in response to soil water availability. *Botanical Studies*, 51(2), ISSN: 1817-406X, 2010.

