



GRÜNE ARCHITEKTUR IM SCHULBAU

Leitfaden

GRÜNEzukunftSCHULEN
Grüne Schuloasen im Neubau. Fokus Planungsprozess und Bestandsgebäude



IMPRESSUM

GRÜNEzukunftSCHULEN

Grüne Architektur im Schulbau – Leitfaden

<https://www.gruenezukunftschulen.at/>

Zitiervorschlag:

Korjenic, Azra; Tudiwer, David; Hollands, Jutta; Fischer, Henriette; Mitterböck, Michael; Gonaus, Tamara; Salonen, Tarja; Blaha, Alexander; Pitha, Ulrike; Weiss, Oliver; Frühwirth, Günther; Knoll, Bente; Hofleitner, Birgit; Renkin, Agnes; Dopheide, Ralf; Fischer, Tatjana; Kainz, Barbara (2020): Grüne Architektur im Schulbau – Leitfaden. Eine Publikation im Rahmen des Projekts "GRÜNEzukunftSCHULEN. Grüne Schuloasen im Neubau. Fokus Planungsprozess und Bestandsgebäude". Wien. Online verfügbar unter

<https://www.gruenezukunftschulen.at/leitfaden>, zuletzt geprüft am 31.12.2020.

Projektteam:



Technische Universität
Institut für Werkstofftechnologie,
Bauphysik und Bauökologie
Forschungsbereich Ökologische
Bautechnologien

Azra Korjenic, David
Tudiwer, Jutta Hollands,
Henriette Fischer, Michael
Mitterböck, Tamara Gonaus,
Tarja Salonen, Alexander
Blaha



Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für Ingenieurbiologie und
Landschaftsbau

Ulrike Pitha, Oliver Weiss,
Günther Frühwirth



Büro für nachhaltige Kompetenz,
B-NK GmbH

Bente Knoll, Birgit Hofleitner,
Agnes Renkin



Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e. U.

Ralf Dopheide, Tatjana
Fischer, Barbara Kainz

Fotonachweis/Zeichnungen:

Wenn nicht anders angegeben: Projektkonsortium GRÜNEzukunftSCHULEN

Fotocredit Titelbild: © Gabriele Huber

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „Smart Cities Demo“ durchgeführt.



Dieses Werk steht unter der Creative-Commons-Lizenz – Namensnennung, nicht kommerziell, Weitergabe unter gleichen Bedingungen.

Wien, März 2020

EINLEITUNG

Liebe Leserinnen und Leser!

Mit diesem Dokument „Leitfaden – Grüne Architektur im Schulbau“ möchte Ihnen das Team vom Forschungsprojekt GRÜNEzukunftSCHULEN die wichtigsten Aspekte rund um die Planung, die Umsetzung und den Betrieb von grünen Wänden und Begrünungen im Schulfreiraum aufzeigen und Sie bei Ihrem Begrünungsvorhaben mit den wichtigsten Informationen versorgen. Dabei kann der Leitfaden als Orientierung und Hilfestellung während dem Brainstormen oder Diskutieren über Begrünungen im Schulgebäude dienen, aber auch als Check-Liste während der Planung und Umsetzung behilflich sein.

Zu Beginn finden sie einführende Hinweise über vorhandene Systeme, geeignete Pflanzen und entstehende Errichtungskosten. Weiters finden Sie Informationen über die bauliche Umsetzung, Instandhaltung und bauphysikalische Auswirkungen. Die weiteren Kapitel bieten Informationsmaterial über die tatsächliche Planung und Umsetzung an Schulgebäuden.

Der vorliegende Leitfaden wurde im Rahmen des Forschungsprojekts GRÜNEzukunftSCHULEN ausgearbeitet und basiert auf den Erfahrungen, die im Zuge der Umsetzungen von Begrünungsmaßnahmen an zwei Wiener Schulen gemacht wurden. Eine Zusammenstellung von Fragen, die während des Projekts aufkamen sowie die zugehörigen Antworten finden Sie darüber hinaus im Dokument „Fragen & Antworten – Argumente rund um grüne Schulen in Österreich“ (<https://smartcities.at/stadt-projekte/smart-cities/#gruenezukunftschulen>
<http://www.grueneschulen.at/fragenundantworten/>)

Wir wünschen viel Spaß mit dem Dokument und hoffen, dass es Sie bei Ihren Überlegungen und Planungsvorhaben zur grünen Architektur in Ihrem Schulbau unterstützt.

Ihr Projektteam GRÜNEzukunftSCHULEN

Zum Forschungsprojekt GRÜNEzukunftSCHULEN

Die zunehmende Urbanisierung und Nachverdichtungen im innerstädtischen Raum gehen mit einem Verlust von Grünflächen einher. Neben dem Klimawandel und dem steigenden Urban Heat Island-Effekt erfordern diese Veränderungen neue Wege und Lösungsansätze zur Steigerung der Lebensqualität und des Wohnkomforts in städtischen Strukturen. Abgesehen von den zumeist eingeschränkten Aktionsräumen von Kindern und Jugendlichen im direkten Wohnumfeld verbringen viele Schüler/innen zunehmend mehr Zeit in der Schule. Insbesondere in Schulen als Orte des Lernens für Kinder und Jugendliche, die sich noch in der Entwicklung befinden, sind eine gute Raumluftqualität und eine qualitätsvolle Lern- und Lehrumgebung wichtig. Grüne Infrastruktur kann einen wichtigen Beitrag hierzu leisten.

Daher wurden im Projekt „GRÜNEzukunftSCHULEN“ an zwei Wiener Schulen, dem BG, BRG Wien 15 Diefenbachgasse 19 im 15. Wiener Gemeindebezirk und dem BRG Wien 16, Schuhmeierplatz 7 im 16. Wiener Gemeindebezirk im Innenraum sowie an den Außenfassaden verschiedene Begrünungssysteme angebracht.

Ziel des Projektes war es die unterschiedlichen Begrünungssysteme in verschiedenen baulichen Gegebenheiten zu testen, die gemessenen Ergebnisse miteinander zu vergleichen, die positiven Auswirkungen von Pflanzen auf die in der Schule tätigen Personen zu erforschen und die grünen Wände nachhaltig in die Schulkultur zu integrieren. Dazu wurden während des Projektes Messungen durchgeführt, um die Auswirkungen der Begrünungen auf das hygrothermische Raumklima, die Schimmelsporenkonzentration, die thermische Dämmung, die akustischen Parameter, die CO₂-sowie die Staubkonzentration zu erfassen und zwischen Neubaugebäude ohne bzw. mit Lüftungsanlage und Altbaugebäude zu vergleichen. Außerdem erfolgten Berechnungen zu den Auswirkungen der Begrünungssysteme auf das Mikroklima im Außenraum. In diesem Zusammenhang wurden Laboruntersuchungen durchgeführt, anhand derer die Evapotranspiration, die Kühlung durch Verdunstung ausgewählter Pflanzen unter bestimmten Bedingungen erhoben wurde. Zur Erhebung der sozialwissenschaftlichen Auswirkungen der Begrünung in den Schulklassen und Schulfreiräumen wurden Workshops und Interviews durchgeführt. Darüber hinaus hielt das Projektteam einige Unterrichtseinheiten ab und erstellte daran anknüpfend praxisorientierte Unterrichtsunterlagen für Lehrer/innen. Regelmäßig erfolgte die Teilnahme an Planungssitzungen zum Erweiterungsbau einer Schule, um die notwendigen Planungsschritte für Begrünung zu diskutieren und bereits in frühen Planungsphase zu integrieren.

Im Rahmen des Forschungsprojekts sind folgende Dokumente entstanden:

Projektwebseite GRÜNEzukunftSCHULEN – Projektdokumentation der grünen Wände und der wichtigsten Aktivitäten in den Pilotschulen; online unter: <https://www.gruenezukunftschulen.at>

Leitfaden – Grüne Architektur im Schulbau – grundlegende Informationen für alle interessierten Personen im schulischen Kontext sowie für Planerinnen und Planer; online unter: <https://www.gruenezukunftschulen.at/leitfaden/>

Fragen & Antworten rund um Grüne Schulen in Österreich – beantwortet Fragen rund um Begrünungen im Innenraum, an der Fassade und im Freiraum; online unter: <https://www.gruenezukunftschulen.at/fragenundantworten/>

Unterrichtsmaterialien zu den grünen Wänden in Schulen – Anregungen und ausgearbeitete Materialien, wie Pflanzen in verschiedene Unterrichtsfächer eingebunden werden können; online unter: <https://www.gruenezukunftschulen.at/unterrichtsmaterialien-gruenewaende/>

Grundlagen zu Pflege & Wartung von Vertikalbegrünungen an Schulen – umfassende und grundlegende Informationen zur Grünpflege der Pflanzen und Wartung der technischen Systeme; online unter: <https://www.gruenezukunftschulen.at/pflegeundwartung/>

Grüne Selbstbauwand – Do-it-yourself Anleitung – Anleitung zum Bau eines Grünwandregals; online unter: <https://www.gruenezukunftschulen.at/bauanleitung-selbstbauwand/>

Soziale Wirkungen von Begrünungen an Schulen. Vergleichende Ergebnisse von drei Online-Befragungen – Ergebnisse aus drei Befragungsdurchgängen mit Schülerinnen und Schülern, Lehrkräften und nicht lehrendem Personal; online unter: <https://www.gruenezukunftschulen.at/soziale-wirkungen/>

Endbericht zum Forschungsprojekt GRÜNEzukunftSCHULEN – Informationen über das Forschungsprojekt generell mit erreichten Zielen, Forschungsfragen und Auswertungen; online unter: <https://www.gruenezukunftschulen.at/endbericht/>

INHALT

Impressum	2
Einleitung	3
1 Einsatzbereiche von grünen Wänden	7
2 Überblick über die Systeme, Pflanzen & Errichtungskosten	10
2.1 Pflanzen	10
2.2 Systeme.....	16
3 Bauliche Umsetzung	27
3.1 Brandschutz.....	27
3.2 Bewässerungssysteme & notwendiger Wasseranschluss	28
3.3 Stromanschluss.....	30
3.4 Erreichbarkeit	30
3.5 Behördliche Hürden	31
4 Grünpflege, Wartung und Instandhaltung	32
4.1 Tätigkeiten für Begrünungen im Innenraum.....	32
4.2 Tätigkeiten für Begrünungen im Außenraum	33
5 Bauphysikalische Auswirkungen	34
5.1 Begrünungen im Innenraum.....	34
5.2 Begrünungen im Außenraum	35
6 Die ersten Schritte zur Begrünung einer Schule	36
7 Integration in den Schulalltag	38
8 Bauliche Umsetzung in und an Schulen	40
9 Gemeinsam Bauen, Pflegen und Lernen	43
10 Low Cost & weitere Begrünungsmöglichkeiten	45
11 Planungsgrundlagen im Schulbau	47
11.1 Kompetenzeinteilung in Österreich	47
11.2 Schulbaurichtlinien des Bundes	47
11.3 Schulbaurichtlinien der Länder	48
11.4 Weitere Richtlinien	49
Literatur	53

1 EINSATZBEREICHE VON GRÜNEN WÄNDEN

In jeder österreichischen Schule gibt es potenzielle Flächen für Begrünung. An den Wänden der Räume können beispielsweise vertikale Begrünungssysteme installiert werden (siehe Abbildung 1). Die Fassaden des Gebäudes können ebenso begrünt werden. Dafür bieten sich besonders Schulhöfe an, so wie es in der Diefenbachgasse, 1150 Wien oder im GRG 7 Kandlgasse, 1070 Wien (Abbildung 2 und Abbildung 3) umgesetzt wurde. Freiflächen, die von Schüler/innen genutzt werden, sollten immer möglichst grün sein.



Abbildung 1: Innenraumbegrünung in Schulräumen. Oben links: Vliesssystem; Oben rechts und unten: Trogsystem.



Abbildung 2: Fassadenbegrünung mittels Kassettensystem auf der Dachterrasse des BRG 15 Diefenbachgasse

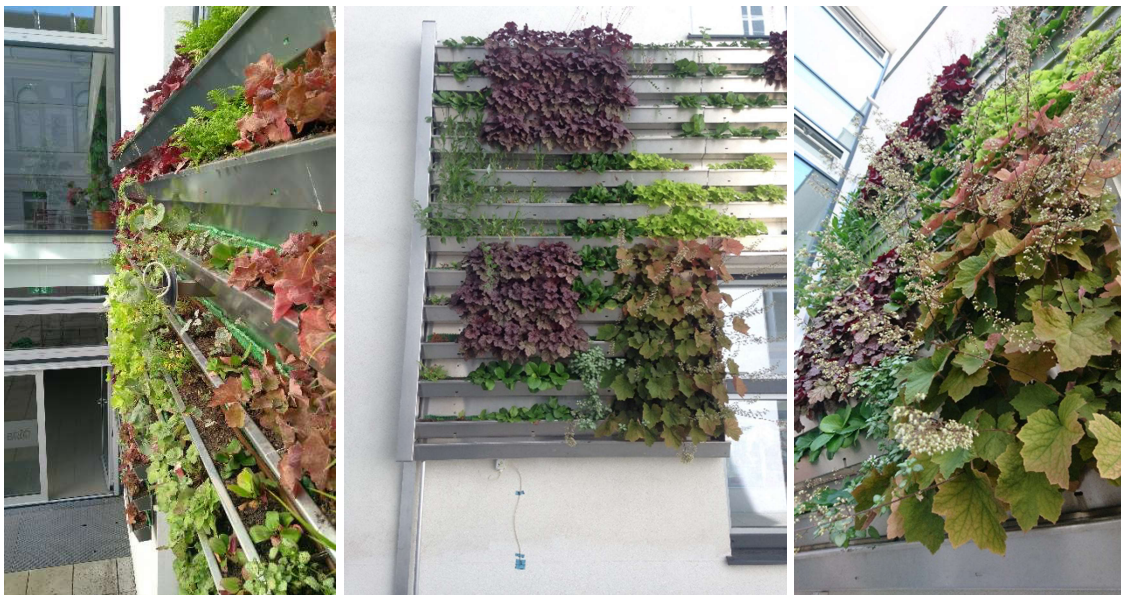


Abbildung 3: Hofseitige Fassadenbegrünung mittels Trogsystem im BRG 16 Schuhmeierplatz

Auch Dächer von Schulen können begrünt werden, wie beispielsweise in Form einer extensiven Dachbegrünung, die in der GRG 7 Kandlgasse umgesetzt wurde (Abbildung 4). Besonders sinnvoll ist eine Dachbegrünung dann, wenn sie von den Gebäudenutzer/innen auch begangen werden kann. So bieten sich bei Schulen insbesondere Grünflächen an, die auch für den Biologieunterricht begangen werden können, um Insekten oder Pflanzen zu beobachten.



Abbildung 4: Dachbegrünung GRG 7 Kandlgasse, 1070 Wien



Abbildung 5: Dach- und Fassadenbegrünung GRG 7 Kandlgasse, 1070 Wien

2 ÜBERBLICK ÜBER DIE SYSTEME, PFLANZEN & ERRICHTUNGSKOSTEN

Die Begrünung von Bauwerken ist vielseitig: Es können sowohl Dach- und Deckenflächen von Gebäuden (**Dachbegrünung**), wie auch Wandflächen (**Fassadenbegrünung**) mit geeigneter Technik begrünt werden. Unter Fassadenbegrünung wird jede Variante von vertikaler Bauwerksbegrünung verstanden, wobei zwischen bodengebundenen und wandgebundenen Begrünungen sowie deren Mischformen zu unterscheiden ist [1].

Bei **bodengebundenen Fassadenbegrünungen** kommen Kletterpflanzen zum Einsatz, die in den Boden gepflanzt werden, der direkt an die zu begrünende Wand ansteht. Kletterpflanzen haben unterschiedliche Kletterstrategien entwickelt, mit denen sie vertikale Flächen bewachsen können. Dabei ist ein flächenförmiger Direktbewuchs der Fassade mit Selbstklimmern möglich, wie auch ein leitbarer Bewuchs mit Gerüstkletterpflanzen. Diese Pflanzen benötigen technische Kletterhilfen, um in die Vertikale zu kommen.

Anders funktionieren **wandgebundene Fassadenbegrünungen**. Hier wird das gesamte System bestehend aus Pflanze und Substrat an vertikalen Flächen befestigt. Die verwendeten Pflanzen wachsen somit nicht im Boden, sondern werden in geeigneten Pflanzenträgern gepflanzt. Je nachdem wie die Vegetationsfläche ausgerichtet ist, wird bei diesem Fassadenbegrünungstyp zwischen horizontalen, begrünten Flächen (Regalbauweise/Pflanzregal als Vorfassade) und senkrechten Vegetationsflächen (modulare Bauweise, flächige Konstruktion) unterschieden. Diese Begrünungstechnik wird auch als *vertikaler Garten* oder *Living Wall* bezeichnet.

Als dritte Variante bei Fassadenbegrünungen kommt eine **Mischform** der beiden zuvor genannten Begrünungsarten zum Einsatz. Eine Kombination aus boden- und wandgebundenen Begrünungen, also mit steigender bzw. hängender Bepflanzung, wird dabei möglich.

Je nach oben beschriebener Begrünungstechnik kommen dabei unterschiedliche Pflanzen zur Begrünung von vertikalen Flächen zum Einsatz.

2.1 Pflanzen

Bei bodengebundenen Fassadenbegrünungen ist zwischen Gerüstkletterpflanzen und Selbstklimmern zu unterscheiden. Bei den **Gerüstkletterpflanzen** handelt es sich um Pflanzenarten, die vertikale Flächen nur über Kletterhilfen bewachsen können. Sie haben dazu unterschiedliche Kletterstrategien entwickelt, um sich mit verschiedenen Pflanzenteilen (z.B. Trieb, Ranke) an der Kletterhilfe anhaltend emporzukommen. Unterschieden werden dabei:

- Schlinger/Winder:
 - z.B. Chinesischer Blauregen (*Wisteria sinensis*), Immergrünes Geißblatt (*Lonicera henryi*)
- Ranker (Blattranker und Sprossranker):
 - z.B. Alpenwaldrebe (*Clematis alpina*), Weinrebe (*Vitis vinifera*)
- Spreizklimmer:
 - z.B. Winterjasmin (*Jasminum nudiflorum*), kletternde Rosensorten (*Rosa sp.*)

Die zweite Pflanzengruppe, die bei bodengebundenen Fassadenbegrünungen verwendet werden kann, sind **Selbstklimmer**. Diese Kletterpflanzen haben Haftwurzeln oder Haftscheiben an ihren Trieben ausgebildet, mit denen sie sich an den Fassaden anhalten und somit in die vertikale hochwachsen können. Hierbei wird unterschieden zwischen:

- Wurzelkletterer
 - z.B. Gemeiner Efeu (*Hedera helix*), Kletter-Hortensie (*Hydrangea anomala subsp. petiolaris*)
- Haftscheibenranker
 - z.B. Dreispitz-Jungfernrebe (*Parthenocissus tricuspidata* 'Veitchii').

Wandgebundene Fassadenbegrünungen erlauben den Einsatz anderer Pflanzenarten wie **Stauden, Gräser- und Sedumarten bis hin zu Kleinstgehölzen**. Je nach Begrünungssystem und Standort können hier unterschiedliche Pflanzenarten zum Einsatz kommen.

Die Pflanzenauswahl erfolgt auf Basis einer detaillierten Standortanalyse: Je nach Sonnen- und Windexposition und Beschattung der späteren Grünwand werden Pflanzen für schattige, halbschattige oder sonnige Standorte ausgewählt. Wichtig zu beachten ist dabei eine mögliche Beschattung durch die Nachbargebäude sowie den Verlauf der Sonne zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Jahresverlauf. Für die Bepflanzung von wandgebundenen Fassadenbegrünungen eignen sich vorwiegend Blühstauden, Gräser und kleinbleibende Gehölze. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die ausgewählten Pflanzen sehr robust, pflegeleicht und widerstandsfähig gegen Krankheitserreger sind sowie eine gute Winterhärte aufweisen. Weiters ist es von Vorteil, wenn die Pflanzen für wandgebundenen Fassadenbegrünungen möglichst buschig wachsen.

Besonders wertvoll sind Pflanzen mit unterschiedlichen Blühaspekten und Blattfärbungen. Als sehr gut geeignete Pflanzenbeispiele können der Storchschnabel (*Geranium* sp.) oder das Purpurglöckchen (*Heuchera* sp.) genannt werden. Diese bestechen mit Robustheit und sind optisch sehr ansprechend. Eine spezielle Form von Stauden und Gehölzen stellen immergrüne und wintergrüne Arten dar. Diese Pflanzen sind ebenfalls besonders wertvoll für wandgebundene Systeme, da auf diese Weise der Grünaspekt auch im Winter erhalten bleibt. Sehr gut geeignete Beispiele wären der Riesensteinbrech (*Bergenia* sp.) und das Purpurglöckchen (*Heuchera* sp.)

Neben der Artenauswahl sollte auch auf die richtige Qualität der Pflanzen viel Wert gelegt werden. Eine entsprechende Qualität sorgt dafür, dass sich die Begrünung entsprechend gut entwickeln kann und es zu wenigen Ausfällen kommt.

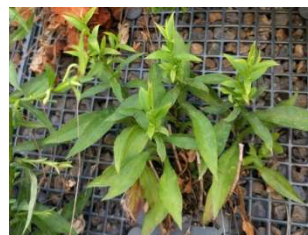
Möglich sind z.B. Wiesenscharfgabe (*Achillea millefolium*), Bergenia (*Bergenia cordifolia*), Schaf-Schwingel (*Festuca ovina*), Kleinblütiger Storchschnabel (*Geranium x cantabrigiense*), Felsen-Storchschnabel (*Geranium macrorrhizum*), Blutstorchschnabel (*Geranium sanguineum*), Rotblättriges Silberglöckchen (*Heuchera micrantha* ‚Palace Purple‘), Purpurglöckchen (*Heuchera x cultorum* ‚Lime Marmelade‘), Katzenminze (*Nepeta racemosa*), Gold-Fetthenne (*Sedum floriferum*), Felsen-Fetthenne (*Sedum reflexum*), Große Fetthenne (*Sedum telephium*).

Bei der Mischform von boden- und wandgebundener Fassadenbegrünung können abgestimmt auf die Verhältnisse des Standortes und die verwendeten Systeme sowohl Kletterpflanzen als auch Stauden, Gräser- und Sedumarten bis hin zu Kleinstgehölzen wachsen.

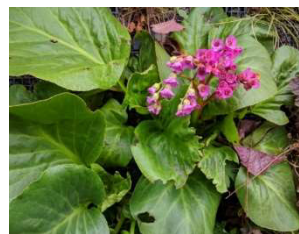
Tabelle 1: Pflanzensteckbriefe für Fassadenbegrünung



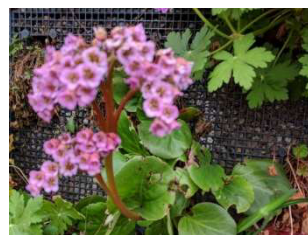
[Niederhammer 2019]

Frauenmantel (Alchemilla mollis)*Wuchsform:* horstartiger Wuchs, Einzelblüten bilden Dolde*Wuchshöhe:* 40 cm*Licht:* sonniger bis halbschattiger Standort*Vermehrung:* Teilung und Selbstaussaat*Pflege:* feucht halten, gut düngen, Rückschnitt handbreit über dem Boden nach der Blüte

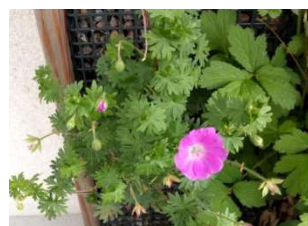
[Niederhammer 2019]

Kissen-Aster (Aster dumosus 'Kassel')*Wuchsform:* buschig aufrecht, kissenartig*Wuchshöhe:* 30-50 cm*Licht:* sonniger Standort*Vermehrung:* Teilung, Kopfstecklinge*Pflege:* feucht halten - keine Staunässe, mäßig düngen, vollständiger Rückschnitt im Herbst oder Frühjahr, abgestorbene Pflanzenteile entfernen

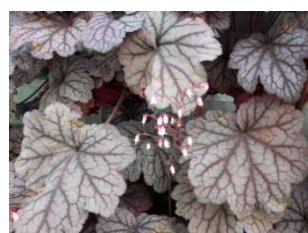
[Niederhammer 2019]

Bergenie (rot) (Bergenia cordifolia 'Eroica')*Wuchsform:* niedrig - kriechend, wintergrün*Wuchshöhe:* 30-50 cm*Licht:* sonniger bis halbschattiger Standort*Vermehrung:* Rhizomschnittlinge, Teilung*Pflege:* hoher Nährstoffbedarf, vor neuem Austrieb im Frühjahr abgestorbene Pflanzenteile entfernen, verblühte Blütenstände entfernen

[Niederhammer 2019]

Bergenie (rosa) (Bergenia cordifolia)*Wuchsform:* niedrig - kriechend, wintergrün*Wuchshöhe:* 30-50 cm*Licht:* sonniger bis halbschattiger Standort*Vermehrung:* Rhizomschnittlinge, Teilung*Pflege:* hoher Nährstoffbedarf, vor neuem Austrieb im Frühjahr abgestorbene Pflanzenteile entfernen, verblühte Blütenstände entfernen

[Niederhammer 2019]

Blutroter Storchschnabel (Geranium sanguineum)*Wuchsform:* krautig, breitet sich flächig zu kompakten Büschen aus*Wuchshöhe:* 20-30 cm*Licht:* halbschattiger bis sonniger Standort*Vermehrung:* Aussaat, Teilung*Pflege:* eher trocken halten, Rückschnitt nach der Blüte stärkt die Pflanze, abgestorbene Pflanzenteile im Frühjahr entfernen

[Niederhammer 2019]

Purpurglöckchen (Heuchera micrantha 'Berry Smoothie')*Wuchsform:* horstig*Wuchshöhe:* 50-80 cm*Licht:* halbschattiger bis sonniger Standort*Vermehrung:* Teilung, Aussaat*Pflege:* regelmäßig gießen, gute Nährstoffversorgung, Verblühtes entfernen, Rückschnitt im Frühjahr vor dem Neuaustrieb



[Niederhammer 2019]

Gold Fetthenne (Sedum floriferum 'Wheinstephaner Gold')

Wuchsform: über dem Boden flach ausgebreitete, verholzende Polster

Wuchshöhe: 10-20 cm

Licht: halbschattiger bis sonniger Standort

Vermehrung: Teilung, Stecklinge

Pflege: wenig gießen und Nährstoffarmer Boden, benötigt keinen Rückschnitt



[Niederhammer 2019]

Große Fetthenne (Sedum telephyum)

Wuchsform: buschig, vieltriebiger Horst

Wuchshöhe: 50-70 cm

Licht: sonniger Standort

Vermehrung: Teilung, Stecklinge

Pflege: mäßig gießen und düngen, Rückschnitt der alten Blütenstände im Frühjahr



[Niederhammer 2019]

Silberglöckchen (weiß) (Heuchera x villosa 'Brownies')

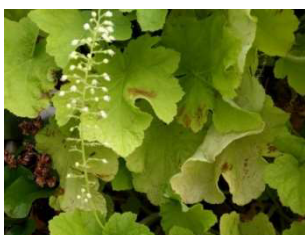
Wuchsform: horstig

Wuchshöhe: 15-40 cm

Licht: halbschattiger Standort

Vermehrung: Teilung, Aussaat

Pflege: regelmäßig gießen, gute Nährstoffversorgung, Verblühtes entfernen, Rückschnitt im Frühjahr vor dem Neuaustrieb



[Niederhammer 2019]

Silberglöckchen (weiß, Blatt hell) (Heuchera x cultorum 'Lime Marmelade')

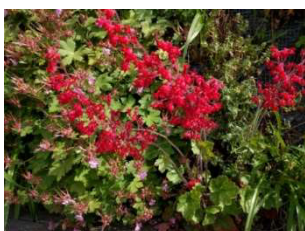
Wuchsform: horstig

Wuchshöhe: 20-30 cm

Licht: halbschattiger bis sonniger Standort

Vermehrung: Teilung, Aussaat

Pflege: regelmäßig gießen, gute Nährstoffversorgung, Verblühtes entfernen, Rückschnitt im Frühjahr vor dem Neuaustrieb



[Niederhammer 2019]

Purpurglöckchen (tiefrot) (Heuchera sanguinea 'Leuchtkäfer')

Wuchsform: horstig

Wuchshöhe: 10-60 cm

Licht: halbschattiger bis sonniger Standort

Vermehrung: Teilung, Aussaat

Pflege: regelmäßig gießen, gute Nährstoffversorgung, Verblühtes entfernen, Rückschnitt im Frühjahr vor dem Neuaustrieb

Für die Innenbegrünung sind entsprechend Pflanzen für den Innenraum zu wählen. Zur Bepflanzung von grünen Wänden im Innenbereich werden Zimmerpflanzen verwendet. Zimmerpflanzen werden meist ganzjährig in Räumen als Zierpflanzen kultiviert und stammen häufig aus tropischen Gebieten. Es eignen sich vorwiegend Pflanzen, deren natürliche Wuchsbedingungen ähnlich der in Innenräumen sind (Lufttemperatur, Luftfeuchte etc.). Bei der Pflanzenauswahl ist der Standort der Begrünung im Raum sowie die Lichtintensität und

Luftfeuchtigkeit im Raum zu beachten. Allgemein gedeihen Zimmerpflanzen besonders gut, wenn ihr Standort im Raum möglichst ähnlich zu ihren natürlichen Wuchsbedingungen ist. Besonders gut für das wandgebundene Innenraum-Begrünungssystem geeignet sind Pflanzen, die flächig, buschig oder überhängend wachsen und nicht zu groß werden. Die Pflanzen sollten möglichst robust gegen Pflegefehler und wenig anfällig für Krankheiten und Schädlinge sein. Als sehr gut geeignet und insbesondere robust hat sich die Efeutute (*Epipremnum* sp.) erwiesen. Weiters sollten die Pflanzen hinsichtlich ihrer Ansprüche harmonisieren, sodass die Begrünung langfristig ein Erfolg wird.

In den folgenden Steckbriefen (Tabelle 2) sind geeignete Pflanzen mit ihren für den Einsatz in der wandgebundenen Begrünung Eigenschaften angeführt.

Tabelle 2: Pflanzensteckbriefe für Innenbegrünung



Grünlilie (*Chlorophytum comosum* „Ocean“)

Wuchsform: krautig, horstbildend

Wuchshöhe: 10-50 cm

Licht: hell, Mittagssonne meiden

Vermehrung: Ableger durch Brutpflanzen

Pflege: durchgehend feucht halten, mäßig düngen, abgestorbene Pflanzenteile entfernen



Drachenbaum (*Dracaena fragrans* ‚Green Jewel‘ oder ‚Lemon lime‘)

Wuchsform: aufrechter palmenähnlicher Wuchs

Wuchshöhe: 30-120 cm

Licht: hell, keine direkte Sonne

Vermehrung: Kopfstecklinge, Stammstücke, Bodentriebe

Pflege: ständig feucht halten, keine Staunässe, im Sommer mäßig düngen, gut schnittverträglich, regt Verzweigung an, abgestorbene Pflanzenteile entfernen



Saumfarn (*Pteris cretica*)

Wuchsform: aufrechte bis überhängende, horstbildende Staude

Wuchshöhe: 30-40 cm

Licht: anspruchslos

Vermehrung: Teilung der Pflanze

Pflege: leicht feucht halten, Staunässe meiden, mäßig düngen, ältere Fiederblätter können an der Basis entfernt werden, abgestorbene Pflanzenteile entfernen



Schiefes Fensterblatt (*Monstera obliqua*)

Wuchsform: starker kurzinternodiger Spross, sehr große aufrechte Blätter

Wuchshöhe: 50-200 cm

Licht: heller, nicht vollsonniger Standort

Vermehrung: Kopf- und Blattaugenstecklinge,

Stammschnittstecklinge

Pflege: gleichmäßig feucht halten und mäßig düngen, kahle Pflanzen verjüngen, abgestorbene Pflanzenteile entfernen

**Zwergpfeffer (Peperomia clusifolia)***Wuchsform:* eher niedrig wachsend bis hängend*Wuchshöhe:* 10-30 cm*Licht:* hell, wenig direkte Sonne*Vermehrung:* Kopf- und Blattstecklinge*Pflege:* wenig gießen und düngen, gelegentliches Ausbrechen der Triebspitzen regt Seitenwachstum an, abgestorbene Pflanzenteile entfernen**Baumfreund (Philodendron scandens ‚brasil‘)***Wuchsform:* düntriebige Kletter- und Hängepflanze, herzförmige dunkelgrüne Blätter*Wuchshöhe:* 20-100 cm*Licht:* hell bis schattig, keine volle Sonne*Vermehrung:* Kopf-, Triebteil- und Blattaugenstecklinge*Pflege:* gleichmäßig feucht halten, mäßig düngen, ältere Triebspitzen ausbrechen, kahle und abgestorbene Pflanzenteile zurückschneiden**Schwertfarn (Nephrolepis exaltata ‚Boston‘)***Wuchsform:* aufrecht oder überhängend, einfach gefederte grüne Blätter*Wuchshöhe:* 30-100 cm*Licht:* hell bis halbschattig, keine direkte Sonneneinstrahlung*Vermehrung:* Ausläufer und Mikrovermehrung*Pflege:* gleichmäßig feucht halten, nicht austrocknen, mäßig düngen, gut schnittverträglich, abgestorbene Pflanzenteile entfernen

Mit der Errichtung von Fassadenbegrünung sind Kosten verbunden. Es hat sich herausgestellt, dass die **Errichtungskosten** von vertikalen Begrünungen meist unter 2 % der Gesamtbaukosten von Gebäuden liegen [2]. Je nach Begrünungstyp (bodengebundene, wandgebundene Begrünung oder Mischform) und in Abhängigkeit des Standorts können für die Errichtung von vertikalen Gärten an der Fassade etwa ab 700 €/m² veranschlagt werden. Für Begrünungssysteme in Form von an der Fassade befestigten Trögen muss mit 350 €/m² gerechnet werden. Im Gegensatz dazu können bodengebundene Fassadenbegrünungen um etwa 100 €/m² inklusive Kletterhilfe hochwertig errichtet werden. Weitere detaillierte Informationen zu den Kosten über den Lebenszyklus sind im Bericht des Projekts GrünPlusSchule [3] zusammengefasst.

Im Forschungsprojekt GrüneZukunftSchulen wurden ausschließlich wandgebundenen Systeme hinsichtlich ihrer Eignung für die Begrünung von Schulen getestet.

Die in den Pilotschulen verwendeten Wandbegrünungssysteme unterscheiden sich in ihrem Aufbau (Systembauweise, Auswahl und Positionierung der Pflanzen und Substratart), der Art der Wasserzu- und -abfuhr (direkte Zu- und Ableitung, direkte Zuleitung und Umlaufpumpe in Wassertank oder manuell befüllbarer Wasserbehälter mit Umlaufpumpe), sowie ihrer Positionierung (Innen-/ Außenraum und Anbringungshöhe). Alle Begrünungssysteme wurden mit einem Hinterlüftungsspalt zur Wand angebracht.

In Folgendem werden die unterschiedlichen Wandbegrünungstypen, die in den Pilotschulen, BRG 16 Schuhmeierplatz und BG/BRG Diefenbach Gymnasium Wien 15, installiert wurden und

deren Pflanzkonzepte vorgestellt. Um eine Vergleichbarkeit zum Vorprojekt GrünPlusSchule [3] zu ermöglichen, wurde auf dieselben Begrünungssysteme zurückgegriffen, die hier bereits am Altbaugebäude des GRG 7 in der Kandlgasse im 7. Wiener Gemeindebezirk installiert wurden.

Weitere allgemeine Informationen zu den Möglichkeiten von Fassadenbegrünungen finden Sie im Leitfaden Fassadenbegrünung [4].

2.2 Systeme

2.2.1 Trogsystem

Dieses System ist für den Innen- sowie für den Außenraum geeignet und kann an allen Fassadenarten auf einer entsprechenden Unterkonstruktion angebracht werden. Im Rahmen des Projekts GRÜNEzukunftSCHULEN wurde dieses Begrünungssystem sowohl an der Fassade in einem Schulhof angebracht sowie in den Biologiesälen der Schulen installiert, da es aufgrund seiner Bauweise sehr gut von den Schülerinnen und Schülern selbst bepflanzt werden kann. Bei der Pflanzenart wurde insbesondere darauf geachtet, solche Pflanzen zu wählen, die von den Kindern und Jugendlichen sogar selbst vermehrt werden können. Als Pflanzsubstrat wird ein gängiges Produkt für Innenraumbegrünungen aus geblähtem Tongranulat verwendet. Abbildung 6 zeigt in einer schematischen Darstellung den Aufbau des Trogsystems.

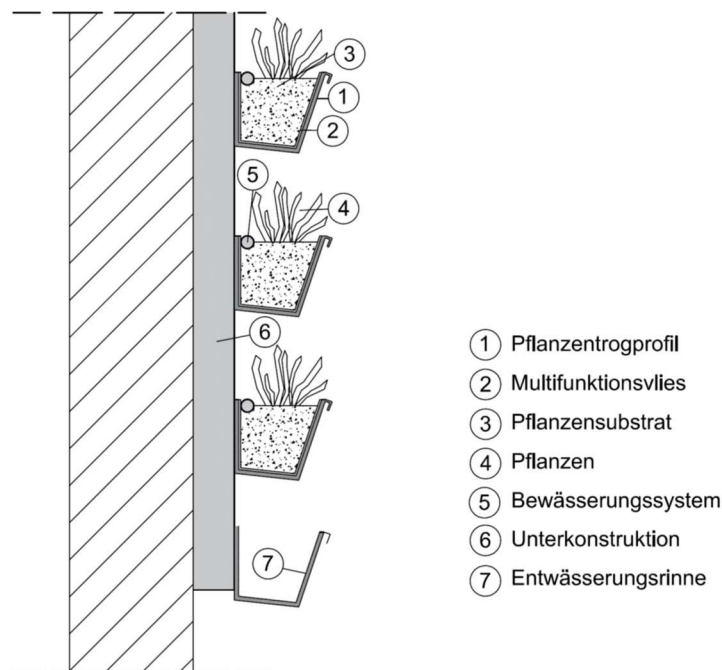


Abbildung 6: Schematische Darstellung des Trogsystems [5]

Die Basis dieses Systems bildet eine Metallkonstruktion mit Profilen in Trapezform, welche kaskadenförmig an der Fassade angeordnet werden. Befestigt auf einer Unterkonstruktion dient



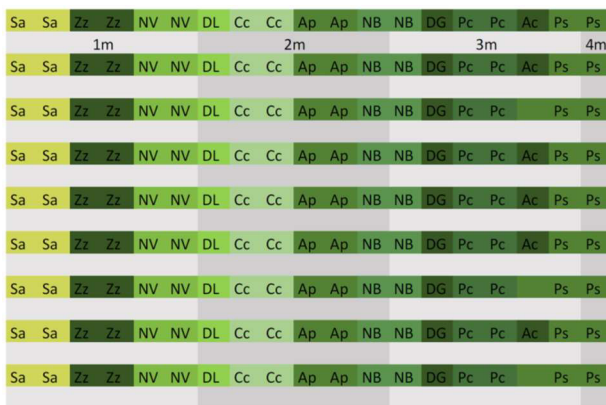
Das Trogsystem eignet sich hervorragend für den Einsatz in der Schule. Durch die mit technischem Substrat befüllten Tröge können Schülerinnen und Schüler selbst gärtnerisch aktiv bleiben. Zudem speichern die Substrate bei Ausfällen der Bewässerung das Wasser und halten es für kürzere Zeitspannen für die Pflanzen verfügbar.

diese Metallkonstruktion als Pflanzentrog, der ausgekleidet mit einem Multifunktionsvlies und gefüllt mit Substrat von verschiedenen, standort- und nutzungsabhängigen Pflanzen bestückt wird. Durch die Montage der einzelnen ca. 28 cm hohen Tröge übereinander ist das System flexibel gestaltbar.

Die trapezförmige, dünnwandige Metallkonstruktion besteht beispielsweise aus Aluminium. Die benötigten Profillängen werden durch Kopplungs- und Endstücke verbunden. Der an der Innenseite des Pflanzentrogs ringsum befestigte Vlies aus Polypropylen weist sowohl eine speichernde als auch eine filternde Wirkung auf. Er dient demnach neben der Wasserverteilung und -speicherung auch dem Verhindern des Auswaschens von Feinteilen. Das Pflanzsubstrat bildet in Abstimmung mit den Bedürfnissen der verwendeten Pflanzen und des Standorts eine Zusammensetzung aus Granulaten. Die Pflanzen werden standortabhängig und nach Bedarf gewählt. Meist werden verschiedene Sedum-Arten, sowie Kräuter und Gräser verwendet. Aufgrund der hohen Widerstandsfähigkeit und Robustheit kommen als Sedum-Arten besonders Fetthennengewächse zum Einsatz. Die Bewässerung erfolgt automatisch über Tropfschläuche aus Polyethylen, welche über die gesamte Länge in den Pflanztrögen verlegt sind. In Abhängigkeit der Pflanzen und der Exposition wird die Wassermenge bestimmt. Die schlitzförmige Aussparung an der Vorderseite des Profils gewährleistet durch Kaskadenwirkung des Systems die Verteilung des Wassers. Die Unterkonstruktion dient angepasst an die baulichen Gegebenheiten zur Befestigung des Begrünungssystems an der Bestandswand. Somit kann das troggebundene Begrünungssystem an allen Fassadenarten angebracht werden. Bietet die Bestandswand bereits genug Tragfähigkeit für die Befestigung des Begrünungssystems, ist eine Unterkonstruktion nicht notwendig. Durch die kaskadenförmige Anordnung der Pflanzenträge und die schlitzförmige, senkrechte Aussparung zur Entwässerung in jedem Trog ist im unteren Bereich des Begrünungssystems eine Entwässerungsrinne zum Auffangen und Ableiten des überschüssigen Wassers notwendig.

Trogssystem mit Wasseranschluss und Abfluss im Innenraum

Ein Trogssystem mit direkten Wasseranschluss für Zu- und Abfluss befindet sich beispielsweise im Biologiesaal Diefenbach Gymnasium Wien. Das System besteht aus neun Trogreihen und bedeckt 9 m² Wandfläche. Pflanzen derselben Sorte wurden in vertikalen Linien gepflanzt, um Pflege und Monitoring zu erleichtern, die verwendeten Arten können dem Pflanzplan entnommen werden. Das System wird in Abbildung 8 dargestellt. Abbildung 7 zeigt den zugehörigen Pflanzplan.



	botanischer Name	deutscher Name
Sa	<i>Scindapsus aureus</i>	Efeutute
Zz	<i>Zamioculcas zamiifolia</i>	Glücksfeder
NV	<i>Nephrolepis exaltata</i> 'Vitale'	Schwertfarn
DL	<i>Dracaena fragrans</i> 'Lemon Lime'	Drachenbaum
Cc	<i>Chlorophytum comosum</i> 'Ocean'	Grünlilie
Ap	<i>Asparagus plumosus</i>	Federspargel
NB	<i>Nephrolepis exaltata</i> 'Boston'	Schwertfarn
DG	<i>Dracaena fragrans</i> 'Green Jewel'	Drachenbaum
Pc	<i>Peperomia clusifolia</i>	Zwergpfeffer
Ac	<i>Ananas champaca</i>	Zierananas
Ps	<i>Philodendron scandens</i>	Baumfreund

Abbildung 7: Foto und Pflanzplan des Biologiesaals im Diefenbach Gymnasium Wien 15



Abbildung 8: Trogsystem im Innenraum, lineare Pflanzenanordnung

Trogsystem mit Wassertank und Umlaufpumpe im Innenraum

In manchen Fällen ist es nicht möglich, das Begrünungssystem direkt an eine Wasserleitung anzuschließen. In diesem Fall muss die Wasserversorgung über einen Wassertank mit Umlaufpumpe gewährleistet werden. Auf diese Lösung wurde bspw. auch im Biologiesaal des BRG 16 Schuhmeierplatz zurückgegriffen. Die Wassertanks müssen in diesem Fall per Hand mit der Gießkanne befüllt werden.

Aufgrund der Fläche von 11,4 m² konnten mehrere Arten verwendet werden. Es befinden sich alle ausgewählten Pflanzenarten in jeder Reihe, die Anordnung erfolgte schräg versetzt (siehe Abbildung 9). Abbildung 10 zeigt den entsprechenden Pflanzplan für das installierte Trogsystem.



Abbildung 9: Trogsystem im Innenraum, schräg versetzte Pflanzenanordnung

Sa	Sa	Tp	Cc	DG	Ps	Ps	Ap	Ap	DG	Sp	Sp	Cc	Zz	Zz	DL	Sp	Sp	BR	Tp	NV	Cc	Zz	Zz	Sa	Sa	
1m											2m															
Tz	NV	NV	BR	Cc	Cc	DG	Ps	Ps	Ap	Ap	DG	Sp	Sp	Cc	Zz	Zz	DL	Sp	Sp	BR	NV	NV	Cc	Zz	Zz	DG
Tz	Tz	NV	NV	BR	Cc	Cc	DG	Ps	Ps	Ap	Ap	DG	Sp	Sp	Cc	Zz	Zz	DL	Sp	Sp	BR	NV	NV	Cc	Zz	Zz
Cc	Tz	Tz	NV	NV	BR	Cc	Cc	DG	Ps	Ps	Ap	Ap	DG	Sp	Sp	Cc	Zz	Zz	DL	Sp	Sp	BR	NV	NV	Cc	DG
Cc	Cc	Tz	Tz	NV	NV	BR	Cc	Cc	DG	Ps	Ps	Ap	Ap	DG	Sp	Sp	Cc	Zz	Zz	DL	Sp	Sp	BR	NV	NV	Cc
Sp	Cc	Cc	Tz	Tz	NV	NV	BR	Cc	Cc	DG	Ps	Ps	Ap	Ap	DG	Sp	Sp	Cc	Zz	Zz	DL	Sp	Sp	BR	NV	DG
DL	Sp	Cc	Cc	Tz	Tz	NV	TP	BR	Cc	Cc	DG	Ps	Ps	Ap	Ap	DG	Sp	Sp	Cc	Zz	Zz	DL	Ap	Sp	Sp	BR
Zz	DL	Sp	Cc	Cc	Tz	Tz	Sa	BR	Cc	Cc	DG	Ps	Ps	Ap	Ap	DG	Sp	Sp	Cc	Zz	Zz	DL	Ap	Sp	Sp	Tz

botanischer Name	deutscher Name	
Sa	<i>Scindapsus aureus</i>	Efeutute
Zz	<i>Zamioculcas zamiifolia</i>	Glücksfeder
NV	<i>Nephtrolepis exaltata 'Vitale'</i>	Schwertfarn
DL	<i>Dracaena fragrans 'Lemon Lime'</i>	Drachenbaum
Cc	<i>Chlorophytum comosum 'Ocean'</i>	Grünillie
Ap	<i>Asparagus plumosus</i>	Federspargel
NB	<i>Nephtrolepis exaltata 'Boston'</i>	Schwertfarn
DG	<i>Dracaena fragrans 'Green Jewel'</i>	Drachenbaum
Pc	<i>Peperomia clusifolia</i>	Zwergefeffer
Ps	<i>Philodendron scandens</i>	Baumfreund
Tz	<i>Tradescantia zebrina</i>	Zebra Ampelkraut
Sp	<i>Scindapsus pictus</i>	Gefleckte Efeutute
BR	<i>Begonia Rey-Hybriden</i>	Blatt Begonie
Tp	<i>Tradescantia pallida</i>	Mexikanische Dreimasterblume

Abbildung 10: Foto und Pflanzplan der Wandbegrünung des Biologiesaals im BRG 16 Schuhmeierplatz Wien.

Trogsystem mit Wasseranschluss und Abfluss im Außenraum

Im Außenraum kann das Trogsystem an Fassaden montiert werden. So wurde es beispielsweise im Innenhof des BRG 16 Schuhmeierplatz angebracht (siehe Abbildung 11). Die Wasserzuleitung für die Tröpfchenbewässerung wird in diesem Fall aus dem Innenraum heraus und unter den Betonplatten bis zum Begrünungssystem geführt. Bei Temperaturen unter 3 °C schaltet ein Frostwächter die automatische Bewässerung ab, ein Heizkabel verhindert das Einfrieren der Leitungen an diesen Tagen. Für die Bepflanzung wurden schattenverträgliche Stauden in Blöcken gruppiert. Für das Trogsystem in Abbildung 11 ist der zugehörige Pflanzplan in Abbildung 12 dargestellt.

2.2.2 Vliessystem

Dieses System findet nur im Innenraum Anwendung. Die Art des Begrünungssystems verwendet eine Kombination aus unterschiedlichen Vliesen als Vegetationsträger.

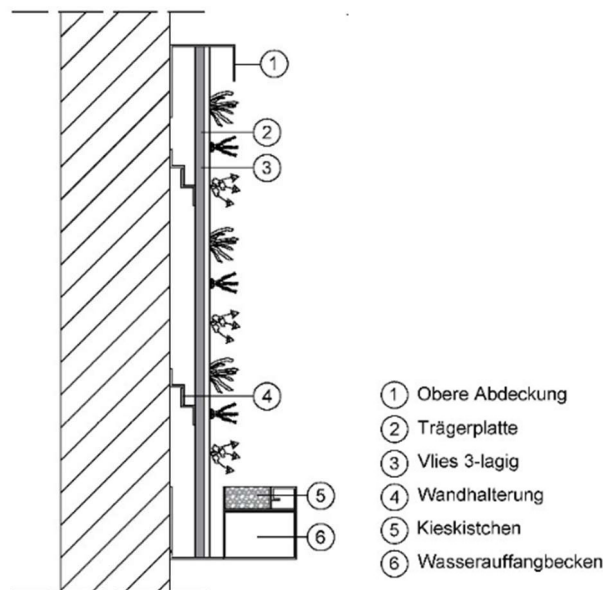


Abbildung 13: Schematische Darstellung des Vliessystems [5]

Die Wandhalterung ist die Verbindung zwischen Mauerwerk und dem Begrünungssystem. Durch diese Anordnung entsteht ein Luftraum von 5 cm, der für eine ausreichende Luftzirkulation sorgt und ebenso als Schutz vor Staunässe dient. Die Aluminiumwandhalter weisen abhängig von der Wand, an der das System installiert wurde, eine Abwicklungslänge von 10 cm und einer Materialstärke von 2 mm auf. Die Trägerplatte stellt die Tragkonstruktion dar. Sie ist 10 mm dick und aus Kunststoff. Ein 3-lagiges Vlies ist an der Trägerplatte befestigt. Das Vlies sorgt für ausreichende Wasserverteilung und stellt den Wurzelebenraum der Pflanzen dar. Die Pflanzen werden in die vorgesehenen Taschen eingesetzt. Am Fuße der Konstruktion befindet sich ein Kiesbett mit Wasserauffangbecken. Diese Konstruktion besteht aus Aluminium und ist beschichtet. Das System ist sowohl an der Oberseite als auch an den beiden Seitenflächen mit Abdeckungen verkleidet. Diese Bauteile werden aus einer Metallkonstruktion gebildet.

Die Pflanzen werden wurzelnackt in hineingeschnittene Taschen gesetzt. Eine Mischung aus horstig wachsenden und sich flächig ausbreitenden Zimmerpflanzen ist gleichmäßig im Vegetationsträger verteilt. In den beiden begrünten Schulen des Projekts GRÜNEzukunftSCHULEN sind die verwendeten Arten gleich und können der untenstehenden Liste entnommen werden.

Folgende Pflanzenarten wurden im Vliessystem verwendet

- *Asplenium antiquum* – Schmalblättriger Nestfarn
- *Asplenium nidus* – Vogelneestfarn
- *Monstera deliciosa* ‚Borsigiana‘ – Kleines Fensterblatt
- *Peperomia clusiifolia* – Zwergpfeffer
- *Philodendron brasil* – Baumfreund
- *Philodendron scandens* – Kletterphilodendron
- *Spathiphyllum wallisii* – Blattfahne
- *Schefflera arboricola* - Strahlenaralie
- *Dieffenbachis seguine* – Dieffenbachie
- *Calathea rufibara* – Korbmarante
- *Peperomia puteolata* – Parallel Peperomia
- *Tradescantia spathacea* – Purpurbl. Dreimasterblume

Ebenso wie beim Trogsystem (siehe Kapitel 2.2.1) kann die Bewässerung des Vliessystems mittels Zu- und Abfluss oder mittels Umlaufpumpe und Wassertank erfolgen. Das Vlies wird von oben über einen Tropfschlauch mit Wasser versorgt. Unterhalb des Systems befindet sich eine Auffangrinne für das Überschusswasser. Beispielsweise ist im begrüneten Klassenzimmer des Diefenbach Gymnasiums eine Variante des Vliessystems installiert (siehe Abbildung 14), das durch einen Wasseranschluss mit Wasser versorgt. Auch ein Abfluss ist in unmittelbarer Nähe vorhanden, sodass überschüssiges Wasser abfließen kann. Das System wird mit einer Zeitschaltuhr direkt über die Wasserleitung versorgt, das Überschusswasser rinnt im Abfluss ab. Im begrüneten Klassenzimmer des BRG 16 Schuhmeierplatz hingegen wird die Wasserversorgung des Vliessystems (siehe Abbildung 15) durch einen Wassertank gewährleistet.



Abbildung 14: Vliessystem im Innenraum, BRG 15 – Diefenbach Gymnasium



Abbildung 15: Vliessystem im Innenraum, BRG 16 Schuhmeierplatz

2.2.3 Kassettensystem

Dieses System ist ausschließlich im Außenraum zu verwenden. Hier werden Pflanzen in einem Winkel von 90° zur Wand in kleinen Öffnungen eines Pflanzmoduls gesetzt. Ein Element besteht aus einer 60 cm mal 100 cm großen Metallkassette, an der vorne eine Gitterstruktur mit Öffnungen für die Pflanzen befestigt ist und mit Substrat verfüllt ist. Das über Tropfschläuche zugeführte Wasser wird über ein Vlies an der Hinterseite der Metallkassette verteilt.

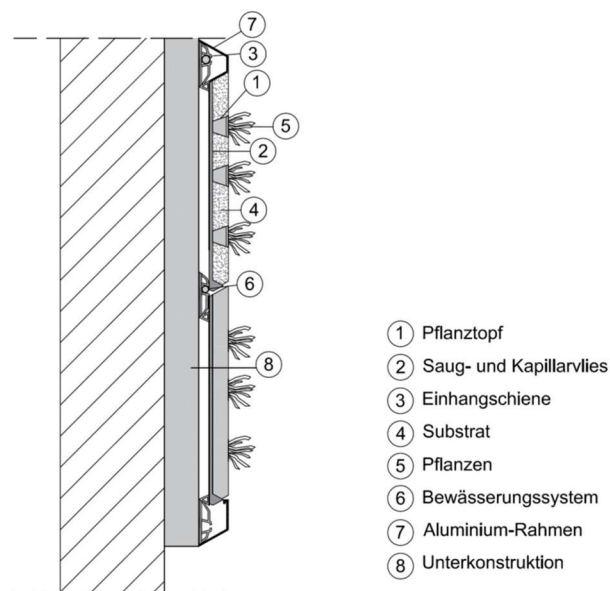


Abbildung 16: Schematische Darstellung des Kassettensystems [5]

Die Aluminiumkassetten werden direkt aneinandergereiht und übereinander angebracht (siehe Abbildung 16). Das vorgefertigt im Fassadenkorb integrierte Vlies speichert und verteilt das Wasser gleichmäßig. Es ist zugfest und nach Angaben eines Herstellers dieses Systems kann es nicht verrotten. Die Wurzelballen der Pflanzen stehen in direktem Kontakt zum Vlies, welches

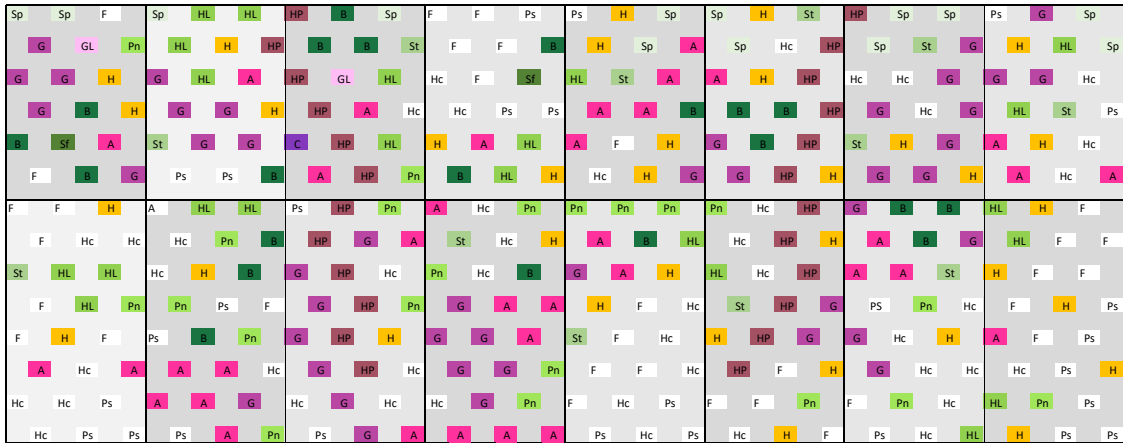
das Wasser speichert und verteilt. An der Rückseite jedes Fassadenelementes befindet sich eine Einhangschiene aus Aluminium zur Befestigung an der Unterkonstruktion beziehungsweise an der Bestandswand. Die Verankerung ist thermisch getrennt und die spezielle Profilgeometrie ermöglicht eine Führung der Bewässerungsschläuche. Die Einhangschiene erhöht den Aufbau des Systems um ca. 5 cm. Das Substrat bildet die Deckschicht und setzt sich je nach Bedürfnis der gewählten Pflanzen und abhängig vom Standort und der gewünschten Farbe aus Lava, Blähschiefer, Tuff oder Bims zusammen. Als Pflanzen eignen sich besonders verschiedene Stauden und Gräser. Diese werden standortabhängig zusammengestellt.

Zur Einfassung der Fassadenelemente dient eine Rahmenkonstruktion aus Aluminium mit Ecken und Seitenteilen sowie einem Abdeckblech am oberen Ende und einer Entwässerungsrinne an der Unterseite. Die Unterkonstruktion dient angepasst an die baulichen Gegebenheiten zur Befestigung des Begrünungssystems an die Bestandswand. Somit kann das Begrünungssystem an allen Fassadenarten angebracht werden.

Die automatische Bewässerung erfolgt über Tropfschläuche. Über diese wird auch die Zugabe von Nährstoffen reguliert. Der Wasserbedarf liegt im Jahresmittel bei 2,5 - 3 Liter/m² und ist abhängig von den lokalen Begebenheiten. Um die Bewässerung auch im Winter bei Frost sicherzustellen, ist ein leerlaufendes System notwendig.

Im Diefenbach Gymnasium wird dieses System zur Begrünung einer Wand an der Terrasse im zweiten Stock verwendet. In diesem Fall besteht die Wand aus 8 x 2 Elementen (siehe Abbildung 19). Die Bewässerung erfolgt über einen Tropfschlauch, der entlang der Oberkante verlegt ist und so das Vlies speist. Unterhalb der Pflanzkassetten befindet sich ein mit Folie ausgekleideter Holz-Wassertank in der sich eine Umlaufpumpe befindet, wodurch das Überschusswasser aus den Bewässerungsdurchgängen wiederverwendet werden kann. Im Sommer wird das Wasser automatisch von der Wasserleitung nachgefüllt, wenn der in die Pumpe integrierte Schwimmer einen niedrigen Wasserstand anzeigt. Im Winter ist das System von der Wasserzuleitung entkoppelt, um ein Frieren der Leitungen zu verhindern. Im Wassertank befindet sich dann ein Heizkabel und das Wasser muss gegen Winterende manuell aufgefüllt werden.

Die Bepflanzung setzt sich aus einer Mischung von sommer- und wintergrünen Stauden zusammen und wird im untenstehenden Pflanzplan (siehe Abbildung 17) näher beschrieben.



- A** Aster *lumosus* 2 *Kassel'* 2 *Kissen* 2 *Aster*
 - B** *Bergenia* 2 *cordifolia* 2 *Bergenie*
 - C** *Campanula* 2 *portenschlagiana* 2 *Dalmatiner* 2 *Glockenblume*
 - F** *Fragaria* 2 *vesca* 2 *ar.* 2 *vesca* 2 *Wald* 2 *Erdbeere*
 - GL** *Gaura* 2 *indheimeri* 2 *Prachtkerze*
 - G** *Geranium* 2 *macrorrhizum* 2 *Balkan* 2 *Storchschnabel*
 - Hc** *Helianthemum* 2 *zultorum* 2 *Bronzeteppich* 2 *Sonnenröschen*
 - Hc** *Helianthemum* 2 *zultorum* 2 *Goldene* 2 *Queen'* 2 *Sonnenröschen*
 - H** *Hemerocallis* 2 *hybride* 2 *Stella* 2 *De* 2 *Dro'* 2 *Taglilie*
 - HP** *Heuchera* 2 *micrantha* 2 *Palace* 2 *Purple'* 2 *Purpurglöckchen*
 - HL** *Heuchera* 2 *anguinea* 2 *Leuchtkäfer* 2 *Grünes* 2 *Purpurglöckchen*
 - Ps** *Phlox* 2 *subulata* 2 *Polster* 2 *Phlox*
 - Ps** *Phlox* 2 *subulata* 2 *White* 2 *Delight'* 2 *Polster* 2 *Phlox*
 - Pn** *Potentilla* 2 *neumanniana* 2 *Frühlings* 2 *Fingerkraut*
 - St** *Sedum* 2 *floriferum* 2 *Wheinstephaner* 2 *Gold'* 2 *Gold* 2 *Fetthenne*
 - Sp** *Sedum* 2 *pachyclados* 2 *Dicksetziges* 2 *Fettblatt*
 - St** *Sedum* 2 *telephium* 2 *Herbstfreude'* 2 *Herbst* 2 *Fetthenne*
- Sorten: 2instweilen 2och 2
 unbekannt
- Sorten: 2instweilen 2och 2
 unbekannt

Abbildung 17: Pflanzplan der Wandbegrünung auf der Terrasse des Diefenbach Gymnasiums.

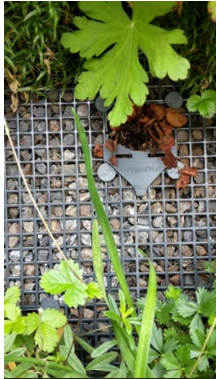


Abbildung 18: Pflanzöffnung des Kassettensystems



Abbildung 19: Kassettensystem im BRG 15 – Diefenbach Gymnasium kurz nach der Bepflanzung im Sommer 2017



Abbildung 20: Kassettensystem im BRG 15 – Diefenbach Gymnasium 2 Jahre nach der Bepflanzung (Sommer 2019)

3 BAULICHE UMSETZUNG

Um die Funktionalität und die problemlose Installation der Begrünung zu gewährleisten, müssen bestimmte bautechnische Voraussetzungen erfüllt sein. Zu diesen zählen unter anderem brandschutztechnische Anforderungen sowie Anforderungen an die Tragfähigkeit der Fassade [5], aber auch das Vorhandensein aller notwendigen Anschlüsse.

Zur detaillierten Planung der baulichen Umsetzung einer Fassadenbegrünung ist es unabdingbar den Aufbau der Fassade zu kennen, an der das fassadengebundene System installiert werden soll. Handelt es sich um ein Bestandgebäude, so ist dieser Aufbau den aktuellen Bestandsplänen zu entnehmen. Bei Neubauten sind die möglichen Verankerungspunkte und notwendige Anschlüsse bereits von Beginn bei der Planung zu berücksichtigen. Bei gedämmten Gebäuden ist insbesondere darauf zu achten, dass die Wärmebrücken, welche durch die Verankerung der Begrünung entstehen, minimiert werden. An der gedämmten Fassade sollten daher möglichst wenige Verankerungen installiert werden, wenn möglich soll die Last am Boden abgetragen werden. Bei den notwendigen Verankerungen ist darauf zu achten, dass die verwendeten Materialien thermisch möglichst entkoppelt sind. An nicht gedämmten Fassaden können Wärmebrücken meistens vernachlässigt werden.

Fassadengebundene Begrünung sollte immer von einer Fachfirma installiert werden. Diese hat sicherzustellen, dass die Begrünungselemente statisch einwandfrei angebracht sind und es zu keinen Schäden am Gebäude kommen kann.

3.1 Brandschutz

3.1.1 Innenraumbegrünung

Keine Anforderungen gibt es für Begrünung in den Klassenräumen, da diese brandschutztechnisch unbedenklich sind. Die Fluchtwege dürfen durch die Begrünung nicht behindert werden. Es dürfen keine leicht entflammaren Materialien im Fluchtweg vorhanden sein und die Brandlast ist stets gering zu halten. Es sind daher nur nicht brennbare beziehungsweise schwer entflammbare Materialien für die Begrünungssysteme zu verwenden, welche den Brandschutzbestimmungen der ÖNORM EN 13501– Anforderungen auf Brandverhalten von Bauprodukten und Baustoffen [6] entsprechen. Die Auswahl der Pflanzen und des Substrats beziehungsweise des Substratersatzes soll unter anderem unter dem Aspekt der Minimierung der Brandlast erfolgen. Die Brandlast von Pflanzen ist meistens sehr gering. Da sie feucht sind, brennen die meisten Pflanzen nicht. Pflanzen, die ätherische Öle, (wie z.B. Efeu) enthalten, können leicht entflammbar sein.

3.1.2 Außenbegrünung

Bei **Dachbegrünungen** sind keine speziellen brandschutztechnischen Anforderungen einzuhalten. In allen Randbereichen (Dachränder und Anschlüsse) ist eine vegetationsfreie Zone von ca. 50 cm einzuhalten (z.B. Kies, Platten). Diese Streifen übernehmen gleichzeitig auch die Funktion des vorbeugenden Brandschutzes.

Für **Fassadenbegrünung** muss der Brandschutz jedoch detaillierter mitberücksichtigt werden. Zu betrachten sind in diesem Zusammenhang vordergründig eine mögliche horizontale und

vertikale Brandweiterleitung über die Fassade sowie das Brandverhalten der eingesetzten Systemkomponenten.

An die Fassade werden je nach Gebäudeklasse verschiedene brandschutztechnische Anforderungen gestellt. Bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4 und Gebäudeklasse 5 (Gebäudeklasse 1 bis 3 haben ein maximales Fluchtniveau von 7 m, Gebäudeklasse 4 von maximal 11 m und Gebäudeklasse 5 maximal 22 m) sind vorgehängte Fassaden (hinterlüftet, belüftet oder nicht hinterlüftet) so auszuführen, dass bezogen auf das zweite, über dem Brandherd liegende Geschoß keine Brandweiterleitung über die Fassade möglich ist und das Herabfallen großer Fassadenbauteile eingeschränkt wird. Das kann mittels Brandabschottung über den Fenstern oder dem Einhalten eines Abstandes von 1 m über den Fenstern und 0,2 m seitlich der Fenster nachgewiesen werden [4].

Für Gebäude mit einem Fluchtniveau von mehr als 22 Meter ist Fassadenbegrünung grundsätzlich derzeit unzulässig. Liegt das Fluchtniveau jedoch unter 32 Meter, kann an öffnungslosen Fassadenbereichen, in denen im Brandfall nicht mit einer Brandübertragung zu rechnen ist, Fassadenbegrünung installiert werden. Die für das Begrünungssystem verwendeten Materialien sind in der Klassifizierung A2 auszuführen [4].

3.2 Bewässerungssysteme & notwendiger Wasseranschluss

Die Pflanzen müssen regelmäßig mit Wasser versorgt werden. Das kann nach drei unterschiedlichen Varianten erfolgen, welche im Folgenden erläutert werden. Je nachdem welches Bewässerungssystem gewählt wird, ist darauf zu achten, alle notwendigen Wasseranschlüsse bereitzustellen.



Abbildung 21: Installation des Bewässerungssystems im Trogsystem

Variante 1: Zu- und Abflussleitung sind vorhanden und können für das Begrünungssystem genutzt werden. Über ein automatisch gesteuertes Magnetventil wird der Zufluss reguliert. Überschüssiges Wasser rinnt im Abfluss ab.

Variante 2: Es gibt eine Zu- aber keine Abflussleitung. In diesem Fall ist es notwendig einen Wassertank für das Begrünungssystem vorzusehen. Überschüssiges Wasser wird in diesem Wassertank gespeichert und mit einer einfachen Pumpe (z.B. einer Umwälzpumpe) wieder dem System zugeführt. Unterschreitet der Wasserstand im Wassertank ein bestimmtes Niveau, wird Wasser automatisch über die vorhandene Zuleitung zugeführt.

Variante 3: Es gibt weder Zu- noch Abflussleitungen. In diesem Fall ist es notwendig einen Wassertank für das Begrünungssystem vorzusehen. Der Wassertank wird händisch regelmäßig aufgefüllt, sodass die Pflanzen regelmäßig mit Wasser versorgt werden können. Überschüssiges Wasser wird in diesem Tank gespeichert.

Als Pumpe für die Varianten 2 und 3 kann eine einfache Umwälzpumpe verwendet werden. Abhängig von der Höhe des Begrünungssystem ist hier auf ausreichende Leistung der Pumpe zu achten.

Der Wassertank für die Varianten 2 und 3 muss mehrmals im Jahr ausgelassen und gereinigt werden. Dies ist bzgl. des Pflegeaufwands zu berücksichtigen. Ein Düngemittel muss regelmäßig dosiert und dem Wasser in den Wassertanks beigefügt werden. Durch die vielen zusätzlichen Bauteile steigt auch die Anzahl der Verschleißteile.



Abbildung 22: Pumpe im Wassertank beim Kassettensystem außen (links); Wassertank unter dem Trogsystem innen (rechts)

3.3 Stromanschluss

Bei den vertikalen Begrünungen in Innenräumen ist das natürliche Licht, welches durch die Fenster eindringt, meist nicht ausreichend, um für optimales Pflanzenwachstum zu sorgen. Eine zusätzliche Beleuchtung z.B. in Form von speziellen LED-Pflanzenlampen ist erforderlich. Es ist daher darauf zu achten, dass Stromanschlüsse für diese notwendige Beleuchtung der Pflanzen vorhanden sind. Wird die Bewässerung des Begrünungssystems mit einer Pumpe betrieben, muss auch für diese ein Stromanschluss in der Nähe bereitgestellt sein.

Bei Außenraumbegrünung ist darauf zu achten, dass auch während der Wintermonate eine Bewässerung sichergestellt werden kann. Wenn diese nur mit einem automatischen Bewässerungssystem durchgeführt werden kann, empfiehlt sich auch ein Stromanschluss in der Nähe der Wasserleitungen vorzusehen, um diese an Frosttagen heizen zu können.



Pflanzen sind Lebewesen: sie brauchen Wasser, Nährstoffe, Beleuchtung und regelmäßige Grünpflege.

3.4 Erreichbarkeit

Sowohl das Begrünungssystem selbst als auch jegliche damit verbundene Infrastruktur sollte möglichst barrierefrei zugänglich geplant und ausgeführt werden. Es ist darauf zu achten, dass

alle Steuerelemente leicht erreichbar und möglichst barrierefrei zugänglich sind, sodass die Wartung und Bedienung der Steuerelemente einfach durchgeführt werden kann. Auch bei einer Erreichbarkeit der vertikalen Begrünungselemente mit herkömmlichen Mitteln wie einer normalen Leiter kann der Aufwand zur Pflege und Wartung verringert werden und somit maßgebliche Kosten eingespart werden. Sobald ein Hubsteiger oder andere technische Geräte zum Erreichen der Begrünung notwendig sind, steigen die Komplexität der Wartung und Pflege und die damit verbundenen Kosten stark an. Auch der Einfluss auf die Umwelt nimmt mit schlechter Erreichbarkeit zu. Hubsteiger und andere Aufstiegshilfen müssen transportiert werden und benötigen Energie, die bei leichter Erreichbarkeit nicht aufgewendet werden müsste.

3.5 Ökologische Materialien

Bei der Auswahl der Begrünungssysteme ist darauf zu achten, dass ihre Bestandteile keinen zu hohen Primärenergiebedarf haben. Auch die CO₂-Emissionen, die durch die Herstellung, Transport und Installation der Begrünungssysteme verursacht werden, sollten berücksichtigt werden. In [3] wurden die relevanten Einflüsse von ausgewählten Begrünungssystemen auf die Umwelt publiziert. Besteht das Begrünungssystem aus Textilien, ist darauf zu achten, dass es sich nicht um Polyurethane sondern um Geotextile handeln. Kommt Aluminium zum Einsatz ist entweder darauf zu achten, dass das Aluminium bereits recycelt wurde, oder so verbaut wird, dass es sich beim Rückbau leicht von den anderen Materialien trennen lässt.

Die Begrünungssysteme bestehen aus zahlreichen unterschiedlichen Materialien, deren Lebensdauer unterschiedlich ist. Deshalb ist es wichtig, dass sie sich einzeln tauschen lassen, damit keine Bestandteile getauscht werden müssen, die noch funktionsfähig sind, weil sie mit anderen verknüpft sind, deren Lebensdauer kurz ist.

3.6 Behördliche Hürden

Für Innenraumbegrünung ist sicher zu stellen, dass keine Verstöße gegen den Brandschutz (Kapitel 3.1) entstehen. Wenn für den Innenraum kein Denkmalschutz zu beachten ist, kann Innenraumbegrünung ohne behördliche Hürden durchgeführt werden. Es ist jedoch bei großen Begrünungsflächen notwendig eine Bauanzeige bei der zuständigen Behörde zu stellen.

Für Fassadenbegrünungen gibt es beispielsweise von der Stadt Wien in Zusammenarbeit mit dem Bundesdenkmalamt eine Checkliste für die erforderlichen Genehmigungen von Fassadenbegrünung (Link siehe [7]). Die in dieser Liste aufgeführten Punkte können auch in den anderen Bundesländern und Gemeinden als gute Orientierung dienen.

4 GRÜNPFLEGE, WARTUNG UND INSTANDHALTUNG

Wichtig ist ein **täglicher Inspektionsblick**, um die Vitalität und den Zustand der Pflanzen schnell zu erfassen. Dabei ist mit einem Blick zu kontrollieren, ob die Stromversorgung für Bewässerung und Beleuchtung funktioniert und wie ganz allgemein der Zustand der Pflanzen ist. Im Laufe der Zeit entwickelt man ein Gespür für die Begrünung und erkennt bereits mit einem kurzen Blick, ob die Pflanzen sich vital entwickeln und ob eine Veränderung der Bewässerungs- oder Belichtungszeiten oder der Nährstoffmenge nötig ist.

Bei den **regelmäßigen Sicht- und Feuchtekontrollen**, die bestenfalls zweimal pro Woche stattfinden, wird die Begrünung genauer betrachtet. Einerseits werden die Pflanzen auf Schädlinge bzw. Krankheiten untersucht, andererseits wird die Feuchtigkeit des Trägermedium (Erde, Substrat, Vlies, ...) der Pflanzen geprüft. Jeweils in Abhängigkeit des **Bewässerungssystems** ist darauf zu achten, dass den Pflanzen ausreichend, aber auch nicht zu viel Wasser zugeführt wird. Die Bewässerung mittels Tropfschlauch erfordert eine regelmäßige Kontrolle der Tropfschläuche (ca. 1 Mal pro Jahr) und ein Anpassen der Wassermenge an die Jahreszeit oder auch an das Wetter.

Diese Kontrollen sind wichtig, da auf diese Weise Probleme schnell identifiziert und rasch Lösungen ergriffen werden können. Auch während der schulfreien Zeit müssen diese gewährleistet sein. Der Inspektionsblick kann von allen Personen durchgeführt werden, ganz gleich, ob diese regelmäßig mit den Begrünungen zu tun haben oder nur diese eine Aufgabe übernehmen.

Die Tätigkeiten betreffend Grünpflege, Wartung und Instandhaltung unterscheiden sich je nach Ausgangssituation, Standort und System, aber beinhalten aber jedenfalls die nachstehenden.



Grüne Wände funktionieren nur, wenn die handelnden Personen voll und ganz hinter der Idee stehen und es Personen gibt, die die Idee mittragen.

4.1 Tätigkeiten für Begrünungen im Innenraum

Ein **Rückschnitt** der Pflanzen ist lediglich bei Bedarf notwendig. Hierbei sollten braune oder abgestorbene Blätter bzw. Pflanzenteile entfernt werden. Sie schaden den Pflanzen zwar nicht, sorgen jedoch für ein schlechter wirkendes Gesamtbild. Abgestorbene Pflanzen sind zu entfernen und durch neue Pflanzen zu ersetzen.

Sowohl die **Bewässerung** als auch die **Beleuchtung** werden mit Zeitschaltuhren gesteuert, sollte es zu einem Stromausfall kommen, müssen die Uhren je nach Modell neu programmiert bzw. wieder gestartet werden. Handelt es sich bei der Bewässerung um eine Wassertanklösung, so ist meist kein automatischer Wasserzulauf vorhanden. Der Wassertank ist dementsprechend regelmäßig aufzufüllen. Sowohl der Wassertank als auch die verwendeten Pumpen und die gesamte Außenhülle des Systems sind einmal jährlich zu reinigen.

Zu beachten ist außerdem, dass sich in der **schulfreien Zeit** das Heiz- und Lüftungsverhalten ändert. Es ist daher zu prüfen, ob veränderte Bewässerungseinstellungen in dieser Zeit

einzustellen sind. Vor allem in den Wintermonaten ist es wichtig, dass auch in der schulfreien Zeit die Raumtemperatur nicht unter +15°C liegt.

Für ein vitales Wachstum brauchen Pflanzen neben der Versorgung mit Wasser auch Nährstoffe. Je nach System erfolgt die **Düngung** auf unterschiedliche Weise. Im Regelfall werden Langzeitdünger verwendet, eine Düngung ist dabei je nach verwendetem Produkt alle 3- 6 Monate erforderlich. Sollte es zu einem Schädlingsbefall bzw. Krankheiten an den Pflanzen kommen, gilt es rasch zu reagieren, um ein Ausbreiten auf die gesamte Begrünung zu verhindern.

4.2 Tätigkeiten für Begrünungen im Außenraum

Die Grünpflegetätigkeiten für Fassadenbegrünungen beinhalten ebenso wie für Begrünungen im Innenraum (in Kapitel 4.1 erläutert) den **täglichen Inspektionsblick** und **regelmäßige Sicht- und Feuchtekontrollen**. Außerdem ist ein Rückschnitt 1 bis 2-mal im Jahr, regelmäßige Düngung sowie Nachpflanzungen und Bekämpfung von Schädlingen und Krankheiten bei Bedarf notwendig.

Der Zeitpunkt für den **Rückschnitt** liegt im Frühjahr und nach der Blüte. Aus ökologischen Gründen sollte vor dem Winter nicht rückgeschnitten werden, da die Begrünung im Winter beispielsweise noch als Versteck für Insekten dienen kann. Im Frühjahr kann dann stark zurückgeschnitten werden. Ein Rückschnitt nach der Blüte fördert das Pflanzenwachstum und eine eventuelle Nachblüte, da keine Energie in die Samenentwicklung investiert wird.

Zur **Düngung** wird je nach System ein Langzeitdünger in fester bzw. flüssiger Form verwendet und hält je nach Hersteller bzw. Produkt mehrere Wochen bzw. Monate.

Im Vordergrund der **technischen Wartungsarbeiten** steht die Funktionsfähigkeit der Bewässerung. Die Pumpe bzw. wenn vorhanden der Wassertank müssen bei Bedarf jedoch mind. einmal jährlich gereinigt werden. In den Wintermonaten ist für eine frostfreie Zuleitung des Wassers zu sorgen und die Bewässerungszeiten sind anzupassen.

5 BAUPHYSIKALISCHE AUSWIRKUNGEN

Die bauphysikalischen und mikroklimatischen Auswirkungen von Begrünungen wurden im Rahmen des Projekts GRÜNEzukunftSCHULEN sowohl für den Innenraum als auch für den Außenraum untersucht. Detaillierte Messauswertungen finden Sie im Endbericht des Projekts unter: <https://smartcities.at/stadt-projekte/smart-cities/#gruenezukunftschulen> und <http://www.grueneschulen.at/endbericht/>.

5.1 Begrünungen im Innenraum

Innenraumbegrünung erhöht die Luftfeuchtigkeit, bindet Staub und wirkt sich auf akustische Parameter aus.

Die erhöhte Luftfeuchtigkeit verbessert die hygrothermische Behaglichkeit während der Heizmonate. Die Innenräume weisen während dieser Jahreszeit typischerweise eine niedrige Luftfeuchtigkeit auf, was zu unbehaglichem Raumklima führt. In den Projekten GrünPlusSchule [3] und GRÜNEzukunftSCHULEN wurde gezeigt, dass Innenraumbegrünung während der kalten Jahreszeit die hygrothermische Behaglichkeit erhöht. Die erhöhte hygrothermische Behaglichkeit aufgrund von Innenraumbegrünung trifft auf alle untersuchten Gebäude (Altbau, Neubau ohne Lüftungsanlage, Neubau mit Lüftungsanlage) zu. Abbildung 23 zeigt beispielhaft die prozentuale Verbesserung dieser hygrothermischen Behaglichkeit in den Wintermonaten.

Trotz der erhöhten Luftfeuchtigkeit gab es keine erhöhte Schimmelsporenkonzentration in den begrünten Klassenräumen. Die Luft ist auch während der Sommermonate nicht zu feucht. Wenn viel gelüftet wird, kann Innenraumbegrünung an heißen Sommertagen eine kühlende Wirkung auf die Innenräume haben. Ansonsten beschränkt sich der kühlende Effekt auf Außenraumbegrünung.

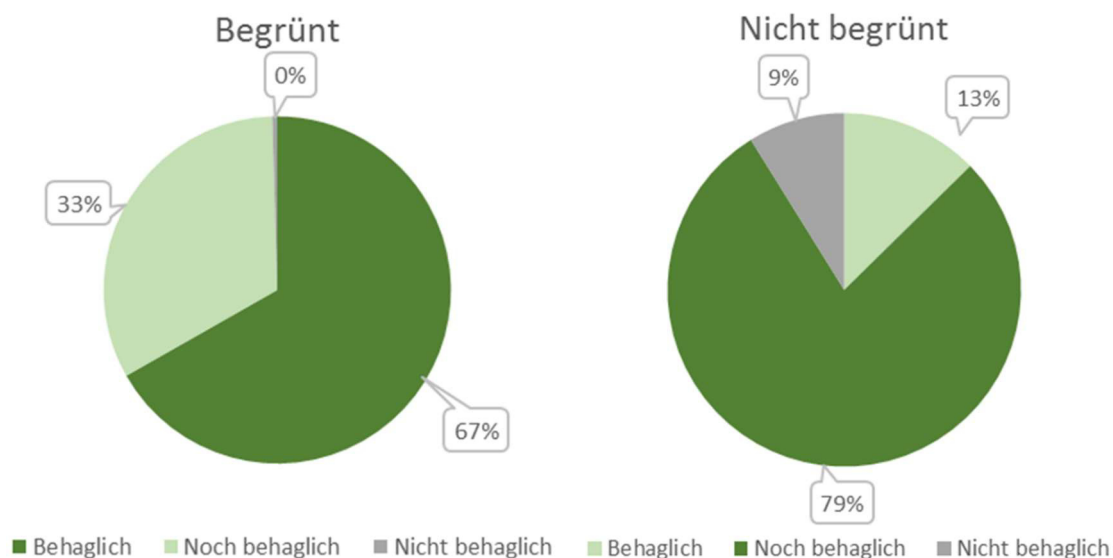


Abbildung 23: Verbesserung der hygrothermischen Behaglichkeit in der begrünten im Vergleich zur nicht begrünten Klassen BRG 15 – Diefenbachgasse, Neubau mit Lüftungsanlage, Zeitraum 1. Oktober – 31. März (2017-2019)

Außerdem wurde gemessen, dass die Rußkonzentration in den begrünten Klassenräumen niedriger ist, als in den nicht begrünten Klassenräumen.

Auch die Akustik im begrünten Raum wird aufgrund der Begrünung verändert. Da die Substrate und Pflanzen große Oberflächen aufweisen, wird die Nachhallzeit reduziert. Die geringere Nachhallzeit wirkt sich positiv auf das Verstehen von Gesprochenen aus. Insbesondere beim Lernen von Fremdsprachen ist es wichtig, dass die Nachhallzeit nicht zu lang ist. Sprechen mehrere Personen gleichzeitig (z.B. in den Pausen oder während Gruppenarbeiten), kann der Schallpegel deutlich geringer gehalten werden, da durch die kürzere Nachhallzeit leiser gesprochen werden kann.

5.2 Begrünungen im Außenraum

Begrünung im Außenraum kühlt, entsprechen ihrer Größe, an heißen Sommertagen die Außenluft. Die Temperaturen der Innenräume werden allerdings dadurch kaum beeinflusst. Eine Kühlung wird nur dann merkbar, wenn die Pflanzen auch transparente Flächen (z.B. Fenster) verschatten. Das Verschatten von opaken Flächen wirkt sich kaum auf die Innenraumtemperatur aus [8]. Durch Begrünungen im Außenraum kann aufgrund dessen kühlenden Effekts die Aufenthaltsqualität im Schulfreiraum erhöht werden.

Im Winter wirkt die Fassadenbegrünung aufgrund der vorgehengten Konstruktion die Fassade als eine zusätzliche Dämmschicht. Handelt es sich um eine ungedämmte Fassade kann dieser Effekt bei großflächig installierter Fassadenbegrünung die Transmissionswärmeverluste und dadurch die Heizkosten reduzieren. An gedämmten Gebäuden ist dieser Effekt minimal. Bei gedämmten Konstruktionen ist darauf zu achten, dass die Wärmebrücken, die aufgrund der Verankerungselemente entstehen minimiert werden. Es empfiehlt sich thermisch entkoppelte Dübel zu verwenden, oder wenn möglich die Last am Boden abzuleiten. [9], [10]

Fassadengebundene Begrünungssysteme werden als hinterlüftete Fassaden ausgeführt. Aufgrund der Hinterlüftung und durch die bauliche Trennung der Bewässerung des Begrünungssystems und der Fassade kann es bei richtiger Installation nicht zu kritischen Feuchtezuständen im Hinterlüftungsspalt zwischen dem Begrünungssystem und der Fassade kommen. [3]

6 DIE ERSTEN SCHRITTE ZUR BEGRÜNUNG EINER SCHULE

Zusammenfassend können basierend auf den Erfahrungen des Projekts GRÜNEzukunftSCHULEN folgende erste Schritte auf dem Weg zur Begrünung einer Schule aufgelistet werden:

- Abklären von **Interesse im Schulteam**: Ohne der Mithilfe mehrerer Kolleginnen und Kollegen, die die grüne Wand per Sicht kontrollieren, verwelkte Blätter zupfen und gegebenenfalls Pflanzen nachziehen und setzen, können die vertikalen Begrünungen nicht lange in der Schule existieren. Es handelt sich um lebende Pflanzen, die mit Wasser und Nährstoffen versorgt und gepflegt werden müssen.
- Überlegungen zum **Ort und Art der Begrünung**: technisches System oder selbstgebaute Begrünung? Verbunden mit der Auswahl der Begrünungsart sind die Kosten in der Herstellung und dem laufenden Betrieb.
- Gründung einer **Arbeitsgruppe mit interessierten Lehrpersonen**, mit denen gemeinsam die Planung sowie ein erstes Konzept für die Pflege und Implementierung in die Schulkultur erarbeitet werden kann.
- Bei fix im Gebäude installierten Begrünungsversionen **Kontaktaufnahme zum Eigentümer des Gebäudes** und Absprache bzgl. des Baus einer grünen Wand. Informationsmaterial als Grundlage für das Gespräch unter: publizierbaren Endbericht (siehe <https://smartcities.at/stadt-projekte/smart-cities/#gruenezukunftschulen> und <http://www.grueneschulen.at/endbericht/>) und das Fragen & Antworten-Dokument (siehe <https://smartcities.at/stadt-projekte/smart-cities/#gruenezukunftschulen> und <http://www.grueneschulen.at/fragenundantworten/>)
- Bei Entscheidung für die Installation eines technischen Systems: **Kontaktaufnahme zu Expertinnen und Experten** und Beratung bezüglich der passenden Ausführung. Auch eventuell bei Planung von do it yourself Varianten Heranziehen von Expertinnen und Experten zur Überprüfung erster Entwürfe und Pläne. Wichtig sind in diesem Schritt die Befestigung (Schutz vor Kippen, nicht bekletterbare Ausführung), die Bewässerung (Frage der Aufteilung der Grünpflege), richtige Wahl von Substraten und Pflanzen sowie die Beleuchtung.
- Erstellen einer **Kostenabschätzung** anhand der ersten Konzepte und Pläne und Suchen nach passenden **Finanzierungsmöglichkeiten**. Vorbereitung kleinerer Einreichungen und Ansuchen um Unterstützungen des Elternvereins.
- Sobald die Finanzierung geregelt ist: **Ausarbeitung der Grünpflege und Wartung** mit der Arbeitsgruppe im Detail. Berücksichtigung der Ferienzeiten und das laufende Anwerben neuer Kolleginnen und Kollegen, um das Fortbestehen der Arbeitsgruppe und das Aufteilen zu garantieren. Einbinden der Schulwartinnen und -warte. Die Handbücher (verfügbar unter <https://smartcities.at/stadt-projekte/smart-cities/#gruenezukunftschulen> und <http://www.grueneschulen.at/pflegeundwartung/>) enthalten Pflegekonzepte sowie die einzelnen Grünpflegeschritte der beiden Pilotschulen. (Anregung: Es könnte auch ein Ausgleichsystem überlegt werden, dass Lehrpersonen, die sich um die Grünpflege der Wände kümmern ein Gutstundenrepertoire ansammeln und dieses für Gangaufsichten und ähnliches einlösen können.)

- Die errichtete grüne Wand ist **nicht nur Dekoration**. Deswegen macht es Sinn die Begrünungen in verschiedenen Fächer für praktische Übungen einzubinden. Bereitstellen von Unterrichtsmaterialien für die Lehrpersonen (siehe <https://smartcities.at/stadt-projekte/smart-cities/#gruenezukunftschulen> und <http://www.grueneschulen.at/unterrichtsmaterialien-gruenewaende/>), um erste Ideen und Anknüpfungspunkte für die Integration der grünen Wände zu schaffen.
- **Regelmäßiges Treffen der Arbeitsgruppe** und Austausch über die Pflege. Vorziehen von Pflanzenstecklingen im Biologieunterricht zum Nachsetzen bei kleinen Ausfällen. Übertragen der Sichtkontrollen und Grünpflegetätigkeiten an die Schülerinnen und Schüler in den jeweiligen Unterrichtsstunden



Die Aufteilung unter den Arbeitsgruppenmitgliedern ist wichtig, damit bei Krankenstand, Urlaub oder Pensionierung von einzelnen Personen nicht das Know-How verloren geht und es Unsicherheiten bezüglich der Zuständigkeiten gibt.

7 INTEGRATION IN DEN SCHULALLTAG

Bevor eine Begrünung in Schulen angedacht werden kann, sind einige Punkte im Kollegium zu klären. Pflanzen sind lebende Materialien und benötigen neben Licht, Nährstoffe und Wasser auch Pflege (siehe Kapitel 4 Grünpflege, Wartung und Instandhaltung). Die notwendigen Pflege- und Wartungsschritte benötigen unterschiedlich viel Zeit und Aufwand, der allerdings von Beginn an des Planungsprozesses mitberücksichtigt werden muss, denn grüne Wände sind keinesfalls mit Kunstwerken an der Wand zu vergleichen! Kunstwerke werden einmal an die Wand angebracht und bleiben dort ohne Pflege und zeitlichen Aufwand hängen.

Aufbauend auf dem vorherigen Kapitel 6 Die ersten Schritte zur Begrünung einer Schule werden hier Faktoren beschrieben, die dazu beitragen, dass eine Integration der grünen Wände in den Unterricht funktionieren kann und eine optimale Organisation und Aufteilung der Pflege und Wartung entwickelt wird.

- Verantwortung - top-down:** Das Engagement sowie die Motivation müssen primäre von der Direktorin bzw. dem Direktor ausgehen. So ist es für die Direktorinnen und Direktoren denkbar besonders in der Vorbereitungszeit vor der Begrünung und zu Beginn der Begrünung die Lehrkräfte für die Arbeitsgruppen freizustellen und für die Sommermonate innovative Modelle der Zeitabgeltung (Ausgleichssystem – für Grünpflege wird ein Gutstundenrepertoire angesammelt, das für Gangaufsichten und ähnliches eingelöst werden kann) anzudenken. Ohne die Unterstützung der Direktion ist es für Lehrkräfte schwer entsprechende Formate wie Arbeitsgruppen und zeitliche Ressourcen für Abstimmungen zu finden. Mit diesen Maßnahmen werden neue Strukturen und Modelle geschaffen, die der Grundstein für die nachhaltige Verankerung der Pflege und Wartung in die Schulkultur sind. Nachdem alle Schulen unterschiedliche Arbeitsweisen und Abläufe haben, ist es wichtig die Pflege und Wartung maßgeschneidert den Bedürfnissen der Schule anzupassen.
- Arbeitsgruppen und Zuständigkeiten:** Aufbauend auf der Schaffung von neuen Strukturen, Modellen und Möglichkeiten gilt es die Verantwortung für die Begrünungen von der Direktorin bzw. dem Direktor an Lehrkräfte zu übertragen. Hilfreich ist es eine Gruppe zu formieren, dass sich aus Interesse zusammenfindet oder einer themenverwandten bereits bestehenden Lehrkräfte-Gruppe zu übertragen. In allen Fällen ist es wichtig, dass mehrere Personen für die Grünpflege und technische Wartung sowie für die Sichtkontrolle zuständig sind und auch neue interessierte Kolleginnen und Kollegen in die Gruppen integriert werden. Die Verteilung der Arbeiten auf mehrere Personen und Klassen hat zum Vorteil, dass die Arbeit einerseits überschaubar bleibt, viele Klassen integriert werden, die Voraussetzungen für fächerübergreifende Unterricht bestärkt wird und andererseits bei Krankheit, Pensionierung, oder ähnlichem nicht mit einer Person das gesamte Fachwissen im Team fehlt. Ebenfalls wichtig ist einen Plan über die Sommermonate zu erstellen und einen guten Austausch mit den Schulwartinnen, Schulwarten und dem Reinigungspersonal zu pflegen.
- Regelmäßige Sichtkontrolle:** Die regelmäßige Sichtkontrolle (nähere Informationen siehe Kapitel 4 Grünpflege, Wartung und Instandhaltung) ist das Um und Auf einer Begrünung, denn je schneller Fehler und Probleme erkannt werden, desto besser können Lösungen ergriffen werden. Im Team können die Sichtkontrollen aufgeteilt und

in den Sommerferien Schulwartinnen und Schulwarte sowie das Reinigungspersonal instruiert werden.

- **Einbringen in den Unterricht:** Grüne Wände eignen sich optimal Themenfelder des Lehrplans mit anschaulichen Projektarbeiten, praktische Übungen und in unterschiedlichen Vermittlungsformaten (wie z. B.: Peer-to-Peer-Learning) einzusetzen. Erst durch die aktive Einbindung verschiedener Aktivitäten in den Unterricht ist die Integration in den Schulalltag gesichert und bringen einen Mehrwert für den Unterricht. Neben inhaltlichen Verknüpfungen im Unterricht ist es sinnvoll auch die Pflege und Wartung in den Lehrplan zu integrieren. So könnte die Verantwortung für die grünen Wände einer Klasse in einem Unterrichtsfach übertragen werden. Auch die Übergabe kann mit dem Peer-to-Peer Prinzip gestaltet werden, indem die pflegende Klasse die zukünftig verantwortliche Klasse einschult. Anregungen und Tipps, wie grüne Wände in verschiedenen Unterrichtsfächern mit unterschiedlichen Methoden eingebunden werden können befinden sich im Dokument „Unterrichtsmaterialien zu den grünen Wänden in Schulen“ kostenlos heruntergeladen werden (<https://smartcities.at/stadtprojekte/smart-cities/#gruenezukunftschulen> und <http://www.grueneschulen.at/unterrichtsmaterialien-grueneawaende/>).
- **Zusätzliche Begrünungen:** Durch das gesteigerte Wohlbefinden mit der grünen Wand können in Schulen auch weitere Ideen und Projekte entstehen, wie zusätzliche Aufenthaltsqualitäten geschaffen werden. So können bauliche do-it-yourself Begrünungen für die unterschiedlichsten Orte im Innenraum oder Freiraum (Dachterrassen, Höfe, etc.) entstehen oder Schülerinnen und Schüler selbst aktiv werden und ihren Klassenraum mit Topfpflanzen von zu Hause begrünen.
- **Schulumfeld einbeziehen:** In Schulaktivitäten und Festen bringt es für die Schule Vorteile die grünen Wände als einen fixen Bestandteil zu integrieren. So wird der Unique-Selling-Proposition (USP) der Schule deutlich hervorgehoben. Die Räume mit Begrünungen könnten entweder als Veranstaltungsort dienen oder es werden Führungen für die Besucherinnen und Besucher durch Schülerinnen und Schüler angeboten. Besonders Schülerinnen und Schüler erzählen sehr anschaulich über ihre Erfahrungen mit den grünen Wänden.
- **Öffentlichkeitsarbeit:** Schulen mit Begrünungen und innovativen Projekten heben sich deutlich von anderen Schulen ab- und hervor. Daher können diese als Unique-Selling-Proposition (USP) für Webseiten, Tag der offenen Türen, Newsletter, etc. verwendet werden.

Abschließend und zusammenfassend gilt, dass nur Schulen mit technischen Begrünungssystemen begrünt werden sollen, die sich dies 1) wünschen 2) engagierte, grünaffine und interessierte Direktionen und Lehrpersonen an der Schule sind, die sich 3) der Grünpflege und technischen Wartung sowie 4) der Implementierung in die Schulkultur und den Schulalltag bewusst sind.

8 BAULICHE UMSETZUNG IN UND AN SCHULEN

Vor der baulichen Umsetzung von Begrünungsmaßnahmen in und an Schulen müssen alle bestehenden Anforderungen, wie in Kapitel 3 erläutert, abgestimmt an die Ausgangssituation des jeweiligen Schulstandorts sowie die geltenden Richtlinien, wie in Kapitel 11 aufgezeigt, erfüllt sein. Im Folgenden werden darüber hinaus Aspekte erläutert, die in jedem Fall mit Hinblick auf die bauliche Umsetzung in und an Schulen mitgedacht werden müssen.

Hierzu enthalten Tabelle 3 und Tabelle 4 jeweils eine Checkliste für Fassadenbegrünung und Innenbegrünung speziell für den Anwendungsfall Schule.

Neben der Standortwahl für die Installation der Begrünung an zugängigen Orten, gilt es auch bei der verwendeten Steuerung der Bewässerung auf die Bedienbarkeit zu achten. Diese sollte ebenso einfach zu bedienen und leicht zugänglich sein. Umso leichter die Steuerung funktioniert, desto einfacher kann die Wartung der Systeme von nicht fachspezifischem Personal durchgeführt werden, z.B. von Schulwart/innen oder ausgewählten Lehrer/innen. Es ist wichtig, dass die Systeme möglichst einfach und ohne technische Komplexität bedient werden können. Das verringert die Hemmschwellen von nicht fachspezifischem Personal große Teile der Wartung selbst zu übernehmen. In weiterer Folge spiegelt sich dies deutlich in verringerten Wartungskosten wider.

Bezüglich der Bauausführung ist zu beachten, dass in Schulen größere bauliche Maßnahmen nur in den Ferienzeiten bzw. unterrichtsfreien Zeiten umgesetzt werden können, sodass der Unterricht dadurch nicht gestört wird. Das Einsetzen der Pflanzen sollte darüber hinaus zwischen Frühjahr und Spätsommer erfolgen. Dies ist bereits bei der Planung sowie der Erstellung des Bauzeitenplans unbedingt zu berücksichtigen. Besonders bei der Installation der Begrünungssysteme im Schulbereich ist auf eine sorgfältige Baudokumentation zu achten und diese abschließend ausführlich und leicht verständlich aufzubereiten. Dies vereinfacht die spätere Instandhaltung und Wartung der Systeme auch für Personen, die nicht in die bauliche Umsetzung an der Schule eingebunden waren oder die neu hinzugekommen sind.

Sonnenexponierte Schulfreiräume wie Dachterrassen oder auch Innenhöfe werden durch begrünte Sitzmöbel, Hochbeete und Pergolen in Kombination mit Sitzbereichen attraktiv für den Unterricht und die Arbeit in Kleingruppen. Während bei Dachterrassen die möglichen Auflasten durch die Begrünungsmaßnahmen unbedingt zu berücksichtigen sind und auch eine bauliche Verzahnung mit der Dachhaut gegeben sein muss, gibt es hinsichtlich der Herstellung von Hochbeeten und Pergolen auf festem Untergrund keine speziellen, statischen Einschränkungen.

Pergolen mit Holzreitern oder Edelstahlsystemen zur Herstellung eines grünen, schattenspendenden Blätterdaches schaffen beste Voraussetzungen für Unterrichtseinheiten oder Pausenzeiten im Freien.

Tabelle 3: Checkliste Fassadenbegrünung an Schulen

CHECKLISTE FASSADENBEGRÜNUNG AN SCHULEN	
<input type="checkbox"/>	RAHMENBEDINGUNGEN
<input type="checkbox"/>	Ausreichendes Interesse im Schulteam vorhanden
<input type="checkbox"/>	Einverständnis des Gebäudeeigentümers vorhanden
<input type="checkbox"/>	Kostenschätzung der Errichtung sowie der anschließenden Pflege- und Wartungskosten ist erfolgt sowie Finanzierung geklärt und gesichert
<input type="checkbox"/>	Behördliche und rechtliche Rahmenbedingungen abgesteckt
<input type="checkbox"/>	SYSTEM- UND PFLANZENAUSWAHL
<input type="checkbox"/>	Ort für die Begrünung ist ausgewählt (straßenseitig, hofseitig, Dachterrasse, ...)
<input type="checkbox"/>	Art der Begrünung ist ausgewählt (fassadengebunden, bodengebunden, Tröge...)
<input type="checkbox"/>	Pflanzenauswahl ist erfolgt in Abhängigkeit <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> der Lage der Fassade (schattig, sonnig, Windexposition) <input type="checkbox"/> des gewünschten Pflegeaufwands <input type="checkbox"/> des gewünschten Erscheinungsbildes (Farbe, immergrün/sommergrün, ...)
<input type="checkbox"/>	Bewässerungssystem ist entsprechend den Gegebenheiten ausgewählt (Tanklösung, Zu- & Abfluss vorhanden, ...)
<input type="checkbox"/>	BAUTECHNISCHE VORAUSSETZUNGEN
<input type="checkbox"/>	Wasserversorgung ist entsprechend Bewässerungssystem gewährleistet (Be- und Entwässerung)
<input type="checkbox"/>	Stromanschluss ist vorhanden (für z.B. Pumpe, Frostwächter)
<input type="checkbox"/>	Zugang zur Begrünung kann gewährleistet werden
<input type="checkbox"/>	Statische Voraussetzungen an der Fassade sind gegeben
<input type="checkbox"/>	Brandschutztechnische Voraussetzungen sind erfüllt
<input type="checkbox"/>	Wärmebrückenminimierende Verankerungspunkte wurden berücksichtigt
<input type="checkbox"/>	Fachfirma ist gefunden und mit Angebotserstellung beauftragt
<input type="checkbox"/>	Notwendige Unterlagen für Baubewilligung/Bauanzeige sind vorhanden und mit der zuständigen Baubehörde abgeklärt
<input type="checkbox"/>	INTEGRATION IN SCHULALLTAG
<input type="checkbox"/>	Arbeitsgruppe aus interessierten Lehrkräften hat sich gefunden
<input type="checkbox"/>	Zuständigkeiten für die anfallenden Pflege- und Wartungstätigkeiten sind geklärt
<input type="checkbox"/>	Betreuung während Ferienzeiten geregelt
<input type="checkbox"/>	Unterrichtsmaterialien gesichtet und Einbindung in den Unterricht vorbereitet
<input type="checkbox"/>	Einbindung der Schüler/innen vorbereitet

Tabelle 4: Checkliste Innenbegrünung an Schulen

CHECKLISTE INNENBEGRÜNUNG AN SCHULEN	
<input type="checkbox"/>	RAHMENBEDINGUNGEN
<input type="checkbox"/>	Ausreichendes Interesse im Schulteam vorhanden
<input type="checkbox"/>	Einverständnis des Gebäudeeigentümers vorhanden
<input type="checkbox"/>	Kostenschätzung der Errichtung sowie der anschließenden Pflege- und Wartungskosten ist erfolgt sowie Finanzierung geklärt und gesichert
<input type="checkbox"/>	Behördliche und rechtliche Rahmenbedingungen abgesteckt
<input type="checkbox"/>	SYSTEM- UND PFLANZENAUSWAHL
<input type="checkbox"/>	Ort für die Begrünung ist ausgewählt (Klassenraum, Biologieraum, Physikraum, Gang, ...)
<input type="checkbox"/>	Art der Begrünung ist ausgewählt (Trogsystem, Vliessystem, ...)
<input type="checkbox"/>	Pflanzenauswahl ist erfolgt in Abhängigkeit <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> des gewünschten Pflegeaufwands <input type="checkbox"/> des gewünschten Erscheinungsbildes (Farbe, ...)
<input type="checkbox"/>	Bewässerungssystem ist entsprechend den Gegebenheiten ausgewählt (Tanklösung, Zu- & Abfluss vorhanden, ...)
<input type="checkbox"/>	Beleuchtungsvariante ist ausgewählt (LED-Strahler, LED-Leiste, ...)
<input type="checkbox"/>	BAUTECHNISCHE VORAUSSETZUNGEN
<input type="checkbox"/>	Wasserversorgung ist entsprechend Bewässerungssystem gewährleistet (Be- und Entwässerung)
<input type="checkbox"/>	Stromanschluss ist vorhanden (für z.B. Pumpe, Beleuchtung)
<input type="checkbox"/>	Zugang zur Begrünung kann gewährleistet werden
<input type="checkbox"/>	Statische Voraussetzungen im Raum sind gegeben
<input type="checkbox"/>	Brandschutztechnische Voraussetzungen sind erfüllt
<input type="checkbox"/>	Fachfirma ist gefunden und mit Angebotserstellung beauftragt
<input type="checkbox"/>	Notwendige Unterlagen für Bauanzeige sind vorhanden und mit der zuständigen Baubehörde abgeklärt
<input type="checkbox"/>	INTEGRATION IN SCHULALLTAG
<input type="checkbox"/>	Arbeitsgruppe aus interessierten Lehrkräften hat sich gefunden
<input type="checkbox"/>	Zuständigkeiten für die anfallenden Pflege- und Wartungstätigkeiten sind geklärt
<input type="checkbox"/>	Betreuung während Ferienzeiten geregelt
<input type="checkbox"/>	Unterrichtsmaterialien gesichtet und Einbindung in den Unterricht vorbereitet
<input type="checkbox"/>	Einbindung der Schüler/innen vorbereitet

9 GEMEINSAM BAUEN, PFLEGEN UND LERNEN

Auch bei der Anwendung von Begrünungen in und an Schulen sind alle allgemeinen Tätigkeiten für die Grünpflege, Wartung und Instandhaltung, wie in Kapitel 4 angeführt, für den jeweiligen Standort zu berücksichtigen.



Abbildung 24: Grünpflege und Wartung im Schulalltag

Im Rahmen des Projekts GRÜNEzukunftSCHULEN konnten einige generelle Erfahrungen in den Pilotschulen als Rückmeldungen der Direktoren und Lehrpersonen gesammelt werden, die nachstehend zusammengefasst sind.

Generelle Erfahrungen aus den Pilotschulen

- Lehrpersonen berichten von einer positiv psychischen Wirkung
- Schüler/innen erzählen positiv über die Wände
- Sowohl Schüler/innen als auch Lehrpersonen sind in die Pflege und Wartung eingebunden (Sciencegruppe, Biologie Klassen, Nachmittagsbetreuung, Lehrer/innengruppe)
- Trotz der grünen Wände wird das Grün in der Schule als „zu wenig“ empfunden
- Entwickelte Unterrichtsmaterialien unterstützen die grünen Wände in verschiedenen Fächern einzubinden
- Schulwarte sind noch eher abwehrend und haben Befürchtungen, dass es zu zusätzlichen Arbeitsaufträgen kommt
- Schüler/innen jener Klassen, die eine grüne Wand in ihrem Raum haben, sind sehr stolz darauf

Anknüpfend an diese Erfahrungen können die folgenden Empfehlungen formuliert werden, damit die grünen Wände mitsamt ihrer notwendigen Pflege und Wartung erfolgreich in den Schulalltag integriert werden können und alle erforderlichen Personen entsprechend eingebunden werden können.

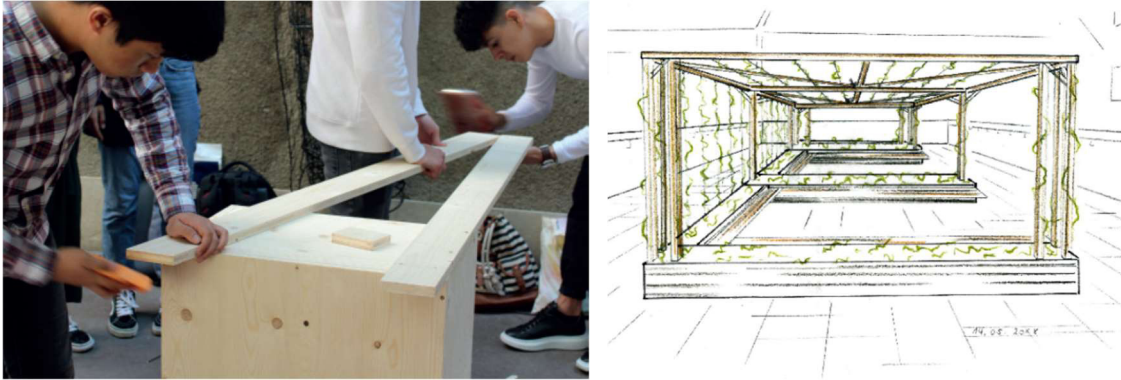


Abbildung 25: Bau der grünen Selbstbauwand mit einer Klasse (links); Entwurf der Pergola (rechts)

Wichtig ist eine Einbindung aller verantwortlichen Personen von Beginn an. Welche Person dabei an welcher Stelle entsprechende Aufgaben übernehmen muss, ist sowohl Kapitel 6 sowie den im Rahmen des Projekts GRÜNEzukunftSCHULEN erstellten Handbüchern (<https://smartcities.at/stadt-projekte/smart-cities/#gruenezukunftschulen> und <http://www.grueneschulen.at/pflegeundwartung/>) zu entnehmen. Zielführend für eine Einbindung der gesamten Schulgemeinschaft in die Pflege und Wartung der grünen Wände ist die kontinuierliche Auseinandersetzung. Für die Schülerinnen und Schüler kann dies z.B. in Form von Projektarbeiten, kleineren Bau-Workshops oder durch die Einbindung in den Unterricht erfolgen. Entsprechende Unterrichtsmaterialien wurden im Rahmen des Projekts GRÜNEzukunftSCHULEN entwickelt und stehen kostenfrei zum Download zur Verfügung (<https://smartcities.at/stadt-projekte/smart-cities/#gruenezukunftschulen> und <http://www.grueneschulen.at/unterrichtsmaterialien-gruenewaende/>). Auch die Einbindung des gesamten Kollegiums kann durch regelmäßige Berichterstattung der verantwortlichen Arbeitsgruppe erfolgen. Eine Aufgabenteilung auf die unterschiedlichen Beteiligten ist hierbei entscheidend. Nicht zuletzt können die grünen Wände bei Veranstaltungen wie dem Tag der offenen Tür oder zum Schulanfang vorgestellt und miteingebunden werden.

10 LOW COST & WEITERE BEGRÜNUNGSMÖGLICHKEITEN

Neben den eher hochpreisigen fassaden- bzw. wandgebundenen Grünsystemen gibt es zahlreiche Möglichkeiten auch mit wenig Budget Begrünungen in, an und auf Schulen umzusetzen. Der Kreativität sind dabei keine Grenzen gesetzt und können etwa bei Projektwochen oder in einzelnen Unterrichtsfächern erprobt werden. So können z.B. Dachrinnen, anstelle der Tröge zur Begrünung innen wie außen montiert und für Vertikalbegrünungen verwendet oder begrünte Sitzmöbel selbst gebaut werden. Als Schattenspender eignen sich sehr gut selbst gebaute Pergolen, die mit schattenspendenden Kletterpflanzen bepflanzt werden.

Aufgrund der leichten Zugänglichkeit und der überschaubaren Größe lassen sich derartige Begrünungen leicht pflegen. Zur Sicherstellung der Grünpflege über die Ferienzeit in den Sommermonaten ist ein Wasseranschluss in der Nähe z.B. auf der Dachterrasse etc. sehr hilfreich. Eine automatische Bewässerungsanlage erleichtert in Zusammenhang mit der richtigen Auswahl des Pflanzsubstrates und der passenden Pflanzenauswahl die Grünpflege und Wartung der angestrebten Begrünungen.



Abbildung 26: Grüne Selbstbauwände in einem Klassenraum



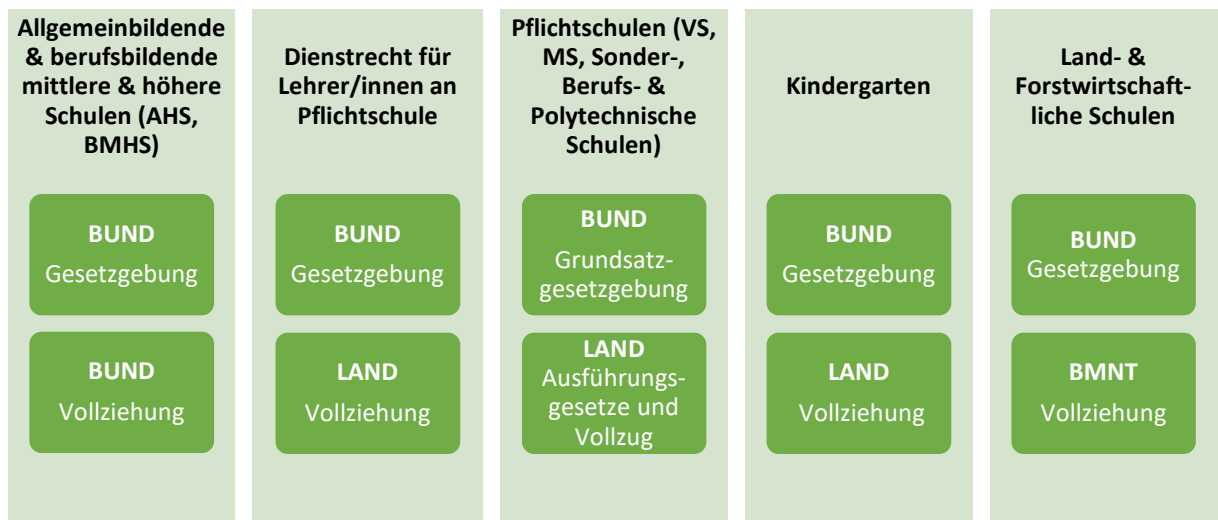
Abbildung 27: Pergola auf dem Dach des BRG 16 Schuhmeierplatz konzipiert als Freiluftklasse

Anregungen für Low Cost Begrünungen, die auch gemeinsam mit den Schüler/innen umgesetzt werden können, finden Sie unter www.grueneschulen.at. So wurde im Rahmen des Projekts GRÜNEzukunftSCHULEN beispielsweise eine Pergola auf der Dachterrasse einer Schule als Freiluftklasse umgesetzt und eine Grüne Selbstbauwand als Do it yourself Maßnahme für Schulen entwickelt. Für diese ist eine explizit für Schulen erstellte Schritt-für-Schritt-Anleitung vorhanden, die das Nachbauen erleichtert. Diese steht unter <https://smartcities.at/stadtprojekte/smart-cities/#gruenezukunftschulen> und <http://www.grueneschulen.at/bauanleitung-selbstbauwand/> zum kostenlosen Download zur Verfügung. Die Low Cost Begrünung wurde auch vom Gebäudeeigentümer, der BIG unterstützt.

11 PLANUNGSGRUNDLAGEN IM SCHULBAU

11.1 Kompetenzeinteilung in Österreich

In Österreich sind die Kompetenzen im Schulbereich auf den Bund und die Länder aufgeteilt. Der Bund ist für allgemeinbildende (AHS), berufsbildende mittlere Schulen (wie z. B. Fachschulen) und berufsbildende höhere Schulen (wie z. B. HTLs) zuständig. Sowohl die Gesetzgebung als auch die Vollziehung werden vom Bund wahrgenommen. Für Pflichtschulen gibt der Bund die Grundsatzgesetzgebung (Pflichtschülerhaltungs-Grundsatzgesetz, BGBl. Nr. 163/1955) vor und das Land führt diese aus und vollzieht. Schulerhalter von Pflichtschulen sind Gemeinden oder Gemeindeverbände oder das jeweilige Land. Unter Pflichtschulen fallen Volksschulen, Neue Mittelschulen, Sonderschulen, Polytechnische Schulen und Berufsschulen. Kindergärten fallen sowohl in der Gesetzgebung als auch in der Vollziehung in die Zuständigkeit der Länder. Eine Sonderstellung nimmt die Fachschule für Land- und Forstwirtschaft ein. Diese untersteht dem Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus.



Kompetenzeinteilung in Österreich

Die Ressourcenzuteilung erfolgt vom Bundesministerium und wird von der Bildungsdirektion abgewickelt. Dabei richtet sich die Höhe der Ressourcen nach gesetzlich festgelegten Kriterien, wie der Bildung von Klassen, der Zahl der Schüler/innen, dem Bildungsangebot, dem sozio-ökonomischen Hintergrund, dem Förderbedarf der Schüler/innen, der im Alltag gebrauchten Sprache und den religiösen Bedürfnissen.

11.2 Schulbaurichtlinien des Bundes

In Österreich gibt es kein Bundesschulerrichtungs- bzw. -erhaltungsgesetz. Für Bundesschulen gelten daher die jeweiligen gesetzlichen Bauvorschriften der Länder und die ÖISS-Schulbaurichtlinien als einzige Rechtsgrundlage für die Planung und den Bau von Bundesschulen. Dabei wird die ÖISS-Richtlinie projektbezogen über Erklärung des Bundesministeriums in Abstimmung mit den Nutzenden festgesetzt. Eine nähere Beschreibung der ÖISS Richtlinie finden Sie unter dem gleichnamigen Unterkapitel.

Österreichweit gilt das Bundes-Behindertengleichstellungsgesetz (BGStG), welches die Gleichbehandlung von Menschen mit Behinderung und die Maßnahmen bei Diskriminierungen definiert. Somit müssen alle öffentlichen Gebäude, Güter und Dienstleistungen barrierefrei zugänglich sein.

11.3 Schulbaurichtlinien der Länder

Entsprechend gelten in allen Bundesländern andere Schulbaurichtlinien und können als Untergruppe zur Bauordnung, als Richtlinien, Landesgesetz oder rein informell als Arbeitspapier festgeschrieben werden. Die einzelnen geltenden Richtlinien und Vorgaben sind im Folgenden für die neun Bundesländer aufgelistet.

Wien

Wiener Schulgesetz, WrSchG, LGBl. 20/1976

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrW&Gesetzesnummer=20000197>

Ausstattung von Schulen der Stadt Wien <https://www.wien.gv.at/wirtschaft/auftraggeber-stadt/gebaeudemanagement/raumbuch-schule.html>

Raumbuch

<https://www.wien.gv.at/wirtschaft/auftraggeber-stadt/gebaeudemanagement/pdf/raumbuch.pdf>

Burgenland

Schulbau und Einrichtungsverordnung, LGBl. Nr. 50/1988

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrBgl&Gesetzesnummer=10000209>

Niederösterreich

NÖ Pflichtschulgesetz, LGBl. Nr. 47/2018

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrNO&Gesetzesnummer=20001200>

Richtlinien für das Raumprogramm

http://www.noel.gv.at/noe/Kindergaerten-Schulen/RICHTLINIEN_Schulbau_Oktober_2016.doc

Oberösterreich

Oö. Schulbau- und -einrichtungsverordnung 1994, LGBl. Nr. 80/1999

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrOO&Gesetzesnummer=10000432>

Steiermark

Steiermärkisches Pflichtschulerhaltungsgesetz 2004 – StPEG 2004, LGBl. Nr. 71/2004

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrStmk&Gesetzesnummer=20000173>

Salzburg

Salzburger Schulbauverordnung, LGBl. Nr. 87/2018

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrSbg&Gesetzesnummer=20001181>

Tirol

Schulorganisationsgesetz, LGBl. 84/1991

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrT&Gesetzesnummer=20000013>

Vorarlberg

Schulbauverordnung, LGBl. Nr. 84/2016

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrVbg&Gesetzesnummer=20001100>

11.4 Weitere Richtlinien

Je nach geltenden Bestimmungen von Bund und Ländern können unterschiedliche Richtlinien und Merkblätter als verbindlich erklärt werden. Die Informationen befinden sich in den jeweiligen Schulbaurichtlinien, -verordnungen bzw. Raumbüchern. Zudem können in den Ausschreibungen einzelne Richtlinien als verbindlich erklärt werden. Überblicksmäßig werden die wichtigsten hier näher erläutert.

11.4.1 ÖISS Schulbaurichtlinien

Die Schulbaurichtlinien unterstützen Planende und geben allgemeine Qualitätssicherungsstandards vor. Einerseits geben sie Regelungen vor für Bereiche, auf denen es auf europäischer Ebene keine Regelungen gibt und stellen andererseits Qualitäten auf nationaler Ebene sicher. Das Werk richtet sich an die Planung und den Bau von Bundesschulen, kann jedoch auch in anderen Bundesländern als verbindlich erklärt werden. In Wien beispielsweise werden im „Raumbuch für Amtshäuser, Kindergärten und Schulen der Stadt Wien“ die ÖISS „Richtlinien für den Schulbau“ als geltend angegeben. Insgesamt besteht die Richtlinie aus zwölf Kapiteln:

- Lage, Situation, Bauplatz und Aufschließung
- Bebauung, Erschließung, Raumorganisation und Flexibilität
- Außenraum – Schulfreiräume
- Bauphysik, Raumklima und Energieeffizienz
- Natürliche Belichtung und künstliche Beleuchtung
- Räumliche Anforderungen für Unterrichtsräume
- Aufbewahrungs- und Schließsysteme
- Heizungs-, Klima-, Lüftungs- und Sanitäreanlagen
- Elektroinstallationen (Anhang: Elektrotechnische Basisausstattung für mittlere und höhere Schulen sowie Auszüge aus den Elektroinstallationen für Volksschulen und Hauptschulen in den Raumbüchern der MA 34)
- Raumakustik und Schallschutz

Erweiterung der ÖISS Schulbaurichtlinie mit grünen Wänden

Entsprechend der Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt GRÜNEzukunftSCHULEN können Informationen zu grünen Wänden einzelnen Kapiteln hinzugefügt werden:

Bauphysik, Raumklima und Energieeffizienz (Kapitel 4): Fassadenbegrünung kann bei ungedämmten Gebäuden den U-Wert verbessern und somit die Wärmedämmung der Fassade erhöhen. Bei bereits gedämmten Fassaden ist auf eine wärmebrückenminimierte Befestigung zu achten.

Kapitel 8 beschäftigt sich mit **Heizungs-, Klima-, Lüftungs- und Sanitäreanlagen**. Durch die Evapotranspiration (Verdunstungsleistung der Boden-, Wasser und Pflanzenoberfläche) steigt die Luftfeuchtigkeit in geschlossenen Räumen wie in Kapitel 5.1 erläutert wurde. Wie bereits aus mehreren Studien bekannt ist, sinkt besonders in beheizten Räumen im Winter die Luftfeuchtigkeit stark. Durch die trockene Luft werden die Schleimhäute gereizt und gesundheitliche Beschwerden sind die Folge. Begrünte Wände können dieser Tendenz entgegenwirken und die Luftfeuchtigkeit steigern.

Raumakustik und Schallschutz – Kapitel 10: Die Raumakustik im Innenraum wird durch die Begrünung verbessert, wie in Kapitel 5.1 erläutert wurde.

Sicherheit und gesunde Lernumgebung – Kapitel 12 befasst sich mit Trinkwasser, Vermeidung von Schmutzeintrag und Emissionen. Durch die Begrünung wird das Wohlbefinden wesentlich gesteigert, besonders wichtig ist dieser Aspekt für Ganztageschulen und im Hinblick auf begrenzte Freiräume.

11.4.2 OIB-Richtlinien

Die Richtlinien des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) dienen der Angleichung der bautechnischen Vorschriften in Österreich und können von den Bundesländern in den jeweiligen Bauordnungen als verbindlich erklärt werden. In sechs Kapiteln decken die OIB-Richtlinien wesentliche bautechnische Schutzkriterien ab, wie die mechanische Festigkeit und Standsicherheit, Brandschutz, Tragfähigkeit, Hygiene, Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit, Schallschutz und energietechnische Grundanforderungen.

Die OIB-Richtlinie 2015 wurde von allen Bundesländern als verbindlich erklärt. Den Ländern steht es dabei frei Ausnahmen und Abweichungen festzulegen. Mit 12. April 2019 wurden die OIB Richtlinie 2019 beschlossen, welche bis Juni 2019 nicht von den Bundesländern als verbindlich erklärt worden ist.

11.4.3 Normen

ÖNORMEN gehen auf konkrete Anwendungsfälle und branchenübergreifende Herausforderungen ein. Die Empfehlungen werden von Fachleuten erarbeitet und geben unverbindliche Standards für die Wirtschaft und den öffentlichen Bereich vor.

In den Richtlinien der verschiedenen Länder werden unterschiedliche Normen für den Schulbau als verpflichtend angegeben. Folgend werden einige aufgezählt:

- ÖNORM B 1600 Barrierefreies Bauen
- ÖNORM B 1602 Barrierefreie Bildungseinrichtungen – Planungsgrundlagen
- ÖNORM B 2608 Sporthallen – Richtlinie für Planung und Bau
- ÖNORM A 1650 Sessel und Tische
- ÖNORM B 8115-3 Raumakustik

- ÖNORM B 8110-3 Wärmeschutz im Hochbau – Teil 3 Ermittlung der operativen Temperatur im Sommerfall (Vermeidung sommerlicher Überwärmung)
- ÖNORM A 6241-1 Technische Zeichnungen für das Bauwesen – Teil 1: CAD-Datenstruktur und Building Information Modeling (BIM)
- ÖNORM EN ISO 6946 Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren
- ÖNORM EN 13501-1, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
- ÖNORM EN ISO 7730:2006-03, Ergonomie der thermischen Umgebung. Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit
- ÖNORM ISO 16000-18, Innenraumluftverunreinigungen – Teil 18: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme durch Impaktion.

11.4.4 Wettbewerb

Wenn grüne Wände in Neubauschulen, Renovierungen oder Zubauten von den späteren Nutzer/innen gewünscht werden, ist es sinnvoll diesen Wunsch bereits in die Ausschreibungsunterlagen zu integrieren. Dies hat den Vorteil, dass die Kosten bereits im Wettbewerb eingeplant werden und die Planer/innen bereits frühzeitig mit der Thematik auseinandersetzen.



Der Vorteil von Schulgebäuden, die sich in der Planungsphase befinden, liegt darin, dass von Beginn an die Wasserzu- und -abflüsse sowie die Stromversorgung mitgeplant werden können.

Ausschreibungen der öffentlichen Hand werden über das Bundesvergabegesetz (BVergG 2018) abgewickelt. Prinzipiell wird zwischen offenen und nicht offenen Verfahren unterschieden. Nicht offene Verfahren können zudem mit oder ohne Bekanntmachung erfolgen. Grundlage für den Wettbewerb sind die Ausschreibungsunterlagen, in der die gewünschten Werke, Tätigkeiten und Ausführungen definiert sind. Zudem werden Vorgaben, Gesetze und Richtlinien als verpflichtend erklärt. Mit Wettbewerbsende geben die Bietenden die ausarbeitenden Dokumente inklusive aller Nachweise ab. Im Anschluss entscheidet eine Jury anhand technisch und wirtschaftlich günstigen Kriterien oder dem niedrigsten Preis die Wettbewerbsgewinnenden. Anhand welcher Kriterien die Gewinnenden entschieden werden, ist in der Ausschreibung definiert.

Nach Bekanntgabe der Gewinnenden beginnen die Vertragsverhandlungen mit dem erstgereihten Unternehmen, welches den Zuschlag erhalten hat. Am Ende der Verhandlungen wird ein Leistungsvertrag zwischen Auftraggeber/in und den Bietenden unterzeichnet. Damit beginnt die detaillierte Planung und gliedert sich in Vorentwurfs- und Entwurfsphase. Der Entwurf wird bei der Baubehörde zur Bewilligung eingereicht. Aufbauend auf der Bewilligung

werden die Ausführungsplanungen ausgearbeitet und eine Kostenermittlungen durchgeführt. Im Anschluss wird der Bau ausgeführt und die Bietenden übernehmen die Rolle der künstlerischen, technischen und geschäftlichen Oberleitung.

LITERATUR

- [1] FLL - Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V., *Dachbegrünungsrichtlinien*. Deutschland, 2018, S. 118.
- [2] GRÜNSTATTGRAU Forschungs- und Innovations GmbH, „GRÜNSTATTGRAU“, 2020. .
- [3] A. Korjenic u. a., „GrünPlusSchule@Ballungszentrum Hocheffiziente Fassaden- und Dachbegrünung mit Photovoltaik Kombination; optimale Lösung für die Energieeffizienz in gesamtökologischer Betrachtung“, Endbericht, Stadt der Zukunft, FFG/BMVIT, Wien, 2018.
- [4] F. Kraus u. a., *LEITFADEN FASSADENBEGRÜNUNG*. MA 22 - Wiener Umweltschutzabteilung - Bereich Räumliche Entwicklung, 2019.
- [5] J. Hollands, A. Korjenic, und D. Tudiwer, „Diplomarbeit Entwicklung eines Modells zur Bewertung der ökologischen, ökonomischen und energetischen Auswirkungen fassadengebundener Begrünungssysteme“, *TU Wien*, 2017.
- [6] DIN EN 13501-1, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13501-1:2018*. 2019.
- [7] Stadt Wien und Bundesdenkmalamt, „Checkliste für die erforderlichen Genehmigungen von Fassadenbegrünungen“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/behoerdencheck.pdf>. [Zugegriffen: 06-Feb-2020].
- [8] D. Tudiwer, V. Höckner, und A. Korjenic, „Greening Aspang – Hygrothermische Gebäudesimulation“, *Bauphysik*, 2018.
- [9] D. Tudiwer, F. Teichmann, und A. Korjenic, „Thermal bridges of living wall systems“, *Energy and Buildings*, Bd. 205, 2019.
- [10] D. Tudiwer, M. Vertal, A. Korjenic, und K. Cakyová, „Abbildung der wärmedämmenden Wirkung eines fassadengebundenen Begrünungssystems in einem“, *Bauphysik*, Bd. 41, Nr. 3, S. 155–161, 2019.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Innenraumbegrünung in Schulräumen. Oben links: Vliessystem; Oben rechts und unten: Trogsystem.	7
Abbildung 2: Fassadenbegrünung mittels Kassettensystem auf der Dachterrasse des BRG 15 Diefenbachgasse	8
Abbildung 3: Hofseitige Fassadenbegrünung mittels Trogsystem im BRG 16 Schuhmeierplatz ..	8
Abbildung 4: Dachbegrünung GRG 7 Kandlgasse, 1070 Wien	9
Abbildung 5: Dach- und Fassadenbegrünung GRG 7 Kandlgasse, 1070 Wien	9
Abbildung 6: Schematische Darstellung des Trogsystems [5].....	16
Abbildung 7: Foto und Pflanzplan des Biologiesaals im Diefenbach Gymnasium Wien 15	17
Abbildung 8: Trogsystem im Innenraum, lineare Pflanzenanordnung	18
Abbildung 9: Trogsystem im Innenraum, schräg versetzte Pflanzenanordnung	19
Abbildung 10: Foto und Pflanzplan der Wandbegrünung des Biologiesaals im BRG 16 Schuhmeierplatz Wien.	19
Abbildung 11: Trogsystem im Außenraum an der Fassade des BRG16 Schuhmeierplatz.	20
Abbildung 12: Pflanzplan der Wandbegrünung des Innenhofs im BRG 16 Schuhmeierplatz.....	20
Abbildung 13: Schematische Darstellung des Vliessystems [5]	21
Abbildung 14: Vliessystem im Innenraum, BRG 15 – Diefenbach Gymnasium	22
Abbildung 15: Vliessystem im Innenraum, BRG 16 Schuhmeierplatz.....	23
Abbildung 16: Schematische Darstellung des Kassettensystems [5]	23
Abbildung 17: Pflanzplan der Wandbegrünung auf der Terrasse des Diefenbach Gymnasiums.	25
Abbildung 18: Pflanzöffnung des Kassettensystems.....	25
Abbildung 19: Kassettensystem im BRG 15 – Diefenbach Gymnasium kurz nach der Bepflanzung im Sommer 2017	26
Abbildung 20: Kassettensystem im BRG 15 – Diefenbach Gymnasium 2 Jahre nach der Bepflanzung (Sommer 2019).....	26
Abbildung 21: Installation des Bewässerungssystems im Trogsystem	29
Abbildung 22:Pumpe im Wassertank beim Kassettensystem außen (links); Wassertank unter dem Trogsystem innen (rechts)	30
Abbildung 23: Verbesserung der hygrothermischen Behaglichkeit in der begrünten im Vergleich zur nicht begrünten Klassen BRG 15 – Diefenbachgasse, Neubau mit Lüftungsanlage, Zeitraum 1. Oktober – 31. März (2017-2019).....	34
Abbildung 24: Grünpflege und Wartung im Schulalltag	43
Abbildung 25: Bau der grünen Selbstbauwand mit einer Klasse (links); Entwurf der Pergola (rechts)	44
Abbildung 26: Grüne Selbstbauwände in einem Klassenraum	45
Abbildung 27: Pergola auf dem Dach des BRG 16 Schuhmeierplatz konzipiert als Freiluftklasse	46

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Pflanzensteckbriefe für Fassadenbegrünung	12
Tabelle 2: Pflanzensteckbriefe für Innenbegrünung	14
Tabelle 3: Checkliste Fassadenbegrünung an Schulen	41
Tabelle 4: Checkliste Innenbegrünung an Schulen	42