



UNTERRICHTSMATERIALIEN

zu den grünen Wänden in Schulen

GRÜNEzukunftSCHULEN



Grüne Schuloasen im Neubau. Fokus Planungsprozess und Bestandsgebäude

IMPRESSUM

GRÜNEzukunftSCHULEN

Unterrichtsmaterialien zu den grünen Wänden in Schulen

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

<https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>

Autorinnen und Autoren:



Technische Universität
Institut für Werkstoff-technologie,
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 Frühwirt



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, Sophie Eng

Fotonachweis/Zeichnungen:

Wenn nicht anders angegeben: Projektkonsortium GRÜNEzukunftSCHULEN

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

INHALT

IMPRESSUM	2
Einleitung.....	4
Copyright	7
Fachliche Grundlagen	8
Allgemeine Infos über die grünen Wände.....	8
Ökologische Materialien.....	12
Technische Substrate	14
Dünger	15
Behaglichkeit	16
Beleuchtungsstärke	19
Thermografie.....	21
Unterrichtsmaterialien zu grünen Wänden in Schulen	23
Unterrichtseinheit Stimmungsbild zum Thema „Grün in Städten und Schulen“	23
Unterrichtseinheit Insekten – Unterstufe	27
Unterrichtseinheit Insekten – Oberstufe	63
Unterrichtseinheit Pflanzen vermehren.....	81
Unterrichtseinheit Grünwand innen – Pflanzen pflegen, düngen, rückschneiden und nachsetzen. 96	
Unterrichtseinheit Grünwand außen – Pflanzen pflegen, düngen, rückschneiden und nachsetzen 98	
Unterrichtseinheit Wasserhaushalt und Wasserrückhalt	100
Unterrichtseinheit Pflanzen und ihr Wachstum.....	103
Unterrichtseinheit U-Wert und Gebäudequalität	109
Unterrichtseinheit Messen und Auswerten	114
Unterrichtseinheit Städte in der Zukunft	118
Pflanzensteckbriefe für Innenraumbegrünung	142
Pflanzensteckbriefe für Fassadenbegrünung	160
Pflanzensteckbriefe für Freiraubegrünung	165
Literaturverzeichnis für Pflanzensteckbriefe.....	171
Schädlinge	172
Weiterführende Literatur.....	179

EINLEITUNG

Liebe Lehrerinnen und Lehrer,

die hier vorliegenden „Unterrichtsmaterialien zu den grünen Wänden in Schulen“ entstanden im Zuge des Forschungsprojektes GRÜNEzukunftSCHULEN. Im Projekt wurden in zwei Wiener Pilotschulen vertikale Begrünungen installiert und wissenschaftlich mit Messungen begleitet. Neben den bauphysikalischen und vegetationstechnischen Erhebungen stellte auch die Begleitung der sozialen Prozesse ein zentrales Element des Projekts dar, denn Pflanzen brauchen neben Wasser, Nährstoffen und ausreichend Licht auch Grünpflege. Daher reicht es nicht die grünen Wände „nur“ als Kunstwerk an der Wand zu betrachten. Aus diesem Grund wurde im dreijährigen Projekt intensiv mit den Pilotschule zusammengearbeitet, um die grünen Wände in die Schulkultur zu integrieren. Darunter fällt neben der Aufteilung verschiedener Grünpflegearbeiten und Zuständigkeiten auch die aktive Einbindung der grünen Wände in den Unterricht. Gemeinsam mit Lehrerinnen und Lehrern sowie aufbauend auf Rückmeldungen von verschiedenen Aktivitäten mit den Schülerinnen und Schülern wurden Anknüpfungspunkte zu verschiedenen Unterrichtsfächern herausgearbeitet. In angebotenen Workshops erprobte das Forschungsteam die Einbringung von grünen, zukunftsrelevanten, klimapolitischen, praktischen und ökologischen Themen, adaptierte die Materialien und erarbeitete darauf aufbauend die hier vorliegenden Unterrichtseinheiten.

Die Unterrichtsmaterialien geben Anregungen und Tipps, wie Begrünungen in verschiedene Unterrichtsfächer eingebracht werden können. Bei der Ausarbeitung der Unterrichtseinheiten wurde darauf geachtet, dass die Vorbereitungszeit für die Einheiten so minimal wie möglich gehalten werden kann. Es sind daher bereits neben den einzelnen Beschreibungen auch z.B. detaillierte Informationen, fertige Kopiervorlagen für Spiele und Arbeitsblätter, Lösungsblätter, vorgeschlagene Stundenaufbauten und genaue Aufzählungen von noch zu erledigten Vorbereitungsschritten (wie z. B. Kopieren des Arbeitsblatts, Vorbereiten von Materialien, ...) angeführt. Für den Einstieg einzelner Übungen sind unterschiedliche methodische und spielerische Einstiege in die Stunde vorgeschlagen, wie zum Beispiel ein Tabu-Spiel, ein Kreuzworträtsel oder Ratespiele.

Die detaillierte Ausarbeitung und Vorbereitung der einzelnen Übungen erlauben einen schnellen und einfachen Einsatz im Unterricht. Sie eignen sich daher gut für Supplierungen und Vertretungsstunden.

Es sind folgende Unterrichtseinheiten in dem vorliegenden Dokument:

- Stimmungsbild zum Thema „Grün in Städten und Schulen“
- Insekten – Unterstufe
- Insekten – Oberstufe
- Pflanzen vermehren
- Grünwand innen – Pflanzen pflegen, düngen, rückschneiden und nachsetzen
- Grünwand außen – Pflanzen pflegen, düngen, rückschneiden und nachsetzen
- Wasserhaushalt und Wasserrückhalt
- Pflanzen und ihr Wachstum
- U-Wert und Gebäudequalität
- Messen und Auswerten
- Städte in der Zukunft

Wir wünschen Ihnen viel Spaß und Freude bei der praktischen Umsetzung im Unterricht!

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

Leitfaden – Grüne Architektur im Schulbau – grundlegende Informationen für alle interessierten Personen im schulischen Kontext sowie für Planerinnen und Planer

Fragen & Antworten rund um Grüne Schulen in Österreich – beantwortet Fragen rund um Begrünungen im Innenraum, an der Fassade und im Freiraum

Unterrichtsmaterialien zu den grünen Wänden in Schulen – Anregungen und ausgearbeitete Materialien, wie Pflanzen in verschiedene Unterrichtsfächer eingebunden werden können

Grundlagen zu Pflege & Wartung von Vertikalbegrünungen an Schulen – umfassende und grundlegende Informationen zur Grünpflege der Pflanzen und Wartung der technischen Systeme

Grüne Selbstbauwand – Do-it-yourself Anleitung – Anleitung zum Bau eines Grünwandregals

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

Endbericht zum Forschungsprojekt GRÜNEzukunftSCHULEN – Informationen über das Forschungsprojekt generell mit erreichten Zielen, Forschungsfragen und Auswertungen

Alle Dokumente online unter:

<https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>

COPYRIGHT

Bei der Erstellung der „Unterrichtsmaterialien zu grünen Wänden in Schulen“ im Zuge des Forschungsprojektes GRÜNEzukunftSCHULEN wurde darauf geachtet, die Rechte der Urheberinnen und Urheber zu wahren. Daher befinden sich bei allen nicht von den Autorinnen und vom Autor dieser Unterrichtsmaterialien selbst erstellten Texten (wie beispielsweise bei den Zeitungsartikeln oder kopierten Inhalten von Webseiten) sowie bei allen Fotos und Bildern die Quellenangaben der Webseiten, von denen die Inhalte kopiert wurden.

Es wurde darauf geachtet, ausschließlich frei zugänglich und nicht urheberrechtlich geschützte Bilder und Fotos zu verwenden.

Die Verweise zu den Quellen der Texte und Bilder sind jeweils gleich direkt angeführt.

Auch in der täglichen Arbeit als Lehrerin bzw. Lehrer und bei der Erstellung von Unterrichtsmaterialien ist es wichtig, auf die Rechte der Urheberinnen und Urheber zu achten. Geben Sie daher immer die Quelle an und verwenden Sie bestmöglich lizenzfreie und nicht urheberrechtlich geschütztes Bildmaterial. Mehr Informationen für Lehrkräfte zur Berücksichtigung von Urheberrechten bei der Erstellung von Arbeitsmaterialien für den Unterricht finden Sie unter <https://www.saferinternet.at/news/news-detail/article/urheberrecht-in-der-schule-was-muessen-lehrende-beachten-539>.

FACHLICHE GRUNDLAGEN

Allgemeine Infos über die grünen Wände

Im Folgenden werden allgemeine Informationen zu den grünen Wänden erläutert. Detailliertere Informationen zu den Systemen und der notwendigen Infrastruktur zum Betrieb finden Sie auch im Leitfaden – Grüne Architektur im Schulbau (online unter: <https://smartcities.at/stadt-projekte/smart-cities/#gruenezukunftschulen>).

Trogsystem – innen



Abbildung 1: Trogsystem im Biologiesaal (BRG Wien 16, Schuhmeierplatz 7)
Quelle: ©Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Dieses Wandbegrünungssystem besteht aus einer Konstruktion aus Aluminiumtrögen, die kaskadenförmig an der Wand angebracht werden. Die einzelnen Pflanztröge werden mit einem speziellen Multifunktionsvlies mit Filter und Speicherfunktion ausgekleidet und mit technischem Substrat befüllt, in das dann die Pflanzen eingesetzt werden. Das Vlies sorgt dafür, dass das Wasser optimal verteilt und gespeichert wird und verhindert außerdem die Auswaschung von Feinteilen.

Die Bewässerung wird über Schläuche mittels Tröpfchenbewässerung in den Trögen gewährleistet. Überschüssiges Wasser fließt durch Schlitze in der Vorderseite der Tröge in die darunterliegenden Tröge ab. Das Trogsystem ist mit einem Tank ausgestattet, aus dem eine Pumpe das Wasser in die Tröpfchenschläuche verteilt.

Trogsystem – außen



Abbildung 2: Trogsystem im Innenhof (BRG Wien 16, Schuhmeierplatz 7)
Quelle: ©Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Dieses Wandbegrünungssystem besteht aus einer Konstruktion aus Aluminiumtrögen, die kaskadenförmig an der Wand angebracht werden. Die einzelnen Pflanztröge werden mit einem speziellen Multifunktionsvlies mit Filter und Speicherfunktion ausgekleidet und mit technischem Substrat befüllt, in das dann die Pflanzen eingesetzt werden. Das Vlies sorgt dafür, dass das Wasser optimal verteilt und gespeichert wird und verhindert außerdem die Auswaschung von Feinteilen.

Die Bewässerung wird über Schläuche mittels Tröpfchenbewässerung in den Trögen gewährleistet. Überschüssiges Wasser fließt durch Schlitze in der Vorderseite der Tröge in die darunterliegenden Tröge ab. Das Trogssystem ist mit einem Tank ausgestattet, aus dem eine Pumpe das Wasser in die Tröpfchenschläuche verteilt. Das Trogssystem im Außenbereich, das in der Abbildung dargestellt ist, hat einen eigenen Wasser Zu- und Ablauf.

Vliessystem – innen



Abbildung 3: Vliessystem (BRG Wien 16, Schuhmeierplatz 7)
Quelle: ©Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Das Vliessystem beruht auf dem Prinzip der Hydrokultur. Die Pflanzen werden dabei wurzelnack (ohne Erde) in Pflanztaschen aus mehreren Schichten Vlies gesetzt. Somit verzichtet dieses System gänzlich auf Substrat und Erde, wodurch die Wasserspeicherkapazität wesentlich geringer ist als bei substratbasierten Systemen. Der Wurzelraum der Pflanzen wird dadurch sehr eingeschränkt. Der Verzicht von Substrat und Erden hat den Vorteil, dass so weniger modrige Gerüche und Schimmel entstehen können.

Die Bewässerung erfolgt halb automatisiert über einen Wassertank, der sich am unteren Ende der Grünwand befindet und welcher per Hand regelmäßig aufgefüllt werden muss. Aufgrund der geringen Wasserspeicherkapazität werden mehrmals täglich Bewässerungsdurchläufe ausgeführt. Das Wasser wird aus dem Vorratstank mittels einer Pumpe nach oben gesaugt und trinkt von oben nach unten die hinteren Vliesschichten.

Kassettensystem – außen



Abbildung 4: Kassettensystem (BG, BRG Wien 15, Diefenbachgasse 19)
Quelle: ©Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Bei dieser Begrünungsvariante handelt es sich um ein flächiges, wandgebundenes Fassadenbegrünungssystem, bei dem Elemente aus Aluminium in Kassettenform vor die Fassade von Gebäuden gehängt werden. Darin befinden sich mit einem speziellen Substrat gefüllte, Pflanztöpfe, bei denen die Pflanzwurzeln direkten Kontakt zum Saug- und Kapillarlvlies bekommen. Dieses ist direkt dahinter angebracht und speichert bzw. verteilt das Wasser, das automatisch über Tropfschläuche zugeführt wird, welche mit einem Wassertank inkl. Pumpe verbunden sind. Die Pflanzen befinden sich in den Pflanznischen der Kassetten und werden mit speziellen Kunststoffklammern fixiert, um den Ballen gut an das rückseitig wasserleitende Kapillarlvlies zu drücken. Am unteren Ende des Kassettensystems befindet sich ein Wassertank, über den mittels Pumpe und Bewässerungsschläuchen die Pflanzen bewässert werden.

Ökologische Materialien

Alle Materialien müssen produziert werden. Dafür sind Rohstoffe notwendig, die abgebaut und transportiert werden müssen. All diese Prozesse benötigen Energie und verursachen Treibhausgasemissionen. Das gilt auch für die Begrünungssysteme. Im Zuge eines Forschungsprojektes [1] wurden unterschiedliche Begrünungssysteme hinsichtlich ihrer ökologischen Eigenschaften untersucht. Dabei wurde der gesamte Lebenszyklus berücksichtigt. Das bedeutet, nicht nur die Produktion und Installation der Begrünungssysteme, sondern auch die Wartung, Grünpflege, Instandhaltung und der Rückbau. Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen die Auswirkungen der Begrünungssysteme auf die relevanten ökologischen Parameter. Diese sind Primärenergiebedarf von nicht erneuerbarer Energie. Hier wird nur jener Energiebedarf aufgezeigt, welcher aus nicht erneuerbaren Energiequellen (z.B. Öl, Kohle oder Erdgas) gewonnen wird. Der Primärenergiebedarf von erneuerbaren Energiequellen zeigt den Energiebedarf der aus erneuerbaren Energiequellen (z.B. Wasserkraft, Biomasse oder Sonnenenergie) bereitgestellt wird.

Die Treibhausgasemissionen werden in CO₂-Äquivalent angegeben und das Versäuerungspotenzial in SO₂-Äquivalent.

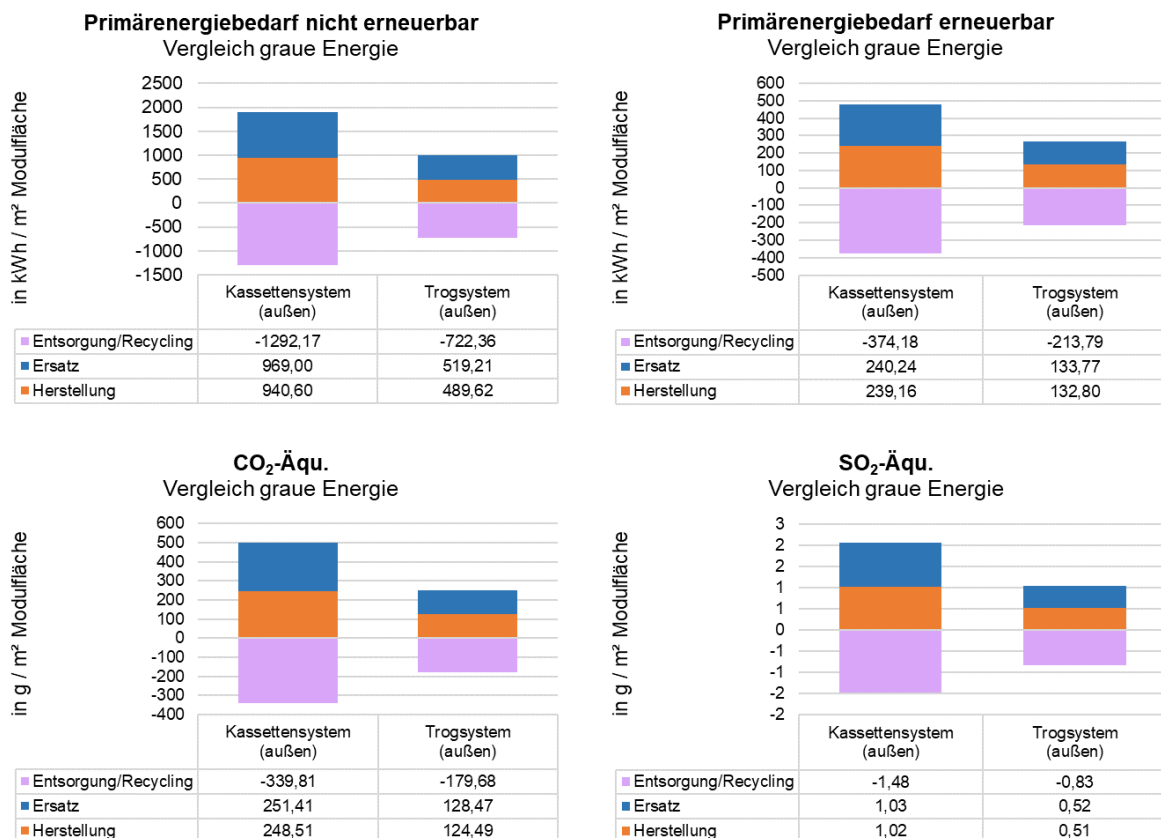


Abbildung 5: ökologische Bewertung der Außenbegrünungssysteme [1]

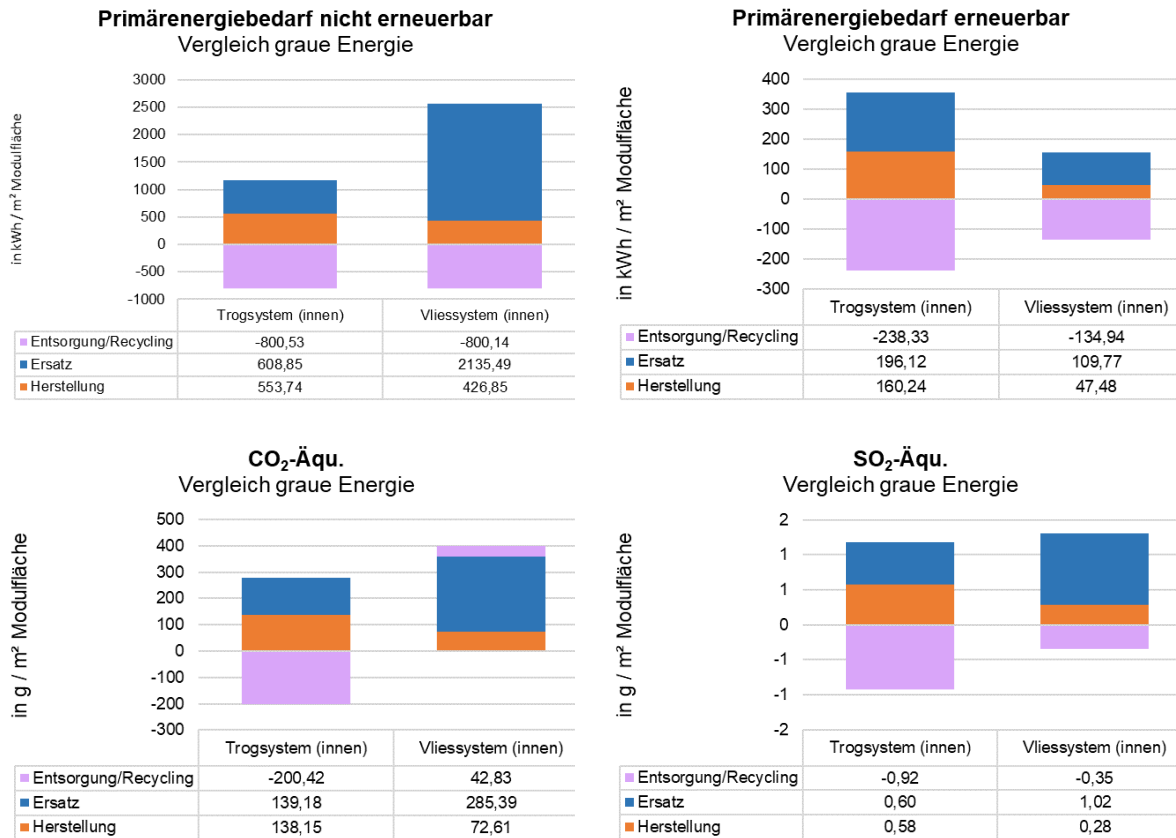


Abbildung 6: Ökologische Bewertung der Innenbegrünungssysteme [1]

Die Materialauswahl für die Begrünungssysteme ist von großer Bedeutung für die ökologischen Auswirkungen. Eine Veränderung der Vliese von Polyurethane auf Geotextil würde die ökologischen Daten verbessern. Auch Aluminium das eingesetzt wird, kann entweder aus recycelten Aluminium bestehen oder aus neuen. Die ökologischen Auswirkungen von recycelten Aluminium sind deutlich geringer. Wird neues Aluminium verbaut, ist darauf zu achten, dass es beim Rückbau wieder möglichst gut von den anderen Baumaterialien getrennt werden kann. Dadurch ist es einfacher möglich, das Aluminium wieder zu recyceln.

Am besten ist es, wenn die Begrünungselemente aus erneuerbaren Rohstoffen (z. B. Holz) produziert werden. Deren Primärenergiebedarf, Treibhausgasemissionen und Versäuerungspotenzial ist am geringsten. Generell ist darauf zu achten, dass sich die Konstruktionen leicht Rückbauen lassen und die einzelnen Materialien wieder einfach getrennt werden können.

Während der Nutzungsphase ist entscheidend, dass die Begrünungssysteme und deren Steuerungseinheiten (z.B. Zeitschaltuhr) leicht erreichbar sind. Es ist darauf zu achten, dass kein Hubsteiger oder Kran zum Einsatz kommen muss und alles mit einfachen Leitern erreichbar ist.

Technische Substrate

Hydrokultur: Hydrokultur (von griechisch hydro „Wasser“) ist eine Form der Pflanzenhaltung, bei der die Pflanzen in einem anorganischen Substrat statt in einem mit organischen Bestandteilen enthaltenden Boden wurzeln.

Das Substrat dient lediglich dazu, den Wurzeln Halt zu geben und die Pflanzen so aufrecht zu halten, trägt aber nicht zur Ernährung der Pflanzen bei.

Die Ernährung der Pflanzen erfolgt über Langzeitdünger oder Flüssigdünger, der bei den Gießdurchgängen hinzugefügt wird.

Die kantigen Tonstücke von technischen Substraten speichern Wasser wie ein Schwamm und geben es langsam an die Pflanzenwurzeln ab.

Technische Substrate zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- hohes Porenvolumen
- hohe Wasserkapazität (Wassermenge, die der Boden gegen die Schwerkraft halten kann)
- ausreichende Luftkapazität
- Nährstoffspeicherung
- geringes Gewicht
- Strukturstabilität (d.h. es darf seine Form auch bei längerem Gebrauch nicht verändern, es darf sich nicht verdichten)
- keine zersetzbaren Bestandteile
- große äußere und innere Oberflächen, die eine Bildung von Wasserfilmen ermöglichen
- Es muss faulungsfest sein (d.h. es darf keine Teile enthalten, die sich zusammen mit der Nährlösung zersetzen, oder Fäulnis verursachen und dadurch die Pflanzen schädigen)

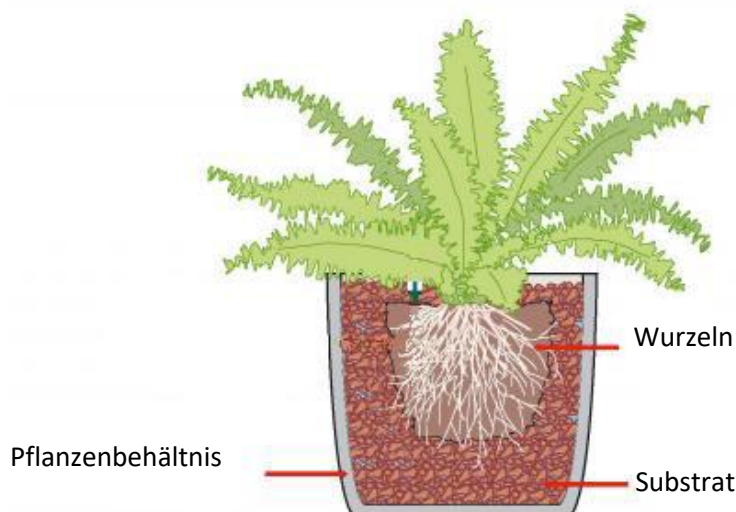


Abbildung 7: Hydrokultur
(Quelle: Abänderung nach SCHICK)

Dünger

Für eine einfache und optimale Versorgung mit Nährstoffen wird empfohlen, einen Universaldünger für Indoor- bzw. Outdoorpflanzen zu verwenden. Die Dosierung erfolgt laut Aufschrift des verwendeten Düngers und hält je nach Hersteller bzw. Produkt über mehrere Wochen bzw. Monate.



Organische Dünger sind unbedingt zu vermeiden, da diese zu Verstopfungen der Gießschläuche und der Pumpe führen können.

Die Hauptnährstoffe Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) sollten dabei in den folgenden Grenzwerten liegen:

Tabelle 1: Mengenangaben N-P-K

Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)
50 – 100 mg/l	15 – 30 mg/l	50 – 150 mg/l

Oftmals wird bei handelsüblichen Düngemitteln das Verhältnis von Stickstoff, Phosphor und Kalium angegeben. Empfehlenswerte Beispiele wären: 14 – 9 – 11 oder 19 – 6 – 12; das Verhältnis der Hauptnährstoffe kann zwischen den unterschiedlichen Anbietern beträchtlich schwanken. Empfehlenswerte weitere Nährstoffe und Spurenelemente sind: Magnesium, Schwefel und Calcium und Eisen.



Bei allen Düngervarianten sind die Angaben laut Hersteller unbedingt zu beachten.

Bitte verwenden Sie nicht mehr Dünger als empfohlen, da es den Pflanzen Schaden zufügen kann. Es können beispielsweise Verbrennungen der Wurzeln entstehen. Schütten Sie deshalb auch nie Flüssigdünger direkt ins Substrat, da die Konzentration für die empfindlichen Wurzeln zu hoch wäre.

Behaglichkeit

Hygrothermische Behaglichkeit ist dann gegeben, wenn der Mensch Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung und Wärmestrahlung in seiner Umgebung als optimal empfindet und weder wärmere noch kältere, weder trockenere noch feuchtere Raumluft wünscht.

HYGRO

griechische hygos – feucht, nass

relative Luftfeuchtigkeit in %

THERMISCH

griechisch hermós – warm, heiß

Lufttemperatur in °C

Lufttemperatur

Als Lufttemperatur wird jene Temperatur bezeichnet, die weder von Sonnenstrahlung noch von Bodenwärme oder Wärmeleitung beeinflusst ist. Die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Lufttemperatur sind einerseits der Strahlungshaushalt der Erde bzw. dessen lokale Strahlungsbilanz und andererseits Mischungseffekte durch den Wind. Die Lufttemperatur variiert im Laufe des Tages, der Jahreszeiten und von Klimaschwankungen. Die höchsten Temperaturen (Hitze-pol) von fast 60 °C werden im Innern von Wüsten beobachtet, die tiefsten Werte (Kälte-pol) treten in der Antarktis auf (fast –90 °C). Die Messung der Lufttemperatur erfolgt meist durch Thermometer oder Messfühler.

Relative Luftfeuchtigkeit

Die Luftfeuchtigkeit bezeichnet den Anteil des Wasserdampfs am Gasgemisch der Luft. Die Luftfeuchtigkeit ist eine wichtige Kenngröße für zahlreiche technische und meteorologische Vorgänge, für viele Lebensvorgänge bei Lebewesen sowie für Gesundheit und Behaglichkeit der Menschen. In Abhängigkeit von Temperatur und Druck kann ein gegebenes Luftvolumen nur eine gewisse Höchstmenge Wasserdampf enthalten. Die *relative Luftfeuchtigkeit* ist das geläufigste Maß für die Luftfeuchtigkeit. Sie ist das Verhältnis der tatsächlich enthaltenen zur maximal möglichen Masse an Wasserdampf in der Luft; oder anders ausgedrückt das Verhältnis zwischen der absoluten Luftfeuchte und der maximalen Luftfeuchte. Allgemein gibt die relative Luftfeuchtigkeit, ausgedrückt in Prozent (%), das Gewichtsverhältnis des momentanen Wasserdampfgehalts zu dem Wasserdampfgehalt an, der für die aktuelle Temperatur und den aktuellen Druck maximal möglich ist. Geräte zur Messung der Luftfeuchtigkeit werden als Hygrometer bezeichnet.

Messgerät für Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit RTR-53A

- Messkanal: 2-Kanal (Temperatur und Luftfeuchte)
- Externer Temperatursensor 0 bis 55°C – Externer Feuchtesensor 10 bis 95 % RH
- Messgenauigkeit durchschn. $\pm 0,3$ °C, ± 5 % RH [bei 25 °C und 50 % RH]
- Aufzeichnungsintervalle 15 Optionen (1, 2, 5, 10, 15, 20, 30 s / 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 60 min)
- Aufzeichnungsmodus „Endlos“ (die ältesten Daten werden überschrieben, wenn die Kapazität erschöpft ist) oder „Einmalig“ (Aufnahme wird gestoppt, sobald die Kapazität erschöpft ist); Speicherkapazität 8.000 Datensätze (*2)
- Stromversorgung: Lithiumbatterie; Batterielebensdauer: ca. 6 Monate
- Übertragungreichweite ca. 100 Meter (von den Bedingungen abhängig)
- Schnittstellen für Datenübertragung Funkübertragung / Optische Übertragung

Behaglichkeitsbedingungen

Physiologische Bedingungen	Physikalische Bedingungen	Intermediäre Bedingungen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konstitution ▪ Körperliche Verfassung ▪ Geschlecht ▪ Alter ▪ Ethnische Einflüsse ▪ Nahrungsaufnahme 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lufttemperatur ▪ Umschließungsflächentemperatur ▪ Luftfeuchtigkeit ▪ Luftbewegung ▪ Luftdruck ▪ Luftzusammensetzung ▪ akustische Einflüsse ▪ optische Einflüsse 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kleidung ▪ Tätigkeit ▪ Adaption und Akklimatisierung ▪ Tages- und Jahresrhythmus ▪ Raumbesetzung ▪ Psychosozialologische Faktoren

Behaglichkeitsfeld nach Frank

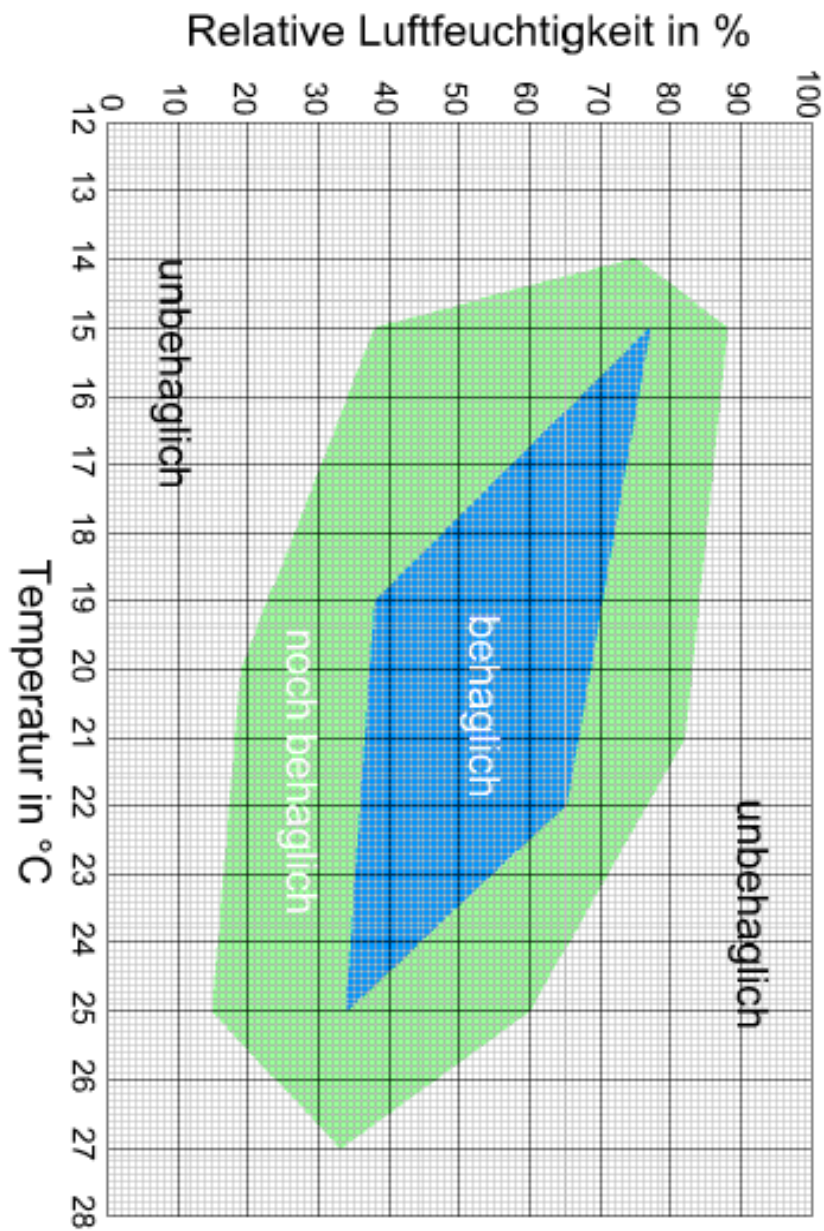


Abbildung 8: Behaglichkeitsfeld nach Frank

Quelle: http://www.stefan-buchgeher.info/elektronik/feuchtemodul2/feuchtemodul2_kap02.html; Zugriff: 7. März 2018

Beleuchtungsstärke

Definition

Die Beleuchtungsstärke gibt an, wie viel Lichtstrom (Lumen) auf eine bestimmte Fläche trifft. Als Maßeinheit dient das Lux (lx). Für die Beleuchtungsstärke von einem Lux leuchtet ein Lichtstrom von 1 Lumen eine Fläche von 1 m² gleichmäßig aus. So, wie dies beispielsweise bei Kerzenschein aus einem Meter Entfernung der Fall ist.

Die Beleuchtungsstärke wird mit einem Luxmeter auf horizontalen und vertikalen Flächen gemessen. Sie beschreibt allerdings nicht präzise den Helligkeitseindruck eines Raumes, da dieser wesentlich von den Reflexionseigenschaften der Raumflächen abhängt. So erscheint ein weißer Raum bei gleicher Beleuchtungsstärke heller als ein dunkler. Am Arbeitsplatz sollte ein Wert von 500 Lux erreicht werden. Die Allgemeinbeleuchtung muss im ganzen Raum 85cm über den Boden mind. 100 Lux erreichen.

Begriffe

- Lichtstrom (*in Lumen*): Abgestrahlte Leistung des sichtbaren Lichts in Sekunden
- Lichtstärke (*in Candela*): Lichtstrom, der in eine bestimmte Richtung weist
- Beleuchtungsstärke (*in Lux*): Lichtstrom, der auf einer bestimmten Fläche auftritt
- Leuchtdichte (*cd/m²*): Lichtstrom, der von einer Fläche ausgestrahlt wird

Luxmeter

Ein Luxmeter ist ein Messgerät zur Erfassung der Beleuchtungsstärke. Es besteht aus einer Fozelle oder einem Fotoelement und einer dazu gehörigen Apparatur zur Ablesung der Werte in der Maßeinheit Lux. Einige Luxmeter lassen sich durch einen separaten Aufsatz, der auf den Messkopf geschraubt wird, zu einem Leuchtdichtemessgerät umfunktionieren, sodass beide Größen mit einem Instrument ermittelt werden können.

In Innenräumen wird die Beleuchtungsstärke meist auf der horizontalen Nutzebene, das heißt 0,85 m über dem Fußboden gemessen. Dabei ist ein Abstand zu den seitlichen Wänden von etwa 1 Meter einzuhalten. Um den Beleuchtungsstärkeverlauf vom Fenster bis in die in Raumtiefe zu ermitteln, werden weitere Messungen in regelmäßigen Abständen von jeweils einem Meter vorgenommen. Je geringer der Abstand der Messpunkte ist, desto genauer können die Beleuchtungsverhältnisse erfasst werden.

Luxmeter werden zur Bestimmung der Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz eingesetzt, ebenso für die Messung von Hallen-, Sälen- oder Straßenbeleuchtungen oder für die Messung der Beleuchtungsstärke von Schaufensterauslagen, damit diese optimal präsentiert werden.

Notwendige Beleuchtungsstärke für verschiedene Aufgaben nach DIN 5035

Sehaufgabe	Beleuchtungsstärke in lux
Orientierung	30
normal	500
sehr schwierig	2000

Typische mittlere Beleuchtungsstärken

Nutzung	Beleuchtungsstärke in lux
Büro	300 – 600
Geschäftslokal	300 – 500
Klassenzimmer	300 – 500
Hotelzimmer	200 – 300
Restaurant	200 – 300

Gleichmäßige Beleuchtung

Eine gleichmäßige Beleuchtung wird erreicht durch:

- Mehrseitige Fensteranordnung
- Gleichmäßige Fensteraufteilung in den Außenwänden
- Hoher Reflexionsgrad der raumbegrenzenden Oberflächen
- Lichtlenkende Gläser

Vermeidung störender Blendung

Blendung wird durch eine ungünstige Verteilung der Leuchtdichte im Sehfeld verursacht. Direkte Blendung durch die Sonne ist durch den Sonnenschutz zu vermeiden. Zur Vermeidung der Blendung durch den Himmel oder durch gegenüberliegende Bebauung ist ein Blendschutz zu planen.

Pflanzenverfügbares Licht

Genauer auf pflanzenverfügbares Licht eingehen – Lichtspektrum aufzeichnen und einzeichnen lassen das für Menschen sichtbare Licht und für die Pflanzen wichtige Licht zum Assimilieren.

Für die Photosynthese brauchen Pflanzen Sonnenlicht. In Innenräumen nimmt die Lichtintensität durch die Fensterscheibe stark ab. Direkt hinter der Fensterscheibe beträgt die Lichtintensität nur mehr 50 Prozent und nach zwei Metern nur mehr zehn Prozent.

In herkömmlichen Beleuchtungsmitteln sind für Pflanzen keine verwertbaren Farbanteile vorhanden. „Weißes“ Licht, welches für den Haushalt eingesetzt wird, stahl hauptsächlich Gelb- und Grüntöne ab. Pflanzen benötigen allerdings Rot- und Blautöne für das Wachstum.

Rot Wellenlänge: ca. 660 Nanometer

Blau Wellenlänge: ca. 450 Nanometer

(Quellen: <http://fastvoice.net/2012/02/23/led-pflanzenleuchten-das-grunzeug-liebt-rot-und-blau/>;
<https://www.zimmerpflanzenlexikon.info/artikel/lichtbedarf-von-pflanzen?fbclid=IwAR2Yrm6GGENzTNUJCX51iXA4G-mKr07qwZTHnenbM3GOQkqNYve4IUJ8Nw>; <https://www.spar-helferchen.de/Ratgeber-LED-Pflanzenbeleuchtung%3A54.html>)

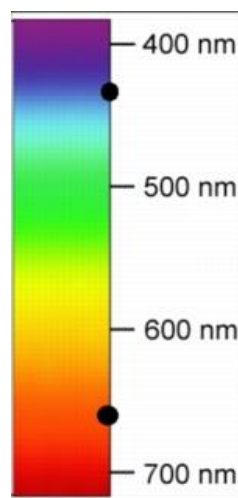


Abbildung 9: Lichtspektrum

Quelle: <http://fastvoice.net/2012/02/23/led-pflanzenleuchten-das-grunzeug-liebt-rot-und-blau/>

Thermografie

Das menschliche Auge kann nur einen kleinen Teil des elektromagnetischen Spektrums detektieren. Die Wellenlänge von Infrarotstrahlung liegt zwischen der des sichtbaren Lichtes und der Wellenlänge von Mikrowellen. Die wichtigste Quelle von Infrarotstrahlung ist Wärme oder thermische Strahlung.

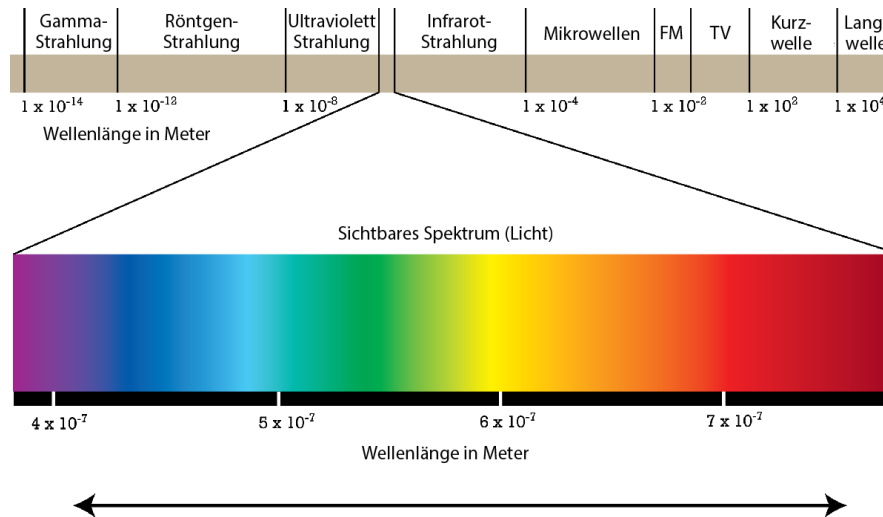


Abbildung 10: Darstellung Sichtbares Spektrum

<http://www.thermoglass.de/de/artikel/elektromagnetisches-spektrum>; Zugriff 25.03.2019

Die Thermografie ist ein Verfahren, bei dem mithilfe von speziellen Kameras (Wärmebildkameras) die Wärmestrahlung sichtbar gemacht wird, die von Körpern bzw. von technischen Objekten ausgeht. Die Wärmebildkamera stellt die gemessenen Werte als Bild dar. Dabei wird jedem Punkt der Aufnahme eine Farbe zugeordnet, die einer bestimmten Temperatur entspricht.

Anwendungsmöglichkeiten

- Medizin
- Grenzüberwachung
- Feuerbekämpfung
- Feuchteschäden
- Ortung von Fehlerstellen und Inhomogenität in Bauteilen

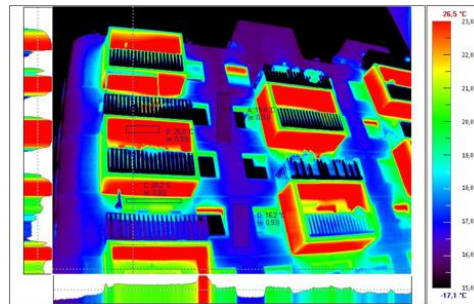


Abbildung 11: Thermobild (TU Wien)

Thermografie von Bauteilen

Eine übliche Anwendung der Thermografie ist die Beurteilung der Qualität einer Gebäudehülle von außen. Es kann ebenfalls sinnvoll sein, eine Thermografie in Innenräumen vorzunehmen, beispielsweise um kalte Stellen zu lokalisieren, an denen viel Wärme verloren geht und die Gefahr von Feuchte- und Schimmelschäden hoch ist.

Die Bauthermografie wird üblicherweise während der kalten Jahreszeiten durchgeführt, wenn die Außentemperatur niedrig ist und das Haus normal beheizt wird. Je schlechter die thermische Qualität der Gebäudehülle ist, desto höhere Temperaturen treten auf der Außenseite der Gebäudehülle auf. So können schlecht konstruierte Stellen der Gebäudehülle, an denen viel Wärme entweicht, rasch

erkannt werden. Im Idealfall, wenn keine nennenswerten Wärmeverluste auftreten, liegen die Oberflächentemperaturen einer Fassade meist nahe der Lufttemperatur. Bei Regen, Schnee oder dichtem Nebel ist eine Außenthermografie nicht durchzuführen. Die Temperaturdifferenz soll ca. 10-15 K betragen. Die Windgeschwindigkeit soll unter 1 m/s betragen.

UNTERRICHTSMATERIALIEN ZU GRÜNEN WÄNDEN IN SCHULEN

Unterrichtseinheit Stimmungsbild zum Thema „Grün in Städten und Schulen“

Intro-Text

Diese Unterrichtseinheit eignet sich besonders gut, um das Thema Begrünungen zu beginnen. Die Schülerinnen und Schüler machen sich in dieser Übung Gedanken darüber, welche Vor- und Nachteile durch grüne Wände in Schulen und in Städten entstehen.

Unterrichtsfächer

- Deutsch
- Biologie und Umweltkunde
- Geographie und Wirtschaftskunde
- Physik
- Chemie

Benötigte Materialien

- Bilder von Begrünungen (Innen- und Außenraum) in ausgedruckter Form, auf einer Präsentation oder über einen PC mit Internetanschluss und einem Projektor
- Post-it in vier Farben
- Arbeitsblatt „Begrünungen in meiner Schule“

Ideal für

Gesamtgruppe und Teilgruppen

Zeitbedarf

Eine Unterrichtseinheit

Ziele

- Herausarbeiten von Vor- und Nachteilen grüner Wänden in der Schule und in der Stadt
- Ausloten von Einstellungen und Stimmungen
- Erstes Befassen mit grünen Wänden und ihren Einflüssen auf verschiedene Faktoren

Vorbereitung

- Bereiten Sie Fotos von Begrünungen vor (ausgedruckt, in einer Präsentation oder zeigen Sie die Bilder direkt im Internet über einen Projektor). Nehmen Sie dazu die Links bei den Arbeitsmaterialien zu Hilfe.
- Kopieren Sie das Arbeitsblatt „Begrünungen in meiner Schule“ entsprechend der Klassengröße.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Zeigen Sie verschiedenen Bilder von Stadt- und Innenraumbegrünungen. Falls Sie grüne Wände in Ihrer Schule haben, binden Sie diese ebenfalls mit ein.

Bei den Arbeitsmaterialien sind bereits Links zu Fotos angeführt worden. Sie können die Fotos auch direkt im Internet abrufen oder die Schülerinnen und Schüler suchen auf ihren Smartphones je ein Bild und zeigen es anschließend der Klasse.

2. Nach den Impressionen teilen sich die Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen ein (2-4 Personen). Die Hälfte der Klasse bearbeitet Vor- und Nachteile zu Begrünungen in der Stadt und die andere Hälfte zu Begrünungen in der Schule.
Teilen Sie die vier Farben der Post-it den jeweiligen Themen zu. Am Ende sollen z. B. alle Vorteile von Begrünungen in Schulen auf einer Farbe stehen und alle Nachteile auf einer anderen Farbe. Für die Stadt gibt es zwei weitere Farben.
3. Sammeln Sie die Ergebnisse der Gruppen und kleben Sie die ausgearbeiteten Post-its auf die Tafel. Clustern Sie ähnliche oder gleiche Begriffe.
4. Im nächsten Schritt werden die Ergebnisse auf die eigene Schule transferiert. Teilen Sie dazu das Arbeitsblatt „Begrünungen in meiner Schule“ aus und lassen Sie die Schülerinnen und Schüler dieses ausfüllen.
5. Sammeln Sie die Ergebnisse und Gedanken des Arbeitsblattes.
6. Am Ende der Stunde können Sie die Meinungen und Stimmungen zu Begrünungen nochmals mit einer Positionierungsübung zusammenfassen. Dafür werden Fragen laut vorgelesen und drei Punkte im Raum für die Antwortmöglichkeiten festgelegt. Es empfiehlt sich eine Länge des Raumes, in der sich keine Möbelstücke befinden zu nehmen. Dabei ist die linke Ecke der Platz für alle Schülerinnen und Schüler, die die Frage mit z. B. „Sehr/Ja“ beantworten, in der Mitte der Platz für „Eher/Vielleicht“ und die rechte Ecke für „Nicht/Nein“. Holen Sie zwischendurch mündliche Statements von den Schülerinnen und Schülern ab und diskutieren Sie über verschiedene Meinungen.

Die Fragen könnten sein:

- Ich interessiere mich für Fassadenbegrünungen und Pflanzen in der Stadt. (Sehr/Eher/Nicht)
- Ich interessiere mich für Fassadenbegrünungen und Pflanzen in der Schule. (Sehr/Eher/Nicht)
- Die Idee von grünen Wänden in der Stadt finde ich ... (Gut/Mittel/Schlecht)
- Die Idee von grünen Wänden in der Schule finde ich ... (Gut/Mittel/Schlecht)
- Eine grüne Wand muss natürlich auch gebaut werden. Wer kann sich vorstellen, beim Bau einer grünen Wand mitzuhelfen? (Ja/Vielleicht/Nein)
- Wer kann sich vorstellen eine grüne Wand im Unterricht zu pflegen? (Ja/Vielleicht/Nein)
- Wer kann sich vorstellen eine grüne Wand in der Freizeit zu pflegen? (Ja/Vielleicht/Nein)

Tipp: Beziehen Sie auch Fragen der genannten Vor- und Nachteile mit ein.

Hinweis/Vertiefung

Genannte Interessen und Ängste können in weiteren Unterrichtseinheiten behandelt und erarbeitet werden.

Weitere Informationen und Literatur finden Sie im Kapitel Weiterführende Literatur.

Arbeitsmaterialien

Fotomaterial zu Begrünungen

Fotos zu Begrünungen in der Stadt

In Google können Bilder und Fotos unter dem Schlagwort „Fassadenbegrünungen“ gesucht werden.

<https://www.gebaeudegruen.info/gruen/fassadenbegruenung/fuers-auge/>

Fotos zu Innenraumbegrünungen in Schulen

In Google können Bilder und Fotos unter dem Schlagwort „Innenraum Wandbegrünungen“ gesucht werden.

<http://www.gruenzukunftschulen.at/> (Pilotschulen)

<https://smartcities.at/projects/gruenzukunftschulen/>

<https://www.gebaeudegruen.info/gruen/innenraumbegruenung/fuers-auge/>

„Begrünungen in meiner Schule“

Wo könnte deine Schule noch begrünt werden (innen)? Schreibe alle Möglichkeiten auf, die dir einfallen!

Wo könnte der Freiraum vor deiner Schule noch begrünt werden (außen)? Schreibe alle Möglichkeiten auf, die dir einfallen!

Welche Pflanzen könnten verwendet werden? Schreibe oder zeichne alle Pflanzen auf!

Wer könnte die Pflanzen pflegen? Schreibe alle Personen auf, die dir einfallen!

Wer profitiert von Begrünungen? Schreibe alle Personen auf, die dir dazu einfallen!

Unterrichtseinheit Insekten – Unterstufe

Intro-Text

Insekten sind oft mit Ängsten behaftet. Dies zeigten die Ergebnisse des Stimmungsbild-Workshops, der während des Projekts GRÜNEzukunftSCHULEN durchgeführt wurde. Aufbauend darauf wurde dieser Workshop erarbeitet, der verschiedenen Insekten mit ihrem Nutzen für uns Menschen und die Umwelt aufzeigt.

Unterrichtsfächer

- Biologie und Umweltkunde

Benötigte Materialien

- 3 Zettel, die mit jeweils einer großen Zahl (1, 2 und 3) beschriftet sind
- Ausgedruckte Bilder/Fotos oder eine digitale Präsentation
- „Kreislauf-Kärtchen“ (siehe Kreislauf-Kärtchen ab Seite 55)
- ggf. Insekten für die Verkostung

Ideal für

Gesamtgruppe und Teilgruppen

Zeitbedarf

Ein bis zwei Unterrichtseinheiten (je nach dem welche Arbeitsschritte umgesetzt werden)

Ziele

- Wichtigkeit von Insekten aufzeigen
- Insekten und ihre Lebensweisen näher kennen lernen
- Zusammenhang zwischen Insekten und Landwirtschaft erkennen
- Bewusstmachung der Folgen des Insektensterbens für den Menschen
- Eigene Handlungsspielräume erarbeiten
- Insekten als Nahrungsmittel kennen lernen

Tipps

Insekten für die Verkostung können z.B. auf der folgenden Seite gekauft werden:
<https://www.zirpinsects.com/shop/>

Vorbereitung

- Drucken Sie die Fragen für das „1, 2 oder 3 Spiel“ einmal aus (die Fragen werden dann vorgelesen). Beschriften Sie drei Zettel mit jeweils einer großen Zahl (1, 2 und 3). Ggf. können Sie für die Fragen 3, 10, 11 und 16 Fotos ausdrucken (siehe „Bildmaterial zum Spiel“).
- Lesen Sie die vorbereiteten Informationsblätter („Informationsblätter über Insekten“ und „Informationsblatt eigene Handlungsmöglichkeiten“) durch und bereiten Sie ggf. Bilder vor. Entsprechende Links sind den Texten zugefügt. Wählen Sie ggf. interessante Insekten aus oder fügen Sie eigenen hinzu.
- Bereiten Sie, je nach Anzahl der Kleingruppen, die „Kreislauf-Kärtchen“ vor.
- Besorgen Sie, falls gewünscht, Insekten für die Verkostung.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Starten Sie mit dem „1, 2 oder 3 Spiel“. Die Fragen für das Spiel finden Sie bei den Arbeitsmaterialien. Platzieren Sie die drei Zettel (1, 2, 3) an verschiedenen Punkten im Raum. Lesen Sie die Fragen vor. Die Schülerinnen und Schüler geben die Antwort indem sie sich zu den bereitgelegten Zetteln stellen.
2. Brainstormen Sie gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern zu folgenden Fragen:
 - Was ist eure Meinung über Insekten?
 - Was kennzeichnet Insekten aus? (Merkmale von Insekten)
 - Welche Insekten kennt ihr? (nützliche, giftige, lästige, etc.)
3. Anschließend erzählen Sie über Insekten, die in grünen Wänden (Außen) leben können. (Bei den Arbeitsmaterialien finden Sie „Informationsblätter über Insekten“.) Zeigen Sie auch Bilder/Fotos.

Tipp: Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler bei den Larvenbildern raten, um welche Insekten es sich handelt.

4. Teilen Sie die Klasse in Kleingruppen auf und händigen Sie jeder Gruppe einen Satz „Kreislauf-Kärtchen“ aus. Die Schülerinnen und Schüler lesen sich die Kärtchen durch und bilden einen Kreislauf. Wenn die Gruppen fertig sind, erhalten sie Fragen. Teilen Sie die Fragen entweder auf Kärtchen aus, schreiben die Fragen an die Tafel oder projizieren Sie diese.
 - Was bedroht Insekten?
 - Was wäre ohne Insekten?
 - Was ist notwendig, damit einzelne Arten überleben können?
 - Wie wirken sich warme und milde Winter auf die Insekten aus? Welche Auswirkungen hat das?
 - Wie wirken sich Pestizide und Herbizide auf die Insekten aus? Welche Auswirkungen hat das?

Auf Grundlage der Fragekärtchen überlegen die Schülerinnen und Schüler, welche Auswirkungen sich für den Kreislauf ergeben.

Tipp: Die Schülerinnen und Schüler können die Antwort auf die Fragen verschriftlichen.

5. Besprechen Sie mit der gesamten Klasse die eigenen Handlungsmöglichkeiten, um dem Insektensterben im eigenen Alltag entgegen zu wirken.
 - Weshalb sind Insekten wichtig?
 - Wieso sterben Insekten?
 - Was könnten Menschen unternehmen, um Insekten zu schützen?
 - Was können wir tun, dass es Insekten besser geht?
 - Welche Maßnahmen können von den Schülerinnen und Schülern selbst umgesetzt werden?

Bei den Arbeitsmaterialien befinden sich Hintergrundinformationen „Informationsblatt eigene Handlungsmöglichkeiten“.

6. Insekten sind in vielen anderen Ländern ganz selbstverständlich auf dem Speiseplan. Besprechen Sie mit den Schülerinnen und Schülern den Vergleich zwischen dem Verzehr von Rindfleisch und Heuschrecken (siehe Arbeitsmaterialien).

Anschließend könnten Sie eine Insektenverkostung durchführen oder mit Insekten kochen. Rezepte finden Sie ebenfalls auf der Webseite von Zirp.

Hinweis/Vertiefung

Besuchen Sie Begrünungen im Freien. Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler Insekten suchen. Welche Insekten werden (nicht) gefunden? Welche Pflanzen werden erkannt? Welche Pflanzen sind (nicht) wertvoll für Insekten? Wo und wie könnte noch mehr „grün“ für Insekten entstehen?

Arbeitsmaterialien

1, 2 oder 3 Spiel

1. Wie sind die Kakerlaken zu uns nach Europa gekommen?
 - 1) Sie sind über das Meer geschwommen.
 - 2) **Sie sind mit Schiff gekommen.**
 - 3) Sie sind geflogen.

→ Sie wurden mit den Handelsschiffen eingeschleppt.
2. Wie viele Beinpaare haben Insekten? → Insekten haben doch 3 Beinpaar = 6 Beine, oder?
 - 1) 4,
 - 2) **6 oder**
 - 3) 8

→ Alle Insekten haben 6 Beinpaare.
3. Wieviel Prozent des Kopfes einer Fliege werden von den Augen eingenommen?
 - 1) 30 %,
 - 2) 50 % oder
 - 3) **90 %**

→ Bei Fliegen besteht fast der gesamte Kopf aus Augen (wahr – es sind bis zu 90 Prozent)
4. Insekten besitzen Facettenaugen, also aus ganz vielen Einzelaugen, die zusammengesetzt sind. Aus wie vielen Augen bestehen die Facettenaugen durchschnittlich?
 - 1) aus 500
 - 2) aus 1500
 - 3) **aus rund 2.500 Einzelaugen**

→ Bei räuberischen Arten kann es sogar bis zu 30.000 sein.
5. Jetzt ist eine Sonderfrage dran, die nur mit ja oder nein beantwortet wird. Können Schmetterlinge farbig sehen?
 - 1) **ja**
 - 2) nein

→ Schmetterlinge, Libellen, Honigbienen und Fliegen können farbig sehen
6. Wie viele Flügelschläge schafft eine winzige Mücke pro Sekunde?
 - 1) 100
 - 2) 400
 - 3) **1000**

→ Den schnellsten Flügelschlag hat eine winzige Mücke – ihre Flügel schlagen in der Sekunde 1.046-mal. Schmetterling 10 x/s, Libellen (20 x/s), Stubenfliegen (180 x/s) und Bienen (240 x/s). Einige schaffen 400 bis 500 Schläge in der Sekunde, und die Spitzenflieger bringen es auf Werte von bis zu 1.000 Schlägen pro Sekunde.
7. Wie schützen sich Ameisen in der Sahara vor ihren Fressfeinden den Echsen
 - 1) **sie messen die Temperatur – wenn es über 46 Grad hat verlassen sie ihr Loch**
 - 2) sie gehen nur nachts raus
 - 3) sie gehen immer in Gruppen

→ Wenn es über 46 Grad hat, ist es den Echsen zu heiß.

8. Wie oft kann eine Küchenschabe in der Sekunde maximal ihre Richtung ändern?
- 1) 13 Mal
 - 2) **25 Mal**
 - 3) 39 Mal

→ Bis zu 25 Mal in der SEKUNDE kann die Schabe ihre Richtung ändern.

9. Wie alt kann eine Ameisenkönigin werden?
- 1) 4 Jahre
 - 2) 6 Jahre
 - 3) **10 Jahre**

→ Ameisenköniginnen und eine Schabenart in Australien können als einzige der Insekten bis zu 10 Jahre alt werden.

10. Das wieviel fache seines Körpergewichts kann der Nashornkäfer tragen?
- 1) 300fach
 - 2) **800 fache**
 - 3) das 1000 fache

→ *Zusatzinfo für Lehrpersonen:* In populärer Literatur wird immer wieder behauptet, es sei eine besondere Fähigkeit von Ameisen, dass sie das Hundertfache ihres eigenen Körpergewichts tragen könnten. Die Hochrechnung, dass ein Mensch mit einer Körpermasse von 50 kg ein Paket mit einer Masse von fünf Tonnen tragen können müsste, ist ein Taschenspielertrick. Hier wird nicht beachtet, dass das Gewicht und die Masse mit der dritten Potenz einer Länge steigen, während der für die Kraft ausschließlich maßgebende Querschnitt eines Muskels nur im Quadrat der Länge wächst. Vergrößerte man eine Ameise von 10 mm Länge linear auf die 200-fache Länge, dann käme man mit 2 m Länge in die Größenordnung eines Menschen. Die Masse und damit das Gewicht würden sich um das Achtmillionenfache ($200^3=8.000.000$) von vielleicht 10 mg auf 80 kg erhöhen. Dann erhöhte sich aber die Muskelkraft (bei gleichen Körperproportionen) nur um das Vierzigtausendfache ($200 \cdot 200 = 40.000$). Wenn eine Ameise ihr hundertfaches Körpergewicht (Masse $100 \cdot 10 \text{ mg} = 1 \text{ g}$) tragen kann, dann müsste sie also in Menschengröße bei gleichen Verhältnissen 40 kg tragen können. (<https://de.wikipedia.org/wiki/Ameisen>)

11. Wie verteidigt sich der Bombardierkäfer gegen Fressfeinde?

- 1) **er stößt ein bis zu 100 Grad heißes Reizgas aus**
- 2) er formt kleine Kugeln aus Erde und schießt diese auf die Feinde
- 3) er springt wie eine Bombe weg, um sich in Sicherheit zu bringen

→ Bombardierkäfer, der ein dampfendes, bis zu 100 Grad heißes Reizgas ausstößt und damit Ameisen in die Flucht schlägt. Weil der Käfer zu klein ist, kann er dem Menschen nicht gefährlich werden.

12. Wie viele verschiedenen Wildbienenarten weltweit gibt es?

- 1) 50
- 2) **20.000**
- 3) 50.000

13. Viele Pflanzen werden durch Insekten bestäubt, so dass dann verschiedenes Obst, Getreide oder Früchte wachsen können. Schätze wie viel Prozent der Blütenpflanzen von der Bestäubung durch Insekten abhängen?

- 1) 43 %
- 2) 67 %
- 3) **88 %**

→ Der Weltbiodiversitätsrat schätzt, dass 87,5 Prozent der Blütenpflanzen von der Bestäubung durch Tiere abhängen.

14. Wie werden Waldameise auch oft genannt?

- 1) **Waldpolizei**
- 2) Quälgeister
- 3) Haufenbauer

→ Ameisen helfen den Schädlingsbefall einzudämmen, ein altes Wort für Ameise ist Emse.

15. Was ist Honigtau?

- 1) eine Honigsorte
- 2) gelb schimmernder Tau in der Früh
- 3) **Ausscheidungsprodukt von Blattläusen**

16. Wie groß ist das größte Insekt der Welt?

- 1) 15 cm
- 2) 30 cm
- 3) **55 cm**

→ Die Riesen-Stabheuschrecke erreicht bis zu 57 cm. Insekten können nicht viel größer werden, da ihr Atmungssystem den Sauerstoff relativ langsam durch die Zellen befördert.

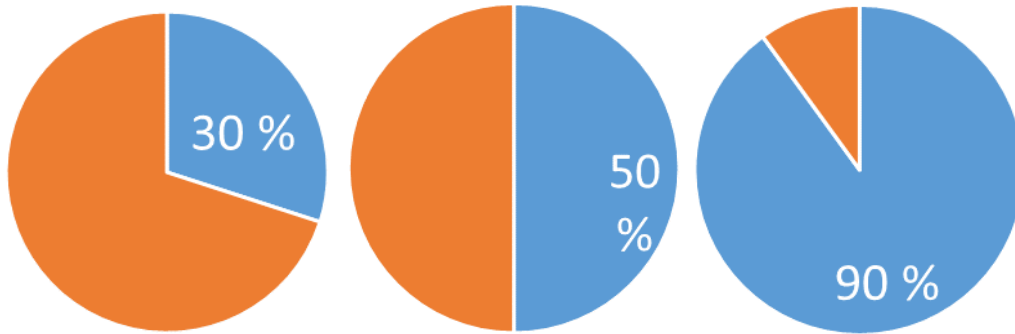
17. Aus wie vielen Tieren können Schwärme von Wüstenheuschrecken bestehen?

- 1) 1000 Tieren
- 2) 1 Million Tiere
- 3) **50 Milliarden Tiere**

→ Der Schwarm kann an einem Tag den Nahrungsbedarf von einer halben Million Menschen vertilgen – das wären in etwa alle Salzburgerinnen und Salzburger (549.263 EinwohnerInnen im Land Salzburg).

Bildmaterial zum Spiel

Frage 3 – Augen-Kopf-Verhältnis bei Fliegen



Libellenkopf



Quelle: <https://pixabay.com/de/libellenkopf-libelle-facettenaugen-383542/>

Frage 10 – Nashornkäfer



Quelle: <https://pixabay.com/de/tropischer-k%C3%A4fer-nashornk%C3%A4fer-197793/>

Frage 11 – Bombardierkäfer



Quelle:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fer_Bombardierk%C3%A4fer#/media/File:Brachinus_crepitans_\(Linn%C3%A9,_1758\)_ \(2882259854\).jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fer_Bombardierk%C3%A4fer#/media/File:Brachinus_crepitans_(Linn%C3%A9,_1758)_ (2882259854).jpg)

Informationen über Insekten

Allgemeines über Insekten und erstaunliches Wissen

Quellen: <https://www.br.de/themen/wissen/insekten-ameisen-tiere100.html>, Bio@School 2

Körper

Alle Insekten besitzen ein gemeinsames Kennzeichen: Sie haben sechs Beine. Wie die Spinnentiere und Krebse gehören sie zu den Gliederfüßern, die rund 80 Prozent aller bekannten Tierarten ausmachen. Der Insektenkörper gliedert sich in drei Abschnitte, in Kopf, Brust und Hinterleib. Meistens besitzen die Sechsbener am Brustbereich zwei Flügelpaare. Zum Tasten und Riechen haben sie am Kopf zwei Fühler. Ihre Mundwerkzeuge sind je nach Ernährungsweise sehr unterschiedlich ausgebildet - zum Saugen, Stechen, Lecken oder Beißen. Allen Insekten gemeinsam ist ein Panzer aus Chitin. Er dient als Skelettersatz und schützt den Körper vor Austrocknung. Spinnen sind übrigens keine Insekten, sie laufen auf acht Beinen.

Gliederung von Insekten

Dreiteilung des Insektenkörpers: in Kopf, Brust und Hinterleib.



Hier wäre eine Abbildung sicher hilfreich, auf der die Gliederung von Insekten zu sehen ist.

Augen

Auffällig am Kopf der meisten Insekten sind die beiden Facettenaugen, die, je nach Lebensweise, bis zu 90 Prozent der Kopfoberfläche ausmachen können. Die Facetten- oder Komplexaugen vermitteln dem Insekt ein Rasterbild. Ein durchschnittliches Facettenauge setzt sich aus rund 2.500 Einzelaugen zusammen, bei räuberisch lebenden Insekten, wie der Libelle, können es bis zu 30.000 sein. Damit können sie andere fliegende Insekten im Flug verfolgen und ergreifen. Libellen sind in der Lage, bis zu 250 Bilder pro Sekunde einzeln wahrzunehmen. Das menschliche Auge schafft nicht mehr als 20. Ab 25 Bildern pro Sekunde erscheint uns im Kinofilm eine Bewegung bereits fließend. Libellen, Fliegen, Schmetterlinge und Honigbienen können sogar farbig sehen.



Es könnte gezeigt werden: Blick durchs Facettenauge mit einer „Facettenauge-Prisma“, einer Abbildung wie Insekten die Welt sehen, Großaufnahme von einem Facettenauge (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/Drosophilidae_compound_eye_edit1.jpg).

Fliegenauge



Quelle: <https://pixabay.com/de/makro-insekt-gr%C3%BCn-auge-natur-2300109/>



Quelle: <https://pixabay.com/de/auge-makro-blaue-flasche-fliege-2019364/>

Flügel

Mit der Entwicklung ihrer Flugfähigkeit vor gut 350 Millionen Jahren kam es zur ersten großen Artentfaltung der Insekten. Der Flugapparat der Insekten gilt als einzigartig. Und er ist so komplex, dass man seine Funktionsweise bis heute nicht richtig versteht. Segelnde Vögel etwa machen sich ihre gewölbten Flügel zunutze, deren Profil die Luft so leitet, dass ein Auftrieb erzeugt wird. Insektenflügel aber sind nicht gewölbt, sondern flach wie ein Blatt Papier. Diesen Mangel kompensieren die Tiere durch ein unvorstellbares Tempo, mit dem sie ihre Flügel auf- und abschlagen: Einige schaffen 400 bis 500 Schläge pro Sekunde. Die Spitzenflieger bringen es auf Werte bis zu 1.000 Schlägen pro Sekunde.

Ursprünglich hatten alle Insekten zwei Flügelpaare. Im Laufe der Entwicklung haben viele Insekten ihre Flügel teilweise oder völlig verloren.

Fliegen z. B. haben nur zwei Flügel und verkümmerte Schwingkölbchen

Flügel



Quelle: <https://pixabay.com/de/wa%C5%BCKa-fl%C3%BCgel-insekt-fliegen-3427997/>

Schwingkölbchen (gelblich, unter den Flügeln)



Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/fliege-makro-nahaufname-insekt-2952041/>

Vollkommene Verwandlung

Insekten machen vom Ei zum fortpflanzungsfähigen Tier mehrere Entwicklungsstadien durch: Einige Tage nach der Eiablage schlüpft eine Larve. Wir kennen sie als Raupe beim Schmetterling, als Made bei der Fliege oder Engerling beim Maikäfer. Ihre einzige Aufgabe ist es, unermüdlich zu fressen und zu wachsen. Drei bis vier Mal häutet sich die Larve während ihres Wachstums, einzelne Arten auch öfter. Schließlich hört die Larve auf zu fressen und verpuppt sich. Jetzt findet die Verwandlung statt: Aus der Larve wird das fertige Insekt, der Schmetterling, die Fliege, der Käfer.

Vollkommene Beispiele: Käfer, Mücken, Fliegen, Flöhe, Bienen, Wespen, Ameisen, Köcherfliegen, Maikäfer,

Unvollkommene Verwandlung

Bereits nach dem Schlüpfen aus dem Ei sehen die Larven dem fertigen Insekt sehr ähnlich. Sie führen die gleiche Lebensweise und ernähren sich wie die erwachsenen Tiere. Zwischen den verschiedenen Larvenstadien häuten sich die Tiere. Nach der dritten von fünf Häutungen erscheinen die Flügelanlagen und die Fühler werden länger. Nach der fünften Häutung sind die Insekten geschlechtsreif.

Unvollkommene Beispiele: Schaben, Termiten, Ohrwürmer, Grillen, Läuse, Libellen, Eintagsfliege, Steinfliege, ...



Zeigen Sie Bilder bzw. Abbildungen von einer vollkommenen und einer unvollkommenen Verwandlung.

Atmung und Blutkreislauf

Die Atmung funktioniert über Tracheen. Insekten haben keine Lungen und Kiemen. Sie haben Röhrensystem, das sich immer feiner verzweigt. Damit gelang der Sauerstoff direkt zu den Zellen.

Das schlauchförmige Herz nimmt das Blut durch seitliche Öffnungen auf und pumpt es seitlich und vorne wieder in den Körper. Es fließt frei durch den Körper und nicht wie bei Wirbeltieren in Blutgefäßen (geschlossener Blutkreislauf).

Der Nervenstrang verläuft nicht am Rücken wie bei den Wirbeltieren, sondern auf der Bauchseite (= Bauchmark). Weil die Nervenstränge mit den Nervenknotten an eine Strickleiter erinnert, nennt man es Strickleiternnervensystem.



Zeigen Sie Abbildungen, auf denen das Nervensystem, das Herz und das Atemsystem von Insekten zu sehen sind. (z. B. Bio@School 2, 2014 S. 79)

Verschiedene Beine

Der Grundbauplan ist immer gleich. Je nach Art und Lebensweise werden sie zum Laufen, Springen, Schwimmen und Graben verwendet. Bei manchen Insekten werden die Beine auch zum Sammeln, Fangen, Putzen, Festklammern und zum Erzeugen von Tönen verwendet.



Zeigen die unterschiedlich ausgeprägten Insektenbeine. (wie z. B. Bio@School 2, 2014 S. 80 oder unter <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/insekten>)

Mundwerkzeuge

Auch die Mundwerkzeuge haben sich ausdifferenziert, je nachdem wie sich Insekten ernähren.



Zeigen die unterschiedlich ausgeprägten Mundwerkzeuge. (wie z. B. Bio@School 2, 2014 S. 81 oder unter <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/insekten>)

Anpassungstalente

Das Zauberwort in der Erfolgsgeschichte der Insekten heißt Anpassung. Ameisen in der Sahara haben eine Taktik entwickelt, extremer Wüstenhitze zu begegnen: Jeden Morgen krabbeln einige von ihnen vor den Bau und messen die Temperatur. Liegt die Temperatur bei 46 Grad Celsius, benachrichtigen sie die anderen und verlassen ihr Loch. So sind sie vor ihren Fressfeinden, den Echsen, geschützt, denen es zu heiß ist.

Die Kakerlake: in China ein Verkaufshit

Ganz anders in China. Dort haben Kakerlakenzüchter Hochkonjunktur. Die Insekten werden zu Millionen auf Farmen herangezogen. Ein Pfund kostet laut chinesischer Medien bis zu 1.200 Yuan, rund 140 Euro. Hauptabnehmer sind allerdings auch hier nicht Restaurants, sondern Pharmaunternehmen, die das traditionelle Medikament "Kangfuxin" aus einem Kakerlakenextrakt herstellen. Die Flüssigkeit soll die Immunabwehr stärken, Entzündungen hemmen und gegen chronische Magenbeschwerden helfen.

Kakerlaken-Strategie: alt sein!

Es ist kein Wunder, dass Kakerlaken so erfolgreich sind: Sie hatten lange genug Zeit, sich anzupassen. Die versteinerte Schabe auf diesem Bild ist 300 Millionen Jahre alt. Damit gehören Kakerlaken zu den echten Urgesteinen: Bestenfalls Silberfischchen und Libellen sind von den heute lebenden Tieren ähnlich alt. Alle anderen Ur-Zeitgenossen sind längst Geschichte, wie Saurier oder Mammuts.



Bild einer versteinerten Schabe unter: <https://www.br.de/themen/wissen/insekten-ameisen-tiere100.html> (elftes Bild unter der Überschrift „Klein, fies und unkaputtbar: Kakerlaken als Erfolgsrezept“).

Die fette Schabe

Macropanesthia rhinoceros ist dagegen eher das Dickerchen unter den Riesenschaben: Die Australische Rhinoceros-Kakerlake wird "nur" acht Zentimeter lang, wiegt aber bis zu 34 Gramm. Sie wird bis zu zehn Jahre alt - auch rekordverdächtig. Das schaffen unter den Sechsheinern sonst nur Ameisenköniginnen.



Bild einer versteinerten Schabe unter: <https://www.br.de/themen/wissen/insekten-ameisen-tiere100.html> (dreizehntes Bild unter der Überschrift „Klein, fies und unkaputtbar: Kakerlaken als Erfolgsrezept“).

Sonstiges

Es gibt aber auch Wasserkäfer, die bis zu neun Monate eingefroren im Eis überleben können - dank einer Art Frostschutzmittel in ihrer Körperflüssigkeit.



Zeigen Sie ein Bild von einem Wasserkäfer.

Nashornkäfer

Für die vielfältigen Herausforderungen in der Natur haben die Insekten im Laufe ihrer Geschichte diverse Lösungen entwickelt: Es gibt blutsaugende Schmetterlinge, eine Ameise kann ein Vielfaches des eigenen Körpergewichts schleppen und von einem Nashornkäfer ist bekannt, dass er das 800-fache des eigenen Körpergewichts wegträgt.



Quelle: <https://pixabay.com/de/tropischer-k%C3%A4fer-nashornk%C3%A4fer-197793/>

Insekten - Zahlen und Fakten

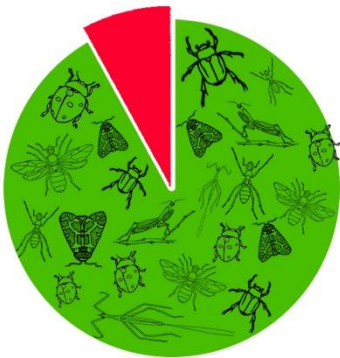
Arbeitsmaterial (Sekundarstufe)

www.umwelt-im-unterricht.de - Material zum Thema der Woche „Insekten in Gefahr“

Link: <https://www.umwelt-im-unterricht.de/medien/dateien/illustration-insekten-zahlen-und-fakten/>



Es gibt weltweit über **eine Million** Insektenarten, davon leben **30.000** auch in Deutschland.



90 Prozent aller bekannten Tierarten sind Insekten.

Über **85 Prozent** aller Pflanzen werden durch Tiere bestäubt, hauptsächlich durch Insekten.



Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 04/2016

Dieses Material steht unter der Creative Commons-Lizenz CC BY-SA 4.0. Bearbeitung und Vervielfältigung gestattet unter Verwendung derselben Lizenz. Umwelt im Unterricht muss als Urheber genannt werden.

Über **40 Prozent** der bestäubenden Insektenarten sind vom Aussterben bedroht. Bestäuber sind vor allem Bienen und Schmetterlinge.



Arbeiterinnen eines Bienenstocks können **2 bis 3 Millionen** Blüten pro Tag besuchen.



Ernten im Wert von mindestens **235 Milliarden** US-Dollar pro Jahr hängen von der Bestäubung durch Insekten ab.

Um **80 Prozent** ist die Zahl der Fluginsekten in Nordrhein-Westfalen in den vergangenen Jahren zurückgegangen. Auch in anderen Teilen Deutschlands war der Verlust dramatisch.



Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 04/2016: Dieses Material steht unter der Creative Commons-Lizenz CC BY-SA 4.0. Bearbeitung und Vervielfältigung gestattet unter Verwendung derselben Lizenz. Umwelt im Unterricht muss als Urheber genannt werden.

Bildlizenzen zu Insekten – Zahlen und Fakten: Weltkugel: Kevin Gill/flickr.com/CC BY-SA; Hand mit Erde: NRCS Soil Health/flickr.com/CC BY 2.0; Insekten: pixabay.com/Public domain; Biene auf Blüte: Aphaia/commons.wikimedia.org/CC BY-SA 3.0; Blütenmeer: pixabay.com/Public domain; Schmetterlinge: Wellcome images/commons.wikimedia.org/CC BY 4.0; Kirschen: montillon-a/flickr.com/CC BY 2.0

Ameisen

Quellen: <http://www.bio.vobs.at/Referate/r-ameisen.php>, <http://www.ahabc.de/leben/die-rote-waldameise-die-kleine-waldpolizei/> und Bio@School 2, 2014, S. 95

Drei Formen von Ameisen (Königin, Arbeiterin, Männchen)

- **Königin:** auf dem Hochzeitsflug begattet, wirft Flügel ab und beginnt mit Eiablage, Größe: 9-11 mm
- **Arbeiterinnen:** unfruchtbare Weibchen, sind verantwortlich für Nahrungssuche, Brutpflege, Nestbau und Verteidigung; Größe 5-8 mm
- **Männchen:** begatten Königin, während des Paarungsfluges haben sie Flügel, Größe: 9-11 mm

In einem Volk leben 200.000 bis 2 Millionen ArbeiterInnen.

Es gibt 12.000 Arten, 100 davon gibt es in Österreich

Ameisennest – bis zu 1 m hoch, gebaut aus Nadeln, Holzstücken, kleinen Pflanzenteilen – im Nest gibt es **Kammern** – es gibt Wohnkammern, Vorratskammern, Kammer für Aufzucht der Brut, Eingänge werden geschlossen (wenn es kalt ist oder regnet),

Ja nach Ameisenart kleine Staaten mit einer Königin bis zu großen Staaten mit bis zu 1.000 Königinnen im Winter fallen Ameisen in Winterstarre

Ameisen hinterlassen Duftspuren → Ameisenstraße

Im Hinterleib besitzen Ameisen **Ameisensäure**, spritzen diese in gebissene Wunden

Insekten tragen mit ca. 30 Prozent zur Ernährung eines Bienenvolkes bei. Ein mittelgroßes Volk mit ca. 2 m² Nestfläche vertilgt von Anfang April bis Oktober viele Millionen von Insekten. (Schutz vor Kahlfraß → am Tag fressen rote Waldameisen bis zu 100.000 Schadinsekten)

In der Umgebung von Ameisennestern sind wesentlich weniger Insekten als in der weiteren Umgebung zu finden. Die Waldameise hilft somit in Zeiten hohen Schädlingsbefalls diesen einzudämmern. Damit wird sie ihren Ruf als kleine Waldpolizei gerecht. Erlegte Insekten werden zum Nest getragen. Dabei kann das **Gewicht der Beute um ein Vielfaches größer sein** als das der Ameise.

Eine weitere wichtige Rolle bei der Kommunikation spielen die Fühler. Wenn sich zwei Ameisen begegnen, kommt es zum gegenseitigen Betasten mit den Fühlern. Bei diesem sogenannten **Bettrillern** werden dann die Informationen ausgetauscht.

Die Waldameisen ernähren sich zu 62 % von **Honigtau**, 33 % von Insekten, 4 % von Baumsäften und zu 1 % von Tierleichen, Pilzen und Pflanzensamen.

Ameisen tragen dazu bei Pflanzensamen zu verteilen und Pflanzen zu verbreiten.

Blattläuse verarbeiten nur einen geringen Teil der Säfte, die sie aus den Pflanzen saugen. Vor allem die Kohlenhydrate werden ungenutzt wieder ausgeschieden. Ameisen nehmen die ausgeschiedenen Tröpfchen auf. Oft findet auch gezielt ein **melken** statt. Dabei trommelt die Ameise sanft auf den Hinterleib der Laus, diese hebt das Hinterteil und scheidet den Honigtau aus. → leben in Symbiose Die Läuse auf den Belaufbäumen in der näheren Umgebung des Nestes werden regelmäßig gemolken. Läuse und Ameisen stehen dabei in einer sich gegenseitig von Vorteil bringenden Beziehung. Die Ameisen halten den Läusen die Feinde fern und erhalten dafür den Honigtau. Neben dem Schutz profitiert die Blattlaus von der Ameise darin, dass die klebrigen Ausscheidungen sich nicht anhäufen. Pilze und Bakterien können sich nicht in den übermäßigen Ablagerungen der

Ausscheidungen ansiedeln.

Die Nahrung wird im Kropf der Ameise gespeichert zum Nest getragen. Sozialmagen – Großteil der Nahrung wird wieder hochgewürgt und mit anderen geteilt



Zeigen Sie ein Bilder z. B. von den drei Formen von Ameisen, dem Aufbau von Ameisenhöhlen, das Betrillern (https://www.rnz.de/ratgeber/haus-garten_artikel,-Haus-Garten-Was-Ameisen-aus-der-Wohnung-vertreibt-_arid,103539.html), Sammeln von Honigtau (<https://www.hauenstein-rafz.ch/de/pflanzenwelt/sammelsurium/Honigtau-Was-ist-das.php>), Verteidigung (Abspritzen von Säure, wie z. B. <https://m.harunyahya.de/tr/books/2992/Das-Wunder-der-Ameise/chapter/1614/Ameisenarten>), Ameisen tragen (https://www.planet-wissen.de/natur/insekten_und_spinnentiere/ameisen/index.html), etc.

Schmetterlinge

Quelle: <https://naturschutzbund.at/schmetterlinge-bedrohte-bunte-vielfalt.html>

Schmetterlinge bilden mit etwa 160.000 beschriebenen Arten die zweitreichste Insektenordnung der Welt. In Österreich gibt es etwa 4.000 verschiedene Schmetterlingsarten, davon sind nur 215 Tagfalter. Bei den Schmetterlingen gibt es 2 Gruppen, die Tag- und die Nachtfalter.

Tagfalter, wie z.B. Tagpfauenauge, Kaisermantel, Zitronenfalter, Schwalbenschwanz oder Kleiner Fuchs, fliegen ausschließlich am Tag und schlagen in Ruheposition meistens die Flügel über dem Rücken zusammen, sodass die Flügelunterseite zu sehen ist. Sie besitzen schmale Fühler, die am Ende keulenförmig verdickt sind.

Nachtfalter, zu denen Eulenfalter, Spanner und Schwärmer (z.B. das Taubenschwänzchen) gehören, fliegen nicht nur in der Nacht, es gibt etliche, die auch tagsüber fliegen. Ihre Fühler sind fadenförmig, gezahnt oder gefiedert, verjüngen sich zum Ende hin und gleichen niemals denen der Tagfalter. Der Körper der Nachtfalter ist meist dicker und unauffälliger gefärbt als der der Tagfalter. In Ruheposition werden die Flügel oft dachförmig über dem Körper zusammengelegt oder neben dem Körper ausgebreitet. Die Hinterflügel sind unter den Vorderflügeln versteckt und oftmals ganz anders gefärbt. Allerdings gibt es natürlich auch wieder Ausnahmen!



Zeigen Sie ein Bilder z. B. von Fühlern eines Tag- und eines Nachfalters, verschiedenen Schmetterlingsarten, etc.

Honigbienen

Quelle: <http://www.bee-careful.com/de/initiative/unterschied-zwischen-honigbienen-und-wildbienen/>

Weltweit gibt es neun Arten von Honigbienen. In unseren Breiten ist die Honigbienenart *Apis mellifera* (die westliche Honigbiene) heimisch. Honigbienen unterscheiden sich wesentlich von Wildbienen, vor allem darin, dass Honigbienen in einem Volk in einem Bienenstock leben, während Wildbienen vorwiegend als Einzelgänger in der Natur nisten. Die westliche Honigbiene ist braun-schwarz und nicht, wie oft in Kinderfilmen zu sehen, schwarz-gelb. Ihr Brustteil ist behaart und der Hinterleib weist helle und dunkle Streifen auf. Dies macht sie klar unterscheidbar zur Wespe, deren Hinterleib eine schwarz-gelbe Färbung hat und sich durch die typische „Wespentaille“ auszeichnet. Die Honigbiene hingegen ist deutlich massiger.

Honigbienen haben einen faszinierenden Körper, der so einiges kann: Mit ihren Hinterbeinen sammeln sie Pollen und mit ihren Flügeln können sie nicht nur durchschnittlich 24 km/h schnell fliegen, sondern sogar Wärme erzeugen oder den Bienenstock kühlen. Ihre Facettenaugen ermöglichen es ihnen, ultraviolettes Licht zu sehen. Dafür sind sie rotblind und nehmen die Farbe Rot als Schwarz wahr.

Die Honigbiene hat einen Aktionsradius von bis zu 7 Kilometern. Blütenstaub und Nektar dienen der Honigbiene als Nahrung. Dabei wird der Nektar zu Honig verarbeitet und dient als Vorrat für den Winter. Die allein lebende Wildbiene stellt dagegen keinen Honig her. Sie verbraucht den Nektar direkt.

Wie leben Honigbienen?

Honigbienen sind staatenbildend, leben also nicht alleine, sondern in einem Bienenstaat. Ein Volk umfasst zur Hochsaison im Frühsommer bis zu 50.000 Bienen und besteht aus einer Königin, Arbeiterinnen und Drohnen. Während die Arbeiterinnen fleißig putzen, Wache halten und sammeln, besteht die einzige Lebensaufgabe der Drohnen darin, eine Königin zu befruchten. Zusammen bilden sie den Superorganismus „Bienen“, dessen einziges Ziel es ist, das Überleben des Volkes und seiner Nachkommen zu sichern.

Arbeitsbienen, mit Ausnahme der Winterbienen, leben durchschnittlich ca. 35 Tage. Das Bienenjahr besteht aus vier verschiedenen Phasen, die eng mit unseren vier Jahreszeiten verbunden sind.

Der Lebenszyklus der Honigbienen ist besonders für den Imker wichtig, da er sich dem Leben der Bienen anpassen muss. Im Sommer zum Beispiel schwärmen Bienen aus, im Winter hingegen bleiben sie im Stock.

Wie entsteht Honig?

Honigbienen sind für uns in vielerlei Hinsicht unabdingbar, unter anderem weil sie leckeren Honig erzeugen. Dazu sammeln die Arbeiterinnen den Nektar von Blütenpflanzen oder den Honigtau von Nadelbäumen und speichern diesen in ihrer Honigblase. Zurück im Bienenstock lagern sie die Ernte in Waben ein, die im Anschluss von den Stockbienen weiterverarbeitet wird. Die Bienen sind dabei so fleißig, dass ein Imker bis zu vier Mal im Jahr Honig ernten kann.

Wie unterscheiden sich Honigsorten voneinander?

Allgemein wird zwischen Blütenhonig und Honigtauhonig unterschieden. Blütenhonig wird aus dem Blütennektar von Pflanzen gewonnen. Honigtauhonig wird aus Honigtau gewonnen, den Blatt- und Schildläuse ausscheiden. Die Bienen sammeln diesen von den Blättern und Zweigen der Bäume auf. In Deutschland dürfen dem Honig keine honigfremden Stoffe zugesetzt und keine honigeigenen Stoffe entzogen werden. Dies wird von dem Deutschen Imkerbund e.V. streng kontrolliert. Nur besonders

schonend behandelter Honig trägt das Gütezeichen „Echter Deutscher Honig“. Unter den verschiedenen Honigsorten gibt es eine große Vielfalt wie Akazienhonig, Rapshonig und Tannenhonig – die man am besten einfach alle einmal durchkostet, um herauszufinden, welche den individuellen Geschmack treffen.

Warum sterben Bienen?

Für das Bienensterben sind mehrere Faktoren ursächlich, die oft gemeinsam die Ursachen eines Bienensterbens darstellen. Zum einen finden Honigbienen nicht mehr genug vielseitige Nahrung. In der Landwirtschaft werden immer häufiger Monokulturen angebaut, die nur kurze Zeit blühen. Auch eingesetzte Pestizide bedrohen das Leben der Biene. Es sind aber auch natürliche Feinde der Bienen, die ihnen das Leben schwer machen. Neben Parasiten wie dem Kleinen Beutenkäfer oder dem Bienenwolf und der Bienenlaus ist der größte tierische Feind der Biene die Varroamilbe. Diese aus Asien eingeschleppten Milben befallen die Brut und die Brutzellen und schleppen Viren und Bakterien ein. Wird der Parasit nicht richtig bekämpft, kann dies das Ende für ein ganzes Bienenvolk bedeuten. Zuletzt ist es auch der Klimawandel, der unseren Bienen zu schaffen macht, weil er ihren natürlichen Lebenszyklus ins Wanken bringt.



Zeigen Sie Bilder von z. B. einer Honigbiene, einem Bienenstock, der Königin, einer Honigwabe, dem Schwänzeltanz, der Ausrüstung eines Imkers, etc.

Wildbienen

Quelle: <http://www.bee-careful.com/de/initiative/unterschied-zwischen-honigbienen-und-wildbienen/>

In Europa gibt es mehr als 2.500 Wildbienenarten. Wildbienen leben, anders als die Honigbienen, überwiegend als Einsiedler. Dabei stellen die verschiedenen Wildbienenarten unterschiedliche Ansprüche an ihre Nistplätze. Fast 50 % der Wildbienenarten nisten unter der Erde. Oftmals werden von anderen Insekten gebaute Gänge als Bruthöhle genutzt. Weitere Nistplätze bieten morsches Holz, Pflanzenstängel oder sogar leere Schneckenhäuser, die zu Brutkammern umfunktioniert werden. Durch die Art und Weise, wie die Wildbiene das Nest verschließt, um es vor Regen und Fressfeinden zu schützen, lässt sich bestimmen, um welche Bienenart es sich handelt.

Solitär lebende Wildbienen entfernen sich bei ihrer Futtersuche nur 70 bis 500 Meter von ihrem Nest und nisten daher an Orten, die sowohl Nistmaterial als auch die richtige Nahrungsquelle bieten.

Wie kann ich Wildbienen schützen?

Viele Wildbienenarten stehen auf der roten Liste und bedürfen, ebenso wie die Honigbiene, des Schutzes durch den Menschen. Schutzmaßnahmen dürfen daher nicht einseitig auf die Honigbiene ausgerichtet sein, da der Wildbienenchutz auch immer einen positiven Effekt auf die Honigbienen hat, es jedoch keinen zwangsläufigen umgekehrten Effekt gibt.

Wer den Wildbienen helfen möchte, kann im eigenen Garten ganz leicht zusätzliche Nistplätze schaffen. Nötig ist hierzu lediglich ein größeres Stück Holz, welches mit Bohrlöchern versehen wird. Wichtig ist, unbehandeltes Holz zu wählen und dieses an einem regen- und windgeschützten Ort zu platzieren. Besonders geeignet sind „wilde Ecken“ des Gartens, in denen das Gras etwas höher wachsen darf. Auch sogenannte Bienenhotels bieten den Wildbienen ein Quartier.



Zeigen Sie Bilder z. B. von Nistplatz, Wildbiene, etc.

Marienkäfer

Quellen: <https://www.umweltberatung.at/invasion-der-marienkaefer>, http://www.medienwerkstatt-online.de/lws_wissen/vorlagen/showcard.php?id=12330, <https://www.gruenteam-versand.de/marienkaefer-larve-adalia>

Wegen seiner vielfältigen Färbung wird der Asiatische Marienkäfer auch als Vielfarbiger oder Harlekin-Marienkäfer bezeichnet. Die Farbe der Deckflügel kann zwischen hellgelb und dunkelrot mit 0 bis 21 schwarzen Flecken variieren. Das weiße bis hellgelbliche Halsschild trägt in der Mitte ein schwarzes W. Es gibt aber auch andere Farbvarianten oder ganz schwarze Käfer ohne Punkte. Einige können mit dem heimischen Siebenpunkt-Marienkäfer verwechselt werden. Dieser hat aber immer 7 Punkte auf rotem Grund.

Pro Tag kann der Asiatische Marienkäfer fünfmal so viele Blattläuse wie der heimische Marienkäfer fressen. Damit tritt er in eine direkte Nahrungskonkurrenz mit den heimischen Marienkäferarten. Außerdem frisst er andere nützliche Insekten, wie z.B. Schwebfliegen und Florfliegenlarven. Manchmal ernährt er sich auch von weichen Früchten.

Die Larven leben auf Pflanzen und ernähren sich dort vor allem von Blattläusen; sie fressen aber auch Mehltau- oder Schimmelpilze. Während ihres Wachstums häuten sich die Marienkäfer-Larven dreimal und verwandeln sich dann in eine Puppe.

Marienkäfer suchen Blattlauskolonien auf und legen dort über einen Zeitraum von 2-3 Wochen ihre ovalen, gelben Eier als "Eipakete" ab. Nach etwa einer Woche schlüpfen daraus die Larven. Diese beginnen sofort mit der Suche nach Blattläusen. Die Larven sind blind und erkennen die Blattläuse durch ihren Tastsinn. Steht die nächste Häutung bevor, klammern sich die Larven fest und verharren bewegungslos für einige Stunden oder einen ganzen Tag. In einem Zeitraum von zwei Wochen werden drei Häutungen durchlaufen, dann verpuppt sich die Larve. Nach 6 - 8 Tagen schlüpft der erwachsene Marienkäfer. Zunächst sind seine Hinterflügel noch gelb und ohne Punkte. An einem geschützten Ort lässt er sich trocknen. Nach einigen Stunden erscheinen auf den Flügeln dann die schwarzen bzw. roten Punkte. In diesem Stadium überleben in der Natur nur etwa 20% der Tiere. Zur Überwinterung suchen die erwachsenen Käfer Verstecke, wie z.B. unter Rinden oder in Nischen von Fassaden auf.

Marienkäferlarven



Quelle: © Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Marienkäferlarve und Puppe



Quelle: © Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Marienkäferlarve und Puppe



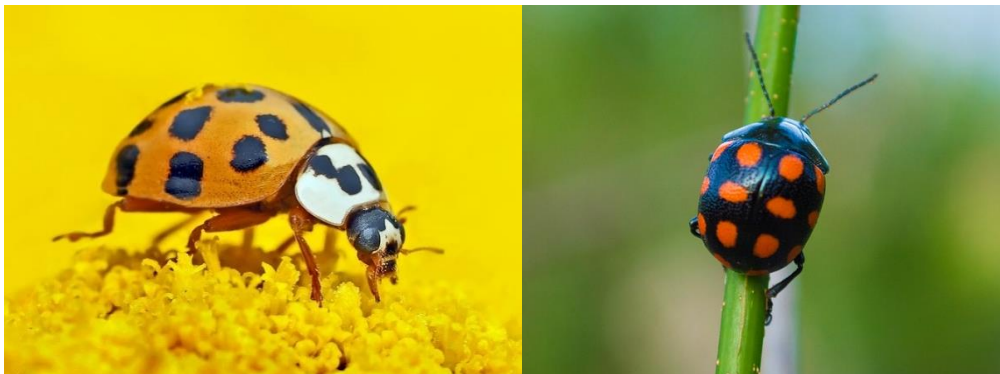
Quelle: <https://pixabay.com/de/marienk%C3%A4fer-larve-harmonia-756840/>

Marienkäfer – Siebenpunkt Marienkäfer



Quelle: <https://pixabay.com/de/marienk%C3%A4fer-fehler-insekten-paar-1593406/>

Asiatischer Marienkäfer



Quelle: <https://pixabay.com/de/marienk%C3%A4fer-asiatischer-marienk%C3%A4fer-3442106/>,
<https://pixabay.com/de/marienk%C3%A4fer-asiatischer-marienk%C3%A4fer-1503818/>,
<https://pixabay.com/de/marienenk%C3%A4fer-harmonia-axyridis-1324398/>,
<https://pixabay.com/de/marienk%C3%A4fer-schwarz-orange-2699168/>

Florfliegen

Quellen: <https://www.mein-schoener-garten.de/gartenpraxis/pflanzenschutz/blattlaeuse-mit-florfliegen-bekaempfen-3831>, <http://www.gartenboxx.at/Florfliege.html>, <http://www.chili-balkon.de/>, https://de.wikipedia.org/wiki/Gemeine_Florfliege, https://www.garten-haus.at/aktuelles/2017/01/florfliegen_als_gaesteinderwohnung.html

Die Larven der Florfliegen fressen bis zur Verpuppung ausschließlich Blattläuse. Jede Larve vertilgt in diesem Zeitraum mehrere hundert Läuse, was ihnen auch den Spitznamen „Blattlauslöwen“ eingebracht hat. Florfliegen paaren sich im Frühling nach der Überwinterung. Damit die zukünftige Generation gute Startbedingungen hat, legen die Tiere ihre Eier an Stielen und Blättern in unmittelbarer Nähe einer Blattlauskolonie ab. Die frisch geschlüpften Larven sind äußerst agil und machen sich sofort daran, die Pflanzenschädlinge zu dezimieren. Die Blattläuse werden von den Larven nicht komplett gefressen, sondern ausgesaugt. Die leeren Hüllen bleiben auf der Pflanze zurück (oder werden auf die Borsten gesteckt, als Tarnung).

Ein Weibchen legt bis zu 800 Eier ab. Das erwachsene Tier wird ca. 1,2 bis 2 cm groß, besitzt große, goldene Augen und ist blassgrün mit netzartig gemusterten Flügeln. Es ernährt sich von Blütennektar, Honigtau und Pollen. Die ovalen Eier sind an einem langen Eistiel befestigt. Die Larven werden 1 bis 8 mm groß und sind graubraun gefärbt; sie ähneln einem winzigen Krokodil (oder Löwen) mit großen Zangen.

Dabei laufen sie ohne Ziel umher und schwenken ihren Kopf hin und her, bis die Kiefer ein Beutetier berühren. Dieser Berührungssreiz ist der Auslöser für das Zupacken. Die Beute wird sofort hochgehoben und durch einen Kanal innerhalb der Maxille wird ein Verdauungsekret injiziert, das eine Blattlaus innerhalb von 90 Sekunden innerlich auflösen kann. Dadurch kann die Larve das Beutetier aussaugen (extraintestinale Verdauung). Die Larven sind je nach Umweltbedingungen nach 8 bis 22 Tagen ausgewachsen. Die mitteleuropäischen Arten überwintern in einem doppelwandigen Kokon als Präpuppe, lediglich die Gemeine Florfliege überwintert als Imago (erwachsenes Insekt).

Die 1 bis 1,5 cm langen Florfliegen (Chrysopidae) haben vier durchsichtige, hellgrüne netzartige Flügel, die sie in Ruhestellung dachförmig über den Körper legen. Im Herbst nehmen sie eine bräunliche Farbe an. Ihr Flug wirkt recht flatterig. Die gold-grünen, runden großen Augen sind auffällig hervorstehend. Deshalb werden die Tiere auch als Goldfliegen oder Goldaugen bezeichnet. Vom Frühling bis zum Herbst finden wir sie im Freien. Die erwachsenen Tiere der Gemeinen Florfliege leben im Gegensatz zu anderen Arten weniger räuberisch, sondern mehr von Nektar, Honigtau oder Pollen zahlreicher Pflanzen.

Florfliege



Quelle: <https://pixabay.com/de/florfliege-insekt-fliege-gr%C3%BCn-1744767/>



Zeigen Sie Bilder von z. B. von Florfliegenlarve (<http://www.chilibalkon.de/viecher/bilder/florfliegenlarve.jpg>), Florfliegenlarve mit Panzer aus getrockneten Häuten (http://www.chilibalkon.de/viecher/bilder/blattlausloewe_5978.jpg), Greifwerkzeuge der Larve, adulte Florfliege, etc.

Blattläuse

Quellen: <https://www.umweltberatung.at/blattlaus>, <https://de.wikipedia.org/wiki/Blattl%C3%A4use>, <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/blattlaeuse/9218>

Blattläuse sind kleine Insekten von wenigen Millimetern Größe, einige Arten erreichen eine Körperlänge von bis zu 7 Millimetern. Als Pflanzensauger sind die Tiere mit einem Stechrüssel ausgestattet. Bei den meisten Arten überwiegen ungeflügelte Formen, es kommen aber im [Generationswechsel](#) auch geflügelte Formen vor, die dann vor allem der Verbreitung und dem [Wirtswechsel](#) dienen.

Bei der Fortpflanzung durchlaufen die Blattläuse einen [Generationswechsel](#) ([Heterogonie](#)) in Form eines Wechsels zwischen [Parthenogenese](#) und zweigeschlechtlicher Vermehrung (meist vor Beginn der kalten Jahreszeit) mit verschiedenen Gestaltformen, die sich nicht nur in der Morphologie, sondern auch in der Lebensweise unterscheiden. Diese [Morphen](#) pflanzen sich außer der letzten parthenogenetisch fort. Viele Arten oder ganze Familien führen einen [Wirtswechsel](#) zwischen den Futterpflanzen durch.

Meist treten an jungen Blättern und Trieben Kräuselung oder Einrollen der Blätter auf. Später treten Wachstumsstörungen auf. Bei starkem Befall können die betroffenen Teile oder ganze Pflanzen absterben. Auf den Honigtauausscheidungen der Blattläuse können sich schwarze Rußtaupilze ansiedeln.

Es gibt verschiedene Blattlausarten, die zum Teil auch nur auf bestimmten Pflanzen auftreten, z.B. schwarze Bohnenlaus, grüne Pfirsichblattlaus. Der Schaden an den Pflanzen entsteht durch die Saugtätigkeit der Läuse. Im Freien überwintern Blattläuse meist als Ei. Die im Frühling schlüpfenden Blattläuse und ihre Nachkommen sind den ganzen Sommer über in der Lage, sich ohne weitere Befruchtung weiter zu vermehren. Sie sind lebendgebärend. Gegen Ende der Vegetationsperiode bilden sich wieder Geschlechtstiere, welche Eier zur Überwinterung ablegen.

Ausgewogen ernährte und gesunde Pflanzen ertragen auch einen stärkeren Blattlausbefall, ohne beachtlich geschädigt zu werden. Voraussetzung für eine gesunde Pflanze ist die richtige Standortwahl, gute Bodenpflege, ausgewogene Ernährung (weder Unter-, noch Überdüngung). Natürliche Feinde schonen und fördern: Marienkäfer, Florfliege, Schwebfliege, Schlupfwespe, Raubwanze, Ohrwurm, Vögel, Fledermäuse, Hornissen, Wespen

Häufig finden sich röhrenförmige Körperanhänge (Rückenröhren, Siphones, Siphunculi; [Sipho](#)) an den hinteren Segmenten. Hier wird bei Beunruhigung eine Körperflüssigkeit abgeschieden, die viele Fettzellen enthält. Bei deren Zerfall werden verschiedene Stoffe frei, die einerseits bei Angreifern zum Verkleben von Mundteilen und Sinnesorganen führen, andererseits als Alarmpheromone ([Alarmstoffe](#)) die Artgenossen zur Flucht veranlassen (Fallenlassen) und/oder die sie betreuenden [Ameisen](#) alarmieren und zur Verteidigung animieren. Oftmals gehen verschiedene andere Insekten wie Ameisen oder Honigbienen eine Symbiose mit Blattläusen ein. Diese ziehen Nutzen aus dem zuckerhaltigen Kot (Honigtau) der Blattläuse, Bsp. Honigtauhonig. Manche Ameisen beschützen die Blattläuse und kümmern sich um sie, indem sie sie füttern.

Blattlaus



Quelle: <https://pixabay.com/de/blattl%C3%A4use-aphis-fabae-insekten-756838/>



Zeigen Sie ein Bilder z. B. vom Blattlaus-Generationenwechsel, Blattläusen in verschiedenen Entwicklungsstadien, etc.

Wollläuse

Quelle: <https://www.mein-schoener-garten.de/wollaeuse-6806>

Bei Wollläusen, auch Schmierläuse oder Wurzelläuse genannt, handelt es sich um eine **Unterfamilie der Schildläuse**, zu der etwa 1.000 Arten gehören. Die Tierchen können zwischen einem und zwölf Millimeter groß werden und kommen weltweit vor. Wollläuse scheiden eine wachsartige Substanz aus, welche die Schädlinge als kleine, weiße Wattebausche umhüllt.

Da Schmierläuse in der Lage sind, sich eingeschlechtlich zu vermehren, kommen weibliche Arten öfters vor als männliche. In geeigneter Umgebung können die Weibchen etwa alle zwei Monate bis zu 600 Eier legen. Die Gelege der Wollläuse befinden sich an den Blättern, im Substrat sowie in Blattachseln oder Hüllblättern, weshalb ein Befall oftmals zunächst übersehen wird. Zusätzlich sind die Wollläuse durch die wachsartige Ummantelung gegen chemische und physikalische Einflüsse gut geschützt. Nach circa zehn Tagen schlüpfen die ersten Larven und breiten sich sehr schnell aus.

Gleichzeitig scheiden Wollläuse mit ihrem Speichel Gifte ab, wodurch Vitalität und Wachstumsprozesse der betroffenen Pflanze beeinträchtigt werden. Als Abfallprodukt sondern Wollläuse Honigtau ab.

Wollläuse, welche vorwiegend an den Wurzeln der betroffenen Pflanzen vorkommen, nennt man auch Wurzelläuse. Sie leben immer unterirdisch und werden daher erst recht spät entdeckt. Einen Befall an Topfpflanzen erkennt man hier beispielsweise beim Umtopfen an den typisch weißen Schmierspuren auf den Topfinnerwänden.

Wollläuse



Quelle: © Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.



Zeigen Sie ein Bilder z. B. von Wollläusen

Thripse

Quellen: <https://www.mein-schoener-garten.de/thripse-13881>, <https://www.nuetzlinge.de/produkte/unterglas/schaedlinge/thrips/>

Thripse (Thysanoptera) gehören zu einer Ordnung der Insekten, die weltweit circa 5.500 Arten umfasst. Sie ernähren sich vom Zellsaft der Pflanzen und durchbohren mit ihren ausgeprägten Mundwerkzeugen dabei die Oberfläche der Blätter. Die Insekten, die auch Fransenflügler genannt werden, sind in der Lage, die lappenartigen Endglieder ihrer Füße aufzublasen, um einen besseren Halt auf der glatten Blattoberfläche zu haben. Da die dunkelbraunen, ein bis drei Millimeter großen Tierchen mit bloßem Auge kaum erkennbar sind, wird ein Befall meistens erst recht spät festgestellt.

Erst in größeren Ansammlungen können Sie die teils geflügelten Schädlinge und ihre weißen bis hellgrünen Larven auf der Unterseite der Blätter ausmachen. Dann sind ihre Spuren bereits deutlich sichtbar: Durch die Blattverletzungen gelangt Luft in das Innere der Pflanzenzellen. Befallene Stellen fangen an, silbrig weiß zu schimmern.

Erwachsene Thrips sind ca. 1-2 mm lang, haben an den Enden gefranste Flügelpaare (Franzenflügler)



Zeigen Sie ein Bilder z. B. von Thripsen
(<https://www.plantura.garden/gartentipps/pflanzenschutz/thripse-schadbild-erkennen-und-biologisch-bekaempfen>), etc.

Kreislauf-Kärtchen

www.umwelt-im-unterricht.de – Material zum Thema der Woche „Insekten in Gefahr“

Quelle: <https://www.umwelt-im-unterricht.de/medien/dateien/was-insekten-im-oekosystem-leisten/>

Was Insekten im Ökosystem leisten

Insekten sind zwar klein und gelten für die meisten Menschen eher als lästig, doch ihre Bedeutung ist groß. Ihre Vielfalt, Formen und Farben sind im Tierreich einzigartig. Ohne Insekten würde kaum ein Ökosystem funktionieren. Sie bestäuben Blüten und helfen Pflanzen bei der Vermehrung, erhalten Nährstoffkreisläufe und erneuern Böden. Nicht zuletzt dienen sie als Nahrung für andere Tiere. Doch viele Arten sind bedroht, und die Zahl der Insekten sinkt – teilweise dramatisch.

Aufgaben:

- Lies die folgenden 27 Aussagen zur Bedeutung von Insekten in Ökosystemen.
- Kennzeichne folgende Arten von Aussagen mit verschiedenen Farben: Aussagen zu ...
 - 1) Nahrungsbeziehungen
 - 2) Funktionen von Insekten für das Ökosystem
 - 3) Nutzen für den Menschen oder Einflüsse des Menschen
- Kennzeichne Aussagen, die aufeinander aufbauen.
- Entwickle ein System, mit dem du die Aussagen und die beschriebenen Wechselbeziehungen zu einem anschaulichen Gesamtbild zusammenfügen kannst. Du kannst zum Beispiel die Aussagen ausschneiden, auf einem Poster anordnen und mit Pfeilen verbinden.
- Stell dir vor, die Insekten würden von der Erde verschwinden. Entwickle ein Zukunftsszenario, in dem du beschreibst, wie sich das auf die Ökosysteme auswirkt. (in Stichworten)

Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 04/2016: Dieses Material steht unter der Creative Commons-Lizenz CC BY-SA 4.0. Bearbeitung und Vervielfältigung gestattet unter Verwendung derselben Lizenz. Umwelt im Unterricht muss als Urheber genannt werden.

Bienen, Hummeln, Schmetterlinge und andere Insekten fliegen von Blüte zu Blüte, um Nektar zu sammeln. Dabei bleibt Blütenstaub am Körper des Insekts hängen. Es trägt den Staub weiter und bestäubt damit die nächste Blüte.

Spechte, Schwalben, Mauersegler, Meisen und Spatzen sind typische insektenfressende Vögel. Fütternde Mauersegler-Brutpaare sammeln für ihre Kleintiere pro Tag über 20.000 Insekten.

Viele kleinere Wirbeltiere ernähren sich ganz oder teilweise von Insekten und deren Larven. Dazu gehören unter anderem Mäuse, Igel, Eidechsen oder Frösche.

Die Nahrung von Süßwasser-Speisefischen wie Forelle oder Lachs besteht bis zu 90 Prozent aus Insekten und Insektenlarven, zum Beispiel Mücken- und Moskitolarven.

Spinnen fangen mit ihren Netzen vor allem Fluginsekten wie Fliegen, Mücken oder Bienen.

Spinnen werden unter anderem von Vögeln, Katzen und Reptilien gefressen.

Marienkäfer fressen am Tag bis zu 50 Blattläuse.

Marienkäfer stehen auf dem Speiseplan vieler Tiere, zum Beispiel von Vögeln, Fröschen und Libellen.

Frösche werden unter anderem von Ringelnattern, Kreuzottern, Graureihern oder Weißstörchen gefressen.

Füchse ernähren sich von kleineren Wirbeltieren, unter anderem von Mäusen und Vögeln.

Einige Vogelarten ernähren sich von Fischen, zum Beispiel Fischreiher oder Eisvögel.

Dachse fressen Insekten, aber auch kleine Säugetiere wie Wühlmäuse.

Marder sind vorrangig Fleischfresser. Auf ihrem Speiseplan stehen zum Beispiel Vögel und deren Eier.

Wiesel und Katzen gehen besonders gerne auf Mäusejagd.

Greifvögel fressen kleinere Vögel, kleine Säugetiere wie Mäuse sowie Reptilien wie zum Beispiel Eidechsen.

Manche Insekten fressen landwirtschaftliche Ernten auf, beschädigen Pflanzen oder übertragen Krankheiten. Blattläuse saugen zum Beispiel Saft aus Pflanzen und schädigen sie dadurch.

Obstpflanzen wie Äpfel, Kirschen, Zitrusfrüchte, Feigen, Birnen und Zwetschken, Mandeln, Brombeeren, Preiselbeeren, Melonen, Himbeeren oder Erdbeeren tragen nur Früchte, wenn sie von Insekten wie Bienen, Hummeln oder Schmetterlingen bestäubt wurden.

Gemüsepflanzen wie Spargel, Bohnen, Kohl, Karotte, Gurken, Melanzani, Salat, Paprika, Kürbis oder Tomaten werden von Insekten bestäubt.

Viele Waldbaumarten wie Ahorn, Rosskastanie, Kirsche, Weide oder Linde vermehren sich durch die Bestäubung von Insekten wie Bienen, Wespen, Fliegen, Käfern und Schmetterlingen.

Waldameisen verteilen die Samen von rund 150 Pflanzenarten.

Viele Insekten leben im Boden, zum Beispiel Ameisen und Käfer. Ihre Bewegung und Transporttätigkeit halten den Boden fruchtbar. Ameisen lockern zum Beispiel den Boden mit ihren Gangsystemen auf. Dies fördert die Wurzelbildung der Pflanzen. Durch die bessere Belüftung des Bodens können Pflanzenreste besser in Humus umgewandelt werden.

Insekten halten die Natur sauber: Einige Insektenarten wie Mistkäfer oder Schmeißfliegen fressen den Kot oder die Kadaver von größeren Tieren.

Eine einzige Kuh kann pro Tag ein Dutzend Kuhfladen produzieren, das entspricht rund 4800 Kilogramm Dung pro Kuh und Jahr.

Frisch abgestorbenes Holz wird zuerst von einer Vielzahl von spezialisierten Insekten besiedelt. Dazu gehören zum Beispiel die Borkenkäfer. Sie bohren Löcher in die Rinde und ins Holz. So machen sie das Holz für weitere holz- und rindenfressende Insekten und für Pilze zugänglich.

Die Arbeiterinnen eines Bienenstocks können zwei bis drei Millionen Blüten pro Tag besuchen. Ein Bienenvolk produziert zwischen 20 und 30 Kilogramm Honig pro Jahr.

Über 50 Insektenarten werden in der Landwirtschaft für die Schädlingsbekämpfung gezüchtet und eingesetzt.

Futterpflanzen für Masttiere wie Rinder und Schafe sind von der Bestäubung durch Insekten abhängig.

Fragen

Was bedroht Insekten?
Was wäre ohne Insekten?
Was ist notwendig, damit einzelne Arten überleben können?
Wie wirken sich warme und milde Winter auf die Insekten aus? Welche Auswirkungen hat das?
Wie wirken sich Pestizide und Herbizide auf die Insekten aus? Welche Auswirkungen hat das?

Informationsblatt eigene Handlungsmöglichkeiten

Quellen: <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/insekten-und-ihre-rolle-im-oekosystem/> und <https://www.ikz-online.de/staedte/iserlohn/bienen-moegen-keine-sterilen-blumen-id213860991.html>

Input – Insekten sind wichtig, weil:

- Bestäubung – Vermehrung von Pflanzen, wichtige Rolle als Bestäuber zur Versorgung der Menschen mit Nahrung
 - Ohne Insekten ca. 90 % Ernteausfall
 - 89 % aller Bäume und Sträucher werden von Insekten bestäubt (Ahorn, Weißdorn, Rosskastanie, Weide, Vogelbeere und Linde
 - Ameisen sammeln und verteilen Samen
- Viele Arten werden als lästig wahrgenommen (Parasiten, räuberisch, Ernteauffälle (Kartoffelkäfer, Heuschrecken, ...), einige übertragen Krankheiten (Malaria, Denguefieber, ...)
- Mehrheit der Wild- und Nutzpflanzen hängt – mindestens teilweise – von der Bestäubung durch Tiere ab - Bestäuber suchen Blütenpflanzen vor allem deshalb auf, weil ihnen Pollen und Nektar als Nahrung dienen
- 87,5 Prozent der Blütenpflanzen von der Bestäubung durch Tiere abhängen
- Nahrung für Vögel und andere Säugetiere (Spechte, Meisen oder Spatzen, aber auch Mäuse, Frösche und Eidechsen) – Vögel regulieren und helfen das massenhafte Auftreten von Schädlingen gering zu halten
 - Spinnen: Alle Spinnen auf der Welt fressen im Jahr 400 – 800 Millionen Tonnen Insekten <https://www.welt.de/wissenschaft/article162860624/Spinnen-fressen-mehr-Insekten-als-Menschen-Fleisch.html>
- Insekten regulieren Energie- und Nährstoffflüsse
 - Viele Arten fressen Blätter und Nadeln. Das Pflanzenmaterial wird verdaut, der Kot gelangt auf den Boden und wird von Mikroorganismen weiterverarbeitet. Dadurch werden die Nährstoffe wieder verfügbar gemacht
 - Abbau von totem Holz - Sie zerkleinern Rinde und Holz und erleichtern so den Abbau durch Mikroorganismen. Zum Teil besiedeln Insekten auch geschwächte Bäume und können sie zum Absterben bringen. Insgesamt fördern sie damit den Gesundheitszustand des Waldes
 - Kot und Kadaver anderer Waldtiere

Warum sind sie so bedroht?

- Keine eindeutige Ursache für das Insektensterben
- Pestizide – Neonikotinoiden, seit 1990 in der Landwirtschaft eingesetzt, um Schädlinge zu bekämpfen, gefährlich für Bienen (→ verlieren die Orientierung und finden nicht mehr zu ihren Bauten zurück)
- Herbizide – Unkrautbekämpfungsmittel führen zu einem verringertem Blütenangebot
- Zerstückelung von Lebensräumen
- Intensive Bewirtschaftung von Feldern und Weiden – Insekten finden weniger Nahrung, da weniger Blütenpflanzen (mähen und grasende Tiere)
- Bienen von Parasiten bedroht (Varroa Milbe, etc.)

Wie können Insekten geschützt werden?

- die Vielfalt der Lebensräume erhalten, sowohl in ländlichen als auch städtischen Räumen
- die Belastung mit Pestiziden verringern, indem ihr Einsatz reduziert wird;
- Pestizide gezielter einsetzen, um die Verteilung in der Umwelt zu verringern;
- die Bedingungen in der kommerziellen Bienenhaltung verbessern, um Bienenkrankheiten besser kontrollieren zu können.
- mehr Baumarten und Bäume verschiedenen Alters, mehr Totholz im Wald
- an Straßen und Wegrändern Blütenvielfalt zu erhalten
- Ökolandbau (dort wird Klee eingesät)

Handlungsspielraum von Privatpersonen

- Blühflächen auf Terrassen, Fensterbänken, in Gärten schaffen, blühende Blumen stehen lassen und Futterpflanzen anbauen
- Palmkatzerl stehen lassen
- Keine gefüllten Blüten verwenden → gefüllte Blüten sind gezüchtet und enthalten tlw. nur mehr verkümmerte Staubblätter (es gibt keinen Pollen) oder diese sind nicht zugänglich für die Insekten (<https://www.ikz-online.de/staedte/iserlohn/bienen-moegen-keine-sterilen-blumen-id213860991.html> (Infos über gefüllte und ungefüllte Blüten))
- Pestizide auch im eigenen Garten, Hochbeet oder Balkonkisterl vermeiden
- Biologische Lebensmittel kaufen → weniger Einsatz von Pestiziden
- Unterschlüpfe und Nützlingshotels anbieten

Weitere Infos

<https://www.bluehendesoesterreich.at/insektensterben/>

Insekten als Nahrung

Der Anteil unserer Ernährungsgewohnheiten am globalen Treibhausgaseffekt wird gerne unterschätzt, ist aber enorm. Dazu beansprucht allein die Tierhaltung heute knapp 70% der gesamten landwirtschaftlichen Flächen der Erde.

Im Gegensatz zu anderen tierischen Proteinquellen sind Insekten wahre Effizienzwunder und schonen die wertvollen Ressourcen unseres Planeten und das Klima. Als wechselwarme Sechsbener passen sich Insekten an die Außentemperatur an. Dadurch benötigen sie weniger Energie (Futtermittel & Wasser) als etwa Säugetiere. Um einen Kilogramm Insekten zu produzieren, werden rund zwei Kilo Futtermittel benötigt, beim Rind sind es zwischen 12-16 kg. Weiters können bei Insekten 90% des Tieres verzehrt werden, bei Säugetieren sind es meist unter 50%. Durch die Zucht, welche deutlich weniger Platz benötigt, entstehen außerdem viel weniger Treibhausgase sowie Abfall. Gerade im Vergleich zu Rindern, Schweinen oder Hühnern. Wenn wir mehr Insekten essen würden, würde das also direkt zur Schonung unserer Umwelt Ressourcen beitragen.



Zeigen Sie Bilder, auf denen der Effizienzvergleich zwischen Rindfleisch und Insekten dargestellt wird. (z. B. <https://www.plantura.garden/gartentipps/pflanzenschutz/thripse-schadbild-erkennen-und-biologisch-bekaempfen> oder https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/massentierhaltung/massentierhaltung_fleischatlas_2018.pdf auf Seite 44), etc.

Weitere Hintergrundinformationen, Berichte und Artikel

Fünf Gründe, warum wir Insekten statt Geflügel und Rind essen sollen → <https://ze.tt/fuenf-gruende-warum-wir-insekten-statt-gefluegel-und-rind-essen-sollten/>

Fleischatlas 2018 – Daten und Fakten über Tiere als Nahrungsmittel → https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/massentierhaltung/massentierhaltung_fleischatlas_2018.pdf

Unterrichtseinheit Insekten – Oberstufe

Intro-Text

Dieses Material eignet sich gut, um mit den Schülerinnen und Schülern die Probleme des Insektensterbens zu erarbeiten und verschiedene Handlungsfelder durchzudenken. Ein Schwerpunkt wird auf die Insekten in der grünen Wand gelegt.

Unterrichtsfächer

- Biologie und Umweltkunde

Benötigte Materialien

- Power Point Präsentation „Insekten Quiz“ – Diese finden Sie unter <https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>
- Ggf. Präsentation der Inhalte (Arbeitsschritte 3 bis 6)
- Ggf. Zeitungsartikel
- Ggf. Insekten für die Verkostung

Ideal für

Gesamtgruppe

Zeitbedarf

Ein bis zwei Unterrichtseinheiten (je nachdem welche Arbeitsschritte ausgewählt werden)

Ziele

- Hintergründe von Insektensterben kennen lernen
- Eigene Handlungsspielräume erarbeiten
- Wichtigkeit von Insekten aufzeigen
- Insekten und den Lebensraum grüne Wand näher kennen lernen
- Zusammenhang zwischen Insekten und Landwirtschaft erkennen
- Bewusstmachung der Folgen des Insektensterbens für den Menschen

Tipps

Ggf. können Sie Insekten für eine Verkostung bestellen z. B. auf der folgenden Seite gekauft werden: <https://www.zirpinsects.com/shop/>

Vorbereitung

- Power Point Präsentation „Insekten_Quiz“ herunterladen (Diese finden Sie unter <https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>) bzw. auf einen USB laden
- Ggf. ausgedruckte Bilder, eine Präsentation mit Bildern oder das Herzeigen von Bildern aus dem Internet von anderen Begrünungen in Städten (Links zu interessanten Begrünungen in Städten finden Sie bei der Unterrichtseinheit „Städte in der Zukunft“ bei den Arbeitsmaterialien „Grüne Stadtprojekte – einige Beispiele“.) Sie können die Inhalte auch in eine Präsentation einarbeiten
- Ggf. drucken Sie die ausgewählten Zeitungsartikel in Klassenstärke aus
- Ggf. besorgen Sie Insekten für die Verkostung

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Zu Beginn können Sie ein Quiz mit den Schülerinnen und Schülern spielen. Das Quiz wird in Gruppen gespielt, die gegeneinander antreten. Insgesamt gibt es 15 Fragen mit jeweils drei Antwortmöglichkeiten. Lesen Sie die Fragen vor und geben Sie eine gewisse Zeit für die Beantwortung. Nach dieser nennen die Gruppen eine Antwort. Die richtigen Antworten werden gezählt und gewonnen hat die Gruppe mit den meisten richtigen Antworten.

Die Fragen und passende Fotos finden Sie bei den Arbeitsmaterialien.

2. Setzen Sie mit einem Brainstorming fort. Sie können dazu folgende Fragen verwenden:
 - Wie stehst du zu Insekten?
 - Welche Pro- und Contra Argumente fallen dir zu Insekten ein?
 - Welche Arten von Insekten kennst du?
 - Welche Merkmale haben Insekten?
3. Wiederholen Sie gemeinsam die Merkmale von Insekten. Sie können dabei auf verschiedene Merkmale eingehen – wie die Erkennungsmerkmale von Insekten, Facettenaugen, Flügel, Schwingkölbchen, Atmung, Blutkreislauf, Nervensystem, Verwandlung, Anpassung, Beine, Mundwerkzeuge, etc.

Bitte entnehmen Sie die Infomaterialien zur Wiederholung der Unterrichtseinheit zu „Insekten – Unterstufe“ mit dem Titel „Informationen über Insekten“.

Können Bienen Farben sehen? Stellen Sie diese Frage und erzählen Sie von einem interessanten Versuch, den Karl von Frisch durchführte. Nähere Informationen finden Sie bei den Arbeitsmaterialien.

4. Führen Sie die Schülerinnen und Schüler über gemeinsame Gespräche und kurze Inputs zur Problematik des Insektensterbens. Sie können dabei wie folgt das Gespräch aufbauen:
 - Biodiversität
 - Welchen Schaden richten Insekten an?
 - Welchen Nutzen haben Insekten?
 - Was bedeutet Urbanisierung? Was hat das mit Insekten zu tun?

Tipp: Sie können ein kleines Ratespiel machen. Zeigen Sie z. B. nur die Einwohnerzahlen der fünf größten Städte der Welt und lassen Sie die Schülerinnen und Schüler raten welche Städte zu den Einwohnerzahlen gehören.

- Fakten zum Insektensterben
- Gründe für das Insektensterben

Bei den Arbeitsmaterialien finden Sie Informationstexte.

5. Brainstormen Sie nun gemeinsam, wie Insekten geschützt werden können. Was können die einzelnen Länder beitragen? Gemeinden? Städte? Landwirtschaft? Privatpersonen? Etc. Welche Schutzgebiete kennen die Schülerinnen und Schüler?

Bei den Arbeitsmaterialien finden Sie weitere Informationen und Hinweise über Naturschutz in Österreich.

6. Leiten Sie nun zu den Möglichkeiten Insekten in der Stadt auch einen Lebensraum zu schaffen und gleichzeitig Städte zu kühlen. Besprechen Sie die Vor- und Nachteile von Begrünungen in der Stadt.

Tipp: Zeigen Sie Fotos von verschiedenen Begrünungen in Städten. Verwenden Sie dafür die Webseite <https://www.gebaeudegruen.info/gruen/fassadenbegruenung/fuers-auge/> oder suchen Sie im Internet mit dem Begriff Fassadenbegrünungen nach passenden Bildern.

Stellen Sie anschließend Insekten vor, die von Begrünungen profitieren würden.

Tipp: Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler bei Bildern raten, um welches Insekt es sich handelt. (z. B. Marienkäferlarve)

Verwenden Sie dazu die Unterlagen „Informationen über Insekten“ bei der Unterrichtseinheit „Insekten – Unterstufe“.

7. Bei den Arbeitsmaterialien finden Sie einige interessante Links zu Zeitungsartikel zu den Themen Insektensterben und Insekten als Nahrungsmittel. Entscheiden Sie zuvor, ob alle einen Artikel lesen oder verschiedenen Artikeln von Teilgruppen gelesen werden.

Wenn verschiedene Artikel von Teilgruppen gelesen werden, präsentieren Sie sich im Anschluss an das Lesen die Inhalte in der Gesamtgruppe.

Diskutieren Sie anschließend über die Inhalte und fragen Sie die Schülerinnen und Schüler nach ihren Meinungen.

Tipp: Verwenden Sie aktuelle Zeitungsartikel aus dem Internet.

Tipp: Besorgen Sie Insekten zum Verkosten, z. B. unter <https://www.zirpinsects.com/shop/>. Mehr Informationen zum Thema Insekten als Nahrungsmittel entnehmen Sie bitte den Unterrichtsmaterialien zu „Insekten – Unterstufe“ mit dem Unterpunkt „Insekten als Nahrung“.

Hinweis/Vertiefung

Besuchen Sie Begrünungen im Freien. Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler Insekten suchen. Welche Insekten werden (nicht) gefunden? Welche Pflanzen werden erkannt? Welche Pflanzen sind (nicht) wertvoll für Insekten? Wo und wie könnte noch mehr „grün“ für Insekten entstehen?

Arbeitsmaterialien

Quiz

Power Point Präsentation „Insekten_Quiz“ online herunterladbar unter <https://smarcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>

Und hier die Fragen in analoger Form:

1. Was haben manche Insekten im Blut?
 - Rosa Leuchtstoff
 - Frostschutzmittel** [*Zitronenfalter haben Glycerin im Blut wodurch sie den Winter überstehen, Marienkäfer eine ähnliche Substanz*]
 - Polyurethane
2. Was wird von Schaben produziert?
 - Pfefferspray-artige Substanz
 - 3 verschieden Allergene
 - Antibiotikum** [*viele Insekten sind in der Lage, sich erfolgreich gegen Viren und Bakterien zu schützen. Schaben produzieren ein Antibiotikum gegen multiresistente Bakterien wie Staphylococcus aureus*]
3. Wieso verwenden Imker Rauch/Smoker wenn sie an den Honig wollen?
 - Der Rauch sediert die Bienen, wodurch der Stachel nicht mehr ausgefahren werden kann
 - Die Bienen schlagen sich den Bauch mit Honig voll und warten beruhigt ab was passiert** [*Der Rauch respektive Feuer löst einen Reflex aus, der die Bienen so viel Honig wie nur möglich als neues Startkapital für eine neue Heimat „einpacken“ lässt, falls das Feuer ihren Bau zerstören sollte*]
 - Die Bienen vergessen ihren Honig einfach durch die Ausschüttung eines Hormons, hervorgerufen durch den Rauch
4. Wie hoch ist der Anteil an Insekten an der gesamten Tierartenwelt?
 - =50%
 - <75 %
 - >80 %** [*Die Gruppe der Insekten hat sich zu der erfolgreichsten entwickelt und umfasst mehr als 1 Million Arten*]
5. Der Kontakt zu welcher Art von Insekten geht mit der höchsten Todesrate einher?
 - Mücken (725.000 Todesopfer, davon 600.000 durch Malaria)**
 - Bienen (53 Tote)
 - Tsetsefliege (Schlafkrankheit, erst nach Monaten oder Jahren tödlich, 10.000e Todesopfer)
6. Aus wie vielen Einzelaugen bestehen die Facettenaugen einer Libelle?
 - 300
 - 30.000** [*Die Facettenaugen ermöglichen einen 360° Rundumblick*]
 - 30
7. Das menschliche Auge nimmt etwa 60 Bilder pro Sekunde wahr. Wie viele nimmt eine Libelle wahr?
 - 5 x so viele** [*Libellen nehmen rund 300 Bilder pro Sekunde wahr, das Gehirn filtert jedoch die Informationsmenge und ermöglicht so eine schnellere Verarbeitung der Inhalte*]
 - 100x so viele
 - 3x so viele
8. Welche Aussage stimmt?

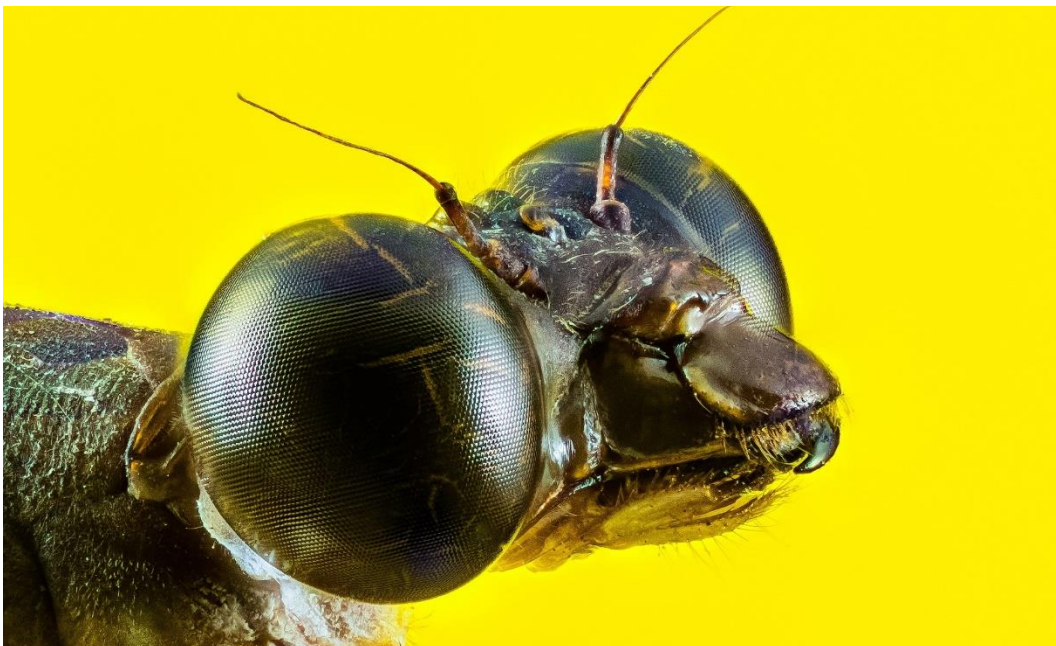
- Es gibt eine **Glaubensgemeinschaft**, deren Anhänger vor ihren Füßen kehren und sogar einen Mundschutz tragen, um Insekten nicht zu töten. *[In Indien gibt es den Jainismus, eine Religion, die alle Lebewesen ehrt.]*
 - Es gibt einen Arzt in Österreich, der für eine langes und gesundes Leben den täglichen Verzehr von 20 Gramm bestimmter Insektenarten verschreibt
 - 2010 wurden in bestimmten Globuli in einer Charge von 10.000 Stück beabsichtigt Insekten verarbeitet, ohne es zu deklarieren
9. Wie schnell können Bienen fliegen?
- 15 km
 - **30 km** *[Bienen können- ohne Nektar beladen- eine Geschwindigkeit von 30 km/h erreichen.]*
 - 50 km
10. Wie viele Pflanzenarten würden ohne Bienen binnen kürzester Zeit ausgelöscht werden?
- 800
 - **20.000**
 - Nur ein paar dutzend, denn es gibt noch andere bestäubende Insekten
11. Wie verteidigt sich der Bombardierkäfer?
- Er formt kleine Kugeln aus stark stinkenden Exkrementen und schießt sie auf den Feind
 - **Er erhitzt ein Reizgas auf bis zu 100 ° und spritzt es auf den Feind**
 - Er scheuert mit seinen Hinterbeinen an seinem Panzer wodurch ein explosionsartiges Geräusch entsteht, dass den Feind in die Flucht schlägt
12. Wie viel kann der Nashornkäfer tragen?
- **Das 800-fache seines Gewichts**
 - Das 80-fache seines Gewichts
 - Das 8-fache seines Gewichts
13. Wie oft können Küchenschaben in der Sekunde die Richtung wechseln?
- 30x
 - 6x
 - **25x**
14. Nach welcher Filmfigur wurde kein Laufkäfer benannt?
- Gandalf (Makrostyphlus gandalf = Laufkäfer, auch M. bilbo)
 - **Gollum** (Gattung der Pseudotriakidae – Haie)
 - Frodo (Makrostyphlus frodo = Laufkäferart)
15. Welches der nach bekannten Politikern benannten Insekten gibt es nicht?
- Neopalpa donaltrumpi (Minimotte in Südkalifornien)
 - **Campsicnemius putini**
 - Anophthalmus hitleri (in Slowenien augenloser, räuberisch lebender Laufkäfer, Käfer lebt unter der Erde und kann weder sehen, besitzt keine Farbpigmente, ist 5 mm groß und kann nicht fliegen. Oscar Scheibel, ein deutscher Käfersammler war von Adolf Hittler dermaßen fasziniert, dass er 1937 das Tierchen danach benannte.

Fotomaterial
Zitronenfalter



Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/natur-schmetterling-insekt-4040780/>

Libellenkopf



Quelle: <https://pixabay.com/de/libellenkopf-libelle-facettenaugen-383542/>

Bombardierkäfer

<https://www.spektrum.de/news/das-explosive-geheimnis-der-bombardierkaefer/1344470>

Nashornkäfer



Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/tropischer-k%C3%A4fer-nashornk%C3%A4fer-195898/>

Neopalpa donaltrumpi



Quelle: von Dr. Vazrick Nazari - <https://www.eurekalert.org/multimedia/pub/130940.php>, CC-BY 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=55125221>

Anophthalmus hitleri



Quelle: von Michael Munich - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=13245104>

Versuch Karl von Frisch

Quelle: https://www.cornelsen.de/sixcms/media.php/386/0171337_s066_099.pdf

Viele Insektenarten sehen die Welt in Farbe. Von Honig Bienen und vielen anderen Insektenarten weiß man heute, dass sie ihre Umwelt farbig sehen. Der Münchner Biologe und Nobelpreisträger Karl von Frisch führte dazu verschiedene Experimente durch.

Versuch 1: Er bot Bienen eine Zeit lang auf einem Tisch eine Schale mit Zuckerwasser auf einem blauen Blatt Papier an.

Beobachtung 1: Die Bienen flogen nach kurzer Zeit regelmäßig die Schale an und wurden von Karl von Frisch da bei mit einem Farbtupfer markiert.

Versuch 2: Jetzt verschob der Forscher mehrfach die leere Schale zusammen mit dem blauen Papier an andere Positionen. Zusätzlich stellte er dabei noch leere Schalen ohne blaue Unterlage mit auf den Tisch.

Beobachtung 2: Die Bienen flogen gezielt die Schale auf der blauen Unterlage an.

Versuch 3: Nun stellte von Frisch zusätzlich zu der leeren Schale auf der blauen Unterlage mehrere leere Schalen auf gleich große Papierblätter in unterschiedlichen Grautönen auf den Tisch.

Beobachtung 3: Die Bienen flogen gezielt die Schale auf der blauen Unterlage an. Aus diesen Beobachtungen zog Karl von Frisch den Schluss, dass Bienen die Farbe Blau erkennen können. Solche und weitere Experimente zeigten, dass Bienen (und auch andere Insektenarten) Farben erkennen können. Es sind allerdings nicht dieselben Farben, die wir wahrnehmen. Für Bienen beispielsweise erscheint das für uns unsichtbare UV Licht als Farbe.

Weitere Infos: https://bienenkunde.uni-hohenheim.de/uploads/media/Projekt_Bienendressur.pdf

Informationen zu Input I - Insektensterben

Biodiversität

Quellen: http://www.biologischevielfalt.at/ms/chm_biodiv_home/chm_def/ und <https://www.umweltdachverband.at/themen/naturschutz/biodiversitaet/>

Das Wort "Bios" stammt aus dem Griechischen und bedeutet "das Leben". Diversitas stammt aus dem Lateinischen und bedeutet "Vielfalt, Vielfältigkeit". Der Begriff "Biodiversität" vereint beide Wörter und bedeutet demgemäß die gesamte Vielfalt des Lebens.

Biodiversität umfasst alle Arten und Organisationsstufen von Lebewesen, deren genetische Vielfalt, die Vielfalt von Ökosystemen (Lebensräumen) sowie die in diesen Systemen wirkenden Prozesse.

Als Form der Biodiversität ist für den Menschen die Artenvielfalt am leichtesten fassbar. Artenvielfalt wird daher fälschlicherweise oft synonym mit Biodiversität verwendet.

Auch die sieben Milliarden Menschen, die auf der Erde leben, sind Teil dieses komplexen Systems. Die Entwicklung der Menschheit ist eingebettet in die Vielfalt des Lebens. Deswegen werden auch oft die, für die Menschen nutzbringenden Aspekte der Biodiversität hervorgehoben: Getreide, Obst, Gemüse, Haustiere, Holz als Bau- und Brennstoff, Medikamente und vieles mehr.

Der Begriff Biodiversität oder biologische Vielfalt beschreibt die Vielfalt des Lebens auf der Erde und ihre Zusammenhänge in ihrer gesamten Bandbreite. Zu dieser Lebensvielfalt gehören alle Lebewesen

und Arten, Ökosysteme und Landschaften. Wissenschaftlich gesehen finden sich in dieser Definition drei Organisationsebenen wieder, die alles Lebende auf der Erde umfassen:

- Die Vielfalt innerhalb der Arten, also ihre genetische Bandbreite (genetische Ebene)
- Die Vielfalt an Arten (organismische Ebene)
- Die Vielfalt an Lebensgemeinschaften von Arten und ihre Wechselbeziehungen (ökosystemare Ebene).

Hohe biologische Vielfalt ist der Maßstab für gesunde Umwelt und intakte Natur - doch in den letzten Jahrzehnten ist dieser Reichtum mehr und mehr geschwunden.

Weitere Infos: <https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/biolat/>

Welchen Schaden richten Insekten an?

Quellen: <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/insekten>,
<http://www.cwaller.de/deutsch.htm?schaedlinge/insekten.htm~information>,
<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/pflanzenkrankheiten>, https://www.t-online.de/gesundheit/krankheiten-symptome/id_64351676/diese-krankheiten-werden-durch-muecken-uebertragen.html

- Schadfraß an Kulturpflanzen (Kartoffelkäfer, ...), Wald (Borkenkäfer,...), an Textilien (Kleidermotte, Pelzmotte,...), an Lebensmitteln (Brotkäfer, Mehlmotten,...), verbautem Holz (Holzbock)
- Übertragung von Menschenkrankheiten (Mücken – Malaria, Gelbfieber, Dengue Fieber, Zika-Virus, ...)
- Übertragung von Pflanzenkrankheiten (Feuerbrand durch Bakterien)

Welchen Nutzen haben Insekten?

Quelle: <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/insekten-und-ihre-rolle-im-oekosystem/>

- Bestäubung – Vermehrung von Pflanzen, wichtige Rolle als Bestäuber zur Versorgung der Menschen mit Nahrung
 - Ohne Insekten ca. 90 % Ernteausfall
 - 89 % aller Bäume und Sträucher werden von Insekten bestäubt (Ahorn, Weißdorn, Rosskastanie, Weide, Vogelbeere und Linde
 - Ameisen sammeln und verteilen Samen
- Viele Arten werden als lästig wahrgenommen (Parasiten, räuberisch, Ernteausfälle (Kartoffelkäfer, Heuschrecken, ...), einige übertragen Krankheiten (Malaria, Denguefieber, ...)
- Mehrheit der Wild- und Nutzpflanzen hängt – mindestens teilweise – von der Bestäubung durch Tiere ab - Bestäuber suchen Blütenpflanzen vor allem deshalb auf, weil ihnen Pollen und Nektar als Nahrung dienen
- 87,5 Prozent der Blütenpflanzen sind von der Bestäubung durch Tiere abhängig
- Nahrung für Vögel und andere Säugetiere (Spechte, Meisen oder Spatzen. Auch Mäuse, Frösche und Eidechsen) – Vögel regulieren und helfen das massenhafte Auftreten von Schädlingen gering zu halten
 - Spinnen: Alle Spinnen auf der Welt fressen im Jahr 400 – 800 Millionen Tonnen Insekten (<https://www.welt.de/wissenschaft/article162860624/Spinnen-fressen-mehr-Insekten-als-Menschen-Fleisch.html>)
- Insekten regulieren Energie- und Nährstoffflüsse

- Viele Arten fressen Blätter und Nadeln. Das Pflanzenmaterial wird verdaut, der Kot gelangt auf den Boden und wird von Mikroorganismen weiterverarbeitet. Dadurch werden die Nährstoffe wieder verfügbar gemacht
- Abbau von totem Holz - Sie zerkleinern Rinde und Holz und erleichtern so den Abbau durch Mikroorganismen. Zum Teil besiedeln Insekten auch geschwächte Bäume und können sie zum Absterben bringen. Insgesamt fördern sie damit den Gesundheitszustand des Waldes
- Kot und Kadaver anderer Waldtiere

Was bedeutet Urbanisierung? Was hat das mit Insekten zu tun?

Quellen: <https://www.scinexx.de/dossierartikel/geschichte-und-ursachen-der-verstaedterung/>, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/urbanisierung-48268>, <https://uni.de/redaktion/probleme-und-chancen-der-urbanisierung>, <https://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2018-05/vereinte-nationen-weltbevoelkerung-staedte-2050>

- Ausbreitung der Städte
- Versiegelung
- Verstädterung
- Sozialer Wandel
- Suburbanisierung

Auswirkungen auf Insekten: Dies hat zur Folge, dass weniger Grünflächen und blühende Pflanzen den Insekten in Städten zur Auswahl stehen. Straßen und Autobahnen zerschneiden die Landschaft. Ernährung der steigenden Anzahl der Menschen, Sicherung der Erträge und Minimieren von Schädlingen durch Pestizide, etc.

2018 lebten 55 Prozent in Städten. 2050 könnten es 68 Prozent sein.

Nähere Infos

Die ersten städtischen Siedlungen gab es bereits vor mehr als 5.000 Jahren im Vorderen Orient. Babylon ist wohl die bekannteste Stadt, die zu dieser Zeit entstand. Doch lange Zeit lebte und arbeitete der Großteil der Menschheit auf dem Land. So betrug noch um 1800 der Anteil der Stadtbevölkerung an der Gesamtbevölkerung weltweit gerade mal drei Prozent. Der Startschuss für die rasante Entwicklung der Verstädterung fiel mit der aufkommenden Industrialisierung des 19. Jahrhunderts zusammen.

Einer der wichtigsten Faktoren für das Anwachsen der Städte war und ist die Landflucht: Getrieben durch Armut, geringe Entwicklungs- oder Bildungschancen wanderten Menschen vom Land in die Stadt, um dort in den Manufakturen und Fabriken zu arbeiten. Sie haben die Hoffnung, dort mehr Geld verdienen zu können, als in den ärmlichen, agrarstrukturierten ländlichen Regionen.

Da vor allem junge Menschen in die Stadt ziehen, wächst dort die Bevölkerung proportional schneller als im Umland, die Geburtenrate steigt und auch dadurch vergrößern sich die Städte. Insbesondere in den Entwicklungsländern spielen diese Geburtenüberschüsse bei der Verstädterung inzwischen eine wichtige Rolle. Nur die Hälfte des Städtewachstums ist auf Landflucht zurück zu führen, die andere Hälfte geht auf das rasche Bevölkerungswachstum innerhalb der Städte zurück.

Mit fortschreitender Verstädterung kann sich diese Entwicklung allerdings auch umkehren: In vielen Industrieländern überschreiten inzwischen die Abwanderungen die Zuwanderungen, weil die Stadtbewohner, mobil durch den Pkw, wieder zunehmend in das nahe und weitere Umland ziehen, um dort den unangenehmen Seiten der Stadt wie Lärm, Kriminalität und geringe Freizeitqualität zu entgehen (Prozess der Suburbanisierung, Stadtfucht).

Definition Urbanisierung: Prozess der Ausbreitung und Diffusion städtischer Lebens- und Verhaltensweisen (Stadt), wie z.B. Haushaltsstrukturen, Konsummuster, berufliche Differenzierung, Wertvorstellungen der Stadtbewohner, und die daraus resultierenden Raumstrukturen. Im Vergleich zum Begriff der Verstädterung, der nur auf demografische und siedlungsstrukturelle Aspekte abstellt, beinhaltet die Urbanisierung zusätzlich sozialpsychologische und sozioökonomische Komponenten. Durch ausgeprägte Land-Stadt-Wanderungen, natürliches Bevölkerungswachstum und Eingemeindungen kommt es zur raschen Einwohnerzunahme im Verdichtungsraum. Von der Entwicklung der baulichen Infrastruktur aus betrachtet drückt sich Urbanisierung als Landschaftsverbrauch aus und limitiert in den überbauten Gebieten das Leistungsvermögen des Landschaftshaushaltes erheblich. Belastungen und Gefährdungen der Umwelt können die Folge sein.

Probleme der Urbanisierung:

Als Slums bezeichnet man urbane Elendsviertel, die von Verwahrlosung und Übervölkerung geprägt sind. Die Trinkwasserversorgung ist zumeist mangelhaft, eine funktionierende Infrastruktur ist kaum vorhanden. In Nairobi finden sich etwa 200 solcher Slums, in denen knapp 60% der gut drei Millionen Menschen leben. Die Bevölkerung der Slums kann dabei aus ihren Wohnungen häufig den reicheren Bevölkerungsschichten beim Golf-Spielen zuschauen. Dies zeichnet ein exemplarisches Bild der sozialen Ungleichheit in den Großstädten der Entwicklungs- und Schwellenländer. Denn mit dem starken Bevölkerungszuwachs – in Nairobi etwa lebten 1989 noch 1,3 Millionen Menschen – können viele dieser Länder nicht umgehen.

Die Schwierigkeiten liegen jedoch in der Umsetzung. Bei der Frage, wie schnell man wohin kommt, werden der Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs und die mobile Vernetzung der verschiedenen Stadtteile entscheidend sein. Nur auf diese Art und Weise können Staus und Überfüllungen von Bus und U-Bahn verhindert werden. Neue Mobilitätskonzepte, wie zum Beispiel Car-Sharing, tragen zur mobilen Flexibilität in der Innenstadt bei. Die Wegstrecken, die der einzelne in seiner täglichen Routine zurücklegen muss, sollen außerdem minimiert werden. Man verspricht sich auf diese Weise eine Reduktion des CO2 Ausstoßes, da kurze Wege zu Fuß oder per Fahrrad zurückgelegt werden sollen. Die Herausforderung hierbei scheint klar: Eine Stadt muss so konzipiert werden, dass man im geringen Umkreis alles findet, was man für den Alltag benötigt. Die Verschönerung des Stadtbildes, um den Fußweg attraktiver zu machen, bildet dabei einen integrativen Bestandteil dieses Konzepts. Eine weitere Herausforderung stellen die Nahrungsmittel- sowie die Energieversorgung dar. Hier sind kreative Ansätze gefragt, um auf den steigenden Bedarf zu reagieren. Das Konzept des Indoor-Farming (UNI.DE berichtete), bildet einen solchen Ansatz in Bezug auf die Nahrungsmittelversorgung dichtbesiedelter Gebiete. Es verlegt den Nahrungsmittelanbau mittels einer Hydrokulturtechnik in den Innenraum und spart somit Platz. Die Nutzung von üblicherweise ungenutzten Flächen, wird in der Großstadt auch ansonsten immer wichtiger. Angela Million, Professorin an der TU Berlin, bezeichnet etwa Dächer, als „Riesenressource“. Sie könnten sich zu Solardächern, Grünflächen und Kleingärten wandeln und so die Energieversorgung und das „Mikroklima“ der Stadt verbessern.

Megastädte

Liste der Millionenstädte → https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Millionenst%C3%A4dte

Fakten zum Insektensterben

- über 1.000.000 Insektenarten weltweit
- 40 Prozent der Insektenarten weltweit zeigen einen Rückgang an
 - Ernten im Wert von 235 Milliarden Usd (entspricht rund 217 Milliarden Euro) hängen von Insekten ab
 - Arbeiterinnen eines Bienenvolkes können 2-3 Millionen Blüten pro Tag bestäuben

- 1/3 der Arten sind vom Aussterben bedroht
- Über 85 % aller Pflanzen werden durch Tiere bestäubt, hauptsächlich durch Insekten

Gründe für das Insektensterben

Quellen: <https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2019-02/artenvielfalt-volksbegehren-globales-insektensterben-artenschutz>,
<https://www.swr.de/wissen/faktencheck-aktionsplan-was-tun-gegen-das-insektensterben/-/id=253126/did=21459402/nid=253126/1i3zn43/index.html> <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/insekten-und-ihre-rolle-im-oekosystem/>

- Verknappung des Lebensraums (Verkehr, Bebauung, ...)
- Zerstückelung von Lebensräumen
- intensive Landwirtschaft („aufgeräumte“ Landschaften, Rückgang der Wildkräuter)
- Monokulturen
- synthetische Düngemittel
- Klimawandel
- invasive Arten (nähere Infos siehe Punkt „Naturschutz in Österreich“)
- Biotopverluste durch erhöhten Stickstoffgehalt – Pflanzen sterben ab
- Keine eindeutige Ursache für das Insektensterben
- Pestizide – Neonikotinoiden, seit 1990 in der Landwirtschaft eingesetzt, um Schädlinge zu bekämpfen, gefährlich für Bienen (→ verlieren die Orientierung und finden nicht mehr zu ihren Bauten zurück)
- Herbizide – Unkrautbekämpfungsmittel führen zu einem verringertem Blütenangebot (z. B. Glyphosat)
- Bienen von Parasiten bedroht (Varroa Milbe, etc.)

Weitere Infos unter: <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/insekten-und-spinnen/insektensterben/23580.html>

Wie können Insekten geschützt werden?

Quelle: <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/insekten-und-ihre-rolle-im-oekosystem/>:

- die Vielfalt der Lebensräume erhalten, sowohl in ländlichen als auch städtischen Räumen
- die Belastung mit Pestiziden verringern, indem ihr Einsatz reduziert wird
- Pestizide gezielter einsetzen, um die Verteilung in der Umwelt zu verringern
- die Bedingungen in der kommerziellen Bienenhaltung verbessern, um Bienenkrankheiten besser kontrollieren zu können
- Mehr Baumarten und Bäume verschiedenen Alter, mehr Totholz im Wald
- Blütenvielfalt an Straßen und Wegrändern erhalten
- Ökolandbau (dort wird Klee eingesät)

Handlungsspielraum von Privatpersonen

- Blühflächen schaffen auf Terrasse, Fensterbänken, in Gärten blühende Blumen stehen lassen und Futterpflanzen anbauen
- Palmkatzerl stehen lassen
- Keine gefüllten Blüten verwenden → gefüllte Blüten sind gezüchtet und enthalten tlw. Nur mehr verkümmerte Staubblätter (es gibt keinen Pollen) oder diese sind nicht zugänglich für die Insekten (<https://www.ikz-online.de/staedte/iserlohn/bienen-moegen-keine-sterilen-blumen-id213860991.html>) (Infos über gefüllte und ungefüllte Blüten))
- Pestizide auch im eigenen Garten, Hochbeet oder Balkonkisterl vermeiden
- Biologische Lebensmittel kaufen → weniger Einsatz von Pestiziden

- Unterschlüpfе und Nützlingshotels anbieten

Naturschutz in Österreich

Quellen: <https://naturschutzbund.at/gesetzliche-Rahmenbedingungen.html>,
<https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/artenschutz/>

Rechtliche Grundlagen zum Naturschutz in Österreich

Quelle: Infos zu den einzelnen Bundesländern:
https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/natur_bundesland/

Naturschutz fällt in Österreich in Gesetzgebung und Vollziehung unter die Zuständigkeit der Bundesländer. Daher gibt es neun Landes-Naturschutzgesetze. Auch die Umsetzung der einzelnen EU-Richtlinien, wie der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, der Vogelschutzrichtlinie und der Wasserrahmenrichtlinie findet in den Landes-Naturschutzgesetzen statt. Nach den Naturschutzgesetzen besteht eine allgemeine Verpflichtung zum Schutz und zur Pflege der Natur als Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und Pflanzen. Bundesgesetzliche Bestimmungen regeln die Zusammenarbeit zwischen dem Bund und den betreffenden Bundesländern bei der Errichtung und Erhaltung der Nationalparks. Es sind "Vereinbarungen gemäß Artikel 15a der Bundesverfassung".

Allein schon das Fehlen eines Naturschutzgesetzes auf Bundesebene birgt Spannung: Neun Bundesländer regeln „ihren“ Naturschutz auf unterschiedliche Weise – die Tiere halten sich aber nicht an die Ländergrenzen. Hinzu kommt, dass auch das Jagd- und das Fischereigesetz den Umgang mit bestimmten Arten regeln. Auch diese sind Ländergesetze. Naturschützer/innen müssen sich bei ihrer Arbeit also österreichweit mit 27 verschiedenen Gesetzen auseinandersetzen. Hinzu kommen noch weit mehr angelagerte Verordnungen. Die drei Naturschutzorganisationen Naturschutzbund, WWF und BirdLife haben deshalb den Juristen und Biologen Volker Mauerhofer beauftragt, sämtliche Ländergesetze in Bezug auf den Artenschutz zu vergleichen.

Internationale Abkommen zum Naturschutz

Quelle: *Internationale Übereinkommen, Programme und Organisationen im Naturschutz. Eine Übersicht.* H. Korn, J. Stadler & G. Stolpe, BfN - Skripten 1, Bundesamt für Naturschutz 1998

Internationale Zusammenarbeit im Naturschutz ist naturschutzfachlich notwendig, vor allem, um grenzüberschreitende Ökosysteme und wandernde Arten zu schützen und zur Verbesserung des Schutzes der heimischen biologischen Vielfalt, auch im Rahmen der EU. Folgend eine Auswahl der in Österreich wirksamen internationalen Instrumente, Programme und Initiativen.

Schutzgebiete

Quelle: <https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/sq/>

- Nationalparks
- Natura-2000-Gebiete
- Naturschutzgebiete
- Europadiplom
- Biogenetische Reservate
- Naturwaldreservate
- Biosphärenparks
- Bird Areas
- Plant Areas
- Landschaftsschutz
- Naturparke

- Ramsar-Gebiete
- Welterbestätten
- Wildnisgebiete
- Sonstige Schutzgebiete (Naturdenkmal, Geschützter Landschaftsteil und Schutzgebiete, die nur in einzelnen Bundesländern vorkommen)
- Geoparks

Internationale Abkommen

Quelle: https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/naturrecht/int_konventionen/

- Alpenkonvention
- Berner Konvention
- Biodiversitätskonvention
- Biosphärenreservate
- Bonner Konvention
- Europäische Landeskonvention
- Paneuropäische Strategie
- Ramsar-Konvention
- Übereinkommen zum Schutz der Donau
- Übereinkommen zur Regelung des Walfanges
- Washingtoner Artenschutzabkommen
- CITES
- Weltkultur- und Naturerbe

EU Richtlinie

Quelle: https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/naturrecht/eu_richtlinien/

- Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
- Vogelschutzrichtlinie
- Wasserrahmenrichtlinie

Artenschutz und Rote Listen

Artenschutz umfasst die Gesamtheit der Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Förderung der wildlebenden Tier- und Pflanzenwelt in ihrer natürlichen Vielfalt. Aufgabe des Artenschutzes ist es, für alle Arten Erhaltungs-, Rückzugs- und Ausbreitungsgebiete zu schaffen. Der Schutz der Lebensräume ist der Schlüssel für einen erfolgreichen Artenschutz.

Rote Liste Pflanzen

Quelle: https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/artenschutz/rl_pflanzen/

Biotopzerstörung und -veränderung sind als Ursachen der Schädigung und Vernichtung von Pflanzenvorkommen von überragender Bedeutung.

In der oft sehr engen Bindung der Pflanzenarten an bestimmte Biotop- und Vegetationstypen liegt deshalb ein entscheidender Schlüssel für das Ausmaß und die Ursachen der Gefährdung der Arten.

Das Gesamtbild, das sich aus den Roten Listen gefährdeter Pflanzen ergibt, ist besorgniserregend. Bei der am besten erforschten Pflanzengruppe, den Farn- und Blütenpflanzen, scheinen über 60% der Arten in den Roten Listen auf!

- 1,2% der ehemals heimischen Farn- und Blütenpflanzen sind in Österreich bereits ausgerottet, ausgestorben oder verschollen (Stufe 0);
- 33,4% sind im gesamtösterreichischen Maßstab aktuell gefährdet (Stufen 1 bis 3);
- weitere 20,7% sind regional, d.h. in einem, wenn nicht mehreren der großen Naturräume Österreichs aktuell gefährdet oder verschwunden;
- 5,6% sind wegen ihrer Seltenheit potenziell gefährdet (Stufe 4).

Auch bei Moosen und Flechten zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Bei den Großpilzen und Algen konnte jeweils nur eine Auswahl besser bekannter Arten beurteilt werden, so dass konkrete Aussagen noch nicht möglich sind; die Situation der Algen ist wegen des besonders großen Einflusses der Verschmutzung von Luft und Gewässern zusätzlich verschärft.

Es befinden sich auch rote Liste zum Download auf der Seite (https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/artenschutz/rl_pflanzen/)

Rote Liste Tiere

Quelle: https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/artenschutz/rl_tiere/

Rote Listen wurden als „Barometer der Biodiversität“ bezeichnet. Rote Listen bieten einen umfassenden Überblick über den Gefährdungsstatus von Arten in einer bestimmten Region. Sie sind eines der am besten etablierten Naturschutzinstrumente mit einer Geschichte, die bis in die 1960er-Jahre zurückgeht. Zeitgenössische Rote Listen informieren darüber hinaus über Gefährdungsfaktoren und Maßnahmen zum Schutz der Arten.

In Österreich sind bereits im Jahre 1983 und im Jahre 1994 zwei Versionen von Roten Listen erschienen. Im Lichte der IUCN-Diskussion wurde ein neues Gefährdungseinstufungskonzept im Umweltbundesamt erarbeitet. Die Neubearbeitung der Roten Listen, von der drei Bände 2005, 2007 und 2009 erschienen sind, und ein Band derzeit kompiliert wird, basiert auf diesem Konzept.

Diese Neuausgabe der Roten Listen illustriert die Gefährdungssituation der österreichischen Fauna in vielen Aspekten. Einige Details:

- Die Gefährdungssituation von Uhu, Fischotter, Wanderfalke, Schwarzstorch, um nur einige Arten zu nennen, hat sich wesentlich verbessert. Das ist zum Teil auf erfolgreiche Bewahrungsprogramme zurückzuführen.
- Allerdings sind 47 Arten, das sind 10% der Wirbeltiere, noch immer in der Kategorie „CR“ (Critically Endangered, vom Aussterben bedroht) geführt, mit einer Aussterbenswahrscheinlichkeit innerhalb der nächsten Jahre von über 50%.
- Arten wie die Großtrappe und die Blauracke haben in Österreich überlebt, aber auf sehr niedrigem Populationsniveau und abhängig von Bewahrungsprogrammen.
- Eine österreichische Fledermausart, die Langflügelfledermaus, ist ausgestorben, zwei weitere Arten sind vom Aussterben bedroht. Viele Arten sind gefährdet. Die Gründe sind Intensivierung der Landnutzung, Nahrungsmangel durch Pestizideinsatz und Störung der Überwinterungsplätze in Höhlen und Gebäuden.
- Es war nicht möglich, irgendeine der österreichischen Lurch- oder Kriechtierarten von der Roten Liste zu nehmen. Alle Arten sind in unterschiedlichem Ausmaß gefährdet oder nahezu gefährdet.
- Die Bayerische Kurzhohrmaus ist ein österreichischer Endemit, das heißt, die Art lebt nur in Österreich, seit die deutschen Populationen ausgestorben sind. Es handelt sich um eines der seltensten Wirbeltiere Österreichs und Europas.

Es befinden sich auch Rote Listen zum Download auf der Seite.

Neobiota oder invasive Arten

Quelle: https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/artenschutz/neobiota_allg/

Die Problematik der Einschleppung, Einfuhr und Ausbringung gebietsfremder Tier- und Pflanzenarten ist ein international bedeutendes Thema. Alle Neobiota werden hinsichtlich der Art ihrer Ausbreitung (Einwanderung, Einschleppung, Einbürgerung), ihres Status (unbeständig, etabliert) und ihrer derzeitigen naturschutzfachlichen Bedeutung (bisher ohne Auswirkungen, potenziell invasiv, invasiv) charakterisiert.

Gebietsfremde Arten werden auch als "Neobiota" bezeichnet. Der Begriff fasst alle nach 1492 unter direkter oder indirekter Mitwirkung des Menschen nach Österreich gelangten Organismen zusammen: Pflanzen (Neophyten), Pilze (Neomyzeten) und Tiere (Neozoen).

Gebietsfremde Arten können durch Konkurrenz, Raubdruck und Übertragung von Krankheitserregern oder Parasiten eine Bedrohung der ursprünglichen biologischen Vielfalt darstellen. Zum Schutz der ursprünglichen Artengemeinschaften sind im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (Biodiversitätskonvention) Maßnahmen zur Kontrolle jener Arten, die ursprüngliche Arten und Lebensräume gefährden, vorgesehen.

Nähere Infos zu:

Arten- und Tierschutz → <https://naturschutzbund.at/artenschutz.html>

Lebensraumschutz → https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/lr_schutz/
(Rote Liste)

Information zu Input II – Grüne Wände und Insekten

Folgende Insekten profitieren von grünen Wänden (außen) in der Stadt:

- Schmetterlinge
- Bienen
- Marienkäfer
- Florfliegen
- Hummeln
- Blattläuse
- ...

Nähere Infos zu den Tieren in der grünen Wand entnehmen Sie bitte dem Unterrichtsmaterial „Insekten – Unterstufe“ unter dem Punkt „Informationen über Insekten“.

Zeitungsartikel

Insektensterben

- <https://diepresse.com/home/wirtschaft/economist/5601299/Windkraftanlagen-toeten-taeglich-Milliarden-Insekten>
- <https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2019-02/artenvielfalt-volksbegehren-globales-insektensterben-artenschutz>

Insektenessen

- <https://derstandard.at/2000088200932/Insekten-essen-Preis-bestimmt-Geschmack>
- <https://diepresse.com/home/wirtschaft/eco1848/5509714/Merkur-bietet-essbare-Insekten-an>
- <https://futurezone.at/science/wie-man-menschen-dazu-bringt-insekten-zu-essen/400135781>

Unterrichtseinheit Pflanzen vermehren

Intro-Text

Wie vermehren sich Pflanzen? Und wie können wir dies tun? In dieser Unterrichtseinheit erarbeiten die Schülerinnen und Schüler Methoden der Pflanzenvermehrung. Pflanzensteckbriefe werden erarbeitet und Pflanzen aus der Grünwand werden vermehrt.

Unterrichtsfächer

- Biologie und Umweltkunde

Benötigte Materialien

Doppelstunde:

- Arbeitsblatt: „Zimmerpflanzen vermehren“
- Arbeitsblatt: „Pflanzensteckbriefe“
- Internetzugang (Handy oder Computersaal)
- Für Variante 2A, 2B und 3A (siehe Arbeitsschritt 2 und Arbeitsschritt 3): Laptop, Smartphone, Tablet oder Computer, wenn vorhanden Drucker
- Variante 3B (siehe Arbeitsschritt 3): Pflanzenbücher
- Gläser mit Wasser (sowie Etiketten zum Beschriften der Gläser)
- Scheren
- Kleber
- Gartenschere

Einzelstunde (2 bis 3 Wochen nach der ersten Einheit zu diesem Thema):

- Vorbereitete Pflanzenstecklinge in Wassergläsern
- Töpfe (mit einem Durchmesser von 9 cm)
- Technisches Substrat (zusätzliche Informationen finden Sie unter dem Kapitel „Fachliche Grundlagen – Substratbeschreibung – technische Substrate“.
- Wasserfester Stift
- Etiketten
- Arbeitsblatt: „Vermehrungsmethode“
- Dünger
Bsp.: Langzeitdünger für Zimmerpflanzen mit den Hauptnährstoffen Stickstoff, Phosphor und Kalium (in jedem Baumarkt erhältlich)
 - In Stäbchen oder als Granulat erhältlich

Ideal für

Einzelarbeit, Teilgruppe und Gesamtgruppe

Zeitbedarf

- 1) **2 Unterrichtseinheiten** (Info und vorbereiten der Pflanzen)
- 2) Warten ca. 2 bis 2 Wochen nach der ersten Einheit (Warten auf Wurzelbildung)
- 3) **1 Unterrichtseinheit** nach drei Wochen (Um die Pflanzen mit gebildeten Wurzeln in Töpfe zu setzen.)

Ziele

Die Lernenden können...

- ... die Begriffe generative und vegetative Vermehrung unterscheiden und nennen.
- ... Pflanzen und Vermehrungsmethoden beschreiben, skizzieren und die Arbeitsabläufe erklären.
- ... Pflanzen vermehren.

Tipps

Bei regelmäßiger Pflanzenvermehrung können Pflanzen kostengünstig ausgetauscht und mehr Pflanzen ins Schulgebäude gebracht werden.

Vorbereitung

1. Unterrichtseinheit
 - Arbeitsblätter „Zimmerpflanzen vermehren“ und „Pflanzensteckbriefe“ für die Lernenden ausdrucken
 - Eventuell für Variante 2A und 2B und Variante 3A: Laptops oder Tablets organisieren bzw. Computerraum buchen
 - Eventuell für Variante 3B: Pflanzenbücher
 - Materialien herrichten (Wassergläser, Gartenschere, Etiketten, Stift)
2. Unterrichtseinheit
 - Arbeitsblätter „Vermehrungsmethode“ ausdrucken
 - Materialien herrichten (Töpfe, Substrat, Etiketten, Stift)

Arbeitsschritte im Unterricht

Wichtig: Die genauen Arbeitsschritte sind auf den Arbeitsblättern beschrieben.

Doppelstunde (2 UE)

1. Stellen Sie die Frage in den Raum „Wie lassen sich Pflanzen vermehren?“ und „Welche Vermehrungsmethoden gibt es?“.

Brainstormen Sie an der Tafel gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern Namen von Zimmerpflanzen, die die Jugendlichen zu Hause haben. Fragen Sie, ob sie diese auch selber vermehren.

2. Teilen Sie das Arbeitsblatt „Zimmerpflanzen vermehren“ aus. Die Schülerinnen und Schüler lesen dieses für sich durch.

Ziel des Arbeitsblattes ist es Pflanzen den verschiedenen Vermehrungsmethoden zuzuordnen. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten dies im Unterricht anzuwenden:

Variante 2A: Die Schülerinnen und Schüler recherchieren mit den Smartphones, Laptops, Tablets oder am Computer entsprechende Pflanzen zu den Vermehrungsmethoden. Anschließend können diese Bilder ausgedruckt, ausgeschnitten und aufgeklebt werden.

Variante 2B: Die Schülerinnen und Schüler recherchieren mit Smartphones, Laptops, Tablets oder am Computer. Statt dem Ausdrucken werden die gefundenen Pflanzen in die Felder geschrieben oder gezeichnet.

Variante 2C: Das Arbeitsblatt „Zimmerpflanzen vermehren – Bildersammlung“ wird ebenfalls kopiert und an die Schülerinnen und Schülern verteilt. Auf diesem Arbeitsblatt befinden sich Fotos, die den einzelnen Vermehrungsmethoden zugeordnet, ausgeschnitten und aufgeklebt werden können. (Zusätzlich könnten weitere Pflanzen zu den einzelnen Vermehrungsarten recherchiert werden.)

- Teilen Sie das zweite Arbeitsblatt „Pflanzensteckbriefe“ aus. Auf dem Arbeitsblatt befindet sich ein Beispiel welches zeigt, wie diese aufzubauen sind.

Variante 3A: Lassen Sie die Pflanzensteckbriefe durch Recherche im Internet (Smartphone, Laptop, Computer, Tablet) erstellen.

Variante 3B: Oder stellen Sie Zimmerpflanzenbücher bereit, in denen die Schülerinnen und Schüler die Informationen zusammensuchen.

- Vergleichen Sie die Ergebnisse der Arbeitsblätter „Zimmerpflanzen vermehren“ und „Pflanzensteckbriefe“ in der Klasse.
- Nun gehen Sie zum praktischen Teil der Stunde über, dem aktiven Pflanzen vermehren.

An der Grünwand im Klassenzimmer entnehmen die Schülerinnen und Schüler Pflanzenteile, schneiden diese fachgerecht zurecht und geben die Pflanzenstücke in ein Glas Wasser. Im Anschluss stellen Sie die Gläser auf das Fensterbrett, damit die Pflanzen mit ausreichend Licht versorgt werden.

Die Pflanzen zwei bis drei Wochen lang in Wassergläsern lassen und beobachten, ob die Pflanzenteile Wurzeln bilden. WICHTIG: Gläser immer wieder mit Wasser befüllen!

Einzelstunde (1UE)

- Nach circa drei Wochen werden die Pflanzen, die Wurzeln ausgebildet haben, in einen Topf mit Substrat gesetzt.
ACHTUNG: Geben Sie auf die feinen Haarwurzeln Acht, die für die Wasseraufnahme der Pflanze besonders wichtig sind.
- Beschriften Sie die Töpfe.
- Abschließend können Sie Düngestäbchen in das Substrat neben die Pflanze stecken, damit die Nährstoffversorgung gesichert ist.
- Wenn noch Zeit ist, teilen Sie das Arbeitsblatt „Vermehrungsmethoden“ aus und lassen Sie es in Einzelarbeit bearbeiten. Das Arbeitsblatt ist eine gute Wiederholung.

Tip: Das Arbeitsblatt eignet sich auch gut als Einstieg der Stunde.

Nun wachsen die Pflanzen im Substrat und warten auf ihren Einsatz für die Grünwand.

Hinweis/Vertiefung

Regelmäßig die Wurzelbildung der Pflanzen beobachten und gießen.

Arbeitsmaterialien

Zimmerpflanzen vermehren

Wie vermehren sich Pflanzen?

Pflanzenvermehrung ist ein Begriff aus dem Gartenbau, der die verschiedenen Methoden beschreibt, wie Pflanzen vervielfältigt werden können.

Man unterscheidet **generative Vermehrung** (geschlechtliche Vermehrung – aus Samen gewonnene Pflanzen) und **vegetative Vermehrung** (ungeschlechtliche Vermehrung – aus Pflanzenteilen gewonnene Pflanzen).

Die Hobbygärtnerinnen und -gärtner vermehren Zimmerpflanzen ausschließlich vegetativ, da die Gewinnung der Samen der Pflanzen in unseren Breiten sehr schwierig ist, genauso wie die Keimung. Auch für grüne Wände eignet sich daher die vegetative Vermehrung gut.

Pflanzen sind in der Lage, verletzte oder verlorene Grundorgane neu zu bilden, d.h. sich zu regenerieren.

Die Vorteile der vegetativen Vermehrung sind unter anderem in einer schnelleren Pflanzenentwicklung und somit kürzeren Kulturzeit sowie der Schaffung einheitlicher Pflanzenbestände zu sehen. Daneben ermöglicht die vegetative Vermehrung es Pflanzen zu vermehren, die schlecht oder keine Samen ansetzen. Da vor allem Sprosse und Sprosstteile zur Vermehrung eingesetzt werden, ist in der Regel die Bewurzelung das A und O der vegetativen Vermehrung. Dabei geht es darum, dass die Wurzelbildung möglichst rasch erfolgt, bevor die Pflanzenteile vertrocknen beziehungsweise die Nährstoffreserven verbraucht sind.

Vegetative Vermehrung: Beispiele

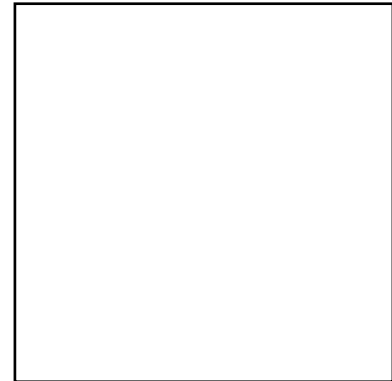
Es gibt viele verschiedene Formen der vegetativen Vermehrung. Nicht jede Pflanze kann auf jede beliebige Art und Weise vegetativ vermehrt werden. Und nicht alle Formen treten auch in der Natur auf, denn manchmal macht sich der Mensch die pflanzlichen Fähigkeiten zu Nutze und zwingt sie dazu, sich zu klonen. Deshalb folgt ein kleiner Überblick über Beispiele der vegetativen Vermehrung.

Hier werden die verschiedenen Vermehrungsmethoden genau beschrieben. Die leeren Kästchen sind dazu da, um Bilder von den Pflanzen einzufügen. Du kannst auch versuchen die Vermehrungsmethode zu skizzieren.

Absenker

Beim Absenken werden die Triebe der Mutterpflanzen bogenförmig abgesenkt, dass die Triebspitzen aus dem Boden herausragen. Eine Beschleunigung der Wurzelbildung kann dadurch erfolgen, dass der Trieb an der Stelle wo die Wurzelbildung stattfinden soll, verletzt wird. Dadurch kommt es zu einer besseren Wundkallusbildung und einen schnelleren und verstärkten Wurzelbildung. Sind genügend Wurzeln gebildet, werden die Jungpflanzen von der Mutterpflanze abgeschnitten und gepflanzt.

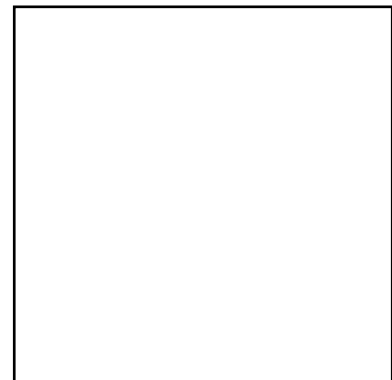
Beispiel: Baumfreund



Ausläufer

Ausläufer werden auch Stolonen genannt. Von der Mutterpflanze ausgehend entwickeln sich Seitensprosse. Diese enden in einer eigenständigen Pflanze, die ebenfalls Wurzeln schlägt. Die Seitensprosse können dabei ober- oder unterirdisch verlaufen.

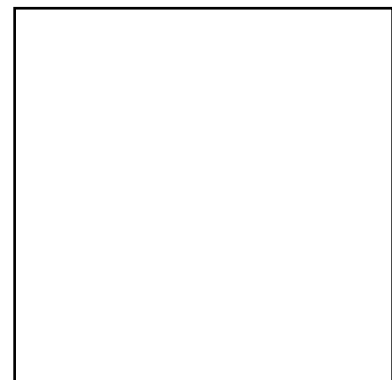
Beispiel: Grünlilie



Brutblätter

An den Blättern bestimmter Pflanzen entwickeln sich kleine Pflänzchen (Brutknospen), die der vegetativen Vermehrung dienen. Nach dem Abtrennen wachsen sie zu neue Pflanzen heran.

Beispiel: Brutblatt



Stecklinge

Einzelne Blätter, Spitzen von Trieben oder auch Teile der Sprossachse können von einer Pflanze entnommen werden. In Substrat gesteckt, entwickeln sich dann eigenständige Pflanzen.

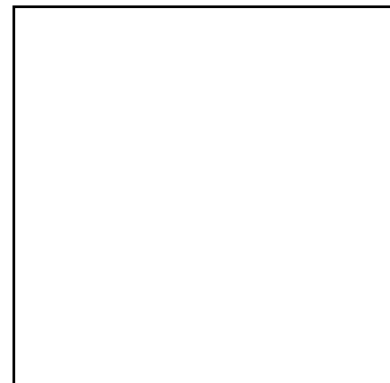
→ Auch hier gilt: Nicht jede Stecklingsmethode funktioniert für jede Pflanze. Stecklinge stellen die wichtigste vegetative Vermehrungsform dar: Ist eine Mutterpflanze vorhanden, kann diese oftmals einfach, relativ schnell und erfolgversprechend durch Stecklinge vermehrt werden.

Es gibt mehrere Methoden um Stecklinge zu erhalten, hier beschrieben sind der Teilsteckling und der Blattabschnitt:

- **Teilstecklinge**

Ein Teilsteckling besteht aus einem Teilstück eines Triebes ohne Triebspitze mit einem oder mehreren Blättern.

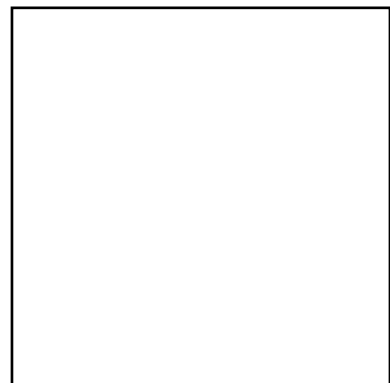
Beispiel: Efeutute, Drachenbaum



- **Blattabschnitte**

Durch Blattabschnitte kann man bei bestimmten Pflanzen aus einem Blatt mehrerer Pflanzen heranziehen. Die Blätter werden in 5 bis 10 cm lange Abschnitte zerschnitten und gesteckt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Blattabschnitte mit der Wuchsrichtung nach oben gesteckt werden

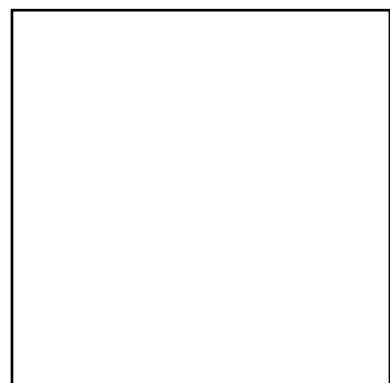
Beispiel: Bogenhanf



Teilung

Die Vermehrung durch Teilung ist eine sehr einfache und sichere Art der vegetativen Vermehrung. Dabei wird der Wurzelstock einer Pflanze vorsichtig geteilt. Es ist lediglich darauf zu achten, dass jedes Teilstück mindestens eine Knospe und genügend Wurzeln aufweist.

Beispiel: Glücksfeder, Farn



Zimmerpflanzen vermehren – Bildersammlung

- 1) Bestimme die Pflanzen auf den Fotos (Schau dir dazu die Kärtchen der Pflanzen an der Grünwand im Biologiesaal an)
- 2) Schneide die Fotos aus und ordne sie den Vermehrungsmethoden zu.
- 3) Klebe sie Bilder auf.



Lösung „Zimmerpflanzen vermehren“

1. Absenker



Baumfreund – *Philodendron scandens*
 (Quelle: Universität für Bodenkultur Wien,
 Institut für Ingenieurbiologie und
 Landschaftsbau)

2. Ausläufer



Grünlilie - *Chlorophytum comosum*
 (Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/graslelie-chlorophytum-regen-3595050/>)

3. Brutblätter



Brutblatt - *Kalanchoe daigremontiana*
 (Quelle: Universität für Bodenkultur Wien,
 Institut für Ingenieurbiologie und
 Landschaftsbau)

4. Teilstecklinge



Efeutute - *Epipremnum aureum*
 (Quelle: Fichtenbauer 2019)

5. Blattabschnitte



Bogenhanf - *Sansevieria trifasciata*
 (Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/sansevieriya-sansevieria-blatt-3349480/>)

6. Teilung



Schwertfarn - *Nephrolepis exaltata*
 (Quelle: Universität für Bodenkultur Wien,
 Institut für Ingenieurbiologie und
 Landschaftsbau)

Pflanzensteckbriefe

Finde heraus, wie sich folgende Pflanzen vermehren lassen.

Recherchiere Zimmerpflanzen und erstelle für folgende Pflanzen sogenannte Pflanzensteckbriefe. Drucke ein Bild der Pflanze aus und klebe dieses in die rechteckige Fläche:

Efeutute

Botanischer Name: *Epipremnum aureum*

Herkunft: tropische Zone

Lichtbedürfnisse: hell, keine volle Sonne

Temperaturbedürfnisse: 18-22°C

Feuchtigkeitsbedürfnisse: mäßig feucht

Besonderheiten: verschiedene Sorten, sehr pflegeleicht

Vermehrung: Kopf- und Blattaugenstecklinge



Abbildung 12: *Epipremnum aureum*
(Quelle: FICHTENBAUER, 2019)

Grünlilie

Botanischer Name: _____

Herkunft: _____

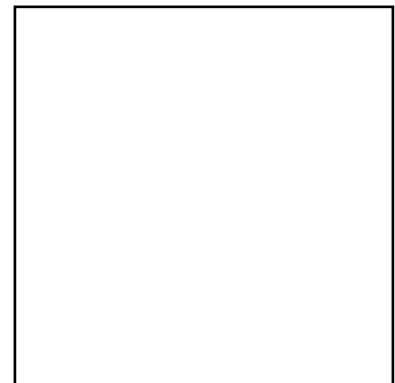
Lichtbedürfnisse: _____

Temperaturbedürfnisse: _____

Feuchtigkeitsbedürfnisse: _____

Besonderheiten: _____

Vermehrung: _____



Schwertfarn

Botanischer Name: _____

Herkunft: _____

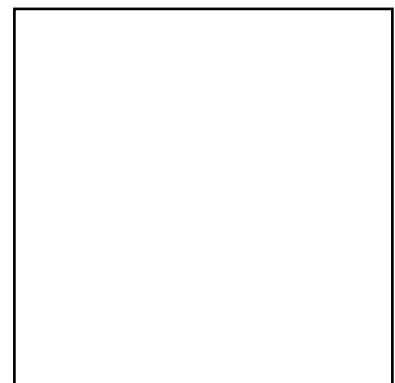
Lichtbedürfnisse: _____

Temperaturbedürfnisse: _____

Feuchtigkeitsbedürfnisse: _____

Besonderheiten: _____

Vermehrung: _____



Glücksfeder

Botanischer Name: _____

Herkunft: _____

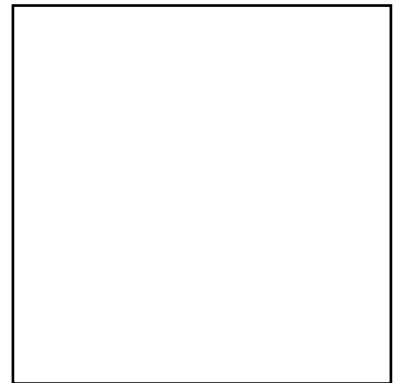
Lichtbedürfnisse: _____

Temperaturbedürfnisse: _____

Feuchtigkeitsbedürfnisse: _____

Besonderheiten: _____

Vermehrung: _____



Drachenbaum

Botanischer Name: _____

Herkunft: _____

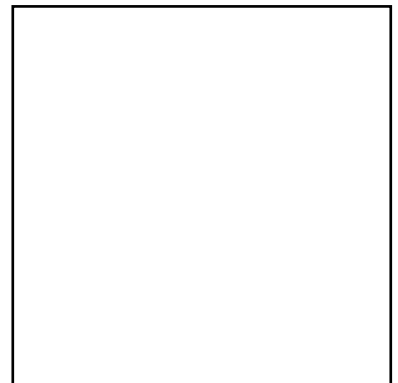
Lichtbedürfnisse: _____

Temperaturbedürfnisse: _____

Feuchtigkeitsbedürfnisse: _____

Besonderheiten: _____

Vermehrung: _____



Bogenhanf

Botanischer Name: _____

Herkunft: _____

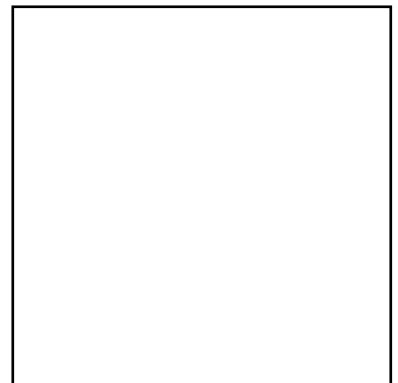
Lichtbedürfnisse: _____

Temperaturbedürfnisse: _____

Feuchtigkeitsbedürfnisse: _____

Besonderheiten: _____

Vermehrung: _____



Lösung „Pflanzensteckbriefe“

Grünilie

Botanischer Name: *Chlorophytum comosum*

Herkunft: tropische Zone

Lichtbedürfnisse: hell, keine Mittagssonne

Temperaturbedürfnisse: normale Raumtemperatur

Feuchtigkeitsbedürfnisse: mäßig feucht

Besonderheiten: luftreinigend, sehr pflegeleicht

Vermehrung: Ausläufer



Abbildung 13: *Chlorophytum comosum* (Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/graslie-chlorophytum-regen-3595050/>)

Schwertfarn

Botanischer Name: *Nephrolepis exaltata*

Herkunft: tropische Wälder

Lichtbedürfnisse: hell bis halbschattig, ohne direkte Sonne

Temperaturbedürfnisse: 19 – 22 Grad

Feuchtigkeitsbedürfnisse: gleichmäßig feucht

Besonderheiten: pflegeleicht, braucht hohe Luftfeuchte

Vermehrung: Teilung, Ausläufer



Abbildung 14: *Nephrolepis exaltata* (Quelle: Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau)

Glücksfeder

Botanischer Name: *Zamioculcas zamiifolia*

Herkunft: Ostafrika

Lichtbedürfnisse: halbschattig

Temperaturbedürfnisse: 18 – 25 Grad

Feuchtigkeitsbedürfnisse: leicht trocken

Besonderheiten: sehr robust

Vermehrung: Teilung, Blattstecklinge



Abbildung 15: *Zamioculcas zamiifolia* (Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/gl%C3%BCckfeder-zamioculcas-zimmerpflanze-978602/>)

Drachenbaum

Botanischer Name: *Dracaena*

Herkunft: Afrika, Madeira, Kanaren, Kapverden, Südasien, Mittelamerika

Lichtbedürfnisse: hell, Morgen/Nachmittagssonne

Temperaturbedürfnisse: 18 – 24 Grad

Feuchtigkeitsbedürfnisse: ständig feucht, Staunässe vermeiden

Besonderheiten: luftreinigend, braucht hohe Luftfeuchte

Vermehrung: Teilsteckling

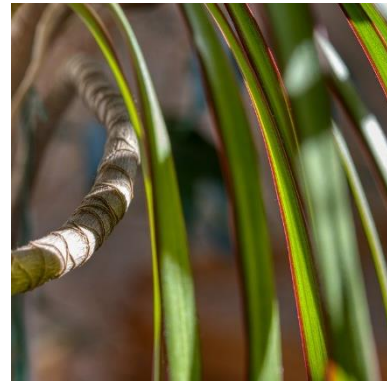


Abbildung 16: *Dracaena* (Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/zimmerpflanze-dracena-drachenbaum-4832362/>)

Bogenhanf

Botanischer Name: *Sansevieria*

Herkunft: tropische Zone Afrikas und Asiens

Lichtbedürfnisse: hell, viel Sonne, verträgt aber auch schattigere Bereiche gut

Temperaturbedürfnisse: 18 – 29 Grad

Feuchtigkeitsbedürfnisse: mäßig bis sparsam

Besonderheiten: luftreinigend, sehr pflegeleicht, Sukkulente

Vermehrung: Blattabschnitte, Seitensprosse



Abbildung 17: *Sansevieria* (Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/sansevieriya-sansevieria-blatt-3349480/>)

Vermehrungsmethode

Finde heraus, um welche Vermehrungsmethode es sich bei den jeweiligen Pflanzen handelt.

Vermehrungsmethode: _____

Efeutute – *Epipremnum pinnatum*



Vermehrungsmethode: _____

Bogenhanf – *Sansevieria trifasciata*



Vermehrungsmethode: _____

Brutblatt



Vermehrungsmethode: _____

Grünlilie



Vermehrungsmethode: _____

Schwertfarn



Lösung „Vermehrungsmethode“

Vermehrungsmethode: **Teilstecklinge**

Efeutute – *Epipremnum pinnatum*

Fotocredits: Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Vermehrungsmethode: **Teilstecklinge**

Bogenhanf – *Sansevieria trifasciata*

Fotocredits: Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Vermehrungsmethode: **Brutblätter**

Brutblatt – *Kalanchoe daigremontiana*

Fotocredits: Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Vermehrungsmethode: **Ausläufer**

Grünlilie – *Chlorophytum comosum*

Fotocredits: Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Vermehrungsmethode: **Teilung**

Schwertfarn – *Nephrolepis exaltata*

Fotocredits: Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Unterrichtseinheit Grünwand innen – Pflanzen pflegen, düngen, rückschneiden und nachsetzen

Intro-Text

Damit die Grünwand vital und optisch in einem schönen Zustand bleibt, müssen die Pflanzen gepflegt und eventuell nachgepflanzt werden. Abgestorbene und verwelkte Pflanzenteile werden regelmäßig entfernt, 1-2 x im Jahr bzw. bei Bedarf wird zurückgeschnitten. Die Schülerinnen und Schüler lernen, was Pflanzengrönpflege bedeutet und können dieses Wissen bei allen Zimmerpflanzen anwenden.

Unterrichtsfächer

- Biologie und Umweltkunde

Benötigte Materialien

- Pflanzen zum Nachsetzen
- Gartenschere bzw. Blumenschere
- Ev. Leiter

Vliessystem:

- Tacker mit Klammern
- Zange

Trogsystem:

- Dünger (siehe auf Seite 15)
- Handschaufel
- Ggf. technisches Substrat

Ideal für

Gesamtgruppe oder Teilgruppe

Zeitbedarf

Je nach Zustand der Grünwand 1-2 Unterrichtseinheiten

Ziele

Die Lernenden können ...

- ... die Praktiken und Abläufe des Bepflanzens einer Grünwand kennenlernen.
- ... die selbstvermehrten Pflanzen in der Grünwand weiterziehen.
- ... andere Techniken im Bereich der Kultivierung von Zimmerpflanzen kennenlernen.

Tipps

Zum Nachpflanzen können die Pflanzen selbst vermehrt werden, siehe Unterrichtseinheit Pflanzen vermehren

Vorbereitung

Pflanzensteckbriefe (siehe Anhang Pflanzensteckbriefe für Innenraumbegrünung) mitnehmen.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Rückschneiden der Pflanzen

In regelmäßigen Abständen werden abgestorbene Blätter und Pflanzenteile sowie zu lang gewordene Triebe mit Hilfe einer Gartenschere entfernt. Ein Rückschnitt der Pflanzen als generelle Grünpflegemaßnahme ist lediglich 1- bis 2-mal im Jahr notwendig. Die Wände sollen grün und voll wirken, dafür müssen Pflanzen auch wachsen dürfen. Kletternde Pflanzen bilden oftmals lange, herunterhängende Triebe. Diese können – bevor sie abgeschnitten werden – in die Wand eingearbeitet bzw. um andere, stabil wachsende Pflanzen gelegt werden.

Die Grünpflege der einzelnen Pflanzen sind den Pflanzensteckbriefen zu entnehmen.

2a. Nachpflanzen im Vliessystem

Abgestorbene Pflanzen werden aus den Pflanztaschen entfernt, wichtig dabei ist, dass möglichst alle Pflanzenreste in den Vliestaschen entfernt werden und die Tasche leer ist. Die Pflanztaschen sind links und rechts neben der Pflanze mit Klammern befestigt, dies mit einer Zange vorsichtig zu entfernen.

Die Pflanzen werden wurzelnackt, das heißt ohne Erde bzw. Substrat in die Pflanztaschen gesteckt. Die Erde der Pflanzen muss im Vorhinein entfernt werden, am besten mit den Händen die Wurzeln von der Erde säubern und anschließend mit Wasser abspülen. Beim Einsetzen in die Pflanztaschen darauf achten, dass alle Wurzeln in der Pflanztasche sind, in die richtige Richtung (nach unten) schauen und so tief als möglich stecken. Mit dem Tacker wird die Pflanztasche links und rechts der Pflanze geschlossen, damit die Pflanze stabil sitzt.

2b. Nachpflanzen im Trogsystem

Abgestorbene Pflanzen werden aus dem Trog entfernt. Mit der Handschaufel den Wurzelballen entfernen, die neue Pflanze einsetzen und mit technischem Substrat füllen.

3a. Düngen im Vliessystem (wird nicht im Unterricht durchgeführt)

Da die wurzelnackten Pflanzen in diesem System keine Nährstoffe speichern können ist eine regelmäßige Düngung notwendig. Je nach Systemaufbau des Vliessystem (Wasserzufuhr mittels Tank oder automatischem Wasserzu- und ablauf) ist die Zugabe des Düngers unterschiedlich. Bei der Tanklösung wird der Dünger alle 4 Wochen mit in den Tank gegeben, bei Systemen mit automatischem Wasserzu- und Ablauf erfolgt auch die Düngung automatisch.

Da die Nährstoffzugabe einen regelmäßigen Rhythmus unterliegt, wird in der Unterrichtseinheit dieses System nicht gedüngt.

3b. Düngen im Trogsystem

Im Frühjahr ab März/April wird umhüllter, kugelförmiger Langzeitdünger direkt im Pflanztrog auf das Substrat verteilt und leicht eingearbeitet. Die richtigen Mengenangaben lt. Herstellerempfehlung sind zu beachten. Der Langzeitdünger hält in der Regel 3-4 Monate vor und wird dann im Juni nochmals zugegeben. Ab Oktober bis etwa Mitte März wird nicht gedüngt.

Tip: Die Pflanzensteckbriefe können herangezogen werden, um zu bestimmen, welche Pflanzen sich in der Grünwand befinden.

Hinweis/Vertiefung

Die erlernten Tätigkeiten können auch bei allen anderen Zimmerpflanzen angewandt werden.

Unterrichtseinheit Grünwand außen – Pflanzen pflegen, düngen, rückschneiden und nachsetzen

Intro-Text

Wie alle Pflanzen benötigt auch die Grünwand gewisse Grünpflegearbeiten. Vor allem im Frühjahr sind Grünpflegemaßnahmen in Form eines Rückschnittes erforderlich, um einen Neuaustrieb der Pflanzen zu fördern. Die Schülerinnen und Schüler lernen was Gärtnern in der Vertikale bedeutet.

Unterrichtsfächer

- Biologie und Umweltkunde

Benötigte Materialien

- Pflanzen zum Nachsetzen
- Gartenschere
- Dünger (siehe Dünger auf Seite 15)
 - Trogssystem: umhüllter Langzeitdünger
 - Kassettensystem: mineralischer Flüssigdünger
- Handschaufel
- Ev. Leiter

Ideal für

Gesamtgruppe oder Teilgruppe

Zeitbedarf

Je nach Zustand der Grünwand 1-2 Unterrichtseinheiten

Ziele

Die Lernenden können ...

- ... die Praktiken und Abläufe des Bepflanzens einer Grünwand kennenlernen.
- ... die selbstvermehrten Pflanzen in der Grünwand weiterziehen.
- ... andere Gartentechniken als Alternative zum „normale“ Gärtnern im Garten kennenlernen.

Tipps

Zum Nachpflanzen können die Pflanzen selbst vermehrt werden, siehe „Unterrichtseinheit Pflanzen vermehren“.

Vorbereitung

Pflanzensteckbriefe (siehe Anhang Pflanzensteckbriefe für Fassadenbegrünung oder für Freiraumbegrünung) mitnehmen.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Rückschneiden der Pflanzen

Aus ökologischer Sicht wird die Wand am besten im Frühjahr zurückgeschnitten, so bietet sie im Winter einen Lebensraum für Insekten und optisch für Betrachterinnen und Betrachter winterliche Aspekte mit den abgestorbenen Blütenständen.

Mit Hilfe einer Gartenschere werden braune bzw. abgestorbene Blätter und alte Blühstände entfernt.

2a. Nachpflanzen im Trogsystem

Abgestorbene Pflanzen werden mit Hilfe einer Handschaufel entfernt und eine neue Pflanze eingesetzt, bzw. können neue Pflanzen gesetzt werden, wenn Platz vorhanden ist. Als Richtwert gilt sechs Pflanzen auf 1 m Länge.

2b. Nachpflanzen im Kassettensystem

Abgestorbene Pflanzen werden herausgenommen, dazu wird die die Plastikverblendung am unteren Rand der Pflanzlöcher entfernt (Klippsystem, einfach abziehen). Das gesamte Pflanzmaterial wird aus den Pflanzlöchern entfernt und die neue Pflanze eingesetzt. Da die Pflanzlöcher relativ klein sind, müssen die Pflanzballen der neuen Pflanzen mit Hilfe einer Gartenschere bzw. eines Messers zugeschnitten werden. Es ist darauf zu achten das die Pflanze und ihre Wurzeln nicht verletzt wird. Nachdem die Pflanze in das Pflanzloch gesteckt wurde ist die Plastikverblendung wieder anzubringen, um ein Herausfallen der Pflanze zu verhindern.

3a. Düngen im Trogsystem

Im März/April wird im Rahmen des Grünpflegedurchganges umhüllter Langzeitdünger direkt im Pflanztrogs auf das Substrat verteilt und leicht eingearbeitet. Die richtigen Mengenangaben lt. Herstellerempfehlung sind zu beachten. Diese Nährstoffzugabe ist für 6 Monate ausreichend und deckt den Nährstoffbedarf in der Vegetationsphase zur Gänze ab.

3b. Düngen im Kassettensystem mit Tank

Die Düngung erfolgt 1-2 Mal jährlich (Frühjahr/Sommer) mittels handelsüblichem Flüssigdünger, der ins Wasserbecken gegossen wird.

Bspw. im Frühjahr bei der Umstellung der Bewässerung von Winterbetrieb auf Sommerbetrieb und einmal im Juni.

Tipp: Die Pflanzensteckbriefe können herangezogen werden, um zu bestimmen welche Pflanzen sich in der Grünwand befinden.

Hinweis/Vertiefung

Die erlernten Tätigkeiten können auch in anderen Grünbereichen (Garten, Pergola, ...) angewandt werden.

Unterrichtseinheit Wasserhaushalt und Wasserrückhalt

Intro-Text

Wasser ist ein wesentlicher Bestandteil von Böden. Nur der wasserhaltige Boden ist in der Lage den Pflanzenwurzeln Nährstoffe in gelöster Form bereitzustellen. Um den Schülerinnen und Schülern die Wasserspeicherkapazität von unterschiedlichen mineralischen Materialien besser vor Augen zu führen, ist in diesem ausgearbeiteten Unterrichtsmaterial ein Versuch beschrieben.

Unterrichtsfächer

- Biologie und Umweltkunde
- Mathematik
- Physik

Benötigte Materialien

- Bodenmaterialien und Substrate (die verfügbar sind wie z. B. Sand, Erde, Ton, Seramis, Leka, Bims, Quarzsand, Perlite, etc.)
- Gefäß (je Substratart 2 Gefäße – eines zum Überstauen mit einem Fassungsvermögen von mind. 3 Liter und einem Gefäß zum Abtropfen)
- Messbecher
- Wasser (z.B. in Gießkannen)
- Siebe für Substrat (Unterseite mit Löcher, damit Wasser abtropfen kann, siehe Foto unten)
- Löchrige Platte zum Abtropfen (darauf wird das Sieb mit dem Substrat gestellt, damit Schülerinnen und Schülern während des Abtropfens das Sieb nicht halten müssen und trotzdem das Wasser gesammelt wird) oder Behältnis, in das das Sieb oben am Rand eingeklemmt werden kann (ohne, dass das Substrat im abtropfenden Wasser steht)
- Taschenrechner
- Zettel, Stift
- Power Point Präsentation „Wasserkapazitätsuntersuchungen“ – Diese finden Sie unter <https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>



Abbildung 18: selbstgebautes Sieb
Quelle: © Universität für Bodenkultur, Wien, Oliver Weiss

Ideal für

Gruppenarbeit (die Größe der Gruppe ist abhängig von den Materialien und Substraten, die zur Verfügung stehen)

Zeitbedarf

2 Unterrichtseinheiten

Ziele

Die Lernenden ...

- ... können die Vorteile technischer Substrate erklären
- ... wissen über den Begriff Wasserkapazität Bescheid und
- ... können diesen anhand eines Versuchs von unterschiedlichen Substratkomponenten berechnen.

Vorbereitung

- Richten Sie alle Materialien und Substrate wie oben im Punkt „benötigte Materialien“ aufgezählt vor
- Starten Sie die Power Point Präsentation „Wasserspeicherkapazitätsuntersuchungen“ - – Diese finden Sie unter <https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Starten Sie mit dem Versuchsaufbau, da die Substrate an die 15 bis 30 Minuten brauchen, um sich mit Wasser zu sättigen.

Teilen Sie dafür die Klasse in Gruppen ein. Eine Gruppe bearbeitet je ein Substrat. Teilen Sie die Materialien an die Gruppen aus, so dass jede Gruppe einen Kübel, ein Sieb und eine Substratart hat.

2. Die Schülerinnen und Schüler füllen 1 Liter Substrat ins Sieb, stellen es in das Gefäß und bedecken dieses mit mind. 3 Liter Wasser. Es ist wichtig, dass alle Substrate völlig überstaut sind UND in allen Gefäßen die gleiche Wassermenge verwendet wurde. Danach wird das Substrat stehen gelassen, damit es sich sättigen kann.

TIPP: unbedingt die Schülerinnen und Schülern mitschreiben lassen. (Mengenangaben von Substrat und Wasser)

3. Starten Sie die Power Point Präsentation „Wasserspeicherkapazität“ und stellen Sie die Frage auf der ersten Folie „Wie wird die Wasserspeicherkapazität eines Bodens definiert?“ in den Raum. Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler kurz brainstormen.
4. Gehen Sie weiter die Folien durch. Es wird die Wasserspeicherkapazität definiert, Kennzeichen von technischen Substraten erklärt, verschiedene technische Substrate vorgestellt und das Porenvolumen von Boden beschrieben.
5. Am Ende des Vortrages nach ca. 15- 20 Minuten, in denen die Substrate sich sättigen konnten, lassen Sie diese abtropfen. Dazu die Siebe aus dem Wasser nehmen, abtropfen lassen und das Wasser auffangen.
6. Während der Wartezeit lassen Sie die Schülerinnen und Schülern raten, welche Wasserspeicherkapazität ihr Substrat haben könnte und verschriftlichen Sie die Vermutungen auf der Tafel.

7. Anschließend wird die Wasserspeicherkapazität berechnet.

Wasserspeicherkapazität aus dem abgetropften Wasser berechnen:

Bsp.: 1 Liter Substrat wurde mit 3 Liter Wasser überstaut

Am Ende sind 2,5 Liter Wasser abgetropft und übrig im Kübel, daraus ergibt sich eine Wasserspeicherkapazität von 50 Volumenprozent (Vol%)

Rechenschritt: $(0,5 \text{ Liter Wasser wurde gespeichert} * 100 \text{ Prozent} / 1 \text{ Liter Substrat}) = 50 \text{ Vol\%}$

8. Versuchsaufbau beenden. Die feuchten Substrate gehören getrocknet, damit diese wieder zu den restlichen Substraten hinzugefügt werden können. Alle anderen Materialien säubern und wegräumen.

Hinweis/Vertiefung

Führen Sie diesen Versuch bei anderen mineralischen Bestandteilen durch und lassen Sie die Schülerinnen und Schülern die Wasserspeicherkapazität schätzen.

Arbeitsmaterialien

Power Point Präsentation „Wasserkapazitätsuntersuchungen“ online herunterladbar unter <https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>

Unterrichtseinheit Pflanzen und ihr Wachstum

Intro-Text

Ohne Pflanzen sind unsere Innenräume heute nicht mehr vorstellbar. Sie verbessern durch ihre Transpiration (Verdunstung von Wasser) das Raumklima und schaffen eine gemütliche und ästhetische Umgebung. Doch eine zentrale Frage ist: Was brauchen Pflanzen zum Wachsen? Diese Frage wird in dieser Einheit geklärt.

Unterrichtsfächer

- Biologie und Umweltkunde

Benötigte Materialien

- Arbeitsblatt „Zimmerpflanzen“
- Arbeitsblatt „Zimmerpflanzenquiz“

Ideal für

Einzelarbeit, Zweierarbeit und Gesamtgruppe

Zeitbedarf

1 Unterrichtseinheit

Ziele

Die Lernenden können...

- ... Pflanzen und ihre Wachstumsfaktoren aufzählen und erklären.
- ... die positiven Eigenschaften von technischen Substraten erklären.

Vorbereitung

- Arbeitsblatt „Zimmerpflanzen“ und „Zimmerpflanzenquiz“ für die Lernenden ausdrucken.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Stellen Sie die Frage in den Raum „Was brauchen Pflanzen zum Wachsen?“.

Lassen Sie die Schülerinnen und Schülern fünf Minuten überlegen, was Pflanzen zum Wachsen brauchen? Fragen Sie auch, ob sie eigene Zimmerpflanzen haben und diese pflegen. Wenn ja, wie pflegen die Schülerinnen und Schüler diese?

2. Schreiben Sie das Gesammelte (Brainstorming) auf die Tafel auf und versuchen Sie die Angabe in die Wachstumsfaktoren (Licht, Wasser, Luft, Wärme und Nährstoffe) einzuteilen.
3. Um weiter in die Thematik einzutauchen teilen Sie das Arbeitsblatt „Zimmerpflanzen“ aus.

Lassen Sie die Schülerinnen und Schülern jede/r für sich das Arbeitsblatt durchlesen.

4. Teilen Sie im Anschluss das „Zimmerpflanzenquiz“ aus.

Lassen Sie in Kleingruppen die Ergebnisse vergleichen.

5. Beantworten Sie schlussendlich das Zimmerpflanzenquiz in gesamtter Gruppe.

Hinweis/Vertiefung

Teilen Sie die Schülerinnen und Schüler in 5 Gruppen ein und lassen Sie je ein Plakat zu den fünf Wachstumsfaktoren von Pflanzen erstellen. Wachstumsfaktoren:

- Gruppe 1: Wasser
- Gruppe 2: Wärme
- Gruppe 3: Licht
- Gruppe 4: Luft
- Gruppe 5: Nährstoffe

Stellen Sie für zusätzliche Recherchen entweder Bücher, Laptops oder Tablets zur Verfügung oder lassen Sie die Schülerinnen und Schüler mit dem Smartphone arbeiten.

Tip: Die Schülerinnen und Schülern sollen die Wachstumsfaktoren bildlich darstellen (wenig Text verwenden) und vor der Klasse präsentieren.

Bei den Arbeitsmaterialien finden Sie auch ein Informationsblatt über das pflanzenverfügbare Licht.

Arbeitsmaterialien

Zimmerpflanzen

Einführung

In der gärtnerischen Praxis ist der Gebrauch der botanischen Namen üblich. Diese wissenschaftliche Benennung der Pflanzen mit mindestens zwei Namen, der Gattung und der Art (binäre Nomenklatur) geht auf den schwedischen Naturforscher Carl von Linné zurück. Im Jahre 1753 veröffentlichte Carl von Linné sein wichtigstes Werk über die Klassifizierung des Pflanzenreichs. Das Pflanzenreich wird in 17 Abteilungen gegliedert. Zimmerpflanzen befinden sich in den Abteilungen 16 Nacktsamer (*Gymnospermae*) und 17 Bedecktsamer (*Angiospermae*). Jede Abteilung ist weiter gegliedert in Klassen, Ordnungen und Familien. Innerhalb der Familie erfolgt die Gliederung nach Gattungen, Arten, Unterarten und Sorten. Sorten entstanden aus Züchtungen oder durch Auslese aus der Kultur und werden nach dem Artnamen in Anführungszeichen gesetzt und nicht wie die Gattungs- und Artnamen kursiv geschrieben (Bsp.: Grünlilie – *Chlorophytum comosum* `Ocean´). In der gärtnerischen Praxis ist die Verwendung von botanischen Namen wichtig, damit man sich international verständigen kann.

Zimmerpflanzen im Überblick

Ohne Pflanzen sind unsere Innenräume heute nicht mehr vorstellbar. Sie verbessern durch ihre Transpiration (Verdunstung von Wasser) das Raumklima und schaffen eine gemütliche und ästhetische Umgebung. Die meisten Pflanzen stammen aus den Tropen und Subtropen. Sie benötigen daher Wärme und Licht, vertragen aber keinen Frost.

Grünpflanzen - sind mit weniger Licht zufrieden und daher für schattigere Plätze im Innenraum geeignet. Sie zieren durch Laub und Wuchsform.

Zimmerfarne und Gräser – benötigen schattige Plätze und ein nährstoffreiches Substrat.

Blühende Pflanzen - kommen in einem hellen Innenraum zum Einsatz ohne an vollsonnigen Plätzen zu stehen.

Was brauchen Pflanzen zum Wachsen?

Wachstumsfaktoren der Pflanzen

Für alle Pflanzen sind folgende Wachstumsfaktoren unentbehrlich, um optimal gedeihen zu können. Dazu gehören Licht, Luft, Wärme, Wasser und Nährstoffe. Es gilt – nur wenn alle Faktoren ausreichend vorhanden sind, kann sich die Pflanze gut entwickeln.

Licht

Die Sonne ist die wichtigste Energiequelle für den Aufbau der Biomasse und der Lebensprozesse in unserem Universum. Die Energie der Sonne wird in Form von elektromagnetischer Strahlung in den Weltraum abgegeben und trifft in verschiedenen Wellenlängen auf die Erde auf. Das menschliche Auge kann in der Regel Licht im Wellenlängenbereich von 380-780 Nanometer (nm) wahrnehmen. Wie das menschliche Auge eine Lichtwahrnehmung und Empfindlichkeit hat, so haben auch die Pflanzen ihre spezielle Empfindlichkeitskurve für die Photosynthese. Pflanzen absorbieren den Teil des Lichts im Wellenlängenbereich von 400-700 nm. Im Innenraum kommen häufig sogenannte Pflanzenlichter zum Einsatz, damit die Pflanzen ausreichend mit Licht versorgt werden und somit ein optimales Wachstum gewährleistet ist.

Luft

Pflanzen benötigen Luft, nicht nur die Blätter, sondern auch die Wurzeln! Sie nehmen CO₂ (Kohlendioxid) auf und wandelt diesen in Sauerstoff wieder um.

Wärme

Pflanzen haben sich an die unterschiedlichsten Standortbedingungen angepasst. Da Zimmerpflanzen hauptsächlich in den Tropen und Subtropen beheimatet sind, benötigen diese gleichbleibende Temperaturen um die 20°C und eine hohe Luftfeuchtigkeit.

Wasser

„Ohne Wasser gäbe es kein Leben.“ – dieser Satz hat immer wieder seine volle Berechtigung. Das Wasser bringt den Kreislauf der Pflanze in Schwung, mit dem Bodenwasser werden die darin gelösten Mineralsalze aufgenommen, die im Stoffwechsel oder Wachstum benötigt werden. Zur Assimilation ist Wasser unentbehrlich. Überschüssiges Wasser wird von den Blättern verdunstet – was zur Kühlung der Umgebung beiträgt.

Wird zu wenig gegossen, welkt die Pflanze und kann sogar vertrocknen.

Wird zuviel gegossen, faulen die Wurzeln, die Blätter werden gelb und schließlich stirbt die Pflanze ab.

- ➔ Daher gilt vor einem Bewässerungsgang das Substrat im Topf mit dem Finger auf Feuchtigkeit prüfen!

Nährstoffe

Pflanzen benötigen zum Wachstum eine Vielzahl von Nährstoffen. Auf eine regelmäßige Nährstoffzufuhr sollte geachtet werden. Dies kann mittels Langzeitdünger (in Granulat- und Pulverform) oder Expressdünger (Flüssigdünger oder in Pulverform) erfolgen.

Aufgenommen werden die in Wasser gelösten Nährstoffe vorwiegend über die Wurzeln.

Substrat

Pflanzen brauchen nicht unbedingt Erde, um zu wachsen, wohl aber Wasser, Nährstoffe und Luft. Erde dient den Wurzeln lediglich als "Fundament", in dem sie sich festhalten können. Substrate speichern Wasser wie ein Schwamm und geben es langsam an die Pflanzenwurzeln ab und dienen den Pflanzenwurzeln als Stütze. Substrate speichern nur bedingt Nährstoffe, daher können die Düngegaben gezielt beim Wässern durchgeführt werden.

- ➔ Technische Substrate im Innenraum sind ideal für Allergiker, das sich darin im Gegensatz zu normaler Blumenerde keine Pilzsporen entwickeln können.

Weitere positive Aspekte von technischem Substrat:

- hohe Wasserkapazität
- hohes Porenvolumen
- ausreichende Luftkapazität
- Nährstoffspeicherung
- geringes Gewicht
- Strukturstabilität

Zimmerpflanzenquiz

Welcher Naturforscher teilte die Pflanzen in eine binäre Nomenklatur ein?

- a. Wilhelm Exner
- b. Carl von Linné
- c. Friedrich Simony

Welche wissenschaftliche Benennung der Efeutute ist korrekt?

- a. Bellis perennis
- b. Chlorophytum comosum
- c. Epipremnum pinnatum

Zimmerpflanzen sehen nicht nur schön aus, sie verbessern

- a. das Licht im Raum
- b. das Raumklima und dienen als natürlicher Luftbefeuchter
- c. die Stimmung im Raum

Zimmerpflanzen bevorzugen

- a. hartes Wasser aus der Leitung
- b. weiches Wasser z. B. Regenwasser
- c. Salzwasser

Damit Zimmerpflanzen gut gedeihen brauchen sie folgende Wachstumsfaktoren:

- a. Wärme, Licht und Frost
- b. Licht, Luft, Wärme, Wasser und Nährstoffe
- c. Schatten, Licht, Wasser und Erde

Die meisten Zimmerpflanzen haben ihre Heimat

- a. in der Wüste
- b. in den gemäßigten Breiten
- c. im oder in der Nähe vom tropischen Regenwald

Wenn man Pflanzen zu stark gießt, bildet sich Staunässe im Topf und die Wurzeln verfaulen. Deshalb vor dem Gießen immer

- a. das Substrat im Topf mit dem Finger auf Feuchtigkeit prüfen!
- b. auf den Gießplan schauen!
- c. den Untersetzer oder Übertopf ausleeren!

In welchen Spektralbereich befindet sich pflanzenverfügbares Licht?

- a. 380-780 Nanometer (nm)
- b. 400-700 Nanometer (nm)
- c. 500-750 Nonometer (nm)

Zimmerpflanzenquiz – Lösung

Welcher Naturforscher teilte die Pflanzen in eine binäre Nomenklatur ein?

- a. Wilhelm Exner
- b. Carl von Linné**
- c. Friedrich Simony

Welche wissenschaftliche Benennung der Efeutute ist korrekt?

- a. Bellis perennis
- b. Chlorophytum comosum**
- c. Epipremnum pinnatum**

Zimmerpflanzen sehen nicht nur schön aus, sie verbessern

- a. das Licht im Raum
- b. das Raumklima und dienen als natürlicher Luftbefeuchter**
- c. die Stimmung im Raum**

Zimmerpflanzen bevorzugen

- a. hartes Wasser aus der Leitung
- b. weiches Wasser z. B. Regenwasser**
- c. Salzwasser

Damit Zimmerpflanzen gut gedeihen brauchen sie folgende Wachstumsfaktoren:

- a. Wärme, Licht und Frost
- b. Licht, Luft, Wärme, Wasser und Nährstoffe**
- c. Schatten, Licht, Wasser und Erde

Die meisten Zimmerpflanzen haben ihre Heimat

- a. in der Wüste
- b. in den gemäßigten Breiten
- c. im oder in der Nähe vom tropischen Regenwald**

Wenn man Pflanzen zu stark gießt, bildet sich Staunässe im Topf und die Wurzeln verfaulen. Deshalb vor dem Gießen immer

- a. das Substrat im Topf mit dem Finger auf Feuchtigkeit prüfen!**
- b. auf den Gießplan schauen!
- c. den Untersetzer oder Übertopf ausleeren!

In welchen Spektralbereich befindet sich pflanzenverfügbares Licht?

- a. 380-780 Nanometer (nm)
- b. 400-700 Nanometer (nm)**
- c. 500-750 Nanometer (nm)

Unterrichtseinheit U-Wert und Gebäudequalität

Intro-Text

In dieser Unterrichtseinheit wird dargestellt, wie sich die Fassadenbegrünung auf die thermische Dämmung der Fassade auswirkt. Der Kennwert für die thermische Dämmung einer Konstruktion ist der U-Wert. Er gibt an, welche Wärmeleistung pro Quadratmeter Fassade durch die Konstruktion geht, wenn der Temperaturunterschied zwischen den beiden Seiten (innen und außen) 1 Kelvin ist. Seine Einheit ist W/m^2K .

Unterrichtsfächer

- Physik
- Mathematik

Benötigte Materialien

- Powerpoint Folien „U-Werte_Gebaeudequalitaet“ – Diese finden Sie unter <https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>.
- Taschenrechner
- Papier

Ideal für

Oberstufe

Zeitbedarf

ca. 2 UE

Ziele

- Berechnen eines U-Wertes
- Kennenlernen von bauphysikalischen Zusammenhängen

Vorbereitung

- Power Point Präsentation „U-Werte_Gebaeudequalitaet“ herunterladen (Diese finden Sie unter <https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>.) auf einen USB laden bzw. zum Gebrauch herrichten

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Starten Sie die Power Point Präsentation „U-Werte und Gebäudequalität“. In dieser finden Sie Erklärungen, Aufgabenstellungen und Lösungen. Beginnen Sie mit der PPT und folgen Sie dieser.
2. Zu Beginn:

Folie 2 zeigt den Aufbau der untersuchten Fassade des Gebäudes. Sie besteht aus Stahlbeton und einer Dämmschicht EPS (Styropor). Innen und außen sind Putz bzw. Anstrich angebracht, die für uns an Wand (innen) und Fassade (außen) sichtbar sind und die Oberfläche bilden. Der Stahlbeton trägt das Gebäude, ist sehr stabil und leitet die Wärme viel besser als Styropor. Deshalb gilt Styropor als Dämmstoff. Es ist wichtig, dass das Styropor stets an der Außenseite angebracht ist. Es hält im Winter auch den Stahlbeton warm und verhindert somit das Bilden von Kondenswasser.

Folie 3 zeigt schematisch den Temperaturverlauf in den Baustoffen im Winter. Im Winter ist die Innenseite (Stahlbeton) der Fassade wärmer, als die Außenseite (Dämmung), da die Temperatur draußen niedriger ist als im Innenraum. Die Temperatur nimmt von innen nach außen ab. Im Stahlbeton nimmt sie nur wenig ab, weil er Wärme sehr gut leiten kann. Im Styropor fällt die Temperatur stärker ab aufgrund der wärmedämmenden Wirkung.

Folie 4 zeigt die Kennwerte die notwendig sind, um die Situation mathematisch abzubilden.

- Die Wärmeleitfähigkeit ist eine Materialeigenschaft und wird mit dem Kennwert λ beschrieben. Er hat die Einheit $W/(mK)$ wobei sich W in Watt auf die Wärmeleistung, m auf Meter Dicke des Materials und K auf Kelvin Temperaturunterschied bezieht. Materialien, die einen kleinen λ -Wert haben, eignen sich für Wärmedämmung.
- Der U-Wert beschreibt wie gut eine Konstruktion insgesamt dämmt. Die Dicke ist dabei schon berücksichtigt. Er hat die Einheit $W/(m^2K)$. Der U-Wert einer Fassade gibt an, welche Wärmeleistung (W) pro m^2 Querschnittsfläche durch eine Konstruktion geht, wenn der Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außen 1 Kelvin (K) beträgt. Er ist eine wichtige Kennzahl, um die Wärmedämmung von Gebäuden zu berechnen.
- Der Wärmedurchgangswiderstand ist der Kehrwert des U-Wertes. Seine Einheit ist m^2K/W . Er gibt an, wie groß der Widerstand für den Wärmefluss ist, der von warm nach kalt durch die Konstruktion fließt.

3. Anschließend an die Einleitung folgt das erste Rechenbeispiel. Besprechen Sie das Rechenbeispiel und lassen Sie genügend Zeit, damit die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe lösen können.

Folie 5 leitet das Rechenbeispiel ein. Die λ -Werte einer Konstruktion und deren Dicke sind gegeben. Beim Innenputz (Schicht 1) handelt es sich z.B. um einen Kalkgipsputz, danach ist Stahlbeton (Schicht 2), darauf klebt die Dämmschicht (Schicht 3) und Schicht 4 ist ein Zementputz.

Anmerkung: Die λ -Werte und Schichtdicken können in der Realität variieren. Hier wurden Werte gewählt, um beim Rechenbeispiel rundere Zahlen zu erhalten.

Auf den **Folien 6 bis Folie 7** finden Sie die notwendigen Formeln. Die Berechnung des U-Wertes erfolgt bei gegebenen λ -Werten und dazugehörigen Schichtdicken (d) über das Berechnen der einzelnen Wärmedurchlasswiderstände der Materialien.

- Der Wärmedurchlasswiderstand R von einer bestimmten Schicht, mit einem bestimmten λ -Wert ist durch $R = \frac{d}{\lambda}$ gegeben
- Die Summe der einzelnen Widerstände beschreibt den Wärmedurchlasswiderstand der gesamten Konstruktion.
- Die beiden Übergangswiderstände R_{si} für den inneren Wärmeübergangswiderstand und R_{se} für den äußeren Wärmeübergangswiderstand beschreiben den Wärmewiderstand von den Fassadenoberfläche zur Luft. Es ist der Widerstand, welcher überwunden werden muss, um die Temperaturen zwischen Fassadenoberfläche und Umgebungsluft anzugleichen. Er ist im Rechenbeispiel gegeben. Für $R_{si} = 0,13 m^2K/W$ und $R_{se} = 0,04 m^2K/W$.
- Die Summe aller Widerstände inkl. der Übergangswiderstände bildet den Wärmedurchgangswiderstand ab. Er ist der Kehrwert des U-Wertes.

4. Vergleichen Sie gemeinsam die Ergebnisse.

In der Power Point **Folie 8** finden Sie die Lösung. Um die Größe der Werte abzuschätzen: Eine 3 cm dicke Holzplatte hat einen Wärmedurchlasswiderstand von ca. $R = 0,25 m^2K/W$

5. Fahren Sie mit dem Vortrag fort. Die eben durchgeführte Berechnung war für eine gedämmte Fassade ohne Fassadenbegrünung. Fassadenbegrünungen sind vor der Fassade angebracht. Es gibt einen Luftspalt zwischen vorgehängter Begrünung und der Fassade. Dieser Luftspalt ist mit der Außenluft verbunden. Die Berechnung des U-Wertes auf Basis der λ -Werte ist deshalb nicht möglich. Es muss auf Messungen zurückgegriffen werden, um die Situation beschreiben zu können. Die Messungen werden in den nächsten Folien beschrieben.

Folie 9 und Folie 10 zeigen die Fassadenkonstruktion nach demselben schematischen Prinzip wie in Folie 3. Als zusätzliche Schicht ist in Grün die Fassadenbegrünung eingezeichnet. Es ist eine hinterlüftete Konstruktion. Das bedeutet, dass zwischen Begrünung und Fassade eine Luftschicht ist, die mit der Außenluft verbunden ist. Es gibt somit einen Luftwechsel zwischen der Luft im Hinterlüftungsspalt und der Außenluft. Das Problem ist somit dynamisch und nicht mehr trivial auflösbar. Um das Problem zu lösen, müssen Messungen durchgeführt werden. Für Computerprogramme fehlen die Eingabeparameter wie z. B. Luftwechselrate, exakte Hinterlüftungsöffnungsgröße (Undichtheiten entlang der Seiten, ober und unterhalb des Begrünungselementes), etc.

Folie 11 zeigt die Messungen, die im Forschungsprojekt GRÜNEzukunftSCHULEN durchgeführt wurden. Eine Probeentnahme aus der Fassade war nicht möglich. Mit den durchgeführten Messungen werden keine Informationen über die einzelnen Schichten gewonnen. Es können nur für jene Abschnitte der Konstruktion die Wärmewiderstände berechnet werden, für die eine Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenseite des Bauteils gemessen wurde.

Es wurden die Oberflächentemperaturen an der Fassade innen und außen gemessen. Dadurch lässt sich die Temperaturdifferenz an den beiden Enden der gesamten Konstruktion ermitteln. Außerdem wurde die Lufttemperatur innen und außen gemessen. Aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen Oberflächentemperatur und Lufttemperatur kann unter Berücksichtigung des Wärmestroms der Wärmeübergangswiderstand berechnet werden. Sowohl für außen-, als auch für innenseitig.

Folie 12 zeigt die Alternative, wie die Wärmewiderstände ohne gegebener Schichtdicke und λ -Wert berechnet werden können. Die Wärmewiderstände berechnen sich nach $R = \frac{\text{Temperaturdifferenz}}{\text{Wärmestrom pro m}^2}$. Diese Parameter wurden gemessen. Somit sind alle notwendigen Eingabeparameter aus den Messungen gegeben.

- Es können begrünte und nicht begrünte Abschnitte der Fassade miteinander verglichen werden.
 - Es resultiert ein Unterschied im R_{se} , der aufgrund des Begrünungssystems entstanden ist.
 - Der jeweilige U-Wert berechnet sich über den Kehrwert des jeweiligen Wärmedurchgangswiderstands (Summe der Durchlasswiderstände durch die Fassade und der Übergangswiderstände von Fassadenoberfläche auf Luftschicht).
 - An gedämmten Gebäuden wirkt sich Fassadenbegrünung weniger stark aus als an ungedämmten Gebäuden.
6. Es folgt die Berechnung des Wärmedurchlasswiderstandes für eine begrünte und eine unbegrünte Fassade. Besprechen Sie die Angabe gemeinsam durch und lassen Sie die Schülerinnen und Schüler anschließend rechnen.

Folie 13 zeigt ein Rechenbeispiel. Es kann anhand der Messwerte der U-Wert an der begrünten und an der nicht begrünten Fassade berechnet werden.

7. Vergleichen Sie die Ergebnisse miteinander. Es ist ersichtlich, dass der Wärmedurchgangswiderstand der begrünten Konstruktion größer ist. Das wirkt sich auf den U-Wert

aus. Er wird aufgrund der Begrünung niedriger. Im vorliegenden Fall um $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$. Da bereits die nicht begrünte Konstruktion einen relativ guten U-Wert hat ($0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$) entspricht die Verbesserung ca. 18 % für diesen begrünten Teil der Wand. Das ist die Wärmeleistung, die weniger an die Wand abgegeben wird, also auch weniger geheizt werden muss. Bei der Betrachtung eines Gebäudes sind auch alle weiteren Bauteile wie Fenster, Decken, Außenwände etc. zu berücksichtigen.

8. Abschließend wurden einige aufbereitete Messergebnisse aus dem Projekt GRÜNEzukunftSCHULE zusammengetragen. Für das Verständnis dieser Darstellungen ist ein gutes Verständnis der vorherigen Berechnungen notwendig.

Folie 15 zeigt die realen Ergebnisse, die im Zuge des Projektes GRÜNEzukunftSCHULE ermittelt wurden. Die U-Werte sind an den begrünten Teilen der Fassade geringer (grüner Balken). Das resultiert aus den höheren Wärmeübergangswiderständen.

Folie 16 zeigt Diagramme, die die Temperaturen an ungedämmten Gebäuden vergleichen. Luft- und Oberflächentemperatur sind an der begrünten Fassade gedämpft. Sie haben weniger ausgeprägte Extremwerte. Das trägt zum Schutz der Fassade bei. Im Sommer bleibt die Fassadenoberfläche kühler. Sie ist beschattet und die Verdunstung von Wasser durch die Pflanzen und das Substrat führt zu einer gekühlten Begrünungskonstruktion, die sich auch in der Sonne nicht bedeutend aufheizt.

Die zwei unteren Diagramme zeigen die Messwerte im Winter. Hier sind die Oberflächentemperaturen aufgrund des Begrünungssystems höher. Der erhöhte Wärmeübergangswiderstand führt dazu, dass die äußere Fassadenoberfläche wärmer ist. Schematisch wurde das auch in Folie 10 gezeigt.

Die hier gezeigten Messwerte wurden im GRG7, an einer ungedämmten Fassade erhoben. An gedämmten Gebäuden sind die Auswirkungen im Winter deutlich geringer. Die Oberflächentemperaturen haben sowohl am begrünten als auch am nicht begrünten Teil der Fassade ungefähr Lufttemperatur. Eine genau Beschreibung dazu gibt es in [2].

Folie 17 zeigt, dass sich die Begrünung auf den U-Wert von ungedämmten Gebäuden deutlich stärker auswirkt: Wenn der U-Wert bereits niedrig ist (gedämmte Konstruktion), dann kann die Begrünung nur zu einer geringen Reduktion des U-Wertes beitragen. Bei hohen U-Werten wirkt sie sich deutlich stärker aus.

Folie 18 bis Folie 21 zeigen wie die U-Werte sind, wenn Wärmebrücken berücksichtigt werden. Wärmebrücken stellen Schwachstellen in der thermischen Hülle eines Gebäudes dar. Sie entstehen beispielsweise aufgrund der Befestigungselemente für die Fassadenbegrünung. Je nach Fassadenkonstruktion und Befestigungselemente sind diese unterschiedlich groß. An ungedämmten Gebäuden sind die Wärmebrücken meistens zu vernachlässigen. An gedämmten Gebäuden ist darauf zu achten, dass die Befestigungselemente thermisch möglichst entkoppelt sind. Dies erreicht man bspw. durch spezielle Dübel und deren Verankerungen. Aluminium leitet die Wärme besser als Edelstahl.

Eine Wärmebrücke entsteht, wenn eine gedämmte Konstruktion in einem kleinen Bereich gestört ist. In dem kleinen Bereich wird Wärme wesentlich besser geleitet als an den übrigen Teilen der Konstruktion. Bei Fassadenbegrünung entsteht dies aufgrund von Befestigungselementen. Die Fassadenbegrünung muss statisch an der Fassade befestigt werden. Das erfolgt üblicherweise mit Verankerungen aus Metall. Diese müssen in der stabilen Schicht der Fassade verankert werden. An den untersuchten gedämmten Fassaden ist das der Stahlbeton. Die Verankerungen müssen durch die dämmende Schicht (Styropor) in den Stahlbeton hinein verarbeitet werden. An den Verankerungen wird Wärme im Winter deutlich besser nach außen geleitet, als an den Teilen der Fassade die keine Verankerungen haben. Im Mittel verursacht es eine Erhöhung des U-Wertes von der gesamten Fassade

in Abhängigkeit der thermischen Leitfähigkeit von den Verankerungselementen, ihrer Querschnittsfläche und ihrer Anzahl. Die Wärmebrücke fällt stärker aus, wenn das Gebäude gut gedämmt ist, da der Gradient zum gedämmten Gebäude größer ist.

9.

Diskutieren Sie im Anschluss die Verwendung von ökologischen Baumaterialien. Verwenden Sie dazu das gleichnamige Informationsblatt im Kapitel „Fachliche Grundlagen“. Sie können auf folgende Fragen mit den Schülerinnen und Schüler eingehen:

- Wo sind die Vor- und Nachteile bei der Verwendung von ökologischen Baustoffen?
- Wie wirken sich ökologische Baustoffe auf den Klimawandel aus?
- Welche Parameter gibt es, um ökologische Baustoffe hinsichtlich ihres ökologischen Einflusses zu bewerten?
- Was ist ein ökologischer Baustoff?

Arbeitsmaterialien

Power Point Folien „U-Werte_Gebaeudequalitaet“ online herunterladbar unter <https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>

Unterrichtseinheit Messen und Auswerten

Intro-Text

Bei Forschungsprojekten werden oft zahlreiche Messdaten erhoben und aufgezeichnet. Beim Forschungsprojekt in eurer Schule sind zahlreiche Sensoren installiert und diese messen jede Minute einen Wert. Innerhalb von ein paar Jahren entstehen hunderttausende Messwerte. Niemand hat die Zeit sich die Werte einzeln anzusehen. Aber wie ist es dann möglich alle Werte zu berücksichtigen, oder die wichtigen Werte von den unwichtigen zu trennen?

Am Anfang jeder Messung und jeder Auswertung muss eine Fragestellung definiert sein, die im Zuge der Auswertungen beantwortet werden soll. Im hier angeführten Beispiel sollen Messungen, die in den Klassenräumen getätigt wurden, ausgewertet werden. Es soll gezeigt werden, ob es im begrünten oder im nicht begrünten Raum behaglicher ist. Hierzu ist zu untersuchen in welchem Bereich sich die Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit befinden.

Unterrichtsfächer

- Mathematik
- Informatik
- Physik

[Vertiefte und fundierte Excel-Kenntnisse der Lehrperson sind notwendig und Voraussetzung für diese Unterrichtseinheit!]

Benötigte Materialien

- Computer bzw. Tablet mit dem Programm MS Excel oder ähnlichem
- Excel-Tabellen im ZIP „Excel_Tabellen_gesammelt“, in der die folgenden drei Excel-Tabellen enthalten sind: „Rohmessdaten_Temperatur_relLuftfeuchtigkeit“, „Datenauswertung_hygrothermisch“ sowie „Datenauswertung_Loesungsvariante“ – Die ZIP-Datei finden Sie unter <https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>.

Ideal für

Gesamtgruppe oder Teilgruppe

Zeitbedarf

1 oder 2 Stunden – je nach Vorkenntnissen bzw. je nach Tiefe der Messdatenanalyse

Ziele

Die Lernenden können

- Mittels MS Excel bereitgestellte Messdaten für den Innenraum sortieren und auswerten
- Diagramme zur Darstellung der behaglichen und der nicht behaglichen Häufigkeit interpretieren und vergleichen

Vorbereitung

- Falls notwendig reservieren Sie den Computersaal oder organisieren Sie Laptops.
- Excel-Tabellen „Rohmessdaten_Temperatur_relLuftfeuchtigkeit“, „Datenauswertung_hygrothermisch“ sowie „Datenauswertung_Loesungsvariante“ herunterladen (Diese Tabellen finden Sie als eine ZIP Datei „Excel-Tabellen_gesammelt“ unter

<https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>.) und auf einen USB laden bzw. zum Gebrauch für die Schülerinnen und Schüler herrichten

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Öffnen Sie die Datei „Rohmessdaten_Temperatur+relLuftfeuchtigkeit“ im Excel. Wenn Sie andere als die zur Verfügung gestellten Messdaten verwenden, ist es möglich, dass diese in einem anderen Format vorliegen und zunächst konvertiert werden müssen. Sind die Messwerte bspw. in einem Textfile (.txt), können sie mit der Registerkarte „Daten“ eingefügt werden. Die vorhandenen Messdaten stammen aus einem nicht begrünten Referenzraum sowie zwei begrünten Räumen mit unterschiedlichen Begrünungssystemen (siehe Tabellenblätter).
2. Sortieren Sie die Messwerte chronologisch, so dass das Datum in Spalte A, die Uhrzeit in Spalte B und die jeweiligen Messwerte in Spalte C und Spalte D stehen.
3. In einem weiteren Schritt müssen die Daten auf Plausibilität geprüft werden und evtl. Ausreißer bereinigt werden. Hierzu können Filter oder entsprechende Formeln z.B. zur Bestimmung von Minimum und Maximum verwendet werden. Außerdem ist es für den späteren Vergleich wichtig, dass die Messdaten für alle Räume den gleichen Zeitraum abbilden. Hierzu sind evtl. Datenausfälle bzw. längere Messzeiträume an andere anzupassen.
4. Zur Auswertung der Daten müssen diese gefilterten Daten nun im richtigen Format (Achtung auf entsprechende Spaltenbeschriftungen) in das Excel Datenauswertung_hygrothermisch“ kopiert werden.
5. In einer Spalte steht nun die Zeit für alle betrachteten Sensoren. Mittels Filter (Dreiecke in Zeile 2) ist es möglich, bestimmte Jahreszeiten, Wochentage oder Uhrzeiten zu filtern. Um die Vielzahl an Daten mit einem Blick erfassen zu können, empfehlen sich graphische Darstellungen. Im Excel-Dokument „Datenauswertung_hygrothermisch“ vorbereitet ist bereits eine hygrothermische Auswertung in Form einer Punktwolke. Im Fall der hygrothermischen Auswertungen sind es Punktdiagramme, um anhand der Punktwolken die Behaglichkeit abzuschätzen. Die Punktwolke für die begrünten Klassenräume ist normalerweise höher oben (y-Achse), was bedeutet, dass es dort feuchter ist. Werden die Daten so gefiltert, dass die kalte Jahreszeit betrachtet wird, kann beobachtet werden, dass die Punktwolken in nicht begrünten Räumen, meisten zu niedrig (zu trockene Luft) ist. Beispiele für Auswertungen, so wie sie auch mit der vorhandenen Excel-Datei gemacht werden können sind in Abbildung 19 bis Abbildung 21 dargestellt.
6. Um nun die begrünten mit den nicht begrünten Räumen zu vergleichen, kann gemeinsam mit der Punktwolke das vorgefertigte Tortendiagramm, das nun ebenso auf die Messdaten zugreifen kann, herangezogen werden. Mögliche Fragen sind: Welcher Zeitraum wurde betrachtet? In welchem der Räume ist es am behaglichsten? Ist ein Unterschied zwischen den beiden begrünten Räumen zu sehen? Woran könnte das liegen? Ändert sich die Verteilung bei der Betrachtung eines kürzeren Zeitraums z.B. ein Monat, eine Woche?
7. Bei guten vorhandenen Excel-Kenntnissen bzw. für diejenigen, die schneller fertig sind: Gibt es noch andere Möglichkeiten die Messdaten in einem Diagramm darzustellen? Welche Art des Diagramms eignet sich noch für die Darstellung?

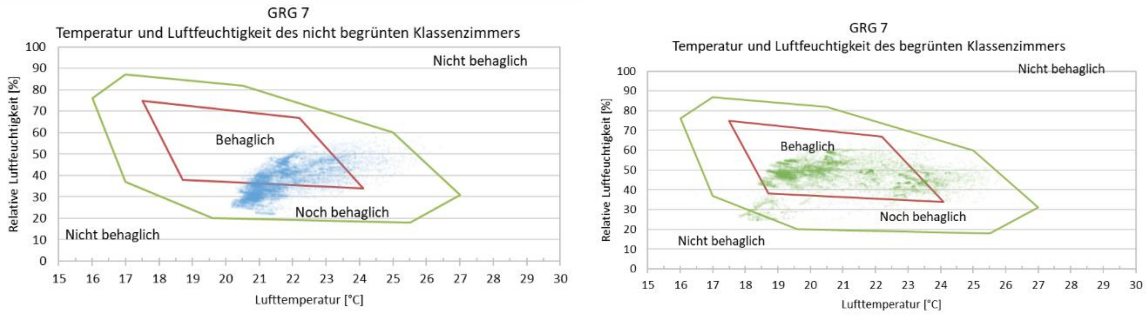


Abbildung 19 Auswertungen GRG 7 (Jän. –Mär., Okt.- Dez. 2018 und Jän. –Mär. 2019) TU Wien

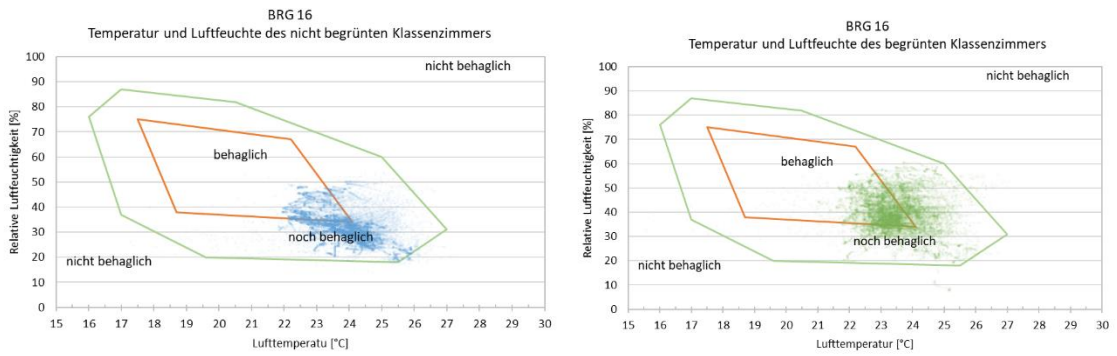


Abbildung 20: Auswertungen im BRG 16 (Jän. –Mär., Okt.- Dez. 2018 und Jän. –Mär. 2019) TU Wien

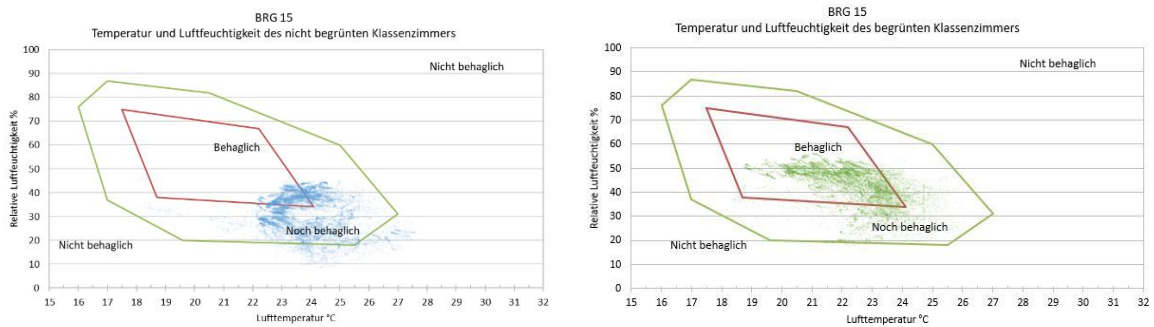


Abbildung 21: Auswertungen im BRG 15 (Jän. –Mär., Okt.- Dez. 2018 und Jän. –Mär. 2019) TU Wien

Hinweis/Vertiefung

Abbildung 22 zeigt das Behaglichkeitsdiagramm das angewendet wurde.

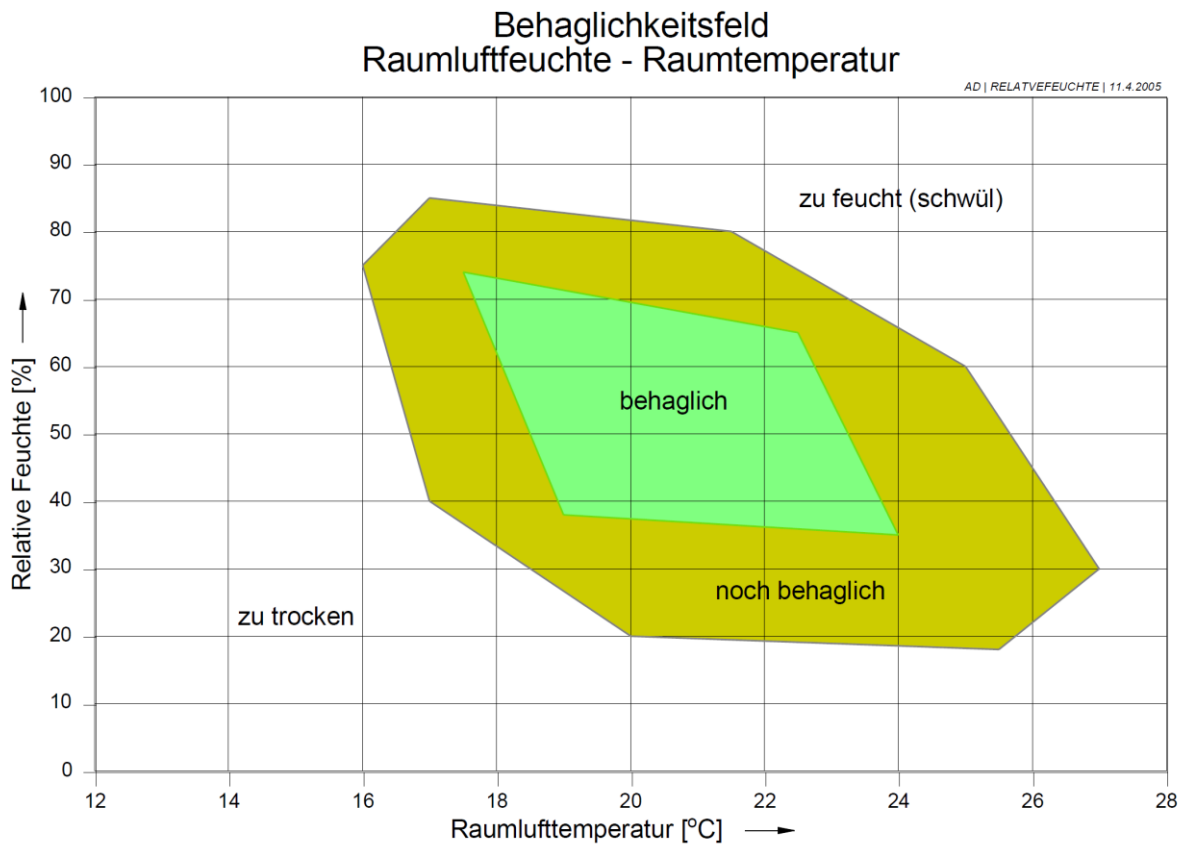


Abbildung 22: Behaglichkeitsdiagramm von Frank [3]

Arbeitsmaterialien

Excel-Tabellen sind als eine ZIP Datei „Excel-Tabellen_gesammelt“ online herunterladbar unter <https://smartcities.at/projects/gruenezukunftschulen/>. (In der ZIP-Datei befinden sich die folgenden drei Excel-Tabellen. „Rohmessdaten_Temperatur_relluftfeuchtigkeit“, „Datenauswertung_hygrothermisch“ und „Datenauswertung_Loesungsvariante“.)

Unterrichtseinheit Städte in der Zukunft

Intro-Text

Das Klima verändert sich und vor allem in dicht bebauten und versiegelten Städten sind die Auswirkungen deutlich spürbar. Das Material bietet die Möglichkeit auf die Themen Urban Heat Island Effekt, Begrünungen in Städte und Visionen für Städte in der Zukunft einzugehen.

Unterrichtsfächer

- Geographie und Wirtschaftskunde
- Biologie und Umweltkunde
- Deutsch

Benötigte Materialien

- Tabu Kärtchen
- Zeitungsartikel
- Ausgedruckte Bilder/Fotos oder eine digitale Präsentation (Begrünungen in anderen Ländern)
- Ggf. Smartphone

Ideal für

Gesamtgruppe und Teilgruppen

Zeitbedarf

Eine bis zwei Unterrichtseinheitn (je nachdem welche Arbeitsschritte umgesetzt werden).

Ziele

- Auseinandersetzung mit Möglichkeiten für die Zukunft
- Urban Heat Island Effekt
- Wirkung von Begrünungen auf die Stadt
- Zukunftsvisionen

Tipps

Hier finden Sie noch interessante Seiten:

Warming Stripes zeigen wie sich die gemittelte Jahrestemperatur über verschiedene Zeiträume (abhängig von den jeweiligen vorhandenen Messdaten der Länder und Städte) verändert hat. Ein farbiger Streifen zeigt die gemittelte Jahrestemperatur. Es ist eindeutig erkennbar, dass es zwar auch damals schon Hitze- und Kälteereignisse gab, allerdings steigt die Häufigkeit ab dem Jahr 2000 stark an: <https://showyourstripes.info/>

Forschungsprojekte, die sich mit der Veränderung des Klimas beschäftigt haben. Für vereinzelte Städte der Welt wurden für das Jahr 2050 vergleichbare derzeitige Klimabedingungen gesucht. Auf der interaktiven Karte können mehr Informationen abgerufen werden. Zudem wurde ein budgetärer Wert errechnet, den die Klimaerwärmung um 2 bis 2,5 °Celsius verursachen wird.: https://crowtherlab.pageflow.io/cities-of-the-future-visualizing-climate-change-to-inspire-action?utm_source=Guardian&utm_medium=OnlineCoverage&utm_campaign=Cities2050#210424
(Google Suchbegriff: Cities of the future: visualizing climate change to inspire action)

Google Time Labs zeigt auf Satellitenbilder den Verlauf verschiedener Landschaften vom Jahr 1984 bis heute. Zu sehen sind unter anderem die Abholzung von Wäldern, das Schmelzen von Gletschern, das Austrocknen des Aralsees, Wachstum von Städten und vieles mehr.:
<https://earthengine.google.com/timelapse/>

In einfach verständlichen Videos werden verschiedene statistische Daten anschaulich präsentiert, wie das Einkommen, Weltbevölkerung, Relation von Lebenserwartung und Einkommen etc. Dabei können verschieden Länder und Visualisierungsformen ausgewählt werden.:
[https://www.gapminder.org/tools/#\\$state\\$time\\$value=1891;&marker\\$select@\\$country=aut;;;&chart-type=mountain](https://www.gapminder.org/tools/#$state$time$value=1891;&marker$select@$country=aut;;;&chart-type=mountain)

Vorbereitung

- Bereiten Sie die Tabu-Kärtchen vor (ausdrucken oder kopieren).
- Kopieren oder drucken Sie Zeitungsartikel aus.
- Ggf. ausgedruckte Bilder, eine Präsentation mit Bildern oder das Herzeigen von Bildern aus dem Internet von anderen Begrünungen in Städten
- Ggf. eine Online-Umfrage einrichten (wie z. B. mit Sli-do (<https://www.sli.do/>))

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Als Einstieg spielen Sie Tabu mit den Schülerinnen und Schülern. Das Ziel des Spiels ist es, Begriffe zu erklären, ohne bestimmte Wörter zu verwenden. Teilen Sie die Schulklasse dafür in zwei Gruppen.

In den Arbeitsmaterialien finden Sie fertige Kärtchen.

Tip: Sie können die Begriffe erweitern oder neue, nicht zu nennende Wörter, hinzufügen.

2. Was ist der Urban Heat Island Effekt, kurz UHI genannt?

Was bringen grüne Wände?

Gehen Sie gemeinsam der Frage nach, weshalb diese Fragen so wichtig sind für die Zukunft zu beantworten?

Bei den Arbeitsmaterialien finden Sie Informationstexte.

3. Wie stellt ihr euch die Stadt der Zukunft vor?

Brainstormen Sie mit den Schülerinnen und Schülern zu dieser Frage. Was wird sich alles verändern? Was wird es (nicht) geben? Wie wird das Klima sein? Welche Auswirkungen auf das eigene Leben wird es geben?

4. In den Arbeitsmaterialien finden Sie einige kopierte Artikel. Entscheiden Sie zuvor, ob alle Schülerinnen und Schüler einen Artikel lesen oder verschiedenen Artikeln von Teilgruppen gelesen werden.

Wenn verschiedene Artikel von Teilgruppen gelesen werden, präsentieren Sie sich im Anschluss an das Lesen die Inhalte in der Gesamtgruppe.

Diskutieren Sie anschließend über die Inhalte und fragen Sie die Schülerinnen und Schüler nach ihren Meinungen.

Tip: Verwenden Sie aktuelle Zeitungsartikel aus dem Internet.

5. Im Anschluss an die Zeitungsartikel zeigen Sie begrünte Projekt aus anderen Ländern.

Bei den Arbeitsmaterialien befinden sich einige Bilder und Links zu verschiedenen Begrünungsprojekten rund um die Welt.

Tipp: Unter Google Bilder können Sie mit dem Begriff „green cities“ Bilder und Projekte finden.

6. Als Überführung zum nächsten Punkt fassen Sie nochmals die Ergebnisse und Diskussionen mit der Klasse zusammen. Binden Sie auch die Artikel und Vorschläge mit ein.

Als Abschluss beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Frage „Was können wir gegen den Klimawandel tun?“. Für dieses Brainstorming können Sie auf die Applikation „Sli-do“ zurückgreifen, Voraussetzung ist allerdings die Verwendung des eigenen Smartphones im Unterricht. Diese Applikation ist ohne den Download von Applikationen am Smartphone verwendbar und funktioniert über den Webbrowser. Um eine Umfrage zu starten registrieren Sie sich bei Sli.do.

Tipp: Hilfe bei der Registrierung für die Lehrperson bei Sli.do sowie die Erstellung einer Umfrage (Word Cloud) finden Sie in den Arbeitsmaterialien.

Geben Sie den Code an die Schülerinnen und Schüler weiter (Hilfe, wie der Code gefunden wird finden Sie bei den Arbeitsmaterialien). Diese rufen die Webseite www.sli.do auf ihren Smartphones auf und geben den Code ein. Sie gelangen zur Eingabeseite, auf der die Antworten eingegeben und abgeschickt werden.

Eingaben, die die Schülerinnen und Schüler beachten sollten:

- statt Leerzeichen ein Plus (+) einfügen
- am besten sind kurze und einfach Begriffe → Clustering
- alle Eingaben in ein Feld
- hin und wieder Eingaben wegsenden → Projektion vom Clustering

Loggen Sie sich ins Programm (sli.do) mit Ihrem Benutzernamen ein und projizieren Sie die Ergebnisse. Jedes Mal, wenn die Schülerinnen und Schüler ihre Eingaben speichern wird die Cluster-Darstellung erneuert. Begriffe, die öfters genannt wurden, werden entsprechend in größerer Schriftgröße angezeigt.

Tipp: Sie können die Fragestellung abändern und die Schwerpunkte für das Clustering anders wählen.

7. Fassen Sie die Ergebnisse der Umfrage sowie der eigenen Handlungsspielräume zusammen.

Arbeitsmaterialien

Tabu-Spiel

<p>Affenhitze</p> <p>Tier, schwitzen, Sonne</p>	<p>Betonwüste</p> <p>Stadt, Asphalt, Sand</p>
<p>Verdunstungseffekt</p> <p>Wasser, Dampf,</p>	<p>Biodiversität</p> <p>Vielfalt, bunt, Flora & Fauna</p>
<p>hängende Gärten</p> <p>Pflanzen, Ägypten, Haus</p>	<p>städtische Hitzeinsel</p> <p>Sonne, Land, Beton, Asphalt</p>
<p>Smogwahnsinn</p> <p>irre, verrückt, Abgase, Dunst</p>	<p>verdichtete Grünfläche</p> <p>Pflanze, Gras, locker</p>
<p>Elektrotretroller</p> <p>Verkehrsmittel, Strom</p>	<p>Dunstglocke</p> <p>Nebel, Smog, läuten</p>

<p>Energieeffizienz</p> <p>Strom, Verbrauch</p>	<p>autonomes Fahren</p> <p>Auto, selbstständig</p>
<p>grüne Oase</p> <p>Wüste, Pflanzen, Farbe, Sahara</p>	<p>versiegelte urbane Fläche</p> <p>Stadt, offen</p>
<p>Transpiration</p> <p>Verdunstung, Wasser</p>	<p>begrünte Verkehrsinsel</p> <p>Fahrzeuge, Pflanze</p>
<p>Fassadenbegrünung</p> <p>Pflanzen, Wand</p>	<p>Windkraftanlagen</p> <p>Wetter, Strom, Erzeugung</p>

Informationstext über UHI

Was ist der Urban Heat Island Effekt (UHI)?

Der UHI beschreibt das Temperaturgefälle zwischen urbanen und ruralen Gebieten. In den Städten ist es generell wärmer, auch wenn sich der UHI je nach Stadt und Stadtteil unterschiedlich stark auswirkt. Zusätzlich zur globalen Klimaerwärmung erhöht sich die Temperatur in Städten aufgrund des UHI gegenüber dem Umland. Der Grund dafür ist die anthropogene Veränderung von Oberflächenstrukturen sowie -beschaffenheit und zusätzlichen Wärmequellen.

Gegenüber dem Umland sind in Städten die Bodenoberflächen häufiger versiegelt. Bei Regen wird Wasser deshalb nur zu einem geringen Teil vom Boden aufgenommen. Der größere Teil des Wassers wird in Kanälen aus der Stadt geleitet. Während an heißen Tagen, im ruralen Gebiet von Pflanzen auf die Wasserreserven im Boden zurückgegriffen wird und die Verdunstung über Boden und Blätter die Oberflächen kühlt, heizen sich Bauwerke und Steine in den Städten rascher auf und kühlen langsamer ab. Oberflächen sind in Städten deshalb meistens wärmer als im ruralen Gebiet. Das Öffnen von versiegelten Flächen, oder das Bepflanzen von versiegelten Flächen und Gebäuden kann diesem Effekt entgegenwirken. Gebäudebegrünung reduziert deshalb in Städten den UHI. Für österreichische Städte ist Gebäudebegrünung die wirkungsvollste Methode. In Wüstenstädten ist besonders darauf zu achten, die Abstrahlung der Gebäude in der Nacht zu maximieren und Windschneisen in die Stadt zu öffnen um den bodennahen Luftwechsel zu fördern.

Auch andere anthropogene Veränderungen verursachen den UHI. Aufgrund der Bauwerke wird die Sicht zum Himmel der Oberflächen reduziert, was die nächtliche Abstrahlung verringert. Die für Bauwerke eingesetzten Materialien können absorbieren Strahlung und können Wärme speichern. Somit ist die Abkühlung in der Nacht nicht mehr ausreichend.

Klimaanlagen können Räume kühlen, erhöhen aber den UHI. Sie sind Wärmequellen für die Stadt und heizen sie besonders an heißen Tagen zusätzlich auf. Der gesamte Strom den die Klimaanlage benötigt wird in Wärme umgewandelt. Zusätzlich zur Wärme, die aus den Gebäuden transportiert wird, erhöht auch die mittels Stroms produzierte Wärme die Temperatur in der Stadt. Im Winter sind Klimaanlagen nicht eingeschaltet und wirken sich somit nicht auf den UHI aus.

Was bringen grüne Wände gegen den UHI?

Grüne Wände müssen immer feucht sein, damit die Pflanzen überleben können. Wenn es heiß wird, bleibt die Temperatur der Pflanzen auf verhältnismäßig kühlen Temperaturen. Dafür wird Wasser durch die Pflanzen geschwitzt. Aufgrund der Bepflanzung verändert sich die Oberflächenstruktur. Jedes Blatt hat eine gewisse Oberfläche und die Summe der Oberflächen kann bei Pflanzen sehr groß ausfallen. Es ist möglich, dass eine Pflanze, die nur wenige cm² Boden benötigt eine Blatt-Oberfläche von mehreren m² aufweist. Es entstehen große Oberflächen (Pflanzen und Pflanzenböden) an denen Wasser verdunsten kann. So können auf wenigen m² der Fassade bereits einige Liter Wasser verdunsten und es entstehen große Oberflächen mit geringer Temperatur. Die niedrigen Oberflächentemperaturen kühlen die Umgebungsluft. Messungen haben gezeigt, dass die Umgebung an heißen Tagen um ca. 2 kWh/Tag und m² Grünfassade gekühlt wird. Dazu kommt, dass Pflanzen und Substrate die Wärme des Tages nicht speichern, sondern in den Abendstunden rasch auskühlen. Die Nächte sind nicht so heiß, wenn die Steine und Gebäude in der Stadt verschattet sind, am besten durch Begrünung.

Zeitungsartikel

Trendfeld Clean China

Quelle: <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/umwelt/trendfeld-clean-china/>

China wird zum Epizentrum grüner Innovationen. Chinesische Unternehmen stehen schon in den Startlöchern, um die neuen Möglichkeiten auszuschöpfen.

16 der 20 Städte mit der massivsten Luftverschmutzung der Welt liegen in China. Smog beeinträchtigt mittlerweile die Lebensqualität der Chinesen enorm: Einen Tag in solch einer Stadt zu verbringen ist äquivalent mit dem Rauchen einer Packung Zigaretten. Den Chinesen ist nicht entgangen, dass die Zahl der Krebserkrankungen steigt. Der gesellschaftliche Druck auf Politik und Unternehmen, mehr für ein sauberes China zu tun, nimmt zu. Bis 2020 will die Regierung den Anteil von nicht fossilen Energieträgern an der Primärenergie auf 15 Prozent erhöhen. Heute machen erneuerbare Energien neun Prozent des chinesischen Energieportfolios aus. Laut einem Szenario der Internationalen Energieagentur wird China in 20 Jahren mehr Elektrizität aus erneuerbaren Energiequellen generieren als Japan, USA und europäische Union zusammen. Bei Großprojekten kommen immer öfter umweltfreundliche Energiequellen zum Einsatz. Der neue Flughafen in Shenzhen zum Beispiel ist mit einem Solardach ausgestattet, das eine Leistung von zehn Megawatt hat. Damit könnte man 10.000 Haushalte mit Strom versorgen. Sowohl in der Solarenergie als auch in der Wind- und Wasserkraft ist China weltweit führend. Dennoch wird es in den nächsten Jahren darauf ankommen, im Bereich grüner Energie weiter zu innovieren, um das 15-Prozent-Ziel auch bei steigendem Verbrauch durch Wirtschaft und Privatverbraucher zu erreichen.

„Saubere“ Kohle und smarte Fenster Die Abhängigkeit von der im Land vorkommenden Kohle wird sich in den nächsten Jahren nicht verringern. Technologische Innovationen konzentrieren sich deshalb auf Recycling von CO₂-Emissionen. Weltweit einzigartig ist ein Kohlekraftwerk der China Huaneng Group, das seine CO₂-Abfälle in Tanks speichert, anstatt sie in die Atmosphäre abzugeben. Das Kohlendioxid wird zur Herstellung von Trockeneis, Cola oder Bier verwendet. Das Kraftwerk ist Teil der sich im Aufbau befindenden Eco-City Tianjin. Sie ist ein Testfeld für grüne Innovationen. Wenn sie fertiggestellt ist, soll sie im Vergleich zu einer normalen chinesischen Stadt nur ein Zehntel an Strom verbrauchen. Der Kern der Stadt wird als komplett autofreie Zone konzipiert. In ganz China sind ähnliche Projekte in Planung oder Aufbau. In ihnen könnte das von der Chinese Academy of Sciences entwickelte Smart Window zum Einsatz kommen. Das Fenster kann die Menge der Solarwärme regulieren, die ins Gebäudeinnere dringt. Gleichzeitig befinden sich im Fenster Solarzellen, um Energie zu generieren. Den chinesischen Wissenschaftlern ist es erstmals gelungen, eine dafür geeignete, komplett transparente Beschichtung aus Vanadium-Oxid zu entwickeln. Doch es wird nicht nur auf umweltbewussten Energieverbrauch gesetzt, auch im Umgang mit natürlichen Ressourcen wie Wasser, das sich in China extrem verknappt, gibt es Innovationsbedarf. Die Toiletten von Landwasher zum Beispiel kommen ohne Wasser aus. Gespült wird mit Urin, der im Tank gesammelt wird.

Chinas E-Revolution Luftverschmutzung ist ein zentrales Problem in Chinas Millionenstädten – doch sie entsteht nicht nur durch die Industrie. Bislang besitzen laut dem Ministerium für öffentliche Sicherheit zehn Prozent der Chinesen ein Auto, und bereits jetzt führt das zu Verkehrschaos und verstärktem Smog. Die steigende Nachfrage nach individueller Mobilität muss in Zukunft also anders gelöst werden. Im Jahr 2020 sollen fünf Millionen E-Autos auf chinesischen Straßen zu sehen sein. Laut des chinesischen Ministeriums für Wissenschaft und Technologie gab es 2013 allerdings erst knapp 40.000 E-Fahrzeuge, 80 Prozent davon Busse und Taxen. Experten sind dennoch optimistisch: Rund ein Drittel der befragten Automobil-Experten einer KPMG-Umfrage gab an, bis 2025 sei in China mit einem Marktanteil der Elektrofahrzeuge von über 15 Prozent zu rechnen. Eine andere E-Revolution findet in China bereits statt – E-Bikes sieht man an jeder Ecke. Man spricht von bislang 200 Millionen E-Bikes in

China, Tendenz steigend. Im Vergleich dazu sind es in Deutschland gerade einmal 1,3 Millionen Exemplare. Auch das in Deutschland bereits weit verbreitete Car- und Trip-Sharing tritt in China seinen Siegeszug an. 78 Prozent der Studienteilnehmer einer KPMG-Umfrage halten chinesische Großstädte in diesem Zusammenhang für einen besonders wichtigen Zukunftsmarkt. Momentan steht die Entwicklung allerdings am Anfang, denn zum Traum vieler gehört das eigene Auto. Verschärfte Restriktionen, Wartezeiten, hohe Kosten der Zulassung sowie Fahrverbote in den Megacities könnten jedoch mittelfristig zu einem Umdenken führen. Da von Seiten der Regierung E-Mobilität gefördert wird und auch bei den Konsumenten das Thema Nachhaltigkeit und Umweltschutz gegenwärtiger wird, setzen neue Car-Sharing-Projekte auf Elektromobilität. Hangzhou, bislang bekannt als Heimat des ersten und mittlerweile größten Bike-Sharing-Programms der Welt mit 60.000 Fahrrädern, könnte in Zukunft auch als Patin des E-Car-Sharing gelten. Die Firma Kandi beginnt dort die Testphase eines E-Car-Sharing-Konzepts, das sich bei Erfolg auf alle anderen Millionenstädte in China ausweiten soll.

„Die Mega city ist ein Risiko Lebensraum“

Quelle: <https://images.derstandard.at/2017/01/16/FORSCHUNG161116kompr.pdf>

Interview Sigrun Kabisch geführt Tanja Traxler

Wie sich der Klimawandel auf die Urbanisierung auswirkt, was Megacitys „sexy“ macht und worin ihre Risiken liegen, sind Themen, zu denen die deutsche Stadtsoziologin Sigrun Kabisch forscht.

Städte gewinnen als Lebensraum zunehmend an Bedeutung – welche Herausforderungen sind damit verbunden? **Kabisch:** Wir leben im sogenannten urbanen Zeitalter. Mehr als 50 Prozent der Menschen leben in Städten, bis 2050 rechnet man damit, dass es mehr als zwei Drittel sein werden. Eine große Herausforderung besteht darin, die Städte menschlich, sicher, mit Zugang zu Bildung und Gesundheitsinfrastruktur zu organisieren – und geschützt vor Umweltkatastrophen. Der Klimawandel spielt dabei eine entscheidende Rolle. 75 Prozent der urbanen Bevölkerung leben in Städten, die in Küstenregionen liegen. Doch durch den Klimawandel wird der Meeresspiegel ansteigen, und Extremwetterereignisse werden zunehmen.

Bietet der Klimawandel auch Chancen für die Städte? **Kabisch:** Das kommt auf die Perspektive an. Wenn man kältere Regionen betrachtet, kann der Klimawandel mit Chancen verbunden sein, beispielsweise damit, dass man nicht mehr so viel heizen muss. Generell werden sich durch den Klimawandel Extremereignisse häufen und intensiver auftreten. Das beeinträchtigt auch die Nahrungsmittelproduktion, die in Städten eine große Rolle spielt. In Entwicklungsländern wie in Afrika kommt ein großer Teil der Nahrungsmittel nicht vom Land, sondern wird direkt in den Städten produziert, es gibt dort eine urbane Landwirtschaft.

Sie beschäftigen sich in Ihrer Forschung mit dem Konzept der resilienten Stadt – was versteht man darunter? **Kabisch:** Resilienz bedeutet Widerstandsfähigkeit gegenüber Einflüssen, die unerwartet sind. Das reicht von Klimaextremereignissen bis zu den jetzigen Flüchtlingsströmen. All das hat man in der normalen Stadtplanung nicht auf der Tagesordnung. Es braucht Leitplanken für das Erreichen der Stadtentwicklungsziele, die es zugleich ermöglichen, auf solche Extremereignisse reagieren zu können, ohne das gesamte Stadthandeln außer Kraft zu setzen.

Mit dem stetigen Zuzug in die Städte kommt es zu einem Bevölkerungsrückgang in anderen Regionen. Welche Gegenden sind besonders davon betroffen? **Kabisch:** Oft sind ländliche Regionen von Schrumpfungprozessen betroffen, manchmal aber auch Städte. Die am schnellsten schrumpfende Stadt in Österreich ist Eisenerz. Weiters sind die Steiermark und Kärnten von Abwanderung betroffen. Die Ursache von Schrumpfungprozessen ist oft der Verlust oder Zerfall der ökonomischen Basis der jeweiligen Region. Wenn keine Arbeitsplätze mehr vorhanden sind, gehen Menschen an andere Orte.

Welche Gruppen wandern ab, wer bleibt zurück? **Kabisch:** Es wandert nicht der normale Durchschnitt der Bevölkerung ab, sondern es gehen die, die mobil sind, sozial stark, gut ausgebildet und sich gute Chancen an anderen Orten ausrechnen. In Ostdeutschland stellen wir fest, dass in den ländlichen Regionen, die sehr stark schrumpfen, vor allem viele Männer zurückbleiben. Frauen sind mobiler und finden etwa im Servicebereich schneller einen Job. Damit sind die zurückbleibenden Männer die Verlierer auf dem Arbeits- und Heiratsmarkt. Das fördert mitunter bestimmte Entwicklungen wie politischen Extremismus. Es werden dann zu einfache Erklärungen dafür gesucht, dass die Lebensbedingungen schlechter werden und eine Abwärtsbewegung in Gang gesetzt wird, wenn keine Alternativen sichtbar sind. Bei aller Euphorie für das Wachstum der Großstädte müssen wir bedenken, dass es immer große Regionen in der Welt geben wird, wo Schrumpfung stattfindet. *Sie forschen auch zu Megacitys – was interessiert Sie daran?* **Kabisch:** Die Megacity ist ein vielzitiertes und gerne aufgegriffenes Thema. Es gibt verschiedene Definitionen von Megacity, meist versteht man darunter große städtische Agglomerationen mit mehr als zehn Millionen Einwohnern. Die Megacitys stehen im

Zentrum der Aufmerksamkeit aufgrund ihrer schieren Größe, Einwohnerzahl, Inanspruchnahme von Ressourcen, und viele dieser Städte sind auch internationale Hubs von Wirtschaft, Kultur und politischer Entscheidungsmacht. Auf der anderen Seite ist nicht jede Megacity ein wirtschaftlicher Schwerpunkt. Viele afrikanische Städte, die riesengroß sind, spielen in der Wirtschaft international so gut wie keine Rolle.

In einer Publikation haben Sie die Megacity als Risikolebensraum bezeichnet – warum? **Kabisch:** Eine Megacity ist oft eine Primecity, das ist eine Stadt, die viele Ressourcen eines Landes konzentriert, andere Städte im Land spielen neben der Primecity nur eine marginale Rolle. Ich selbst habe in einem Projekt über fünf Jahre zu Santiago de Chile geforscht. Dort leben rund sechs Millionen Menschen, und die Stadt hat viele Merkmale einer Megacity. Die Megacity ist ein Risikolebensraum, weil unterschiedlichste Herausforderungen der Stadtentwicklung nur gemeinsam betrachtet in den Griff bekommen werden können. Das reicht von der Trinkwasserversorgung bis zur Terrorprävention.

Welche Rollen spielen Megacities gesamtgesellschaftlich? **Kabisch:** Wir haben immer sehr gerne die Megacityentwicklung im Blick, denn die Megacity ist irgendwie sexy. Aber in diesen großen Städten mit mehr als zehn Millionen Einwohnern leben weltweit nur zehn Prozent der städtischen Bevölkerung. Mehr als die Hälfte der Menschen, die in Städten leben, wohnen in Städten mit 500.000 bis einer Million Einwohnern. Deswegen sollte der Blick viel stärker auf solche kleineren Stadtstrukturen gerichtet werden, weil dort noch eine Steuerung möglich ist. Das Zusammenspiel aus politischem Handeln, Wirtschaft, Infrastruktur, Governance und Zivilgesellschaft kann dort noch gelenkt werden. Die Städte mit 500.000 bis einer Million Einwohnern sind auch die am schnellsten wachsenden Städte weltweit.

In welcher Hinsicht werden sich Städte in 50 Jahren wesentlich von den Städten unterscheiden, in denen wir heute leben? **Kabisch:** Wenn es gelingt, die New Urban Agenda, die auf der UN-Habitat III Konferenz im Oktober 2016 verabschiedet wurde, zügig umzusetzen, bestehen gute Chancen, die urbane Lebensqualität global zu verbessern. Dabei geht es nicht um eine Gleichmacherei, sondern um die jeweils kontextbezogene Verbesserung. Im Zentrum steht eine gerechte und faire Verteilung von Ressourcen, um ein Leben in Würde zu führen. Dabei ist eine Perspektive auf dem Arbeitsmarkt für Jugendliche entscheidend. Werden keine spürbaren Veränderungen sichtbar, dann wird es zu weiteren Migrationsströmen kommen, die die Städte herausfordern und überfordern werden. Wir würden dann in sozial-räumlich gespaltenen Städten leben und uns selbst in unserer Freizügigkeit, die wir mit städtischem Leben verbinden, beschneiden müssen.

Ist ein Zenit der Urbanisierung in Sicht – werden Menschen im Laufe des Jahrhunderts wieder vermehrt aufs Land ziehen? **Kabisch:** Ein Zenit der Urbanisierung ist insofern nicht in Sicht, als dass die Grenzen zwischen Stadt und Land immer mehr verschwimmen. Vielmehr wird sich urbane Lebensweise verstärkt im städtischen Umland ausbreiten, soweit es räumliche und zeitliche Pendlerdistanzen sowie Infrastrukturangebote erlauben. Unser traditionelles Verständnis vom Gegensatz von Stadt und Land bedarf der Veränderung.

SIGRUN KABISCH (60) ist Leiterin des Departments Stadt- und Umweltsoziologie am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in Leipzig. Seit 2009 ist sie Honorarprofessorin für Sozialwissenschaftliche Stadtgeographie an der Universität Leipzig. Kabisch ist Mitglied des Scientific Advisory Boards der Joint Programming Initiative Urban Europe, die von Österreich koordiniert wird.

Maschine denkt und fährt

Quelle: <https://images.derstandard.at/2017/01/16/FORSCHUNG161116kompr.pdf> , S. 35-37

Die Zukunft des Verkehrs mit selbstfahrenden Autos wird heiß diskutiert. Politiker, Stadtentwickler und Forscher basteln noch an den Rahmenbedingungen für diesen Technologiesprung. Sind wir fit fürs autonome Fahrzeug?

Im Jahr 2040 fließt der Verkehr abgasfrei und geräuscharm durch die Stadt. Die Autos der großen Carsharingflotten dominieren die Szene. Die kompakten, fahrerlosen Fahrzeuge, sogenannte Pods, werden per Smartphone angefordert, holen die Passagiere selbstständig ab und bringen sie an ihren Wunschort. Das Leben in den Vorstädten und auf dem Land ist bequemer geworden, denn selbst längere Fahrten sind keine verlorene Zeit mehr. Man kann Arbeit erledigen oder sich entspannen. Die Hoffnungen, dass effizientere Verkehrsführung und das Carsharingprinzip die Straßen entlasten, erfüllen sich aber nicht. Im Gegenteil: Das Verkehrsaufkommen steigt bis zur Belastungsgrenze an. Die öffentliche Hand reguliert nun mit einer Straßensteuer das Aufkommen von Individual- und Kollektivverkehr. Pods haben auch einen Teil des öffentlichen Verkehrs abgelöst. Nur wenige haben noch ein eigenes Fahrzeug. Die Storageanlagen – früher hieß das Parken – sind teuer, und der Besitz eines Privatautos hat nun einen etwas asozialen Beigeschmack. Der Großteil der früheren Parkraumflächen ist begrünt, bebaut und wird auf neue Weise genutzt. So sieht ein Zukunftsszenario aus, das der Bremer Verkehrsplaner Michael Glotz-Richter für seine Stadt entworfen hat. Aus heutiger Sicht klingt es paradox, wenn er auf der einen Seite sagt, dass es in Zukunft „keinen Sinn machen werde, Autos besitzen zu wollen“, und auf der anderen Seite aber einen „enormen Zuwachs an Verkehrsmenge“ prognostiziert. Doch für ihn ist es ganz klar: „Wir brauchen zwar weniger Autos, doch die verbleibenden Fahrzeuge sind in permanenter Bewegung.“ Zu den bisherigen Autofahrern werden neue Gruppen kommen: Jugendliche, Ältere, Menschen mit Handicaps. „Manche Modelle gehen von einem Verkehrszuwachs von 80 Prozent aus“, so Glotz-Richter. Denn: „Es wird deutlich bequemer als alles, was wir heute haben.“ Doch bis es so weit ist, sind noch eine Reihe von Hürden zu nehmen. Gesetze, Geschäftsmodelle und der Umgang der Gesellschaft mit der Technik müssen zusammenspielen, um die neue Mobilität tatsächlich auf die Straßen zu bringen. Und auch auf der technologischen Seite ist, anders als immer wieder auftauchende Erfolgsmeldungen über Autos von Tesla oder Google suggerieren, längst nicht alles geklärt. Auch Jost Bernasch, Geschäftsführer des Forschungsinstituts Virtual Vehicle in Graz, ist vorsichtig mit allzu optimistischen Prognosen: „Für eine robuste und zuverlässige Sensorik, die in jeder Wettersituation funktioniert, ist noch ein gewaltiges Stück des Weges zu gehen“, sagt er. Es fehlt sowohl an leistbarer Rechenleistung als auch an der Entwicklung geeigneter dynamischer Umgebungsmodelle, die die Umwelt in ihrem Kontext verstehen. Der tödliche Unfall, bei dem der Autopilot eines Tesla-Wagens einen weißen Anhänger vor dem hellen Himmel nicht erkannte, unterstreicht dies. Auch Googles autonomes Auto wird wohl nicht so bald in großen Mengen beim Endverbraucher ankommen, wenngleich es in einigen US-Bundesstaaten wie Kalifornien für den Straßenverkehr zugelassen ist. „Man sieht schon am Lasersensor, dass das Fahrzeug nur ein Konzept ist. Für die Serienfertigung wäre das viel zu teuer.“ Helmut Leopold, Leiter des Digital Safety & Security Department am Austrian Institute of Technology (AIT), zeigt sich skeptisch. Vollautonomes Fahren für viele Verkehrsteilnehmer in komplexen Stadtumgebungen sieht er „sicher nicht vor 2030“. So sei für die Kommunikation zwischen Autos und Infrastruktur ein ausgereifter 5G-Mobilfunk-Standard nötig, der viele kleine Datenmengen jeweils schnell und sicher überträgt. Und wann der kommt, steht bekanntlich noch in den Sternen. Autonome Hilfssysteme Viel früher wird es dagegen autonom agierende Hilfssysteme für konkrete, abgegrenzte Anwendungsgebiete geben. In Leopolds Department am AIT forscht man etwa an Baumaschinen, Traktoren und Lkws, die mittels 3-D-Vision- Systemen bei Spezialaufgaben in unwegsamem Gelände helfen. Für die Entwicklung der vielen technischen Systeme, die für das autonome Fahren zusammenspielen müssen, bedarf es einer

speziellen Testumgebung, die in Österreich nun im Rahmen der Modellregion Steiermark kommt. Eine Kraftfahrzeuggesetznovelle schafft die rechtlichen Grundlagen. Wolfgang Vlasaty, der neue Leiter des Technologieclusters ACStyria, vermutet: „Stadtstrecken werden vermutlich nicht von Anfang an bei den Tests dabei sein. Sie sind schwieriger zu integrieren, weil sie entsprechende Vernetzungstechnik benötigen.“ Das Verkehrsministerium fördert das Projekt mit bis zu 20 Millionen Euro. Die Stadtregierung von Boston sieht das anders. Sie will beweisen, dass „Driverless Car“- Tests auch in Städten möglich sind. Die größte Stadt von New England in den USA wurde vom World Economic Forum auserkoren, um die Zukunft von städtischen Transportsystemen zu erforschen. Das Start-up nuTonomy in Cambridge ließ dazu verlauten, dass die Stadt aufgrund des komplexen Straßennetzes und wegen der als besonders schlecht verschrienen Autofahrer ein perfekter Probeparcours sei. nuTonomy testet seit August 2016 selbstfahrende Taxis in Singapur. Der umstrittene Fahrtendienst Uber macht das seit kurzem mit einer Flotte von Ford-Fusion- Hybrids in Pittsburgh. Freilich mit einem Fahrer, der manchmal nur zuschaut, manchmal aber auch übernimmt, weil die Fähigkeit des Autos, unfallfrei zu navigieren, an Grenzen stößt. Ein Boot in Amsterdam Aufhalten kann und will den Technologiewandel ja niemand mehr: Im Kanalsystem von Amsterdam fährt ein autonomes Boot, das vom Senseable City Lab am Massachusetts Institute of Technology (MIT) und vom Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions entwickelt wurde. Das Team um den Stadttechnologieforscher und Architekten Carlo Ratti hat dem kleinen Wasserfahrzeug für Güterverkehr noch einen zusätzlichen Nutzen gegeben: Das „Re - boat“, so der Projekttitle, prüft per Monitoring außerdem noch die Qualität des Wassers im Kanal und lässt so Einblicke in den Gesundheitszustand der Stadtbewohner zu. Rattis selbstfahrendes Boot ist ein Beispiel für Entwicklungen im Bereich autonomes Fahren, die schnellen Nutzen versprechen. Sie dürften nötig sein, um die Technologien auch wirklich als serienreife Produkte auf die Straße zu bekommen. Als eine solche „low hanging fruit“, wie es Barbara Lenz, Leiterin des Instituts für Verkehrsforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), ausdrückt, wird der Güterverkehr gesehen. Wenn es nur darum geht, acht Stunden lang die Spur zu halten, könnten autonome Systeme bald das Steuer übernehmen. „Bei langen Fahrten könnte man mehrere Lkws elektronisch koppeln, nur noch im vordersten sitzt ein Mensch. Man spart Treibstoff und Arbeitskosten“, zeichnet Lenz ein mögliches Szenario. Die Weiterentwicklung des autonomen Fahrens benötigt auch einen passenden Gesetzesrahmen. Ein kürzlich verlautbarter deutscher Entwurf sieht vor, dass Fahrzeuge betrieben werden können, „die für eine bestimmte Zeit und in bestimmten Situationen“ die Kontrolle übernehmen. In Österreich wird das Vorpreschen aber auch kritisch wahrgenommen: Martin Russ, Geschäftsführer der Austriatech, die im Auftrag des Verkehrsministeriums an einem Aktionsplan hinsichtlich des automatisierten Fahrens arbeitet, sieht die Ankündigung „mehr als ein industriepolitisches Statement denn als verkehrspolitische Notwendigkeit“. Schuldfragen bei Unfällen seien etwa noch unklar. Wünschenswert wäre ein vernetztes Vorgehen auf europäischer Ebene. Sind dann tatsächlich erste vollautonome Autos unterwegs, werden sie auf von Menschen gesteuerte treffen. „Autonome Fahrzeuge sind auf defensives Verhalten programmiert. Auf der Straße sind die humangesteuerten Autos immer die Sieger“, skizziert Glotz-Richter ein Problem der Übergangsphase von alter zu neuer Technologie. Klare Vorstellungen, wie sich diese Probleme lösen lassen, gibt es kaum. Möglich wären etwa Zonen, Fahrbahnen oder Zeitabschnitte, die dem autonomen Verkehr vorbehalten sind. Neben den technischen und verkehrsplanerischen Aspekten stellt sich die Frage, ob sich die Menschen selbst überhaupt vom Lenkrad trennen wollen. „Wir sehen in Befragungen, dass das Vertrauen in die neue Technologie im Moment noch sehr begrenzt ist“, sagt Lenz. „Aber das ist ein evolutionärer Prozess.“ Glotz-Richter verweist auf U-Bahnen und Flugzeuge, die sich längst selbst steuern und dennoch akzeptiert sind. Internetvordenker Nicholas Negroponte, einer der Gründer des Media Lab am MIT in Boston, geht mit seinen Vergleichen viel weiter als der Verkehrsplaner aus Bremen. Auch der Aufzug fahre selbst, man müsse nur einsteigen und auf einen Knopf drücken. Und das war tatsächlich nicht von Anfang an so, als man begonnen hatte, Lastenaufzüge zu bauen. Negroponte rät insgesamt zur

Gelassenheit bezüglich selbstfahrender Autos. Von Stadtplanern kommt die eindringliche Warnung, dass schon eine teilweise Umstellung des Individualverkehrs auf derartige Fahrzeuge zu einer weiteren Zersiedelung der Städte führen könnte. Denn dann könnte es heißen: „Wir setzen uns ins Auto und arbeiten schon unterwegs während der einstündigen Fahrt zum Büro.“ Wer sich davor fürchtet, bedenkt nicht die Entwicklung der Stadtbevölkerung selbst, sagt Negroponte. Die Generation und Familien würden am Stadtrand wohnen wollen, auf der Flucht vor Hektik und Umweltbelastung im Zentrum. Man würde ihnen den Alltag mit den selbstfahrenden Autos nur erleichtern. Junge Stadtbewohner würden im Zentrum bleiben. Einfluss auf Zugverkehr Auf eine ganz andere Konsequenz von autonomen Fahrzeugen machte die Boston Consulting Group erst kürzlich aufmerksam. Sie fragten: „Will autonomous vehicles derail trains?“ Wird die Entwicklung also, frei übersetzt, den Personenzugverkehr zum Entgleisen bringen? Die kurze Antwort: Ja. Außerhalb der Verkehrsstoßzeiten werde die neue Technologie viele Kunden abziehen, heißt es in dem Report. Was bedeutet: Die Bahnnetzbetreiber werden außerhalb der Peaks wenig Züge einsetzen. Und das sollte

Einfluss auf die Preisgestaltung im Zugverkehr haben. Soll heißen: Die Tickets werden dann mit Sicherheit teurer. Auch für Wohnungen in verkehrsreichen Stadtbezirken wird man tiefer in die Tasche greifen müssen. Die Vermieter haben dann aufgrund leiserer, selbstfahrender Ökoautos keinen Grund, die Wohnungen in diesen Grätzeln billiger zu vermieten als in den Grünlagen am Rande der City. Bleibt noch die Frage offen, wie viel mehr denn ein autonom fahrendes Auto kosten wird. Ralf Herrtwich, Leiter Autonomes Fahren bei Daimler, schätzt laut der deutschen Tageszeitung *Die Welt*: 2000 bis 4000 Euro, je nachdem, wie autonom das Auto sein soll. Er kündigte in serienreifes Auto schon für 2020 an. Ob dann allzu viele Pkw-Besitzer umsteigen wollen, erscheint aus heutiger Sicht fraglich. Noch herrscht Skepsis, ob der rollende Roboter sicher genug ist, obwohl Konzerne beteuern, dass er bereits weniger Fehler macht als der Mensch am Lenkrad. Natürlich mischt sich in die Skepsis auch ungläubiges Staunen, wie man bei der Präsentation eines selbstfahrenden Citybusses in Salzburg gezeigt hat. Das als Stadtverkehrsergänzung für die letzten Meter zur Haustür gedachte Vehikel wird nun von Salzburg Research getestet– auf Tauglichkeit im Verkehr mit Menschen, die sich an ein solches Auto sicher erst gewöhnen müssen.

Grün ist die neue Bausubstanz

Quelle: <https://images.derstandard.at/2017/01/16/FORSCHUNG161116kompr.pdf> , S. 47-49

Die Großstadt wird grüner. Ob in Paris oder in New York: Auf Fassaden werden vertikale Gärten errichtet, stillgelegte Bausubstanz wird begrünt. Mit „Green Infrastructure“ erreicht man damit Verbesserungen des Stadtklimas und sogar einen Rückgang des Verkehrs.

Durch sein Atelier fliegen Kanarienvögel und Kolibris, aus dem Bücherregal lugen Geckos und Salamander hervor, und um Punkt zehn Uhr vormittags beginnt es hinter dem Schreibtisch zu regnen. Patrick Blanc, Botaniker und Künstler, wohnt und arbeitet in einem künstlich geschaffenen Urwald in einer ehemaligen Werkstatt in Ivry-sur-Seine, nur wenige Schritte vom Pariser Verkehrsinferno Périphérique entfernt. Das Grün sei nicht nur inspirierend für seine Arbeit, meint der 63-Jährige, der sich mit seinen grün gefärbten Haaren zu inszenieren weiß, sondern auch ein Temperatur- und Feuchtigkeitsregulator fürs gesamte Haus. Berühmt wurde Blanc mit seinen vertikalen Gärten, den sogenannten „Murs Végétales“, die er bereits in aller Welt realisierte. Zu den bekanntesten Projekten zählen der Innenhof im Hotel Pershing Hall in Paris (2001), die Fassade des Musée du Quai Branly (2006), die Caixa Forum in Madrid (2007), die Konzerthalle in Taipeh (2007) sowie das 2010 eröffnete Hotel Sofitel in Wien. Zuletzt waren es grüne Wände in Berlin, Ibiza, Beirut, Dubai, Singapur, Sydney, Miami, New York und San Francisco. „Im unmittelbaren Bereich einer Mur Végétal wird das Mikroklima verbessert, weil sie die Luft filtert und Schimmelpilze und Bakterien bekämpft“, erklärt Blanc. „Im größeren Maßstab geht es eher um eine gesellschaftliche Sensibilisierung für das Thema Grün in der Stadt.“ Mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung lebt heute bereits in Städten, und wenn alle Menschen, die eine gewisse Sehnsucht nach Grün befriedigen wollen, am Abend oder am Wochenende ins Auto steigen und aus der Stadt hinausfahren, so Blanc, dann mache das die globale Ökologiediskussion auf einen Schlag kaputt. Es sind daher genau diese kleinen Dosen städtischen Grüns, die das urbane Klima verbessern können. Egal, ob es sich dabei nun um eine blühende Feuermauer oder um Urban Gardening mit Tomatenstauden und innerstädtischem Miniatur-Kartoffelacker handelt.

Mehr Grün, weniger Grade

„Urbanes Grün ist ein sinnvolles Gestaltungselement, das sich auf die Lebensqualität und auf das Verhalten der gesamten Bevölkerung auswirkt“, meint die Stadtplanerin Helga Fassbinder. „Doch die unmittelbaren Vorteile sind noch viel weitreichender. Studien haben ergeben, dass man mit zehn Prozent mehr Grün die sommerliche Temperatur in den Städten um bis zu drei Grad Celsius senken kann.“ In großen Ballungsräumen wie etwa Tokio, erzählt Fassbinder, habe man sogar herausgefunden, dass die lokale Temperatur dank Nachbegrünung um bis zu 13 Grad reduziert werden kann. „Das muss man sich einmal vorstellen!“ Schon seit 2004 befasst sich die in Amsterdam lebende Stadtplanerin, die an der TU Eindhoven und an der TU Hamburg-Harburg unterrichtet, mit unterschiedlichen Konzepten für Stadtbegrünung. Damals gründete sie die Stiftung Biotope City. Zu den wichtigsten Projekten der international tätigen Foundation zählen vor allem Nachbegrünungen im kleinen Maßstab. „Grün ist ein relativ simples Mittel, um die Probleme zu mildern, die der Klimawandel uns beschert“, sagt Helga Fassbinder. „Grüne Hecken entlang von städtischen Straßen beispielweise können den Feinstaub in der Stadt um ein gutes Drittel reduzieren.“ Auch Andreas Matzarakis, Leiter des Zentrums für Medizin-Meteorologische Forschung Freiburg (ZMMF), spricht sich in seinen Vorträgen regelmäßig für die Nachbegrünung der Stadt aus. „In der Meteorologie sprechen wir von insgesamt neun Belastungsstufen“, erklärt der Bioklimatologe. „Und allein schon ein paar Bäume auf der Straße können den thermischen Stress in der Stadt um zwei Hitzebelastungsstufen reduzieren. Bäume emittieren Kohlenwasserstoffe, binden Staub und Feinstaub, liefern Sauerstoff und Schatten und können aufgrund der Verdunstung die tatsächliche und gefühlte Lufttemperatur reduzieren.“ Vor

allem aber, und darauf werde in der Stadtplanung regen - reicher Städte oft vergessen, sind Bäume und Grünflächen in der Lage, Wasser zu speichern und das Kanalisationsnetz bei starken Niederschlägen zu entlasten.

Wo ist die Pflanzenlobby?

Trotz aller Studien und Beweise scheinen die Bemühungen aussichtslos zu sein. Vielen Stadtregierungen sind die Hochrechnungen zu vage. Kritiker polemisieren, sie würden lieber Millionen von Euro in die nachträgliche Bekämpfung der klimatischen und gesundheitlichen Symptome buttern, anstatt auch nur einen Bruchteil davon präventiv in eine grünere Stadt- und Freiraumplanung zu investieren. „Wir sind erst am Anfang“, sagen Fassbinder und Matzarakis. „Stadtplaner und Architekten interessieren sich für Grünraumplanung nur rudimentär, und die Landschaftsarchitekten sind als Gruppe noch nicht stark genug, um sich gegen diesen Umstand vereint zur Wehr zu setzen.“ Doch das mit größte Problem scheint der geringe Preis zu sein. „Grün ist ein vergleichsweise billiges Material, das über keine milliarden schwere Industrie und somit auch über keine Lobby verfügt“, lautet das Fazit der beiden. Dass es auch anders geht, beweist eine Vielzahl internationaler Projekte, die es allesamt geschafft haben, eine immaterielle Lobby hinter sich zu vereinen. Unter dem Begriff „Green Infrastructure“ (GI) entstanden Parkanlagen, Flussbett-Renaturalisierungen und urbane Wasseraufbereitungskonzepte. „Die Tage singulärer Nutzung und Arbeitsweise sind vorbei“, sagt der New Yorker Landschaftsarchitekt Ken Smith. „War es früher ein einziges Problem, das es mit einem Landschaftsprojekt zu lösen galt, so reden wir heute bereits von einer Art Multifunktions- Infrastruktur, die viele unterschiedliche Aspekte abzudecken hat.“ Eines der wohl berühmtesten und meist publizierten Projekte dieser Art ist die Highline von Diller Scofidio+Renfro in New York City. Die Revitalisierung und Begrünung der stillgelegten Subway-Strecke zwischen Meatpacking District und Hudson Yards ist nicht nur ein attraktiver linearer Park, sondern auch ein infrastruktureller Impuls für die gesamte Region. Seit der Fertigstellung des ersten Bauabschnitts 2009 ist der Auto- und Taxiverkehr auf der Lower West Side deutlich zurückgegangen, und der Anteil der Passanten im ohnehin fußgängerfreundlichen Manhattan steigt von Jahr zu Jahr. In den kommenden Jahren soll die Highline bis zu den Gleisanlagen der Penn Station weiter ausgebaut werden. Auch die Renaturierung des rund sechs Kilometer langen Kanals Cheonggyecheon in Downtown Seoul brachte infrastrukturelle und verkehrstechnische Wechselwirkungen mit sich, die bis heute schon über die eigentliche Projektgröße des neu geschaffenen Flussparks weit hinausgehen. Obwohl die einst über dem Cheonggyecheon verlaufende Stadtautobahn abgerissen wurde, ließ der von Projektgegnern herbeiprophetzte Verkehrsinfarkt auf sich warten. Ganz im Gegenteil. Erstmals nach vielen Jahrzehnten bekam die südkoreanische Hauptstadt einen grünen Impuls, der die sonst so gern motorisierten Bewohner wieder zum Fußmarsch anspornt. Obwohl er von vielen Fachleuten als zu künstlicher und zu inszenierter Eingriff à la Disneyland kritisiert wird, entwickelte sich der Cheonggyecheon zu einem beliebten Naherholungsgebiet, das zu jeder Tages- und Nachtzeit von Menschenmassen überrannt wird.

Der Park als Auffangbecken

In Toronto wurde erst kürzlich der Sherbourne Common Park eröffnet. Auch hier spielt Wasser eine wichtige Rolle, denn das grüne Kleinod an der Waterfront ist nicht nur ein Landschaftspark, sondern in erster Linie ein Regulator für Stürme und Überschwemmungen. Unter dem 1,5 Hektar großen Park befindet sich eine Wasseraufbereitungsanlage, die das verschmutzte Wasser mittels Biofiltration und UV Technologie wieder nutzbar machen soll. „Vor zwanzig Jahren wäre so ein komplexes Projekt undenkbar gewesen“, sagt Projektleiter Greg Smallenberg, Partner bei PFS Studio in Vancouver und Mitglied der American Society of Landscape Architects (ASLA). „Heute jedoch wird Landschaftsarchitektur mehr und mehr zur Breitbanddisziplin, die in ihrem Umfeld immer mehr

technische und infrastrukturelle Aufgaben abdeckt.“ Wenn dieses System Schule macht, wenn diese Erfolge in der Bevölkerung kommuniziert werden, dann könnte Landschaftsarchitektur ein Dienstleistungszweig mit Mehrzweckpotenzial werden. Das vielleicht radikalste Exempel für grüne Infrastruktur befindet sich übrigens in Taichung. In der Drei-Millionen-Einwohner-Metropole an der Westküste Taiwans errichtete der französische Architekt Philippe Rahm den Jade Eco Park. Die sieben Hektar große Parkfläche, die vor wenigen Monaten in Betrieb genommen wurde, ist nicht nur ein Naherholungsgebiet, sondern in erster Linie ein technisches Pionierprojekt, in dem die Natur, so scheint es, ausgetrickst und überboten wird. „Gerade im Sommer bietet Taichung feindliche Bedingungen, die den Aufenthalt an der frischen Luft unangenehm und schwierig machen“, sagt Rahm, der sich selbst als Hybrid aus Architekt, Ingenieur und Wissenschaftler bezeichnet. Das liegt nicht nur am Smog und am subtropischen Klima, sondern auch am lokalen Heizkraftwerk, das mit 37 Millionen Tonnen pro Jahr den weltweit größten Kohlendioxidausstoß seiner Art hat. „Daher wollen wir die Luftqualität im Jade Eco Park verbessern. Orientierungspunkt für die ersehnte Luftqualität ist die klimatisch gemäßigte und dünn besiedelte Ostküste Taiwans.“

Wind aus der Konserve

Man nimmt Maschinen zu Hilfe: Wasserzerstäuber, die für Verdunstungskälte sorgen, künstliche angelegte Verdunstungsbecken entlang der Wege sowie eine Vielzahl von Feuchtigkeitsabsorbent, die die solcherart angereicherte Luft auch wieder trocken machen. Über künstliche Nebelanlagen, über Wasserdüsen, die quer über den Park verstreut sind, sowie über ab und zu unterirdisch installierte Kühlanlagen – eine Art umgekehrte Fußbodenheizung für Mutter Natur – wird nicht nur die unmittelbare Parkluft gekühlt, sondern auch für thermischen Luftaustausch zwischen den einzelnen Hoch- und Tiefdruckinseln gesorgt. So entsteht Wind aus der Konserve. Doch das ist noch lange nicht alles. Über fünf Meter hohe Gegenschall-Lautsprecher, die sich als moderne Skulpturen tarnen, wird an einigen Stellen im Park der städtische Umgebungslärm neutralisiert. Hier soll man zur Ruhe kommen. Doch die „Well-being-Oase“, wie der Park in Präsentationsfilmen Taiwangs bezeichnet wird, soll mittels Ultraschall-Lautsprecher im Bereich der Wasserflächen frei von lästigen Moskitos sein. Ist das also unsere Zukunft? Natur, geschaffen mit Technik? „Der Jade Eco Park ist ein Experiment“, sagt Philippe Rahm. „Wir wollen damit untersuchen, inwiefern man heute schon mit dem Baustoff Klima bauen kann – und ob die viel zitierte grüne Infrastruktur nur ein theoretischer Begriff oder tatsächlich schon gelebte Praxis ist.“ Lange ist nicht mehr Zeit. Im Mai 2011 hat die EU ein neues, überarbeitetes Biodiversity-Strategy-Programm verabschiedet. Demnach sollen immerhin 15 Prozent des bereits zerstörten Ökosystems bis 2020 wieder hergestellt werden. Bis dahin sind es nur noch ein bisschen mehr als drei Jahre.

Wohnen, reisen und essen ohne Kohle

Quelle: <http://www.taz.de/!5259229/>

Dekarbonisierung ist möglich. In einigen Bereichen ist die nötige Technik schon da, in anderen braucht es noch Innovation – oder Verzicht.

Wohnen: nur mit Ökoenergie

Klimaneutrales Wohnen ist schon heute ohne jeden Komfortverlust möglich – das beweisen Passivhäuser, die ihre benötigte Energie komplett selbst erzeugen. Was bisher noch eine große Ausnahme ist, muss bis zum Jahr 2050 zur Regel werden. Wie das gehen kann, wird in diversen Szenarien beschrieben.

Der Strom, der in Häusern und Wohnungen verbraucht wird, stammt dann komplett aus erneuerbaren Energien – oft aus Solarzellen auf dem eigenen Dach oder Balkon. In Kombination mit Batterien können sich Haushalte damit zumindest im Sommerhalbjahr weitgehend selbst versorgen. Licht wird nur noch von LEDs erzeugt, auch andere Elektrogeräte sind deutlich effizienter als heute, so dass der Strombedarf von Haushalten weiter sinkt.

Auch aus dem Netz kommt in der Zukunft zu 100 Prozent Ökostrom; wichtigste Produzenten sind Wind- und Solarparks. Damit es auch bei Flaute und Dunkelheit Strom gibt, sind Speicher notwendig. Neben Batterien eignen sich für kurzfristige Speicherung Pumpspeicherkraftwerke, die Wasser in hoch gelegenen Becken pumpen und später über Generatoren wieder ablassen, oder Druckluftspeicher, bei denen Luft in unterirdische Kavernen gepresst wird; der Druck treibt später eine Turbine an.

Für längere Speicherung setzen die meisten Prognosen darauf, überschüssigen Strom zur Herstellung von Wasserstoff oder Methan zu nutzen und diese Gase später in Brennstoffzellen oder Kraftwerken in Strom zurückzuwandeln. Dabei geht zwar viel Energie verloren, doch bei einem entsprechend großen Angebot an Ökostrom ist es sinnvoll.

Zum Heizen wird in Zukunft nur ein Bruchteil der heutigen Energie benötigt – dank besserer Dämmung und veränderter Architektur, die direkte Sonneneinstrahlung nutzt. Daneben stammt die Energie aus Sonnenkollektoren auf dem Dach oder aus Wärmepumpen, die Erdwärme nutzen. Auch nachwachsende Rohstoffen wie Holzpellets spielen eine Rolle – allerdings ist das ökologisch nutzbare Potenzial begrenzt. Daneben kann überschüssiger Strom zum Heizen genutzt werden, indem Wasser elektrisch erhitzt wird. Damit Wärme, die während der Herbststürme produziert wird, im Winter genutzt werden kann, sind allerdings große Speicher notwendig. Das System eignet sich darum besonders für Haushalte, die zentral über Fernwärmeleitungen versorgt werden.

Reisen: weniger und elektrisch

Deutlich schwieriger gestaltet sich die Dekarbonisierung des Verkehrs. In den letzten zehn Jahren hat der CO₂-Ausstoß in diesem Bereich in Deutschland sogar zugenommen. Damit er bis zum Jahr 2050 auf null sinkt, sind weitreichende Veränderungen notwendig. Alle Szenarien gehen davon aus, dass private Fahrten mit dem Auto deutlich zurückgehen müssen. Möglich werden soll das durch eine Ausweitung von Bussen und Bahnen sowie bessere Infrastruktur für Fußgänger und Fahrräder; deren Nutzung wird durch zunehmende Elektroantriebe noch attraktiver.

Der verbleibende Autoverkehr, der oft in Form von Carsharing organisiert ist, läuft ebenso wie Busse in Zukunft ausschließlich mit Elektromotoren. Angetrieben werden diese von Batterien oder Brennstoffzellen – beide Techniken sind bereits verfügbar. Der benötigte Strom beziehungsweise Wasserstoff stammt in Zukunft vor allem aus Wind- und Solaranlagen; aufgeladen werden die

Batterien nicht nur an Ladesäulen, sondern auch per Induktion auf öffentlichen Parkplätzen oder in Straßen. Verbrennungsmotoren – auch mit Agrosprit – haben in Pkws keine Zukunft.

Denn Diesel und Ethanol aus Pflanzen, die wegen Flächenkonkurrenz mit Nahrungsmitteln und ökologischer Probleme nur begrenzt zur Verfügung stehen, werden anderswo gebraucht: etwa beim Güterverkehr. Dort ist eine Verlagerung von Lkws auf die künftig komplett mit Ökostrom betriebene Bahn nämlich nur begrenzt möglich. Und auch Elektromotoren sind bei Lkws mit den bisher verfügbaren Technologien allenfalls auf kurzen Strecken praktikabel.

Auch beim besonders klimaschädlichen Flugverkehr ruht die Hoffnung der Branche auf Kerosin aus Pflanzen. Doch praktikable Lösungen gibt es bisher kaum. Das Herstellungsverfahren ist aufwendig, der Flächenverbrauch wäre gewaltig. Eine Alternative könnten fetthaltige Algen als Grundstoff sein, doch dieses Verfahren ist noch nicht ausgereift und sehr teuer. Gleiches gilt für die Herstellung von künstlichem Kerosin mit Hilfe von Ökostrom. Elektromotoren werden in Flugzeugen bisher nur als Ergänzung zu Turbinen erprobt.

Sofern es keine großen technischen Durchbrüche gibt, wird eine Dekarbonisierung des Flugverkehrs darum nur mit einer deutliche Reduzierung von Flügen gelingen. Und die wird nur über den Preis gelingen.

Essen: Fleisch weg, Bio her

Auch im Bereich der Landwirtschaft wird sich Klimaneutralität nur durch einen veränderten Konsum erreichen lassen. Denn eine wichtige Quelle von Treibhausgasen im Agrarbereich ist die Tierhaltung – und daran lässt sich auch nicht grundsätzlich etwas ändern. Im Magen von Rindern entsteht unweigerlich das besonders wirksame Treibhausgas Methan. Aus tierischer Gülle entweichen klimaschädliche Stickstoffverbindungen. Für die Futtermittel-Produktion werden Regenwaldflächen gerodet und mit energieintensiv hergestellten Düngemitteln Futterpflanzen angebaut. Die Erzeugung eines Kilogramms Rindfleisch ist darum so klimaschädlich wie ein 100-Kilometer-Flug pro Person.

Zwar wird derzeit erforscht, inwiefern sich der Ausstoß durch andere Futtermittel und neue Rassen verringern lässt. Doch wirklich reduzieren lässt sich die vor allem durch eine Verringerung des Verzehrs von tierischen Produkten. Politische Maßnahmen, um eine solche Entwicklung zu erreichen, sind bisher allerdings nicht geplant. Erleichtert werden könnte der Prozess dadurch, dass es für zahlreiche Fleischprodukte inzwischen vegane Alternativen gibt, die kaum vom Original zu unterscheiden sind – etwa aus Soja.

Die zweite Änderung, die die Klimabilanz der Landwirtschaft erheblich verbessern könnte, ist der Wechsel zu mehr Ökoanbau. Denn dabei verzichten die Bauern auf mineralischen Stickstoffdünger, wodurch die Ackerböden weit weniger klimaschädliches Lachgas freisetzen. Zudem verzichten Biobauern auf importierte Futtermittel, die ebenfalls eine schlechte Klimabilanz haben.

Und im Boden reichert sich bei ökologischer Bewirtschaftung mehr Humus an, was CO₂ aus der Atmosphäre bindet und so den Klimawandel bremst. Bis zum Jahr 2020 will die Bundesregierung den Flächenanteil der Biolandwirtschaft von derzeit 6,4 auf 20 Prozent steigern – doch das kann nur ein Zwischenschritt sein. Auch beim konventionellen Ackerbau soll es strengere Vorgaben geben, in welcher Menge, wann und wie Dünger auf die Felder gebracht werden darf.

Daneben kann die Landwirtschaft ihre Klimabilanz dadurch verbessern, dass Grünland nicht in Ackerland umgebrochen wird – denn dabei wird viel im Boden gespeicherter Kohlenstoff freigesetzt. Auch eine weniger intensive Forstwirtschaft sowie der Erhalt und die Wiedervernässung von Mooren sorgen für die Bindung von Treibhausgasen.

Das Comeback des Dorfes

Quelle: TREND UPDATE 02/2015 <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/umwelt/das-comeback-des-dorfes/>

Das Dorf hat Zukunft! Als Landidyll und Lieferant für erneuerbare Energien erlebt das Dorf eine Renaissance. Künftig wird es wieder sehr viel enger mit der Stadt vernetzt sein.

2050 werden nur noch 16 Prozent der Deutschen auf dem Land wohnen, aktuell sind es knapp 25 Prozent. Zudem berechnet das statistische Bundesamt, dass 2050 insgesamt 12 Millionen Menschen weniger in Deutschland leben als heute – und das vor allem auf dem Land. Katalysatoren für diese Schrumpfung der ländlichen Bevölkerung sind die Megatrends Silver Society und Urbanisierung. Mittelfristig sind zahlreiche Dörfer in ihrer Existenz gefährdet. Die historische Funktion von Dörfern war immer die Nähe zum ländlichen Arbeitsplatz. Doch ländliche Arbeitsplätze gibt es in dieser Form nicht mehr. Der wirtschaftliche Strukturwandel schafft zwar neue Arbeitsplätze - aber diese entstehen vor allem in den Metropolregionen. Besonders junge Menschen folgen daher dem Ruf der großen Städte, nur die Alten bleiben zurück. Hat das Modell Dorf damit ausgedient? Bei unseren Recherchen stießen wir nicht nur auf wehleidige Abgesänge zum Sterben der Dörfer, sondern auch auf zahlreiche mutige Konzepte, die dem ländlichen Raum durchaus eine alternative und positivere Zukunft bieten. Das Comeback des Dorfes ist allerdings langsam und leise. Und findet auf sehr heterogene Weise statt. Health-Village: Demenzdorf Hogeweyk: Rund 150 demente Menschen leben im holländischen Hogeweyk zusammen. Die Bewohner können sich in den Straßen und Häusern des Dorfes frei bewegen. Wer selbst nicht mehr zurückfindet, wird von einem Betreuer zurückgebracht. Wer im Supermarkt das Bezahlen vergisst, darf seinen Einkauf trotzdem mitnehmen. Ziel des nicht unumstrittenen Projektes ist es, eine neue Normalität zu schaffen, in der die Erkrankten Zuflucht finden. Auch Deutschland und andere europäische Staaten planen nach außen abgeschlossene Siedlungen aufzubauen, um Demenzen und Alzheimerkranken eine Alternative zur üblichen Heimbetreuung zu bieten. Aber noch fehlt die Zustimmung der Prüfbehörde für Deutschlands erstes Demenzdorf in Rheinland-Pfalz.

Öko-Agrarwirtschaft belebt das Land

Der Megatrend Gesundheit stärkt einer weiteren Entwicklung den Rücken, die die Überlebenschancen des Konzepts Dorf drastisch erhöht: dem Bioboom. Über 23 000 Bio-Betriebe gab es 2013, das entspricht über acht Prozent der gesamten deutschen Landwirtschaft. 1996 war es gerade mal ein Prozent. Die Hochkonjunktur von biologisch erzeugten Lebensmitteln führt zu mehr landwirtschaftlich genutzter Fläche und kann dadurch ländliche Regionen reaktivieren. Der Öko-Landbau bevorzugt die Regional- und Direktvermarktung, wie etwa den Hofverkauf, und zieht damit Käufer aus den Städten aufs Land. Zudem ist die Herstellung und Verarbeitung von biologischen Lebensmitteln aufwendiger als die konventionelle Produktion. Eine höhere Arbeitsintensität bedeutet mehr Arbeitsplätze. Dadurch entstehen neue Beschäftigungsmöglichkeiten auch jenseits der landwirtschaftlichen Tätigkeiten, denn Biohöfe entwickeln sich zu kleinen Knotenpunkten des Austauschs, Lernens und nachhaltigen Konsums. Diese neuen Bio-Dörfer funktionieren am besten, wenn sie im Speckgürtel von Metropolen angesiedelt sind. Bio-Oase Dottenfelderhof: Der Dottenfelderhof ist ein Demeter-Betrieb nördlich von Frankfurt. Über 100 Menschen leben und arbeiten dort in einer dörflichen Gemeinschaft zusammen. Es gibt eine Hofkäserei, Bäckerei und Konditorei und natürlich einen Laden mit Biovollsortiment. Der interessierte Besucher kann sich bei einer der zahlreichen Veranstaltungen über die Arbeit am Hof informieren. Vom Backen im Holzofen über eine Kosmetikberatung mit Demeter-Produkten bis zur Probierstunde mit Wein und Käse wird alles geboten, was das Landleben hergibt. Zudem finden in der staatlich anerkannten Landbauschule Kurse statt, und Schulklassen können im eigens dafür errichteten Schulbauernhof das Landleben kennenlernen. Die Produktion, Verarbeitung

und der Verkauf von handwerklich hergestellten Lebensmitteln verschmelzen hier mit Ausbildung und Forschung zu einer neuen Form dörflicher Vergemeinschaftung.

Zukunftslabore für erneuerbare Energien

Der Megatrend Neo-Ökologie trägt auch noch auf andere Weise zur Entwicklung der Dörfer bei: Dörfer können hier zu einem Versuchsraum für intelligente Verschaltungen mehrerer regenerativer Energiequellen und für die Implementierung von intelligenter Steuerung (Smart Grids) werden. In Dörfern werden jene Modelle von Effizienz und Nachhaltigkeit erprobt und optimiert, die global gefragt sind. Viele Dörfer in Europa haben die wirtschaftliche und infrastrukturelle Basis, um zukunftsfähige Modelle zu entwickeln und zu testen, die später auch im ländlichen Raum von Entwicklungs- und Schwellenländern angewendet werden können. Nebenbei ist die Nutzung von Biomasse, Erdwärme, Wind- und Sonnenenergie eine potenzielle Grundlage für neue Wertschöpfung in ländlichen Regionen.

Energiedorf Wildpoldsried: Wildpoldsried trägt seinen Beinamen „Energie-dorf“ zu Recht. Auf den Dächern des idyllischen Örtchens im Allgäu glitzern Solarzellen, vor den Häusern parken Elektroautos und an den grünen Hängen rotieren die Windräder. Die größte Herausforderung ist, den Strom immer genau dort verfügbar zu machen, wo er gerade gebraucht wird. Smart Grids sollen dieses Problem lösen: Dazu funken mehrere Smart Meter (intelligente Zähler) direkt aus den Haushalten permanent Daten über Stromverbrauch und -erzeugung in eine Zentrale. Wenn Wind und Sonne für mehr Energie sorgen als nötig, werden beispielsweise zunächst die Elektroautos aufgeladen, um das Netz zu entlasten. Das intelligente Stromnetz wird in Wildpoldsried ausgiebig getestet und macht das kleine Dorf zu einem Versuchsmodell für die Ökostromproduktion und -verteilung der Zukunft.

Landhausidylle für Städter

Unsere Vorstellung vom Dorfleben ist oft romantisch verklärt. Die Sehnsucht nach verloren gegangener Beschaulichkeit, die sich in urbanen Lebensstilen als Do-it-yourself- Praxis in Form von Urban Gardening und selbst eingekochter Marmelade wiederfindet. Im Supermarkt erscheint es uns auf Käseverpackungen und Eierkartons als Garant für Regionalität, Ursprünglichkeit und Authentizität. Außerdem steht das Dorf für ein Gemeinschaftsgefühl, das in Städten oft fehlt. So manche Großstadtfamilie verbringt ihre Ferien heute auf dem Land, und besonders Städter blättern gerne in Magazinen wie Landlust oder kaufen vom Biobauern aus der ländlichen Umgebung. Urlaub auf dem Land erfreut sich großer Beliebtheit: Laut der Allensbacher Markt- und Werbeträger-Analyse 2014 gibt es rund 10,6 Millionen Deutsche, die ein Urlaub auf dem Bauernhof reizen würde.

Downshifting-Dorf Figline: Dem pittoresken Dörfchen Figline, dass von Zypressen und Pinien umgeben in den toskanischen Bergen vor sich hin bröckelte, drohte der totale Verfall. Bis ein Investor aus Südafrika sich in den Ort verliebte und das ganze Dorf samt Burg erwarb. Nach und nach hat er die teilweise mittelalterlichen Gebäude restauriert und renoviert. Heute erfüllt Figline genau die Toskana-Fantasie, die viele Deutsche Richtung Süden treibt. Der mediterrane Flair ist gekoppelt an Luxus pur.

Dörfer als Creative Hubs

Stadtnahe ländliche Gebiete erleben im Gegensatz zu entlegenen Orten sogar einen Aufschwung – der steigenden Mietpreise in den Metropolen sei Dank. New-Work-Konzepte wie Home Office und dezentrales Arbeiten nehmen dem Pendeln seinen Schrecken. 2020 will BMW sein erstes selbstfahrendes Auto auf den Markt bringen. Google ist noch ehrgeiziger und gibt 2017 als Marktstart für sein autonomes Fahrzeugmodell an. Lange Pendelzeiten könnten so zum Teil der Arbeitszeit werden und das Auto zum Büro. Voraussetzung für diese neuen Arbeitsmodelle ist die weiter voranschreitende digitale Vernetzung der räumlichen Peripherie. Das gilt auch für die Niederlassung

von Unternehmen oder die Gründung von Startups in ländlichen Gebieten. Noch entspricht der Breitbandausbau auf dem Land oft nicht dem der Stadt, doch dieses Problem könnte sich bald durch den neuen Breitband-Standard 5G erledigt haben. Seine Einführung ist für 2020 geplant. Creative Hub “Zukunftsorte”: Das 2012 in Österreich entstandene Projekt „Zukunftsorte“ hat sich zum Ziel gesetzt, den Austausch zwischen Unternehmen der Kreativwirtschaft und ländlichen Gemeinden voran zu treiben. Einerseits galt es die „Das-war-schon-immer-so“-Mentalität mancher Dörfler zu überwinden, andererseits der Kreativwirtschaft die Attraktivität des ländlichen Raums zu vermitteln. Trotz dieser Hürde ist das Projekt inzwischen erfolgreich: Aktuell sind bereits neun österreichische Gemeinden beteiligt.

Die Einsteiger

Im kleinen Dorf Tempelhof zwischen Stuttgart und Nürnberg hat eine Gruppe engagierter Menschen ihren Traum von einer ökologischen, nachhaltigen und sozial gerechten Gemeinschaft wahrgemacht. Inzwischen leben dort 120 Menschen. Es gibt mehrere Großküchen, Werkstätten und Gewerbeflächen. Das Land wird zur Selbstversorgung bewirtschaftet.

2013 hat die Tempelhofgemeinschaft sogar ihre eigene Schule eröffnet. Und Tempelhof ist kein Einzelfall: Um ihre Vorstellung vom richtigen Leben in die Alltagspraxis zu übersetzen, hat sich eine ganze Reihe von Gemeinschaften für ein Leben im Dorf entschieden. Inzwischen gibt es eine Vielzahl dieser Ökodörfer auf der ganzen Welt. In diesen DIY-Communities spielen fast immer Nachhaltigkeit, biologische Landwirtschaft und eine ausgeprägte Kommunikationskultur eine zentrale Rolle. Meist wird ein Teil des Eigenbedarfs an Lebensmitteln selbst erzeugt. Auch politische Mitbestimmung und Basisdemokratie gehören in den Ökodörfern zur Tagesordnung. Von den historisch gewachsenen Dörfern unterscheiden sich diese modernen Dörfer, neben ihrem hohen moralischen Anspruch, vor allem durch ihre hervorragende Vernetztheit. Das internationale „Global Ecovillage Network“ verbindet Ökodörfer auf dem ganzen Globus. Einsteiger-Kommune “Ökodorf Sieben Linden”: Das Ökodorf Sieben Linden liegt im Dreieck Hannover-Hamburg-Berlin. Seit 1997 siedeln, bauen und leben hier mittlerweile 100 Erwachsene und 40 Kinder. Das erklärte Ziel der Gemeinschaft ist eine ökologische, sozial und global gerechte Lebensweise zu erreichen. Die sehr heterogene Gruppe versucht möglichst viele Entscheidungen aus dem Konsens heraus zu treffen. Die Vernetzung mit der Region für den Austausch von Waren und Dienstleistungen wird als Erweiterung der Selbstversorgeridee verstanden. Zudem können sich Gäste in Seminaren und Workshops über gelebte Nachhaltigkeit und weitere Themen von gewaltfreier Kommunikation bis zum Lehmputz im Innenbau informieren.

Die Grenze zwischen Urbanität und Dörflichkeit verschwimmt

Die Vergemeinschaftungsform des Dorfes fasziniert nicht nur Menschen, die sich für ein Leben im Ökodorf entscheiden. Auch in Städten wird nach Community-Prinzipien gesucht. Selbst Unternehmen greifen auf dorfähnliche Strukturen zurück, um ihre Mitarbeiter zu einer Gemeinschaft zu machen. So wird die Stadt-Dorf-Dichotomie immer unschärfer. Durch zunehmende Konnektivität ist der physische Ort zweitrangig geworden, und die Grenze zwischen Urbanität und Dörflichkeit verschwimmt: Während Städter nach dörflichen Vergemeinschaftungsformen suchen, halten urbane Lebensstile und Themen Einzug in die Dörfer. Viele Charakteristika des Städtischen lösen sich vom physischen Lebensraum Stadt.

Weltoffenheit, Kreativität, digitale Vernetztheit und Diversität sind längst nicht mehr nur urbanen Zentren vorbehalten. So veranstaltete ein fränkisches Dorf im September 2014 die vermutlich erste vegane Kirchweih Deutschlands. Und inzwischen beschäftigen sich auch Designer mit der Frage, wie das Dorf von morgen aussehen soll. Das Bürogebäude der Designgruppe Koop im Allgäuer Rückholz ist

selbst bestes Beispiel dafür, was Design auf dem Land kann. Andreas Koop ist überzeugt, dass Design einen wichtigen Beitrag leisten wird, um das Land lebenswerter zu gestalten. Dörfer haben eine mannigfaltige Zukunft: die Chancen müssen nur rechtzeitig erkannt und von mutigen Pionieren vorangetrieben und umgesetzt werden.

Grüne Stadtprojekte – einige Beispiele

Kulturzentrum SNFCC Athen

<https://www.goethe.de/ins/gr/de/kul/mag/21017619.html>

Weitere Infos: <http://trends.archiexpo.de/zinco-gmbh/project-66390-254496.html>

East Village - Libanon

<https://www.dezeen.com/2016/12/05/jean-marc-bonfils-apartment-block-art-gallery-vertical-garden-beirut-lebanon/>

Babylon Hotel – Vietnam

<https://www.dezeen.com/2015/08/03/vo-trong-nghia-naman-retreat-babylon-hotel-building-hanging-gardens-facades-green-walls-vietnam/>

Steinhaus – Rogner Therme in Baden Blumau (Steiermark)



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Steinhaus,_Rogner_Bad_Blumau_von_Friedensreich_Hundertwasser.jpg#/media/Datei:Steinhaus,_Rogner_Bad_Blumau_von_Friedensreich_Hundertwasser.jpg

MA 48 Gebäude – Wien

<https://smartcity.wien.gv.at/site/fassadenbegruenung-in-wien/>

Grüne

Vision

für

Paris

<https://freshideen.com/architektur/treibhausgase.html>

Ethnologisches

Museum

–

Paris

<https://www.ticketeaser.com/de/paris/quai-branly-museum-m026>

Rosewood Tower – Sao Paulo

<https://www.dezeen.com/2017/05/31/ateliers-jean-nouvel-plant-covered-hotel-architecture-sao-paulo-regeneration-brazil/>

Eco-Luxury Hotel Paris

<https://www.dezeen.com/2017/06/28/eco-luxury-hotel-kengo-kuma-paris-france-plant-covered-news/>

Oasis of Akoukir – Paris (Patrick Blanc)

<https://www.dezeen.com/2013/09/08/the-oasis-of-aboukir-green-wall-by-patrick-blanc/>

Ravel Plaza – Amsterdam

<https://www.dezeen.com/2015/10/09/mvrdv-plant-covered-proposal-wins-ravel-plaza-amsterdam-competition/>

50 Moganshan Road – Shanghai China

<https://www.dezeen.com/2015/12/22/thomas-heatherwick-studio-50-moganshan-road-shanghai-development-tree-covered-mountains/>

Forest City – China

<https://www.dezeen.com/2017/06/28/liuzhou-forest-city-stefano-boeri-proposes-plant-covered-city-to-eat-up-chinas-smog/>

Central Park – Australia

<https://www.dezeen.com/2014/10/10/one-central-park-sydney-jean-nouvel-vertical-gardens/>

Weitere Projekte

Recycled Park – Niederlande <http://recycledpark.com/floatingpark.html>

GrünPlusSchule-Wien: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/highlights/newton-stadt-4-0-filmserie.php#schl3>

PFLANZENSTECKBRIEFE FÜR INNENRAUMBEGRÜNUNG

Alocasia lowii 'Bambino'

Pfeilblatt

Familie	Araceae
Herkunft	Borneo, Malaiische Halbinsel, Tropen
Wuchsform	locker Horst bildende Staude mit knolligen Rhizomen
Wuchshöhe	15-120 cm
Temperatur	18°C-22°C
Licht	halbschattig bis schattig
Vermehrung	Teilung der Rhizome oder Entfernung der Kindel (kleine Pflanze an Mutterpflanze)
Grünpflege	hohe Luftfeuchtigkeit, kalkarmes Wasser, verblühte und abgestorbene Pflanzenteile am Ansatz entfernen
Anfälligkeiten	bei Staunässe kann es leicht zu Wurzelfäulnis kommen
Schädlinge	Spinnmilben, Thripse, Schmierläuse Blattläuse
Giftigkeit	giftig, nur mit Handschuhe pflegen, da der Milchsaft Reizungen verursachen kann
System	Vlies-und Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; HABERER 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 23: *Alocasia lowii 'Bambino'* (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.2019)

Ananas champaca

Zierananas

Familie	<i>Bromeliaceae</i>
Herkunft	Tropen
Aussehen	in der Heimat bis zu 2 m Durchmesser
Wuchsform	Stammlos, Blätter bilden Rosette
Wuchshöhe	60 cm
Temperatur	25°C–30°C
Licht	heller, sonniger Standort
Vermehrung	Seitensprosse, Kopfsteckling
Grünpflege	mäßig feucht halten, regelmäßig düngen, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	im Winter anfällig für Schildläuse, da es zu dunkel und/oder zu feucht ist
System	Trogssystem

(BÜHL et al. 1981; PFLANZENFREUNDE 2019; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 24: *Ananas champaca*
(Niederhammer 2019)

Anthurium crystallinum

Kristall-Schweifblume

Familie	Araceae
Herkunft	Kolumbien, Tropenwald
Aussehen	in der Heimat 80-90 cm hoch
Wuchsform	kurzer Grundstamm, lange Blattstiele mit herzförmigen Blättern
Wuchshöhe	25-40 cm
Temperatur	18-22°C
Licht	heller nicht vollsonniger Standort
Vermehrung	Aussaat, Teilung
Grünpflege	hohe Luftfeuchtigkeit, kalkarmes Wasser, verblühte und abgestorbene Pflanzenteile am Ansatz entfernen
Anfälligkeiten	Thripse, Spinnmilben, Blatt- und Schildläuse, Wollläuse
Giftigkeit	gering giftig
System	Vlies- und Trogssystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 25: *Anthurium crystallinum*
(Niederhammer 2019)

Anthurium scherzerianum

Kleine Flamingoblume

Familie	Araceae
Herkunft	Guatemala, Costa Rica,
Wuchsform	Horstbildende, leicht verholzende Pflanze
Wuchshöhe	15-30 cm hoch
Temperatur	22-25°C
Licht	helle, aber nicht besonnte, feuchtwarme Plätze
Vermehrung	Aussaart, Teilung
Grünpflege	hohe Luftfeuchtigkeit, kalkarmes Wasser, verblühte und abgestorbene Pflanzenteile am Ansatz entfernen
Anfälligkeiten	Schildläuse, Spinnmilben
Giftigkeit	gering giftig
System	Vlies- und Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; HABERER 2002; BARTHLOTT 1998)

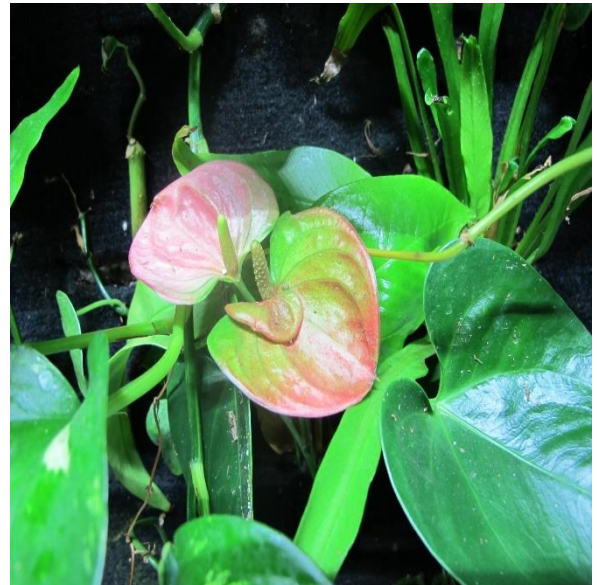


Abbildung 26: *Anthurium scherzerianum* (Dipl.-Ing. Ralf Doppeide e.U. 2019)

Asparagus plumosus

Federspargel

Familie	Asparagaceae
Herkunft	Südafrika
Aussehen	in der Heimat 1-6 m
Wuchsform	aus gestauchtem Grundstamm
Wuchshöhe	20-50 cm, ältere Pflanzen 150-200 cm
Temperatur	16-20°C
Licht	halbschattig
Vermehrung	Aussaart bei 16-18°C, Teilung
Grünpflege	nicht austrocknen lassen, mäßig Düngen, gut schnittverträglich, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Pflegeschnitt	bei starker Austrocknung, knapp über der Erde radikal abschneiden.
Anfälligkeiten	Blattläuse an jungen Trieben, bei zu trockener Luft, Spinnmilben
Giftigkeit	Blüten und Beeren sind giftig
Systeme	Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; HABERER 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 27: *Asparagus plumosus* (Niederhammer 2019)

Asplenium antiquum

Schmalblättriger Nestfarn

Familie	Aspleniaceae
Herkunft	Mittel- bis Südjapan
Aussehen	in der Heimat 60-90 cm
Wuchsform	grundständige Rosette, lanzettliche Blätter biegen sich nach außen
Wuchshöhe	25-30 cm
Temperatur	18-20°C
Licht	heller bis halbschattigen Standort
Vermehrung	Aussaat der Sporen, Mikrovermehrung
Grünpflege	gleichmäßig feucht halten, mittlere Nährstoffzufuhr, nicht schneiden, nur abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Schild- und Wurzelläuse
Systeme	Vliessystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 28: *Asplenium antiquum*
(Niederhammer 2019)

Asplenium antiquum 'Osaka'

Gewellter Nestfarn

Familie	Aspleniaceae
Herkunft	Mittel- bis Südjapan
Aussehen	in der Heimat 60-90 cm
Wuchsform	grundständige Rosette, lanzettliche Blätter biegen sich nach außen
Wuchshöhe	25-35 cm
Temperatur	18-20°C
Licht	heller, nicht vollsonniger Standort
Vermehrung	Aussaat der Sporen
Grünpflege	gleichmäßig feucht halten und mäßig düngen, nicht schneiden, abgestorbene Pflanzenteile am Ansatz entfernen
Anfälligkeiten	Schild- und Wurzelläuse
Systeme	Vliessystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 29. *Asplenium antiquum 'Osaka'*
(Niederhammer 2019)

Asplenium nidus

Vogelneestfarn

Familie	Aspleniaceae
Herkunft	tropisches Asien und Australien, Ostafrika
Aussehen	in der Heimat 1,3 – 1,5 m hoch
Wuchsform	grundständige Rosette, breit-lanzettliche Blätter biegen sich nach außen
Wuchshöhe	30-90 cm
Temperatur	18-20°C
Licht	heller, nicht vollsonniger Standort
Vermehrung	Aussaat der Sporen
Grünpflege	gleichmäßig feucht halten und mäßig düngen, hohe Luftfeuchtigkeit, nicht schneiden, abgestorbene Pflanzenteile am Ansatz entfernen
Anfälligkeiten	Schild- und Wurzelläuse
Systeme	Vlies und Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; HABERER 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 30. *Asplenium nidus*
(Niederhammer 2019)

Calathea lancifolia

Korbmarante

Familie	Marantaceae
Herkunft	Brasilien
Aussehen	in der Heimat 60-75 cm
Wuchsform	aufstrebende lanzettliche am Rand gewellte Blätter
Wuchshöhe	30 cm
Temperatur	18-20°C
Licht	hell aber nicht sonnig
Vermehrung	Teilung der Pflanze oder Triebstecklinge
Grünpflege	gleichmäßig feucht halten, mäßig düngen, wenn nötig Triebe im Frühjahr um ein Drittel kürzen, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Spinnmilben
Systeme	Vlies-und Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 31: *Calathea lancifolia*
(Niederhammer 2019)

Chlorophytum comosum 'Ocean'

Grünlilie

Familie	Antheriacaceae
Herkunft	Südafrika
Aussehen	in der Heimat bis zu 60 cm
Wuchsform	krautig, horstbildend
Wuchshöhe	10-50 cm
Temperatur	20°C
Licht	hell, Mittagssonne meiden
Vermehrung	Ableger durch Brutpflanzen
Grünpflege	durchgehend feucht halten, mäßig düngen, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Blatt- oder Schmierläuse, Thripse
Systeme	Vlies- und Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 32: *Chlorophytum comosum* 'Ocean' (Niederhammer 2019)

Dieffenbachia seguine

Dieffenbachie

Familie	Araceae
Herkunft	Tropisches Südamerika
Aussehen	in der Heimat 1,2-1,8 m
Wuchsform	aufrechte, lockere krautige Pflanze mit weißen oder gelblichen Flecken
Wuchshöhe	100 cm
Temperatur	18-22°C
Licht	sie braucht einen hellen Standort, Zugluft vermeiden
Vermehrung	Kopfstecklinge
Grünpflege	hohe Luftfeuchtigkeit, Ballen nicht austrocknen lassen
Anfälligkeiten	Spinnmilben, Blattläuse an Jungtrieben
Giftigkeit	alle Teile giftig
System	Vlies- und Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; HABERER 2002; JACOBI 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 33: *Dieffenbachia seguine* (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

Dracaena deremensis 'Yellow Strip'

Drachenbaum

Familie	<i>Dracaenaceae</i>
Herkunft	tropisches Afrika
Aussehen	in der Heimat kann er bis zu 2,5m hoch werden
Wuchsform	aufrechter palmenähnlicher Wuchs, grün, gelbe Blätter
Wuchshöhe	30-150 cm
Temperatur	18-22°C
Licht	hell, keine direkte Sonne
Vermehrung	Kopfstecklinge, Stammschnittstecklinge
Grünpflege	Nässe und Trockenheit meiden, mäßig düngen, gut schnittverträglich, schneiden, um Verzweigung anzuregen, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Spinnmilben, Woll- und Schildläuse, Thripse
Giftigkeit	Pflanzensaft nur gering giftig
Systeme	Vlies- und Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)

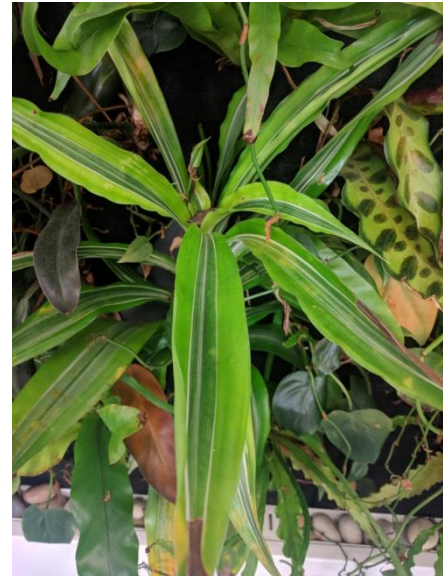


Abbildung 34: *Dracaena deremensis* 'Yellow Strip' (Niederhammer 2019)

Dracaena deremensis 'Warneckeii'

Drachenbaum

Familie	<i>Dracaenaceae</i>
Herkunft	tropisches Afrika
Aussehen	in der Heimat kann er bis zu 2,5 m hoch werden
Wuchsform	aufrechter palmenähnlicher Wuchs, grün weiße Blätter
Wuchshöhe	30-150 cm
Temperatur	18-22°C
Licht	hell, keine direkte Sonne
Vermehrung	Kopfstecklinge, Stammschnittstecklinge
Grünpflege	Nässe und Trockenheit meiden, mäßig düngen, gut schnittverträglich, regt Verzweigungen an, abgestorbene Pflanzen-teile entfernen
Anfälligkeiten	Spinnmilben, Woll- und Schildläuse, Thripse
Giftigkeit	Pflanzensaft nur gering giftig
Systeme	Vliessystem und Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 35: *Dracaena deremensis* 'Warneckeii' (Niederhammer 2019)

Dracaena fragrans 'Green Jewel'

Drachenbaum

Familie	<i>Dracaenaceae</i>
Herkunft	tropisches West- und Ostafrika
Aussehen	in der Heimat 1,5-2 m
Wuchsform	aufrechter palmenähnlicher Wuchs
Wuchshöhe	30-120 cm
Temperatur	15-20°C
Licht	hell, keine direkte Sonne
Vermehrung	Kopfstecklinge, Stammstücke, Bodentriebe
Grünpflege	ständig feucht halten, keine Staunässe, im Sommer mäßig düngen, gut schnittverträglich, regt Verzweigung an, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Spinnmilben, Woll- und Schildläuse, Thripse
Giftigkeit	Pflanzensaft nur gering giftig
Systeme	Trogssystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 36: *Dracaena fragrans* 'Green Jewel' (Niederhammer 2019)

Dracaena fragrans 'Lemon Lime'

Drachenbaum

Familie	<i>Dracaenaceae</i>
Herkunft	tropisches West- und Ostafrika
Aussehen	In der Heimat 1,5-2 m
Wuchsform	aufrechter palmenähnlicher Wuchs
Wuchshöhe	30-120 cm
Temperatur	15-20°C
Licht	hell, keine direkte Sonne
Vermehrung	Kopfstecklinge, Stammstücke, Bodentriebe
Grünpflege	ständig feucht halten, keine Staunässe, im Sommer mäßig düngen, gut schnittverträglich, regt Verzweigungen an abgestorbene Pflanzenteile entfernen,
Anfälligkeiten	Spinnmilben, Woll- und Schildläuse, Thripse
Giftigkeit	Pflanzensaft nur gering giftig
Systeme	Trogssysteme

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 37: *Dracaena fragrans* 'Lemon Lime' (Niederhammer 2019)

Monstera deliciosa 'Borsigiana'

Kleines Fensterblatt

Familie	Araceae
Herkunft	Mexiko, Mittelamerika
Aussehen	in ihrer Heimat Sträucher, die bis zu 20 m hoch und 5 m breit werden können
Wuchsform	schlanker aufrechter Wuchs
Wuchshöhe	10-20 m
Temperatur	18-22°C
Licht	heller nicht vollsonniger Standort
Vermehrung	Kopf- und Blattaugenstecklinge, Stammschnittstecklinge
Grünpflege	gleichmäßig feucht halten und mäßig düngen, kahle Pflanzen verjüngen, abgestorbene Pflanzenteile am Ansatz entfernen
Anfälligkeiten	Blatt-, Schild- und Wollläuse
Systeme	Vlies- und Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 38: *Monstera deliciosa* 'Borsigiana' (Niederhammer 2019)

Monstera obliqua

Schiefes Fensterblatt

Familie	Araceae
Herkunft	Mexiko, Mittelamerika
Aussehen	Kletterpflanze
Wuchsform	starker kurzinternodiger Spross, sehr große aufrechte Blätter
Wuchshöhe	50-200 cm
Temperatur	18-22°C
Licht	heller nicht vollsonniger Standort
Vermehrung	Kopf- und Blattaugenstecklinge, Stammschnittstecklinge
Grünpflege	gleichmäßig feucht halten und mäßig düngen, kahle Pflanzen verjüngen, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Blatt-, Schild- und Wollläuse, Wurzelfäule
Systeme	Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002)



Abbildung 39: *Monstera obliqua* (Niederhammer 2019)

Nephrolepis exaltata 'Boston'

Schwertfarn

Familie	<i>Nephrolepidaceae</i>
Herkunft	tropische Wälder
Aussehen	in der Heimat bis zu 1,5 m
Wuchsform	aufrecht oder überhängend, einfach gefiederte grüne Blätter
Wuchshöhe	30-100 cm
Temperatur	16-18°C
Licht	hell bis halbschattig, keine direkte Sonneneinstrahlung
Vermehrung	Ausläufer und Mikrovermehrung, Teilung
Grünpflege	gleichmäßig feucht halten, nicht austrocknen, mäßig düngen, gut schnittverträglich, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Blattläuse, Schildläuse und Thripse
Systeme	Trogssystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 40: *Nephrolepis exalata* 'Boston'
(Niederhammer 2019)

Nephrolepis exaltata 'Vitale'

Schwertfarn

Familie	<i>Nephrolepidaceae</i>
Herkunft	tropische Wälder
Aussehen	in der Heimat bis zu 1,5 m
Wuchsform	aufrecht oder überhängend, einfach gefiederte grüne Blätter
Wuchshöhe	30-100 cm
Temperatur	16-18°C
Licht	hell bis halbschattig, keine direkte Sonne
Vermehrung	Ausläufer und Mikrovermehrung, Teilung
Grünpflege	gleichmäßig feucht halten, nicht austrocknen, mäßig düngen, gut schnittverträglich, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Blattläuse, Schildläuse und Thripse
Giftigkeit	gering giftig
Systeme	Trogssystem

(BÜRKI und FUCHS 2002)



Abbildung 41: *Nephrolepis exalata* 'Vitale'
(Niederhammer 2019)

Peperomia angulata

Zierpfeffer

Familie	Piperaceae
Herkunft	fast alle tropischen Gebiete
Wuchsform	eher niedrig wachsend bis hängend
Wuchshöhe	10-30 cm
Temperatur	20-22°C
Licht	hell, wenig direkte Sonne
Vermehrung	Kopf- und Blattstecklinge
Grünpflege	wenig gießen und düngen, gelegentliches Ausbrechen der Triebspitzen regt Seitenwachstum an, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Spinnmilbe, Rote Spinne
Systeme	Vliessystem

(BÜHL et al. 1981; PFLANZENFREUNDE 2019)



Abbildung 42: *Peperomia angulata*
(Niederhammer 2019)

Peperomia clusifolia var. *obtusifolia*
Zwergpfeffer

Familie	Piperaceae
Herkunft	fast alle tropischen Gebiete
Wuchsform	eher niedrig wachsend bis hängend
Wuchshöhe	10-30 cm
Temperatur	20-22°C
Licht	hell, wenig direkte Sonne
Vermehrung	Kopf- und Blattstecklinge
Grünpflege	wenig gießen und düngen, gelegentliches Ausbrechen der Triebspitzen regt Seitenwachstum an, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Spinnmilbe, Rote Spinne
Systeme	Vlies- und Trogsystem

(BÜHL et al. 1981; PFLANZENFREUNDE 2019; BARTHLOTT 1998)

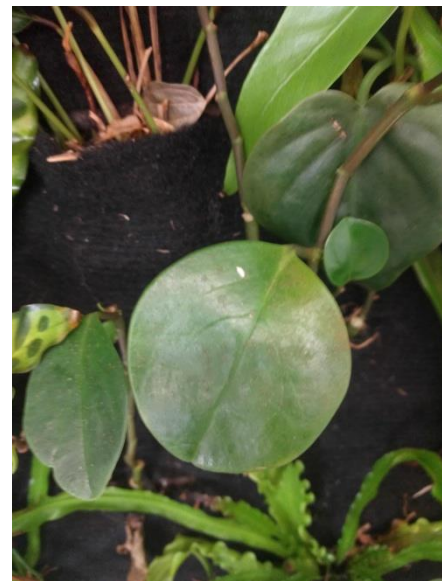


Abbildung 43: *Peperomia clusifolia* var. *obtusifolia*
(Niederhammer 2019)

Pteris cretica

Saumfarn

Familie	<i>Pteridaceae</i>
Herkunft	subtropische bis tropische Gebiete weltweit
Aussehen	in der Heimat Wedel des Farn bis zu 2 m lang
Wuchsform	aufrecht bis überhängend
Wuchshöhe	30-40 cm
Temperatur	18-22°C
Licht	anspruchlos
Vermehrung	Teilung der Pflanze
Grünpflege	leicht feucht halten, Staunässe meiden, mäßig düngen, ältere Fiederblätter können an der Basis entfernt werden, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Systeme	Trogssysteme

(PFLANZENFREUNDE 2019)



Abbildung 44: *Pteris cretica* (Niederhammer 2019)

Philodendron scandens 'brasil'

Baumfreund

Familie	<i>Araceae</i>
Herkunft	Ostmexiko
Aussehen	in der Heimat bis zu 5 m hoch
Wuchsform	dünntriebige Kletter- und Hängepflanze, herzförmige dunkelgrüne Blätter
Wuchshöhe	3-6 m und mehr
Temperatur	16-20°C
Licht	hell bis schattig, keine volle Sonne
Vermehrung	Kopf-, Triebteil- und Blattaugenstecklinge
Grünpflege	gleichmäßig feucht halten, mäßig düngen, ältere Triebspitzen ausbrechen, kahle und abgestorbene Pflanzenteile zurückschneiden
Anfälligkeiten	Blatt- und Schildläuse
Systeme	Vlies-und Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 45: *Philodendron scandens 'brasil'* (Niederhammer 2019)

Philodendron scandens

Kletterbaumfreund, Kletterphilodendron

Familie	<i>Araceae</i>
Herkunft	Ostmexiko
Aussehen	in der Heimat bis zu 5 m hoch
Wuchsform	düntriebige Kletter- und Hängepflanze, herzförmige dunkelgrüne Blätter
Wuchshöhe	3-6 m und mehr
Temperatur	16-20°C
Licht	hell bis schattig, keine volle Sonne
Vermehrung	Kopf-, Triebteil- und Blattaugenstecklinge
Grünpflege	gleichmäßig feucht halten, mäßig düngen, ältere Triebspitzen ausbrechen, kahle und abgestorbene Pflanzenteile zurückschneiden
Anfälligkeiten	Blatt- und Schildläuse
Systeme	Trogssystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 46: *Philodendron scandens* (Niederhammer 2019)

Platycerium bifurcatum

Gewehifarn

Familie	<i>Polypodiaceae</i>
Herkunft	Australien, Queensland, Neuguinea
Aussehen	wächst auf Bäumen und kann bis zu 2 m hoch und breit werden
Wuchsform	eigenwillige Wuchsform, zwei verschiedene Blattarten, an der Basis flach liegend und aufstrebend
Wuchshöhe	20-50 cm
Temperatur	20°C
Licht	heller Standort, volle Sonne meiden
Vermehrung	Aussaat der Sporen
Grünpflege	wöchentlich Wasserbad ideal, Blätter nicht abwaschen, abgestorbene Nischenblätter möglichst nicht entfernen - wichtiger Humuslieferant,
Anfälligkeiten	Schildläuse
Giftigkeit	schwach giftig
Systeme	Vlies-und Trogsysteme

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)

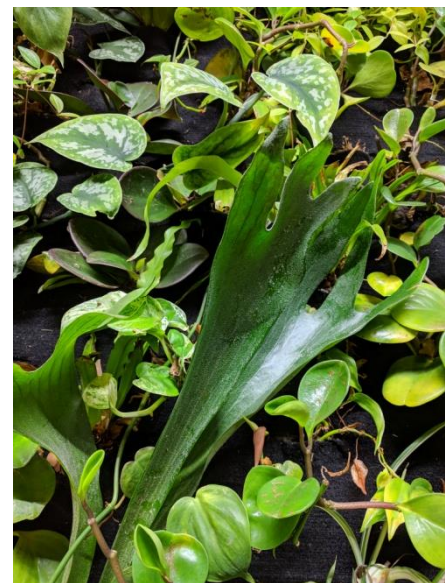


Abbildung 47: *Platycerium bifurcatum* (Niederhammer 2019)

Sansiveria trifasciata 'Hahnii'

Bogenhanf

Familie	<i>Dracaenaceae</i>
Herkunft	tropisches Westafrika
Wuchsform	rosettenartiger Wuchs, kurzer Grundstamm
Wuchshöhe	15-20 cm
Temperatur	18-25°C
Licht	heller bis leicht sonniger Standort, vorübergehend auch schattig
Vermehrung	Teilung, Blatt- und Blattteilstecklinge
Grünpflege	trockenwarme Luft, mäßig gießen und düngen, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Schildläuse, Wurzel- und Stammfäule
Giftigkeit	schwach giftig, Vorsicht bei Kleinkindern!
Systeme	Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 48: *Sansiveria trifasciata* 'Hahnii' (Niederhammer 2019)

Sansiveria trifasciata 'Laurentii'

Bogenhanf

Familie	<i>Dracaenaceae</i>
Herkunft	tropisches Westafrika
Aussehen	in der Heimat bis zu 1,5 m
Wuchsform	kurzer Grundspross mit aufrechten, lanzettlichen, stängellosen Blättern
Wuchshöhe	30-80 cm
Temperatur	18-25°C
Licht	sehr heller bis leicht sonniger Standort
Vermehrung	Teilung, Blattstecklinge
Grünpflege	trockenwarme Luft, mäßig gießen und düngen, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Schildläuse, Wurzel- und Stammfäule
Giftigkeit	schwach giftig, Vorsicht bei Kleinkindern!
Systeme	Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 49: *Sansiveria trifasciata* 'Laurentii' (Niederhammer 2019)

Schefflera arboricola

Kleine Strahlenaralie

Familie	Araliaceae
Herkunft	Taiwan
Aussehen	in der Heimat bis zu 4 m hoch
Wuchsform	aufrechter, etagenförmig wachsender Strauch
Wuchshöhe	1-3 m
Temperatur	15-25°C
Licht	hell bis halbschattig, verträgt gut Morgen- und Abendsonne
Vermehrung	Stecklinge, Aussaat
Grünpflege	trockenwarme Luft, mäßig gießen und düngen, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Schildläuse
Giftigkeit	alle Teile giftig
Systeme	Vlies- und Trogsystem



Abbildung 50: *Schefflera arboricola* (Dipl. Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

(BÜRKI und FUCHS 2002; HABERER 2002; BARTHLOTT 1998)

Scindapsus aureus

Efeutute

Familie	Araceae
Herkunft	Südostasien, Australien, pazifische Inseln
Aussehen	in der Heimat bis zu 20 m lange Triebe
Wuchsform	Kletter- bis Hängepflanze
Wuchshöhe	bis 10 m lange Triebe
Temperatur	20°C
Licht	hell aber keine Vollsonne
Vermehrung	Kopfstecklinge, Blattaugenstecklinge
Grünpflege	hohe Luftfeuchtigkeit (50-65%), mäßig gießen, feucht halten, Staunässe meiden, mäßig düngen, gut schnittverträglich, Triebe um max. 2/3 kürzen
Anfälligkeiten	Schildläuse, Schmierläuse, Spinnmilben, Thripse, Wurzelfäule bei Staunässe
Giftigkeit	leicht giftig
Systeme	Vlies- und Trogsystem



Abbildung 51: *Scindapsus aureus* (Niederhammer 2019)

(BÜRKI und FUCHS 2002; PFLANZENFREUNDE 2019; BARTHLOTT 1998)

Scindapsus pictus

Gefleckte Efeutute

Familie	Araceae
Herkunft	Malaysia
Aussehen	in der Heimat 1-5 m hoch
Wuchsform	kriechend, kletternd bis hängend
Wuchshöhe	30-50 cm
Temperatur	18-25°C
Licht	hell aber kein vollsonniger Standort
Vermehrung	Blattaugen- oder Kopfstecklinge, Triebteilstecklinge
Grünpflege	hohe Luftfeuchtigkeit, gleichmäßig feucht halten, mäßig düngen, gut schnittverträglich, Triebe um max. 2/3 kürzen
Anfälligkeiten	Spinnmilben
Giftigkeit	leicht giftig
Systeme	Vlies-und Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 52: *Scindapsus pictus*
(Niederhammer 2019)

Spathiphyllum wallisii

Kleine Blattfahne, Einblatt

Familie	Araceae
Herkunft	Kolumbien, Venezuela
Aussehen	in der Heimat bis zu 70 cm hoch
Wuchsform	grundständig, aufstrebend bis ausladende Blätter, kolbige Blütenstände
Wuchshöhe	25-30 cm
Temperatur	18-22°C
Licht	kein vollsonniger Standort, auch schattige Lagen
Vermehrung	Teilung der Pflanze, Abnahme von Seitentrieben
Grünpflege	reichlich gießen und mäßig düngen, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	Spinnmilben
Giftigkeit	giftig
Systeme	Vlies-und Trogsystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 53: *Spathiphyllum wallisii*
(Niederhammer 2019)

Tradescantia pallida

Mexikanische Dreimasterblume, Rotblatt

Familie	Commelinaceae
Herkunft	Mexiko
Aussehen	in der Heimat 40 cm
Wuchsform	Triebe kräftig aufstrebend bis später überhängend
Wuchshöhe	20-30 cm
Temperatur	12-18°C
Licht	sonniger Standort
Vermehrung	Kopf- und Triebteilstecklinge
Grünpflege	zu lange Triebe durch Stecklinge verjüngen, mäßig gießen und düngen, gut schnittverträglich, nicht mehr als 2/3 kürzen
Anfälligkeiten	Schildläuse und Spinnmilben
Systeme	Vlies- und Trogsystem

(BARTHLOTT 1998)



Abbildung 54: *Tradescantia pallida*
(Niederhammer 2019)

Tradescantia spathacea

Aufrechte Dreimasterblume

Familie	Commelinaceae
Herkunft	Mittelamerika
Wuchsform	aufrechter Wuchs, gedrungene Sprossachse
Wuchshöhe	30-40 cm
Temperatur	15-20°C
Licht	sehr heller Standort, vor voller Sonne schützen
Vermehrung	Kopf- und Seitentriebstecklinge
Grünpflege	gleichmäßig feucht halten und mäßig düngen, gut schnittverträglich, nicht mehr als 2/3 kürzen
Anfälligkeiten	Spinnmilben, Thripse
Systeme	Vliessystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; PFLANZENFREUDE 2019)



Abbildung 55: *Tradescantia spathacea*
(Niederhammer 2019)

Tradescantia zebrina

Zebra Ampelkraut

Familie	<i>Commelinaceae</i>
Herkunft	Mexiko
Wuchsform	krautige Pflanze mit aufrechten Trieben, später deutlich überhängend
Wuchshöhe	20-50 cm
Temperatur	12-18°C
Licht	heller bis sonniger Standort
Vermehrung	Kopf- und Triebteilstecklinge
Grünpflege	gelegentlich verjüngen - regt neue Triebe an
Anfälligkeiten	Blattläuse
Systeme	Vliessystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; JACOBI 2002; BARTHLOTT 1998)



Abbildung 56: *Tradescantia zebina*
(Niederhammer 2019)

Zamioculcas zamiifolia

Glücksfeder

Familie	<i>Araceae</i>
Herkunft	Ostafrika, Sansibar
Aussehen	in der Heimat 60-100 cm
Wuchsform	straff aufrecht, steife Fiederblätter, Rhizome
Wuchshöhe	50-80 cm
Temperatur	18-25°C
Licht	viel Licht bis volle Sonne
Vermehrung	Teilung der Pflanze, Blattstecklinge und Rhizomausläufer
Grünpflege	leicht feucht halten, Staunässe meiden, mäßig düngen, ältere Fiederblätter können an der Basis entfernt werden, abgestorbene Pflanzenteile entfernen
Anfälligkeiten	robust - selten von Schädlingen befallen
Giftigkeit	leicht giftig
Systeme	Trogssystem

(BÜRKI und FUCHS 2002; PFLANZENFREUNDE 2019)

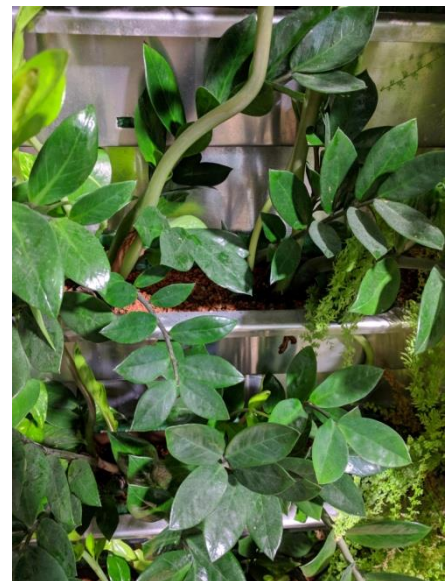


Abbildung 57: *Zamioculcas zamiifolia*
(Niederhammer 2019)

PFLANZENSTECKBRIEFE FÜR FASSADENBEGRÜNUNG

Alchemilla mollis

Frauenmantel

Familie	Rosaceae
Wuchshöhe	ca. 40 cm
Zeit der Blüte	Juni bis Juli
Form der Blüte	Einzelblüten bilden Dolde
Standort	sonnig bis halbschattig
Grünpflege	Rückschnitt handbreit über dem Boden nach der Blüte
Vermehrung	Teilung, Samen
Heimat	Europa, Asien und Afrika
Form der Blätter	gelappt bis gefingert und am Rand gezähnt
Ein oder Mehrjährig	mehrjährig



Abbildung 58: Alchemilla mollis (Niederhammer 2019)

Aster dumosus

Kissen-Aster

Familie	Asteraceae
Wuchshöhe	30-50 cm
Zeit der Blüte	August bis Oktober
Form der Blüte	Blütenkörbchen erreichen Durchmesser bis ca. 5 cm
Standort	sonnig
Grünpflege	verblühte Blütenstiele und braune Blätter entfernen, vollständiger Rückschnitt im Frühjahr
Vermehrung	Teilung, Kopfstecklinge
Heimat	Nordamerika
Form der Blätter	lineal-lanzettlich, ganzrandig ca. 5-15 cm lang
Ein oder Mehrjährig	mehrjährig
mögliche Sorten	'Kassel'



Abbildung 59: Aster dumosus (Niederhammer 2019)

Bergenia cordifolia

Herzblättrige Bergenia

Familie	Saxifragaceae
Wuchshöhe	bis zu 60 cm
Zeit der Blüte	März bis Mai
Form der Blüte	an langen aufrechten Stielen, Glockenförmige, rosa Blüten
Standort	vollsonnig bis halbschattig
Grünpflege	verblühte Blütenstiele und braune Blätter entfernen
Vermehrung	Teilung, Samen
Heimat	Russland
Form der Blätter	herz- bis eiförmig Rosettenbildend
Ein oder Mehrjährig	mehrfährig
Schädlinge	Schnecken und Raupen
mögliche Sorten	'Eroica'

(BARTHLOTT 1998)



Abbildung 60: *Bergenia cordifolia* (Niederhammer 2019)

Geranium macrorrhizum

Balkan Storchschnabel

Familie	Geraniaceae
Wuchshöhe	50 cm
Zeit der Blüte	Mai
Form der Blüte	Doldenartige Büschel, rosa bis weiß
Standort	vollsonnig bis halbschattig
Grünpflege	verwelkte Blüten und Blätter entfernen
Vermehrung	Samen oder Teilung
Heimat	Südeuropa
Form der Blätter	7-lappig, gezähnt, grundständig, stark duftend
Ein oder Mehrjährig	mehrfährig
Schädlinge/Krankheiten	Dickmaulrüssler, Schnecken, Falscher Mehltau

(Barthlott 1998)



Abbildung 61: *Geranium macrorrhizum* (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)

Geranium sanguineum

Blutroter Storchschnabel

Familie	Geraniaceae
Wuchshöhe	20-30 cm
Zeit der Blüte	Juni bis August
Form der Blüte	Doldenartige Büschel, rosa bis weiß
Standort	sonnig bis halbschattig
Grünpflege	verwelkte Blüten und Blätter entfernen
Vermehrung	Samen oder Teilung
Heimat	Südeuropa
Form der Blätter	3- bis 5-lappig, tief eingeschnitten
Ein oder Mehrjährig	mehrjährig
Schädlinge/Krankheiten	Dickmaulrüssler, Schnecken, Falscher Mehltau



Abbildung 62: *Geranium macrorrhizum* (Niederhammer 2019)

Heuchera

Die Silber- und Purpurglöckchen bieten viele verschiedene Arten, die sich vor allem in ihrer Blatt- und Blütenfarbe unterscheiden. Alle Arten der *Heuchera* sind für die Fassadenbegrünung geeignet, nachfolgend sind nur ein paar exemplarisch angeführt.

Heuchera micrantha

Garten Purpurglöckchen

Familie	Saxifragaceae
Wuchshöhe	40-80 cm
Zeit der Blüte	Juni - September
Form der Blüte	bis zu 30 cm lange, weiße Rispen
Standort	sonnig bis schattig
Grünpflege	Verwelkte Blüten und Blätter entfernen
Vermehrung	durch Samen oder Teilung
Heimat	Nordamerika bis Mexiko
Form der Blätter	Ei-, bis herzförmig 5-7 Lappen, grau rötlichgrau marmoriert
Ein oder Mehrjährig	mehrjährig
Schädlinge	Larven des Dickmaulrüsslers, Blattälchen
mögliche Sorten	'Berry Smoothie', 'Cascade Dawn'

(BARTHLOTT 1998)

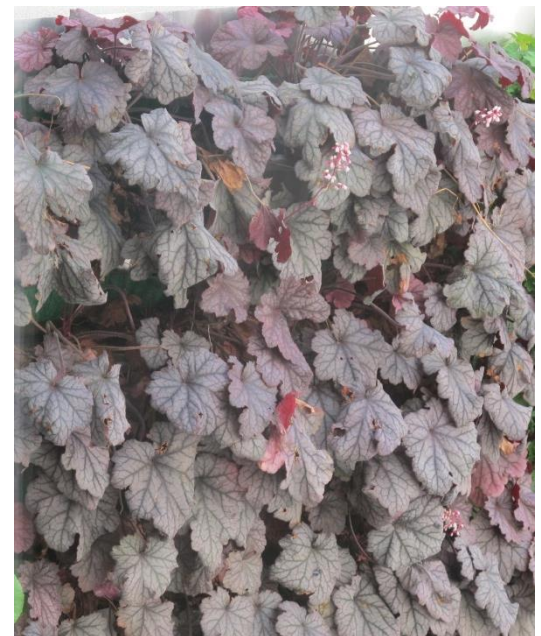


Abbildung 63: *Heuchera micrantha* 'Cascade Dawn' (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

Heuchera hybrida 'Key Lime Pie'

Hellgrünes Purpurglöckchen

Familie	Saxifragaceae
Wuchshöhe	30 – 50 cm
Zeit der Blüte	ab Juni
Form der Blüte	rosafarbene Rispen
Standort	sonnig bis schattig
Grünpflege	verwelkte Blüten und Blätter herausschneiden
Vermehrung	durch Teilung
Heimat	Nordamerika bis Mexiko
Form der Blätter	hellgrün, 5-7fach gelappt und gezähnt
Ein oder Mehrjährig	mehrjährig

(BARTHLOTT 1998)

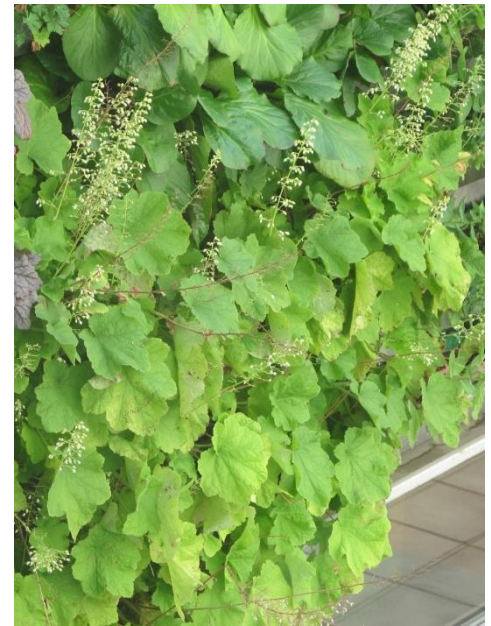


Abbildung 64: Heuchera hybrida 'Key Lime Pie' (Dipl.-Ing. Ralf Dophiede e.U. 2019)

Heuchera micrantha 'Palace Purple'

Purpurglöckchen

Familie	Saxifragaceae
Wuchshöhe	40-80 cm
Zeit der Blüte	Juni - September
Form der Blüte	bis zu 30 cm lange, Rispen
Standort	sonnig bis schattig
Grünpflege	verwelkte Blüten und Blätter entfernen
Vermehrung	durch Samen oder Teilung
Heimat	Nordamerika bis Mexiko
Form der Blätter	Ei- bis herzförmig 5-7 Lappen, rot-violett
Ein oder Mehrjährig	mehrjährig

(BARTHLOTT 1998)

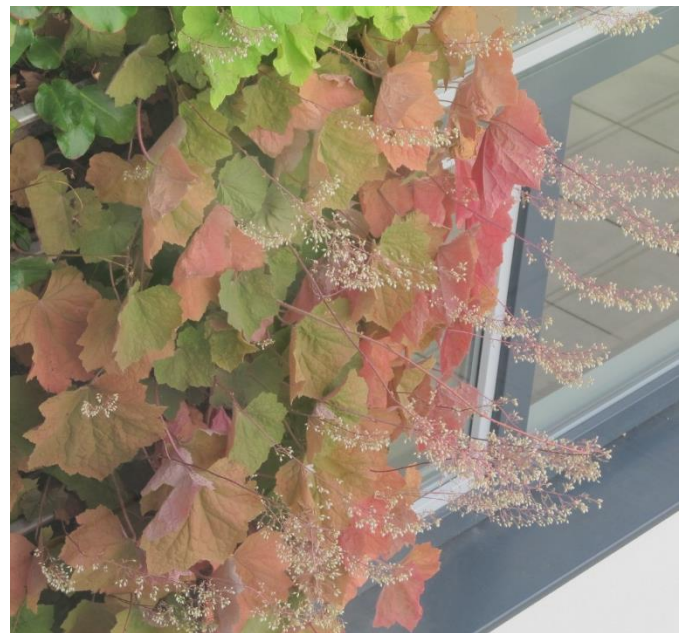


Abbildung 65: Heuchera micrantha 'Palace Purple' (Dipl.-Ing. Ralf Dophiede e.U. 2019)

Sedum floriferum

Gold Fetthenne

Familie	Crassulaceae
Wuchshöhe	10-20 cm
Zeit der Blüte	Juli - August
Standort	halbschattig bis sonnig
Grünpflege	benötigt keinen Rückschnitt
Vermehrung	Teilung oder Stecklinge
Form der Blätter	mittelgrün und dickfleischig
Ein oder Mehrjährig	mehrfährig
Mögliche Sorten:	'Wheinstephaner Gold'



Abbildung 66: Sedum floriferum (Niederhammer 2019)

Sedum telephium

Herbst Fetthenne

Familie	Crassulaceae
Wuchshöhe	50-70 cm
Zeit der Blüte	August - September
Standort	sonnig
Grünpflege	unschöne Triebe im Frühjahr entfernen
Vermehrung	durch Samen oder Stecklinge
Heimat	Europa, Russland, China, Japan
Form der Blätter	graugrüne, gesägte längliche Blätter
Ein oder Mehrjährig	mehrfährig
Schädlinge/Krankheiten	Schnecken und Wurzel-, Wurzelhalsfäule sowie
Mögliche Sorten:	'Herbstfreude'

(BARTHLOTT 1998)



Abbildung 67: Sedum telephium 'Herbstfreude' (Dipl.-Ing. Ralf Dophiede e.U. 2019)

PFLANZENSTECKBRIEFE FÜR FREIRAUBEGRÜNUNG

Unter Schulfreiräume fallen unter anderem Schulinnenhöfe, Schulgärten und Dachterrassen. Die vorgeschlagenen Pflanzen können in gewachsenen Boden, Hochbeete, Pflanzgefäße, Tröge, etc. eingepflanzt werden und ebenfalls als Beschattung dienen, wie z. B. eine Pergola, die auf Hochbeeten aufgebaut wurde und durch Kletterpflanzen ein schattenspendendes Blätterdach erhält.

Actinidia arguta

Kiwibeere

Familie	Actinidiaceae (Strahlengriffelgewächse)
Wuchshöhe	bis zu 7 m
Zeit der Blüte	ab April
Form d. Blüte	Becherförmige, weiße Blüten
Fruchtreife	Mitte/Ende Oktober
Standort	sonnig und windgeschützt
Pflegeschnitt	zwischen Februar und März „Spornschnitt“, bei dem die Seitentriebe auf 3 oder 4 Knospen zurückgeschnitten werden. Wird die Pflanze zu dicht kann man einzelne Triebe ganz ausschneiden
Vermehrung	Samen oder Stecklinge
Heimat	Ostasien
Blätterform	eiförmig bis länglich-eiförmige, dunkelgrüne, gezähnte Blätter
Nutzung der Pflanze	essbar

(BARTHLOTT 1998)



Abbildung 68: Actinidia arguta (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

Akebia quinata

Fünfblättrige Akebia, Schokoladenwein

Familie	Lardizabalaceae (Fingerfruchtgewächse)
Wuchshöhe	bis zu 12 m
Zeit der Blüte	April bis Mai
Form d. Blüte	Männliche Blüten: Rosa Färbung bis zu 1cm klein Weibliche Blüten Violett-Braun bis zu 3 cm groß
Fruchtreife	September bis Oktober
Standort	sonnig bis halbschattig
Pflegeschnitt	Jährlich,-wenn nötig, Februar bis April Wenn sie zu viel Platz beansprucht, Triebe abschneiden oder einkürzen
Vermehrung	Stecklinge, Samen
Heimat	Ostasien
Blätterform	Fünfteilig, eiförmig, Blattoberseite: dunkelgrün, Blattunterseite: bläulichgrün
Nutzung der Pflanze	Essbar, Arzneipflanze

(WIKIPEDIA 2019a)



Abbildung 69: Akebia quinata (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

Aristolochia macrophylla

Amerikanische Pfeifenwinde

Familie	Aristolochiaceae (Osterluzeigewächse)
Wuchshöhe	8-20 m kletternd
Zeit der Blüte	April bis Juli
Form der Blüte	Pfeifenförmig, grünlichweis, rot-braun gesprenkelt
Standort	sonnig bis halbschattig
Vermehrung	Absenker, Ausläufer, Stecklinge
Heimat	Amerika
Form der Blätter	Breit herzförmig
Ein-/ Mehrjährig	Mehrjährig
Nutzung der Pflanze	Zierpflanze
Giftig	In allen Teilen giftig

(BARTHLOTT 1998)



Abbildung 70: Aristolochia macrophylla (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)

Coreopsis verticillata

Quirlblättriges Mädchenauge

Familie Asteraceae (Korbblütler)

- Wuchshöhe 60- 80 cm
 - Zeit der Blüte Mai bis September
 - Form der Blüte gelbe Blütenköpfe bis zu 5 cm breit in lockeren Schirmrispen
 - Standorte vollsonnig
 - Pflegeschnitt abgeblühte Blüten abschneiden, um die Blütezeit zu verlängern
 - Vermehrung Teilung
 - Heimat Nord- und Südamerika
 - Blätterform 3-fach gefiedert, bis zu 6 cm lang, mit länglichen Blättchen
 - Ein-/Mehrjährig mehrjährig
 - Nutzung der Pflanze Zierpflanze
 - Schädlinge Schnecken
- (BARTHLOTT 1998)



Abbildung 71. Coreopsis verticillata (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

Fragaria vesca var. semperflorens

Monats-Erdbeere

- Familie Rosaceae (Rosengewächse)
 - Wuchshöhe bis zu 20 cm
 - Zeit der Blüte ab Mai
 - Form der Blüte der Blütenbecher trägt 5 weiße, rundliche Kronblätter (Blütenblätter). Unter den Kronblättern sitzen noch grüne Kelchblätter
 - Standort leicht schattig
 - Vermehrung durch Ausläufer und Samen
 - Heimat Amerika, Europa und Asien
 - Form der Blätter meist dreiteilig bis fünfteilig gefingert
 - Ein oder Mehrjährig mehrjährig
 - Nutzung der Pflanze Essbar
- (BARTHLOTT 1998)



Abbildung 72: Fragaria vesca (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)

Humulus lupulus

Gemeiner Hopfen

Familie	Cannabidaceae (Hanfgewächse)
Wuchshöhe	4-8 m
Zeit der Blüte	Juli-August
Form der Blüte	Männliche Blüten: sehr unscheinbar, gelblichgrüne Rispen Weibliche Blüten: Hellgrüne Dolden
Standort	sonnig bis halbschattig
Pflegeschnitt	wenn erwünscht kann man die Pflanze bis zum Boden hin abschneiden und die alten Ranken entfernen. Sie treibt im Frühjahr wieder frisch aus
Vermehrung	durch Teilung oder Stecklinge
Heimat	Das Ursprungsland ist nicht genau feststellbar, man vermutet aber das er aus dem Mittelmeerraum und Westasien stammt.
Form der Blätter	Die Pflanze trägt oft unterschiedliche Blätter, sie können rund bis eiförmig sein aber auch deutlich gelappt. Die Blattränder sind grob gesägt.
Ein oder Mehrjährig	mehrjährig
Nutzung der Pflanze	Biergewürz, Heilpflanze, zum Teil essbar
Schädlinge/Krankheiten	Traubenwickler, Grauschimmel, Falscher und Echter Mehltau (BARTHLOTT 1998)



Abbildung 74: Humulus lupulus (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

Iberis sempervirens

Immergrüne Schleifenblume

Familie	Brassicaceae (Kreuzblütler)
Wuchshöhe	bis zu 30 cm
Zeit der Blüte	April bis Juli
Form der Blüte	Schirmrispenartige Trauben weiß
Standort	vollsonnig
Vermehrung	Stecklinge, von nicht blühenden Trieben
Pflegeschnitt	Abgeblühte Sprossen 1-2 cm einkürzen
Heimat	Südeuropa
Form der Blätter	ledrig, dunkelgrün lanzettlich
Ein oder Mehrjährig	mehrjährig
Nutzung der Pflanze	Zierpflanze
Schädlinge	Schnecken und Raupenfraß (BARTHLOTT 1998)



Abbildung 75: Iberis sempervirens (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

Ipomoea tricolor

Prunkwinde

Familie	Convolvulaceae (Windengewächse)
Wuchshöhe	bis zu 6 m
Zeit der Blüte	Juli - Oktober
Form der Blüte	lila bis rosa, Trichterartig
Standort	vollsonne, unbedingt windgeschützt
Pflegeschritt	von März bis Mai, wenn sie zu viel Platz beansprucht, Triebe abschneiden oder einkürzen
Vermehrung	Samen, Grünstecklinge
Heimat	aus den Tropen Amerikas
Form der Blätter	herzförmig, ganzrandig
Ein oder Mehrjährig	einjährig
Nutzung der Pflanze	Zierpflanze
Schädlinge/Krankheiten	Echter Mehltau (BARTHLOTT 1998)



Abbildung 76: Ipomoea tricolor (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

Rubus fruticosus

Brombeere

Familie	Rosaceae (Rosengewächse)
Wuchshöhe	2-3 m hoch
Zeit der Blüte	Mai bis August
Form der Blüte	Schalen bis Bächerförmig, weiß bis rosa
Fruchtreife	erst ab dem zweiten Jahr
Standort	vollsonnig und windgeschützt
Vermehrung	Ausläufer, Absenker, Stecklinge
Heimat	Europa, Nordafrika, Nordamerika, Vorderasien
Form der Blätter	Die Laubblätter sind in Blattstiel und Blattspreite gegliedert. Die Blattspreite ist unpaarig drei-, fünf- und siebenzählig gefiedert. Die Fiederblättchen sind gezähnt
Nutzung der Pflanze	Essbar, wird auch als Tee verwendet und gilt als Heilpflanze
Schädlinge/Krankheiten	Grauschimmel



Abbildung 77: Rubus fruticosus (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

Schisandra chinensis

Schisandra, Vitalbeere

Familie	Schisandraceae (Sternanisgewächse)
Wuchshöhe	5 bis 8m hoch
Zeit der Blüte	Mai-Juni
Form der Blüte	5-9 weiß bis gelbliche Blütenblätter
Fruchtreife	August-September
Standort	sonnig bis halbschattig, Fuß der Pflanze vor direkter Sonne schützen
Vermehrung	durch Stecklinge
Heimat	fernöstlichen asiatischen Russland bis ins zentrale Japan und ins nördliche China
Form Der Blätter	Elliptisch
Ein oder Mehrjährig	mehrjährig
Nutzung der Pflanze	Essbar, Arzneipflanze

(WIKIPEDIA 2019b)



Abbildung 78: Schisandra chinensis (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

Tropaeolum majus Kapuzinerkresse

Familie	Tropaeolaceae (Kapuzinerkressengewächse)
Wuchshöhe	15-30 cm hoch
Zeit der Blüte	Juni bis Oktober
Form d. Blüten	Die fünf Kelchblätter sind lanzettlich bis zu 2 cm lang. Ihre Farben gehen ins leuchtend gelb,rot, orange
Form d. Blüte	leuchtend gelb, orange oder rot
Standort	Sie verträgt alle Standorte sonnig bis schattig. Der Boden darf nicht zu nährstoffreich sein sonst bildet sie wenig Blüten aus
Vermehrung	durch Samen
Heimat	westliches Südamerika und seit 1684 kultiviert in Europa



Abbildung 79: Tropaeolum majus (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

Form d. Blätter die Blätter sind schildförmig und ganzrandig, jedes Blatt hat 9 Blattadern

Ein-/ Mehrjährig einjährig, entfernt man die Fruchtstände, die zu viel sind, hat die Pflanze mehr Energie Die reifen Samen trocknen und im nächsten Jahr wieder einpflanzen

Nutzung der Pflanze als Gewürz- und Arzneipflanze

Schädlinge/Krankheiten Erdflöhe, Blattläuse und Raupen von Kohlweißlingen

(BARTHLOTT 1998)

Vitis vinifera 'Frumoasa Alba' Weinrebe

Familie	Vitaceae (Weinrebengewächse)
Wuchshöhe	10-20 m
Zeit der Blüte	Juni-August
Form der Blüte	grünliche Rispen
Standort	sonnig und windgeschützt
Pflegeschnitt	im Winter oder falls nötig im Spätsommer, wenn die Pflanze zu viel Platz beansprucht, einzelne Triebe entfernen
Vermehrung	Stecklinge, Absenker
Heimat	Mittelmeerraum, Mitteleuropa
Form der Blätter	rundlich-herzförmig, 3- bis 5-mal gelappt Der Blattrand ist grob gesägt.
Ein oder Mehrjährig	mehrfährig
Nutzung der Pflanze	Weinanbau, Fassadenbegrünung
Schädlinge/Krankheiten	Grauschimmel, Chlorose, Echter Mehltau (BARTHLOTT 1998)



Abbildung 80: *Vitis vinifera* 'Frumoasa Alba'
(Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)

Literaturverzeichnis für Pflanzensteckbriefe

BARTHLOTT Wilhelm (1998): DuMont's Große Pflanzen-Enzyklopädie. Köln, DuMont Buchverlag

BÜHL Rolf; GUGENHAN Edgar; WERNER Hans A. (1981): Mehr Freude an Zimmerpflanzen. Das praktische Handbuch für Aufzucht und Pflege. Stuttgart, Zürich: Verlag Das Beste.

BÜRKI Moritz; FUCHS Marianne (2002): Bildatlas Topfpflanzen für Zimmer und Balkon. Steckbriefe und Tabellen von A - Z. 3., völlig neu bearb. und erw. Aufl. Stuttgart: Ulmer.

HABERER Martin (2002) Taschenatlas Zimmerpflanzen-350 Pflanzen für Wohnraum und Wintergarten

JACOBI Karlheinz (2002) Das farbige Hausbuch der Zimmerpflanzen

PFLANZENFREUNDE (2019): Gesunde & schöne Zimmerpflanzen. Online verfügbar unter <https://www.pflanzenfreunde.com/index.html>, zuletzt geprüft am 18.07.2019.

WIKIPEDIA (2019a): Fingerblättrige Akebie, online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Fingerbl%C3%A4ttrige_Akebie, zuletzt geprüft am 18.07.2019

WIKIPEDIA (2019b): Spaltkörbchen, online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Spaltk%C3%B6rbchen>, zuletzt geprüft am 18.07.2019

SCHÄDLINGE

Im Gegensatz zu den Nützlingen, sind die Schädlinge die Tiere, die selten im Garten willkommen sind. Sie greifen das Gemüse, die Stauden und die Gehölze an.

Wenn Schädlinge mit chemischen Insektiziden bekämpft werden, leiden dadurch zusätzlich viele andere Lebewesen, die sich nie so schnell regenerieren können wie die Schädlinge selber - daher gibt es hier biologische Tipps und Tricks zur Gegenmaßnahme.

Thripse (Fransenflügler)

Thysanoptera

Thripse kommen häufig auf Zimmerpflanzen vor. Vor allem in Gewächshäusern und Wintergärten finden sie gute Lebensbedingungen. Sie lieben Wärme und Trockenheit. Thripse sind etwa 1 bis 3 mm groß und haben vier gefranste Flügel.

Schadbild

Thripse bewohnen Blüten. Sie saugen einzelne Pflanzenzellen aus oder schaben die Blattoberflächen ab. Durch die Saugtätigkeit entstehen silbrig-weiße Flecken, die sich mit zunehmendem Befall flächig ausbreiten können. Die weißen Larven und dunklen Thripse leben vornehmlich an der Blattunterseite.



Abbildung 81: Thripse (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)

Vorbeugen

- Regelmäßig lüften
- Blattunterseite mit einem feuchten Tuch abwischen

Abhilfe

- Einsatz von Leimtafeln (Gelbsticker)
- Neemöl verwenden
- Stark befallene Triebe wegschneiden
- Einsatz von Florfliegenlarven

Wollläuse

Pseudococcidea

Anfangs leben sie noch unauffällig, verstecken sich in Blattachsen und ein klebrig-glänzender Honigtau ist das erste, was uns auf Wollläuse aufmerksam werden lässt. Wollläuse treten in Kolonien auf vielen Zimmer- und Zierpflanzen auf.

Schadbild

An Blättern, Trieben und Stämmen finden sich später leuchtend weiße Kolonien von Wollläusen, die wie Wattebüschchen aussehen. Wollläuse sitzen auch gerne in Blattschäften. Die Folge von starkem Befall sind Wachstumsstörungen und unregelmäßige, gelbe Flecken auf den Blättern.

Die Eier werden unter weißen Wachsfäden abgelegt. Einige Arten sind lebendgebärend. Vor allem junge Pflanzen werden befallen.



Abbildung 82: Wollläuse (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)

Vorbeugen

- bei Zimmerpflanzen den Standort überprüfen: Trockene Luft, Wärme und Lichtmangel sowie Stickstoffüberdüngung schwächen die Pflanzen und erhöhen die Anfälligkeit für Schädlinge
- im Freien: natürliche Feinde fördern z.B. Marienkäfer, Schwebfliegen, Schlupfwespen, Florfliegen, Erdwespen, Wanzen

Abhilfe

- Abwischen der Läuse
- Einpinseln oder Besprühen mit Rainfarntee (30 g getrocknete Blüten mit 1 l Wasser übergießen), Schmierseifen-Lösung (25 g Schmierseife in 1 l Wasser auflösen) oder mit Rapsölmitteln aus dem Handel
- Stark verlauste Pflanzen zurückschneiden
- Nützlingseinsatz in Innenräumen, Australischer Marienkäfer (*Cryptolaemus montrouzieri*)

Blattläuse

Sternorrhyncha

Blattläuse ernähren sich von Pflanzensäften und schwächen dadurch die Pflanzen. Über 800 verschiedene Blattlaus-Arten kommen in Mitteleuropa vor! Oft sind sie nicht auf nur eine bestimmte Wirtspflanze spezialisiert, sondern wechseln diese je nach Jahreszeit. Befallen werden u.a. Balkon- und Kübelpflanzen, Gemüse, Kräuter, Obst, Stauden und Ziergehölze.

Schadbild



Abbildung 83: Blattläuse (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)

Blattrollen, Verfärbungen und Verformungen sind möglich. Ihre Ausscheidungen (Honigtau) lockt Ameisen und Rußtaupilze an. Im Garten kommen meist Röhrenblattläuse (Aphididae) vor, wie Grüne Apfelblattlaus, Schwarze Bohnenlaus, Schwarze Kirschenblattlaus. Läuse überdauern den Winter in widerstandsfähigen Dauereiern. Im Frühling schlüpfen daraus Weibchen, welche sich ungeschlechtlich vermehren. Ein einziges Weibchen kann auf diese Weise innerhalb weniger Wochen tausende Nachkommen erzeugen, die dann in Form von zahlreichen Blattlauskolonien Schneeball oder Geißblatt bevölkern.

Vorbeugung

- Überdüngung vermeiden: die Zellen stark aufgedüngter Pflanzen sind für Läuse leichter angreifbar
- Nützlinge fördern: Doldenblütler wie Schafgarbe und Wiesenkerbel locken nützliche Insekten an

Abhilfe

- Im Frühjahr die erste Weibchengeneration entfernen, so können weniger Nachkommen produziert werden
- Blattläuse abstreifen oder mit einem kräftigen Wasserstrahl abspritzen
- Steinmehl oder Algenkalk auf die Läusestäuben
- Schmierseifenlösung spritzen (150-300 g Schmierseife in 10 l Regenwasser lösen)

Schildläuse

Coccus

Neben Blattläusen sind Schildläuse die häufigsten Schädlinge an Zimmer- und Gartenpflanzen. Braune Höcker auf den Blättern und Trieben unserer Zimmer- und Gartenpflanzen sind ein Indiz für Schildläuse. Bei starkem Befall können auch ganze Zweigpartien von einer Kruste umgeben sein.

Schadbild

An grünen und holzigen Pflanzenteilen sind rundliche, braune Höcker mit einem Durchmesser von bis zu 6 mm zu sehen – die Schildläuse. Manche Schildläuse bilden Kolonien, welche ganze Ast- bzw. Stammteilen mit braunen Krusten überziehen. Wenn sehr viele Schildläuse an den Pflanzen saugen, kann es zu einer Schwächung der Pflanze und zu frühzeitigem Laubabfall bei Bäumen und Sträuchern kommen. Die Blätter von Zimmerpflanzen werden fleckig und gelblich. Schildläuse vermehren sich am besten an trockenen und warmen Standorten.



Abbildung 84: Schildläuse (4028mdk09 2010;
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schild%C3%A4use_an_Zitruspflanze.JPG?uselang=de)

Die Weibchen sitzen meist unbeweglich auf einer Pflanze. Sie sind mit ihrem Rüssel mit der Pflanzenunterlage verbunden. Zu finden sind sie an Ästen von Obstbäumen (Zwetschke, Pfirsich, Apfel, Birne, Kirsche) oder auch von Beerensträuchern (Ribisel, Stachelbeere, Brombeere und Himbeere). Einige Schildlausarten siedeln sich gern an hartlaubigen Pflanzen auf den Blattunterseiten an (Oleander, Lorbeer, Ficus, Farne, Palmen, Citrus-Arten und Orchideen). Schildläuse legen bis zu 1000 Eier, welche sich unter dem Schild geschützt zu Larven im ersten Stadium (Nymphen) entwickeln. Dieses erste Stadium ist beweglich und besiedelt neue Wirtspflanzen

Vorbeugung

- bei Zimmerpflanzen: Standort überprüfen
- im Freien: Nützlinge fördern, Schlupfwespen, Marienkäferarten, Zehrwespe
- bei Gehölzen: Rindenpflege, Stammanstrich, Verjüngungsschnitt

Abhilfe

- Abbürsten bzw. Abkratzen der befallenen Stellen
- bei Gehölzen: Winterspritzung mit Rapsölmitteln aus dem Handel
- verlauste Pflanzen in Stärkelösung tauchen, wenn die Stärke trocknet platzen mit ihr die Schildläuse ab
- bei starkem Befall zurückschneiden

Spinnmilbe

Tetranychidae

Spinnmilben können sich unter günstigen Bedingungen massenhaft vermehren. Sie lieben trockene, warme Luft und überdüngte Pflanzen an ungünstigen Standorten. Ist es zu kalt oder feucht, überleben sie wochenlang. Mehrere Spinnmilben-Generationen pro Jahr sind keine Seltenheit. Befallen werden: Gemüse, Obstbäume, Weinreben, Zierpflanzen und Zimmerpflanzen.



Abbildung 85: Spinnmilbe (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)

Schadbild

Die Blätter und Blüten der befallenen Pflanzen weisen einen fahlen Farbton auf. Die Blattoberseite ist mit weißlich gelben Punkten übersät. Durch die Saugtätigkeit der Spinnmilben beginnen die Blätter zu welken. Später fallen sie ab. Bei starkem Befall sind die Pflanzen mit einem feinen Gespinst überzogen. Darauf bewegen sich die kleinen, meist rötlichen Milben.

Vorbeugung

- natürliche Feinde fördern: Raubmilben, Raubwanzen, Florfliegenlarven, Spinnen, Zwergmarienkäfer, Gallmücken, räuberische Käfer
- Pflanzen nicht mit Stickstoff überdüngen
- Richtige Standortwahl der Pflanzen
- Luftfeuchtigkeit erhöhen (besprühen)

Abhilfe

- Gezielter, früher Einsatz von Nützlingen: Raubmilben
- Selbst hergestellte Schmierseife-Lösung aufsprühen

Trauermücke

Sciaridae

Die Trauermücke ist eine kleine, schwarze Mücke, die sich in der Nähe von Blumentöpfen aufhält und in der Erde 5-7mm große glasig-weiße Larven hinterlässt. Die Larven ernähren sich von totem und lebendem organischem Material.

Vor allem an jungen Sämlingen und Stecklingen können durch den Befall von Trauermückenlarven Fäulnisherde verursacht werden.

Schadbild

Die schwarzen, lebhaften, 3-4mm großen Trauermücken fliegen tagsüber in der Nähe von Blumentöpfen herum. Die Mücken legen ihre Eier in feuchter Erde ab. Daraus schlüpfen die 5-7mm großen glasig weißen Larven mit schwarzem Kopf.

Vorbeugung

- wenig gießen – Erde ab und zu austrocknen lassen
- Anzuchterde selbst mischen – die Larven werden oft mit gekaufter Erde eingeschleppt
- Spinnen sind die natürlichen Feinde der Trauermücke

Abhilfe

- Gelbe Leimtafeln aufhängen
- Einsatz von Nützlingen – Nematoden gegen die Trauermückenlarve



Abbildung 86: Trauermücke (2micha 2009; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sciara_analis_de.jpg?uselang=de)

Dickmaulrüssler

Otiorhynchus sulcatus

Der Dickmaulrüssler gehört zu der Familie der Rüsselkäfer und ist als landwirtschaftlicher Schädling bekannt. Er frisst gerne Blätter und Knospen der Pflanzen, die bei uns in der Landwirtschaft verwendet werden.

Er ist leicht zu erkennen mit seinem rüsselförmigen Kopf und seinem schwarz-glänzendem Körper - ca. 1 cm groß. Der Dickmaulrüssler besitzt keine Flügel, ist also flugunfähig. Der Rücken ist mit Rillen versehen. Die Käfer fressen meistens nachts an der Pflanze.

Schadbild

Die Knollen und Blätter der Pflanzen weisen Verfärbungen in dunkler Farbe auf. Die Pflanzen beginnen zu welken und können ganz leicht aus dem Erdreich gezogen werden.

Vorbeugung

- Neem einarbeiten

Abhilfe

- Entfernen der Tiere nachts
- Topfpflanzen umtopfen und dabei alle Larven entfernen



Abbildung 87: Dickmaulrüssler (Hydro 2017;
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Otiorhynchus.sulcatus.seite.jpeg?uselang=de>)

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Preiss, Jürgen; Pitha, Ulrike; Scharf, Bernhard; Enzi, Vera; Oberarzbacher, Stefanie; Hancvencl, Georg et al. (2013): Leitfaden Fassadenbegrünung. 1. Aufl. Hg. v. Magistrat der Stadt Wien. Wien. Online verfügbar unter <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/fassadenbegruenung-leitfaden.pdf>, zuletzt geprüft am 31.01.2017.

Green City e.V. (Hg.) (2015): Vorteile der Gebäudebegrünung. Übersicht über die Münchner Stadtgesellschaft. Online verfügbar unter https://www.greencity.de/wp-content/uploads/B_Vorteile_Gebaeudebegruenung_Begruenungsbuero_web.pdf, zuletzt geprüft am 27.05.2019.

Verband für Bauwerksbegrünung (Hg.) (2010): Leitfaden. Grüne Bauweisen für Städte der Zukunft. Online verfügbar unter http://www.gruenstadtklima.at/download/leitfaden_GSK.pdf, zuletzt geprüft am 27.05.2019.

Korjenic, Azra; Tudiwer, David; Moren, María Soledad Penaranda; Hollands, Jutta; Salonen, Tarja; Mitterböck, Michael et al. (2018): Ein Maßnahmenkatalog für die Begrünung von Schulen im Altbau. basierend auf den Forschungsergebnissen aus dem Projekt GrünPlusSchule@Ballungszentrum. Wien. Online verfügbar unter <http://www.gruenezukunftschulen.at/wp-content/uploads/2018/11/Ma%C3%9Fnahmenkatalog-Kandlgasse-2.pdf>, zuletzt geprüft am 27.05.2019.

<https://www.gebaeudegruen.info/> Zugriff am 25.02.2020

D. Tudiwer und A. Korjenic, "The Effect of Living Wall Systems on the Heat Resistance Value of the Façade" International Journal of Earth & Environmental Sciences, Bd. 2, 2017.

A. Lichtblau, A. Korjenic, D. Tudiwer, und M. Soledad, „Bauphysikalische Auswirkungen von Bauwerksbegrünungen“ Präsentation, 2016.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] 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.
- [2] D. Tudiwer, F. Teichmann, und A. Korjenic, „Thermal bridges of living wall systems“, *Energy Build.*, Bd. 205, 2019.
- [3] W. Frank, „Raumklima und Thermische Behaglichkeit“, *Berichte aus der Bauforsch.*, Bd. 104, 1975.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Trogsystem im Biologiesaal (BRG Wien 16, Schuhmeierplatz 7) Quelle: ©Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U..... 8

Abbildung 2: Trogsystem im Innenhof (BRG Wien 16, Schuhmeierplatz 7) Quelle: ©Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U..... 9

Abbildung 3: Vliessystem (BRG Wien 16, Schuhmeierplatz 7) Quelle: ©Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 10

Abbildung 4: Kassettensystem (BG, BRG Wien 15, Diefenbachgasse 19) Quelle: ©Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U..... 11

Abbildung 5: ökologische Bewertung der Außenbegrünungssysteme [1]..... 12

Abbildung 6: Ökologische Bewertung der Innenbegrünungssysteme [1].....	13
Abbildung 7: Hydrokultur (Quelle: Abänderung nach SCHICK)	14
Abbildung 8: Behaglichkeitsfeld nach Frang	18
Abbildung 9: Lichtspektrum Quelle: http://fastvoice.net/2012/02/23/led-pflanzenleuchten-das-grunzeug-liebt-rot-und-blau/	20
Abbildung 10: Darstellung Sichtbares Spektrum	
http://www.thermoglass.de/de/artikel/elektromagnetisches-spektrum ; Zugriff 25.03.2019	21
Abbildung 11: Thermobild (TU Wien).....	21
Abbildung 12: Epipremnum aureum (Quelle: FICHTENBAUER, 2019)	89
Abbildung 13: Chlorophytum comosum (Quelle: https://pixabay.com/de/photos/graslelie-chlorophytum-regen-3595050/)	91
Abbildung 14: Nephrolepis exaltata (Quelle: Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau)	91
Abbildung 15: Zamio culcas zamiifolia (Quelle: https://pixabay.com/de/photos/gl%C3%BCckfeder-zamio culcas-zimmerpflanze-978602/)	91
Abbildung 16: Dracaena (Quelle: https://pixabay.com/de/photos/zimmerpflanze-dracena-drachenbaum-4832362/)	92
Abbildung 17: Sansevieria (Quelle: https://pixabay.com/de/photos/sansevieriya-sansevieria-blatt-3349480/)	92
Abbildung 18: selbstgebautes Sieb Quelle: © Universität für Bodenkultur, Wien, Oliver Weiss	100
Abbildung 19 Auswertungen GRG 7 (Jän. –Mär., Okt.- Dez. 2018 und Jän. –Mär. 2019) TU Wien	116
Abbildung 20: Auswertungen im BRG 16 (Jän. –Mär., Okt.- Dez. 2018 und Jän. –Mär. 2019) TU Wien	116
Abbildung 21: Auswertungen im BRG 15 (Jän. –Mär., Okt.- Dez. 2018 und Jän. –Mär. 2019) TU Wien	116
Abbildung 22: Behaglichkeitsdiagramm von Frank [3].....	117
Abbildung 23: Alocasia lowii 'Bambino' (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.2019).....	142
Abbildung 24: Ananas champaca (Niederhammer 2019)	143
Abbildung 25: Anthurium crystallinum (Niederhammer 2019)	143
Abbildung 26: Anthurium scherzerianum (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.2019)	144
Abbildung 27: Asparagus plumosus (Niederhammer 2019)	144
Abbildung 28: Asplenium antiquum (Niederhammer 2019).....	145
Abbildung 29. Asplenium antiquum 'Osaka' (Niederhammer 2019)	145
Abbildung 30. Asplenium nidus (Niederhammer 2019).....	146
Abbildung 31: Calathea lancifolia (Niederhammer 2019).....	146
Abbildung 32: Chlorophytum comosum 'Ozean' (Niederhammer 2019).....	147
Abbildung 33: Dieffenbachia seguine (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.2019)	147
Abbildung 34: Dracaena deremensis 'Yellow Strip' (Niederhammer 2019).....	148
Abbildung 35: Dracaena deremensis 'Warneckei' (Niederhammer 2019).....	148
Abbildung 36: Dracaena fragrans 'Green Jewel' (Niederhammer 2019)	149
Abbildung 37: Dracaena fragrans 'Lemon Lime' (Niederhammer 2019).....	149
Abbildung 38: Monstera deliciosa 'Borsigiana' (Niederhammer 2019)	150
Abbildung 39: Monstera obliqua (Niederhammer 2019).....	150
Abbildung 40. Nephrolepis exaltata 'Boston' (Niederhammer 2019).....	151
Abbildung 41: Nephrolepis exaltata 'Vitale' (Niederhammer 2019).....	151

Abbildung 42: Peperomia angulata (Niederhammer 2019).....	152
Abbildung 43: Peperomia clusifolia var. obtusifolia (Niederhammer 2019).....	152
Abbildung 44: Pteris cretica (Niederhammer 2019)	153
Abbildung 45: Philodendron scandens 'brasil' (Niederhammer 2019)	153
Abbildung 46: Philodendron scandens (Niederhammer 2019).....	154
Abbildung 47: Platycerium bifurcatum (Niederhammer 2019)	154
Abbildung 48: Sansiveria trifasciata 'Hahnii' (Niederhammer 2019)	155
Abbildung 49: Sansiveria trifasciata 'Laurentii' (Niederhammer 2019)	155
Abbildung 50: Schefflera arboricola (Dipl. Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)	156
Abbildung 51: Scindapsus aureus (Niederhammer 2019).....	156
Abbildung 52: Scindapsus pictus (Niederhammer 2019)	157
Abbildung 53: Spathiphyllum wallisii (Niederhammer 2019)	157
Abbildung 54: Tradescantia pallida (Niederhammer 2019)	158
Abbildung 55: Tradescantia spathacea (Niederhammer 2019)	158
Abbildung 56: Tradescantia zebina (Niederhammer 2019)	159
Abbildung 57: Zamio culcas zamiifolia (Niederhammer 2019)	159
Abbildung 58: Alchemilla mollis (Niederhammer 2019)	160
Abbildung 59: Aster dumosus (Niederhammer 2019)	160
Abbildung 60: Bergenia cordifolia (Niederhammer 2019)	161
Abbildung 61: Geranium macrorrhizum (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)	161
Abbildung 62: Geranium macrorrhizum (Niederhammer 2019).....	162
Abbildung 63: Heuchera micrantha 'Cascade Dawn' (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019).....	162
Abbildung 64: Heuchera hybrida 'Key Lime Pie' (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019).....	163
Abbildung 65: Heuchera micrantha 'Place Purple' (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019).....	163
Abbildung 66: Sedum floriferum (Niederhammer 2019)	164
Abbildung 67: Sedum telephium 'Herbsfreude' (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)	164
Abbildung 68: Actinidia arguta (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019).....	165
Abbildung 69: Akebia quinata (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)	166
Abbildung 70: Aristolochia macrophylla (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)	166
Abbildung 71: Coreopsis verticillata (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019).....	167
Abbildung 72: Fragaria vesca (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)	167
Abbildung 73: Fragaria vesca var. semperflorens (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)	167
Abbildung 74: Humulus lupulus (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)	168
Abbildung 75: Iberis sempervirens (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019).....	168
Abbildung 76: Ipomoea tricolor (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)	169
Abbildung 77: Rubus fruticosus (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019).....	169
Abbildung 78: Schisandra chinensis (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)	170
Abbildung 79: Tropaeolum majus (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019)	170
Abbildung 80: Vitis vinifera 'Frufoasa Alba' (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. 2019).....	171
Abbildung 81: Thripse (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)	172
Abbildung 82: Wollläuse (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)	173
Abbildung 83: Blattläuse (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)	173
Abbildung 84: Schildläuse (4028mdk09 2010; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schildl%C3%A4use_an_Zitruspflanze.JPG?uselang=de).	175
Abbildung 85: Spinnmilbe (Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.)	176

Abbildung 86: Trauermücke (2micha 2009;
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sciara_analis_de.jpg?uselang=de)..... 177

Abbildung 87: Dickmaulrüssler (Hydro 2017;
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Otiorhynchus.sulcatus.seite.jpeg?uselang=de>) 178