MikroSCHUL**klima**

Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe I und II

Mit Übungen für den Unterricht

Büro für nachhaltige Kompetenz

Impressum

MikroSCHUL**klima**
Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe I und II

Büro für nachhaltige Kompetenz B-NK GmbH

Medieninhaberin, Herausgeberin und Sitz der Redaktion:
Büro für nachhaltige Kompetenz B-NK GmbH
Schönbrunner Straße 59–61/26, 1050 Wien
Tel.: +43 1 9908996
E-Mail: office@b-nk.at
Website: http://www.b-nk.at

Autorinnen und Autor:
Bente Knoll, Ralf Dopheide, Birgit Hofleitner, Anja Kremer, Alexandra Medl

Fotonachweis/Zeichnungen:
Florin Florineth (Foto auf Seite 23)
Tetiana Lomachuk (Grafik auf Seite 23)
Günther Frühwirt (Foto auf Seite 31)
Florin Florineth (Grafik auf Seite 33)
Büro für nachhaltige Kompetenz B-NK GmbH, Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. (alle übrigen Fotos)
grafische Elemente (Designed by Freepik)

Lektorat: KORRELEKTOR
Grafik und Layout: B-NK GmbH (Konzept: Skibar Grafik Design)

ISBN-Nummer: 978-3-9504265-1-9
Wien, Februar 2017
1. Auflage

Dieses Werk steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung (B-NK GmbH) – Weitergabe unter gleichen Bedingungen.
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr. Eine Haftung der Autorinnen und des Autors sowie der Herausgeberin ist ausgeschlossen.

Inhalt

Einführung 6

Hitzeinseln in der Stadt 8

THEMA 1

Versuch 1.1 Temperatur- und CO_2-Messung
Arbeitsblatt „Temperatur- und CO_2-Messung“
Versuch 1.2 Oberflächentemperaturen messen
Arbeitsblatt „Oberflächentemperaturen messen“

Pflanzen in der Stadt 16

THEMA 2

Versuch 2.1 Wasserspeicherkapazität messen

Grüne Schulhöfe und Schulgärten 20

THEMA 3

Versuch 3.1 Bau von Blumenbomben
Versuch 3.2 Bestandsaufnahme und Bepflanzen

Fassadenbegrünungen an Schulen 24

THEMA 4

Versuch 4.1 Klettergerüst bauen
Versuch 4.2 Fassade bepflanzen
Versuch 4.3 Pflanzenwachstum beobachten
Versuch 4.4 Herstellung von Moosgraffiti

Begrünungen auf Schuldächern 34

THEMA 5

Versuch 5.1 Bepflanzen eines Flachdachs
Versuch 5.2 Hochbeet auf dem Dach

Begrünung von Klassenräumen 40

THEMA 6

Versuch 6.1 CO_2-Konzentration messen
Arbeitsblatt „CO_2-Konzentration messen“
Versuch 6.2 Mit einem Umweltmessgerät messen
Arbeitsblatt „Mit einem Umweltmessgerät messen“
Versuch 6.3 Indoor-Vertikalbegrünung bauen
Versuch 6.4 Zimmerpflanzen für die Klasse
Versuch 6.5 Soziales Wohlfühlen messen
Arbeitsblatt „Soziales Wohlfühlen messen“

Glossar 52

Pflanzenliste 56

Materialliste 60

Verwendete Quellen 69

MikroSCHUL**klima**

Die vorliegende Broschüre „**Mikro**SCHUL**klima**“ vermittelt Wissen über Hitzeinseln in der Stadt und das Raumklima im Klassenzimmer und bereitet diese Themen spannend und praxisnah auf. Die Themen werden in sechs Kapiteln mit insgesamt 16 praktischen Übungen erläutert und (be-)greifbar gemacht. Die Unterrichtsmaterialien sind inhaltlich breit gefächert. Den Schülerinnen und Schülern soll vermittelt werden, was Hitzeinseln sind, wie sie entstehen und welchen Einfluss sie auf das Mikroklima haben. Des Weiteren werden der Einfluss von Pflanzen in der Stadt und deren Rolle in Bezug auf Hitzeinseln und das Mikroklima aufgezeigt. Außerdem werden verschiedene Varianten aufgezeigt, wie Pflanzen Einzug in das Klassenzimmer und den Schulhof halten können. In diesem Zusammenhang werden auch Fassadenbegrünung und Dachbegrünung erläutert. Durch die aktive Einbindung der Kinder und Jugendlichen beim Bau von Bepflanzungsanlagen und der Anlage von Beeten und Pflanzflächen lernen diese den richtigen und fürsorglichen Umgang mit Pflanzen und erleben hautnah die Bewirtschaftung von Gärten.

Liebe Lehrerinnen und liebe Lehrer,
liebe Leserinnen und liebe Leser,

wir freuen uns, dass Sie die Broschüre „MikroSCHULklima“ in Händen halten. Diese ist als praxisnaher Unterrichtsbehelf für Lehrkräfte der Sekundarstufen I und II konzipiert. Wir stellen Ihnen unterschiedlichen themastische Bereiche vor. Jedes Thema besteht aus einem Thementeil und einem Versuchsteil. Im Thementeil finden sich Hintergrundinformationen, sogenannte Aha-Fragen, welche in den Unterricht eingebaut werden können, weiterführende Informationen und gegebenenfalls Hinweise darauf, dass das Thema an anderer Stelle vertiefend behandelt wird. Am Ende jedes Thementeils sind Fragen und Anregungen, wie das Thema im Unterricht (auch fächerübergreifend) bearbeitet werden kann, zu finden. Im Versuchsteil gibt es pro Thema bis zu fünf praktische Übungen, die im Unterricht umgesetzt werden können. Die Anleitungen inkludieren organisatorische Hinweise und Angaben zu den fachlichen Zielen, die mit dem Versuch verfolgt werden. Der Versuchsablauf wird Schritt für Schritt erklärt. Zu manchen Versuchen gibt es zusätzliche Arbeitsblätter für die Schülerinnen und Schüler. Als besonderer Service befinden sich im Anhang der Broschüre ein umfangreiches Glossar (die Begriffe des Glossars sind im Text mit einem * gekennzeichnet), detaillierte Listen mit den für die Versuche erforderlichen Utensilien und Pflanzenlisten für die Übungen, in denen etwas angepflanzt wird.
Die Broschüre richtet sich an die Sekundarstufen I und II. Sie spricht besonders Lehrkräfte aus den Bereichen[1] Biologie und Umweltkunde, Chemie, Psychologie und Philosophie, Deutsch, Englisch, Mathematik, Physik, Technisches Werken, Bildnerische Erziehung, Geografie, aber auch jene Lehrkräfte, die mit der politischen Bildung, der Bildung für nachhaltige Entwicklung und der Berufsorientierung befasst sind, an.

Anlass zur Broschüre ist das gleichnamige FFG Talente Regional Projekt „**Mikro**SCHUL**klima**“, welches im Zuge einer Kooperation zwischen Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U., dem Büro für nachhaltige Kompetenz B-NK GmbH und dem Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau der Universität für Bodenkultur, Wien, entstand. Der daraus ermittelte Wissensgehalt soll durch diese Broschüre auch nach Projektende weitergegeben werden.

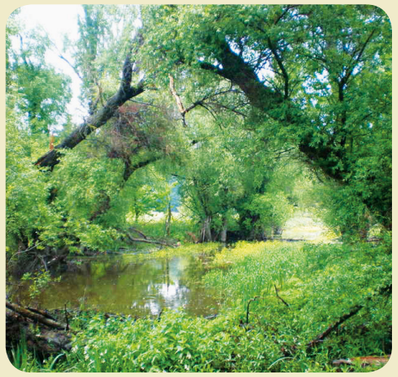
Wir wünschen Ihnen viel Spaß und Freude bei der praktischen Umsetzung im Unterricht!

Bente Knoll für das Team der Autorinnen und Autoren

[1] Bezüglich der Unterrichtsbezeichnungen haben wir uns an die „Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen, Fassung vom 02.02.2017“ des Bundeskanzleramts gehalten.

Hitzeinseln in der Stadt

Vom Klimawandel sind insbesondere Städte betroffen. Bedingt durch die großflächigen versiegelten Flächen und die dichte Bebauung werden die Städte im Sommer von den ansteigenden Temperaturen stärker beeinflusst als das Umland.



Hitzeinseln und deren Entstehung

Durch den hohen Anteil versiegelter Oberflächen ist in Städten die Verdunstung reduziert, während gleichzeitig die Wärme der Sonneneinstrahlung auf Gebäude- und Straßenoberflächen gespeichert wird. Außerdem blockiert die Bebauung den Luftaustausch mit dem kühlen Umland. Doch nicht nur die Sonne heizt die Stadt im Sommer auf, sondern auch die Menschen mit den Abgasen ihrer Autos und der Abwärme der Industrie. Die Nutzung von elektrischen Geräten wärmt zusätzlich Wohnungen und Häuser auf. Wenn diese in den Abend- und Nachtstunden gelüftet werden, gelangt die Wärme noch zusätzlich in die Umwelt. Zusätzlich wirkt sich der Ausstoß von CO_2 negativ auf die Temperaturen aus. Die CO_2-Partikel steigen in die Atmosphäre* und werden dort über 100 Jahre lang gespeichert (zum Vergleich: Wasserstoff bleibt nur wenige Tage in der Atmosphäre*). Dadurch werden die Sonnenstrahlen vermehrt reflektiert und wieder auf die Erde zurückgeworfen. Dies führt zum anthropogenen Treibhauseffekt.
Aufgrund dieser zusammenwirkenden Effekte kommt es zur Ausbildung von Hitzeinseln, was dazu führt, dass die Temperaturen in der Stadt um bis zu zwölf Grad Celsius höher als im unbebauten Umland sind. Diese Hitze führt zu Beeinträchtigungen der Lebensqualität und des Wohlbefindens der Bevölkerung und hat auch gesundheitliche Folgen, insbesondere für vulnerable Bevölkerungsgruppen wie alte, junge oder kranke Menschen.

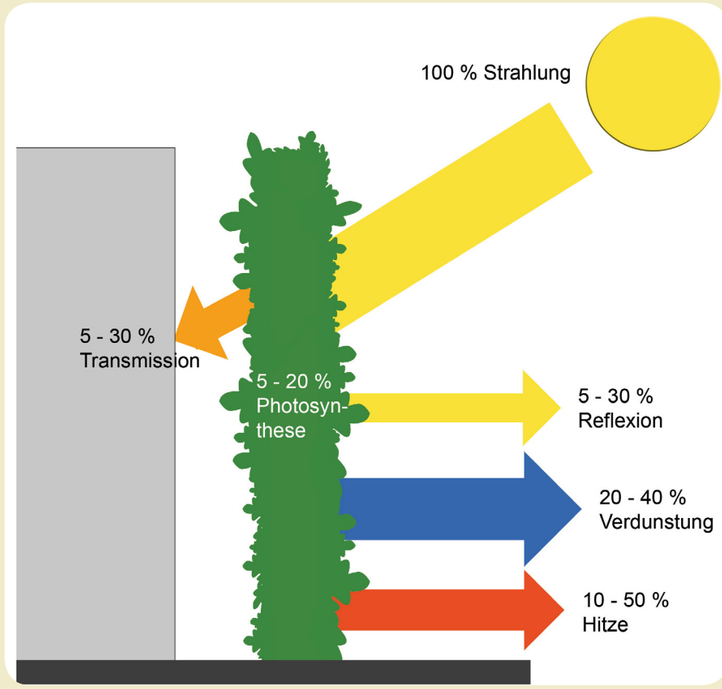
Maßnahmen gegen Hitzeinseln

Grünstrukturen und Grünflächen können die Wärmespeicherung vermindern und zur Erhöhung der Verdunstung und einer daraus resultierenden Abkühlung beitragen. Außerdem fördern Pflanzen den Abbau von CO_2 und reinigen somit auf natürliche Weise unsere Luft. Zahlreiche aktuelle Studien beschäftigen sich intensiv mit umweltverträglichen Maßnahmen, durch welche Hitzeinseln effektiv entgegengewirkt werden kann. Neben der Erschaffung urbaner Wälder, der Pflanzung von Stadtbäumen und der Gestaltung von weitläufigen Parkanlagen steht dabei vor allem das Thema „grüne Infrastruktur“ im Fokus (siehe auch Themen 4 und 5). Schon eine Erhöhung des Grünflächenanteiles im Stadtgebiet um nur zehn Prozent kann die durchschnittliche Lufttemperatur um 2,5 Grad Celsius reduzieren. Eine Studie von Alexandri und Jones aus dem Jahr 2008 zeigt eine deutliche Linderung der Temperaturen in unmittelbarer Umgebung eines mittels Fassaden- und Dachbegrünung eingekleideten Häuserblocks. Bei einer Anwendung im gesamten Stadtgebiet kann dem sogenannten Wärmeinseleffekt dadurch maßgeblich entgegengewirkt werden. Eine Tatsache, die vor allem in trockenen und warmen Klimazonen von hoher Bedeutung ist, wo die Temperaturen in urbanen Gebieten durch zusätzliche Vegetationsflächen auf einen „menschenfreundlicheren“ Level gebracht werden.

Tipp

Machen Sie mit den Schülerinnen und Schülern gemeinsam ein Brainstorming zum Thema Hitze im Sommer. Welchen Einfluss hat die Hitze auf die Kinder und Jugendlichen? Welche Strategien haben die Kinder und Jugendlichen, um der Sommerhitze zu entfliehen?

Simulationen zeigten, dass die Temperaturen in Straßenschluchten zwischen begrünten Häuserfassaden um 4,5 Grad Celsius bei mediterranen Klimaverhältnissen* bzw. um 2,6 Grad Celsius in gemäßigten Klimazonen reduziert werden können. Mit der Sicherung von Freiflächen oder von Frischluftschneisen kann darüber hinaus der Transport von Kaltluft in Städten gefördert werden. Dies erfordert jedoch eine langfristige Stadtplanung und Stadtentwicklung, welche überörtliche und großflächige Zusammenhänge berücksichtigt. Gesellschaftliche und soziale Bezüge hat das Thema auch insofern, als die anthropogenen Beeinflussungen des Stadtklimas, wie eine hohe Versiegelung (Straßen und Gebäude), der Verlust von Grün- und Freiflächen, die Konzentration von Baumassen und die Zuführung von Energie bzw. Wärmeproduktion sowie die daraus resultierenden Risiken und Folgen, direkt und unmittelbar am Thema Mikroklima im Zusammenhang mit grüner Infrastruktur bearbeitet werden.



Smog

Das Wort „Smog“ kommt aus dem Englischen und setzt sich aus den Wörtern **sm**oke und f**og** zusammen. In einem Satz erklärt ist Smog eine erhöhte Luftschadstoffkonzentration, die durch besondere meteorologische Bedingungen über stark besiedelten Gebieten entsteht. Dieses Phänomen tritt bevorzugt an windstillen Tagen und in Tal- und Kessellagen auf. Prinzipiell wird zwischen Winter- und Sommersmog unterschieden. Wintersmog (auch „London-Typ“ genannt) bildet sich bei Inversionswetterlagen* über Ballungsgebieten aus einer Mischung aus Staub, Schwefeldioxid, Ruß und Nebel. Durch strenge Maßnahmen zur Luftreinhaltung (z. B. Anlagenabschaltung und Autofahrverbot) kann das Auftreten von Wintersmog reduziert werden. Sommersmog (auch „Los-Angeles-Typ“ genannt) hingegen bildet sich in lange

Aha!

Wusstest du, dass Ozeane wie eine Lunge für die Erde sind?
Große Mengen von CO_2 werden von Kieselalgen und Kalkalgen – auch Phytoplankton genannt – im Ozean aufgenommen und durch die Fotosynthese in Sauerstoff umgewandelt.

Wo kommt das Wasser ursprünglich her?
Es wird vermutet, dass ein Teil des Wassers aus dem Erdinneren stammt und durch Eruptionen* an die Erdoberfläche gelangt ist. Der Großteil des Wassers hingegen soll durch Kometen auf die Erde gelangt sein.

Wie verteilt sich das Wasser auf unserer Erde?
Mit 97 % befindet sich der Großteil des Wassers in den Ozeanen unserer Erde. In den Flüssen und Seen befinden sich lediglich 0,009 % und in der Atmosphäre sogar nur 0,001 %. Der Rest ist in Gletschern gebunden und liegt als Gletscherwasser vor.

Warum schwimmt Eis?
Die meisten chemischen Stoffe nehmen bei sinkender Temperatur an Dichte zu. Bei sehr wenigen chemischen Stoffen tritt eine Dichteanomalie auf, bei welcher die Dichte mit sinkender Temperatur abnimmt. Der bekannteste Stoff, bei dem diese Anomalie auftritt, ist Wasser. Bei einer Temperatur von 4 Grad Celsius hat Wasser die höchste Dichte. Sinkt die Temperatur unter 4 Grad Celsius, sinkt auch die Dichte. Dadurch steigt das kältere Wasser nach oben und gefriert an der Oberfläche.

Hitzeinseln in der Stadt

Aha!

Wie ist das optimale Stadtklima?
Das ideale Stadtklima ist entsprechend der Jahreszeit angenehm, weder extrem kalt noch zu heiß – und frei von Schadstoffen.

Wann war die letzte Eiszeit?
Die letzte Eiszeit ging vor 11.700 Jahren zu Ende und wurde „Würm" genannt. Sie dauerte etwa 100.000 Jahre und sorgte im Alpenvorland für durchschnittlich eisige -3 Grad Celsius (heute +7 Grad Celsius).

Wie viel Methan* produziert eine Kuh am Tag?
Eine moderne Hochleistungsmilchkuh produziert 300 Liter Methan* pro Tag. Zum Vergleich: Der Mensch produziert täglich etwa 600 Milliliter Methan*.

Weiterführende Informationen

Info: Strategieplan der Stadt Wien zur Vermeidung von Hitzeinselbildung
https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/uhi-strategieplan.pdf

anhaltenden warmen Sommermonaten, wenn die UV-Strahlung in Verbindung mit Stickoxiden (NO_x)*, Wasserstoffperoxid (H_2O_2)*, Kohlenmonoxid (CO)* und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC)* zu einer erhöhten Konzentration an Photooxidantien* (z. B. Ozon) führt. Um Sommersmog zu vermeiden, sollte darauf geachtet werden, dass keine zu hohen Ozonwerte erreicht werden. In einigen europäischen Ländern gibt es gesetzlich festgelegte Grenzwerte für die Ozonkonzentration, bei deren Überschreitung im Sommer eine Geschwindigkeitsbegrenzung oder ein Fahrverbot ausgesprochen wird.

Treibhauseffekt

Der natürliche Treibhauseffekt sorgt dafür, dass die Erde anstatt durchschnittlich -18 Grad Celsius angenehme 15 Grad Celsius aufweist. Durch die Ablagerungen von Wasserstoff (H), Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Methan (CH_4)* bildet sich eine Schicht in der Atmosphäre*, die einen Teil der Sonnenstrahlen wieder reflektiert, nachdem sie von der Oberfläche der Erde zurückstrahlen. Durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen und durch landwirtschaftliche Großbetriebe bilden sich vermehrt Kohlenwasserstoffe (C_mH_n)* und Ozon (O_3), welche sich wiederum in der Atmosphäre* festsetzen. Aufgrund der erhöhten Anzahl der Partikel in der Atmosphäre* werden auch höhere Anteile der Sonnenstrahlen reflektiert und wärmen die Erde mehr auf. Dieses Phänomen nennt man den anthropogenen Treibhauseffekt.

Wetter

Unter dem Begriff „Wetter" werden verschiedenste Ereignisse zusammengefasst, welche auf der Erdoberfläche spürbar sind. Dazu zählen z. B. Sonnenschein, Bewölkung, Niederschläge und Wind. Das Wetter wird in der Troposphäre* gemessen und kann von Meteorologinnen und Meteorologen* für einen Zeitraum von wenigen Tagen vorhergesagt werden. Es umfasst auch thermodynamische Zustandsgrößen wie Druck, Temperatur und Dichte.

Hoch- und Tiefdruckgebiete

Ein Hochdruckgebiet entsteht dann, wenn die Luftmassen absinken. Durch eine adiabatische* Erwärmung der Luft findet keine Kondensation statt und es bilden sich auch keine Wolken. Der Himmel ist meist klar. Im Falle von Tiefdruckgebieten steigen die Luftmassen aufgrund des niedrigen Luftdrucks nach oben und es kommt zur Wolkenbildung. Tiefdruckgebiete bringen meist Regen und Schnee mit sich.
Durch Temperatur- und daraus folgende Druckunterschiede sind die Luftmassen ständig in Bewegung. Aufgrund der Erddrehung bewegen sich die Tiefdruckgebiete auf der nördlichen Hemisphäre* gegen den Uhrzeigersinn und die Hochdruckgebiete im Uhrzeigersinn. Auf der südlichen Hemisphäre* drehen sie sich genau anders herum.

Klima

Das Begriff „Klima" beschreibt die Veränderungen des Wetters über einen Zeitraum von 30 Jahren. Dabei haben verschiedene Faktoren wie beispielsweise Sonneneinstrahlung, Land-Meer-Verteilung, Höhenlage, Zusammensetzung der Erdatmosphäre* und Zirkulationssysteme der Erde einen Einfluss darauf.

Hitzeinseln in der Stadt

Mikroklima

Der Begriff „Mikroklima" bezieht sich auf den bodennahen Bereich bis zu zwei Meter Höhe und die darin befindlichen Luftschichten. Das Mikroklima bildet sich in einem klar umrissenen Bereich (z. B. zwischen Gebäuden in einer Stadt) aus. Es wird durch die Bodenreibung und vor allem durch große Temperaturunterschiede geprägt. Vor allem Menschen, Pflanzen und Tiere sind dem Mikroklima direkt ausgesetzt. Vor allem in Städten kann das Mikroklima aufgrund der Bebauung stark vom regional typischen Klima abweichen.

Mesoklima

Das Mesoklima umfasst mehrere Einzelklimata, die sich auf eine Landschaft oder auch auf Länder beziehen können. Die Reichweite variiert dabei von mehreren Hundert Metern bis zu wenigen Hundert Kilometern.

Makroklima

Im Makroklima werden ganze Kontinente und die globalen Zusammenhänge zusammengefasst. Hierbei werden die ozeanischen und kontinentalen Einflüsse mitberücksichtigt. Dazu zählen z. B. die thermohaline Zirkulation* und die planetarische Zirkulation*.

Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Welchen Einfluss hat das Mikroklima auf die Schülerinnen und Schüler?
- Welche Erfahrungen haben die Schülerinnen und Schüler schon mit der Sommerhitze gemacht?
- Welche Maßnahmen ergreifen die Kinder und Jugendlichen, um sich im Sommer abzukühlen?
- Welche Auswirkungen hat die Hitze auf alte Leute und kleine Kinder?
- Was zeichnet ein ideales Stadtklima aus?
- Im Physikunterricht können Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern über Absorption und den Treibhausgas-Effekt diskutieren.
- Im Geografie- und Geschichtsunterricht können Sie mit der Klasse die Eis- und Warmzeiten besprechen und welche Auswirkungen diese auf die Gletscher hatten.
- Sprechen Sie im Geschichtsunterricht zum Beispiel über den Schadstoffgehalt in der Atmosphäre* und darüber, wie sich dieser durch die Industrialisierung verändert hat.

Weiterführende Informationen

Videos zum Thema Hitzeinseln

Video: „Heißes Pflaster": Messung von Hitzeinseln in der Stadt, Zukunftsszenarien und Maßnahmen, um diese zu reduzieren (Sekundarstufe I, II, Dauer: 7 min 24 s)
http://www.daserste.de/information/wissen-kultur/w-wie-wissen/videos/heisses-pflaster-100.html

Video: „UHI – Urbane Hitze Inseln": Video der Stadt Wien über Maßnahmen zur Reduktion von Wärmeinseln (Sekundarstufe II, Dauer: 2 min 53 s)
https://www.wien.gv.at/umweltschutz/uhi.html

Videos zum Thema Klimawandel

Video: „Die Gletscher schmelzen, denn die Erde hat Fieber" (Sekundarstufe I)
http://www.kika.de/erde-an-zukunft/sendungen/sendung97570.html (Erde an Zukunft, Dauer: 11 min 14 s)

Video: „Der Klimavertrag: Kriegen wir Menschen das hin?" Themen und Fakten rund um die Klimakonferenz (Sekundarstufe II)
http://www1.wdr.de/mediathek/video/sendungen/quarks-und-co/video-der-klimavertrag-kriegen-wir-menschen-das-hin-100.html (Quarks und Co, Dauer: 44 min 04 s)

Temperatur- und **CO_2-Messung**

In diesem praktischen Beispiel messen die Schülerinnen und Schüler die Temperaturen und den CO_2-Gehalt im Stadtzentrum, in einem Park und an einem fließenden Gewässer. So wird aus nächster Nähe beobachtet, welchen Einfluss Pflanzen und fließende Gewässer auf unser Mikroklima haben.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Physik, Chemie

Benötigte Materialien: CO_2-Messgerät mit Thermometer (Kombimessgerät oder Einzelmessgeräte), Arbeitsblätter

Erforderliche Räumlichkeiten/ Ausstattung der Räume: verschiedene Orte außerhalb des Gebäudes

Ideal für: Gesamtgruppe, aufgeteilt in Kleingruppen mit 5–6 Schülerinnen und Schülern (die Kleingruppen führen jeweils ein gemeinsames Protokoll und die Messungen werden abwechselnd von den Kleingruppen durchgeführt)

Zeitbedarf: 2–6 Unterrichtseinheiten (je nach Anzahl der Messpunkte und deren Entfernungen voneinander)

Ziele

- Bewusstseinsbildung zum Thema Verbauung und deren Auswirkungen
- selbstständiges Durchführen von Messungen
- Interpretieren von Messergebnissen

Tipp

Versuchen Sie, die Messungen entweder immer in der Sonne oder immer im Schatten durchzuführen, damit die Messungen besser miteinander verglichen werden können.

Vorbereitung

Überlegen Sie sich charakteristische Orte, an denen die Kinder und Jugendlichen die extremen Unterschiede sehen können. Für die Messungen werden folgende Orte vorgeschlagen: stark bebautes Stadtzentrum, Park und – wenn vorhanden – in unmittelbarer Nähe eines fließenden Gewässers. Darüber hinaus können Sie gerne weitere interessante Standorte betrachten, wie unter einem Baum in der Stadt, im Schulhof, an einem Parkplatz etc.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Teilen Sie die Arbeitsblätter aus, in die die Kinder und Jugendlichen die erhobenen Daten eintragen können. Im Feld „Standort“, ist einzutragen, wo Sie sich befinden, z. B. Innenstadt oder Stadtrand. Auch der Name der Straße oder des Platzes ist einzutragen. Im Feld „Merkmale“ soll kurz notiert werden, bei welchen Umgebungsmerkmalen die Messung durchgeführt wurde, wie unter einem Baum, neben einer Wiese, auf Pflastersteinen, an einem von Hochhäusern umgebenen Platz etc.

2. Nun werden die Messungen an den verschiedenen Orten durchgeführt und die jeweiligen Daten von den Schülerinnen und Schülern notiert. Beachten Sie dabei die Gebrauchsanleitung des Gerätes, da die Geräte meist unterschiedlich lang für die Messungen brauchen.

3. Nachdem alle Messungen abgeschlossen wurden, tragen Sie diese im Klassenraum zusammen. Dazu können Sie die einzelnen Messwerte auf einem Plakat sammeln oder auf der Tafel aufschreiben. Nun sollen die Schülerinnen und Schüler die Daten ordnen und für jeden Standort ein Diagramm erstellen.

4. Diskutieren Sie mit den Schülerinnen und Schülern über die Ergebnisse. Fragen dazu könnten z. B. sein:
   - Wo wurden die höchsten Werte gemessen? Wo die niedrigsten? Welche Merkmale zeichneten diese Orte aus?
   - Welchen Einfluss hat die Vegetation auf die Messwerte? Welchen Einfluss haben versiegelte Flächen?
   - Habt ihr mit diesen Ergebnissen gerechnet?
   - Wie und mit welchen Maßnahmen könnten die Temperatur und die CO_2-Konzentration in Innenstädten gesenkt werden?

VERSUCH 1.1

Arbeitsblatt „Temperatur- und CO_2-Messung“

Datum:

Gruppe:

Standort	Merkmale	Temperatur [°C]	CO_2 [ppm]

Oberflächentemperaturen messen

Ausgestattet mit Infrarotmessgeräten oder Wärmebildkamera messen die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Oberflächentemperaturen und lernen anhand von praktischen Beispielen, welche Materialien und Farben sich schneller aufheizen als andere.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Physik

Benötigte Materialien: Infrarotthermometer (oder Wärmebildkamera, falls vorhanden), ein weißes und ein schwarzes Stück Karton DIN A4 (es können auch andere Materialien in Schwarz und Weiß genommen werden, wichtig ist nur, dass beide aus dem gleichen Material bestehen), Arbeitsblätter

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung der Räume: jegliche Oberflächen im Außenbereich

Ideal für: Gesamtgruppe, aufgeteilt in Kleingruppen mit 4–5 Schülerinnen und Schülern (die Kleingruppen führen jeweils ein gemeinsames Protokoll)

Zeitbedarf: 2–4 Unterrichtseinheiten (je nachdem wie umfangreich die Messungen betrieben werden)

Ziele

- Kennenlernen der Eigenschaften von verschiedenen Materialien
- selbstständiges Durchführen von Messungen
- Interpretieren von Messergebnissen
- Gefühl für Temperaturen entwickeln

Vorbereitung

Überlegen Sie sich, wo Sie mit den Kindern und Jugendlichen hingehen wollen und wo es viele verschiedene Oberflächen zum Messen gibt.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Teilen Sie die Arbeitsblätter aus, in die die Kinder und Jugendlichen die erhobenen Daten eintragen können.

2. Platzieren Sie den weißen und den schwarzen Karton in der Sonne.

3. Nun sollen die Schülerinnen und Schüler innerhalb ihrer Gruppen die Messungen durchführen. Dabei sollten möglichst viele verschiedene Materialien, z. B. Holz, Beton, Metall, und auch verschiedenste Farbtöne getestet werden. Die Oberflächentemperatur der beiden Kartons (nachdem sie ca. 20 bis 30 Minuten in der Sonne gelegen sind) soll auch gemessen und im Protokoll notiert werden.

4. Nach der Fertigstellung der Erhebungen stellen die einzelnen Gruppen ihre Ergebnisse vor.

5. Diskutieren Sie anschließend darüber. Dabei können Sie sich an folgenden Fragen orientieren:
   - Wo wurden die höchsten Werte gemessen? Wo die tiefsten? Welche Materialien waren das?
   - Wie sind die Temperaturunterschiede bei gleichen Materialien in unterschiedlichen Farben?
   - Welche Materialien empfehlen sich von der Temperatur her am besten zum Bauen?
   - Was bringt das Aufhellen von Gebäuden und Oberflächenmaterialien?
   - Was könnte noch zu einer Kühlung von Gebäuden beitragen?

VERSUCH 1.2

Arbeitsblatt „Oberflächentemperaturen messen“

Datum:

Gruppe:

Standort	Material	Farbe	Temperatur [°C]

Pflanzen in der **Stadt**

Grünflächen in Stadtgebieten sind durch den Ausbau von Verkehrsinfrastrukturen und den fortwährenden Neubau von Gebäuden bereits Mangelware geworden. Bauwerksbegrünungen – wie Dach- oder Fassadenbegrünungen – sind dabei gute Möglichkeiten, diese verlorenen Grünzonen in der Stadt zumindest teilweise zu kompensieren.

Tipp

Planen Sie zusammen mit der Klasse einen Parkplatz, der im Sommer nicht zur Hitzefalle wird. Wie würde dieser aussehen? Lassen Sie die Kinder und Jugendlichen dazu einen Plan auf der Tafel oder auf einem Plakat erstellen und diskutieren Sie gemeinsam darüber.

Tipp

Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler als Hausaufgabe die Namen der Pflanzen notieren, die sie auf ihrem Nachhauseweg sehen. Wahlweise können Sie auch eine kleine Exkursion machen und gemeinsam die Suche nach Pflanzen in der Stadt antreten. Achten Sie besonders auf kleine „Unkräuter", welche sich in den Rissen im Asphalt ausbreiten.

Grünflächenpotenzial

Im direkten Flächenvergleich weisen vertikale Oberflächen noch mehr Potenzial für etwaige Begrünungsmaßnahmen auf als Dächer, berücksichtigt man beispielsweise die Tatsache, dass ein Gebäude über vier vertikale Fassadenflächen, aber nur über eine Dachfläche verfügt. Bei Hochhäusern ist es sogar um ein Vielfaches mehr.

Eine Grünflächenbilanz am Beispiel des 9. Wiener Gemeindebezirks offenbart eine Nettogrünfläche von ca. 49 Hektar (Stand 2013). Zum Vergleich: Das von der zuständigen Magistratsabteilung 22 geschätzte Potenzial für Fassadenbegrünungen ist mit ca. 90 Hektar fast doppelt so groß. Der Gründachpotenzialkataster der Wiener Umweltschutzabteilung (MA 22) (https://www.wien.gv.at/umweltgut/public/grafik.aspx?ThemePage=10) gibt Auskunft, welche Dachflächen in Wien sich aufgrund ihrer flachen Neigung prinzipiell zur Begrünung eignen, indem er für beliebig wählbare Stadtplanausschnitte die für eine Dachbegrünung besonders geeigneten Dächer anzeigt. Dabei werden zwei Kategorien differenziert: Flachdächer bis fünf Grad Neigung (für intensive und extensive Gründachnutzung sehr gut geeignet) und flach geneigte Dächer bis 20 Grad Neigung (für extensive Gründachnutzung geeignet). Nicht berücksichtigt werden dabei Statik und Denkmalschutz, diese Faktoren sind gesondert zu überprüfen.

Verdrängung der Pflanzen

Grünflächen werden oft nicht erhalten, sondern durch Neu- oder Anbauten ersetzt. Der Bedarf an Gebäuden in Großstädten wächst immer weiter, weshalb die Grünflächen zunehmend als Bauplätze verwendet werden. Durch das Wachstum der Städte kommt es vermehrt zu versiegelten Flächen. Derartige Prozesse sind die Hauptursache für die Temperaturerhöhungen in Stadtgebieten im Gegensatz zum unbebauten Umland. Dadurch werden Hitzeinseln gebildet, welche in weiterer Folge zu erheblichen Beeinträchtigungen der Gesundheit (z. B. Hitzestress) führen können.

Wiederkehr der Pflanzen in die Stadt

Fassaden und Dächer beherbergen ein bisher oft ungenutztes Potenzial zur Begrünung von stark versiegelten Stadtbereichen. Allein 20 Prozent der Dächer in Wien eignen sich für eine Dachbegrünung. Durch diese Maßnahmen kann zumindest ein Teil der Pflanzen wieder Einzug in die Stadt halten. In den letzten Jahren wurden Fassaden- und Dachbegrünungen in der Stadt durch staatliche Förderungen immer populärer.

Doch nicht nur Gebäude bieten sich zur Begrünung an, auch Straßen und Wege sollten dafür genutzt werden. Vor allem Bäume entlang von Straßen und Wegen spenden nicht nur Schatten im Sommer, sondern reinigen auch gleichzeitig die Luft und machen die Stadt lebenswerter. Entlang begrünter Straßen können außerdem Luftschneisen entstehen, welche für eine gute Luftzirkulation in der Stadt sorgen, die oft fehlt.

Parkplätze stellen oft große versiegelte Flächen dar, auf denen das Wasser nur oberflächlich abgeführt wird. Diese Flächen heizen sich im Sommer stark auf. Hier könnten Rasengittersteine und Bäume Abhilfe schaffen. Diese sorgen für Schatten und speichern noch dazu das Regenwasser auf den offenen Pflanzflächen.

Anforderungen an Pflanzen in der Stadt

Natürlich eignet sich nicht jede Pflanze für den Lebensraum Stadt. Anders als wir Menschen sind die Pflanzen den extremen Wetterbedingungen das ganze Jahr über ausgesetzt. Das heißt, für die Begrünung von Städten müssen Pflanzen ausgewählt werden, die sehr hitzeverträglich sind, Resistenz gegen Streusalze und Auftaumittel aufweisen, aber auch frostigen Temperaturen standhalten und dazu auch an sehr windigen Tagen standhaft bleiben. Zusätzlich gibt es oft das Problem, dass den Pflanzen in den Städten nur sehr wenig Platz zur Verfügung steht. Vor allem im Erdreich kommt es mit unterirdischen Versorgungeinbauten zu enorm beengten Platzverhältnissen. Es werden also Pflanzen benötigt, die auch mit wenig Erde und Wasser auskommen und sich an den jeweiligen Standort anpassen können. Eine weitere große Herausforderung für Pflanzen in der Stadt sind Hunde, da wegebegleitende Bäume täglich mit mehreren Litern Hundeurin getränkt werden.

Positive Eigenschaften von Pflanzen

Pflanzen haben viele positive Eigenschaften. Durch Fotosynthese erzeugen Pflanzen den für Menschen und Tiere lebenswichtigen Sauerstoff und reinigen zusätzlich die Luft. Für viele Tiere bilden Pflanzen einen Raum zum Leben – von kleinen Tieren, die sich im Moos tummeln, bis hin zu großen Tieren, die im Wald leben. Durch Verdunstung haben Pflanzen einen Einfluss auf das Mikroklima. Eine größere Anordnung von Pflanzen wie Hecken oder Wälder kann sogar als Lärmschutz dienen. Bei Fassaden- und Dachbegrünungen fungieren sie sogar als Wärmedämmung. Und nicht zu vergessen ist natürlich der ästhetische Aspekt, den Pflanzen auf die Umgebung und unser Wohlbefinden haben.

Beitrag von Pflanzen zum Regenwassermanagement

Versiegelte Flächen wie Beton und Asphalt verhindern die Versickerung von Regenwasser bei Starkregenereignissen oder bei der Schneeschmelze im Frühjahr und führen in weiterer Folge zur Überlastung des städtischen Kanalnetzes und somit zu Überschwemmungen. Begrünte Flächen bieten eine zusätzliche Kapazität zur Wasserrückhaltung, indem das Substrat und die Pflanzen das Regenwasser direkt aufnehmen bzw. erst zeitversetzt und in geringeren Mengen wieder abgeben. Zwischen 70 und 80 Prozent der Niederschläge können so zurückgehalten werden und gelangen somit auch nicht in die städtische Kanalisation.

Aha!

Wie viel Wald gibt es in Österreich?
48 Prozent des österreichischen Grundes sind mit Wald bedeckt, das entspricht etwa vier Millionen Hektar. Die Waldflächen in Österreich wachsen, da mehr Bäume angepflanzt als geerntet werden. So bekommt der Wald jede Sekunde einen Zuwachs von einem Kubikmeter Holz.

Wie viele Bäume gibt es in Wien?
In Wien gibt es etwa 100.000 Alleebäume. Durchschnittlich werden jedes Jahr 2.000 neue Bäume gepflanzt.

Wie viel Fläche wird in Österreich verbaut?
Täglich werden in Österreich 20 Hektar Land verbaut, das entspricht etwa 30 Fußballfeldern. Im Jahr sind das 7.300 Hektar.

Wann entstanden die ersten Wälder?
Im Devon (vor ca. 370 Millionen Jahren) gab es bereits die ersten Wälder aus baumartigen Pflanzen. Später im Karbon (vor 320 Millionen Jahren) breiteten sich riesige Sumpfwälder aus, welche den CO2-Gehalt der Atmosphäre enorm senkten und den Sauerstoffgehalt in der Atmosphäre auf 30 % anreicherten.

Pflanzen als natürliche Klimaanlagen

Pflanzen kühlen durch ihre Verdunstungsleistung ihre unmittelbare Umgebung. Bei Bauwerksbegrünungen führt dies zu einer spürbar verminderten Aufheizung der Fassaden und Dächer und somit angenehmeren Temperaturen innerhalb der Gebäude. Dadurch wirken begrünte Flächen in Stadtgebieten wie natürliche Klimaanlagen. Die aus Fassaden- und Dachbegrünungen resultierende Pufferwirkung führt zur Verminderung temperaturbedingter Spitzenwerte, wodurch Kosten für Klimaanlagen im Sommer und Heizungen im Winter eingespart werden können.

Verbesserung der Luftqualität und Lärmminderung

Pflanzen haben die Fähigkeit, durch ihre Blattoberfläche Schadstoffe zu filtern, und leisten damit einen wesentlichen Beitrag in Hinblick auf die städtische Feinstaubbindung und Luftreinigung. Die Substrate und Pflanzen haben außerdem eine lärmabsorbierende Wirkung, wodurch – abhängig von der Substrattiefe, von den verwendeten Materialien und dem Deckungsgrad der Vegetation – eine wesentliche Lärmminderung insbesondere im Inneren eines Gebäudes erreicht werden kann.

Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Welche verschiedenen Arten von Bepflanzungen habt ihr in der Stadt schon gesehen?
- Welche Arten von Bodenversiegelungen gibt es, die Wasser durchlassen?
- Welche Rolle spielen Pflanzen in der Stadt?
- Welchen Extrembedingungen sind Pflanzen in der Stadt ausgesetzt?
- Was passiert bei der Fotosynthese?
- Im Mathematikunterricht können die Kinder und Jugendlichen berechnen, wie viele Gießkannen sie mit aufgesammeltem Regenwasser füllen könnten bzw. wie viele Pflanzen sie in der Schule damit gießen könnten.

Weiterführende Informationen

Videos zum Thema Pflanzen

Video: „Pflanzenkraft“ (Sekundarstufe I): Wie Pflanzen wachsen
http://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/pflanzenkraft.php5 (Sendung mit der Maus, Dauer: 6 min 10 s)

Video: „Wildkräuter“ (Sekundarstufe I): wichtige Funktionen von Ackerwildkräutern
http://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/wildkraeuter.php5 (Sendung mit der Maus, Dauer: 4 min 30 s)

Kurzdokumentationen zum Thema Pflanzen in der Stadt

Infos und Kurzvideos zum Thema Pflanzen in der Stadt (Sekundarstufe I und II)
http://www.planet-wissen.de/natur/umwelt/invasionsbiologie/pwiepflanzeninderstadt100.html (Planet Wissen, Dauer: zwischen zwei und drei Minuten)

Informationen zum Thema Pflanzen in der Stadt

Infos zu Pflanzen in der Stadt
http://www.naju-wiki.de/index.php/Pflanzen_in_der_stadt

Wiener Stadtgärten in Zahlen
https://www.wien.gv.at/umwelt/parks/statistik.html

Wasserspeicherkapazität messen

Anhand des Versuchsaufbaus wird ein Regenereignis auf jeweils bewachsenem, offenem und versiegeltem Boden nachgeahmt. Auf diese Weise wird die Bodenerosionswirkung* veranschaulicht. Zudem wird die unterschiedliche Wirkung von Regen auf den Boden hinsichtlich Versiegelungsgrad und Bodenvitalität hervorgehoben.

Vorbereitung

Vorbereitend ist eine geeignete Aufständerung bzw. Halterung für die drei PET-Flaschen anzufertigen. Erde und Rasenziegel* sind kurz vor dem Versuch frisch zu entnehmen.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Die PET-Flaschen werden bis nahe dem Flaschenhals längs halbiert.

2. In eine der PET-Flaschen wird lose Erde gefüllt und etwas angedrückt, in eine andere wird der Rasenziegel* eingedrückt, die dritte Flasche bleibt leer.

3. Die Flaschen werden mithilfe der Stützen so positioniert, dass sie leicht geneigt sind und die Öffnung nach unten zeigt. Unter jede Flaschenöffnung wird eine Schale gestellt. Jeder Messbecher wird mit einem halben Liter Wasser befüllt. Die Flaschen bzw. die Schalen werden wie folgt beschriftet.
   - Leere Flasche = versiegelter Boden (z. B. Asphalt)
   - Flasche gefüllt mit loser Erde = nicht bewachsener, ungeschützter Boden (z. B. abgeernteter Acker)
   - Flasche gefüllt mit Rasenziegel* = bewachsener, geschützter Boden (z. B. Rasen)

4. Einige Schülerinnen und Schüler gießen den Inhalt je eines Messbechers auf je eine der Versuchsflächen (möglichst mit gleicher Geschwindigkeit und aus gleicher Höhe). Die restlichen Schülerinnen und Schüler beobachten den Vorgang.

5. Diskutieren Sie mit den Schülerinnen und Schülern deren Beobachtungen.
   - Wo ist das Wasser am schnellsten bzw. langsamsten abgeflossen?
   - In welcher Flasche wurde mehr Erde ausgespült? Wieso ist das so?
   - Welche Bedeutung hat das für den Menschen hinsichtlich Naturgefahren (Schlammlawinen, Hochwasser)?
   - Was kann man tun, um den Boden vor Erosion* zu schützen?
   - Welches Wasser ist trinkbar und warum?
   - Welcher Boden, glaubt ihr, ist der vitalste?

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Physik, Chemie

Benötigte Materialien: drei 2-l-PET-Flaschen, Wasser, Schere, lose Erde, Rasenziegel*, Stützen, drei flache Schalen (Fassungsvermögen mindestens 1 l), drei Messbecher (Fassungsvermögen mindestens 0,5 l), Etiketten, Stift

Erforderliche Räumlichkeiten/ Ausstattung der Räume: eigenes Klassenzimmer

Ideal für: Gesamtgruppe, aufgeteilt in Kleingruppen mit 6-7 Schülerinnen und Schülern (die Kleingruppen führen jeweils ein gemeinsames Protokoll)

Zeitbedarf: 1–2 Unterrichtseinheiten

Ziele

- Kennenlernen der Gefahren für den Boden mit Fokus auf Erosionswirkungen

Grüne Schulhöfe und Schulgärten

Besonders in dicht bebauten Gebieten spielen Schulhöfe eine wichtige Rolle als Treffpunkt für Schülerinnen und Schüler. Doch nicht nur für die Aufenthaltsqualität sind diese Plätze wichtig, sondern auch als Grünflächen zur Verdunstung von Wasser, Regenwasserrückhaltung und Sauerstoffproduktion. Da Kinder und Jugendliche einen Großteil ihres Tages in der Schule verbringen, ist es wichtig, das Umfeld so erholend, abwechslungsreich und schadstofffrei wie möglich zu gestalten.

Aha!

Wie viel Sauerstoff kann ein durchschnittlicher Laubbaum im Jahr produzieren?
Bei einem jährlichen Niederschlag von etwa 800 Millimetern kann ein durchschnittlicher Laubbaum von 15 bis 20 Metern Höhe pro Stunde etwa 370 Liter Sauerstoff produzieren. Hochgerechnet auf ein Jahr sind das etwa drei Millionen Liter Sauerstoff. Wie viel Sauerstoff verbraucht dann ein Mensch? (Siehe „Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen“)

Wie heiß wird der asphaltierte Schulhof im Sommer?
Bei einer Lufttemperatur von 30 Grad Celsius im Sommer heizt sich der asphaltierte Schulhof auf über 60 Grad Celsius auf. Der Asphalt heizt sich so enorm auf, dass Menschen nicht mehr barfuß darauf gehen können. Viel angenehmer hingegen ist es, auf einer Wiese zu gehen.

Einfluss auf die kognitive Leistungsfähigkeit

Neben diesen ökologischen Aspekten, welche für den Einsatz pflanzlichen Grüns in Schulhöfen und Schulgärten sprechen, können Pflanzen auch maßgeblich zur Verbesserung der Konzentrationsfähigkeit beitragen. So stellte Nancy M. Wells im Rahmen eine Studie bei Kindern, die aus städtischen Gebieten in grüneres Umland gezogen waren, eine deutliche Verbesserung kognitiver Funktionen fest. Je größer die Veränderungen des vorherigen (vegetationslosen) Wohnortes zum neuen (grüneren) Zuhause waren, desto besser wurde die Fähigkeit der Kinder, ihre Aufmerksamkeit zu bündeln. Die Gestaltung der Freiräume, die Schulen umgeben, sollte aus diesem Grund als zusätzliche Möglichkeit, zum Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler beizutragen, angesehen werden.

Gestaltungsmöglichkeiten für einen Schulhof

Dabei gibt es viele Möglichkeiten, um die beiden Aspekte Treffpunkt und Begrünung zu kombinieren. Es müssen nicht immer Spielgeräte sein, die aus Eisen, Beton oder Kunststoff bestehen und nur für eine bestimmte Funktion gedacht sind. Zur Förderung der Fantasie und Kreativität, aber auch für die Umwelt eignen sich herkömmliche Naturmaterialien wie große Baumstämme oder Steine. Diese können gruppiert oder auch vereinzelt platziert werden und bieten eine abwechslungsreiche Spiellandschaft. Bäume und Sträucher können gezielt als Schattenspender und als Versteckmöglichkeiten gepflanzt werden. Andere Bodenmaterialien, welche sich besonders gut in Schulhöfen und Schulgärten eignen, sind Mulch-, Kies- oder Grasschichten.

Für die Kinder und Jugendlichen können außerdem Ecken zum Verweilen geschaffen werden, in welchen Sitzbänke aus Holz oder Stein in Gruppen angeordnet und mit Bäumen als Schattenspender versehen werden. Auch hier bieten sich Kies und Rasen als natürliche Untergründe an.

Durch die Anlage eines Gartens, Hochbeetes oder Freiluftklassenzimmers kann der Unterricht auch unproblematisch nach draußen verlegt werden. Dabei lernen die Kinder und Jugendlichen aus nächster Nähe.

Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Welche Eigenschaften soll ein Schulhof haben?
- Was sind die Vor- und Nachteile eines öffentlich zugänglichen Schulhofs?
- Welche Arbeiten fallen bei der Pflege von Gärten an?
- In der Nachmittagsbetreuung oder in einem Wahlfach könnte die Pflege der Gärten übernommen werden. Im Mathematikunterricht können Sie die Schülerinnen und Schüler ihren Sauerstoffbedarf errechnen lassen. Bei geringer bis mäßiger Stoffwechselleistung verbraucht der Mensch in der Minute etwa drei bis fünf Milliliter Sauerstoff pro Kilogramm Körpergewicht, dies kann bei hohen Belastungen auf bis auf zehn Milliliter Sauerstoff pro Kilogramm Körpergewicht ansteigen.

Tipp

Bei der Bepflanzung von Schulhöfen ist es natürlich wichtig, dass keine Giftpflanzen verwendet werden. Auch Pflanzen mit Dornen oder Stacheln sollten gemieden werden. Generell sollten eher anspruchslose und robuste Pflanzen verwendet werden, da die ein oder andere Pflanze beim Spielen schon mal beschädigt werden kann.

Weiterführende Informationen

Videos zum Urban Gardening und grünen Klassenzimmer

Video: „Urban Gardening: Bio zum Discounterpreis?“ (Sekundarstufe I, II)
http://www.weltderwunder.de/videos/0_avln2qex (Welt der Wunder, Dauer: 11 min 18 s)

Video: „Informieren und Spenden – Nachhaltiges Wirtschaften im grünen Klassenzimmer“ (Sekundarstufe I, II)
https://www.youtube.com/watch?v=bQpJmNUIsf4 (Dauer: 4 min 30 s) Info: Ab 3 min 44 s, wird zum Spenden aufgerufen.

Informationen zum Gestalten von Schulhöfen

Info: Schulhöfe – planen, gestalten, nutzen
http://www.bug-nrw.de/cms/upload/pdf/Schulhoefe%5B1%5D.pdf

Bau von **Blumenbomben**

Die Schülerinnen und Schüler basteln Blumenbomben. Das sind kleine Tongemischkugeln mit Samen, welche auf kahle, nicht bewachsene Erdflächen gelegt werden können, um diese dann in einem prachtvollen Pflanzenmix erblühen zu lassen.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Bildnerische Erziehung

Benötigte Materialien: Blumenerde oder pflanzlicher Kompost*, Tonpulver, Wasser, Blumensamen, Becher oder Glas, große Schüssel zum Mischen, feste Unterlage, um die Kugeln zu trocknen (z. B. altes Backblech)

Erforderliche Räumlichkeiten/ Ausstattung der Räume: Klassenzimmer und Schulgarten/ Schulhof

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: 3 Unterrichtseinheiten

Ziele

- kreatives Arbeiten mit Pflanzen
- spielerisches Lernen
- Pflanzenwachstum beobachten
- Begrünung des Schulgartens/ Schulhofs

Weiterführende Informationen

In der WDR-Mediathek finden Sie die Folge der Sendung „Wissen macht Ah!“, in welcher die Blumenbomben gebastelt werden.
http://www.wdr.de/tv/wissenmachtah/sendungen/08_12.php5

Vorbereitung

Die Angaben reichen etwa für 20 „Blumenbomben“, je nach Klassengröße können Sie auch die zwei- oder dreifache Menge herstellen.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. 1 Becher Samen und 4 Becher Blumenerde oder pflanzlichen Kompost* in einer Schüssel mischen. Danach 4 Becher Tonpulver dazugeben und wieder mischen. Dabei immer etwas Wasser nach Gefühl dazugeben, sodass diese Masse nicht zu flüssig und nicht zu fest ist (ähnlich wie bei einem Plätzchenteig). Durchkneten, bis eine feste Masse entsteht.

2. Wenn die Masse fertig ist, werden daraus etwa tischtennisballgroße „Bomben“ geformt. Die fertigen Kugeln 1–2 Tage auf einer geeigneten Unterlage in der Sonne trocknen lassen.

3. Nachdem die „Bomben“ nun getrocknet sind, können sie auf kahlen Erdflecken auf dem Schulhof verteilt werden. Der Regen weicht die Kugeln auf und verteilt die Mischung auf der kahlen Erdfläche.

4. Nun können Sie mit den Schülerinnen und Schülern beobachten, wie sich die Bomben langsam entwickeln. Sollte es gerade sehr trocken sein, können Sie auch mit etwas Wasser nachhelfen, um schneller eine Veränderung zu sehen.

Tipp

Samenauswahl
Bei der Auswahl der Samen sollte darauf geachtet werden, dass die Pflanzen heimisch sind und idealerweise ungiftig. Besonders eignen sich Astern, Salbei, Lavendel und Schafgarbe. Es können auch Samenpackungen verwendet werden, in denen bereits verschiedene Blumen- oder Kräutermischungen angeboten werden.

Aufbewahrung
Sollten die Blumenbomben nicht gleich nach dem Trocknen verwendet werden, können Sie diese in Stoffsackerln (luftdurchlässig) oder alten Eierkartons aufbewahren.

Bestandsaufnahme und **Bepflanzen**

Die Schülerinnen und Schüler analysieren den Schulgarten/-hof und nehmen in einer Bestandsaufnahme die vorhandenen Pflanzen und die von den Pflanzen gebildeten Räume auf. In weiteren Übungen werden die Schülerinnen und Schüler auf die Bedeutung von Pflanzen aufmerksam gemacht und planen selbst ihren Schulgarten/-hof.

Vorbereitung

In Form von Exkursionen können Sie im Vorfeld mit den Kindern und Jugendlichen bereits Erfahrungen zum Thema Raumgestaltung mit Pflanzen sammeln. Gehen Sie dazu z. B. in Parkanlagen und analysieren Sie mit dem beigefügten Arbeitsblatt, wie Pflanzen die Räume strukturieren. Sehen Sie dabei die Pflanzen als raumbildende Elemente, welche verschiedene Flächen abgrenzen. Diese Flächen können offen, stark bewachsen und somit abgeschirmt von Blicken sein, verschiedene Gefühle wie Sicherheit und Ruhe vermitteln oder als Durchzugswege genutzt werden.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Die Schülerinnen und Schüler sollen im ersten Schritt ihren Schulhof kartieren. Verwenden Sie dazu kariertes Papier. Je nach Größe des Schulhofs kann dabei z. B. ein Kästchen einem Meter entsprechen (Maßstab 1 : 200). In ihrem Plan sollen die Schülerinnen und Schüler die Bodenbeläge, das Mobiliar, die vorhandenen Pflanzen (Bäume, Sträucher, Pflanzkübel etc.), die Eingänge sowie die Spiel- und Sportflächen einzeichnen. Außerdem soll der Schulhof aus verschiedenen Blickwinkeln fotografiert werden.

2. Auf Basis der erstellten Pläne wird in der Klasse diskutiert, wie der Schulhof im weiteren Verlauf mit Pflanzen gestaltet werden kann. Dazu können einerseits Pflanzen in Trögen und andererseits direkte Pflanzungen in die Erde eingeplant werden.

3. Von der fertigen Idee, die innerhalb der Klasse diskutiert wurde, soll ein Plan gezeichnet werden, um später bei der Umsetzung als Orientierung zu dienen. Außerdem können auch die Fotos vom Schulhof ausgedruckt und mit der neuen Idee gestaltet werden.

4. Nun können die Ideen auf den Schulhof übertragen werden. Dazu werden die entsprechenden Tröge wie geplant aufgestellt und bepflanzt bzw. die Pflanzungen in der Erde vorgenommen.

Tipp

Wenn Sie sich nicht ganz sicher bei der Anordnung der Pflanzen sind, können Sie diese erst einmal nur hinstellen, ohne sie gleich einzugraben, und so lange herumschieben, bis Sie die passende Position gefunden haben.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Geografie, Psychologie und Philosophie, Bildnerische Erziehung

Benötigte Materialien: Pflanztröge, Arbeitsblatt für Beobachtungen (Skizzen und Beschreibungen), Digitalkamera, kariertes Papier oder Millimeterpapier, Blumenerde, Pflanzen, Handschuhe oder kleine Schaufeln zum Pflanzen, Spaten (falls Pflanzen in die Erde gepflanzt werden sollen)

Erforderliche Räumlichkeiten/ Ausstattung der Räume: Hof und/oder Garten der Schule

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: 4–10 Unterrichtseinheiten

Ziele

- Kenntnisse über Raumwirkung entwickeln
- Kenntnisse über Pflanzen vertiefen
- Sensibilisierung für die Wirkung von Pflanzen
- eigenständiges Gestalten und Umsetzen lernen

Hinweis

Eine Auswahl geeigneter Pflanzen finden Sie im Kapitel „Pflanzenauswahl“.

Fassadenbegrünungen an Schulen

Fassadenbegrünungen sind eine alternative Begrünung für dicht bebaute Städte. Dabei werden die Pflanzen unter Einsatz verschiedenster Trägermaterialien an der Gebäudefassade angebracht. Vertikalbegrünungen weisen neben ökologischen Vorteilen wie Verbesserung der Luftqualität durch Filtern von Staub und Schadstoffen, Reduktion des Wärmeinseleffekts durch kühlende Wirkung der Pflanzen und Lärmminderung durch Schallreduktion auch ökonomische und soziale Nutzen auf.

Geschichte der Fassadenbegrünung

Der erste Einsatz von Pflanzen zur Bauwerksbegrünung liegt bereits einige Jahrtausende zurück. Das älteste Bild von Fassaden mit Kletterpflanzen stammt aus dem alten Ägypten um 2600 vor Christus. Auch die alten Römer und Griechen machten gerne Gebrauch von Kletterpflanzen und verwendeten sie zur Bepflanzung von Pergolen*. Im 17. und 18. Jahrhundert wurden viele neue Arten aus Nordamerika (z. B. die Trompetenblume) eingeführt, im 19. Jahrhundert folgte der Import von Kletterpflanzen aus Ostasien (z. B. der Schlingknöterich). Diese artenreiche Pflanzenauswahl führte zu einem regelrechten Kletterpflanzenboom in Europa, sie wurden zu einem wesentlichen Gestaltungselement in der Architektur. Beispiele für moderne Fassadenbegrünungen der heutigen Zeit sind das Hundertwasserhaus und das Gebäude der Magistratsabteilung 48 in Wien.

Varianten der Fassadenbegrünung

Prinzipiell werden zwei Arten der Fassadenbegrünung unterschieden: die bodengebundene und die wandgebundene Fassadenbegrünung. Im Unterschied zur bodengebundenen Variante ist der Anschluss von wandgebundenen Begrünungen an den natürlichen Boden nicht unbedingt notwendig.

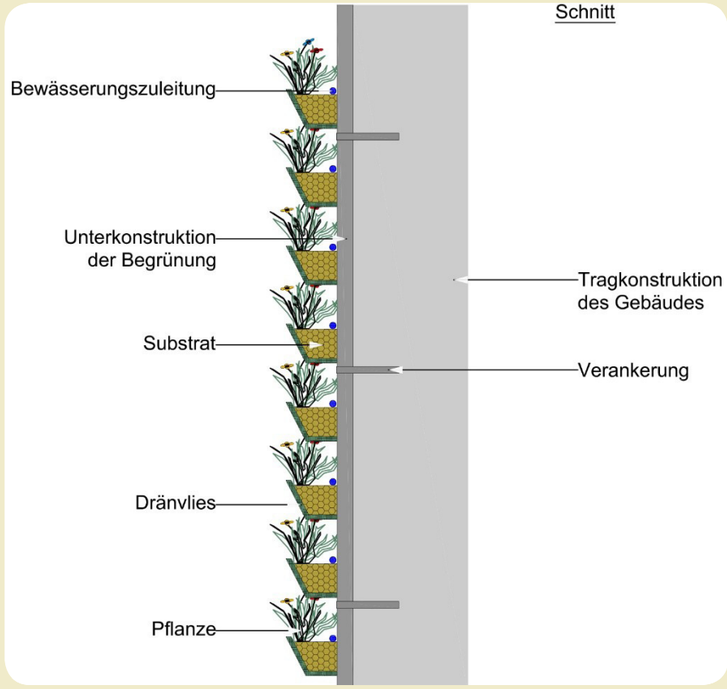
<u>Bodengebundene Fassadenbegrünung</u>

Zu den bodengebundenen Fassadenbegrünungen zählen alle Begrünungen, die im natürlichen Boden wurzeln. Daher sind bodengebundene Fassadenbegrünungen auf den Einsatz von Kletterpflanzen begrenzt. Man unterscheidet hier zwischen direkten und indirekten Fassadenbegrünungen. Unter direkten Fassadenbegrünungen versteht man alle Maßnahmen, die ohne den Einsatz von Kletterhilfen auskommen. Voraussetzung dabei ist die Verwendung von selbstkletternden Kletterpflanzen wie Efeu und Wildem Wein. Sollen windende oder rankende Kletterpflanzen eingesetzt werden (Pfeifenwinde, Geißblatt, Schlingknöterich), wird zusätzlich eine Kletterhilfe aus Holz, Kunststoff oder Metall benötigt.

<u>Wandgebundene Fassadenbegrünung</u>

Wandgebundene Fassadenbegrünungen benötigen keinen Bodenanschluss und können entweder vollflächig oder teilflächig ausgeführt werden. Eine Variante ist die Verwendung von vorgefertigten Pflanzmatten (fünf bis zehn Zentimeter dick), die entweder vollflächig oder abschnittsweise (modular) an der Fassade befestigt werden und gut zu bewässern sein müssen. Der französische Botaniker* und Gartenarchitekt Patrick Blanc war der Wegbereiter der vertikalen Pflanzenwände, auch murs végétaux genannt. Eine andere Möglichkeit der wandgebundenen Fassadenbegrünung ist die Verwendung von

Pflanzwannen. Diese werden horizontal übereinander an der Fassade angebracht und mit geeignetem Pflanzsubstrat gefüllt. Auch hier ist eine Bewässerung unbedingt notwendig. Ein Beispiel für ein teilflächiges Fassadenbegrünungssystem mittels Pflanzwannen befindet sich in Wien am Amtsgebäude der Magistratsabteilung 48 und kann in der Abbildung unten betrachtet werden (Einsiedlergasse 2 im 5. Wiener Gemeindebezirk).
Die Pflanzenauswahl bei wandgebundenen Fassadenbegrünungen ist grundsätzlich sehr vielfältig. Von Sukkulenten* über Gräser, Kräuter und Stauden bis hin zu Gehölzen kann unter Berücksichtigung der Standortansprüche alles eingesetzt werden.



Aha!

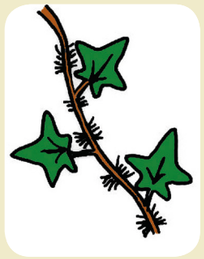
Welchen Tieren bieten Fassadenbegrünungen einen Lebensraum?
Fassadenbegrünungen bieten einen neuen Lebensraum für die städtische Fauna*, insbesondere für Insekten, wie Schmetterlinge, Bienen, Hummeln, und Spinnen. Aber auch einige Vogelarten finden in derartigen Begrünungen einen Rückzugsort und Lebensraum und nutzen ihn als Wasser- und Nahrungsquelle.

Wie nehmen Moose ihre Nährstoffe auf?
Moose entstehen aus Sporen und wachsen auf unterschiedlichen Oberflächen. Am liebsten wächst Moos auf feuchter Erde, kann jedoch auch auf harten Oberflächen wie auf Baumrinden Felsen und Steinen gedeihen. Moose beziehen ihre Nährstoffe aus der Luft oder durch das Wasser, welches vom Stamm abläuft. Sie bringen somit Nährstoffe aus der Atmosphäre* in das Ökosystem* ein.

Tipp

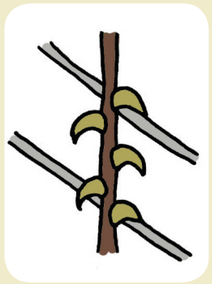
Diskutieren Sie mit den Schülerinnen und Schülern darüber, wo sie diese Fassadenbegrünungen gesehen haben. Welche verschiedenen Arten von Begrünungen waren das? Wo könnten zusätzliche Fassadenbegrünungen entstehen?

Fassadenbegrünungen an Schulen



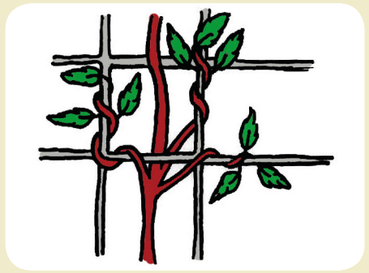
Wurzelkletterer

Haftscheibenranker



Spreizklimmer

Schlinger und Winder

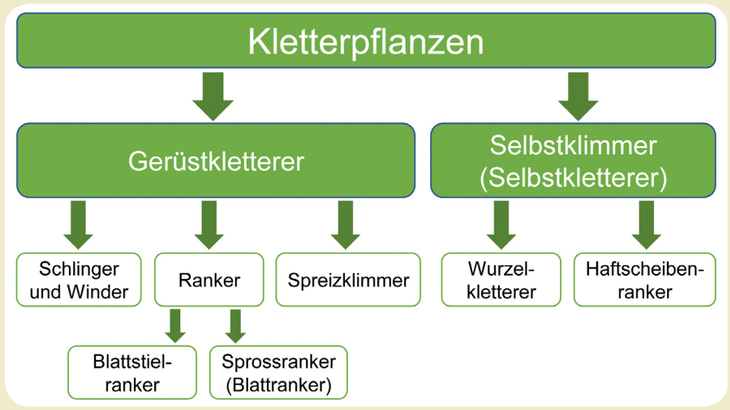


Blattstielranker

Sprossranker (Blattranker)

Kletterorgane

Pflanzen bilden verschiedene Kletterorgane aus, um sich an einer Fassade oder Rankhilfe festhalten zu können. Bei Kletterpflanzen unterscheidet man zwischen Gerüstkletterpflanzen und Selbstklimmern. Bei den Gerüstkletterern werden drei verschiedene Arten unterschieden, und zwar die Schlingpflanzen (auch „Schlinger“ oder „Winder“ genannt), die Rankpflanzen und die Spreizklimmer. Bei den Schlingpflanzen windet sich der ganze Stiel um die Rankhilfe, wie z. B. beim Geißblatt, bei der Klettergurke und bei den Trompetenwinden. Die Rankpflanzen unterteilen sich in Blattstielranker und Blattranker, die auch „Sprossranker“ genannt werden. Blattstielranker bilden Blätter mit langen Stielen aus, die sich an einem Seil oder Draht festhalten können, während Sprossranker anstelle der Blätter Sprosse bilden, die sich an den Rankhilfen festhalten. Ein Beispiel für einen Blattstielranker ist die Clematis, ein Beispiel für einen Sprossranker die Weinrebe. Spreizklimmer (z. B. Kletterrosen und Brombeeren) bilden ihre Dornen so aus, dass sie sich damit an Drähten oder Seilen gut festhalten können. Bei den Selbstklimmenden (Selbstkletternden) gibt es Wurzelkletterer und Haftscheibenkletterer. Beide können sich direkt an der Mauer oder Fassade festhalten. Wurzelkletterer bilden ganz viele kleine Wurzeln aus und Haftscheibenkletterer halten sich mit kleinen scheibenförmigen Ankern an der Fassade oder Mauer fest. Ein Beispiel für einen Wurzelkletterer ist der Efeu, ein Beispiel für einen Haftscheibenranker der Wilde Wein.



Greifen Kletterpflanzen die Fassade an?

Kletterpflanzen suchen an der Außenfassade lediglich Halt mit ihren Organen, die benötigten Nährstoffe nehmen sie mit dem Wasser über die Wurzeln im Boden auf. Ist die Fassade jedoch mit Rissen versehen, kann es passieren, dass die Pflanze darin Kletterorgane ausbildet und diese durch Dickenwachstum* die Fassade beschädigen. Wenn eine Fassade mit einer selbstkletternden Pflanze versehen werden soll, sollte also vorher unbedingt die Fassade auf Risse untersucht werden. Sind keine Risse vorhanden, kann die Pflanze bedenkenlos an der Fassade hochklettern.

THEMA 4

Fassadenbegrünungen an Schulen

Vorteile von Fassadenbegrünungen

Durch das Blattwerk der Pflanzen werden die Schadstoffe aus der Luft gefiltert, Niederschläge werden zurückgehalten und können verdunsten und kühlen somit die Umgebungstemperatur. Zusätzlich entsteht durch das Blattwerk ein Luftpolster, welches das Gebäude im Sommer vor Überhitzung und im Winter (bei immergrünen Kletterpflanzen*) vor extremer Kälte bewahrt. Zahlreiche Studien belegen, dass die Kühl- und Dämmwirkung von Fassadenbegrünungen in den Winter- und Sommermonaten zu einer deutlichen Reduktion der Kosten für Heizung und Klimaanlage beiträgt.
Flächige Begrünungen schützen die darunterliegende Fassade und das Mauerwerk vor Verwitterungsschäden. Auch die Fauna* profitiert von den bepflanzten Wänden. Vögel und Insekten finden darin Unterschlupf und Nahrung. Der ästhetische Aspekt sollte jedoch nicht vernachlässigt werden, denn Pflanzen sind ein natürliches Gestaltungsmittel, welches einen großen Einfluss auf unser Wohlbefinden hat.
In sozialer Hinsicht ist vor allem die therapeutische Wirkung von Vegetation in urbanen Gebieten zu erwähnen. So erholen sich beispielsweise Patientinnen und Patienten mit Blick ins Grüne weitaus schneller als Patientinnen und Patienten mit Aussicht auf Betonflächen.
Die von Perini und Rosasco erstellte Kosten-Nutzen-Analyse zum Thema Fassadenbegrünungen berücksichtigt alle ökologischen, ökonomischen und sozialen Vorteile von Fassadenbegrünungen über ihre gesamte Lebensdauer und stellt sie den durch Anschaffung, Wartung und Entsorgung entstehenden Kosten gegenüber.

Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Welche Vorteile hat eine Fassadenbegrünung?
- Welche Tiere nutzen Fassadenbegrünungen als Lebensraum?
- Welche Arten von Fassadenbegrünungen gibt es?
- Die Geschichte der Fassadenbegrünung kann in den Geschichtsunterricht eingebunden werden.
- In Bildnerischer Erziehung können Sie über den Künstler Patrick Blanc sprechen. Schauen Sie sich gemeinsam einige seiner Arbeiten an und diskutieren Sie mit der Klasse darüber. Entwerfen Sie selbst eine vertikale Pflanzwand und suchen Sie mit den Schülerinnen und Schülern die Pflanzen aus.
- Im Englischunterricht kann ein Interview mit Patrick Blanc angeschaut und später darüber diskutiert werden. Video: https://www.youtube.com/watch?v=63D2UkkTtBQ

Weiterführende Informationen

Videos zum Thema Fassadenbegrünung

Video: „Der One Central Park Tower in Sydney“ (Sekundarstufe I, II)
http://www.prosieben.at/tv/galileo/videos/2015337-der-one-central-park-tower-in-sydney-clip
(Galileo; Dauer: 5 min 30 s)

Video: „Vertikale Gärten von Patrick Blanc“ (Sekundarstufe I, II)
https://www.youtube.com/watch?v=iYaCnZ0bGtQ (SWR; Dauer 4 min 19 s)

Informationen zum Thema Fassadenbegrünung

Info: Forschungen an der TU Wien zum Thema Fassadenbegrünung
https://www.tuwien.ac.at/aktuelles/news_detail/article/9650

Info: Tipps zu Fassadenbegrünung
https://www.tuwien.ac.at/aktuelles/news_detail/article/9650

Info: Arbeiten von Patrick Blanc
http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations

Klettergerüst bauen

Gemeinsam bauen die Schülerinnen und Schüler ein einfaches Klettergerüst aus Holz, das an einer Mauer an der Schule montiert werden soll. An diesem Gerüst sollen später Kletterpflanzen hochwachsen und das Schulumfeld verschönern.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Technisches Werken, Mathematik

Benötigte Materialien: Schlagbohrer, Akkuschrauber, Winkel, Schraubenzieher;

für den Bau eines 2 x 3 m großen Klettergerüsts werden folgende Materialien benötigt:
11 Latten mit den Maßen 48 x 28 x 3.000 mm,
7 Latten mit den Maßen 48 x 28 x 2.000 mm,
3 Kanthölzer mit den Maßen 80 x 50 x 2.000 mm,
ca. 100 Holzschrauben 6 x 50 mm,
12 Dübel für die Fassade und passende Schrauben (die Schrauben sollen etwa 150 mm lang sein und die Dübel dementsprechend 70 mm),
Draht oder Seil, um die Pflanzen an der Rankhilfe zu befestigen

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung der Räume: großflächige Wand (in diesem Beispiel wird eine Fläche von mindestens 2 x 3 m benötigt) ohne Fenster und eine große freie Fläche zum Bauen des Klettergerüstes

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: 10–15 Unterrichtseinheiten

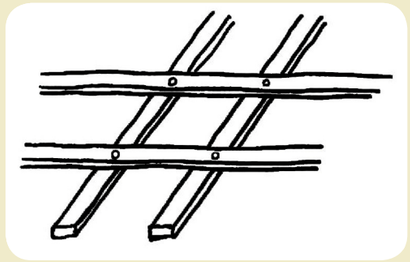
Vorbereitung

Überlegen Sie sich, wie Sie die Rankhilfe dimensionieren wollen, und berechnen Sie dementsprechend die Materialien. Fragen Sie außerdem die Schulwartin bzw. den Schulwart, ob sie bzw. er bei der Montage der Wandhalterung helfen kann (Abklärung mit dem Schulerhalter notwendig).

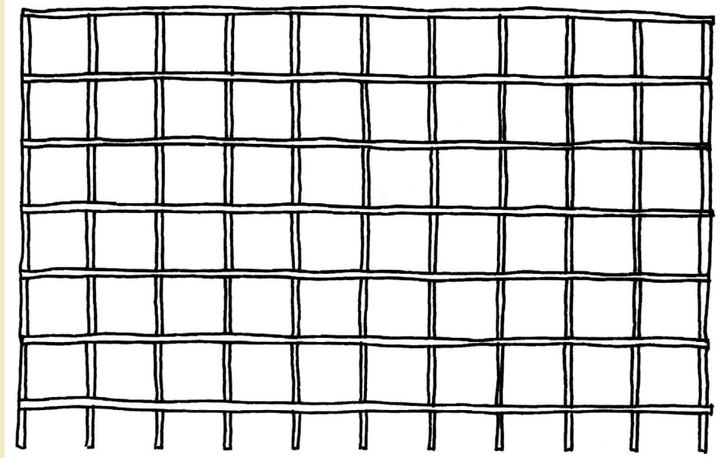
Arbeitsschritte im Unterricht

1. Fertigen Sie mit den Schülerinnen und Schülern eine Konstruktionszeichnung der geplanten Rankhilfe an, diese soll später beim Bau helfen. Die Maße der Rankhilfe sind 2 x 3 m mit einem mittleren Abstand der Latten von etwa 30 cm.

2. Draußen auf dem Schulhof (oder einer anderen großen Fläche) sollen nun die Latten so angeordnet werden, wie sie auf dem Plan eingezeichnet sind. Dazu werden die 3 m langen Latten parallel mit einem mittleren Abstand von 30 cm auf den Boden gelegt, sodass die flache Seite auf dem Boden liegt. Quer darauf (im rechten Winkel) werden die 2 m langen Latten mit der flachen Seite gelegt. Die drei äußeren Latten (vertikale linke und rechte äußerste Latte und die abschließende obere Latte), die einen Rahmen bilden, sollen bündig abschließen.

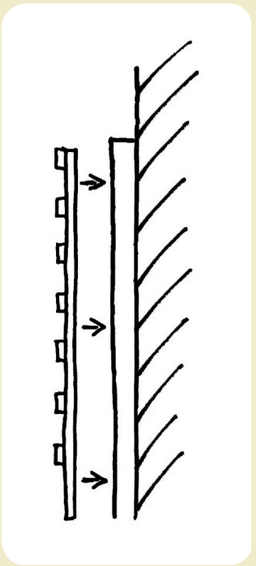


3. Nun können die Latten verschraubt werden. Beginnen Sie mit den äußeren Seiten, um ein stabiles Gerüst zu haben, und prüfen Sie immer wieder mit dem Winkel nach, ob das Gerüst gerade ist bzw. alle Ecken einen 90-Grad-Winkel bilden. Nachdem der äußere Rahmen festgeschraubt ist, können auch die Latten im Inneren fixiert werden. Prüfen Sie auch hier immer wieder mit dem Winkel nach, damit sich die Konstruktion nicht verzieht. Verschrauben Sie die Latten an allen Schnittstellen miteinander, das wären in dieser Konstruktion 77 Schnittstellen.



4. Als Nächstes wird die Wandkonstruktion montiert. Dazu werden die drei Kanthölzer mit einem mittleren Abstand von 1,50 m und einem Abstand von 0,20 m zum Boden an der Wand montiert. Dazu müssen mit dem Schlagbohrer zwölf Löcher für die Befestigung in die Wand gebohrt werden. Jedes Kantholz wird mit vier Dübeln und vier Schrauben befestigt.

5. Wenn die Kanthölzer an der Wand angebracht sind, kann die Rankhilfe darauf verschraubt werden. Dazu werden die restlichen Holzschrauben verwendet.



Ziele

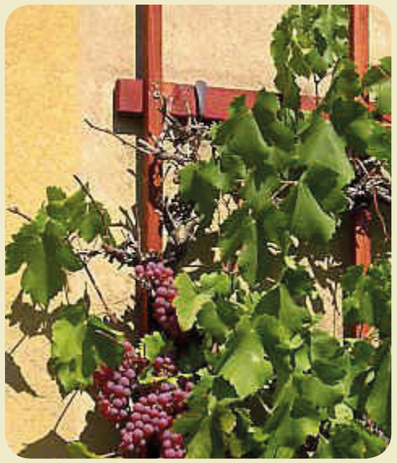
- Förderung von handwerklichen Fähigkeiten
- Pläne zeichnen und lesen lernen
- logisches Denken fördern
- Umgang mit Pflanzen kennenlernen

Tipp

Sie können das Gitter natürlich auch breiter, schmäler, höher oder niedriger bauen. Der Lattenabstand sollte zwischen 30 und 50 cm betragen.

Hinweis

Die Anleitung für die Bepflanzung findet sich in Übung 4.2. Eine Auswahl geeigneter Pflanzen finden Sie im Kapitel „Pflanzenauswahl“.



Fassade bepflanzen

Bei dieser Übung pflanzen die Schülerinnen und Schüler selbstkletternde Pflanzen, die direkt an der Fassade der Schule oder einer Mauer auf dem Schulgelände hochwachsen können.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde

Benötigte Materialien:

Für Pflanzungen im Topf: großer Topf oder Trog ab einem Fassungsvermögen von 150 l (je größer der Topf/Trog, desto größer kann die Pflanze später wachsen), Blumenerde (entsprechend der Topfgröße), Pflanze, etwas Seil oder Draht, Holzstäbe (Länge: die Stäbe sollen von der Pflanze aus im 30- bis 45-Grad-Winkel an die Hauswand gelehnt werden können), Handschuhe oder kleine Schaufeln zum Pflanzen

Für Pflanzungen im Erdreich: Schaufeln, Blumenerde je nach Qualität des Bodens, Pflanzen, etwas Seil oder Draht, Holzstäbe (Länge: die Stäbe sollen von der Pflanze aus im 30- bis 45-Grad-Winkel an die Hauswand gelehnt werden können)

Erforderliche Räumlichkeiten/ Ausstattung der Räume: großflächige Wand (in diesem Fall Außenwand der Schule)

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: 2 Unterrichtseinheiten

Ziele

- Umgang mit Pflanzen kennenlernen
- Förderung von handwerklichen Fähigkeiten

Vorbereitung

Überlegen Sie sich, an welcher Mauer Sie die Pflanze hochwachsen lassen wollen und welche Art von Pflanze Sie nehmen wollen. Wenn an diese Mauer keine versiegelte Oberfläche angrenzt, können Sie auf einen Topf/Trog verzichten und die Pflanze direkt in die Erde eingraben. Falls der Boden vor der Mauer versiegelt ist, brauchen Sie einen Topf oder Trog.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. <u>Erdreich</u>: Graben Sie mit der Schaufel ein Loch in unmittelbarer Nähe zur Wand, die bepflanzt werden soll. Das Loch sollte mindestens der Größe des Wurzelballens der einzusetzenden Pflanze entsprechen (Größe des Topfes, in dem sich die Pflanze zum Zeitpunkt des Kaufs befindet).

   <u>Boden ohne ausreichend Erde</u>: Sollte der Bodenbelag an der ausgewählten Wand nicht aus Erde (sondern z. B. Kies) oder nur zu einem sehr geringen Teil aus Erde bestehen, wird Blumenerde benötigt. Dazu wird ein Loch, welches dreimal so groß und doppelt so tief wie der Blumentopf ist, gegraben, die Blumenerde darin verteilt und mit dem anderen Bodenmaterial an den Rändern vermischt. Heben Sie anschließend eine kleine Mulde (Größe des Wurzelballens der Pflanze) aus, in welche die Pflanze gesetzt wird.

   <u>Topf</u>: Platzieren Sie den Topf in unmittelbarer Nähe der ausgewählten Wand und befüllen Sie diesen bis ca. 15 cm unter der Oberkante mit Blumenerde. Anschließend drücken Sie die Erde etwas an.

2. Erdreich/Blumenerde: Nun wird die Pflanze in dem Loch platziert, das anschließend mit der restlichen Erde aufgefüllt wird. Achten Sie darauf, dass die Wurzeln vollständig in der Erde sind und die Pflanze weder zu hoch noch zu tief im Loch sitzt. Der Teil des Stängels, unter dem die Wurzeln anfangen, sollte sich auf gleicher Höhe mit der Oberkante der Oberfläche befinden.

   <u>Topf</u>: Die Pflanze wird nun in der Mitte des Topfes/Troges platziert. Die Erde sollte von der Höhe her knapp unterhalb des Topf-/Trograndes sein. Sollte dies nicht der Fall sein, gleichen Sie dies aus, indem Sie Blumenerde abtragen bzw. hinzufügen. Wenn die Höhe passt, kann der Topf/Trog mit der restlichen Erde bis knapp unterhalb des Topf-/Trograndes mit Erde befüllt werden. Die Erde nochmal etwas andrücken.

Fassade bepflanzen

3. Anschließend müssen die Pflanzen gegossen werden. Seien Sie dabei nicht sparsam, da das Wasser in jeden Bereich der neuen Erde dringen muss, damit die Wurzeln gut eingeschlämmt* sind.

4. Damit die Pflanze schneller an der Hausfassade hochwächst, kann sie mithilfe von Holzstäben in Richtung Hausfassade geleitet werden. Dazu werden die Stäbe neben die Pflanze in die Erde gesteckt und an die Hauswand angelehnt. Mit Seil oder Draht soll die Pflanze an dem Stab befestigt werden. Vorsicht: Das Seil oder den Draht nicht zu fest zuziehen, da die Pflanze dabei nicht verletzt werden soll. Wenn die Pflanze gut angewachsen ist und sich bereits selbst festhält, sollte das Seil oder der Draht entfernt werden, um das Dickenwachstum* der Pflanze nicht zu stören.

Tipp

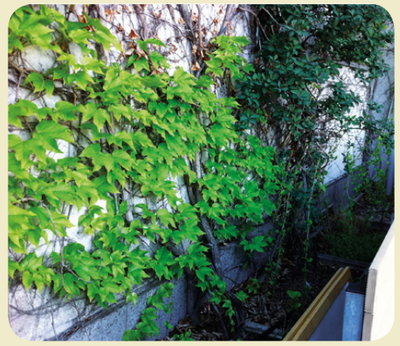
Bevor Sie eine selbstkletternde Pflanze an der Schule hochwachsen lassen, sollten Sie sichergehen, dass die Fassade dafür geeignet ist. Besonders eignen sich Fassaden aus Ziegelmauerwerk und Rauputz. Wichtig ist, dass diese keine Risse aufweisen, da es sonst zu Schäden an der Fassade kommen kann. Folgende Oberflächen sollten nicht mit Selbstklimmern bepflanzt werden: Fachwerk, Holzoberflächen, Wandplatten, vorgehängte Wandelemente, rissanfällige Wände, rissige Putzoberflächen, sanierte Putze mit nur dünnem Oberputz, luftporenhaltige Wärmedämmverputze, kunststoffhaltige Wandanstriche, ausgewittertes Mauerwerk mit Fugen.

Wenn Sie eine Pflanze mit starker Wuchskraft ausgesucht haben, achten Sie darauf, dass diese nicht direkt neben einer Regenrinne hochwächst, da die Pflanze diese zudrücken kann.

Kurz nach der Pflanzung sollte regelmäßig überprüft werden, ob die Pflanzen genügend Wasser haben, vor allem in trockenen Phasen sollten die Pflanzen zusätzlich bewässert werden.

Hinweis

Sehr gut kombinierbar mit Übung 4.3.
Eine Auswahl geeigneter Pflanzen finden Sie im Kapitel „Pflanzenauswahl“.



Pflanzenwachstum beobachten

Mithilfe dieser Übung können die Schülerinnen und Schüler aus nächster Nähe das Pflanzenwachstum und die Kletterorgane von Kletterpflanzen beobachten und kennenlernen.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Bildnerische Erziehung

Materialien: Digitalkamera (optional), Maßstab oder Maßband, Filzschreiber oder farbiges Klebeband

Falls keine Pflanzen vorhanden sind, zusätzlich: Topf, Blumenerde, Spaliere für die Topfpflanzen, Handschuhe oder kleine Schaufeln zum Pflanzen

Erforderliche Räumlichkeiten/ Ausstattung der Räume: Kletterpflanzen auf dem Schulhof oder Topfpflanzen im Klassenzimmer

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: 2 Unterrichtseinheiten

Ziele

- Kennenlernen von Pflanzeneigenschaften
- Beobachten und Interpretieren lernen

Hinweis

Eine Auswahl geeigneter Pflanzen finden Sie im Kapitel „Pflanzenauswahl“.

Vorbereitung

Gibt es bereits Fassadenbegrünungen an der Schule oder im Klassenzimmer? Falls nicht, können Sie dies mit den Übungen 4.1, 4.2 und 5.3 nachholen oder Sie pflanzen verschiedene Formen von Kletterpflanzen in Töpfen im eigenen Klassenzimmer an. Dazu können sie entweder Pflanzen kaufen, die bereits oberirdische Pflanzenteile ausgebildet haben, oder Samen in die Erde pflanzen und Ihre eigenen Kletterpflanzen ziehen.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Bei Pflanzen: Topfen Sie die Pflanzen in einen größeren Topf um und stecken Sie das Spalier hinter der Pflanze in die Erde.

   Bei Pflanzensamen: Füllen Sie die Töpfe mit Erde und geben Sie die Samen ca. 2 cm in die Erde. Halten Sie die Erde so lange feucht, bis die Samen gekeimt sind. Nach der Keimung können Sie dann das Spalier bzw. die Rankhilfe in den Topf geben.

2. Um das Wachstum der Pflanze zu beobachten, sollten wöchentliche Aufnahmen durchgeführt werden. Dabei sollte die Pflanze fotografiert und deren Länge gemessen werden. Um zu beobachten, um wie viel die Pflanze innerhalb einer Woche wächst, sollte der höchste Punkt der Pflanze an der Rankhilfe gekennzeichnet werden. Dazu können sie z. B. einen Filzschreiber oder ein farbiges Klebeband verwenden. Jede Woche sollte notiert werden, um wie viele Zentimeter die Pflanze gewachsen ist (bei einer großen Pflanze, die schon älter ist, können auch nur einzelne Triebe betrachtet werden). Schauen Sie sich die neu ausgebildeten Blätter und Kletterorgane genauer an und fotografieren Sie diese.

3. Nachdem die Pflanze Kletterorgane ausgebildet hat, lassen Sie diese von den Schülerinnen und Schülern zeichnen und gehen Sie gemeinsam die verschiedenen Formen von Kletterpflanzen durch. Inwiefern unterschieden sich diese?

4. Diskutieren Sie später (am Ende des Schuljahrs) über die Beobachtungen. Dazu können Sie sich an den folgenden Fragen orientieren:
   - Um wie viel ist die Pflanze in der Zeit gewachsen?
   - Wie hält sich die Pflanze fest?
   - Wie haben sich die Blätter verändert? (Drehen sie sich zum Beispiel zur Sonne?)
   - In welche Richtung wächst die Pflanze?

Herstellung von **Moosgraffiti**

In dieser Übung sollen die Schülerinnen und Schüler Moosgraffiti herstellen. Dabei lernen sie einerseits die Eigenschaften von Moos kennen und verschönern andererseits das Schulgelände.

Vorbereitung

Überlegen Sie sich, ob jede Schülerin und jeder Schüler mit dem Moosgraffito ein eigenes Bild malen soll oder ob gemeinsam ein großes Bild gestaltet werden soll.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Herstellen der „Farbe“: 500 ml Buttermilch, 200 g Zucker, 2–3 Handvoll Moos und einen Schuss Bier in eine Schüssel geben und alles mixen. Die Konsistenz soll idealerweise ähnlich wie die eines Trinkjoghurts sein.

2. Nun kann die Moosmischung mit dem Pinsel auf Holz oder Betonwände gemalt werden. Am besten eignen sich raue, feuchte und schattige Wände.

3. Nachdem die Moosmischung aufgetragen wurde, sollte sie regelmäßig mit Wasser besprüht werden, falls sie zu trocken wird. Moos nimmt seine Nährstoffe nämlich aus der Luft auf und nicht über die Wurzeln aus dem Boden.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Bildnerische Erziehung

Materialien: Moos, Buttermilch, Zucker, Bier, Schüssel, Mixer, Pinsel, Sprühflasche zum Feuchthalten des gemalten Graffitos

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung der Räume: vertikale oder schräge Wand im Schulgebäude oder draußen auf dem Schulgelände, Mauerwerk

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: 3–6 Unterrichtseinheiten

Ziele

- verschiedene Eigenschaften von Pflanzen kennenlernen
- kreatives Arbeiten mit Pflanzen

Tipp

Wenn die Moosmischung nicht gleich verwendet werden soll, kann sie auch bis zu einer Woche in einem fest verschraubten Glas aufbewahrt werden.

Es ist besser, großflächige Bilder als Bilder mit filigranen Linien zu gestalten, damit das Moos robuster ist.

Begrünungen auf **Schuldächern**

Durch den fortwährenden Verbau städtischer Grünflächen zugunsten von Verkehrs- und Gebäudeinfrastrukturen erlangen innovative Begrünungslösungen immer größere Bedeutung. Dachbegrünungen stellen eine flächige Vegetationsdecke auf Dachflächen dar und bewirken dadurch vor allem in den Sommermonaten eine deutliche Abkühlung des darunterliegenden Raumklimas.
Grundsätzlich wird zwischen zwei Arten von Dachbegrünungen unterschieden, und zwar zwischen der extensiven und der intensiven Dachbegrünung.

Aha!

Welche Temperaturunterschiede gibt es auf einem nicht begrünten und einem begrünten Dach?
Die Temperatur eines begrünten Daches sinkt im Winter nur recht selten unter null Grad Celsius, während im Sommer kaum Temperaturen über 30 Grad Celsius erreicht werden. Ein nicht begrüntes Dach hingegen kann im Winter auf bis zu -25 Grad Celsius abkühlen und im Sommer auf bis zu 80 Grad Celsius aufheizen.

Wie schwer ist eine Dachbegrünung?
Das Gewicht der Dachbegrünung ist abhängig von der Art (einschichtig oder mehrschichtig) und der Mächtigkeit der Substratschicht. Eine etwa fünf Zentimeter dünne Erdschicht hat im feuchten Zustand ein Gewicht von 100 Kilogramm pro Quadratmeter.

Geschichte der Dachbegrünung

Das bekannteste Beispiel eines historischen Dachgartens sind die Hängenden Gärten der Semiramis im Babylon des 6. Jahrhunderts vor Christus. Im antiken Rom wurden auf vielen Villen Dachterrassen angelegt und mit vielfältig bepflanzten Töpfen geschmückt. Ebenfalls berühmt sind die Dachgärten von König Ludwig II. aus dem Jahr 1874, welche sich über dem Festsaal der Residenz in München befanden und sich durch eine üppige Tropenlandschaft auszeichneten. Bekannt ist auch die als Dachgarten angelegte Casinoterrasse mit 20 Kastanienbäumen in Bern, die im Jahr 1936 angelegt wurde. All diese Beispiele zeigen verschiedene historische Dachbegrünungen älterer und jüngerer Zeit.
Ein Beispiel für einen Dachgarten der heutigen Zeit liegt im 14. Wiener Gemeindebezirk. Auf dem Dach einer ehemaligen Sargfabrik findet sich hier ein ca. 1.000 Quadratmeter großer, gemeinschaftlich genutzter Dachgarten mit intensivem Aufbau. Neben den von den Bewohnerinnen und Bewohnern bewirtschafteten Gemüsebeeten befinden sich hier außerdem Obstbäume und Strauchpflanzungen. Ein Artikel über den Dachgarten auf der „Sargfabrik“ können Sie unter folgendem Link nachlesen: http://derstandard.at/2000036932244/Ein-Naherholungsgebiet-auf-dem-eigenen-Dach.

Vorteile von Dachbegrünungen

Dachbegrünungen haben viele positive Eigenschaften. Dazu zählen natürlich die Schadstofffilterfunktion und die Sauerstoffproduktion der Pflanzen. Außerdem wird in den Pflanzen auch CO_2 gebunden.
Gründächer leisten außerdem einen nicht unerheblichen Beitrag im Hinblick auf das städtische Regenwassermanagement. Während versiegelte Oberflächen wie Asphalt und Beton zu einem erhöhten Oberflächenabfluss führen und demnach zu einer starken Belastung des städtischen Kanalnetzes insbesondere während Starkregenereignissen werden, absorbieren Dachbegrünungen das Niederschlagswasser, transpirieren* durch die Pflanzen einen Teil zurück in die Atmosphäre* und geben den Rest zeitversetzt wieder ans städtische Kanalnetz ab. Regenwasserspitzen und eine Überlastung des Kanalnetzes werden auf diese Art und Weise vermieden. Des Weiteren entsteht ein natürlicher Puffer für Regenwasser, welches durch die Pflanzen und das Substrat aufgenommen werden kann.
Für das Gebäude selbst dient das begrünte Dach als Wärme- und Schalldämmer. Zusätzlich bilden Dachgärten Lebensräume für die städtische Flora* und Fauna* und tragen damit zur Erhaltung der Biodiversität bei. Darüber hinaus verlängert eine Dachbegrünung die Lebensdauer eines Daches enorm.

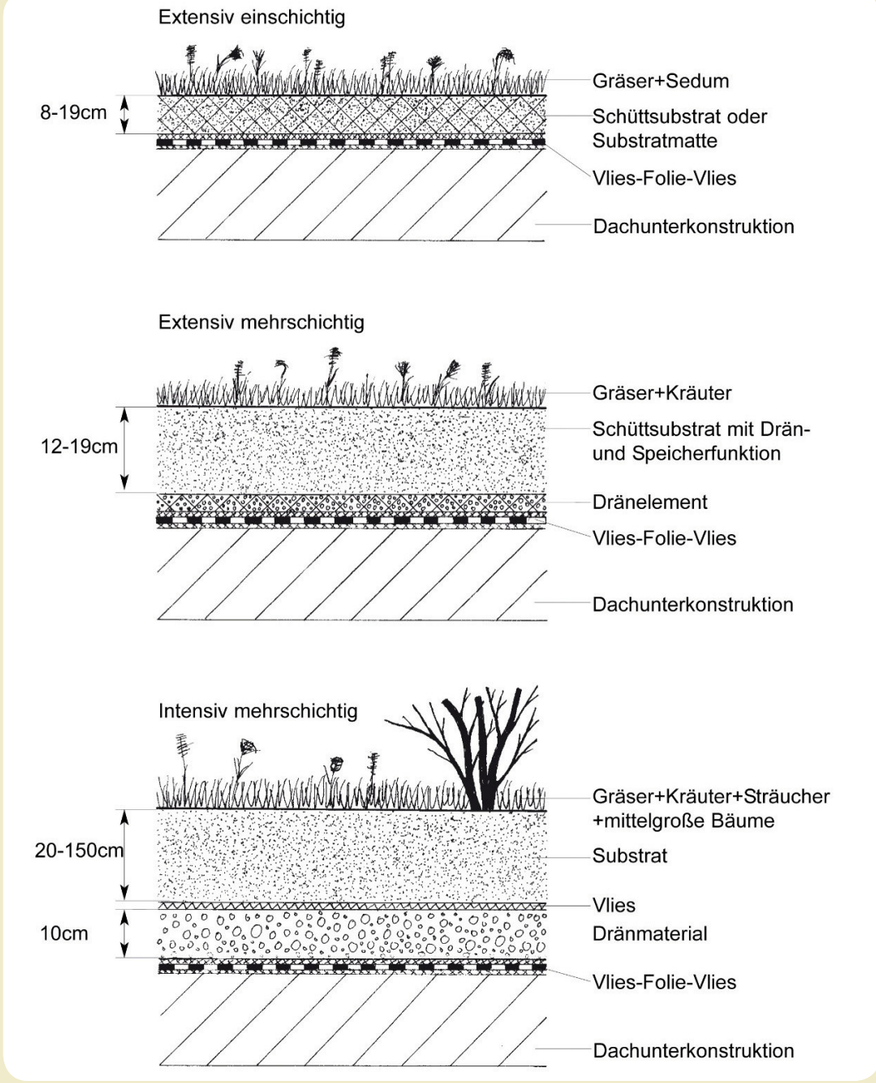
Begrünungen auf **Schuldächern**

Extensive und intensive Dachbegrünung

Extensive Dachbegrünungen haben einen dünnschichtigen (meist einschichtigen) Aufbau und werden mit Pflanzen ausgestattet, die nur wenig pflegebedürftig sind und trotzdem dauerhaft erhalten werden können. Eingesetzt werden oft *Sedum*-Arten, Moose, Gräser und Kräuter.
Intensive Dachbegrünungen werden durch ihren mehrschichtigen Aufbau charakterisiert, der zwar einen hohen Pflegeaufwand verursacht, aber starker Nutzung und hoher Gewichtsbelastung standhalten kann. Durch den dickschichtigen Bodenaufbau können neben Gräsern, Kräutern und Stauden auch Gehölze und Gemüsekulturen zur Bepflanzung verwendet werden.

Tipp

Dachbegrünungen sollten einmal im Jahr auf ungewollte Pflanzenarten untersucht werden. Diese könnten durch Vögel oder den Wind herbeigetragen worden sein. Das Problem bei fremd eingebrachten Arten kann sein, dass deren Wurzelausbildung so stark ist, dass sie die Konstruktion durchdringt und das Dach beschädigt.



Begrünungen auf Schuldächern

Weiterführende Informationen

Videos zum Thema Dachbegrünung

Video: „Dachbegrünung“ (Sekundarstufe I, II), Aufbau und Vorteile von begrünten Dächern
http://www.prosieben.at/tv/galileo/videos/dachbegruenung-clip
(Galileo, Dauer: 13 min 29 s)

Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Welche Vorteile hat eine Fassadenbegrünung?
- Welche Tiere nutzen Fassadenbegrünungen als Lebensraum?
- Welche Arten von Fassadenbegrünungen gibt es?
- Die Geschichte der Fassadenbegrünung kann in den Geschichtsunterricht eingebunden werden.
- In Bildnerischer Erziehung können Sie über den Künstler Patrick Blanc sprechen. Schauen Sie sich gemeinsam einige seiner Arbeiten an und diskutieren Sie mit der Klasse darüber. Entwerfen Sie selbst eine vertikale Pflanzwand und suchen Sie mit den Schülerinnen und Schülern die Pflanzen aus.
- Im Englischunterricht kann ein Interview mit Patrick Blanc angeschaut und später darüber diskutiert werden. Video: https://www.youtube.com/watch?v=63D2UkkTtBQ

Aufbau von Dachbegrünungen

Dachbegrünungen können ein- oder mehrschichtig aufgebaut sein. Beim einschichtigen Aufbau erfüllt ein Stoffgemisch (Ziegelsplitt, Ziegelbruch, Lava, Blähschiefer*, Blähton* mit 15 bis 20 Prozent Feinanteilen) die Vegetations- und Dränfunktion, während die Stoffe (Stoffgemische) für die Vegetations- und Dränschicht beim mehrschichtigen Aufbau durch eine Filterschicht (meist ein Vlies) getrennt werden, um ein Einschlämmen* von Feinmaterial in die Dränschicht zu vermeiden.

Dränschicht

Eine Dränschicht dient dazu, überschüssiges Wasser gezielt abfließen zu lassen. Vor allem bei Dachbegrünungen ist eine Dränschicht wichtig. Da die Substratschicht nicht allzu dick ist, würden die Pflanzen bei starkem Regen überschwemmt werden. Aus diesem Grund wird unter dem Substrat eine Dränschicht angelegt, die dafür sorgt, dass die Pflanzen nicht überschwemmt werden und das Wasser abfließen kann. Dabei besteht die Dränschicht aus einem Material, durch welches das Wasser gut abfließen kann, wie zum Beispiel Kies.

Filterschicht

Die Filterschicht besteht aus einem feinen Material, meist einem Vlies, und dient dazu, dass keine Substratteilchen mit dem abfließenden Wasser vom Dach geschwemmt werden. Wenn die Filterschicht nicht wäre, würde nach und nach das Substrat abgetragen werden und es könnten keine Pflanzen mehr auf dem Dach wachsen.

Vegetationstragschicht

Die Vegetationstragschicht kann aus mineralischen Schüttstoffgemischen ohne oder mit organischem Material oder Bodenmaterialgemischen bestehen. Chemische, physikalische und biologische Eigenschaften müssen an die Ansprüche der Pflanzen angepasst werden. Der Ton- und Schlussgehalt sollte je nach Aufbauhöhe zehn bis 20 Prozent nicht überschreiten, der Gehalt an organischem Material ist auf drei bis 15 Gewichtsprozent begrenzt. Die Wasserkapazität sollte zwischen 20 und 65 Prozent liegen, der pH-Wert sollte 5,5 bzw. 8,0 nicht unter- bzw. überschreiten.

Bepflanzung

Für extensive Dachbegrünungen werden, wie der Name bereits anklingen lässt, pflegeextensive Pflanzen eingesetzt, beispielsweise *Sedum*-Arten, Moose, Gräser und Kräuter. Die Gattung *Sedum* (auch „Fetthenne“ oder „Mauerpfeffer“ genannt) ist eine Pflanzengattung, die etwa 500 Pflanzenarten umfasst. Das Besondere an dieser Gattung ist, dass die Pflanzen sehr pflegeleicht sind und durch ihre dickfleischigen Blätter eine gute Wasserspeicherung besitzen.
Bei der intensiven Dachbegrünung können neben den vorhin aufgezählten Pflanzen auch Sträucher, Gemüse und kleine Gehölze angepflanzt werden.

Bepflanzen eines Flachdachs

Flache Dächer lassen sie ganz einfach und schnell mit Topfpflanzen begrünen. Dadurch werden angenehme Räume geschaffen und zusätzlich wird das Mikroklima auf dem Dach verbessert.

> Vorbereitung

Beim Kauf der Tröge sollte darauf geachtet werden, dass an der Unterseite Löcher sind, damit es bei Starkregen nicht zu Staunässe kommt und das überflüssige Wasser abrinnen kann.

> Arbeitsschritte im Unterricht

1. Suchen Sie einen geeigneten Platz für die Tröge aus. Es darf dort ruhig etwas windstiller sein.
2. Nachdem Sie die Tröge an den ausgewählten Stellen platziert haben, befüllen Sie nun die unteren 5 cm mit dem Drainagematerial. Diese Schicht verhindert, dass es später zu Staunässe kommt.
3. Auf die Drainageschicht wird ein Vlies eingelegt. Wenn Sie ein Gemüsevlies verwenden wird, dann sollten Sie dieses doppelt verwenden. An den Rändern des Troges biegen Sie das Vlies nach oben und drücken es ganz an den Rand, sodass die Erde nicht zwischen Trog und Vlies in die Drainageschicht gelangen kann.
4. Auf das Vlies wird nun die Erde gefüllt, bis auf etwa 10 cm unter der Oberkante.
5. Nun werden die Pflanzen in die Tröge gepflanzt und mit Blumenerde bis kurz unter den Rand aufgefüllt. Die Erde darf dabei zum Schluss ruhig etwas festgedrückt werden.
6. Zum Schluss werden die Pflanzen ausreichend und gut gegossen, damit sich die Erde um die Wurzeln gut verschlämmen* kann.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde

Materialien: große Pflanztröge mit Löchern auf der Unterseite, Blumenerde, verschiedene Pflanzen, Material für Drainageschicht z. B. alte Ziegel oder Blähton* oder grober Kies oder Drainagekugeln, Vlies (z. B. Gemüsevlies, welches doppelt eingelegt wird), Handschuhe oder kleine Schaufeln zum Pflanzen

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung der Räume: flaches begehbares Dach oder Dachterrasse

Ideal für: gesamte Klassen, eingeteilt in Kleingruppen mit 3 Schülerinnen und Schülern

Zeitbedarf: 2–3 Unterrichtseinheiten

Ziele

- Umgang mit Pflanzen kennenlernen
- Schulung von gestalterischen Fähigkeiten

Tipp

Sie können die Pflanztröge auch auf einen fahrbaren Untersatz stellen, so sind diese nicht an einen Ort gebunden und können beliebig verschoben werden.

Hinweis

Eine Auswahl geeigneter Pflanzen finden Sie im Kapitel „Pflanzenauswahl“.

Hochbeet auf dem **Dach**

Ein flaches Schuldach eignet sich sehr gut, um Obst, Gemüse und Kräuter anzubauen. Dazu legen die Schülerinnen und Schüler gemeinsam ein Hochbeet an und bepflanzen dieses mit unterschiedlichen Gemüsesorten.

Unterrichtsfächer: Technisches Werken, Biologie und Umweltkunde

Materialien: Kompost* oder Blumenerde, grobe Gartenabfälle wie Äste und feinere Gartenabfälle wie Laub, Rasenschnitt, Stroh; Handschuhe oder kleine Schaufeln zum Pflanzen

Für den Bau eines 0,80 x 1,20 x 1,80 m großen Hochbeets werden folgende Materialien benötigt:
Rauspund* aus Lärche, einseitig gehobelt, achtmal 50 x 200 x 1.800 mm und achtmal 50 x 200 x 1.100 mm,
4 Vierkanthölzer 80 x 80 x 800 mm,
100 Edelstahlschrauben 6 x 90 mm, Noppenbahn 1.000 x 7.000 mm, Bitumenfolie 1.600 x 2.300 mm (kann auch aus 2 Bahnen zusammengelegt werden), Holztacker und Klammern, Akkuschrauber, Schraubenzieher, Maßband oder Zollstock

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung der Räume: flaches begehbares Dach oder Dachterrasse

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: 10–15 Unterrichtseinheiten

Vorbereitung

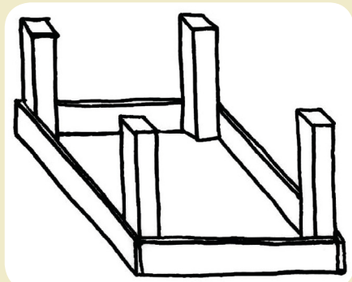
Die aufgelisteten Materialien entsprechen einem Hochbeet mit den Maßen 0,80 x 1,20 x 1,80 m. Bei einer anderen Dimensionierung müssen die Materialien dementsprechend neu berechnet werden.

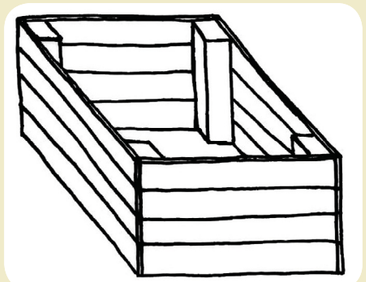
Arbeitsschritte im Unterricht

1. Erstellen Sie mit den Schülerinnen und Schülern einen Konstruktionsplan für das geplante Hochbeet, damit Sie sich beim Bauen daran orientieren können.

Bau des Hochbeets:

2. Die 4 Vierkanthölzer dienen als Eckpfeiler. An diesen werden nun rundherum die untersten Bretter, mit der gehobelten Seite nach innen, angeschraubt (die Grundform ist rechteckig und hat die Maße 1,80 x 1,20 m). Anschließend werden die Bretter der zweiten Reihe aufgesteckt und festgeschraubt. So verfahren Sie, bis die volle Höhe erreicht ist.





3. Wenn die Holzkonstruktion fertig ist, wird der Boden des Beets mit der Bitumenfolie ausgelegt (sollten Sie mehrere Bahnen haben, sollten diese überlappend angeordnet werden). Tackern Sie die Ränder an den Innenseiten des Hochbeets fest.

4. Die Noppenfolie wird nun rundherum an den Innenseiten des Hochbeets befestigt. Dabei sollen die Noppen nach außen zeigen.

Hochbeet auf dem **Dach**

Befüllen des Hochbeets:

5. Nachdem das Hochbeet fertig ist, wird es befüllt. Dazu werden erst die groben Materialien (z. B. Äste) eingefüllt, dann etwas mit Erde und anschließend mit feineren Gartenabfällen (z. B. Laub, Rasenschnitt, Stroh) bedeckt. Zum Schluss wird der Kompost* oder die Pflanzenerde aufgeschüttet. Mit der ersten Schicht, also dem groben Material, wird die gesamte Höhe des Beetes angefüllt. Anschließend wird diese Schicht verdichtet und zusammengedrückt. Im Endeffekt soll diese grobe Schicht in etwa 40 cm hoch sein. Die Schicht darauf, also das Gemisch aus Erde, Laub, Rasenschnitt, Stroh usw., ist ca. 10–15 cm hoch. Die letzte Schicht aus Kompost* und/oder Pflanzenerde beträgt nochmals an die 15 cm.

6. Nun kann das Hochbeet bepflanzt und ausreichend gegossen und eingeschlämmt* werden. Im ersten Jahr sollten nur Starkzehrer* angebaut werden, um den Boden vorzubereiten, im zweiten Jahr dann Mittelzehrer*.

Ziele

- Förderung von handwerklichen Fähigkeiten
- Kennenlernen von Bepflanzungsmethoden
- Beobachten von natürlichen Prozessen
- Pläne zeichnen und lesen lernen

Hinweis

Eine Auswahl geeigneter Pflanzen finden Sie im Kapitel „Pflanzenauswahl“.

Schematische Darstellung von Starkzehrern*

Schematische Darstellung von Mittelzehrern*

Schematische Darstellung von Schwachzehrern*

Schematische Darstellung eines Erholungsbeets

Begrünung von **Klassenräumen**

Auch die Bepflanzung von Innenräumen ist wichtig, da Schülerinnen und Schüler dort die meiste Zeit ihres Schultages verbringen. Die Pflanzen dienen dort einerseits als Schadstofffilter und Sauerstoffproduzenten, was sich positiv auf die Konzentration und Gesundheit der Schülerinnen und Schüler auswirkt. Andererseits regulieren Pflanzen den Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft. Vor allem in neuen Schulgebäuden ist es durch die gut isolierten Wände oft recht trocken und Kinder, Jugendliche und Lehrkräfte klagen über austrocknende Schleimhäute. Durch den Einsatz von Pflanzen wird dies enorm verbessert und zusätzlich werden die Klassenzimmer durch eine grüne Bepflanzung aufgewertet und gestaltet.

Tipp

Bessere Luft im Klassenzimmer:

- Das Klassenzimmer sollte regelmäßig gereinigt werden, um die Staubbelastung so gering wie möglich zu halten.
- Mindestens dreimal pro Woche sollten der Fußboden, die Stühle und Tische im Klassenraum feucht gereinigt werden.
- Jede Stunde sollte eine Lüftungspause eingelegt werden, um die Schadstoffkonzentration zu mindern und für eine ausreichende Frischluftzufuhr zu sorgen. Wichtig ist, dass stoßgelüftet wird und nicht nur kurz die Fenster gekippt werden.
- Lüftungssysteme sollten regelmäßig gewartet werden.
- Für den Sommer ist es wichtig, dass die Fenster mit einem entsprechenden Sonnenschutz versehen sind, um übermäßige Hitze vermeiden zu können.
- Die Materialien im Klassenzimmer (Möbel, Bodenbelag, Anstrich, Lacke etc.) und die verwendeten Putzmittel sollten schadstofffrei sein.

Möglichkeiten für Bepflanzungen

Die Räume können einfach mit Topfpflanzen ausgestattet werden oder auch mit einer Innenraumwandbegrünung. Zu beachten ist dabei, dass durch den Einsatz von zwei oder drei Pflanzen keine wahrnehmbaren Veränderungen spürbar sind. Es sollten mehr als 15 Pflanzen Einzug in das Klassenzimmer halten, wovon mindestens fünf eine Wuchshöhe von über 1,50 Meter aufweisen sollten, um ein optimales Raumklima zu schaffen.
Bei der Auswahl der Pflanzen ist darauf zu achten, dass die Pflanzen weder giftig sind noch halluzinogene Wirkungen haben. Pflanzen mit Stacheln und/oder Dornen sollten ebenfalls vermieden werden, damit es bei Rangeleien oder Unachtsamkeit nicht zu Verletzungen kommt. Da die Pflege der Pflanzen von den Kindern und Jugendlichen übernommen werden soll, bietet sich hier die Auswahl von pflegeleichten Pflanzen an. Von den Standortansprüchen sollte auf eine halbschattige bis schattige Auswahl geachtet werden, da die Pflanzen nicht direkt am Fenster platziert werden sollen, um die Lüftung des Klassenzimmers nicht einzuschränken.

Schadstofffilterfunktionen von Pflanzen

Alle Pflanzen haben die Eigenschaft, Schadstoffe aus unserer Luft zu filtern. Dabei können im Klassenzimmer jedoch auch gezielt Pflanzen eingesetzt werden, die sich speziell für bestimmte Schadstoffe eignen, z. B. kann das Einblatt (*Spathiphyllum*) dafür eingesetzt werden, Aceton aus dem Klassenzimmer zu filtern. Die Efeutute (*Epipremnum*) kann die Ausgasungen von Lacken und Klebstoffen filtern. Strahlenaralien (*Schefflera*) und Drachenbaum (*Dracaena*) filtern die ausgasenden Schadstoffe aus Vorhängen, Spanplatten und Ähnlichem.

Auswirkungen einer hohen CO_2-Konzentration

Mit steigendem CO_2-Gehalt im Raum nehmen Müdigkeit, Konzentrationsschwäche und Unwohlsein zu. Die Gerüche, die von uns Menschen ausgehen, halten in Räumen mit hohem CO_2-Gehalt länger an. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben außerdem entdeckt, dass sich in Räumen mit hohem CO_2-Gehalt viel mehr Keime befinden und die Ansteckungsgefahr mit steigendem CO_2-Gehalt zunimmt. Um das zu testen, haben die amerikanischen Wissenschaftler Rudnick und Milton (2003) 30 Leute in einen Klassenraum gesetzt, darunter eine Person mit Grippe. Das Ergebnis: Bei 1.000 ppm CO_2 steckten sich fünf Personen an, bei 2.000 ppm waren es zwölf und bei 3.000 ppm sogar 15 Personen.

Positive Eigenschaften von Zimmerpflanzen

Studien wiesen nach, dass das Wohlbefinden in Räumen durch Pflanzen gesteigert wird. Beschwerden wie Kopfschmerzen, Ermüdungserscheinungen und Hautreizungen werden vermindert. Untersuchungen in Klassenzimmern zeigen, dass Schülerinnen und Schüler in begrünten Räumen viel konzentrierter lernen und seltener krank sind als in nicht begrünten Klassenzimmern. Messungen haben außerdem ergeben, dass durch Pflanzen der Blutdruck gesenkt wird und Stresseinflüsse wie Angst, Wut und Niedergeschlagenheit verringert werden.
Pflanzen sorgen außerdem für eine höhere Luftfeuchtigkeit in Räumen, da mehr als 90 Prozent des Gießwassers verdunstet wird. Vor allem in den kalten Wintermonaten, in denen die Raumluft zusätzlich durch die Nutzung von Heizkörpern ausgetrocknet wird, kommt uns Menschen die Verdunstungsleistung der Pflanzen zugute, da sie vor austrocknenden Schleimhäuten, trockener Haut und brennenden Augen schützt. Hierzu eignen sich hauptsächlich Pflanzen, welche keine Wachstumspause in den Wintermonaten einlegen und einen hohen Wasserbedarf haben. Es ist jedoch Vorsicht geboten, da ab einer Feuchtigkeit von mehr als 60 Prozent die Schimmelpilzbildung in Gebäuden gefördert wird.
Eine norwegische Studie aus dem Jahr 2000 (Fjeld, Tove) widmete sich der Untersuchung des Einflusses von Innenraumbegrünungen auf Gesundheit und Wohlbefinden von Angestellten sowie von Schülerinnen und Schülern in Innenräumen und kam zu dem Ergebnis, dass Pflanzen einen durchweg positiven Einfluss haben, welcher unter anderem auf die Fähigkeit zur Schadstofffilterung und zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit im Innenraum sowie auf einen merkbar schnelleren Stressabbau durch den Anblick von Pflanzen zurückzuführen ist.

Möglichkeiten, das Thema auch fächerübergreifend zu vertiefen

Als Vertiefung können Sie mit den Schülerinnen und Schülern folgende Fragen bearbeiten:

- Auf welche Arten kann ein Klassenzimmer begrünt werden?
- Warum ist es wichtig, ein Klassenzimmer zu begrünen?
- Wie kann im Klassenzimmer für bessere Luft gesorgt werden?
- Gestalten Sie im Werkunterricht Töpfe für die Pflanzen, vielleicht basteln Sie auch Vorrichtungen für hängende Pflanzentöpfe.
- Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler ein Bild malen oder einen Plan der Klasse erstellen, in dem sie den Klassenraum mit Pflanzen begrünen.
- Suchen Sie gemeinsam Pflanzen aus und recherchieren Sie gemeinsam je Pflanze gewisse Kategorien wie heller oder dunkler Standort, Pflegeaufwand, Herkunft etc.

Aha!

Welchen Einfluss hat die Farbe Grün auf uns?
Im Volksmund steht die Farbe Grün für die Hoffnung, das Wachstum und das Leben. In der Psychologie ist davon die Rede, dass die Farbe Grün die Fantasie anregt und die Seele in Schwingung versetzt, außerdem wird die Kreativität gefördert und die Lust auf Neues wird angeregt.

Wie hoch ist die optimale relative Luftfeuchtigkeit* in einem Raum für uns Menschen?
Die optimale relative Luftfeuchtigkeit* für uns Menschen in Räumen liegt bei 45 bis 50 Prozent.

Weiterführende Informationen

Videos zum Thema Vertikalgärten im Innenraum

Video: Vertikalgärten im Innenraum (Sekundarstufe I, II) https://www.youtube.com/watch?v=wK06oR1KqZE (Café Puls, Dauer: 4 min 10 sec)

Video: Verschiedene Ideen für Vertikalgärten (Sekundarstufe I, II) https://www.youtube.com/watch?v=4coSckk0e4E (Galileo, Dauer: 15 min 01 sec)

Informationen zur Raumluft

Info: Tipps für eine gute Raumluft http://www.meineraumluft.at/upload/docs/Schulempfehlung_Raumluft_Direktion.pdf

Info: Einfluss von Zimmerpflanzen auf den Menschen http://www.fgoe.org/presse-publikationen/downloads/broschueren-folder/broschure-201egesund-mit-pflanzen201c-pdf-2-7-mb/2008-02-22.8002393191

CO_2-Konzentration messen

Mithilfe eines CO_2-Messgeräts soll die CO_2-Konzentration in der Raumluft gemessen und überwacht werden. So kann ein optimaler Lüftungsplan erstellt werden, um die Raumluft auf einem angenehmen Niveau zu halten und ein bestmögliches Lernumfeld zu schaffen.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Physik, Chemie

Materialien: Kohlenstoffdioxid-Messgerät

Erforderliche Räumlichkeiten/ Ausstattung der Räume: das eigene Klassenzimmer

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: kurze Sequenzen über einen längeren Zeitraum

Ziele

- Beobachtung der Veränderungen des CO_2-Gehalts im Klassenzimmer
- Ableiten von Aussagen durch die erhobenen Daten
- Unterschied zwischen Luft mit hohem CO_2-Gehalt und niedrigem CO_2-Gehalt feststellen
- Bedeutung des Lüftens klarmachen

Vorbereitung

Überlegen Sie sich im Vorfeld einen geeigneten Platz für das CO_2-Messgerät und teilen Sie die Schülerinnen und Schüler für das Ablesen der Ergebnisse ein (eine Schülerin oder Schüler pro Tag).

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Platzieren Sie das Kohlenstoffdioxid-Messgerät. Dafür kann entweder ein fixer Platz ausgesucht werden oder das Gerät wandert jeden Tag zu dem Tisch, an dem die Schülerin bzw. der Schüler sitzt, die bzw. der für die Datenerfassung zuständig ist.

2. Die Aufzeichnungen der Messungen können nun beginnen. Dazu bekommt die Schülerin bzw. der Schüler, die bzw. der laut Plan an der Reihe ist, ein Arbeitsblatt und trägt zu Beginn und zum Ende des Unterrichts jeweils die CO_2-Konzentration und die Uhrzeit, zu der diese abgelesen wurde, ein. Sollte während des Unterrichts gelüftet werden, wird der CO_2-Gehalt zusätzlich notiert, und zwar einmal, bevor die Fenster geöffnet werden, und noch einmal, nachdem sie wieder geschlossen wurden. Außerdem soll notiert werden, wann und wie lange zwischendurch gelüftet wurde.

3. Nachdem alle Schülerinnen und Schüler der Klasse einmal an der Reihe waren und ein Arbeitsblatt gemeinsam ausgefüllt wurde, soll von jeder Schülerin und jedem Schüler ein Diagramm zu den aufgezeichneten Daten erstellt werden. Dazu eignet sich besonders gut ein Liniendiagramm, das die CO_2-Konzentration im Klassenzimmer über den Schultag darstellt.

4. Wenn die Liniendiagramme erstellt sind, soll der Bereich von 0 bis 1.000 ppm grün, der Bereich zwischen 1.000 ppm und 2.000 ppm gelb oder orange und alles, was über 2.000 ppm liegt, rot eingefärbt werden. Der Hintergrund dazu ist, dass eine CO_2-Konzentration unter 1.000 ppm unbedenklich ist, Werte zwischen 1.000 und 2.000 ppm als auffällig gelten und Konzentrationen über 2.000 ppm hygienisch unakzeptabel sind.

5. Nun werden die einzelnen Kurven von den Schülerinnen und Schülern vorgestellt und anschließend wird darüber diskutiert. Auf folgende Fragen kann dabei eingegangen werden:
   - Wann werden die höchsten Werte erreicht, wann die niedrigsten?
   - Wie oft befinden sich die Kurven im roten Bereich?
   - Ab wann steigt die Kurve in den roten Bereich? Wie lange braucht es nach einer Lüftung etwa?
   - Welche Maßnahmen könnte die Klasse einleiten, damit die CO_2-Konzentration nicht mehr bis in den roten Bereich ansteigt?

VERSUCH 6.1

Arbeitsblatt „CO_2-Konzentration messen“

Datum:

Name:

CO_2-Konzentration		Lüften	
Uhrzeit [hh:mm]	**Konzentration [ppm]**	**Uhrzeit [hh:mm]**	**Länge [min]**

Mit einem **Umweltmessgerät** messen

In dieser Übung werden die CO_2-Konzentration, die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit* in verschiedenen Räumen ermittelt und miteinander verglichen. So sollen die Schülerinnen und Schüler ein Gefühl dafür bekommen, wovon diese drei Faktoren abhängig sind und wie diese beeinflusst werden können.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Physik, Chemie

Materialien: Umweltmessgerät, welches die CO_2-Konzentration, die Temperatur und die relative Luftfeuchte misst

Erforderliche Räumlichkeiten/ Ausstattung der Räume: mehrere Klassenzimmer und Räume in der Schule

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: 2 Unterrichtseinheiten

Ziele

- Messungen der CO_2-Konzentration, der Temperatur und der relativen Luftfeuchte in verschiedenen Räumen der Schule
- Interpretieren der Werte
- Zusammenhang zwischen CO_2-Konzentration, Temperatur und relativer Luftfeuchte lernen
- Einfluss unterschiedlicher Faktoren auf CO_2-Konzentration, Temperatur und relative Luftfeuchte kennenlernen

Tipp

Führen Sie diese Messungen einmal im Sommer und einmal im Winter durch und vergleichen Sie diese.

Vorbereitung

Die Messungen in anderen Räumen sollten im Vorfeld mit den jeweiligen Lehrkräften, der Hausmeisterin bzw. dem Hausmeister und der Direktorin bzw. dem Direktor abgesprochen werden, da es während deren Unterricht zu einer kurzen Störung durch die Messung kommen wird. Für andere Räume wie Turnhalle, Lehrerzimmer etc. sollten die Schlüssel im Vorfeld besorgt werden, falls diese nicht zur Verfügung stehen.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Legen Sie fest, in welchen Klassenzimmern und Räumen Sie die Messungen durchführen wollen. Interessant ist natürlich auch, während einer Sportstunde in die Turnhalle zu gehen oder Messungen im Direktorenzimmer durchzuführen. Der Fantasie sind hier keine Grenzen gesetzt.

2. Zuerst wird die Messung im eigenen Klassenzimmer durchgeführt. Dazu werden die CO_2-Konzentration, die Temperatur und die relative Luftfeuchte von den Schülerinnen und Schülern im Klassenzimmer gemessen und anschließend im Arbeitsblatt notiert.

3. Anschließend werden die in Arbeitsschritt 1 ausgewählten Räume besucht und die Messungen entsprechend durchgeführt und notiert.

4. Nachdem alle Messungen abgeschlossen wurden, werden die Daten in Diagramme übertragen. Erstellen Sie dazu drei Diagramme, eines für die Temperatur, eines für die CO_2-Konzentration und eines für die relative Luftfeuchte. Am übersichtlichsten wird es auf einem großen Blatt Papier, einem Plakat (ab DIN A3) oder auf der Tafel.

5. Nun diskutieren Sie mit der Klasse über die Ergebnisse. Dabei können Sie folgende Fragen einbringen:
   - In welchen Räumen wurden die höchsten Werte gemessen, in welchen die niedrigsten? Von wie vielen Personen wurden diese Räume gleichzeitig genutzt? Wie oft wird dieser Raum von Personen genutzt?
   - Welche Zusammenhänge gibt es bei den Räumen mit den höchsten Werten (viele Kinder im Raum, wenig Pflanzen etc.)?
   - Gibt es einen Zusammenhang zwischen der relativen Luftfeuchte, Temperatur und CO_2-Konzentration?
   - Wann fühlen wir uns am wohlsten? Bei welchen Messwerten empfinden wir die Umgebung am angenehmsten?

Arbeitsblatt „Mit einem Umweltmessgerät messen“

Datum:

Raum	**Anzahl der anwesenden Personen**	**CO_2 [ppm]**	**Temperatur [°C]**	**Relative Luftfeuchtigkeit [%]**
1				
Fläche in m²: _____ Volumen in m³: _____ Bodenbelag: _____		Fensterfläche in m²: _____ Sonnenausrichtung: _____		
2				
Fläche in m²: _____ Volumen in m³: _____ Bodenbelag: _____		Fensterfläche in m²: _____ Sonnenausrichtung: _____		
3				
Fläche in m²: _____ Volumen in m³: _____ Bodenbelag: _____		Fensterfläche in m²: _____ Sonnenausrichtung: _____		
4				
Fläche in m²: _____ Volumen in m³: _____ Bodenbelag: _____		Fensterfläche in m²: _____ Sonnenausrichtung: _____		
5				
Fläche in m²: _____ Volumen in m³: _____ Bodenbelag: _____		Fensterfläche in m²: _____ Sonnenausrichtung: _____		
6				
Fläche in m²: _____ Volumen in m³: _____ Bodenbelag: _____		Fensterfläche in m²: _____ Sonnenausrichtung: _____		
7				
Fläche in m²: _____ Volumen in m³: _____ Bodenbelag: _____		Fensterfläche in m²: _____ Sonnenausrichtung: _____		

Indoor-Vertikalbegrünung bauen

In dieser Übung bauen die Schülerinnen und Schüler eine großflächige Indoor-Vertikalbegrünung (Hydrokultur auf Pflanzvlies), welche mit verschiedenen Pflanzen begrünt wird. Die Schülerinnen und Schüler helfen dabei von der Berechnung der Konstruktion über die Auswahl der Pflanzen bis zur Bepflanzung mit.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Technisches Werken

Materialien: Akkuschrauber, Schraubenzieher, Holztacker und Tackerklammern, Maßband oder Zollstock

Für den Bau einer 1,50 x 1,50 m großen Wand: Sperrholzplatte 15 x 1.500 x 1.500 mm (kann auch aus 2 Platten zusammengesetzt werden), dreischichtige Standardschalungsplatte 27 x 500 x 1.500 mm, 2 Kanthölzer 50 x 80 x 1.500 mm, 1 Baubrett 24 x 200 x 1.500 mm und 2 Baubretter 24 x 200 x 410 mm, 2 Kanthölzer 50 x 50 x 1.500 mm und 4 Kanthölzer 50 x 50 x 200 mm, 2 Sperrholzplatten für Seitenteile (siehe Zeichnung im Anhang – Materialliste), 1-mm-Teichfolie 2.000 x 2.000 mm, Geovlies (vorzugsweise aus recycelten Materialien) 2.000 x 2.000 mm und 4 Stück 300 x 2.000 mm, 4 Transport-Geräte-Lenkrollen bis 150 kg, 50 Holzschrauben 4 x 40 mm, 250 l Blumenerde, verschiedene Pflanzen, Handschuhe oder kleine Schaufeln zum Pflanzen

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung der Räume: eigenes Klassenzimmer, für den Bau wird ein Raum mit viel Platz benötigt

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: 10–12 Unterrichtseinheiten

Vorbereitung

Überlegen Sie sich, wie groß Sie die Wand dimensionieren wollen, und berechnen Sie dann entsprechen die Materialien. Falls Sie eine 1,5 x 1,5 m große Grünwand planen, können Sie die obere Materialliste verwenden, ohne weitere Berechnungen machen zu müssen.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Fertigen Sie mit der Klasse eine Konstruktionszeichnung an, diese dient beim Bauen als Orientierung.

Bau der Holzkonstruktion:

2. Für die Unterseite der Holzkonstruktion werden die Schalungsplatte und die 1.500 mm langen Kanthölzer (50 x 80 x 1.500 mm) miteinander verbunden. Dabei sollen die beiden Kanthölzer parallel zueinander liegen. Rücken Sie dabei die Kanthölzer ca. 50 mm von der Kante der Schalungsplatte parallel ein. Zeichnen Sie einen Strich als Markierung. Jetzt kann die Schalungsplatte mit den Kanthölzern verschraubt werden. Die Verschraubung wird von der Oberseite ausgeführt, also durch die Schalungsplatte in die Kanthölzer.

3. Nun wird der Pflanztrog für die Holzkonstruktion gebaut. Dazu werden die Baubretter am Rand auf der Oberseite der Schalungsplatte verschraubt (eine lange Seite bleibt frei, da hier später die Spanplatte hinkommt). Zwei der 200 mm langen Kanthölzer werden in den Ecken des Trogs montiert, um die Baubretter zu stabilisieren.

Montage der Rückwand auf der Holzkonstruktion:

4. Um die Rückwand mit der Holzkonstruktion zu verbinden, befestigen Sie diese auf der Holzkonstruktion. Bei zwei Spanplatten sollten diese übereinander angeordnet werden (also quer) und nicht nebeneinander. Verschrauben Sie dazu die Spanplatte und mit den 1.500 mm langen Kanthölzern (50 x 50 x 1.500 mm). Die Kanthölzer sollten dabei senkrecht zur Unterkonstruktion stehen und etwa 200–300 mm Abstand zur äußeren Kannte haben.

5. Nun können die beiden übrigen 200 mm langen Kanthölzer in den Ecken des Pflanztrogs eingesetzt und verschraubt werden.

6. Um das Ganze zusätzlich zu stabilisieren, werden die abgeschrägten Seitenteile jeweils an den Außenseiten angehalten und verschraubt.

VERSUCH 6.3

Auskleidung der Holzkonstruktion mit Folie:

7. Befestigen Sie zuerst die Teichfolie oben innen an der Rückwand der Holzkonstruktion. Spannen Sie dazu die Teichfolie von oben die Rückwand hinunter (nur auf der Innenseite, also in den Trog hinein) und auch über die Kanten und tackern Sie die Folie an der Rückwand fest. Achten Sie dabei darauf, dass die Teichfolie auch den gesamten Trog innen abdeckt. Wenn Sie die Folie und die Rückwand mit dem Tacker zusammengefügt haben, arbeiten Sie sich weiter zum Trog hinunter, bis der gesamte Trog ausgekleidet ist.

8. Nun befestigen Sie flächig über der Teichfolie das Geovlies (2.000 x 2.000 mm). Dieses wird ebenfalls über die Rückwand und den Trog gespannt und dem Tacker befestigt.

9. Im nächsten Schritt werden die Pflanztaschen befestigt. Dazu werden die Geovlies-Bahnen (300 x 2.000 mm) so mit dem Tacker zusammengefügt, dass Taschen daraus entstehen. Die Bahnen können dabei direkt untereinander befestigt werden, jedoch sollten die Taschen dabei idealerweise versetzt angebracht werden.

10. Bevor die Wand bepflanzt wird, werden noch die Rollen montiert. Diese werden mit einem Abstand von 100 mm zum Rand an die Kanthölzern geschraubt.

Bepflanzung der Konstruktion:

11. Zuerst wird der Pflanztrog befüllt, damit die Konstruktion fest steht und nicht kippen kann. Danach werden die Taschen mit Erde befüllt. Trog und Pflanztaschen sollen bis etwa drei Zentimeter unter der Oberkante mit Erde befüllt werden.

12. Nun können der Trog und die Taschen mit Pflanzen gestaltet werden.

Ziele

- Förderung von handwerklichen Fähigkeiten
- logisches Denken fördern
- Umgang mit Pflanzen kennenlernen
- Gestaltungsmöglichkeiten mit Pflanzen kennenlernen

Hinweis

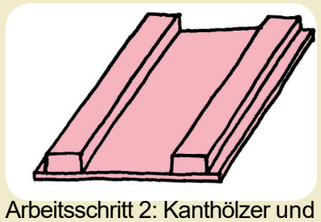
Bei Bedarf können auch eine Bewässerungsanlage und eine künstliche Beleuchtung integriert werden.
Eine Auswahl geeigneter Pflanzen finden Sie im Kapitel „Pflanzenauswahl“.

Tipp

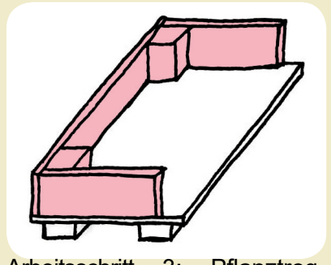
Beachten Sie beim Gießen, dass das Wasser, welches von den oberen Pflanzen nicht gebraucht wird, nach unten rinnt. Das bedeutet, dass die Pflanzen unten im Trog nur sehr wenig Wasser brauchen und entsprechend weniger gegossen werden müssen.

Während bei kleinen Grünwänden ein händisches Bewässern ausreicht, können größere Grünwände im Eigenbau auch mit einer automatischen Bewässerung bestehend aus einem Wasserreservoir, einer kleinen Tauchpumpe und einer Zuleitung mit Tröpfchenbewässerung für einzelne Pflanzen ausgestattet werden. Ist zu wenig natürliches Licht vorhanden, kann eine Pflanzbeleuchtung eingesetzt werden.

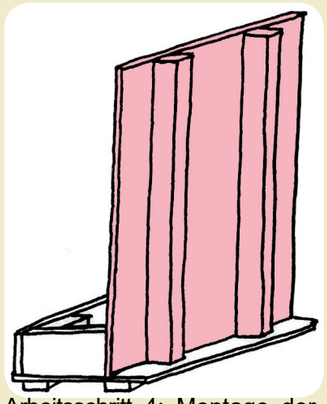
Indoor-Vertikalbegrünung bauen



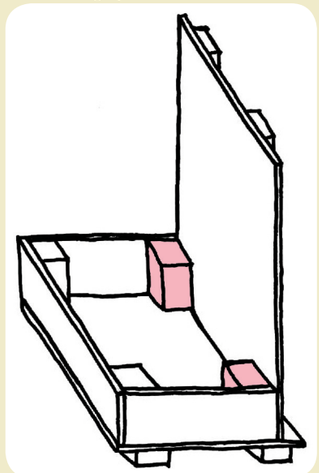
Arbeitsschritt 2: Kanthölzer und Schalungsplatte



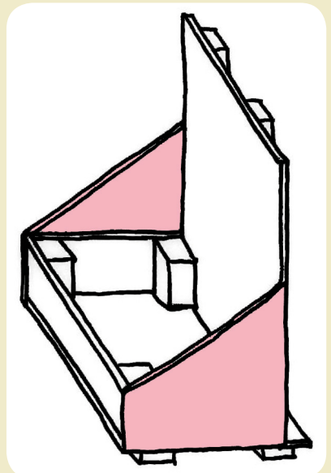
Arbeitsschritt 3: Pflanztrog bauen



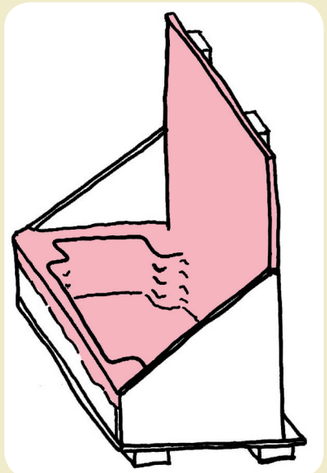
Arbeitsschritt 4: Montage der Rückwand



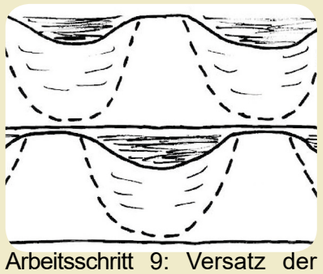
Arbeitsschritt 5: Fixierung von Pflanztrog und Rückwand



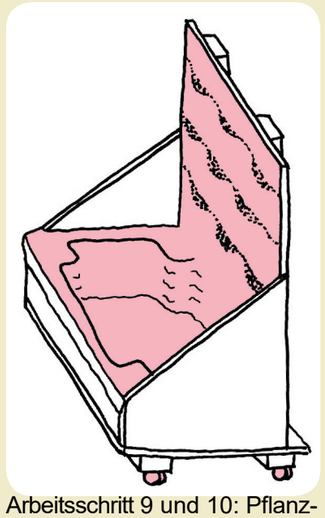
Arbeitsschritt 6: Montage der Seitenteile



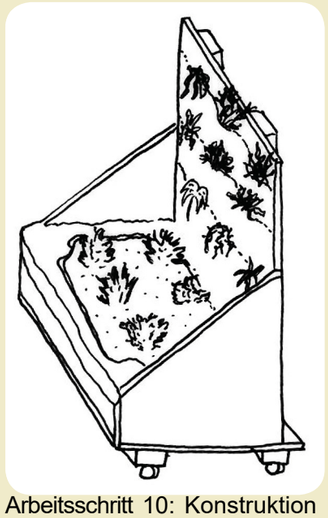
Arbeitsschritt 7 und 8: Fixierung von Teichfolie und Geovlies



Arbeitsschritt 9: Versatz der Pflanztaschen



Arbeitsschritt 9 und 10: Pflanztaschen und Rollen befestigen



Arbeitsschritt 10: Konstruktion bepflanzen

Zimmerpflanzen für die Klasse

Das Klassenzimmer soll in dieser Übung durch zahlreiche Pflanzen begrünt und aufgewertet werden. Die Pflanzen werden gemeinsam ausgesucht, in der Klasse aufgestellt, angepflanzt und gepflegt.

Vorbereitung

Je nach Wetterlage und Pflanzbedarf kann die Bepflanzung der Töpfe entweder im Klassenzimmer oder auf dem Schulhof stattfinden. Ideal ist eine Arbeit in Kleingruppen von zwei bis drei Schülerinnen und Schülern pro Gruppe.
Beim Kauf der Töpfe achten Sie darauf, dass es einen Untertopf mit Löchern gibt, damit sich keine Staunässe bilden kann, und zusätzlich einen Übertopf oder einen Untersetzer, in dem das überschüssige Wasser gesammelt werden kann. Der Vorteil eines Untersetzers ist, dass gleich beim Gießen gesehen wird, ab wann die Pflanze zu viel Wasser hat.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Im ersten Schritt wird festgelegt, welche Pflanzen in welche Töpfe kommen. Jede Gruppe nimmt sich eine Pflanze und einen passenden Topf.

2. Nun werden die Pflanzen mithilfe der Blumenende in einen größeren Topf umgepflanzt. Die Erde darf dabei zum Schluss ruhig etwas festgedrückt und ausreichend mit Wasser eingeschlämmt* werden.

3. Nun muss noch ein geeigneter Platz für die Pflanzen ausgewählt werden. Dabei sollte die Fensterbank als Standort vermieden werden, da sonst die Fenster für das Belüften der Klassenzimmer nur noch eingeschränkt zu öffnen sind.

4. Danach sollte ein Pflegeplan erstellt werden. Dabei soll jedes Kind bzw. jede und jeder Jugendliche im Turnus für das wöchentliche Gießen beauftragt werden.

Hinweis

Beim Umtopfen ist es wichtig, dass der Wurzelballen komplett mit Erde bedeckt ist und gut gegossen wird. Der Stiel oder Stamm der Pflanze sollte jedoch nicht mit Erde bedeckt sein. Achten Sie darauf, dass Sie die Wurzeln beim Umtopfen nicht beschädigen und die Pflanze nicht zu tief im Topf eingepflanzt wird. Optimal ist, wenn die Erde bis etwa drei Zentimeter unter den Rand des Topfes reicht und die Pflanze dementsprechend eingepflanzt wird.

Eine Auswahl geeigneter Pflanzen finden Sie im Kapitel „Pflanzenauswahl“.

Unterrichtsfächer: Biologie und Umweltkunde, Technisches Werken, Bildnerische Erziehung

Materialien: Akkuschrauber, Schraubenzieher, Blumentöpfe, Blumenerde, verschiedene Pflanzen, Handschuhe oder kleine Schaufeln zum Pflanzen

Erforderliche Räumlichkeiten/Ausstattung der Räume: eigenes Klassenzimmer oder Schulhof

Ideal für: gesamte Klasse, eingeteilt in Kleingruppen mit 2–3 Schülerinnen und Schülern

Zeitbedarf: 2–3 Unterrichtseinheiten

Ziele

- Umgang mit Pflanzen kennenlernen
- Gefühl für die Gestaltung von Räumen bekommen

Tipp

Die Pflanzen, die auf dem Boden platziert werden, können mit einem Rollbrett versehen werden, so erleichtern Sie den Reinigungskräften die Arbeit und ermöglichen ein schnelles und leichtes Umstellen der Pflanzen.

Die Töpfe können im Unterricht zum Technischen Werken oder zur Bildnerischen Erziehung gestaltet, bemalt und beklebt werden. Es ist auch möglich, Vorrichtungen für hängende Pflanzen zu basteln.

Soziales Wohlfühlen messen

Die Schülerinnen und Schüler werden in dieser Übung für ihr Umfeld und das damit verbundene Wohlbefinden sensibilisiert. Die Verbesserung des Wohlbefindens mittels Pflanzen in der Klasse wird mit einem Fragebogen vor und nach der Begrünung im Klassenzimmer verdeutlicht.

Unterrichtsfächer: Psychologie und Philosophie, Biologie und Umweltkunde, Deutsch

Materialien: Digitalkamera (optional), Fragebogen

Erforderliche Räumlichkeiten/ Ausstattung der Räume: das eigene Klassenzimmer

Ideal für: die ganze Klasse

Zeitbedarf: 2–3 Unterrichtseinheiten

Ziele

- Bewusstseinsbildung für die eigene Umgebung – wann und warum fühle ich mich wohl
- Einfluss von Pflanzen auf die Umgebung kennenlernen
- Sensibilisierung für eigene Bedürfnisse
- Raumwahrnehmung
- Rücksicht auf andere Meinungen und Bedürfnisse, Respekt

Tipp

Über die Diskussion bzw. die Veränderung des Wohlbefindens kann im Deutschunterricht auch ein Aufsatz geschrieben werden.

Vorbereitung

Die Übung teilt sich in zwei Einheiten und eignet sich z. B. gut in Kombination mit den Übungen 6.3 und 6.4. Ein Fragebogendurchgang findet vor der Begrünung statt, der andere im Nachhinein. Beide Übungen sollten so geplant sein, dass sie zeitlich nicht allzu weit auseinanderliegen. Ideal sind das Ausfüllen des Fragebogens zeitnah vor der Bepflanzung und die Wiederholung des zweiten Fragebogens direkt nach der Bepflanzung.

Arbeitsschritte im Unterricht

1. Zu Beginn soll mittels eines Brainstormings erarbeitet werden, welche Eigenschaften oder Kriterien ein Raum erfüllen soll, damit sich die Schülerinnen und Schüler darin wohlfühlen.

2. In einem nächsten Schritt sollen die aus dem Brainstorming ermittelten Punkte in einen Fragebogen integriert werden. Um die Fragebögen später besser miteinander vergleichen zu können, eignet sich die Bewertung mittels Schulnotensystem (1 = sehr gut, 2 = gut etc.) zu den einzelnen Kriterien.

3. Nun soll jede Schülerin und jeder Schüler den Fragebogen für das eigene Klassenzimmer ausfüllen.

4. Um einen visuellen Vergleich herstellen zu können, sollte das Klassenzimmer vor der Begrünung fotografiert werden.

5. Nach der Begrünung füllen die Schülerinnen und Schüler erneut je einen Fragebogen aus.

6. Nun werden die beiden ausgefüllten Fragebögen miteinander verglichen. Dies kann jede Schülerin und jeder Schüler für sich allein auswerten und dazu die Veränderungen beschreiben.

7. Anschließend soll in der Klasse darüber diskutiert werden, ob und wie sich das Wohlbefinden durch die Begrünung im Raum geändert hat. Dazu können nun die Fotos des alten Klassenzimmers gezeigt und folgende Fragen angesprochen werden:
   - Hat sich das Wohlbefinden durch die Begrünung verbessert, verschlechtert oder ist es gleich geblieben?
   - Was sind die Gründe für die Änderung des Wohlbefindens?
   - Bei welchen Punkten waren die Veränderungen am größten und warum?
   - Würdet ihr anderen Klassen eine Begrünung empfehlen?

VERSUCH 6.5

Arbeitsblatt „Soziales Wohlfühlen messen“

Bitte lies dir die Fragen gut durch. Manche Fragen können mit einem Punktesystem bewertet werden:
1: sehr gut; 2: gut; 3: neutral; 4: weniger gut und 5: schlecht/überhaupt nicht an, manche mit „Ja“ oder „Nein“.
Bei anderen Fragen schreibe bitte kurze Stichwörter in das leere Feld daneben.

Raum und Möbel:

Wie findest du die Anordnung der Möbel in deinem Klassenzimmer?	1 2 3 4 5
Siehst du von deinem Platz aus gut auf die Tafel?	1 2 3 4 5
Wie zufrieden bist du mit deinem Platz in der Klasse?	1 2 3 4 5
Was würdest du gerne an deinem Arbeitsplatz in der Klasse ändern?	1 2 3 4 5
Fühlst du dich in deinem Klassenzimmer wohl?	Ja Nein
Was ist für dich das Auffälligste bzw. Markanteste in deinem Klassenzimmer?	1 2 3 4 5

Beleuchtung/Helligkeit:

Bewerte die Helligkeit des einfallenden Tageslichtes in deinem Klassenzimmer!	1 2 3 4 5
Wie ist die künstliche Beleuchtung in deinem Klassenzimmer?	1 2 3 4 5
Ist dein Arbeitsplatz in der Klasse hell genug beleuchtet?	Ja Nein
Beschattest du dir manchmal selbst deinen Arbeitsplatz?	Ja Nein

Pflanzen:

Gibt es in deinem Klassenzimmer Pflanzen?	Ja Nein
Wie viele Pflanzen befinden sich in deinem Klassenzimmer? (Zähle die Pflanztöpfe und -tröge und schreib die Anzahl in das Feld daneben!)	_____
Wie zufrieden bist du mit den vorhandenen Pflanzen in deinem Klassenraum?	1 2 3 4 5
Welche Wirkung haben die Pflanzen in deinem Klassenzimmer auf dich?	_____
Wie empfindest du die Pflanzen in deinem Klassenzimmer als raumgestaltendes Element?	_____
In welchen Bereichen (z.B. Aula, Gangflächen, Innenwände, Außenfassade, Speisesaal, Bibliothek, Schulhof, Eingangsbereich, Biologiesaal) deiner Schule hättest du gerne mehr Pflanzen?	_____
Wie sehr kannst du dich entspannen, wenn du viele Pflanzen um dich hast? (Z. B. im Garten, Park etc.)	1 2 3 4 5
Welche positiven Eigenschaften können Pflanzen auf uns Menschen haben?	_____

Wandfarbe:

Gefällt dir die Wandfarbe in deinem Klassenzimmer?	Ja Nein
Welche Farbe hat die Wand in deinem Klassenzimmer? Wie wirkt sie auf dich?	_____
Stell dir vor, die Wand wäre schwarz. Wie fändest du das?	1 2 3 4 5
Welche Gefühle ruft die Farbe Schwarz bei dir hervor?	_____
Stell dir vor, die Wand wäre grün. Wie fändest du das?	1 2 3 4 5
Welche Gefühle ruft die Farbe Grün bei dir hervor?	_____
Wie wirken helle Wandfarben, wie z. B. gelb oder weiß auf dich?	_____

Glossar

A

Adiabatisch
Eine adiabatische Zustandsänderung ist ein thermodynamischer Vorgang, bei dem ein System von einem Zustand in einen anderen überführt wird, ohne Wärme mit seiner Umgebung auszutauschen. Es handelt sich also um ein thermisch perfekt isoliertes System.

Atmosphäre
Die Atmosphäre ist die gasförmige Hülle um einen Himmelskörper.

B

Blähschiefer
Blähschiefer besteht aus zerkleinertem Schieferton. Die Körner besitzen eine plattenartige Form und sind sehr leicht.

Blähton
Blähton ist gemahlener Ton, der im Ofen bei 1.200 Grad Celsius gebrannt wird. Bei der Verbrennung bläht sich das Material kugelförmig bis auf das Vier- bis Fünffache des Ausgangsvolumens auf.

Bodenerosion
Die Bodenerosion beschreibt den Abtrag bzw. die Verlagerung des Bodens durch äußere Einflüsse. Die Hauptgründe für Bodenerosion sind Regen (durch ablaufendes Wasser) und Wind.

Botanik
Die Botanik ist ein Teilgebiet der Biologie und umfasst die Wissenschaft der Pflanzen.

D

Dickenwachstum
Die Sprossachse einer Pflanze wächst nicht nur in der Länge, sondern auch im Umfang (Dickenwachstum). Dadurch wird einerseits die Stabilität der Pflanze erhöht und andererseits die Transportkapazität verbessert.

E

Einschlämmen
Bei Neupflanzungen ist das Erdmaterial meist locker um die Wurzeln gelagert und es befindet sich reichlich Luft im Erdmaterial. Um die Feinwurzeln vollständig mit Erde zu ummanteln und die Luft weitgehend zu verdrängen, wird die Pflanze ausreichend mit Wasser gegossen. Dieser Vorgang wird als „Einschlämmen“ bezeichnet.

Eruption
Eruption – auch Vulkanausbruch genannt – beschreibt den teilweise explosionsartigen Austritt von Magma aus einem Vulkan.

F

Fauna
Die Fauna* – auch „Tierwelt“ genannt – umfasst alle Tiere und deren Lebensraum.

Flora
Die Fauna* – auch „Pflanzenwelt“ genannt – umfasst alle Pflanzen und deren Lebensraum.

Flüchtige organische Verbindungen (VOC)
Flüchtige organische Verbindungen – kurz VOC – sind organische Substanzen mit einem niedrigen Siedepunkt. Sie kommen in vielen Lösungsmitteln, Hölzern, Farben und Dichtmasse vor.

I

Immergrüne Pflanze
Pflanzen, die das ganze Jahr über Blätter tragen und ihr Laub im Winter nicht abwerfen, werden als immergrüne Pflanzen bezeichnet. Zu den häufigsten immergrünen Pflanzen zählen in diesen Regionen viele Nadelbäume.

Inversionswetterlage
Bei einer Inversionswetterlage nehmen die Temperaturen wie normalerweise üblich nicht nach oben ab, sondern zu. Durch dieses Phänomen kann kein Austausch zwischen den oberen und unteren Luftschichten stattfinden und es entsteht eine Sperrschicht. Unter dieser sammeln sich Abgase und Staubteilchen und tragen zu einer erhöhten Luftverschmutzung bei.

K

Kohlenmonoxid (CO)
Kohlenmonoxid ist eine chemische Verbindung bestehend aus Kohlenstoff und Sauerstoff. Die Summenformel lautet CO. Kohlenmonoxid ist geruchs- und farblos und sehr giftig. Es entsteht bei der unvollständigen Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Stoffen.

Kohlenwasserstoffe (C_mH_n)
In der Chemie wird die Stoffgruppe, die nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht, als Kohlenwasserstoffe bezeichnet. Sie kommen vor allem in fossilen Brennstoffen vor.

Kompost
Kompost ist ein humus- und nährstoffreicher Dünger und Bodenverbesserer, der als Endprodukt bei der Kompostierung von organischem Material entsteht.

M

Mediterranes Klima
Mediterranes Klima, auch Mittelmeerklima genannt, bezeichnet das Makrolima in den subtropischen Gebieten. Charakteristisch dafür sind milde Winter mit hohen Sonnenstunden und heiße, regenreiche Sommer. Die Gebiete, die durch mediterranes Klima geprägt sind, liegen in der Nähe des 40. Breitengrads.

Meteorologinnen und Meteorologen
Die Meteorologie ist die Lehre der physikalischen und chemischen Vorgänge in der Atmosphäre*. Die Menschen, die in diesem Bereich arbeiten, werden Meteorologinnen und Meteorologen genannt. Sie beschäftigen sich z. B. mit Wettervorhersagen und Klimatologie.

Methan (CH_4)
Methan ist ein brennbares, farb- und geruchloses Gas. Der Hauptbestandteil von Erdgas ist Methan. Es hat ein hohes Treibhauspotenzial und leistet dadurch einen wesentlichen Beitrag zur Erderwärmung.

N

Nördliche Hemisphäre
Die nördliche Hemisphäre – auch „Nordhalbkugel“ genannt – ist der Teil der Erde, der sich nördlich des Äquators befindet.

O

Ökosystem
Als Ökosystem werden der Lebensraum und die darin lebenden Organismen bezeichnet. Die Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen und die nicht lebende Umwelt stehen in Wechselwirkung.

P

Pergola
Ursprünglich wurde als „Pergola“ ein auf Säulen oder Pfeilern stehender Sonnenschutz bezeichnet, der den Weg vom Haus bis zur Terrasse schmückte. Heute werden diese Überdachungen in allen möglichen Varianten an unterschiedlichsten Stellen als Sonnenschutz platziert. Bewachsen sind sie meist mit Kletterpflanzen.

Photooxidantien
Unter dem Einfluss von Kohlenwasserstoffen* und Sauerstoff können sich Stickstoffe mithilfe der Sonneneinstrahlung in Photooxidantien umwandeln. Dazu zählen unter anderem Ozon, Peroxyacetylnitrat (PAN) und Salpetersäure. Diese tragen alle zur Luftverschmutzung bei.

Planetarische Zirkulation
Unter dem Begriff „planetarische Zirkulation“ (auch allgemeine, planetare oder globale Zirkulation genannt) werden alle atmosphärischen Zirkulationssysteme zusammengefasst. Durch deren Wechselwirkung wird die Wetterdynamik in der Erdatmosphäre* bestimmt.

R

Rasenziegel
Rasenziegel sind vom Untergrund abgetrennte Stücke Rasen mit einer dünnen Erdschicht, in welcher sich die Wurzeln befinden.

Rauspund
Rauspund sind vorderseitig gehobelte, rückseitig egalisierte und seitlich besäumte Bretter, die seitlich mit Nut und Feder versehen werden.

Relative Luftfeuchtigkeit
Die Luftfeuchte gibt den Wasserdampfanteil in einem Gasgemisch an. Da Gase nicht unbegrenzt viel Wasser aufnehmen können, beschreibt die relative Luftfeuchtigkeit dagegen den tatsächlichen Wasseranteil bezogen auf das physikalische Maximum eines Gasgemischs.

S

Schlammlawine
In steilem Gelände in Gebirgen kann es bei gering verfestigten Materialien wie Erdmaterial, Geröll und Schutt durch den Einfluss von Niederschlagereignissen zu Rutschungen kommen. Dabei „fließt“ das Material mit hoher Geschwindigkeit talabwärts. Dieser Vorgang wird Schlammlawine genannt oder auch Murgang oder Mure.

Stark-, Mittel- und Schwachzehrer
Bei dieser Unterscheidung handelt es sich um eine Unterteilung nach dem Nährstoffbedarf von Pflanzen. Diese ist wichtig bei der Anlage von Fruchtfolgebeeten. Starkzehrer (z. B. Kohlgemüse) benötigen für ein gutes Wachstum außerordentlich viele Nährstoffe. Daher werden sie bei einer Fruchtfolge als Erste angebaut. Mittelzehrer (z. B. Karotten) benötigen schon deutlich weniger Nährstoffe. Schwachzehrer (z. B. Erbsen) sind am genügsamsten, was ihren Nährstoffbedarf angeht.

Stickoxide (NO_x)
Hinter Stickoxiden verbergen sich die gasförmigen Oxide des Stickstoffs. Stickoxide reizen und schädigen die Atmungsorgane und sind für die Entstehung von saurem Regen verantwortlich.

Südliche Hemisphäre
Die südliche Hemisphäre – auch „Südhalbkugel“ genannt – ist der Teil der Erde, der sich südlich des Äquators befindet.

Sukkulenten
Sukkulenten sind Pflanzen mit einem hohen Wasserspeichervermögen. Aufgrund dieser Eigenschaft sind die Pflanzen gut an trockenere Klimazonen angepasst. Zu den bekanntesten Sukkulenten zählen z. B. Kakteen.

T

Thermohaline Zirkulation
Bei der thermohalinen Zirkulation werden vier der fünf Ozeane mittels Meeresströmungen miteinander verbunden. Die Zirkulation wird durch Temperatur- und Salzunterschiede hervorgerufen.

Transpiration
Die Transpiration beschreibt in der Botanik* die Verdunstung von Wasser über die Blätter der Pflanzen.

Troposphäre
Die Troposphäre ist die bodennächste Schicht der Erdatmosphäre*. Der Großteil des Wetters spielt sich in dieser Schicht ab.

W

Wasserstoffperoxid (H_2O_2)
Wasserstoffperoxid ist eine Flüssigverbindung aus Wasserstoff und Sauerstoff. Es wirkt reizend auf Augen, Haut und Schleimhäute.

Pflanzenliste

Pflanzenliste zur Übung 3.2: Bestandsaufnahme und Bepflanzen

Kübelpflanzen:

- Hibiskus (*Hibiscus syriacus*)
- Riesen-Chinaschilf (*Miscanthus giganteus*)
- Zwergflieder (*Syringa meyeri*)
- Roter Schlitzahorn (*Acer palmatum* `Dissectum Garnet´)
- Blauraute (*Perovskia atriplicifolia*)
- Harlekin-Weide (*Salix integra* `Hakuro Nishiki´)
- Hängende Nelkenkirsche (*Prunus serrulata*)
- Pampasgras (*Cortaderia selloana*)
- Heidelbeere (*Vaccinium corymbosum*)
- Hängender Maulbeerbaum (*Morus alba* `Pendula´)
- Weigelie (*Weigela florida*)

Sträucher für Pflanzung direkt in die Erde:

Sträucher bis drei Meter Höhe:

- Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*)
- Johannesbeere (*Ribes rubrum*, *nigrum*)
- Ohrweide (*Salix aurita*)
- Purpurweide (*Salix purpurea*)
- Traubenholunder (*Sambucus racemosa*)
- Forsythie (*Forsythia* x *intermedia*)
- Falscher Jasmin (*Philadelphus* x *virginalis*)
- Finderstrauch (*Potentilla fruticosa*)
- Ranunkelstrauch (*Kerria japonica*)

Sträucher über drei Meter Höhe:

- Kornelkirsche (*Cornus mas*)
- Hasel (*Corylus avellana*)
- Salweide (*Salix caprea*)
- Korbweide (*Salix viminalis*)
- Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*)
- Flieder (*Syringa vulgaris*)
- Feuerahorn (*Acer ginnala*)
- Felsenbirne (*Amelanchier canadensis*)

Pflanzenliste zur Übung 4.1: Klettergerüst bauen

Pflanzenart	**Wuchsstärke, Wuchshöhe**	**Kletterform**	**Anmerkung**
Rosa Strahlengriffel (*Actinidia kolomikta*)	mittel 2–4 m	Schlingpflanze	essbare Früchte, Bienenweide, duftende Blüten, geeignet für Kübel
Gelber Strahlengriffel (*Actinidia arguta*)	Stark 5–7 m	Schlingpflanze	essbare Früchte, Bienen- und Hummelweide, duftende Blüten
Akebie, Klettergurke (*Akebia quinata*)	stark 5–8 m	Schlingpflanze	essbare Früchte, Blattschmuck, geeignet für Kübel
Blauregen, Wisterie (*Wisteria sinensis*)	stark 6–15 m	Schlingpflanze	besonders attraktive Blüte, Bienenweide, duftend, nicht immer völlig winterhart, schwere und kalkhaltige Böden ungünstig
Gemeine Waldrebe (*Clematis vitalba*)	sehr stark 10–15 m	Blattstielranker	heimische Art, robust und wuchernd, Bienen- und Insektenweide, kalkverträglich
Jackman's Waldrebe (*Clematis* x *jackmanii*)	mittel 2–4 m	Blattstielranker	sehr hart, wüchsig und reichblühend
Weinrebe, Echter Wein (*Vitis vinifera* – Kulturform)	stark 10–15 m	Blattranker	essbare Früchte, für höhere Fruchterträge regelmäßig schneiden, kalkverträglich
Winter-Jasmine (*Jasminum nudiflorum*)	mittel 2–4 m	Spreizklimmer	essbare Früchte, attraktive Vorfrühlingsblüher, nicht immer zuverlässig winterhart, evtl. anbinden
Kletterbrombeere (*Rubus*-Arten)	mittel 2–3 m	Spreizklimmer	Achtung, Dornen! Essbare Früchte, robust, wuchernd

Pflanzenliste zur Übung 4.2: Fassade bepflanzen

Pflanzenart	**Wuchsstärke, Wuchshöhe**	**Kletterform**	**Verwendung am Gebäude**	**Anmerkung**
Trompetenblume (*Campsis radicans*)	stark 8–12 m	Haftwurzeln	Säulen, Eingänge, Fensterzwischenräume, flächig, hängend (Abstand zum Dach!)	besonders attraktiv, lang anhaltender Blütenflor, kalkverträglich
Immergrüne Kriechspindel (*Euonymus- fortunei*-Sorten)	schwach 1,5–4,5 m	Haftwurzeln	Besonders für kleine Flächen geeignet (Eingänge, Sockel, Säulen)	immergrün*, im Alter blühend (Bienenweide), regelmäßig schneiden, kalkverträglich
Kletterhortensie (*Hydrangea petiolaris*)	mittel 10–12 m	Haftwurzeln	Sockel, flächig, Balkon, hängend	langsames Anfangswachstum in Südlagen, Spätfrostempfindlichkeit, für Kübel geeignet
Selbstkletternde Jungfernrebe (*Parthenocissus quinquefolia* var. Engelmannii)	stark 8–15 m	Haftscheiben	Fensterzwischenräume, Eingänge, flächig, hängend	kalkverträglich, dunkelrote Herbstfärbung, Bienenweide, Vogelnahrung, senkrechte Wuchsform
Dreispitzige Jungfernrebe (*Parthenocissus tricuspidata Veitchii*)	stark 10–18 m	Haftscheiben	Säulen, Eingänge, flächig, hängend	rote Herbstfärbung, Bienenweide, Vogelnahrung, mehr waagrechte Wuchsform, hoher Schnittaufwand an Gebäuden bis 8 m, kalkverträglich

Pflanzen

Pflanzenliste zur Übung 4.3: Pflanzenwachstum beobachten

Spreizklimmer (Achtung mit Dornen!):
- Staudenclematis (*Clematis durandii*)
- Kletterrose (*Rosa* spp.)
- Winterjasmin (*Jasminum nudiflorum*)

Schlingpflanzen:
- Feuerbohne (*Phaseolus coccineus*)
- Pfeifenwinde (*Aristolochia macrophylla*)
- Akebie (*Akebia quinata*)

Blattstielranker:
- Weiße und Rote Zaunrübe (*Bryonia* spp.)
- Clematis (*Clematis* spp)
- Wilder Wein (*Vitis vinifera* spp. *sylvestris*)

Blattranker:
- Gurke (*Cucumis sativus*)
- Erbse (*Pisum sativum*)
- Duftwicke (*Lathyrus odoratus*)

Pflanzenliste zur Übung 5.1: Bepflanzen eines Flachdachs

Stauden:
- Goldhaaraster (*Galatella linosyris*)
- Knäuelglockenblume (*Campanula glomerata*)
- Wiesenmargerite (*Leucanthemum vulgare*)
- Kartäusernelke (*Dianthus carthusianorum*)
- Sonnenröschen (*Helianthemum* spp)

Großstauden:
- Weiße Kugeldistel (*Echinops sphaerocephalus* `Arctic Glow´)
- Purpurdost (*Eupatorium fistulosum* `Atropurpureum´)
- Weidenblättrige Sonnenblume (*Helianthus salicifolius*)
- Riesen-Alant (*Alant magnifica*)
- Federmohn (*Macleaya cordata*)

Großgräser:
- Chinaschilf (*Miscanthus sinensis*)
- Schirmbambus (*Fargesia nitida*)

Sträucher:
- Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*)
- Buchsbaum (*Buxus sempervirens*)
- Hortensie (*Hydrangea* spp.)
- Scheinbuche (*Nothofagus* spp.)

Pflanzenliste zur Übung 5.2: Hochbeet auf dem Dach

In ersten Jahr sollten Pflanzen mit einem hohen Nährstoffbedarf (Starkzehrer*) angepflanzt werden:
- Tomaten
- Karfiol
- Kürbis
- Sellerie
- Spinat
- Gurken
- Grünkohl

Im zweiten Jahr können dann schon Mittelzehrer* angepflanzt werden:
- Paprika
- Radieschen
- Karotten
- Erdäpfel
- Fenchel
- Kohlrabi
- Sonnenblumen
- Knoblauch

Und ab dem dritten Jahr können auch Schwachzehrer* angepflanzt werden:
- Petersilie und andere Kräuter
- Erbsen
- Puffbohnen
- Salate

Pflanzenliste zur Übung 6.3: Indoor-Vertikalbegrünung bauen

- Bromaliengewächse (*Bromeliaceae* spp.)
- Hasenpfotenfarn (*Davallia* spp.)
- Kletterfeige (*Ficus pumila* spp.)
- Hüllenklaue (*Hypoestes* spp.)
- Pfeilwurz (*Maranta* spp.)
- Brennnesselgewächse (*Pellionia* spp.)
- Tüpfelfarn (*Phlebodium* spp.)
- Kanonierblume (*Pilea* spp.)
- Rutenkaktus (*Rhipsalis* spp.)
- Purpurtute (*Syngonium* spp.)

Pflanzenliste zur Übung 6.4: Zimmerpflanzen für die Klasse

- Buntnessel (*Coleus* spp.)
- Lanzenrosette (*Aechmea* spp.)
- Grünlilie (*Chlorophytum elatum*)
- Drachenbaum (*Dracaena fragrans*, *D. deremensis*)
- Silbernetzpflanze (*Fittonia* spp.)
- Punktblume (*Hypoestes phyllostachya*)
- Zypergras (*Cyperus* spp.)
- Pfeilwurz (*Maranta leuconeura*)
- Kastanienwein (*Tetrastigma voinierianum*)
- Strahlenaralie (*Schefflera* spp.)
- Russischer Wein (*Cissus* spp.)
- Efeuaralie (x *Fatshedera* spp.)

Materialliste

Versuch 1.1 Temperatur- und CO_2-Messung			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
CO_2-Messgerät	Sodass jeweils 5–6 Schülerinnen und Schüler mit einem Gerät versorgt sind	Baumarkt	mit integriertem Thermometer
Klemmbrett	S. o.	Schreibwarenhandel	
Arbeitsblatt	S. o.	In diesem Heft	

Versuch 1.2 Oberflächentemperaturen messen			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Infrarot-Thermometer	Sodass jeweils 4–5 Schülerinnen und Schüler mit einem Gerät versorgt sind	Baumarkt	
Klemmbrett	S. o.	Schreibwarenhandel	
Arbeitsblatt	S. o.	In diesem Heft	

Versuch 2.1 Wasserspeicherkapazität messen			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
PET-Flaschen (2 Liter)	3 Stück	Von zu Hause, aus dem Supermarkt	
Lose Erde	Ca. 1 kg	Von einem abgeernteten Feld mithilfe eines Spatens	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob Sie vielleicht Erde vom Schulhof nehmen können.
Rasenziegel*	Passend, um eine 2-Liter-PET-Flasche zu füllen	Von der Wiese mithilfe eines Spatens	
Stütze für die PET-Flaschen	1 Stück	Haushaltswarengeschäft oder Eigenkonstruktion	Beispielsweise Getränkekorb aus Metall bzw. Draht für große Getränkeflaschen oder eine selbst gebaute Holzkonstruktion, in der 3 PET-Flaschen leicht schräg mit der Öffnung nach unten gehalten werden
Flache Schalen (mind. 1 Liter Fassungsvermögen)	3 Stück	Chemieraum oder Küche	
Messbecher (mind. 0,5 Liter Fassungsvermögen)	3 Stück	Chemieraum oder Küche	

Versuch 3.1 Bau von Blumenbomben Angaben für ca. 20 Blumenbomben			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Blumenerde	4 Becher	Baumarkt oder Schulgarten	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht noch Erde lagernd ist.
Tonpulver	4 Becher	Onlineversandhaus	
Blumensamen	1 Becher	Gartencenter, Baumarkt	
Becher oder Glas (ca. 2,5 ml)	1 Stück	Küche, Möbelhaus	
Feste Unterlage (altes Backblech oder Tablett)	1 Stück	Küche, von zu Hause	
Große Schüssel	1 Stück	Küche, von zu Hause	

Versuch 3.2 Bestandsaufnahme und Bepflanzen			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Pflanztröge	Entsprechend der Anzahl der ausgewählten Pflanzen	Baumarkt, Gartencenter	Lassen Sie sich im Baumarkt oder im Gartencenter gleich bei den Pflanzen beraten, welche Tröge am besten zu den jeweiligen Pflanzen passen.
Pflanzen	Nach eigenem Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Lassen Sie sich im Baumarkt oder im Gartencenter gleich bei den Pflanzen beraten, welche Tröge am besten zu den jeweiligen Pflanzen passen.
Blumenerde	Entsprechend der Anzahl der Pflanzen bzw. Größe der Tröge	Baumarkt, Gartencenter	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht noch Erde lagernd ist.
Digitalkamera	1 Stück		
Drucker	1 Stück		
Arbeitsblatt	Für jede Schülerin und jeden Schüler eins	In diesem Heft	
Kariertes Papier oder Millimeterpapier	Für jede Schülerin und jeden Schüler eins	Schreibwarenhandel	
Spaten	1 Stück	Baumarkt, Hauswartin bzw. Hauswart	wird nur benötigt, wenn Pflanzungen im Erdreich vorgenommen werden
Handschuhe oder kleine Schaufeln		Baumarkt, Gartencenter	Wahlweise, falls die Kinder und Jugendlichen die Erde nicht mit den Händen anfassen wollen

Versuch 4.1 Klettergerüst bauen			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Schlagbohrer	1 Stück	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden
Akkuschrauber	1 Stück	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden
Winkel	1 Stück	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden
Schraubenzieher	1 Stück	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden
Draht oder Seil	1 Rolle bzw. 1 Knäuel	Baumarkt	Zum Befestigen der Pflanzentriebe am Klettergerüst
Materialien für den Bau eines 2 x 3 m großen Klettergerüsts			
Latten 48 x 28 x 3.000 mm	11 Stück	Baumarkt	Lassen Sie diese gleich vor Ort passend zuschneiden.
Latten 48 x 28 x 2.000 mm	7 Stück	Baumarkt	Lassen Sie diese gleich vor Ort passend zuschneiden.
Kanthölzer 80 x 50 x 2.000 mm	3 Stück	Baumarkt	Lassen Sie diese gleich vor Ort passend zuschneiden.
Holzschrauben 6 x 50 mm	100 Stück	Baumarkt	
Dübel für die Fassade mit passenden Schrauben	12 Stück	Baumarkt	Die Schrauben sollten etwa 150 mm lang sein und die dazugehörigen Dübel etwa 70 mm.

Versuch 4.2 Fassade bepflanzen			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Topf/Trog	Je nach Anzahl der Pflanzen	Baumarkt, Gartencenter	Wird bei Pflanzungen im Erdreich nicht benötigt; Fassungsvermögen von mind. 150 Litern
Blumenerde	Je nach Anzahl der Töpfe bzw. Qualität des Erdreichs	Baumarkt, Gartencenter	Wird nicht benötigt, wenn bereits genügend und qualitativ hochwertiges (ohne hohen Stein- oder Kiesanteil) Bodenmaterial an der zu bepflanzenden Wand vorhanden ist
Spaten	1 Stück	Baumarkt, Hauswartin bzw. Hauswart	Wird nur bei direkter Pflanzung in die Erde benötigt
Draht oder Seil	1 Rolle bzw. 1 Knäuel	Baumarkt	Zum Befestigen der Pflanzentriebe am Klettergerüst
Pflanzen	Nach eigenem Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Sie können sich im Gartencenter oder Baumarkt auch nach weiteren Pflanzempfehlungen umhören.
Holzstäbe	Je Pflanze 2 Stück	Baumarkt, Gartencenter	Die Holzstäbe dienen dazu, die Pflanze an die Wand zu führen. Sie sollten dementsprechend lang genug sein, sodass sie von der Pflanze bis an die Wand in einem nicht allzu steilen Winkel reichen.
Handschuhe oder kleine Schaufeln		Baumarkt, Gartencenter	Wahlweise, falls die Kinder und Jugendlichen die Erde nicht mit den Händen anfassen wollen

Versuch 4.3 Pflanzenwachstum beobachten			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Maßstab oder Maßband	1 Stück	Baumarkt, von zu Hause, von der Hauswartin bzw. dem Hauswart	
Filzschreiber oder farbiges Klebeband	1 Stück	Schreibwarenhandel, Baumarkt	Wird zur Markierung am Rankgitter verwendet
Digitalkamera	1 Stück		
Topf	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Wird nur benötigt, wenn keine Kletterpflanzen vorhanden sind
Kletterpflanzen	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Wird nur benötigt, wenn keine Kletterpflanzen vorhanden sind
Blumenerde	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Wird nur benötigt, wenn keine Kletterpflanzen vorhanden sind
Handschuhe oder kleine Schaufeln		Baumarkt, Gartencenter	Wahlweise, falls die Kinder und Jugendlichen die Erde nicht mit den Händen anfassen wollen

Versuch 4.4 Herstellung von Moosgraffiti Je nach Bedarf kann auch die doppelte oder dreifache Menge genommen werden.			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Moos	2–3 Handvoll	Wald, Wiese, Garten	
Buttermilch	500 ml	Lebensmittelgeschäft	
Zucker	200 g	Lebensmittelgeschäft	
Bier	Ein Schuss	Lebensmittelgeschäft, Getränkehandel	
Große Schüssel	1 Stück	Küche, von zu Hause	
Mixer	1 Stück	Küche, von zu Hause	
Pinsel	Für jede Schülerin und jeden Schüler einen	Von zu Hause, Schreibwarenhandel, Baumarkt	
Sprühflasche	1 Stück	Baumarkt, Gartencenter, von zu Hause	

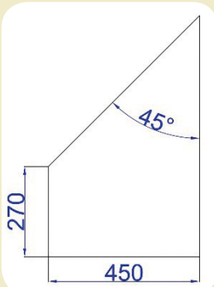
Versuch 5.1 Bepflanzen eines Flachdachs			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Große Pflanztröge	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Pflanztröge sollten auf der Unterseite Löcher haben, damit es nicht zu Staunässe kommen kann.
Blumenerde	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht noch Erde lagernd ist.
Pflanzen	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Sie können sich im Gartencenter oder Baumarkt auch nach weiteren Pflanzempfehlungen umhören.
Grober Kies, Ziegel, Blähton* oder Drainagekugeln	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Dient als Drainageschicht und soll etwa 5 cm des Trogs füllen
Vlies	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Es sollte genug da sein, sodass das Vlies doppelt aufgelegt werden kann.
Handschuhe oder kleine Schaufeln		Baumarkt, Gartencenter	Wahlweise, falls die Kinder und Jugendlichen die Erde nicht mit den Händen anfassen wollen

Versuch 5.2 Hochbeet auf dem Dach			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Kompost* oder Blumenerde	Je nach Größe des geplanten Hochbeets	Schulgarten, Baumarkt, Lagerhaus	
Äste		Schulgelände, Wald, Park, aus privatem Garten	Auch Wurzeln, Reisig, Strauchschnitt
Grasschnitt		Schulgelände, Wald, Park, aus privatem Garten	
Laub		Schulgelände, Wald, Park, aus privatem Garten	Auch andere herbstliche Gartenabfälle sind geeignet.
Stroh		Schulgelände, Wald, Park, aus privatem Garten	
Pflanzen	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Verwenden Sie im ersten Jahr nur Starkzehrer*.
Handschuhe oder kleine Schaufeln		Baumarkt, Gartencenter	Wahlweise, falls die Kinder und Jugendlichen die Erde nicht mit den Händen anfassen wollen
Materialien für den Bau eines 0,80 x 1,20 x 1,80 m großen Hochbeets:			
Rauspund* 50 x 200 x 1.800 mm	8 Stück	Baumarkt	Aus Lärche, einseitig gehobelt; lassen Sie die Bretter gleich vor Ort passend zuschneiden.
Rauspund* 50 x 200 x 1.100 mm	8 Stück	Baumarkt	Aus Lärche, einseitig gehobelt; lassen Sie die Bretter gleich vor Ort passend zuschneiden.
Vierkanthölzer 80 x 80 x 800 mm	4 Stück	Baumarkt	Lassen Sie diese gleich vor Ort passend zuschneiden.
Edelstahlschrauben 6 x 90 mm	100 Stück	Baumarkt	
Noppenbahn 1.000 x 7.000 mm	1 Stück	Baumarkt	Lassen Sie diese gleich vor Ort passend zuschneiden.
Bitumenbahn 1600 x 2.300 mm	1 Stück	Baumarkt	Falls die Breite nicht vorhanden ist, können auch zwei Bahnen überlappend gelegt werden.
Holztacker	1 Stück	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden
Nadeln für Holztacker	1 Packung	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden
Schraubenzieher	1 Stück	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden
Maßband oder Zollstock	1 Stück	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden

Versuch 6.1 CO_2-Konzentration messen			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Kohlenstoffdioxid-Messgerät	1 Stück	Baumarkt	
Arbeitsblatt	Für jede Schülerin und jeden Schüler eines	In diesem Heft	

Versuch 6.2 Mit einem Umweltmessgerät messen			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Umweltmessgerät	1 Stück	Baumarkt	Sollte Messungen für CO_2, Temperatur und relative Luftfeuchte durchführen können
Arbeitsblatt	Für jede Schülerin und jeden Schüler eins	In diesem Heft	

Versuch 6.3 Indoor-Vertikalbegrünung bauen			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Akkuschrauber	1 Stück	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden
Schraubenzieher	1 Stück	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden
Holztacker	1 Stück	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden
Klammern für Holztacker	1 Packung	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden
Maßband oder Zollstock	1 Stück	Baumarkt	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht vorhanden

Versuch 6.3 Indoor-Vertikalbegrünung bauen			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Materialien für den Bau einer 1,50 x 1,50 m großen Indoor-Vertikalbegrünung:			
Sperrholzplatte 15 x 1.500 x 1.500 mm	1 Stück	Baumarkt	Sollte die Größe nicht vorhanden sein, können Sie diese auch aus zwei Platten zusammensetzen. Lassen Sie die Platte gleich vor Ort passend zuschneiden.
Dreischichtige Standardschalungsplatte 27 x 500 x 1.500 mm	1 Stück	Baumarkt	Lassen Sie diese gleich vor Ort passend zuschneiden.
Kantholz 50 x 80 x 1.500 mm	2 Stück	Baumarkt	Lassen Sie diese gleich vor Ort passend zuschneiden.
Baubrett 24 x 200 x 1.500 mm	1 Stück	Baumarkt	Lassen Sie diese gleich vor Ort passend zuschneiden.
Baubretter 24 x 200 x 410 mm	2 Stück	Baumarkt	Lassen Sie diese gleich vor Ort passend zuschneiden.
Kanthölzer 50 x 50 x 200 mm	4 Stück	Baumarkt	Lassen Sie diese gleich vor Ort passend zuschneiden.
Sperrholzplatte für Seitenteile	2 Stück	Baumarkt	 Lassen Sie diese gleich vor Ort passend zuschneiden.
1-mm-Teichfolie 2.000 x 2.000 mm	1 Stück	Baumarkt	Je dicker die Folie ist, desto besser
Geovlies 2.000 x 2.000 mm	1 Stück	Baumarkt	Vorzugsweise aus recyceltem Material
Geovlies 300 x 2.000 mm	4 Stück	Baumarkt	Vorzugsweise aus recyceltem Material
Transport-Geräte-Lenkrollen bis 150 kg	4 Stück	Baumarkt	
Holzschrauben 4 x 40 mm	50 Stück	Baumarkt	
Blumenerde	250 l	Baumarkt, Gartencenter	
Pflanzen	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Sie können sich im Gartencenter oder Baumarkt auch nach weiteren Pflanzempfehlungen umhören.
Handschuhe oder kleine Schaufeln		Baumarkt, Gartencenter	Wahlweise, falls die Kinder und Jugendlichen die Erde nicht mit den Händen anfassen wollen

Versuch 6.4 Zimmerpflanzen für die Klasse			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Blumentöpfe	Je nach Anzahl der Pflanzen	Baumarkt, Gartencenter	Passen Sie die Größe der Töpfe an die Pflanzen an bzw. lassen Sie sich gleich vor Ort beraten.
Blumenerde	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Fragen Sie bei der Schulwartin bzw. beim Schulwart nach, ob vielleicht noch Erde lagernd ist.
Pflanzen	Je nach Bedarf	Baumarkt, Gartencenter	Sie können sich im Gartencenter oder Baumarkt auch nach weiteren Pflanzempfehlungen umhören.
Handschuhe oder kleine Schaufeln		Baumarkt, Gartencenter	Wahlweise, falls die Kinder und Jugendlichen die Erde nicht mit den Händen anfassen wollen

Versuch 6.5 Soziales Wohlfühlen messen			
Was?	**Wie viel?**	**Woher?**	**Anmerkung**
Digitalkamera	1 Stück		
Arbeitsblatt	Für jede Schülerin und jeden Schüler eines	In diesem Heft	

Verwendete und weiterführende Literatur

Alexandri, Eleftheria; Jones, Phil (2008): Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. In: Building and Environment (43), S. 480–493. Online verfügbar unter http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132306003957.

Ansel, Wolfgang; Appl, Roland; Betzler, Florian; Köhler, Manfred; Mann, Gunter; Ottelé, Marc; Wünschmann, Sven (2012): Handbuch Bauwerksbegrünung. Planung - Konstruktion - Ausführung. Köln: Müller, Rudolf.

Cao, Xin; Onishi, Akio; Chen, Jin; Imura, Hidefumi (2010): Quantifying the cool island intensity of urban parks using ASTER and IKONOS data. In: Landscape and Urban Planning (96), S. 224–231. Online verfügbar unter http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016920461000054X.

Fjeld, Tevo (2000): The Effect of Interior Planting on Health and Discomfort among Workers and School Children. In: HortTechnology (10), S. 46–52. Online verfügbar unter https://www.google.at/search?q=hort+technology&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe_rd=cr&ei=6ZqQWNjvIuGv8wejnZe4Bg, zuletzt geprüft am 31.01.2017.

Florineth, Florin (2012): Pflanzen statt Beton. Sichern und gestalten mit Pflanzen. 2. Aufl. Berlin: Patzer.

Florineth, Florin; Pitha, Ulrike; Kloidt, Florian; Sokopp, Manuel (2015): Vegetationstechnik. Studienblätter zur Vorlesung. Hrsg. v. Universität für Bodenkultur Wien. Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau.

Fonds Gesundes Österreich, Ein Geschäftsbereich der Gesundheit Österreich GmbH (Hrsg.) (2008): Gesund mit Pflanzen. Bewusst lebt besser. Wien, zuletzt geprüft am 01.02.2017.

Frenzel, Elke; Schraml, Peter (2011): Das Lernfördernde Klassenzimmer. Ein Konzept der guten, gesunden Schule. Handlungsanleitung für Planer, Schulleiter und Lehrkräfte. Hrsg. v. Bayerischer Gemeindeunfallversicherungsverband (Bayer. GUVV) und Bayerische Landesunfallkasse (Bayer. LUK). München. Online verfügbar unter http://www.sichere-schule.de/media/upload/Das_lernfoerdernde_Klassenzimmer_GUV_X_99966_2011.pdf, zuletzt geprüft am 01.02.2017.

Gill, Susannah; Rahman, Mohammad; Handley John F.; Ennos, Roland (2013): Modelling water stress to urban amenity grass in Manchester UK under climate change and its potential impacts in reducing urban cooling. In: Urban Forestry & Urban Greening (12), 350,358. Online verfügbar unter http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866713000319.

Groult, Jean-Michel; Hesemann, Sabine (2010): Grüne Wände selbst gestalten. Vertikale Gärten für Ihr Zuhause. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer.

Hall, Justine M.; Handley, John F.; Ennos, A. Roland (2012): The potential of tree planting to climate-proof high density residential areas in Manchester, UK. In: Landscape and Urban Planning, 2012 (104), S. 410–417. Online verfügbar unter http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204611003379.

Heissenberger, Judith (2004): Schulfreiräume Freiraum Schule. Handbuch zur naturnahen Gestaltung. Hrsg. v. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung und Natur im Garten. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung. St. Pölten (NÖ Naturgarten-Ratgeber). Online verfügbar unter http://www.naturimgarten.at/sites/default/files/schulfreiraeume_-_freiraum_schule.pdf, zuletzt geprüft am 04.03.2015.

Hörandl, Elvira; Florineth; Florin; Hadecek, Franz (2012): Weiden in Österreich und angrenzenden Gebieten. 2. Aufl. Wien: Eigenverlag Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, BOKU.

Kingsbury, Noel; Dunnett, Nigel (2008): Planting Green Roofs and Living Walls. Portland, USA: Timber Press.

Lomachuk, Tetiana (2014): Projekt ProGreenCity - Untersuchung der vegetationstechnischen Eigenschaften und mikroklimatischen Auswirkungen von Dach- und Fassadenbegrünung an Versuchsgebäuden in Wien-Aspern. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur Wien, Wien. Department für Bautechnik und Naturgefahren, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau. Online verfügbar unter http://search.obvsg.at/primo_library/libweb/action/dlDisplay.do?vid=ACC&docId=ACC_aleph011614010&fn=permalink.

Maschek, Maria (2005): Unterricht in Schulfreiräumen. Ideen für forschendes Lernen rund um die Schule für 1. bis 6. Schulstufe. Hrsg. v. Umweltdachverband. FORUM Umweltbildung. Wien (Ökolog).

McPherson, E. Gregory; Nowak, David; Heisler, Gordon; Grimmond, Sue; Souch Catherine; Grant, Rich; Rowntree, Rowan (1997): Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project. In: Urban Ecosystems (1), S. 49–61. Online verfügbar unter https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/1997/ne_1997_mcpherson_001.pdf, zuletzt geprüft am 31.01.2017.

MeineRaumluft.at (Hrsg.): In der Schule. Frische Luft sorgt für klaren Kopf zum Lernen. Online verfügbar unter http://www.meineraumluft.at/raumluft/schule---bro/schule-problem-und-lsung.html, zuletzt geprüft am 01.02.2017.

Milton, Donald K.; Rudnick, Steve N. (2003): Risk of indoor airborne infection transmission estimated from carbon dioxide concentration. Department of Environmental Health, Harvard School. Boston (USA). Online verfügbar unter http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1600-0668.2003.00189.x/epdf?r3_referer=wol&tracking_action=preview_click&show_checkout=1&purchase_referrer=www.google.at&purchase_site_license=LICENSE_DENIED, zuletzt geprüft am 02.02.2017.

Niemeyer-Lüllwitz, Adalbert; Hoff, Martina (1994): Das Gartenbuch für Städter. Balkon- und Kleinstgärten, Hausbegrünung. Augsburg: Naturbuch-Verlag.

Peck, Steven W.; Callaghan, Chris; Kuhn, Monica E.; Bass, Brad (1999): Greenbacks from green roofs: Forging a new industry in Canada. Status report on benefits, barriers and opportunities for green roof and vertical garden technology diffusion. Online verfügbar unter https://pdfs.semanticscholar.org/5cf6/e377139e89d185c3e723d5edb3a11bc8c63b.pdf, zuletzt geprüft am 01.02.2017.

Perini, Katia; Rosasco, Paolo (2013): Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. In: Building and Environment, S. 110–121. DOI: 10.1016/j.buildenv.2013.08.012.

Pitha, Ulrike; Scharf, Bernhard; Enzi, Vera; Oberarzbacher, Stefanie; Hancvencl, Georg; Wenk, Daniel 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.

proHolz Austria, Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft (Hrsg.): Waldfläche und Waldvorrat in Österreich. Online verfügbar unter http://www.proholz.at/co2-klima-wald/waldflaeche-und-vorrat/waldflaeche-und-waldvorrat-in-oesterreich/, zuletzt geprüft am 01.02.2017.

Schlüter, Uwe (1984): Zur Geschichte der Ingenierbiologie. In: Landschaft + Stadt (16), S. 2–9.

Schmid, Christa (2013): Grün-Verdichtung im innerstädtischen Raum. Maßnahmen zur Minderung von sommerlichen Temperaturextremen am Beispiel Wien-Alsergrund. Abschlussarbeit zum Lehrgang „Urbaner Klimaschutz“, Wien. Online verfügbar unter https://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwi8s__cs-7RAhWFjiwKHaSvAJkQFggaMAA&url=https%3A%2F%2Falsergrund.gruene.at%2Fthemen%2Fumwelt-energie%2Fhitzeinsel-alsergrund-keine-unnoetigen-baumfaellungen-mehr%2Fstudie.pdf&usg=AFQjCNFecoErdyrFkHE6OUx3XFmSba51yw&bvm=bv.146073913,bs.2,d.bGs&cad=rja, zuletzt geprüft am 01.02.2017.

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft (Hrsg) (2013): Bewegende Gärten. Handbuch für die Projektarbeit in Schulgärten und auf grünen Schulhöfen. Berlin. Online http://www.naturimgarten.at/sites/default/files/comenius_regio_backup.pdf, zuletzt geprüft am 11.6.2015.

Thönnessen, Manfred: Staubfilterung und immissionshistorische Aspekte am Beispiel fassadenbegrünenden Wilden Weines (Parthenocissus tricuspidata). Originalarbeit. ecomed Verlag. Landsberg, Tokio, Mumbai, Seoul, Melbourne, Paris.

Ulrich, Roger S.; Simons, Robert (1986): Recovery from stress during exposure to every day outdoor environments. In: The costs of not knowing. Proceedings of the seventieth annual conference of the environmental research association.

WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2013): Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern, Teil 1. Leitfaden für die Praxis. Karlsruhe,. Online verfügbar unter http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/263945/ingenieurbiologische_bauweisen_leitfaden.pdf?command=downloadContent&filename=ingenieurbiologische_bauweisen_leitfaden.pdf, zuletzt geprüft am 31.01.2017.

Wells, Nancy M. (2000): At Home with Nature Effects of “Greenness” on Children’s Cognitive Functioning. In: Environment and Behavior November 2000 (32, 6), S. 775–795.

Welt der Wunder (Hrsg.) (2016): Klimakiller Kuh: Wie gefährlich sind die Rülpser der Wiederkäuer? Online verfügbar unter http://www.weltderwunder.de/artikel/klimakiller-kuh-wie-gefaehrlich-sind-die-ruelpser-der-wiederkaeuer, zuletzt geprüft am 01.02.2017.

Zeh, Helgard (2007): Ingenieurbiologie. Handbuch Bautypen. 1. Aufl. Zürich: vdf Hochschulvlg.

Zeh, Helgard (2010): Ingenieurbiologische Bauweisen im naturnahen Wasserbau. Praxishilfe. Hrsg. v. ImpressumHerausgeberBundesamt für Umwelt (BAFU). Bern. Online verfügbar unter https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/Ingenieurbiologische_Bauweisen_im_naturnahen_Wasserbau.pdf, zuletzt geprüft am 01.02.2017.

Zimmermann, Astrid (Hrsg.) (2009): Landschaft Konstruieren. Materialien, Techniken, Bauelemente. Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung Fakultät VI, Technische Universität Berlin. Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser Verlag AG.

Angebote für Schulen

Das Mikroklima hat einen bedeutenden Einfluss auf uns, da es ausschlaggebend für unser psychisches Wohlbefinden und unsere Gesundheit ist. Das Team vom Büro für nachhaltige Kompetenz B-NK GmbH sowie von Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U. bieten für Schulen praxisnahe Forschungsworkshops rund um das Thema MikroSCHULklima an. Dabei wird grundlegendes Wissen zum Thema Mikroklima und der positive Einfluss von Pflanzen auf dieses, in vielfältigen Workshops veranschaulicht und erlebbar gemacht.

Folgende Workshops werden für Schulklassen bzw. Gruppen angeboten:

- Karten, Pläne und Realität: Praktische Erkundung des eigenen Schulgeländes und eine Einführung Kartierung und Erfassung von Räumen und Umgebungen

- Mikroklima: Fühlen, messen, erfassen und interpretieren: Mithilfe verschiedener technischer Geräte werden Umgebungsdaten gemessen, aufgenommen und anschließend reflektiert
- Kreatives Gestalten mit Pflanzen: Malen und Basteln mit Pflanzen

- Begrünungen des Schulhofs/-gartens: durch verschiede Arten von Pflanzungen soll der Schulhof/-garten begrünt werden
- Gestaltungsworkshops: Schülerinnen und Schüler planen und bauen Grüne Wände, Fassadenbegrünungen, Innenraumbegrünungen, Hochbeete und/oder Gemüsebeete

Bei Interesse wenden Sie sich bitte an **office@b-nk.at** bzw. kontaktieren Sie **Dr.in Bente Knoll** unter **0676/6461015**.

Mit der Broschüre „**Mikro**SCHUL**klima** Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe I und II“ soll Schülerinnen und Schülern Wissen rund um die Themen Hitzeinseln in der Stadt und das Raumklima im Klassenzimmer anschaulich vermittelt werden. Die Broschüre richtet sich an die Sekundarstufen 1 und 2. Sie spricht besonders Lehrkräfte aus den Bereichen Biologie und Umweltkunde, Chemie, Psychologie und Philosophie, Deutsch, Englisch, Mathematik, Physik, technisches Werken, bildnerische Erziehung, Geografie aber auch jene Lehrkräfte, die mit der politischen Bildung, der Bildung für nachhaltige Entwicklung und der Berufsorientierung befasst sind, an.

ISBN-Nummer: 978-3-9504265-1-9