



URBAN GREEN Education for ENTteRprising Agricultural INnovation

# Urban Green Train Module und Ressourcen (IO2)

## Modul 2: Ressourcennutzung als wichtige Herausforderung



With the support of the Erasmus+ programme of the European Union

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 2.5 Generic License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>



This project has been funded with support from the European Commission and the Italian National Agency of the Erasmus+ Programme. This publication reflects the views only of the authors, and the funding organisations cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



## MODUL 2 “Ressourcennutzung als wichtige Herausforderung”

### AUTOREN

Kapitel 2.1	F. Orsini, G. Gianquinto (University of Bologna, IT) G. Bazzocchi (Horticity, IT)
Kapitel 2.2	E. Sanyè-Mengual (University of Bologna, IT)
Kapitel 2.3	E. Chantoiseau, L. Vidal-Beaudet, P. Cannavo, V. Beaujouan (Agreenium, FR)
Kapitel 2.4	F. Orsini, E. Sanyè-Mengual, G. Gianquinto (University of Bologna, IT); G. Bazzocchi (Horticity, IT)
Kapitel 2.5	W. Lorleberg, B. Pölling (Fachhochschule Südwestfalen; DE)

# INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG .....	4
MODUL 2 “Ressourcennutzung als wichtige Herausforderung” .....	5
Ziele .....	5
Struktur.....	5
Lernziele und Konsequenzen.....	6
WESENTLICHE INHALTE UND RESSOURCEN.....	8
2.1 - Urbane Agrikultur für Biodiversität und Ökologie .....	8
2.2 - Urbane Agrikultur zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks .....	18
2.3 - Urbane Agrikultur für Ressourceneffizienz und Abfallmanagement.....	23
2.4 - Städtische Zersiedelung und Auswirkungen auf Ackerland: GIS-Analyse.....	44
2.5 - Stickpunkte zur ökonomischen Dimension.....	53

# EINLEITUNG

Dieses Modul und die dazugehörigen Lehrinhalte und Ressourcen wurden im Rahmen des Projektes “URBAN GREEN TRAIN (URBAN GReen Education for ENTTeRprising Agricultural INnovation)” erstellt. Das Projekt ist gefördert von der Europäischen Union und der italienischen Vertretung des ERASMUS+ Programms. Ziel des URBAN GREEN TRAIN ERASMUS+ Projektes (2014-1-IT02-KA200-003689) ist es, neues Unternehmertum in der urbanen Agrikultur durch Wissensaustausch und gemeinsames Lernen unterschiedlicher Akteursgruppen zu fördern. Dies unterstützt die weltweite Nachfrage nach Innovationen zum grünen Unternehmertum in Stadtregionen.

Eines der Hauptergebnisse von URBAN GREEN TRAIN ist ein Set von Modulen und Ressourcen (IO2) zur Weiterbildung für Interessierte an urbaner Agrikultur. Dieses Set umfasst insgesamt **5 Module von insgesamt 150 Lehrstunden, welche sowohl für Präsenzangebote als auch für distance learning** geeignet sind. Die Struktur und Inhalte der Module orientiert sich an einer ausführlichen Nachfrageanalyse für Weiterbildungen der relevanten Akteursgruppen in der urbanen Agrikultur. Diese Analyse ist in der Publikation “[URBAN AGRICULTURE INITIATIVES TOWARD A MINDSET CHANGE](#)” ausführlich dargestellt. Die fünf UGT Module sind:

**Modul 1: Einleitung: Konzepte, Definitionen und Typen urbaner Agrikultur**

**Modul 2: Ressourcennutzung als wichtige Herausforderung**

**Modul 3: Typen, Produktionssysteme und kurze Wertschöpfungsketten urbaner Agrikultur**

**Modul 4: Netzwerkarbeit und Steuerung**

**Modul 5: Urbane Agrikultur als Business unter Beachtung der städtischen Ansprüche**

Die UGT Module, Lehrinhalte und Ressourcen (IO2) wurden in einem internationalen Pilotkurs sowohl als vollständiges online-Angebot als auch als kombinierter online-/Präsenzkurs von August 2016 bis Januar 2017 getestet. Die Teilnehmer des Pilotkurses haben verschiedene Nationalitäten und (beruflichen) Hintergründe. Das Feedback der Studierenden und Lehrenden aus dem Pilotkurs sowie auch weiterer Experten wurde genutzt, um die Kursinhalte anpassen, zu verbessern und in der hier vorliegenden Form sowohl Hochschuleinrichtungen als auch der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

URBAN GREEN TRAIN wird koordiniert von der Universität Bologna, Alma Mater Studiorum, Fachbereich Agrarwissenschaften. Die weiteren Projektpartner sind:

- Agreenium / Agrocampus Ouest, Paris, Frankreich
- Vegepolys, Angers, Frankreich
- Fachhochschule Südwestfalen, Soest, Deutschland
- Hei-tro GmbH, Dortmund, Deutschland
- Horticity srl, Bologna, Italien
- STePS srl, Bologna, Italien
- Mammut Film srl, Bologna, Italien
- Grow the Planet, Italien
- RUAF Foundation, Niederlande

Mehr unter: [www.urbangreentrain.eu](http://www.urbangreentrain.eu)

# MODUL 2 “Ressourcennutzung als wichtige Herausforderung”

## Ziele

Dieses Modul zielt darauf ab, den Teilnehmern die Beziehung zwischen städtischer Landwirtschaft und städtischer Ökologie nahezubringen. Strategien zur Verbesserung der Rolle der städtischen Landwirtschaft bei der Verringerung des ökologischen Fußabdrucks der Stadt werden definiert und kritisch angesprochen. Die Studierenden erkunden die verschiedenen Elemente, die zur Ressourceneffizienz und Abfallwirtschaft sowie zum Wohlbefinden der Bürger beitragen. Zum Abschluss des Moduls werden die Studierenden in der Lage sein, unternehmerische Chancen und Innovationsmöglichkeiten für jede Herausforderung zu identifizieren und zu bewerten.

## Struktur

Modul 2 umfasst folgende Inhalte:

- **2.1 Urbane Agrikultur für Biodiversität und Ökologie**
  - 2.1.1 Urbanisierung und der Verlust an Biodiversität
  - 2.1.2 Urbane Agrikultur und Grünzüge
  - 2.1.3 Nachhaltiges Management in urbaner Agrikultur
  - 2.1.4 Ökosystemdienstleistungen durch historische / neue Genotypen
  - 2.1.5 Management belasteter Böden
- **2.2 Urbane Agrikultur zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks**
  - 2.2.1 Abmilderung des Klimawandels: Lokale Produktion und foodmiles
  - 2.2.2 Mehr Frische: Verringerung der Lebensmittelabfälle und Umweltauswirkungen
  - 2.2.3 Umweltgerechtigkeit: Förderung des Lokalen
  - 2.2.4 Bewertung der nachhaltigen Dimension urbaner Agrikultur
- **2.3 Urbane Agrikultur für Ressourceneffizienz und Abfallmanagement**
  - 2.3.1 Dachgewächshäuser und grüne Wände
  - 2.3.2 Aus Abfall Ressourcen Machen: mögliche Verwendungen von Bioabfällen
  - 2.3.3 Regenwassernutzung und Grauwasserversorgung
- **2.4 Urbane Agrikultur zur Verbesserung des Stadtklimas**
  - 2.4.1 Urbane Agrikultur zur Verbesserung des Stadtklimas
  - 2.4.2 Luft-filternde grüne Infrastrukturen
  - 2.4.3 Verringerung der städtischen Wärmeinsel
  - 2.4.4. Finanzierung urbaner Agrikultur zur Verbesserung des Stadtklimas
- **2.5 Stichpunkte zur ökonomischen Dimension**

## Lernziele und Konsequenzen

Die Hauptlernziele des Moduls 2 sind folgende:

KAPITEL	ZEIT	LERNZIELE	KONSEQUENZEN
<b>2.1 Urbane Agrikultur für Biodiversität und Ökologie</b>	5.5	Beziehung zwischen Städten und Biodiversität einführen Konzept der grünen Korridore vorstellen Definieren, wie landwirtschaftliche Inputs nachhaltig verwaltet werden können Rolle der pflanzengenetypischen Ressourcen bei der Bereitstellung von Ökosystemleistungen definieren Beschreiben, wie UA in verschmutzten Böden praktiziert werden kann Ökologische Fragen in UA-Systemen verknüpfen	Die Teilnehmer sind in der Lage: den Zusammenhang zwischen Städten und Biodiversität zu beschreiben grüne Korridore zu definieren und in einem Stadtplan zu identifizieren landwirtschaftliche Praktiken, die die Ökosysteme und Biodiversität respektieren, zu identifizieren ökologische landwirtschaftliche Systeme zu planen und verwalten
<b>2.2 Urbane Agrikultur zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks</b>	4.5	Verständnis für die Umweltbelastung des aktuellen städtischen Lebensmittelsystems Verständnis für die Relevanz von Nahrungsmittelabfällen auf den Städten Lebensmittelsysteme aus ökonomischer, ökologischer und sozialer Sicht aus einer Lebenszyklusperspektive zu definieren.	Die Teilnehmer sind in der Lage: Kritische Bewertung der verschiedenen Lebensmittelsysteme in Bezug auf Umwelt-, Wirtschafts- und Sozialpolitik vorzunehmen Projekte zu planen und zu entwickeln
<b>2.3 Urbane Agrikultur für Ressourceneffizienz und Abfallmanagement</b>	9	Verständnis für die Energieeffizienz im Stadtmaßstab Identifizierung von energetischen Zusammenhängen zwischen gebauten Umgebungen und grünen Infrastrukturen Relevanz der Kompostierung im effizienten Stadtmanagement verstehen Wasserkreislauf in der städtischen Umwelt und den effizienten Wasserverbrauch mit UA definieren Raum und Land als Ressource in der städtischen Umgebung definieren	Die Teilnehmer sind in der Lage: Entwicklung und Umsetzung ressourcenschonender UA-Projekte
<b>2.4 Urbane Agrikultur zur Verbesserung des Stadtklimas</b>	5	Zusammenhang zwischen Urbanisierung und Luftverschmutzung verstehen Grüne Infrastrukturen mit Ökosystemdienstleistungen wie Luftfilterung und Mikroklimatisierung verknüpfen	Die Teilnehmer sind in der Lage: Luftfilterungen grüner Infrastruktur zu planen klima-robuste UA-Systeme zu planen
<b>2.5 Stichpunkte zur ökonomischen</b>	1	mögliche Innovationen für die Unterthemen des Hauptmoduls zu identifizieren	Die Teilnehmer sind in der Lage: stadtbezogene Herausforderungen zur Schaffung von

Dimension			UA-Unternehmen zu berücksichtigen Innovationen aufzuführen
-----------	--	--	---

# WESENTLICHE INHALTE UND RESSOURCEN

## 2.1 - Urbane Agrikultur für Biodiversität und Ökologie

### *Einleitung*

In diesem Kapitel werden die Lernenden die Beziehungen zwischen den Städten und der Biodiversität und dem Konzept der Grünzüge und grünen Korridore vorgestellt bekommen. Innerhalb des Kapitels wird definiert, wie die landwirtschaftliche Inputs nachhaltig verwaltet werden können, die Rolle der pflanzengenotypischen Ressourcen bei der Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen und wie der städtische Gartenbau in verschmutzten Böden praktiziert werden kann. Darüber hinaus werden die Studierenden die Zusammenhänge zwischen ökologischen Fragen in städtischen Landwirtschaftssystemen erforschen. Nach Abschluss des Kapitels können die Teilnehmer die Verbindung zwischen Städten und Biodiversität beschreiben, grüne Korridore definieren und sie in einem Stadtplan identifizieren, landwirtschaftliche Praktiken identifizieren, die Ökosysteme und Biodiversität respektieren und ökologische landwirtschaftliche Systeme planen und verwalten.

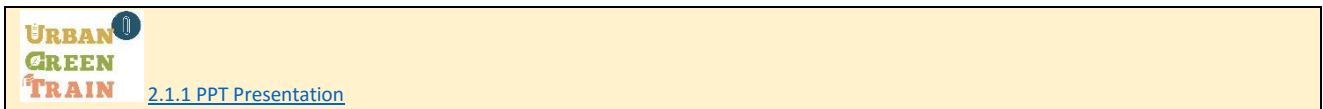


## 2.1.1 - Urbanisierung und der Verlust an Biodiversität

Im letzten Jahrhundert bewegten sich die Menschen allmählich von ländlichen Gebieten zu Städten und urbanisierten Gebieten. Heute wohnt knapp über die Hälfte der Weltbevölkerung in städtischen Umgebungen. Infolgedessen gewinnt die stadtnahe und städtische Landwirtschaft auf der ganzen Welt an Bedeutung und es ist notwendig, neue Strategien zu entwickeln, um die Nahrungsmittelversorgung und die Ernährungssicherheit derjenigen zu gewährleisten, die in städtischen Umgebungen leben. In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- **Urbanisierungstrends.** Seit 2007 hat die städtische Bevölkerung die Landbevölkerung übertroffen, was zu einem deutlichen Wachstum der städtischen Gebiete führt. Trends zeigen, dass im Jahr 2050 die städtische Bevölkerung 70% der weltweiten Gesamtbevölkerung ausmachen wird. Städte wachsen vor allem Gebieten hoher Biodiversität (Hotspots).
- **Biodiversitäts-Hotspots und Städteverteilung.** Diese Hotspots zeichnen sich durch Pflanzen-Endemismus (mindestens 1.500 Arten von Gefäßpflanzen) und durch Lebensraumverluste (verloren mindestens 70% des ursprünglichen Lebensraums) aus. Weltweit wurden 34 Biodiversitäts-Hotspots identifiziert. Gemeinsam werden diese Hotspots geschätzt, um ein hohes Maß an Biodiversität zu beherbergen, darunter mindestens 150.000 Pflanzenarten als Endemische Arten und 77% der gesamten terrestrischen Wirbeltierarten der Welt. Die von der Conservation International weltweit identifizierten 34 Biodiversitäts-Hotspots enthalten städtische Gebiete. Städte mit reicher Biodiversität sind zahlreich, und sie befinden sich in einer Vielzahl von geographischen Orten wie Brüssel, Kapstadt, Chicago, Curitiba, Frankfurt, Mexiko-Stadt, New York City und Singapur, um nur einige zu nennen. In Brüssel findet man zum Beispiel mehr als 50 Prozent der in Belgien vorkommenden Blumenarten. Kapstadt beherbergt 50 Prozent der bedrohten Vegetationstypen Südafrikas und etwa 3.000 einheimische vaskuläre Pflanzenarten. Singapur hat mehr als zehn Ökosysteme innerhalb seiner Grenzen und die jüngsten Umfragen haben mehr als 500 Arten von Pflanzen und Tieren in Singapur neu aufgenommen.
- **Weltweiter Verlust an Biodiversität.** Überall auf der Welt sind Ökosysteme zugunsten von Landwirtschaft und andere Landnutzungen verändert worden. Die Umwandlung ist in Gebieten, wie z. B. den Mittelmeerwäldern, langsamer gewesen, wo die meisten landwirtschaftlichen Flächen bereits um 1950 umgewandelt worden waren und wo die Mehrheit der heimischen Lebensräume bereits verloren gegangen war. Artensterben ist ein natürlicher Teil der Geschichte der Erde. Allerdings haben die Menschen in den vergangenen 100 Jahren die Extinktionsrate um mindestens 100 im Vergleich zur natürlichen Rate erhöht. Die aktuelle Extinktionsrate ist viel größer als die Rate, mit der neue Arten entstehen, was zu einem Nettoverlust der Biodiversität führt.
- **Städtewachstum und Biodiversität.** Städtewachstum verursacht Verlust an landwirtschaftlicher Produktionsfläche, Entwaldung und Lebensraumverlust, Verringerung von Freiflächen, Verschmutzung und Bodenversiegelung, was insgesamt zu einer Zersplitterung der Ökosysteme und einem Verlust der biologischen Vielfalt führt.
- **Urbane Ökosysteme.** Die städtischen Ökosysteme sind überwiegend künstlich geprägt und bieten einen bestimmten Lebensraumzustand. Die Biodiversität in der städtischen Umwelt ist sehr spezifisch und variiert in den Beziehungen zu den anthropogenen Einflüssen und Aktivitäten.
- **Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen.** Der Ökosystemansatz ist ein Weg, um das Funktionieren der Natur zu beschreiben und besteht aus Komponenten (Pflanzen, Tieren, Mikroorganismen, Wasser, Luft etc.) sowie den Wechselwirkungen zwischen diesen Komponenten. Funktionierende Ökosysteme sind die Grundlage für das menschliche Wohlergehen und die meisten ökonomischen Aktivitäten, denn fast jede Ressource, die die Menschheit täglich bedient, beruht direkt oder indirekt auf der Natur. Die Vorteile, die Menschen von der Natur ableiten, werden als Ökosystemdienstleistungen bezeichnet. Sie können in vier Kategorien unterteilt werden: Bereitstellung von Dienstleistungen, Regulierung von Dienstleistungen, unterstützende Dienstleistungen und kulturelle Dienstleistungen.

*Schauen Sie sich bitte folgende Präsentation an:*



## 2.1.2 - Urbane Agrikultur und Grünzüge

Nach dem UN-Generalsekretär Ban Ki-moon (Konvention über die biologische Vielfalt, 2012) sind die Herausforderungen der Urbanisierung enorm. In der Tat können gut gestaltete Städte nachhaltig eine große Anzahl von Menschen in einem relativ kleinen Raum unterbringen und eine verbesserte Lebensqualität bieten und eine höhere Ressourceneffizienz ermöglichen. Wie im vorigen Kapitel gesehen, sind grüne Infrastrukturen und entsprechende ökologische Dienstleistungen Schlüsselfaktoren für die Lebensfähigkeit der Städte. In diesem Kapitel wird das Thema der positiven Rolle angesprochen, die Städte in Bezug auf die Erhaltung und Förderung der Biodiversität spielen können. Die städtische Landwirtschaft kann durch den Bau von grünen (ökologischen) Korridoren innerhalb der Städte ein wichtiger Faktor für die Verbesserung des menschlichen Wohlbefindens und des Umweltschutzes werden. Dieses Kapitel untersucht folgende Themen:

- **Urbane Biodiversität - Hauptaussagen.** Die städtische Biodiversität ist die Vielfalt und der Reichtum an lebenden Organismen und Lebensraumvielfalt, die in und am Rande der menschlichen Siedlungen ansässig ist. Wichtige Kernaussagen: 1) Urbanisierung ist eine Herausforderung und eine Chance, Ökosystemdienstleistungen weltweit zu verwalten. 2) Hohe Biodiversität kann in Städten existieren. 3) Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen sind wichtige natürliche Kapitale. 4) Die Erhaltung funktionierender Ökosysteme kann die menschliche Gesundheit und das Wohlbefinden erheblich verbessern. 5) Die städtischen Ökosystemdienstleistungen und die Biodiversität können dazu beitragen, den Klimaschutz und die Anpassung zu fördern. 6) Die Erhöhung der Biodiversität des städtischen Lebensmittelsystems kann die Ernährungs- und Ernährungssicherheit erhöhen. 7) Ökosystemdienstleistungen müssen in die Stadtpolitik und Planung integriert werden. 8) Die erfolgreiche Verwaltung von Ökosystemdienstleistungen und die Biodiversität muss auf einer mehrstufigen, Sektor-übergreifenden und mehrstöckigen Beteiligung beruhen. 9) Städte bieten einzigartige Chancen für Lernen und Bildung über eine widerstandsfähige und nachhaltige Zukunft. 10) Städte haben ein großes Potenzial, Innovationen und Governance-Instrumente zu generieren und können daher in der nachhaltigen Entwicklung führend sein.
- **Grüne Infrastruktur für Biodiversität.** In Städten gibt es verschiedene Arten von grünen Infrastrukturen, z. B. auch begrünte Dächer, städtische Gärten und wilde Blumen.
- **Definition von Grünzügen (grünen Korridoren).** Grüne Korridore helfen, einen Zusammenhalt in ansonsten fragmentierten Ökosystemen aufrechtzuerhalten. Durch die Verbindung von fragmentierten Lebensräumen wird die Lebensfähigkeit von Tier- und Pflanzenarten durch erweiterte Lebensräume, Verteilung von Jungtieren und Wiederverwendung von leeren Lebensräumen verbessert. Ökologische Netzwerke bestehen aus Kernbereichen, Korridoren und Pufferzonen. Korridore schaffen eine dauerhafte Verbindung zwischen Kernbereichen. Die Kernbereiche und verbindenden Korridore sind von Pufferzonen umgeben, die als Schutz vor möglichen störenden äußeren Einflüssen dienen. Neben den Kerngebieten und den Verbindungsgängen liegt ein weiterer Bereich mit Land für nachhaltige Nutzung mit der Bewahrung mehrerer Ökosystemfunktionen.

*Schauen Sie sich bitte folgende Präsentation an:*



### 2.1.3 - Nachhaltiges Management in urbaner Agrikultur

Die städtische Landwirtschaft gewinnt die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit und gilt als eine nachhaltige Aktivität, die foodmiles reduziert, Gemeinschafts- und Zugehörigkeitsgefühl schafft, körperliche Aktivität ermöglicht und insgesamt das Wohlbefinden in den Städten verbessert. In der Tat, wenn Pflanzen in der städtischen Umwelt angebaut werden, entsteht eine Reihe von agronomischen Fragen. Ist es wirklich nachhaltiger, Pflanzen in einzelnen Grundstücken anstatt mit Skaleneffekten im Ländlichen anzubauen? Ist das Produkt gesund? Wie kann ein nicht ausgebildeter Stadtbauer nachhaltig landwirtschaftliche Betriebe entwickeln? Wie können Ressourcen (z. B. Wasser, Pflanzennährstoffe) verwaltet und genutzt werden? Wie können Schädlinge und Krankheiten kontrolliert werden?

Diese Fragen wurden im Rahmen des EU-Projekts HORTIS (Horticulture in Towns for Inclusion and Socialisation) angesprochen. Das im Rahmen des Programms für lebenslanges Lernen (LLP-GRUNDTVIG) geförderte Projekt zielte auf die Verbreitung guter städtebaulicher Praktiken ab, mit dem Ziel, eine nachhaltige städtische Landwirtschaft in europäischen Städten zu entwickeln. Im Projekt wurden eine Reihe von E-Books produziert, die von der Projektseite heruntergeladen werden ([www.hortis-europe.net](http://www.hortis-europe.net)). Die fünf E-Books richteten sich an folgende Themen:

- Nachhaltigkeit in Community Gardens
- Nachhaltiges Management im urban gardening
- Urban Gardening Produktionssysteme
- Bodenungebundene Produktion für die städtische Gemüseproduktion
- Eating closer to home: ein städtisches Verbraucherhandbuch

*Bitte lesen Sie mindestens ein Kapitel des angehängten E-Books "Sustainable Urban Garden Management". Anschließend machen Sie bitte Übung 2.1.3!*



**URBAN GREEN TRAIN** 2.1.3 Sustainable Urban Garden Management



*Übung 2.1.3: Beantworten Sie bitte nachfolgende Fragen zu dem E-Book?*

1. Welches Kapitel haben Sie gelesen?
2. Nennen Sie bitte fünf Take home-Messages, die Sie aus dem Kapitel mitnehmen?

## 2.1.4 - Ökosystemdienstleistungen durch historische / neue Genotypen

### Einleitung

Die vorliegende Einheit wird wesentliche Kenntnisse über die Relevanz der pflanzengenetischen Biodiversität und den Beitrag zur städtischen Landwirtschaft zu deren Sicherung liefern.

Das folgende Video, Teil des Filmdokuments " God save the green" illustriert die Eigenschaften eines Biodiversitäts-Dachgartens in der Stadt Turin, Italien.



Schauen Sie sich bitte dieses Video an: [https://www.youtube.com/watch?v=sSQgZ\\_3xk3U](https://www.youtube.com/watch?v=sSQgZ_3xk3U)



Übung 2.1.4. Beantworten Sie bitte folgende Fragen:

1) Welche Ökosystemdienstleistungen können durch den Dachgarten im Video bereitgestellt werden (Bitte ordnen Sie diese nach Wichtigkeit)?

- a. Thermische Regulation
- b. Unterstützung der Biodiversität
- c. Hochwasserschutz
- d. Lebensmittelproduktion
- e. Therapeutische Leistungen

2) Welches sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Punkte, die man berücksichtigen sollte, wenn man einen Dachgarten ähnlich wie im Video baut (Bitte ordnen Sie diese nach Wichtigkeit)?

- a. Gewicht
- b. Winddruck
- c. Auswahl der Kulturen
- d. Dachabdichtung
- e. Zugang zum Dach
- f. Sicherheitszäune

### Landwirtschaft und Pflanzenzüchtung

In den vergangenen Jahren hat sich im Hinblick auf die Nutzung kommerzieller Hybriden in der Landwirtschaft ein wachsendes Anliegen ergeben. Die Kulturauswahl wurde mit dem Verlust der traditionellen Genotypen, Allergien und Pathologien verbunden und verringert die Resilienz gegenüber Umwelt- und Klimawandel. In der Tat kann die Pflanzenzüchtung nicht als ein neuer Trend in der Landwirtschaft betrachtet werden und wird auf eine Historie von 9.000 bis 11.000 Jahre geschätzt. Anfänglich wählten frühe Landwirte Nahrungsmittelpflanzen mit besonders wünschenswerten Merkmalen aus und verwendeten sie als Samen für nachfolgende Generationen, was insgesamt zu einer Anhäufung der

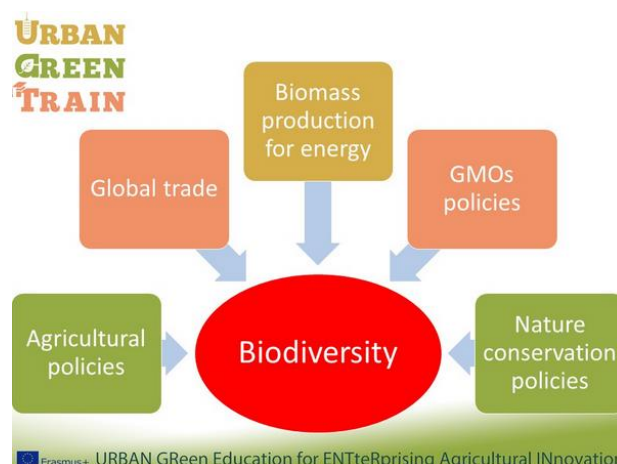
gewünschten Merkmale über die Zeit führte. Ausgehend von den Experimenten von Gregor Mendel wurde eine Hybridisierung eingeführt, die zur aktuellen Anwendung der modernen Pflanzenzüchtung führte, die eine Reihe von Disziplinen umfasst, darunter Molekularbiologie, Zytologie, Systematik, Physiologie, Pathologie, Entomologie, Chemie und Statistik.

Die großen Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und globaler Biodiversität erschienen zwischen dem Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts, als ein deutlicher Rückgang der extensiv genutzten Grünland- und Hirtenlandflächen stattfand und parallel Innovationen in den landwirtschaftlichen Technologien etabliert wurden. Diese Intensivierung wurde in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts durch die Verabschiedung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) und der Globalisierung der Agrarmärkte beschleunigt. Dies führte zu einer zunehmenden Zerstörung des Lebensraums, zur Überproduktion von Nahrungsmittelprodukten, zur Intensivierung der landwirtschaftlichen Praktiken und zur Konzentration der Produktion in weniger, größeren und spezialisierten landwirtschaftlichen Betrieben. Erst ab den 1990er Jahren begannen die Reformen der GAP die Umweltrolle anzuerkennen und die Politik zu integrieren, die die Förderung und Bewahrung der Biodiversität auf landwirtschaftlicher Ebene unterstützt. Die Ergebnisse dieser Agrarumweltmaßnahmen bei der Erreichung von Erhaltungszielen der Biodiversität variieren in Europa. Konsequenterweise wurde gezeigt, dass die Wirkung von Stilllegungen auf den Artenreichtum und -dichte von dem Alter der Stilllegung abhängt.

Heute umfasst die landwirtschaftliche Fläche 45% (180 Millionen ha) des Gebietes der Europäischen Union (EU27). Die landwirtschaftlichen Flächen unterscheiden sich jedoch im Hinblick auf die Biodiversität, nach Bodenbedingung, Wasserverfügbarkeit, Klima, Orographie und Managementfaktoren erheblich. Daher hat die Europäische Umweltagentur (EEA) im Jahr 2004 drei Arten von so genannten High Nature Value (HNV) Ackerland-Systemen identifiziert:

- Typ 1: Ackerland mit hohem Anteil an halb-natürlicher Vegetation;
- Typ 2: Ackerland, dominiert von landwirtschaftlicher Landwirtschaft oder ein Mosaik aus halb-natürlichem und kultiviertem Land und kleinräumigen Merkmalen;
- Typ 3: Ackerland, das seltene Arten oder einen hohen Anteil an europäischen oder Weltarten unterstützt.

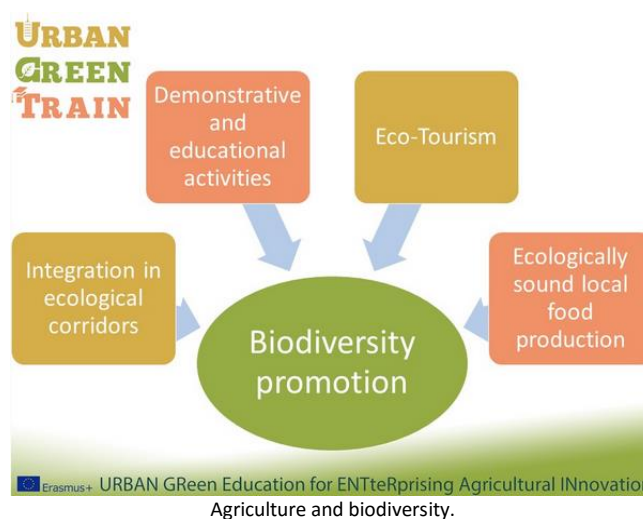
Auf der Grundlage dieser Einstufung hängt die Erhaltung der Biodiversität direkt von eher traditionellen landwirtschaftlichen Landnutzungen ab, die aufgrund der Flächenumwidmung und der Intensivierung der Landnutzung insgesamt abnehmen. Wenn HNV-Ackerland abnimmt, wird das Überleben all jener Arten, die an ihre Strukturvielfalt und Ressourcen angepasst sind, bedroht. Der Hauptdruck, der derzeit die landwirtschaftliche Biodiversität beeinträchtigt, ist in der folgenden Abbildung beschrieben:



Europäische und nationale Rechts- und Verwaltungssysteme wurden zur Förderung der biologischen Vielfalt in landwirtschaftlichen und städtischen Landschaften verabschiedet. Dazu gehören unter anderem die Folgenden:

- Die Errichtung von Naturschutzgebieten (europäisches Netz der Natura 2000 mit mehr als 25.000 Standorten mit einer Fläche von 1 Million km<sup>2</sup> (EU, 2007).
- Ankauf von Grundstücken und Verwaltung für Biodiversitätszwecke, wie sie in den Niederlanden und in Großbritannien gelten.
- Unterstützung der Instandhaltung oder Wiederherstellung der natürlichen Lebensräume durch spezielle Finanzierungsmöglichkeiten (z. B. EU-LIFE + -Programm).
- Biodiversitätsschutzprogramme, die auf den Kauf landwirtschaftlicher Flächen abzielen, z.B. [www.euronatur.org](http://www.euronatur.org)
- Unterstützungsmaßnahmen, die von privaten Unternehmen gefördert werden (z. B. IUCN-Projekt zur nachhaltigen Landwirtschaft und Steppen-Biodiversität in Russland und der Ukraine).
- Verwandte Unterstützungsmaßnahmen, die von regionalen / nationalen Verwaltungen zur Förderung des lokalen / regionalen Marktes oder des Fremdenverkehrs gefördert werden

Darüber hinaus verbessert die Öko-Kennzeichnung (z. B. die organische oder biologisch-dynamische Produktion, insbesondere für große Einzelhandelsketten) und die gemeinschaftsgestützte Landwirtschaft (für die Kurznahrungsmittelkette) die ökologische Nachhaltigkeit der Landwirtschaft und sie fördern die Biodiversität. Um die Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Erhaltung und Förderung der Biodiversität zu maximieren, können die folgenden Aktivitäten konsequent angegangen werden:



### *Tutorial: Wie erhalte ich Samen der Tomaten*

Bitte schauen Sie sich das folgende Video über die Verwendung und Pflege von traditionellen Genotypen im städtischen Gartenbau aus dem EU-Projekt HORTIS an:

 Hier das Video: <https://www.youtube.com/watch?v=u9Wotav21Tc>

### *Die Rolle urbaner Agrikultur für die Erhaltung von Biodiversität*

Die städtische Landwirtschaft kann aus folgenden Gründen eine Schlüsselrolle bei der Erhaltung der Biodiversität spielen:

1. Sie befindet sich in der Nähe von städtischen Zentren, wo die Biodiversität von entscheidender Bedeutung ist, aber auch stark gefährdet ist;
2. Sie kann sowohl ein Risiko als auch ein Förderer der städtischen Biodiversität darstellen, je nach Art des Managements;
3. Sie kann das Bewusstsein für die Bürgerinnen und Bürger über die Relevanz einer umweltfreundlichen Lebensweise erhöhen;
4. Sie kann ein Biodiversitätsreservoir darstellen, wenn traditionelle / lokale Sorten und Arten angebaut werden.



## 2.1.5 - Management belasteter Böden



Übung 2.1.5: Lesen Sie bitte folgendes Paper und schreiben Sie einige Diskussionspunkte auf.



[2.1.5 Heavy metal accumulation in vegetables grown in urban gardens](#)

## 2.2 - Urbane Agrikultur zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks

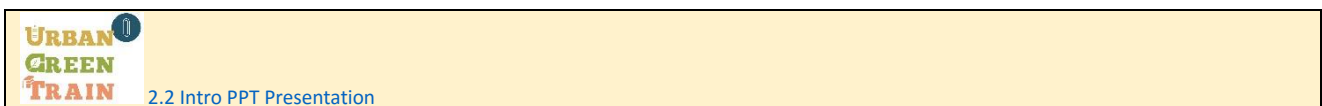
### Einleitung

Dieses Modul konzentriert sich auf den ökologischen Fußabdruck von städtischen Gebieten und Nahrungsmittelprodukten und den potenziellen Beitrag der städtischen Landwirtschaft, um die negativen Auswirkungen zu minimieren. Der ökologische Fußabdruck (Auswirkungen der menschlichen Aktivitäten, gemessen an der Fläche des biologisch produktiven Bodens und des Wassers, die zur Herstellung der verbrauchten Güter und zur Assimilierung der erzeugten Abfälle erforderlich ist) bezieht sich auf die globale Dimension der Nachhaltigkeit, die eine lebenswerte Zukunft sicherstellen will. Daher ist der ökologische Fußabdruck für die erforderlichen Ressourcen verantwortlich, um eine bestimmte Aktivität zu erhalten. Im Fall von Städten, obwohl sie weniger als 3% der Erdoberfläche repräsentieren, tragen sie weitgehend zu den globalen Umweltauswirkungen bei. Der gegenwärtige städtische Metabolismus impliziert den Verbrauch von mehreren Ressourcen (Nahrung, Wasser, Energie oder Land), die durch die mehrstädtischen Aktivitäten in Abfälle und Emissionen umgewandelt werden. Stadtplaner und -manager versuchen, nachhaltige Strategien in der städtischen Umwelt einzubinden, um die Umweltauswirkungen zu reduzieren. Solche Initiativen konzentrieren sich auf die Verringerung des Ressourcenverbrauchs und die Minimierung der Emissionen und Abfälle bei gleichzeitiger Förderung der Selbstversorgung, der lokalen Produktion und des Kreisstoffwechsels (Wiederverwendung, Recycling, Kreislaufwirtschaft).

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- Klimawandel und Nahrungsmittelproduktion
- Lokale Produktion und foomiles
- Umweltauswirkungen von Lebensmittelabfällen
- Nachhaltigkeitsbewertung

Die folgende Präsentation führt in das Thema ein und definiert wichtige Konzepte:



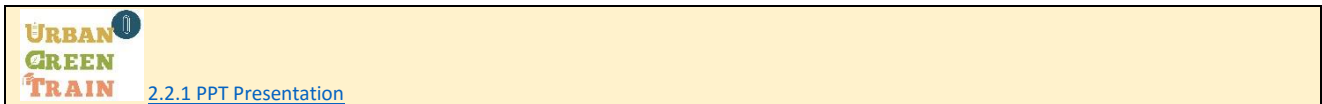
*Übung 2.2. Bitte lesen Sie die Abschnitte 1 und 2 des Artikels (Link unten) zu den Umweltauswirkungen urbaner Agrikultur auf Ressourcennutzung und den urbanen Metabolismus. Schreiben Sie bitte eine Diskussionspunkte auf.*



[2.2 \(1\) Urban versus conventional agriculture, taxonomy of resource profiles: a review](#)

### 2.2.1. - Abmilderung des Klimawandels: Lokale Produktion und foodmiles


Der Sektor, der die meisten Treibhausgasemissionen auf europäischer Ebene produziert, ist die Nahrungsmittelproduktion. Während die landwirtschaftliche Produktion zum Klimawandel beiträgt (z. B. Landnutzungsänderungen, Ressourcenverbrauch, Düngemittelanwendung, Kraftstoffverbrauch, Nahrungsmittelverlust und Abfall), beeinflussen die Auswirkungen des Klimawandels natürliche Ökosysteme (z. B. Degradation und Bodenerosion) die Landwirtschaft und Nahrungsmittelproduktion. Die gesamte Food-Wertschöpfungskette trägt mit zum Klimawandel bei, insbesondere in Stufen, die Transportanforderungen beinhalten. Im Rahmen der Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft haben lokale Nahrungsmittelbewegungen alternative Nahrungsmittelnetze geschaffen, um die Entfernungen zu verkürzen und gleichzeitig den Beitrag zum Klimawandel zu reduzieren. Das Konzept der "vermiedenen foodmiles" wird in der Literatur verwendet, um die unterschiedlichen Umweltauswirkungen von importierten und lokalen Food-Ketten, vor allem in Bezug auf Energieverbrauch und Klimawandel, zu bewerten. Die Nutzung von städtischen Räumen zur Förderung der lokalen Nahrungsmittelproduktion durch städtische Agrarinitiativen kann positiv dazu beitragen, die Umweltauswirkungen im Zusammenhang mit dem städtischen Lebensmittelverbrauch zu verringern. Die folgende Diashow verdeutlicht die Beziehung zwischen Klimawandel und lokaler Produktion, indem sie Konzepte definiert und Fallstudien zeigt:



## 2.2.2 - Mehr Frische: Verringerung der Lebensmittelabfälle und Umweltauswirkungen

Nach Angaben der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO) werden rund 30% der produzierten Lebensmittel verschwendet, was 1,3 Milliarden Tonnen Nahrungsmittelabfälle pro Jahr entspricht. Nach Angaben der Europäischen Kommission werden alleine in Europa 100 Millionen Tonnen Nahrungsmittelabfälle erzeugt und dieser Wert kann bis 2020 auf 120 Millionen Tonnen erhöhen, wenn keine Maßnahmen zur Eindämmung durchgeführt werden. So ist Nahrungsmittelabfall zu einem wichtigen Thema für globale Nahrungsmittelsicherheit geworden. Pläne und Programme werden konzipiert und umgesetzt, um die Verringerung der Nahrungsmittelabfallerzeugung in Produktions- und Verbrauchsstufen zu fördern. Die lokale Nahrungsmittelproduktion kann durch die Verkürzung der Lieferkette von Lebensmitteln positiv dazu beitragen.

Die folgende Präsentation hebt die wichtigsten Fakten und Zahlen von Nahrungsmittelabfällen hervor und das von der UNEP erstellte Video betont die Umweltauswirkungen von Nahrungsmittelverschwendung.

 [2.2.2 PPT Presentation](#)

 Schauen Sie sich das Video an: <http://www.unep.org/newscentre/videos/shortfilms/MASTER99.mp4>



*Übung 2.2.2. Lesen Sie bitte den folgenden Artikel und beantworten Sie nachfolgende Fragen.*



[2.2.2 \(1\) Energy balance for locally grown versus imported apple fruit](#)

- Welche Wertschöpfungsketten werden verglichen?
- Welche Umweltindikatoren nutzen die Autoren?
- Welche Ergebnisse werden in Bezug auf lokalen Konsum und deren Umwelteinflüsse abgeleitet?

## 2.2.3 - Umweltgerechtigkeit: Förderung des Lokalen

Die globalisierte Lebensmittelindustrie erzeugt mehrere Umweltprobleme wie Bodenerosion, Entwaldung, Biodiversitätsverlust, Wassermangel oder Kontamination. Darüber hinaus hat die städtische Entwicklung schrittweise lokale Umwelt-Ungerechtigkeit geschaffen, da arme Nachbarschaften mit verschlechterten Umgebungen mit geringerer Lebensqualität verbunden sind. Lokale Nahrungsmittelbewegungen versuchen, die geografischen Kompromisse der globalen Nahrungsmittelindustrie durch die Entwicklung alternativer Nahrungsmittelsysteme zu minimieren. Darüber hinaus verbessern die städtischen Agrarprojekte die soziale Gerechtigkeit und die Nachbarschaftssituation der Städte.



*Übung 2.2.3. Lesen Sie bitte folgendes E-Book, welches lokale und alternative Foodsysteme urbaner Agrikultur beleuchtet. Schreiben Sie bitte einige Diskussionspunkte auf.*



[2.2.3 Eating closer to home: an urban consumer's manual](#)

## 2.2.4 - Bewertung der nachhaltigen Dimension urbaner Agrikultur

Städtische Agrarsysteme streben an, die Auswirkungen der lokalen Nahrungsmittelproduktion auf die drei Säulen der Nachhaltigkeit zu minimieren: Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. Wissenschaftler arbeiten derzeit an der Entwicklung von Bewertungsinstrumenten, die die Nachhaltigkeit aus einer globalen Perspektive bewerten. Zum Beispiel wurden Lifecycle Assessments (LCA) für die Umwelt, die Wirtschaft und die Gesellschaft entwickelt. In dieser Einheit werden wir über die Art und Weise der Beurteilung der Nachhaltigkeit aus einer quantitativen Perspektive diskutieren.



*Übung 2.2.4. Lesen Sie bitte folgenden Artikel und notieren Sie sich wichtige Diskussionspunkte anhand aufgeführter Leitfragen:*



[2.2.4 Techniques and crops for efficient rooftop gardens in Bologna, Italy](#)

Diskussions-Liefaden:

- Welche Umwelteinflüsse werden berücksichtigt? Würden Sie weitere hinzufügen; wenn ja warum?
- Welches Konzept verbirgt sich hinter Umwelteffizienz (eco-efficiency)? Ist Umwelteffizienz ein einfaches Konzept zur Vermittlung der Ergebnisse an die breite Öffentlichkeit?
- Welche Indikatoren eignen sich zur Bewertung der sozialen Effizienz?

## 2.3 - Urbane Agrikultur für Ressourceneffizienz und Abfallmanagement

### *Einleitung*

Dieses Kapitel wird Ihnen ermöglichen, die Energieeffizienz im Stadtmaßstab zu verstehen, den energetischen Zusammenhang zwischen gebauten Umgebungen und grünen Infrastrukturen zu identifizieren und die Relevanz der Kompostierung im effizienten Stadtmanagement zu verstehen. Darüber hinaus wird es den Wasserkreislauf und effiziente Wassernutzung in der städtischen Umwelt im Zusammenhang mit der städtischen Landwirtschaft betrachten und Land als Ressource in der städtischen Umwelt definieren. Nach Abschluss des Kapitels können die Teilnehmer ressourceneffiziente städtische Landwirtschaftsprojekte entwerfen und umsetzen.

## 2.3.1 - Dachgewächshäuser und grüne Wände

### Einleitung

Warum Dach- und Wandproduktion?

Die Gründe, um grüne Wand oder Dachterrasse / seitliche Gewächshäuser zu einem Gebäude gehören sind mehrere:

- Verbesserte Lebensqualität
  - Verbesserung der visuellen Aspekt (aber es betrifft vor allem die Wände oder Dachflächen ohne Gewächshaus)
  - Reduktion des Geräuschpegels
  - Beantwortung der sozialen und ökologischen Bedürfnisse für ein Comeback der Natur in den Städten durch die Bereitstellung von Tier- und Pflanzenarten mit einem Lebensraum
- Verbessertes Sturmwassermanagement, da begrünte Dächer vorübergehend einen Teil des Wassers zurückhalten können, wodurch der Regenwasserabfluss reduziert wird.
- Lokale Nahrungsmittelproduktion, meistens auf bestehenden oder industriellen Gebäuden (es handelt sich vor allem um die Dachbegrünung aus praktischen Gründen)
- Reduzierung des Energiebedarfs:
  - Grüne Wände
  - Dach-Gewächshäuser
  - Begrünte Doppel-Wandfassaden

Der letzte Punkt ist das Thema dieses Abschnitts und wird ausführlich behandelt. Die anderen Punkte werden in anderen Abschnitten des Kurses weiterentwickelt.

### Der Abschnitt in Kürze

Die thermischen Effekte von Gebäudebegrünung und Gewächshäusern werden behandelt, mit einem Fokus auf grüne Wände und Dachproduktion. Aufgrund des wachsenden Interesses an der baulichen Landwirtschaft und der naturbasierten Lösungen umfasst die Lektion auch Gewächshäuser in / auf Gebäuden sowie die Vegetation von Doppelwandfassaden, die seitliche vertikale Gewächshäuser darstellen. Des Weiteren werden einige Grundlagen der Wärmeübertragung gegeben.

## Produktionssysteme

### Dach-Produktion

Eine breite Palette von Dachkultivierungssystemen existiert je nach ihren Zielen, von den einfachen dekorativen Systemen bis hin zum Gewächshaus zur Nahrungsproduktion. Die Vielfalt im Umfang führt zu großen Variationen in der Installationskomplexität und der Kosten. Aus technischer Sicht unterscheiden sich die verschiedenen Anbausysteme durch ihre Dicke, vor allem das Substrat. Feinere Substrate sind einfacher, ermöglichen aber nur kleinere Pflanzen, während sogar Bäume in dickeren Substraten gepflanzt werden können.





Intensiver Dachanbau in Monaco (links); extensiver Anbau in Dardilli, Frankreich (Mitte) and semi-intensiver Anbau in La Rochelle, Frankreich (rechts)

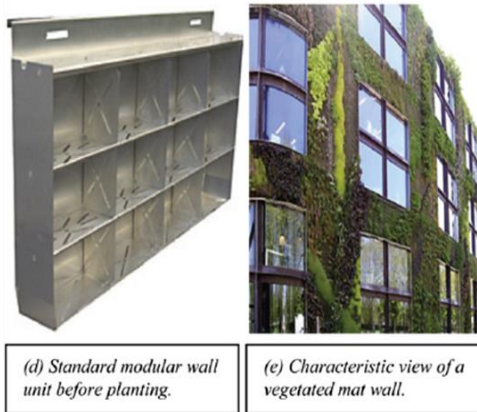
Diese Unterschiede beeinflussen die Energieübertragungen zwischen dem Innenraum und dem Äußeren der Dächer, da ein dickeres Substrat eine verbesserte Wärmedämmung ergibt.

### Grüne Wände als Produktionsräume

Für grüne Wand sind die Möglichkeiten durch die vertikale Geometrie begrenzt, und man unterscheidet die Anwesenheit oder nicht eines wachsenden Mediums auf der ganzen Höhe.



Fassadenbegrünung (Kontoleon und Eumorfopoulou, 2010)



“Living wall” Beispiel (intensives System) (Kontoleonu Eumorfopoulou, 2010)



Pflanzenverankerungen an die Wand in extensiven Formen (Mazzali et al., 2013)

Die Pflanzen und besonders die Blätter erlauben eine Verringerung der Sonneneinstrahlung und der Oberflächentemperatur. Die resultierende Gebäudekühlung ist besonders im Sommer interessant.

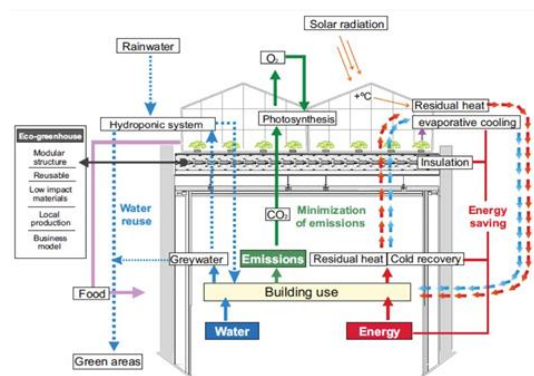
### Gewächshäuser auf dem Dach

Das auf dem Dach installierte Gewächshaus ist mehr oder weniger identisch mit den klassischen am Boden. Da die primären Ziele der städtischen Gewächshäuser mehr auf die lokale Nahrungsmittelproduktion angewiesen sind, um die Umweltbelastung des Nahrungsmittelverbrauchs zu verringern, sind wenige Daten für den Aufbau energetischer Gewinne verfügbar.



Dachgewächshaus (nexuscorp.com)

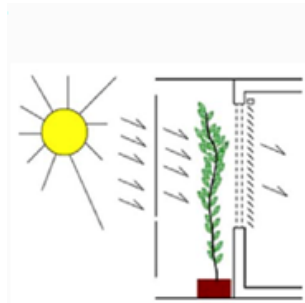
Der Unterschied zu den üblichen Gewächshäusern und der Vorteil für den Energieverbrauch, betrifft die Kopplung mit dem Gebäude. Energetisch sollte das Gewächshaus im System mit dem Gebäude gesehen und genutzt werden, um Synergien nutzen zu können.



Konzeption eines Dachgewächshauses mit Wasser, Energie und CO<sub>2</sub>-Prozessen zwischen Gewächshaus und Gebäude (Cerón-Palma et al., 2012)

Einige Gebäude sind mit einer sogenannten "Doppelhaut" -Fassade konstruiert. Ziel ist es, den Treibhauseffekt zu nutzen, um den Zwischenraum im Winter zu erwärmen und ihn dann zu benutzen, um die Innenluft zu temperieren. Im Sommer wird der Raum der Doppelhautfassade verwendet, um die von den Fassaden absorbierte Sonnenstrahlung aus dem Innenraum fernzuhalten.

Während heißer Sommer hat sich der Kühlbedarf erhöht und das Schattierungssystem kann die Effizienz der Doppelhautfassade weiter erhöhen. In diesem Zusammenhang kann die Verwendung von Anlagen eine kostengünstige und effiziente Möglichkeit sein. Das resultierende System ist einem vertikalen Gewächshaus sehr ähnlich.



Schema eines Doppelhaut-/Doppelwandfassade (Zhou und Chen, 2010)

Die Kühleffekte sind vor allem auf die Verringerung des Sonnenlichts zurückzuführen, die die Innenwand durch Schattierung mit Pflanzen erreicht. Darüber hinaus spielt die Transpiration der Pflanzen eine wichtige Rolle bei der Verringerung der Lufttemperatur.

## Grundsätze der thermischen Übertragung

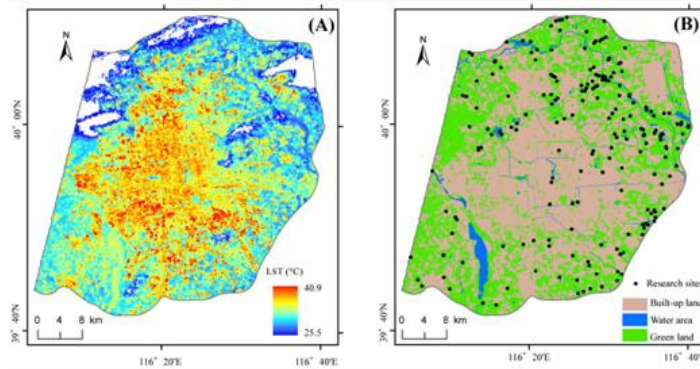
Es gibt drei wesentliche Formen der Wärmeübertragung:

- **Leitung:** Dies ist der wesentliche Typ der Wärmeübertragung in festen Zuständen. Wenn ein Körperteil warm ist, schwingen seine Moleküle schneller als die im kälteren Teil des Körpers. Ihre kinetische Energie wird dann bis zum angrenzenden Teil des Körpermoleküls geführt, bis die kinetische Energie (und damit die Temperatur) homogen sind.
- **Konvektion:** In diesem Fall wird der Wärmetransport von Molekülen zu benachbartem Molekül mit einem Transport des Moleküls durch Fluidbewegungen gekoppelt. Der gesamte Wärmetransport ist in der Regel schneller, da die Molekülgeschwindigkeit hoch sein kann. Es handelt sich meist um Flüssigkeiten (flüssig und gasförmig). Ist der Wärmetransport der Ursprung (die treibende Kraft) der Flüssigkeitsbewegung, so spricht man von der natürlichen Konvektion. Die Flüssigkeitsbewegung kann auch ohne Wärmeübertragung bestehen, man spricht dann von Zwangskonvektion.
- **Strahlung:** Diese Art der Wärmeübertragung betrifft den Wärmeaustausch zwischen Flächen bei unterschiedlichen Temperaturen. Es wird durch die Tatsache verursacht, dass jeder Körper elektromagnetische Energie aussendet, abhängig von der Oberflächentemperatur und der Konstitution. Energie wird von warmen zu kalten Oberflächen abgestrahlt, aber im Gegensatz zu den anderen beiden Wärmetransport-Modus auch von kalten zu warmen Oberflächen.

Im Allgemeinen treten alle drei Modi bei der Betrachtung von thermischen Transfers eines Gebäudes auf. Die Gebäudebegrünungen betreffen besonders die strahlenden und leitfähigen Transfers zwischen dem Gebäude und der äußeren Umgebung, während die konvektiven Wärmeübertragungen weniger modifiziert sind. Aus diesem Grund konzentrieren sich die derzeitigen Kurse auf Leitung und Strahlung.

## Interesse an Gebäudebegrünungen

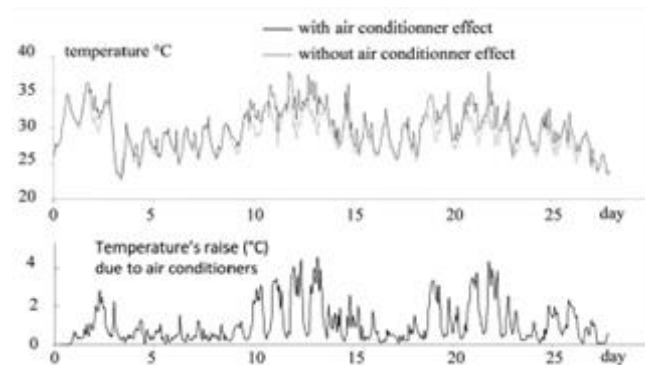
Aufgrund der menschlichen Aktivitäten ist die Temperatur städtischer Gebiete (teilweise deutlich) höher als auf dem Lande:



Oberflächentemperatur (a), Landnutzung (b), und Lage von 197 Wasserkörpern (b) innerhalb des sechsten Stadtrings von Peking (Sun und Chen, 2012)

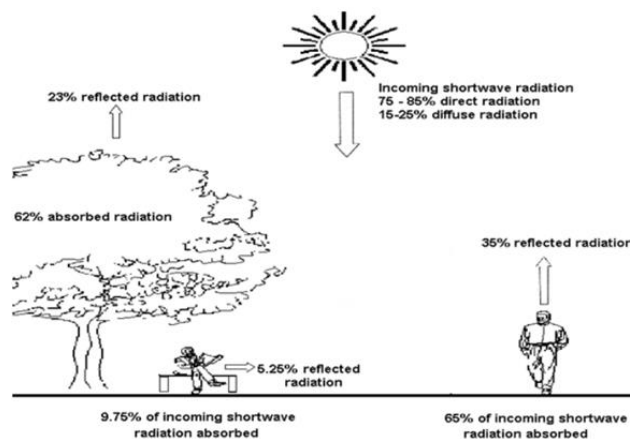
Im Sommer führt dies zu Unannehmlichkeiten für die Bewohner. Mit dem globalen Klimawandel wird erwartet, dass die Sommertemperaturen sich nochmals erhöhen und damit die Situation verschlechtern. In der Tat wird eine Verdoppelung des Stromverbrauchs zur Kühlung innerstädtischer Gebäude aufgrund der städtischen Wärmeinseln vermutet (Santamouris, 2014).

In entwickelten Ländern (und Entwicklungsländern) führt dies zu einer zunehmenden Klimatisierung, damit die Gebäude für ihren Insassen bequem bleiben können. Doch die Klimatisierung beinhaltet gleichzeitig die weitere Erwärmung der Außenluft und verschlechtert so die Situation. Darüber hinaus beinhaltet die weit verbreitete Verwendung von fossilen Brennstoffen zur Stromerzeugung die Erzeugung einer großen Menge an Treibhausgasen.



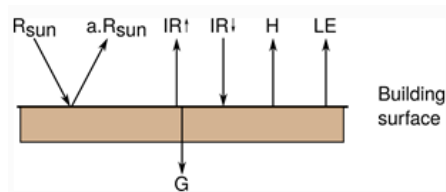
Temperaturverläufe in Straßen mit und ohne Klimatisierung (Bozonnet et al., 2013)

In diesem Zusammenhang ist die Gebäudebegrünung ein Mittel, um den Energieverbrauch des Gebäudes zu reduzieren, indem der Bedarf an Klimatisierung begrenzt wird. Darüber hinaus könnten einige der nachfolgend beschriebenen Lösungen interessant sein, um den Wärmeverlust bei kalten Bedingungen zu begrenzen und damit den Energieverbrauch im Winter zu reduzieren.



Für Städte oder Wohnsiedlungen zeigen Studien, dass die Vegetation (entweder durch Bäume oder Gras) sehr positiv für das Sommerklima ist. Armson (2012) benennt eine Abnahme der Oberflächentemperatur um 24 ° C durch Gras im Vergleich zu künstlichen Oberflächen.

In Bezug auf Gebäude kann der Energieaustausch im Sommer auf der folgenden Skizze beschrieben werden:



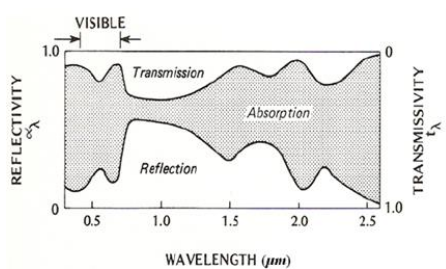
Um den Kühlbedarf im Sommer zu reduzieren, muss der Eingang ins Gebäude (G) reduziert werden.

Wie wir unten sehen werden, sind Pflanzen und Begrünungen insgesamt effiziente Mittel, um auf alle betroffenen Wärmeströme zu wirken.

### Strahlungsaustausch

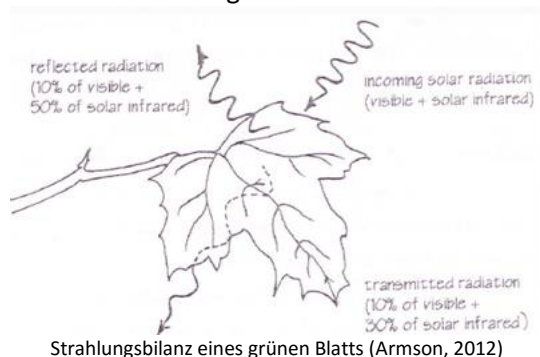
Der erste Ansatz zur Begrenzung der Wärmeeinbringung in einem Gebäude ist es, die Menge der direkten Sonnenbeleuchtung durch Schattierung zu mindern oder die Erhöhung der Albedo dieser Flächen, das ist die Menge des reflektierten Sonnenlichts.

Für die von der Sonne emittierten Wellenlängen werden die blattoptischen Eigenschaften in der folgenden Abbildung beschrieben:



Verhältnis zwischen Wellenlänge und Reflektivität, Transmissionen und Absorptionen grüner Blätter (Armson, 2012)

Die Übertragung (Transmission), das ist der Teil der Strahlung der durch das Blatt hindurchgeht, ist begrenzt und ein Teil der ankommenden Strahlung wird reflektiert.

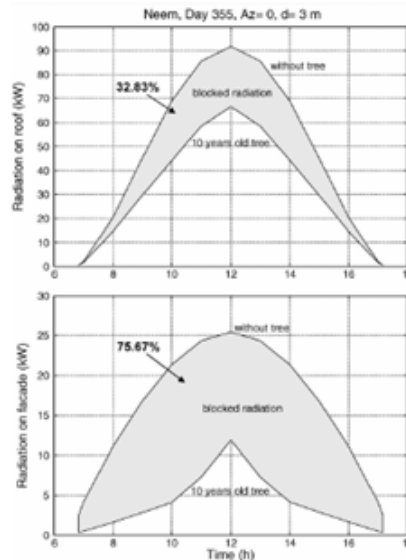


Strahlungsbilanz eines grünen Blatts (Armson, 2012)

Die Strahlungsbilanz eines Blattes ist auf der obigen Figur dargestellt. Weniger als ein Drittel der eingehenden Strahlungen wird übertragen. Dies erklärt die weitreichende Verwendung von Bäumen, um Schatten zu bieten.

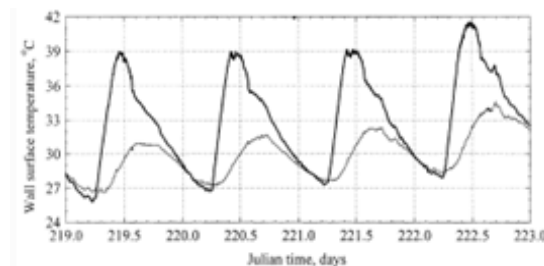
### Abschattung: das Sonnenlicht erreicht nicht das Gebäude

Das erste Mittel, um den Energieeintrag in einem Gebäude zu reduzieren, besteht darin, den Energieeintrag durch Sonneneinstrahlung zu verhindern. Um dies zu erreichen, ist es üblich Pflanzen (Bäume) zu benutzen, um das Gebäude zu schattieren.



Baumabschattung am Gebäude: auf dem Dach (oben) und an einer Südwand (unten) (Gómez-Muñoz et al., 2010)

Es wurden zahlreiche Untersuchungen durchgeführt, um zu belegen, dass der Schatten die Außenwandtemperatur verringert.



Wandoberflächentemperatur im Schatten (dünne Linie) und ohne Schatten (dicke Linie) Papadakis et al., 2001)

Die Kühlwirkungen variieren je nach Klima und Breite und die meisten Studien befinden sich in Städten mit niedrigem Breitengrad, wo der erwartete Gewinn höher ist. Die Literatur gibt ein Beispiel für die Energieeinsparung für die abzuführende Wärmemenge (cooling load): 3,23 und 6,46 kWh m<sup>-2</sup> in Kalifornien (Akbari und Konopacki, 2005).

Die gleichen Prinzipien gelten auch für grüne Wände oder begrünte Dächer (Pulselli et al., 2014). Wie erwartet, ist der Schattierungseffekt stark mit dem LAI verbunden (Leaf Area Index).

Es gibt eine lineare Beziehung zwischen dem LAI und dem Schattierungseffekt (Wong et al., 2009) und für einen sehr geringen Lichtdurchlässigkeitsfaktor (erreichbar mit dichter Belaubung) können die EEinträge um 40% reduziert werden (Wong et al. 2009). Dies ist für hinsichtlich der Gebäudeenergie interessant, da Blätter die Gebäude vom Sonnenschein im Sommer abschirmen, wenn Kühlung benötigt wird, und im Herbst und Winter verlieren Laubpflanzen ihre Blätter, wenn Sonnenschein ein geschätzter Wärmeeintrag ist.

Nichtsdestoweniger ist der Schattierungseffekt von grünen Dächern und Wänden schwer von der Wirkung der durch Blätter induzierten Albedo-Variation zu unterscheiden.

### Albedo

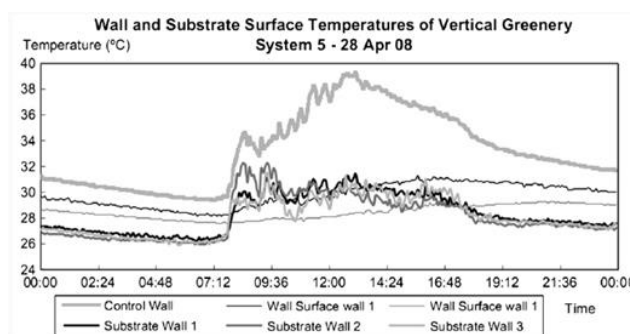
Abgesehen von der Solarisolation hängt die äußere Oberflächentemperatur der Oberflächen von der Albedo ab, das ist der Teil der Sonnenstrahlung, der von einer Oberfläche reflektiert wird. In den Städten ist die historische Verwendung von Materialien mit geringem Albedo eine der Hauptursachen für die Stadtwärme.

Aus diesem Grund neigen Neubaukonstruktionen dazu, hohe Albedo-Materialien zu verwenden, um die Reflexion des Sonnenlichts und damit die Verringerung der Oberflächentemperatur zu unterstützen. Wie bereits früher dargestellt, beinhaltet dies eine Verringerung des leitenden Wärmeübergangs durch die Wände und das Dach.

Messungen der Albedo sowie Luft- und Oberflächentemperatur zeigen, dass je höher die Albedo, desto niedriger die Temperatur (Chatzidimitriou und Yannas, 2015). Wird die Oberflächentemperatur durch die Oberflächen-Albedo beeinflusst, so wird die Lufttemperatur durch Oberflächenverhalten kaum verändert. Die mittlere Temperaturreduktion beträgt etwa 0,3 K für eine 0,1 Albedo-Punktzunahme (Santamouris, 2014).

Die Gewinne bei der Kühlung von hohen Albedo-Oberflächen liegen im Sommer bei 10 bis 40%, bei einem Verlust zwischen 5 und 10% beim Heizen (Santamouris, 2014). Für Südkalifornien liegt die Einsparung des Klimatisierungsverbrauchs zwischen 40 und 70 Wh m<sup>-2</sup> Tag<sup>-1</sup> je nach Gebäudetyp (Akbari et al., 2005).

Wie durch die obigen Abbildungen dargestellt, kann die Verwendung von Vegetation eine Begrenzung der Oberflächentemperatur induzieren. Die Pflanzenarten und LAI haben einen großen Einfluss auf die Oberflächentemperatur.



Wand und Substrat-Temperaturen für unterschiedliche Vegetationssysteme (Wong et al., 2010)

Für eine Lufttemperatur von 33°C berichten Simmons et al. (2008) über Dachoberflächentemperaturen von:

- 68°C für schwarzes Dach
- 42°C für weißes Dach
- zwischen 31 und 38°C für begrünte Dächer

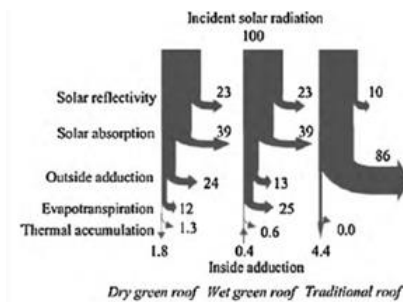
Allerdings ist die Verstärkung für grüne Flächen nicht ganz auf die Strahlungseigenschaften zurückzuführen, sondern weitgehend auf die Verdunstungskühlung (Santamouris, 2014).

### Evapotranspiration

Lebende Pflanzen absorbieren eine große Menge an Energie durch ihre Blätter, aber behalten ihre Temperatur durch Transpiration, d. h. durch Umwandlung des flüssigen Wassers in Dampf, bei. Die benötigte Energie wird aus den Blättern und der umgebenden Luft genommen, so dass ihre Temperatur fallen kann.

Infolgedessen sind die begrünten Flächen kälter als die umliegenden Gebiete. In der Regel werden etwa 30% der ankommenden Sonnenstrahlung durch Transpiration umgesetzt (Tilley et al., 2012). Da Pflanzen eine Schattierung ähnlich künstlicher Systeme beinhalten (Pérez et al., 2011), kann die Temperatur der

Stützwände und Dächer weit unter der konventionellen Oberfläche liegen. Die Oberflächentemperatur für ein Gründach kann bis zu 8 K unterhalb eines anderen Daches liegen.



Vergleich der energetischen Flüsse auf nassen grünen, trockenen grünen und klassischen unbegrüntem Dächern (Lazzarin et al., 2005)

Dieser Effekt existiert jedoch nur so lange, wie die Pflanzen transpirieren. Bei starker Belastung verhindert die biologische Regulation, dass die Pflanzen zu viel Wasser verlieren und die Transpiration reduziert wird. Aus diesen Gründen hängt der Kühleffekt der grünen Wand / des Daches stark von der Verfügbarkeit von Wasser im Substrat ab.

Je nach Pflanzen und deren Entwicklung können zwischen 40 und 80% der Sonnenstrahlung reflektiert und absorbiert werden (Wong et al., 2010). Ein Test in den Süd-USA von Pérez et al. (2011) besagt, dass nur 15% der ankommenden Sonnenstrahlung durch eine Virginia-Kriechpflanze, 18% durch Honeysuckle, 41% durch Clematis und 20% durch Ivy hindurchgehen. Mehr als die Spezies spielen die LAI und die Deckdicke eine wichtige Rolle bei der Endwärmezufuhr (Kumar und Kaushik, 2005).

Darüber hinaus beinhaltet die Transpiration eine Veränderung des Luftwassergehalts und der relativen Feuchtigkeit (Pérez et al., 2011). Das daraus resultierende Mikroklima ist von Vorteil, da es näher an der menschlichen Komfortzone liegt als die anfängliche Luft. Allerdings ist der Einfluss von Gebäuden, die auf den städtischen Hitzeinsel wirken, auf eine Abkühlung von etwa 1°C wegen der Windwirkung auf 60 cm Entfernung von der Wand begrenzt (Wong et al., 2010).

Schließlich erlaubt nicht nur die Gebäudebegrünung, die Hitze zu reduzieren, aber die Schaffung eines kälteren und feuchten Klimas ist für die Klimatisierung von Vorteil. In der Tat ermöglicht kältere Luft, dass der thermodynamische Kältekreislauf mit einer höheren Effizienz läuft (Getter und Rowe, 2006).

## Wirkung von grünen Wänden und Dächern

Die wichtigste Wirkung der grünen Wände / Dachkultivierung ist es, die Oberflächentemperatur nach den oben erläuterten Prinzipien zu reduzieren. Dies führt zu einer Verringerung des leitenden Wärmestroms innerhalb von Gebäuden. Abgesehen von den Anlagenparametern (Dicke, LAI ...) hängt die Wirkung der Vegetation von den Bauparametern ab:

- Geographische Position, da die Schattierungseffekte bei niedrigeren Breitengraden zunehmen;
- Lokalisierung, wenig zusätzlicher Benefit bereits schattige Gebäude;
- Exposition, bessere Effekte auf die Südwand oder das Dach als auf die Nordwand;
- Klima, da Verdunstungskühlung ein besseres Potenzial für heiße und meist trockene Umgebungsluft hat.

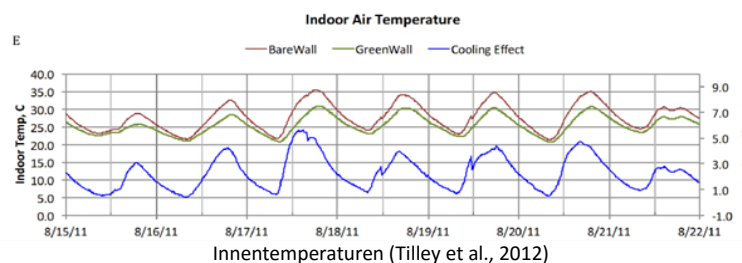
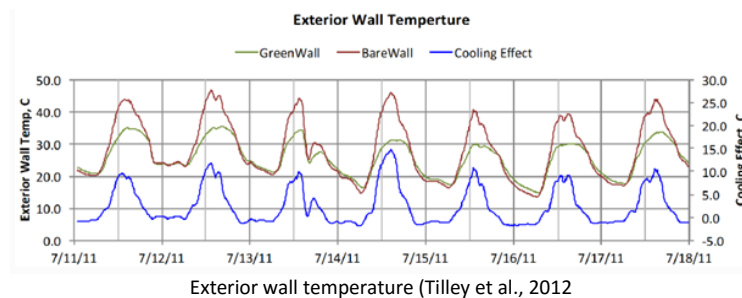


Infolgedessen findet sich in der Literatur ein breites Spektrum an Kühleffekten, und es wird eine ordnungsgemäße Einbeziehung von Grünwänden / Dachkultivierungseffekten auf das Gebäude vorgenommen.

Wie bereits erwähnt, hängt der durchschnittliche mittlere Kühleffekt auf die Oberflächentemperatur vom Breitengrad ab. Eine mittlere Kühleffekt von 5 bis 10°C im Sommer ist für den 40. Breitengrad zu erwarten, mit einer maximalen Kühlung um 15°C (Tilley et al., 2012, Pérez et al., 2011).

Der Kühleffekt ist größer, wenn der Breitengrad abnimmt oder das Klima trockener. In etwa in der gleichen Breite kann der mittlere Kühleffekt 20°C in Nordgriechenland (Kontoleon und Eumorfopoulou, 2010) und bis zu 38°C in Texas erreichen (Simmons et al., 2008). Allerdings ist in Singapur (1,3 ° Breitengrad) der Gewinn "nur" 30°C wegen einer höheren relativen Feuchtigkeit der Luft.

Die Westwand ist wegen der thermischen Trägheit heißer als der Osten. Am Nachmittag beginnt die Ostwand zu kühlen, während die Westwand bereits durch die warme Luft und die Reflexion an anderen Gebäuden erwärmt wird. Offensichtlich hängt der Kühleffekt von der Pflanzenaktivität ab und ist maximal um die Mittagszeit und zu Beginn des Nachmittags.



Die mittlere Verringerung der Innentemperatur von Wänden oder Dachbegrünung ist auf circa 4°C begrenzt (Getter und Rowe, 2006, Tilley et al., 2012). Allerdings können kleine Temperaturschwankungen große Unterschiede in der Klimatisierungsanlage widerspiegeln und eine Temperaturabsenkung von 0,5 ° C kann einer 8%-igen Einsparung des elektrischen Verbrauchs für die Kühlung entsprechen (Getter und Rowe, 2006).

### *Einfluss von Bewässerung und Wasserbedarf*

Die Wirkung der Vegetation hängt stark vom Bewässerungsniveau ab. Wenn das Wasser, das den Pflanzen zur Verfügung steht, abnimmt, verringert die Pflanzen ihre Transpiration. Hierbei handelt es sich um eine Annullierung des Kühleffektes der Transpiration.

Aus diesem Grund sind die Vegetationsflächen kurz nach der Bewässerung kälter. Zum Beispiel ist Gras nach der Bewässerung 3,5°C kälter (Chatzidimitriou und Yannas, 2015). Darüber hinaus induziert der feuchte Boden eine ergänzende Isolierung (Wong et al., 2003).

Im Sommer kann das für die Bewässerung benötigte Wasser wegen des Drucks auf die Wasserbestände schwer zu rechtfertigen sein. Wenn es nicht richtig bewässert wird, ist die Effizienz der grünen Wand und der Dachbegrünungen zur Verringerung der Temperatur begrenzt (Virk et al., 2015).

Für ein LAI zwischen 3 und 4 beträgt der Wasserverbrauch je nach klimatischen Bedingungen in Toronto zwischen 0,5 und 2,6 Liter pro Quadratmeter pro Tag (Tilley et al., 2012). Die latente Verdunstungswärme dieses Wassers stellt ein Drittel der Sonnenstrahlung dar. Für wärmeres und trockeneres Klima kann die Verdunstung größere Wassermenge darstellen. Marasco et al. (2014) messen bis zu 15,4 Liter pro Quadratmeter pro Tag in New York und Takebayashi und Moriyama (2009) bis zu 18 Liter pro Quadratmeter pro Tag in Japan.

### Produktionssysteme beeinflussen die Isolation

Die Energieeinträge durch die Bausubstanz sind nicht nur wegen der Oberflächentemperatur, sondern auch wegen der isolierenden Wirkung des Anbausystems durch den grünen Wand- und Dachanbau begrenzt.

In der Tat stellen Anbausysteme zusätzliche Schichten an der Wand oder dem Dach dar, die den thermischen Widerstand der Struktur erhöhen. Die Dicke dieser Schicht hängt von dem Vegetationssystem ab, von einigen Millimetern für „living walls“ bis zu einem Meter Dicke für andere Systeme.

Da übliche Substrate eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen, stellen sie gute Isolationsschichten dar. Die Gewinne aus dem Stromverbrauch hängen von der ursprünglichen Struktur des Gebäudes und der bereits vorhandenen Isolierung ab.

Minke und Witter (1982) (über Bass und Baskaran (2003)) schätzen, dass ein Dachkultivierungssystem aus 20 cm Substrat und 20 bis 40 cm dichtem Gras eine äquivalente thermische Beständigkeit von ca. 15 cm Steinwolle aufweisen. Und eine Substratschicht von ca. 50 cm kann den Klimaanlage-Energieverbrauch um 25% reduzieren (Bass und Baskaran, 2003).

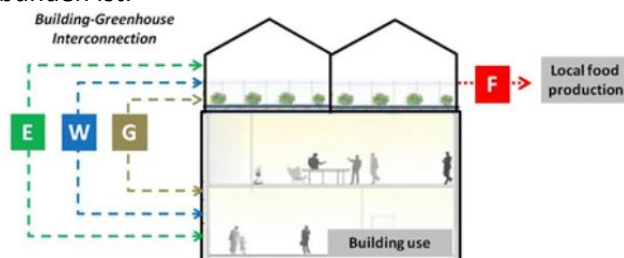
Messungen zeigen, dass 40 cm Substrat eine Erhöhung des R-Wertes des Daches von 1,72 bis 2,20 (Wong et al., 2003) ermöglichen, was eine Abnahme von fast 30% des Wärmestroms darstellt. Castleton et al. (2010) zitierte eine Erhöhung des R-Wertes von 1,7 auf 2,4, was eine jährliche Einsparung von 6% für die Kühlung und 0,5% für die Heizung verursacht. In beiden Fällen bleibt die klassische Isolierung notwendig.

Änderungen des R-Wertes beinhalten eine Verringerung der Wärmeübertragung zwischen Außen- und Innenraum, wodurch die Kühllast im Sommer und die Heizlast im Winter reduziert werden.

## Gewächshäuser

### Dachgewächshäuser

Für das mediterrane Klima haben Cerón-Palma et al. (2012) festgestellt, dass das geschlossene oder halbgeschlossene Gewächshaus effizient ist, um emissionsarme Treibhausproduktionssysteme zu entwickeln. Ziel ist es, den Energieverbrauch für die Erhitzung während der kalten Jahreszeit zu senken und das Abwasser aus bewässerten Kulturen zu recyceln (Montero et al., 2009). Die vorgeschlagenen "Rooftop Eco.Greenhouses" (RTEG) bestehen aus einem Gewächshaus, das mit einem Gebäude in Bezug auf Energie, Wasser und CO<sub>2</sub>-Flüsse verbunden ist.



Integriertes Dachgewächshaus. Energie (E), Wasser (W) and CO<sub>2</sub> fließen zwischen Gebäude und Dachgewächshaus (Esther Sanyé-Mengual, 2015)

Die Studie, die in Barcelona von Cerón-Palma et al. (2012) auf einem integrierten Gewächshaus durchgeführt wurde, kommt zu dem Schluss, dass das betrachtete Dachgewächshaus eine höhere Umweltbelastung (um 17 bis 75%) aufweist als ein Tunnel-Treibhaus, sowie 2,8-fach höhere wirtschaftliche Kosten. Bei der Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette bis zum Verbrauchspunkt zeigt das Dachgewächshaus jedoch eine um 40%-ige Einsparung der ökologischen Kosten und eine ökonomischen Kosteneinsparung um 21%.

Ein Vergleich zwischen der konventionellen Wertschöpfungskette und der regionalen Kette der RTEG zeigte, dass RTEG-Tomaten, die in Barcelona angebaut wurden, den traditionellen Tomatenproduktionsstandort ersetzen könnten, wodurch 441 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent und 12 MJ Energie pro kg Tomate eingespart werden könnten. Auf der Systemebene haben Ceron-Palma et al. (2011) eine vorläufige Energiemodellierung durchgeführt und zeigten, dass die Einführung von Restwärme aus dem Gewächshaus in das Gebäude an einem idealen Wintertag 87 kWh des Heizbedarfs ersetzen konnte.

Caplow und Nelkin (2007) nutzten ein eher klassisches Gewächshaus auf einem Gebäude in New York. Das Gewächshaus wurde mit Verdunstungskühlkissen versehen, und die kalte Luft kann verwendet werden, um das Gebäude zu kühlen. Darüber hinaus hat das Gewächshaus auch im Sommer Isolierung zur Verfügung gestellt, indem man Sonneneinstrahlung reduziert. Im Sommer führt die Strahlungsreduktion dazu, dass 37 kWh pro Tag an Kühlenergie eingespart werden können bei gleichzeitigem Bedarf von etwa 3,9 Tonnen Wasser.

Im Winter werden die thermischen Verluste durch das Gebäudedach durch die Gewächshäuser reduziert, da diese Fläche auch der Boden des Gewächshauses ist. Im Winter schätzten Caplow und Nelkin (2007) die Heizlasten bei 366 kWh für das Gewächshaus und 7 kWh für das Gebäude. Es werden nur ca. 6 kWh pro Tag eingespart.

Aus der Perspektive der traditionellen Energieeinsparung sind die potentiellen jährlichen Einsparungen annähernd gleich der gesamten Kühllast des Gebäudes, 44 MWh.

### *Begrünte Doppelwände*

Die Verwendung von Pflanzen für Doppelhautfassaden ist ein effizientes Mittel, um den Sonnenenergieeintrag in einem Gebäude zu reduzieren. Fang et al. (2011) zeigen, dass 60% der ankommenden Solarstrahlung von Pflanzen absorbiert werden (*Tillandsia usneoides* für ein Gebäude in Shanghai). Dies ist kohärent mit Stec et al. (2005), die einen Rückgang zwischen 50 und 70% ermitteln.



*Tillandsia usneoides* Pflanzvorhänge von Fang et al. (2011)

Begrünte Doppelwände verringern die Innenwandtemperatur während eines heißen Tages. Stec et al. (2005) zeigen eine Temperaturamplitude von 5-30°C mit Pflanzen anstelle von 10-60°C ohne eben diese Pflanzen. Die Lufttemperatur ist leicht reduziert, und Fang et al. (2011) berichteten über eine 2,3°C-Abnahme innerhalb der Doppelhautfassade für eine Dichte von 750 g m<sup>-2</sup> in doppelwandiger Fassade für heißes Klima (Shanghai). Dies kann zu erheblichen Einsparungen bei der Benutzung von Klimaanlage führen. Chan et al. (2009) sehen einen Rückgang von 26% der jährlichen Kühlenergie im Vergleich zum Standard-Doppelhautgebäude mit reflektierendem Glas. Dies ist kohärent mit Stec et al. (2005), die eine 20%-ige Einsparung ermitteln.

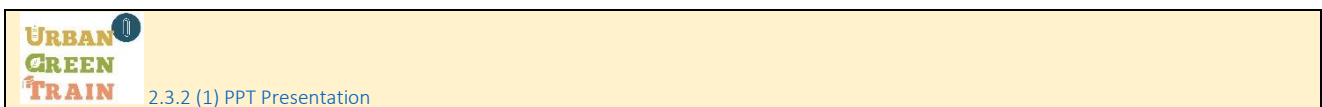
Allerdings können Pflanzen Probleme verursachen, wie etwa Unstimmigkeiten zwischen ihrem Wachstum und den Bedürfnissen der Gebäudeinsassen. In der Tat kann die Pflanzendichte und der Wachstumsprozess nicht von den Insassen fein kontrolliert werden. Darüber hinaus ist die Aufrechterhaltung des Pflanzen- und Anbausystems (Bewässerung, Sammlung von gefallen Blättern ...) kostspielig und eine spezialisierte Aufgabe. Auch ist die Auswahl der Pflanzen aufgrund der Umwelt- und des Wartungsdrucks schwierig (Fang et al., 2011).

## 2.3.2 Aus Abfall Ressourcen machen: mögliche Verwendungen von Bioabfällen

### Einleitung

In Europa leben über 75% der Menschen in Städten. Viele Rohstoffe werden benötigt um Städte zu bauen und Abfälle aus der Stadt zu transportieren. Die Stadt kann als städtisches Ökosystem mit einem linearen Stoffwechsel betrachtet werden, das mit einem Einstiegs- / Ausgangsmodell von Materialien vergleichbar ist.

*Schauen Sie sich bitte diese Präsentation an:*



In Europa verwenden die Bewohner derzeit 16 Tonnen Material pro Person und Jahr, davon 6 Tonnen Abfall. Im Jahr 2010 belief sich die gesamte Abfallproduktion in der EU auf 2,5 Milliarden Tonnen. Aus dieser Summe wurde nur ein begrenzter (wenn auch zunehmender) Anteil (36%) recycelt, der Rest wurde deponiert oder verbrannt, von denen etwa 600 Millionen Tonnen recycelt oder wiederverwendet werden konnten (Europäische Kommission, <http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/>).

Alle diese Abfälle haben einen enormen Einfluss auf die Umwelt: (i) Verschmutzung, (ii) Treibhausgasemissionen und (iii) Materialverluste (<http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/WASTE%20BROCHURE.pdf>).

Also ist die Frage, wie die Ausfuhr von Abfällen aus der Stadt begrenzt werden kann!

Es ist notwendig, den städtischen Stoffwechsel in ein kreisförmiges Modell zu verwandeln, indem man Abfälle in eine potentielle Ressource von "Sekundärrohstoffen" mit dem Ziel einer effizienten und nachhaltigen Verwendung verwandelt. Die Entwicklung dieser Art von Strategie ist ein Schlüssel zu einer Kreislaufwirtschaft der Stadt. Die wichtigsten Maßnahmen der Abfallpolitik sind die Verbesserung der Abfallvermeidung (Änderung des Konsumentenverhaltens) und des Abfallrecyclings sowie die Begrenzung der Verbrennung von nicht recyclingfähigen Materialien und die Verwendung von Deponien.

*Optionales Material: für weitere Informationen:*

<http://ec.europa.eu/environment/action-programme/>

### Typen städtischer Abfälle

Kommunalabfälle (Einrichtungen und Haushalte) repräsentieren ein Drittel bis zur Hälfte der städtischen Abfälle ausgeschlossen Abbruchschutt. Der kommunale Abfall besteht aus Haushaltsabfällen und anderen Abfällen, die den Abfällen aus Haushalten (Handel, Büros und öffentlichen Institutionen) ähnlich sind. Ihr Management hängt von der öffentlichen Politik und den Budgets ab. Bio-Abfälle repräsentiert ein Drittel der kommunalen Abfälle. Jede Person in Europa produziert derzeit durchschnittlich eine halbe Tonne dieser Abfälle.

*Schauen Sie sich bitte diese Präsentation an:*

Bioabfälle sind definiert als biologisch abbaubare (i) Garten- und Parkabfälle, (ii) Lebensmittel- und Küchenabfälle aus Haushalten, Restaurants, von Catering-Unternehmen und Einzelhandelsgeschäften und (iii) vergleichbare Abfälle aus Nahrungsmittelverarbeitungsbetrieben. Es handelt sich nicht um Forstwirtschaft oder landwirtschaftliche Rückstände, Gülle, Klärschlamm oder andere biologisch abbaubare Abfälle wie natürliche Textilien, Papier oder verarbeitetes Holz. Es schließt auch die Nebenprodukte der Nahrungsmittelproduktion aus (Europäische Kommission, <http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/>).

### *Wege, wie man Bio-Abfälle recyceln kann*

Eine Reihe von EU-Rechtsvorgaben betrifft die Frage der Behandlung von Bioabfällen. Derzeit ist die wichtigste Umweltbedrohung durch Bioabfälle (und andere biologisch abbaubare Abfälle) die Herstellung von Methan aus solchen Abfällen, die sich auf Deponien zersetzen. Im Jahr 1995 machten sie etwa 3% der gesamten Treibhausgasemissionen in der EU-15 aus. Die Deponie-Richtlinie (1999/31 / EG) verpflichtet die Mitgliedstaaten, die Menge an biologisch abbaubaren Siedlungsabfällen bis 2016 auf 35% des Niveaus von 1995 (für einige Länder bis 2020) zu reduzieren, was dieses Problem erheblich verringern wird.

*Optionales Material: für weitere Informationen lesen Sie gerne:*

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31999L0031>

Die bedeutendsten Vorteile der Bioabfallwirtschaft sind die Produktion von erneuerbaren Energiequellen und recyceltem Kompost, die zu einer verbesserten Ressourceneffizienz und Bodenqualität beitragen können. Kompostierung ist die biologische Behandlung von Grünabfälle und holzigem Material.

*Schauen Sie sich bitte diese Präsentation an:*

*Für weitere Informationen empfehlen wir folgendes Video zur Biogasproduktion:*

Watch the video at: <https://www.youtube.com/watch?v=B660d2c-RkA>

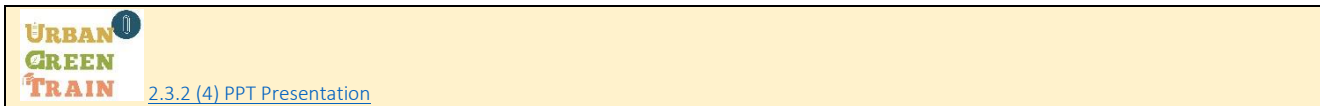
Sehen Sie sich das Video über die industrielle Kompostierung an und identifizieren Sie die Voraussetzungen für den Erfolg bei der Kompostierung.

Hier ist das Video: <https://www.youtube.com/watch?v=QBSGuUq2D9E>

## Mögliche Verwendung von Bioabfällen für die Pflanzenproduktion

Kompost wird in der Landwirtschaft, für Landschaftsbau, zur Herstellung von wachsenden Medien und für die Land-Wiederherstellung verwendet. EU-Rechtsinstrumente zur Regelung der Verwendung von Bioabfällen werden im "Grünbuch über die Verwaltung von Bioabfällen in der Europäischen Union" vorgestellt" (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52008DC0811>)

*Schauen Sie sich diese Präsentation an:*



Die Beliebtheit von Dachgärten und städtischen Gärten, die von Gemeinschaftsgruppen oder städtischen Gärtnern initiiert werden, erhöht die Nachfrage nach städtischen Böden. Urbane Gärtner und Landwirte wollen Informationen über die Qualität des Bodens und seine Verunreinigungen haben.

Es gibt Lösungen zur Verbesserung der städtischen Bodenfruchtbarkeit. Unter ihnen ist die Einführung von hohen Mengen an organischer Substanz (bis 40% im Volumen) ein wichtiges Thema für die langfristige Bodenfruchtbarkeit (Vidal-Beaudet et al., 2012, Cannavo et al., 2014). Tatsächlich bietet die organische Substanz ernsthafte Bodenvorteile: physische Fruchtbarkeit (Bodenstruktur für eine bessere Wasserretention und Luftzirkulation), chemische Fruchtbarkeit (Nährstoffreservoir, Kationenaustauschkapazität) und biologische Fruchtbarkeit (Kohlenstoff-, Mineral- und Energieressourcen für Bodenorganismen). Die organische Stoffzusammensetzung wird im Allgemeinen kontrolliert und standardisiert. In Frankreich gibt die NF U 44-051 Grenzen über die Zusammensetzung von organischen Stoffen und Trockenmasse-Inhalte, Spuren von Metall, Grenzwerte für Kohlenwasserstoff und Mikroorganismen, etc. Unter dem vorhandenen Kompost ist der grüne Abfallkompost der wichtigste, der in den randstädtischen und städtischen Gebieten verwendet wird, aufgrund der hohen Mengen an verfügbarem Pflanzenmaterial.

Wenn der Boden kontaminiert ist oder im Falle von Dach- oder anderen bodenungebundenen Produktionen, ist es notwendig, ein neues Substrat mit geeigneten Eigenschaften und Funktionen einzubringen.

Die Verwendung von Boden von landwirtschaftlichen Parzellen für die städtische Begrünung ist derzeit wegen der Abnahme der verfügbaren Ackerfläche umstritten. Eine alternative Idee zum Schutz dieser natürlichen Ressourcen besteht in der Wiederverwendung von Abfallstoffen, um funktionelle Böden zu bauen (Séré et al., 2008). Städte werden kontinuierlich durch den Abriss von älteren Strukturen erneuert und produzieren Abbruchabfälle wie Ziegelsteine, Beton, Gleisanlagen und abgegrabene Böden. Diese werden regelmäßig außerhalb der Städte gebracht und nur ein Bruchteil wird recycelt (Marshall und Farahbakhsh, 2013). So wurden im Jahr 2009 zivile Ingenieuraktivitäten in Frankreich auf 250 Millionen Tonnen Abfälle geschätzt. Kompostmaterialien und grüne Abfälle aus Garten- und Parkpflege werden auch in Städten erzeugt und massiv aus städtischen Gebieten exportiert, um Kompost oder Energie zu produzieren. Einige dieser Materialien könnten dazu genutzt werden, Böden aufzubauen, die an die städtische Umwelt angepasst sind. Solche Böden müssen in der Lage sein, Pflanzenwachstum, Baumentwicklung und leichten Verkehr zu unterstützen. So müssen sie eine ausreichende Tragfähigkeit, agronomische Eigenschaften und Entwässerungskapazität aufweisen. Darüber hinaus müssen sie Umweltschutzbeschränkungen einhalten, um die Freisetzung von Schadstoffen in den darunter liegenden Grundwasserleiter zu verhindern.





*Übung 2.3.2. Beantworten Sie bitte folgende Fragen:*

Schauen Sie sich das Video zu industrieller Kompostherstellung an und benennen Sie die Erfolgsfaktoren für die Kompostherstellung.

Identifizieren Sie die Konzentration von Stoffen und Elementen, um Bioabfälle als Kompost zu nutzen.

Versuchen Sie sich an einem Versuch zur Festlegung von Standards zu "gutem Kompost"  
Identifizieren Sie die Funktionen und Ökosystemdienstleistungen von Kompost für urbane Agrikultur.



## 2.3.3 Regenwassernutzung und Grauwasserversorgung

### *Einleitung*

Bis zum Jahr 2050 werden 66% der Weltbevölkerung in städtischen Gebieten leben. Eine Hauptfolge ist die fortschreitende Bodenabdichtung durch die Erweiterung der städtischen Gebiete. Der Wasserkreislauf im Stadtgebiet ist im Vergleich zu den Naturgebieten erheblich unterschiedlich. Aufgrund der undurchdringlichen Böden ist der Hauptwasserfluss im Stadtgebiet abgebrochen und unterstützt Überschwemmungen. Wasserinfiltration ist nur möglich, wenn bepflanzte Böden vorhanden sind. Eine große Herausforderung besteht also darin, die Wasserretention und / oder die Infiltration durch die Begrenzung der Grünflächen zu begünstigen.

Menschen, die in Städten leben, erfragen immer mehr Grünflächen für ihr Wohlbefinden. In der Tat kann die städtische Vegetation verschiedene Dienstleistungen wie:

- menschliche Vorteile (Gesundheit, soziale Bindung)
- natürliche Gleichgewichtsvorteile (Biodiversität, thermische Regulierung, Luftqualität, Wasserzirkulation und Bodenschutz)
- wirtschaftlicher Nutzen (Bauförderung, städtische Landwirtschaft, Attraktivität des Territoriums).

Städte entwickeln Begrünungs- und Renaturierungsstrategien, deren Erfolg von der Qualität und den Funktionen der bodenunterstützenden Pflanzen und der Wasserqualität für das Pflanzenwachstum abhängt. Ziel dieser Lektion ist es, die möglichen Alternativen für die Wasserwirtschaft zu präsentieren und die Schlüsselemente für eine effiziente Wassernutzung in städtischen Gebieten zu berücksichtigen.

### *Städtische Hydrologie*

In einer natürlichen Landschaft absorbieren Boden und Vegetation 90% der Niederschläge durch Infiltration in den Boden und Evapotranspiration. In einer Stadt verursachen Asphalt, Pflaster und Dächer große Mengen an oberflächlich abfließendem Wasser. Bebaute Gebiete erreichen über 500% mehr Oberflächenabfluss als natürliche Gebiete gleicher Größe.

Die Lösungen für die städtische Wasserwirtschaft sind die Wasseraufnahme in offenen oder verdeckten Poldern und Becken oder/und die Infiltration mit z. B. porösen, wasserdurchlässigen Gehwegen.

Grüne Infrastrukturen können die Wasserwirtschaft im Nachbarschaftsmaßstab erleichtern:

- Laubbäume reduzieren den Wasserabfluss durch Evapotranspiration;
- grüne Dächer speichern vorübergehend Niederschlag und begünstigen Evapotranspiration;
- Wasserinfiltration im Boden verringert das Wasservolumen und reduziert den Spitzenstrom.

Im Allgemeinen nimmt der Abfluss zu, wenn die Vegetationsgebiete abnehmen. In hochverdichteten Infrastrukturgebieten sind grüne Dächer ein effizienter Weg, um den Abfluss zu senken. Wasserinfiltration im Boden hängt von Bodenphysikalischen Eigenschaften ab: Bodenstruktur, Korngrößen, Boden hydraulische Leitfähigkeit.

*Schauen Sie sich folgende Präsentation an:*

### *Das Potenzial grüner Dächer zur Reduktion des Wasserabflusses*

Die Ursprünge von grünen Dächern begannen vor Tausenden von Jahren. Die berühmtesten Gründächer waren die Hängenden Gärten von Babylon. Moderne grüne Dächer sind aus einem System von Schichten über dem Dach platziert. Dies ist ein relativ neues Phänomen und wurde in den 1960er Jahren in Deutschland entwickelt und hat sich in vielen Ländern verbreitet. Auch in den Vereinigten Staaten werden grüne Dächer immer beliebter, obwohl sie nicht so häufig sind wie in Europa. Es gibt drei Arten von grünem Dach: (1) intensive Dächer, die dicker sind, mit einer minimalen Tiefe von 12,8 cm, die eine größere Zahl von Pflanzen ermöglicht; sie sind aber auch schwerer und erfordern mehr Wartung; (2) extensive Dächer, die flach sind und in der Tiefe von 2 cm bis 10 cm reichen, sie sind leichter als intensiv begrünte Dächer und erfordern minimale Wartung; (3) Halbintensive Dächer haben Zwischeneigenschaften.

Die Pflanzen, die auf grünen Dächern verwendet werden, können unterschiedliche Funktionen (Vegetationsunterstützung, Filter), Eigenschaften (Wasserrückhaltekapazität) und Zusammensetzungen haben.

*Schauen Sie sich diese Präsentation an:*

### *Grauwasser*

Grauwasser ist das in Haushalten oder Bürogebäuden erzeugte Abwasser; ohne Fäkalien. Zu den Quellen von Grauwasser gehören Waschbecken, Duschen, Bäder, Waschmaschinen und Geschirrspüler. Toilettenabwasser jeglicher Art werden Abwasser oder Schwarzwasser genannt, um anzuzeigen, dass es menschliche Abfälle enthält. Allerdings können unter bestimmten Bedingungen auch Spuren von Fäkalien in den Grauwasserstrom über Abwässer aus der Dusche oder Waschmaschinen gelangen.

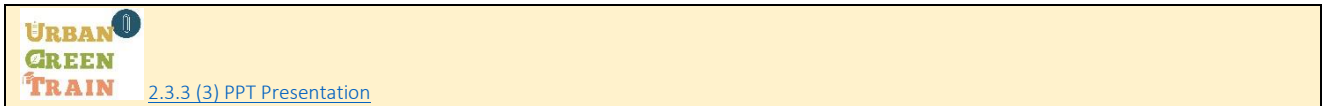
Im Allgemeinen ist Grauwasser sicherer zu handhaben und leichter zu behandeln und wiederverwendbar wie Toilettenwasser. Die Anwendung der Grauwasser-Wiederverwendung in städtischen Wassersystemen bietet erhebliche Vorteile für das Wasserversorgungs-Subsystem, indem sie die Nachfrage nach frischem sauberem Wasser und für die Abwassersubsysteme verringert.

Die Grauwasser-Zusammenstellung hängt hauptsächlich von der geografischen Herkunft, der Bauart und den beteiligten Aktivitäten ab. Das meiste Grauwasser ist einfacher zu behandeln und recyceln als schwarzes Wasser, da der Grad der Verunreinigung geringer ist. Wenn sie separat vom schwarzen Wasser gesammelt wird, kann es direkt verwendet werden. Als Behandlungsverfahren können biologische Systeme (konstruierte Feuchtgebiete, lebende Wände, Bioreaktoren) oder mechanische Systeme (Sandfiltration) verwendet werden.

In Frankreich wird Grauwasser oft für die Wiederverwendung für die Toilettenspülung, die Grünflächenbewässerung und die Reinigung von Außenflächen genutzt.

Die wichtigsten Vorteile der Verwendung von Grauwasser für die Bewässerung sind die Erhaltung der Wasserressourcen und die Nährstoffversorgung; Hauptprobleme sind der Salzgehalt, Anhäufung von Metallen und das mögliche Vorhandensein von Krankheitserregern.

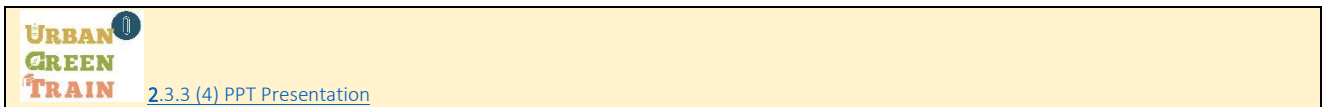
*Schauen Sie sich bitte diese Präsentation an:*



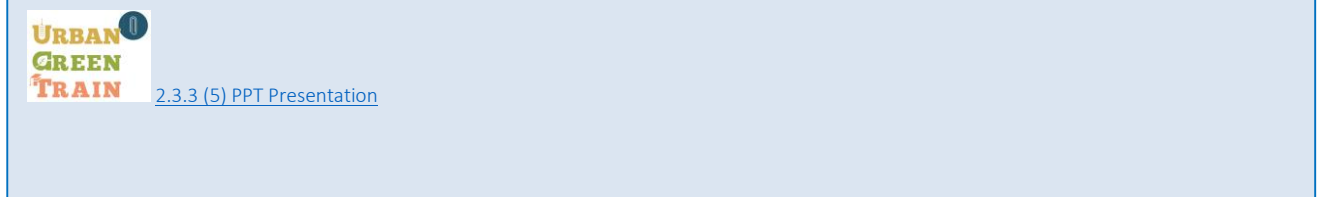
*Wasserbecken zur Retention*

Wasserflüsse in städtischen Gebieten sind im Vergleich zu Naturgebieten unterschiedlich. Straßenwasserabfluss ist eine Notwendigkeit. Eine mögliche Lösung ist die Retention / Infiltration in Speicherbecken. Speicherbecken können mehrere Rollen haben: Regenwasser-Durchflussregelung, Grundwasseraufladung, etc.

*Follow the slideshow below:*



*Übung 2.3.3. Schauen Sie sich bitte die Präsentation an und denken Sie über die Frage nach:*



## 2.4 - Städtische Zersiedelung und Auswirkungen auf Ackerland: GIS-Analyse

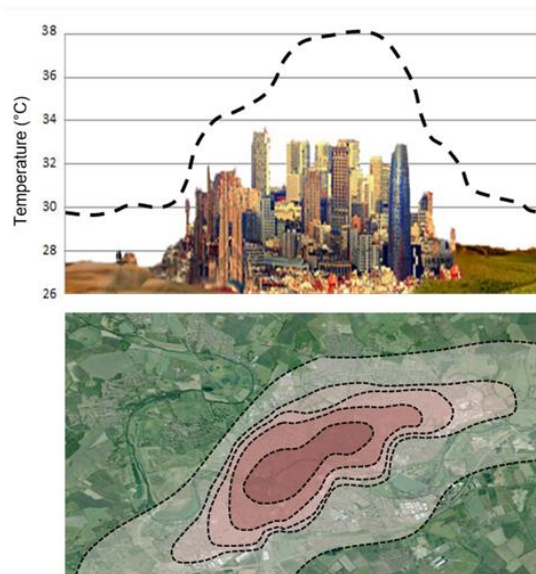
### *Einleitung*

Dieses Kapitel wird es den Lernenden ermöglichen, die Verbindung zwischen Urbanisierung und Luftverschmutzung zu verstehen und grüne Infrastrukturen mit Ökosystemdienstleistungen wie Luftfilterung und Mikroklimatisierung zu verknüpfen. Nach Abschluss des Kapitels sind die Teilnehmer in der Lage, Luftfilterung durch grüne Infrastrukturen und klimafeste städtische Landwirtschaft zu entwerfen.

## 2.4.1 Urbane Agrikultur zur Verbesserung des Stadtklimas

Die letzten Jahrzehnte zeichnen sich durch einen kontinuierlichen, intensiven und komplexen Urbanisierungsprozess aus, und heute leben fast 54% der Weltbevölkerung in städtischen Gebieten, während drei Viertel der europäischen Bürger in Metropolregionen leben (WHO, 2015). Immer stärker geht es nun darum, die Entwicklung unserer Städte mit Umweltschutzaspekten zu verknüpfen. Städte bestehen aus Strukturen und umfangreichen Interventionen anthropogenen Ursprungs, die sie zu Umweltproblemen machen (Naishi et al., 1998). Ein Großteil des Bodens einer Stadt neigt dazu, mit undurchlässigen Materialien und Oberflächen versiegelt zu werden, die kein Wasser absorbieren und den Abfluss erhöhen. Darüber hinaus sind die meisten strukturellen Materialien, die in solchen Umgebungen verwendet werden, im Allgemeinen durch eine niedrige Albedo (ein Maß für die Reflektivität der Oberfläche) gekennzeichnet, eine Tatsache, die die Umwandlung und Speicherung der einfallenden Wärmestrahlung erhöht und zur Herausbildung städtischer Wärmeinseln führt. Daher ist die städtische Oberflächenschicht eher wärmer als die ländliche Umgebung (Naishi et al., 1998, Britter & Hanna, 2003).

Dieser Effekt wird in Städten verschärft, in denen grüne Infrastrukturen kaum vorhanden sind. Wenn isotherme Kurven auf einer Oberflächenwetterkarte aufgetragen werden, ergibt sich ein Profil, das wie die topographischen Konturen einer Insel aussieht.



Graphische Darstellung des Wärmeinselparadoxons in Städten an einem Nachmittag (oben). Hierbei können Temperaturunterschiede von 8-10 K auftreten. Unten ist eine Simulation dargestellt.

Dies ist der Grund, warum die städtische Oberflächenschicht auch "Hitzeinsel" genannt wird (städtische Wärmeinsel) (Naishi et al., 1998). In dichtbevölkerten Städten ist die höhere Temperatur sowohl auf einen erhöhten Energieverbrauch für die Gebäudeklimatisierung als auch auf die Auswirkungen der Verschmutzung im Straßenverkehr wie die Emission von Schadstoffen, einschließlich Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Stickoxide und Schwebstaub zurückzuführen (Henderson et al., 2007). Verschmutzungseffekte können in Klimazonen mit einer deutlich wärmeren Jahreszeiten verschärft werden (White et al., 2001; Koppe, 2004). Luftverschmutzung ist seit Beginn der industriellen Revolution zu einem Problem geworden. Transporte, industrielle Tätigkeiten, Hausheizungen und Müllverbrennungen sind die Hauptquellen für Luftschadstoffe. Hauptschadstoffe, die durch menschliche Aktivitäten produziert werden, sind Schwefeloxide (insbesondere Schwefeldioxid, SO<sub>2</sub>), Stickoxide (NO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), flüchtige organische Verbindungen (VOC, hauptsächlich Methan, CH<sub>4</sub>) und Partikel 10 oder 2,5 (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>), gebildet durch Staub mit einem Durchmesser von 10 µm bzw. 2,5 µm sowie gelösten Stoffen.

Studien (Banting et al., 2005, Rosenzweig et al., 2006) weisen darauf hin, dass die Zunahme der grünen Infrastrukturen in städtischen Umgebungen nicht nur zur Minderung der Mikroklimaprobleme, sondern

auch zu einer breiten Palette von Ökosystemdienstleistungen beitragen können. Die Verbesserung der Luftqualität (Currie & Bass, 2008, Speak et al., 2012) oder die Bewältigung von Wetterextremen (Berndtsson, 2010, Gregoire & Clausen, 2011) wird hierdurch unterstützt. In diesem Abschnitt werden die umweltbezogenen Funktionen der städtischen Landwirtschaft und generell der städtischen grünen Infrastrukturen vorgestellt, wobei ein besonderer Blick auf die städtische atmosphärische Qualität und das Mikroklima gelegt wird.



Übung 2.4.1 Schauen Sie sich bitte folgenden Artikel an und führen Sie den nachfolgenden Test durch.

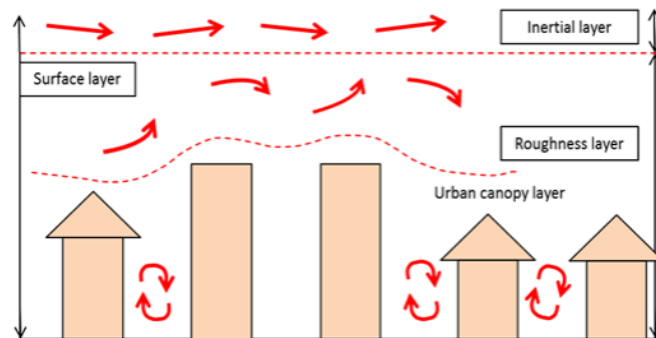


#### 2.4.1 UA as green infrastructure: the case of New York City

1. Die meisten Stadtoberflächen sind durchlässig und erlauben schnelle Infiltration von Regenwasser.  
 wahr  
 falsch
2. Die urbanen Gebiete sind generell wärmer als die ländliche Umgebung.  
 wahr  
 falsch
3. Grüne Infrastruktur lindert die städtische Wärmeinsel durch Transpiration von Pflanzen.  
 wahr  
 falsch
4. PM<sub>10</sub> steht für:  
 Staub mit einem Durchmesser von mehr als 10 mm  
 Staub mit einem Durchmesser von weniger als 10 mm
5. Die Hauptgründe für die städtische Wärmeinsel sind (bitte die richtigen ankreuzen):  
 Grüne Infrastrukturen  
 Straßenverkehr  
 Windkanalisierung  
 Klimaanlage

## 2.4.2 Luft-filternde grüne Infrastrukturen

Die städtische Vegetation beeinflusst die Luftqualität durch die Beseitigung von Luftschadstoffen, der Luftreinigungseffekt kann aerodynamisch verursacht werden, wenn die Pflanzen im Weg des Windes Partikel aufnehmen oder durch Absorption durch Stomataöffnungen während der physiologischen Prozesse Photosynthese und Transpiration der Pflanzen (Chapparo und Terradas, 2009). An Pflanzen sinkt der  $\text{CO}_2$ -Gehalt, weil sie überschüssigen Kohlenstoff als Biomasse während der Photosynthese speichern (McPherson und Simpson, 1998). In einer aktuellen Studie (Davies et al., 2011) wurde geschätzt, dass inländische Gärten eine Lagerung von etwa  $0,76 \text{ kg C m}^{-2}$  ermöglichen. Die Präsenz von städtischen grünen Infrastrukturen hat eine physikalische Veränderung der Verteilung der Luftschadstoffe zur Folge, da sie als Hindernisse wirken, die eine Reibungskraft auf die Atmosphäre ausüben (Britter und Hanna, 2003).



Grafische Darstellung der städtischen Profilwirkungen auf die Reibung in der unteren Troposphäre von Oke (1987) und Britter und Hanna (2003)

Die mechanischen Auswirkungen der Kanalisierung und Rezirkulation der Luftturbulenzen führen in Verbindung mit Emissionen von Schadstoffen zu einem hohen Verschmutzungsrisiko innerhalb der städtischen Schluchten (Jeong & Andrews, 2002, Kastner-Klein et al., 2004). In der Tat, innerhalb des Canyon-Profiles gibt es eine Ansammlung von Schadstoffen aufgrund einer Vortex-Rezirkulation. Nur ein wenig Streufluss ermöglicht die Lufterneuerung und verursacht in diesen besonderen atmosphärischen Bedingungen Bedenken hinsichtlich der Gesundheit der Bevölkerung (Kastner-Klein, 2004).

In den Pflanzen erfolgt die Absorption der Luftschadstoffe vor allem durch Stomata-Öffnungen (Winner, 1994) und tritt während der physiologischen Prozesse der Pflanzen-Photosynthese und Transpiration auf. Das sind passive Prozesse, bei denen in der Atmosphäre verteilte Gase in die Pflanze eindringen. Die gelösten Luftschadstoffe wie  $\text{NO}_x$  und  $\text{SO}_x$  werden aufgrund aktiver biochemischer Reaktion absorbiert (Baldocchi et al., 1987) und somit für pflanzliche Stoffwechselprozesse verwendet.

Staubkomponenten des luftgetragenen Aerosols ( $\text{PM}_{10-2.5}$ ) werden aus der Atmosphäre durch elektrostatische Ablagerung auf die Blattoberfläche (Prajapati, 2012) entfernt und nacheinander teilweise absorbiert, durch Abfluss gewaschen oder in Luft wieder suspendiert. Jüngste Studien zeigten, dass die Schaffung neuer grüner Infrastrukturen in städtischen Gebieten die Luftschadstoffe erheblich reduziert und indirekt zur Zunahme der Umweltgesundheit und des Wohlbefindens der Bürger beiträgt (Nowak et al., 2006). Die Fähigkeit zur Reduzierung von gelösten Gasen und  $\text{PM}$  ist auf die erhöhten Aufprallflächen zurückzuführen, die durch die Pflanze hergestellt werden, was zu erhöhten Abscheideeffekten für Turbulenzwirkungen führt (Petroff et al., 2008). Dies ist jedoch ein relativ neuer Studienbereich und ein klareres Verständnis der Luftfilterkapazität solcher grünen Infrastrukturen wird wahrscheinlich in naher Zukunft kommen (Currie and Bass, 2008).



Übung 2.4.2. Beantworten Sie bitte Folgendes:

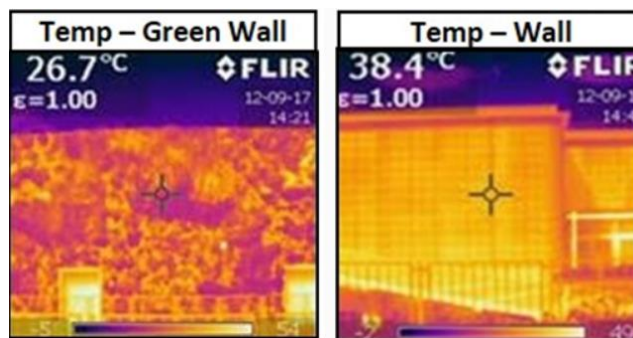
Wählen Sie die richtige Antwort aus:

- Pflanzen absorbieren Sauerstoff während der Photosynthese.
- In innerstädtischen Schluchten führen Verunreinigungen zu Gesundheitsrisiken.
- Die Luftqualität kann durch grüne Infrastrukturen und die damit verbundene Deposition von Staubpartikeln (z. B. PM 10-2.5) an Pflanzenblättern verbessert werden



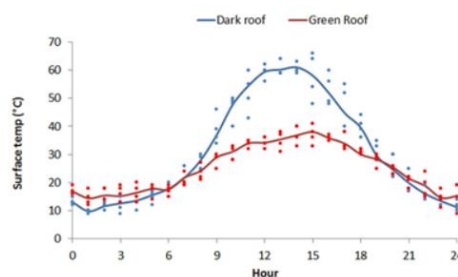
### 2.4.3. Verringerung der städtischen Wärmeinsel

Der städtische Wärmeinsel-Effekt besteht aus dem Temperaturanstieg in den städtischen Gebieten im Vergleich zur umliegenden ländlichen Landschaft (Phelan et al., 2015) aufgrund menschlicher Aktivitäten und einer höheren Absorption von Sonnenstrahlung durch künstliche Materialien. Die Vegetation kann eine Schlüsselrolle bei der Gesamttemperaturregulierung der Städte spielen, da durch die Evapotranspiration die Lufttemperatur reduziert werden kann. Phelan et al. (2015) berichten über die zunehmende Vegetation in städtischen Gebieten als mögliches Heilmittel für städtische Hitzeinsel. In den vergangenen Jahren haben sich begrünte Infrastrukturen durch ihre Energie- und ökologischen Funktionen zu einer etablierten Governance-Politik entwickelt. Durch die Platzierung einer grünen Hülle über und um bebaute Strukturen, sind die ersten beobachteten Effekte Temperaturminderung und Verringerung der Energiekosten im Zusammenhang mit der Klimaanlage, vor allem während des Sommers.



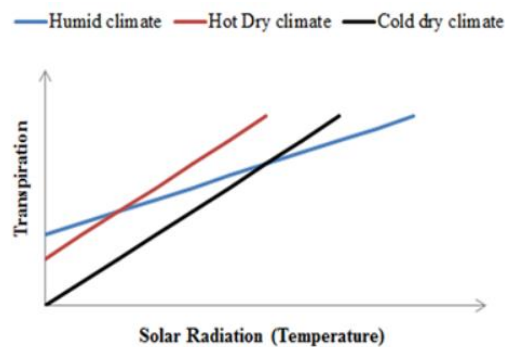
Analyse mit einer Wärmebildkamera durch das CNR von Bologna (Italien) zeigt die Temperaturunterschiede zwischen einer grünen und einer Betonwandabdeckung.

Der indirekt kühlende Effekt, der durch die Vegetationsstrukturen gegeben wird, wird durch eine große Schutzkapazität gegen die Wärmestrahlung bestimmt und senkt in erster Linie die Temperatur der Gebäudeoberflächen (Wong et al., 2003a). Dieser Vorteil ist eine direkte Folge der Albedo-Modifikation von Wänden und Dächern. Gebäude mit dunklen undurchdringlichen Dächern haben im Allgemeinen eine niedrige Albedo, was eine höhere Absorption der Sonnenstrahlung bedeutet.



Unterschiedliche Albedo-Wirkung auf die Gebäudeflächen. Oben: Albedo Werte der verschiedenen Elemente der städtischen Landschaft. Unten: Oberflächentemperaturen von konventionellen und grünen Dächern, gemessen während einer experimentellen Studie an der Abteilung für Agrarwissenschaften an der Universität Bologna, Italien (Unveröffentlichte Daten, 2015). Temperaturwerte gemessen mit einem Thermosensor PT100 (Rhopoint Components, East Grinstead, Großbritannien)

Bebaute Strukturen führen zu einer intensiveren Oberflächenheizung im Vergleich zu begrünten Flächen. Während der Sommerzeit führt dies zu einer Zunahme des Tag-Nacht-Hitze-Insel-Effekts, des Energieverbrauchs für die künstliche Kühlung und Emissionen. In europäischen Städten sind mehr als 90% der Dächer dunkel und die Oberfläche erreicht Temperaturen um 80°C (Santamouris, 2014). Alternativ fördern Gründächer die Umwandlung von Solarenergie in Transpiration (Kühlung) sowie das Wachstum von Pflanzen. Dies ist vor allem im Sommer der Fall, da die direkte Beziehung zwischen Pflanzen-Transpiration und Sonneneinstrahlung und Temperatur liegt. Folglich wird sowohl von der pflanzlichen Abdeckung als auch von dem angenommenen Substrat eine Wärmedämmung bereitgestellt.



Grafische Darstellung der Beziehung zwischen Sonneneinstrahlung, Temperatur und Pflanzentranspiration

### *Pflanzen statt Klimaanlage – auch zum Geldsparen*

Stadtgebiete haben in der Regel ein geringeres Feuchtigkeitsniveau als die umliegende Landschaft aufgrund der Abwesenheit von Vegetation und der erhöhten Absorption von Energie aus der Sonne durch dunkle anthropogene Flächen. Dies erklärt auch, warum Innenstadtbereiche oft viele Grad wärmer sind als ihre Umgebung. Dieses Phänomen, bekannt als der städtische Hitzeinsel-Effekt, kann ernste Konsequenzen für schutzbedürftige Menschen haben, wie jene, die chronisch krank sind oder ältere Menschen, besonders während Hitzewellen. Die feuchte Luft, die durch natürliche Vegetation erzeugt wird, hilft diesem Phänomen entgegenzuwirken. Die Feuchtigkeitsniveaus könnten auch mit Elektrizität künstlich erhöht werden, um Wasser zu verdampfen, aber das würde deutlich mehr kosten als die natürliche Vegetation. Die Arbeit mit der Natur und die Nutzung von grünen Infrastrukturen in einer städtischen Umgebung, zum Beispiel durch die Einbeziehung von Biodiversitäts-reichen Parks, Grünflächen, grüne Dächer und Wände und Korridoren, ist in der Regel eine viel günstigere und vielseitigere Option, um die städtische Wärmeinsel abzumildern. Es kann auch dazu beitragen, CO<sub>2</sub>-Emissionen zu absorbieren, die Luftqualität zu verbessern, den Niederschlag zu reduzieren und die Energieeffizienz zu erhöhen.



2.4.3 Building a green infrastructure for Europe



Übung 2.4.3: Bitte füllen Sie den Lückentext aus

Die städtische Wärmeinsel verursacht \_\_\_\_\_ in Stadtgebieten im Vergleich zur ländlich geprägten Umgebung.

Vegetation verringert die Oberflächentemperatur durch Abschattung und eine höhere \_\_\_\_\_ (im Vergleich zu dunklen Oberflächen), welches die Reflektion erhöht.

Während des Sommers führen höhere Temperaturen und solare Einstrahlung zu höherer pflanzlicher \_\_\_\_\_.

## 2.4.4. Finanzierung urbaner Agrikultur zur Verbesserung des Stadtklimas

Der private Sektor spielt auch eine wichtige Rolle bei Investitionen in die städtische Landwirtschaft und generell bei der Entwicklung innovativer "grüner" Technologien. Dennoch sind UA-Projekte komplex und werden von den Anlegern oft als Risiko erkannt, vor allem in den frühen Entwicklungsstadien. Spezifische Finanzinstrumente (z. B. Risiko-Sharing-Praktiken) können dazu beitragen, die mit UA-Projekten verbundenen Risiken zu reduzieren. Dementsprechend eröffnen die Europäische Kommission und die Europäische Investitionsbank (EIB) eine Reihe von Möglichkeiten, um Finanzierungen zur Unterstützung natürlicher kapitalbezogener Investitionen einschließlich der UA-Projekte zu schaffen.



*Übung 2.4.4: Bitte wählen Sie ein Projektthema (entweder unter den beiden unten aufgeführten oder anderen) und sammeln Sie die erforderlichen Informationen, um die Tabelle zu füllen mit dem Ziel eine Geschäftsidee einem potentiellen Spender/Unterstützer vorzuschlagen:*

Thema	Gegenwärtige Probleme		Verbesserungen durch das Projekt	
	Finanzen	Umwelt	Direkt	Indirekt
<b>Dachgarten vs Gebäudeklimatisierung</b>	Energiekosten (z. B. Euro m <sup>3</sup> Jahr <sup>-1</sup> )	Ökologischer Fußabdruck (z. B. kg CO <sup>2</sup> )	Thermische Isolation (z. B. Temperatur-Reduktion)	Wohlbefinden (z. B. Freizeit, Gesundheitskosten während Hitzewellen)
<b>Grüne Wand am Bürogebäude</b>	Kosten (z. B. Gesundheitskosten)	Flüchtige organische Verbindungen (z. B. Wolkoff, 2013)	Luftfilterung (z. B. Filtermenge von Pflanzen)	Wohlbefinden der Arbeiter

## 2.5 - Stickpunkte zur ökonomischen Dimension

*Denken Sie an die Wirtschaftlichkeit*

### 2.1 Städtische Landwirtschaft für Biodiversität und Ökologie

- UA gewinnt an Bedeutung, um die Nahrungsmittelversorgung und die Ernährungssicherheit in einer urbanisierenden Umgebung zu gewährleisten;
- Städtische Zersiedelung / Urbanisierung: Verlust des produktiven Ackerlandes als Herausforderung für landwirtschaftliche Betriebe in einer rentablen Weise zu bewältigen; Mainstream-Landwirtschaft (Massenproduktion von Getreide und Viehbestand) oft unrentabel im Stadtkontext;
- Grüne Infrastruktur- und Biodiversitätsfragen sind in der Lage UA-Geschäftsfelder (für Bauernhöfe, aber auch für öffentliche und private Initiativen) zu schaffen;
- Betrachten Sie stadtbezogene Herausforderungen, wie verschmutzte Böden, Aerosole, etc., bei der Herstellung von Lebensmitteln.

### 2.2 Städtische Landwirtschaft zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks

- Klimafreundliche Produktionssysteme über lokale Produktion, Kreisstoffwechsel und Selbstversorgung;
- Lokale Produktion kann foodmiles reduzieren und ökologische Auswirkungen verringern, indem sie gleichzeitig vielversprechende Geschäftsstrategien (lokale Nahrungsmittelsysteme, gemeinschaftlich unterstützte Landwirtschaft, Direktvermarktungskonzepte usw.) anbietet;
- Nahrungsmittelabfallreduktion sowohl bei der Produktion als auch in den Weiterverarbeitungsstufen ist in der Lage, ökonomische Einflüsse auf den Betrieb zu bewirken, aber auch auf Nahrungsmittlebene;
- Reduzierte ökologische Fußabdrücke sind in der Lage, umfangreiche UA-Geschäftsfelder (für Bauernhöfe, aber auch für öffentliche und private Initiativen) zu schaffen

### 2.3 Städtische Landwirtschaft für Ressourceneffizienz und Abfallwirtschaft

- Abfall-zu-Ressourcen, "Regenwassernutzung" und Grauwasser-Verwendung beinhalten unterschiedliche wirtschaftliche Potenziale



*Übung 2.5: Präsentieren Sie bitte kurz (Geschäfts-)Ideen zu:*

- Abfall-zu-Ressourcen;
- Regenwassernutzung;
- Grauwasser kann ökonomische Potenziale für urbane Agrikultur liefern.

>> Weitere Details zur ökonomischen Dimension folgt in Modul 5.