



**PULCHRA**

Participatory Urban Learning Community Hubs through  
Research and Activation

## Das Handbuch der PULCHRA Lehrmaterialien

Autoren: Karl Schneider, Tim G. Reichenau, Christine Gierlich



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 824466



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 824466. This document reflects the views of the author and the European Union is not responsible for any use that may be made of the information it contains.



## Inhalt

1	Einleitung.....	4
2	Leitfaden für Lehrer*innen .....	6
2.1	Einleitung.....	6
2.2	Der Lern-, Erlebnis- und Aktiv-Pfad (LEAP).....	7
2.2.1	Konzept.....	7
2.2.2	Umsetzung im schulischen Kontext.....	8
2.2.3	Partizipationsansatz, Stakeholder, externe Expert*innen .....	9
2.3	Organisationsstruktur der Lehrmaterialien.....	9
2.4	Ein LEAP an der Schule .....	12
2.4.1	Beispiel für die Struktur eines einwöchigen Projektkurses zu einem Stadtklima LEAP	13
3	The PULCHRA Collection of Educational Materials .....	18

## Zusammenfassung

Dieses Dokument ist das „Handbuch der PULCHRA Lehrmaterialien. Es umfasst die „PULCHRA Lehrmaterialiensammlung“, welche Arbeitsblätter, Anleitungen für Experimente, Links zu Smartphone-Apps und viele andere Materialien enthält und einen Leitfaden für Lehrpersonen. Die Sammlung ist so angelegt, dass sie wie eine Loseblattsammlung verändert werden kann. Die Materialien sind als Bausteine gedacht. Sie können auf vielfältige Weise kombiniert werden. In der Einleitung bietet das Handbuch ein Beispiel für einen einwöchigen Projektkurs, der auf dem Konzept eines Lern-, Erlebnis- und Aktivitätspfads (LEAP) basiert.

## Versionen

Version	Datum
0.5 First draft for partners	2020/07/17
1.0 Delivery	2020/08/28
1.2 Update	2020/09/16
1.3 Correction of overview table	
1.4 Correction of errors	2020/12/08
1.5 Correction of overview table	2020/12/17
1.6 Language corrections, Updates, Deutsche Übersetzung	2021/01/30



## 1 Einleitung

In diesem Handbuch finde sich Informationen zu Lehrmaterialien, die im Rahmen des PULCHRA-Projekts entwickelt und zusammengestellt wurden. PULCHRA's Ziel ist es, „Stadtwissenschaft“ („Science in the City“) durch den Aufbau von partizipativen städtischen Zentren des gemeinschaftlichen Lernens basierend auf Forschung und Aktivierung (im Englischen "Participatory Urban Learning Community Hubs through Research and Activation", abgekürzt PULCHRA) zu fördern. Um als Bürger\*in verantwortungsbewusst zu handeln wird mehr denn je die Kompetenz, Fakten von Fiktion unterscheiden zu können, benötigt. Ausreichende Kompetenz in evidenzbasierter Argumentationsführung und wissenschaftlichen Vorgehensweisen ist für alle Mitglieder der Gesellschaft unerlässlich. Weil demokratische Systeme die Beteiligung der Gesellschaft brauchen, sind Ansätze zur Aktivierung von Menschen, unabhängig von Alter, Bildungsstand, familiärem Hintergrund, Geschlecht oder Religion, wichtige Säulen um den gesellschaftlichen Zusammenhalt und eine kooperative Gemeinschaft aufrecht zu erhalten. Das von PULCHRA verfolgte Konzept des Open Schooling zielt auf den Aufbau einer einladenden und partizipativen Plattform, wo Schulen Knotenpunkte der Gemeinschaft werden, um Schüler\*innen und Bürger\*innen zu stimulieren, eine aktive Rolle in ihrer jeweiligen Gemeinschaft zu übernehmen. Die von den Schüler\*innen durchgeführten Aktivitäten haben einen direkten Bezug zu den Herausforderungen, mit denen die lokale Gesellschaft konfrontiert ist, zu den verschiedenen Fächern, die in der Schule unterrichtet werden, sowie zu den verschiedenen Altersgruppen. So werden Schulen zu einem zentralen Punkt der gesellschaftlichen Integration.

Im Zentrum der Aktivitäten von PULCHRA an Schulen steht das weit gefasste Thema "Städte als urbane Ökosysteme", wobei eine Stadt als eine Art lebender Organismus verstanden wird, in dem Prozesse aus der natürlichen Umwelt, der gebauten Umwelt und der sozioökonomischen Umwelt interagieren. Diese müssen daher auf integrative Weise untersucht werden. Die globalen Nachhaltigkeitsziele der UN (Sustainable Development Goals, SDG), insbesondere Ziel 11 „Nachhaltige Städte und Gemeinden“, sowie die "New Urban Agenda" von UN Habitat (Zentrum der Vereinten Nationen für menschliche Siedlungen) bieten einen geeigneten übergreifenden Rahmen für die Entwicklung eines konkreten und wissenschaftlich fundierten Weges zu urbaner Nachhaltigkeit, der Partizipation und Learning by Doing ermöglicht und bei dem Schulen kommunale Lernzentren sind. Die Bandbreite und übergreifende Zielsetzung der SDGs erfordert es, dass die komplexen anstehenden Probleme in überschaubare, aber dennoch kohärente Teile heruntergebrochen werden, die verschiedene Disziplinen zum Beitrag einladen, die Zusammenarbeit verschiedener Stakeholder erleichtern und eine Vielfalt an methodischen Ansätzen ermöglichen. Auf diese Weise ergibt sich ein Verständnis von Zusammenhängen und gegenseitigen Abhängigkeiten, das auf Betrachtungen im lokalen räumlichen und zeitlichen Kontext basiert und die Relevanz lokalen Handelns für das regionale und globale Gemeinwohl aufzeigt.

Vor diesem Hintergrund wurden die SDGs in "City Challenges" übersetzt (Tabelle 1), die als Beispiel, Inspiration und Anregung dienen, um schulspezifische eine eigene Agenda und ein eigenes Profil zu entwickeln. Die Bildungsziele des Kompetenzaufbaus und des Lernens werden dabei mit den gesellschaftlichen Zielen einer verantwortungsvollen Staatsbürgerschaft, eines Verantwortungsbewusstseins für die physische, gesellschaftliche und kulturelle Umwelt sowie einer aktiven Teilnahme an der Entwicklung unserer Gesellschaft verknüpft. Die in der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung vorgestellten Unterrichtsmaterialien sind also keineswegs vollständig oder endgültig. Sie sollen als Ausgangspunkt und offene Plattform verstanden werden, die zur



Vervollständigung durch Beiträge und neue Ideen von Lehrer\*innen, andere Fachleuten und Forschenden einlädt.

Tabelle 1 UN Nachhaltigkeitsziele (SDGs) zugeordnet zu den City Challenges von PULCHRA. Weitere Informationen zu den City Challenges finden Sie auf der PULCHRA Webseite (<https://pulchra-schools.eu>).

1.



2. Gebäude für die Stadt der Zukunft



3. Stadterneuerung für ein gutes und gesundes Lebensumfeld



4. Kreislaufwirtschaft in der Stadt: Vom Abfall zur effizienten Nutzung von Ressourcen



5. Stadtentwicklung und Mobilität



6. Innovationen: Potentiale für soziale und ökologische Entwicklung





Die hier bereitgestellten Materialien, Ansätze und Beispiele konzentrieren sich hauptsächlich auf City Challenges im Kontext des Stadtklimas (City Challenges 2 und 3). Der Übergang von einer Schul-Challenge zu einer City Challenge wird durch den Einsatz und die Weiterentwicklung des Open Schooling Konzepts erleichtert, da es über den unmittelbaren Bereich der Schule hinaus weitere Stakeholder wie Forschende, Verwaltungen, Unternehmen, Industrie usw. einbezieht, die eine aktive Rolle bei der Suche nach einem Weg zur Lösung dieser Herausforderungen spielen. Die gesellschaftliche Relevanz und der unmittelbare Bezug zum eigenen Lebensumfeld machen diese City Challenges besonders motivierend dafür, die Methoden der wissenschaftlichen Erkenntnisfindung zu lernen und zu erleben. Daher nutzen die hier vorgestellten Materialien insbesondere den Ansatz des forschenden Lernens, um das Vertrauen in die Methode der Wissenschaft zu stärken, evidenzbasiertes Argumentieren zu erleben, den Unterschied zwischen Meinung und belegten Tatsachen zu vermitteln und die Umweltbildung zu fördern.

Das vorliegende Handbuch besteht aus einem Leitfaden (Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) und einer Sammlung von Unterrichtsmaterial, der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung. Es ist vorgesehen, die Sammlung um zusätzliches Material, das im PULCHRA-Schulnetzwerk während der Projektlaufzeit oder später entwickelt wird, zu erweitern. Zusätzlich werden in einem Begleitdokument Möglichkeiten zur Evaluierung der Wirksamkeit der Unterrichtsansätze beschrieben.

## 2 Leitfaden für Lehrer\*innen

### 2.1 Einleitung

Der Leitfaden für Lehrer\*innen ergänzt die PULCHRA Lehrmaterialiensammlung um Hintergrundinformationen und um ein Anwendungsbeispiel, das darauf abzielt, eine starke Verbindung zwischen den Bildungszielen der Schulen und der Notwendigkeit einer aktiven Bürgerschaft herzustellen. Als kohärentes, öffentlich sichtbares und integratives Konzept schlagen wir die Etablierung von Lern-, Erlebnis- und Aktiv-Pfaden (LEAP, siehe Abschnitt 2.2) vor, die sowohl in der unmittelbaren Schulumgebung als auch in der Stadt eingerichtet werden, um eine sichere Lernumgebung für die Schüler zu schaffen und gleichzeitig einen Zugang zur lokalen Gemeinschaft und zur breiteren Stadtgesellschaft zu bieten. Auf diese Weise kann ein übergreifendes gesellschaftliches Thema mit lokalen Orten verknüpft und so eine thematische Kohärenz geschaffen werden. Das in diesem Leitfaden vorgestellte Konzept soll als Vorlage für Schulen dienen, um ihren eigenen spezifischen Lehr-/Lernansatz zu entwickeln. Das LEAP-Konzept impliziert sowohl einen physischen Weg, entlang dessen eine City Challenge (zu der z.B. die Erkundung des städtischen Klimacharakters gehört) erlebt, erforscht und angegangen werden kann, als auch einen Lernpfad, entlang dessen Lernfortschritt und Möglichkeiten zur Partizipation gefördert werden können. Somit integriert das LEAP-Konzept verschiedene Elemente: das Vermitteln von Wissen und Fakten, das Forschen mittels Experimenten und Beobachtungen, das Ansprechen verschiedener Perspektiven und Disziplinen, die Zusammenarbeit durch den Austausch von Erkenntnissen und Ideen sowie die Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien und analogen Bildungsressourcen. Der hier als Beispiel vorgestellte LEAP greift verschiedene Aspekte der SDG-basierten Beispiele für City Challenges auf, die sich insbesondere auf das Verständnis von Städten als urbane Ökosysteme und auf das Stadtklima konzentrieren. Die in der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung vorgestellten Ressourcen sollen Pädagog\*innen, Schüler\*innen und Bürger\*innen zu wissenschaftlichen Erkenntnissen und



gesellschaftlicher Teilhabe inspirieren. Wir ermutigen sehr dazu, diese Materialien für andere Themen, Nutzergruppen und Lernumgebungen zu verwenden, anzupassen und zu erweitern.

## 2.2 Der Lern-, Erlebnis- und Aktiv-Pfad (LEAP)

### 2.2.1 Konzept

Ein LEAP ist ein Lern-, Erlebnis- und Aktiv-Pfad, der eine Reihe von Fragen und Themen anspricht, die an bestimmten Orten innerhalb einer Stadt besonders deutlich werden. Ein LEAP sollte eine thematische Kohärenz haben, um verschiedene Aspekte eines bestimmten Themas anzusprechen (z.B. Stadtklima, Rolle des Wassers in der Stadt, Ressourcennutzung und Recycling, etc.). Er ist gleichzeitig ein echter Weg entlang einer Reihe von Lernstationen und ein Lernpfad. Jede Station beschäftigt sich

## LEAP Lern-Erlebnis- und Aktiv-Pfad

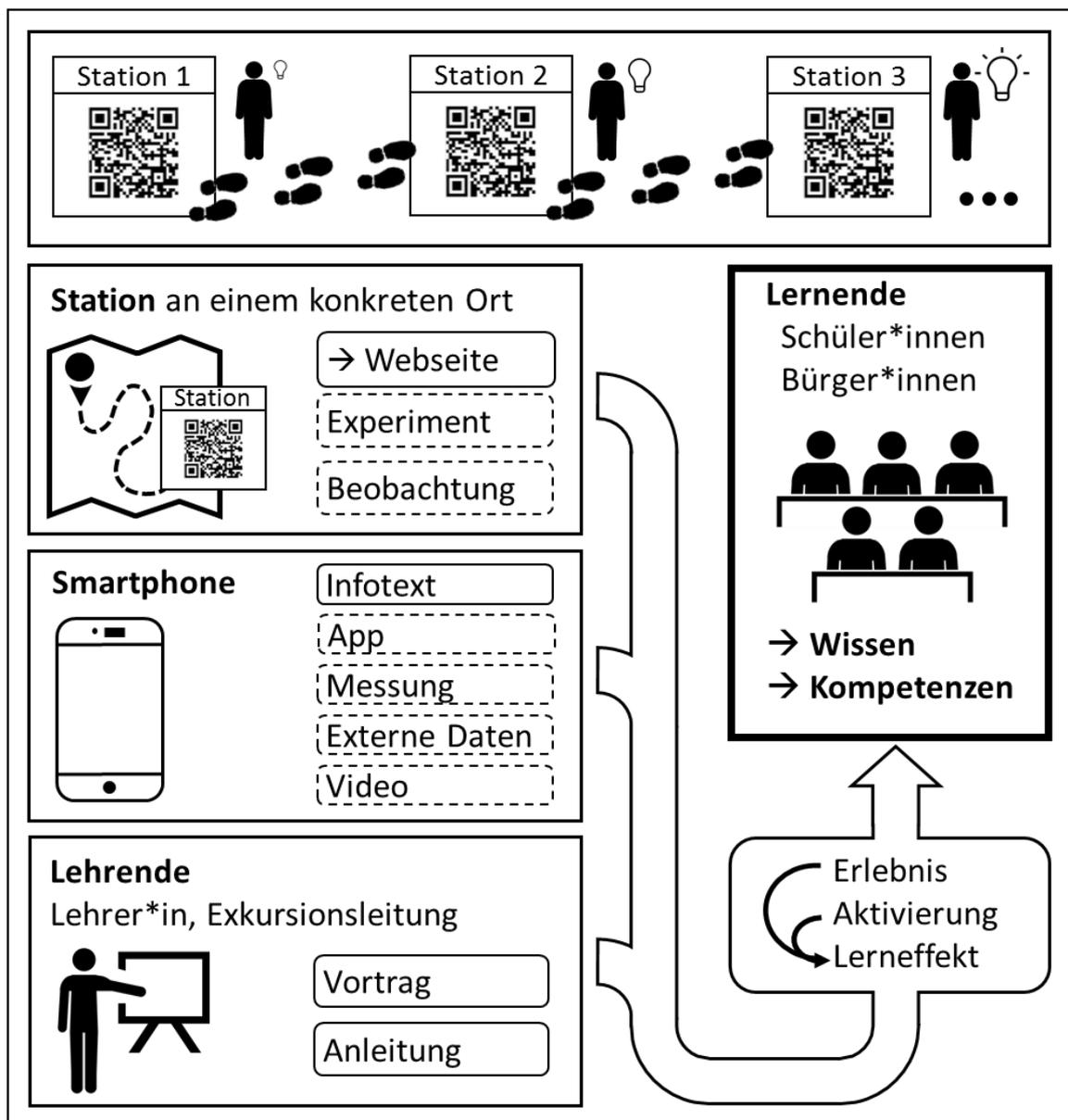


Abbildung 1 Das LEAP Konzept



mit einem bestimmten Aspekt des Themas des LEAP. Dabei ist jede Station mit einem Schild gekennzeichnet, das über einen QR-Code einen Link zu Informationen über das Thema der Station bietet. Die digitale Präsentation der Informationen ermöglicht deren einfache Änderung und Erweiterung, um eine kontinuierliche Entwicklung und Anpassung an andere City Challenges zu ermöglichen. Smartphones und andere Informations- und Kommunikationstechnologien dienen als aktivierende Elemente für die Lernenden. Neben den digitalen Ressourcen können an einer Station eines LEAP auch andere Arten von Lernmöglichkeiten angeboten werden, die die Lernenden auf vielfältige Weise aktivieren. Analoge Angebote wie praktische Experimente oder Umweltbeobachtungen ergänzen sich gegenseitig mit digitalen Angeboten wie z. B. Smartphone-Apps für geführte Beobachtungen oder für den Zugang zu Daten, die vor Ort gemessen, oder aus externen Quellen wie Luftaufnahmen stammen, sowie zu Daten, die von Satelliten gesammelt wurden. In City Challenges ist das LEAP-Konzept graphisch dargestellt.

Das Ziel dieses Ansatzes ist es, die Umweltbildung und die Bildung für nachhaltige Entwicklung zu fördern, das Lernen zu verbessern, die aktive Teilhabe zu erleichtern und die Bürgerschaft zu stärken, indem (1) das Lernen im Klassenzimmer mit der Arbeit außerhalb des Klassenzimmers verbunden wird, (2) die Zusammenarbeit (mit lokalen Experten) erleichtert wird, (3) digitale Lernansätze, Smartphones und Informations- und andere Kommunikationstechnologien-Technologie z.B. für die Umweltbeobachtung verwendet werden und (4) praktische Experimente durchgeführt werden. Vor allem letzteres ermöglicht unmittelbare Erfahrungen und stärkt das Vertrauen in die Methode der Wissenschaft.

### 2.2.2 Umsetzung im schulischen Kontext

Ausgehend von der Grundidee eines Pfades, der von jeder\*jedem zu jeder Zeit besritten werden kann, gibt es Möglichkeiten, das LEAP-Konzept im Kontext von Schulen zu nutzen. Ein bestehender LEAP kann innerhalb einer Lernveranstaltung als außerschulischer Lernort fungieren. In diesem Fall wird ein Rundgang entlang der Stationen des LEAPs durchgeführt, der von einem\*einer Lehrer\*in, Wissenschaftler\*in oder einer anderen geschulten Person geleitet wird. Da die Stationen nicht notwendigerweise einem aufeinander aufbauenden Ansatz folgen und somit unabhängig voneinander sein können, kann sich der Rundgang auch auf einige ausgewählte Stationen beschränken, deren Themen in ein bestimmtes Unterrichtskonzept passen. Da ein LEAP modular aufgebaut ist, lässt er sich im Rahmen unterschiedlicher Unterrichtsformate einsetzen (z.B. regulärer Unterricht, Projektwochen, AGs). Er bietet Anknüpfungspunkte zu verschiedenen Disziplinen, die von den Naturwissenschaften über die Sozialwissenschaften (z.B. Verbindungen zu politischen oder wirtschaftlichen Aspekten) bis hin zu Kunst und Musik (z.B. die Farben/Klänge der Natur, künstlerische Beiträge zum Ort) und Sprachen (z.B. bilingualer Unterricht) reichen.

Ein LEAP kann aber auch das Ergebnis eines Kurses oder Projekts sein. Er wird dann von den Lernenden konzipiert und eingerichtet. Die Schüler\*innen beschäftigen sich mit verschiedenen Aspekten eines bestimmten Themas oder einer City Challenge. Jeder Aspekt wird zum Inhalt einer Station des LEAPs. Die Standorte sollten so gewählt werden, dass sie das jeweilige Problem abbilden und gut für die Teilnehmenden zugänglich sind. Im schulischen Kontext wird der LEAP vorzugsweise auf dem Schulgelände oder in der Umgebung der Schule umgesetzt. Dieser Ansatz hilft dabei, ein Gefühl der Eigenverantwortung zu entwickeln und macht die Erfolge für ein breiteres Publikum sichtbar.

Die Entwicklung eines LEAPs fördert den Aufbau von Kompetenzen in Bezug auf das Fachgebiet des LEAPs, aber auch in Bezug auf die Grundprinzipien der wissenschaftlichen Methode. Außerdem werden Erfahrungen in Bezug auf die integrative Zusammenarbeit über disziplinäre Grenzen hinweg gemacht, indem verschiedene Perspektiven wie die physische Natur, der politische und



gesellschaftliche Zusammenhang, der kulturelle Kontext oder sogar der künstlerische Wert eines Ortes angesprochen werden. Oft haben bestimmte Orte eine besondere kulturelle Bedeutung, die sich in Gedichten, Musik oder anderen Kunstwerken ausdrückt. Diese im gegebenen Kontext zu erleben und den Unterschied des von den Künstlern ausgedrückten Eindrucks von der aktuellen Situation vor Ort zu erkennen, ist eine Perspektive und ein Potential einer LEAP-Station, das weit über die Naturwissenschaft hinausgeht. Die integrative Perspektive stärkt die Auffassung von der gleichwertigen Relevanz der Beiträge verschiedener Disziplinen und senkt die bei vielen Schüler\*innen vorherrschende Wahrnehmung der gegenseitigen Ausschließlichkeit von künstlerischen, naturwissenschaftlichen, kulturellen, sozialen oder sprachlichen Fähigkeiten.

Die Teilnahme an methodenbasierten Beobachtungen und Untersuchungen, das Arbeiten anhand von Beobachtungsprotokollen (z. B. durch die Verwendung von Smartphone-Apps), das Auswerten von Experimenten und das Argumentieren auf der Grundlage von Belegen erhöht das Gefühl der Vertrautheit mit der Methode der Wissenschaft, baut Vertrauen in die eigene Fähigkeit, selber wissenschaftlich arbeiten zu können, und trägt dazu bei, die Fähigkeit zu entwickeln, wissenschaftliche Ergebnisse von Meinungen unterscheiden zu können. Ein Beispiel für einen Schulklima-LEAP wird in Abschnitt 2.4 vorgestellt.

### 2.2.3 Partizipationsansatz, Stakeholder, externe Expert\*innen

Das LEAP-Konzept bietet viele Möglichkeiten im Kontext von partizipativen Lernveranstaltungen und im Rahmen des Open Schooling Konzeptes. Die Nutzung von Smartphone-Apps zur Umweltbeobachtung an Stationen des LEAP trägt zur Sammlung wissenschaftlich auswertbarer Daten bei. Dies stellt eine Komponente des Citizen Science-Ansatzes dar, bei dem sich Bürger\*innen an wissenschaftlichen Untersuchungen beteiligen. Die Möglichkeit, sich aktiv in die Wissenschaft einzubringen, wird als besonders motivierend empfunden und baut, basierend auf eigener Erfahrung, Vertrauen in die Wissenschaft auf. In diesem Zusammenhang sind Schulen ein wesentlicher gesellschaftlicher Multiplikator. Werden Eltern und die weitere Schulgemeinde bei Veranstaltungen, die mit einem bestehenden oder von Schüler\*innen gestalteten LEAP verbunden sind (Eröffnung, Projektpräsentation), einbezogen, kommen diese in Kontakt mit dem jeweiligen Thema, wodurch Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Gesellschaft gefördert werden.

Das Open Schooling Konzept birgt das Potenzial, den Lerneffekt eines LEAP zu verstärken. Externe Expert\*innen aus der lokalen Verwaltung, der Wirtschaft, von Nichtregierungsorganisationen oder aus der Wissenschaft können in den Unterrichtsprozess einbezogen werden, entweder als Dialogpartner\*innen zu Themen an einer Station oder als Informationsquellen für die Schüler\*innen, die an der Erstellung ihres eigenen LEAP arbeiten. Das Einbeziehen externer Expert\*innen ermöglicht es den Schüler\*innen, Informationen zu erhalten, die über die bereitgestellten Lehrmaterialien hinausgehen, und kann zusätzliche Perspektive auf die theoretischen oder konzeptionellen Informationen, die während der Untersuchungen zu ihrem jeweiligen Thema gesammelt wurden, bieten. Auf diese Weise kann interdisziplinäres Denken gefördert und eine breitere Sicht auf das Thema generiert werden. Darüber hinaus kommen die Schüler\*innen in direkten Kontakt mit Personen mit interessanten oder einflussreichen beruflichen Aufgaben, was die oft empfundene Distanz zu Entscheidungsträgern verringert und das Potenzial hat, Wege für die zukünftige berufliche Entwicklung aufzuzeigen.

## 2.3 Organisationsstruktur der Lehrmaterialien

Um das Open Schooling Konzept am Beispiel eines Stadtklima LEAPs darzustellen, sind die Bildungsmaterialien in dieser Sammlung entlang der folgenden Richtlinien organisiert:



1. Aufzeigen klarer und direkter Verbindungen zu den kompetenzbildenden Zielen der naturwissenschaftlichen Bildungsstandards, mit besonderem Schwerpunkt auf
  - a. Förderung des Verständnisses von wissenschaftlichen Konzepten und Entwicklung der Fähigkeit, Untersuchungen durchzuführen und Informationen faktengestützt zu bewerten,
  - b. Stärkung des Lernens von Fachinhalten im Kontext persönlicher und gesellschaftlicher Perspektiven,
  - c. Implementierung von forschungsbasierten Lernansätzen, um die Vielfalt der Kompetenzen, Fertigkeiten und Fähigkeiten der Schüler\*innen zu berücksichtigen,
  - d. Stärkung der Kommunikation von wissenschaftlichen Erklärungen im Unterricht und darüber hinaus,
  - e. Forschen über einen längeren Zeitraum.
2. Organisation der Materialien in einer klaren Struktur, die
  - a. Themen in kleine, eigenständige Lernmodule mit einem klar umrissenen Inhalt und einem Satz von Unterrichtsmaterialien aufteilt,
  - b. die Module Lerneinheiten zuordnet,
  - c. inhaltliche Bezüge zu den City Challenges von PULCHRA herstellt,
  - d. eine einfache Erweiterung durch die Integration von zusätzlichem Lehrmaterial ermöglicht, das im PULCHRA-Schulnetzwerk oder anderen Institutionen entwickelt wird.
3. Bereitstellen klarer Anweisungen für Aktivitäten, Experimente und digitale Lernwerkzeuge, die auf wissenschaftlichen Ansätzen beruhen. So wird die Methode der Wissenschaft von einer Forschungsfrage über die Forschungsmethode bis zur Datenanalyse und von der Datenanalyse zur Auswertung, Kommunikation und Diskussion der Ergebnisse deutlich.

Die PULCHRA Lehrmaterialsammlung ist in Lernmodulen organisiert, die einzelne Lernaktivitäten darstellen. Jedes Lernmodul hat ein bestimmtes inhaltliches und/oder methodisches Lernziel. Es enthält spezifisches Material, bei dem es sich um Übungsblätter, Anleitungen für Experimente, von Lehrern zu präsentierende Folien oder andere Arten von Medien handelt. Eine vollständige Liste der Lernmodule finden Sie zu Beginn der PULCHRA Lehrmaterialsammlung.

Die Lernmodule sind Lerneinheiten zugeordnet, die entlang der Schritte des Forschungsprozesses organisiert sind. Diese sind durch zusätzliche Lerneinheiten ergänzt, die helfen sollen, diesen Prozess in einen Kurs an der Schule zu integrieren. Die aktuell berücksichtigten Lerneinheiten sind in Tabelle 2 aufgelistet, weitere können nach Bedarf hinzugefügt werden.



Tabelle 2 Liste der Lerneinheiten

Lerneinheit	Beschreibung
<b>Aktivierung</b>	Aktivierung der Schüler*innen
<b>Grundlagen der wissenschaftlichen Methode</b>	Einführung in die Methode der Wissenschaft und grundlegende Konzepte der Forschung
<b>Forschung planen</b>	Festlegen der Forschungsagenda in Bezug auf Thema, Forschungsfragen, Hypothesen, Forschungspläne und Forschungsmethoden
<b>Theoretische und thematische Grundlagen</b>	Aufbereitung theoretischer, methodischer und inhaltlicher Kenntnisse
<b>Erkundung</b>	Erkundung von Orten
<b>Theoriearbeit</b>	Theoretische Überlegungen über ein Thema; Beschaffen von Informationen und Daten aus vorhandenen Quellen
<b>Messungen, Experimente, Beobachtungen</b>	Praktische Datenerfassung durch Messungen (Experimente, Beobachtungen) oder Simulationen
<b>Dokumentation</b>	Dokumentation von Forschungsarbeiten und deren Ergebnissen und Schlussfolgerungen einschließlich Ungenauigkeits- und Fehlerbetrachtungen
<b>Analyse und Diskussion</b>	Organisation von Daten/Ergebnisse, deren Analyse, Bewertung und Diskussion
<b>Kommunikation und Präsentation</b>	Kommunikation und Präsentation von Ergebnissen aus Forschung oder Recherche
<b>LEAP</b>	Der "Lern-, Erlebnis- und Aktiv-Pfad" als Resultat eines Kurses
<b>Reflexion</b>	Persönliche Reflexion
<b>Evaluierung des Kurses</b>	Evaluierung der Lernveranstaltung

Die Module sind als Bausteine in einem kohärenten Unterrichtsansatz gedacht, der von der Lehrperson gestaltet wird. Die Lerneinheiten können den Lehrpersonen helfen, die gewünschten Module zu finden. Verschiedene Module können dabei einem ähnlichen Ziel und Zweck dienen. Diese Redundanz unterstützt dabei, (1) auf die unterschiedlichen Bedürfnisse und Fähigkeiten der Schüler\*innen einzugehen, (2) verschiedene Methoden vorzustellen und (3) dem Zeitaufwand oder der Schwierigkeit der Aufgaben gerecht werden zu können. Da die Module so konzipiert wurden, dass sie in bestehende Lernzusammenhänge eingebunden werden können, können sie methodische oder inhaltliche Elemente enthalten, die mit mehreren Lerneinheiten verbunden sind.

Als übergreifenden thematischen Kontext dieses Leitfadens haben wir das Thema "Stadtklima und Klimaanpassung" gewählt, das in direktem Zusammenhang mit den City Challenges Nr. 2 "Gebäude für die Stadt der Zukunft" und Nr. 3 " Stadterneuerung für ein gutes und gesundes Lebensumfeld " steht. Sowohl die Aktualität als auch die Interdisziplinarität dieser Themen ist offensichtlich. Während sich das LEAP-Konzept, das wir hier verwenden, besonders gut mit ortsbezogenen Lernansätzen verbinden lässt, sind andere City Challenges nicht primär ortsbezogener Natur. City Challenge Nr. 4 "Kreislaufwirtschaft in der Stadt: Vom Abfall zur effizienten Nutzung von Ressourcen " ist ein Beispiel,



das mehr Verhaltens- und Wirtschaftsaspekte als räumliche Aspekte anspricht. Während das LEAP-Konzept als ortsbezogener Ansatz in diesem Fall nicht die bevorzugte Option sein mag, können dennoch die hier beispielhaft dargestellten untersuchungs- und evidenzbasierten Konzepte übertragen werden oder als Inspiration für die Entwicklung eigener Unterrichtsansätze dienen. PULCHRA möchte dazu ermutigen, diese Ansätze mit anderen zu teilen, da die aktuellen Herausforderungen und auch die pädagogischen Herangehensweisen mannigfaltig sind und jeder Ansatz eine geeignete Anpassung an die gegebene Lernumgebung erfordert.

Während eine City Challenge einen kohärenten konzeptionellen Rahmen für ein Unterrichtsprojekt bietet, das sich über einen längeren Zeitraum erstreckt, können einzelne Aktivitäten und Materialien auch im Rahmen von kurzen Unterrichtseinheiten eingesetzt werden. Die Lerneinheiten (Tabelle 2) und die in Abschnitt 2.4.1 gezeigte Abfolge der Lernmodule sind Beispiele für ein umfangreicheres Projekt, das im Rahmen von Schulprojekten, AGs, Projektwochen oder auch im regulären Unterricht umgesetzt werden kann.

Das meiste Material in der PULCHRA Lehrmaterialsammlung wurde für die Klassenstufen 7 bis 8 konzipiert. Um die Suche nach geeignetem Material zu vereinfachen, ist jedem Material eine Kompetenz- oder Schwierigkeitsstufe von 1 (niedrig) bis 3 (hoch) zugeordnet, die auf dem Material selbst und in der Übersichtstabelle am Anfang der Sammlung angegeben ist. Durch Anpassung der Sprache und des Anspruchsniveaus können diese Materialien auf andere Altersgruppen und Fähigkeitsstufen übertragen werden.

## 2.4 Ein LEAP an der Schule

Die meisten Materialien der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung wurden für einen Kurs entworfen und zusammengestellt, in dem die Schüler\*innen selber einen Schul-LEAP erstellen. Dies kann z.B. im Rahmen einer Projektwoche oder einer Reihe von Lerneinheiten im regulären Unterricht stattfinden. Das Unterrichtsprojekt kann aus den im Folgenden aufgeführten Phasen aufgebaut werden.

1. Einleitung
  - a. Gruppenbildung
  - b. Einführung in die Methode der Wissenschaft:
    - Was ist Forschung?
    - Der Forschungskreislauf
    - Forschungsfragen
    - Hypothesen
  - c. Einführung in das Projekt
    - LEAP
    - Thema der City Challenge
2. Forschung planen
  - Erkundung des Schulgeländes
  - Ortsbeschreibung
  - Identifikation von Forschungsfragen
  - Hypothesen aufstellen
3. Experimente und Beobachtungen
  - Pflanzen
  - Wetter
  - Wasser
  - Boden



- Dokumentation der Ergebnisse
- 4. Analyse der Ergebnisse
- 5. Präsentation
  - Schriftliche Beschreibung des Ortes
  - Beschreiben der Vorgehensweise (Experiment/Beobachtung)
  - Darstellung der Ergebnisse
  - Aussage über Bestätigung oder Widerlegung der Hypothese
  - Realisierung des LEAP
- 6. Reflexion
  - Forschungstagebuch
  - Tägliche Reflexion
  - Reflexion des gesamten Kurses

Die in diesem Handbuch enthaltene erste Sammlung von Materialien ist ein Beispiel für einen Kurs mit dem zentralen Thema "Stadtklima LEAP". Ein Beispiel für einen einwöchigen Projektkurs wird im folgenden Abschnitt vorgestellt. Neben der Vermittlung von Wissen über das Klima umfasst der Kurs eine Einführung in die Methode der Wissenschaft und ihre wichtigsten Elemente.

Da die PULCHRA-Lehrmittelsammlung kontinuierlich erweitert wird, gibt es keinen Zusammenhang zwischen den Kennungen der Materialien (P-Nummern, s.u.) und der Reihenfolge, in der sie in einer Lerneinheit verwendet werden können. Zusätzliches Material, das der Sammlung hinzugefügt wird, soll jedoch nicht auf das Konzept dieses Kurses beschränkt sein.

2.4.1 Beispiel für die Struktur eines einwöchigen Projektkurses zu einem Stadtklima LEAP  
Dieser Abschnitt zeigt ein Beispiel für die Anwendung der Materialien. Der Kurs wurde im Rahmen einer Projektwoche an einer Schule in Deutschland durchgeführt. Das Beispiel umfasst die Struktur, den Zeitplan und eine Liste der benötigten Materialien. Letztere beinhaltet auch allgemeines Material wie beispielsweise einen Projektor. Jeder Tag hat eine bestimmte Intention, die als Take-Home-Message des Tages formuliert ist. Der Kurs wurde für Schüler\*innen der siebten Klasse konzipiert.

Mit diesem Kurs werden zwei Hauptziele verfolgt:

1. Es soll Grundlagenwissen vermittelt werden über die Zusammenhänge von Boden, Vegetation, Wetter und Wasser im Kontext von Klima und insbesondere Temperatur.
2. Es soll das Vertrauen in die Methode der Wissenschaft gestärkt werden durch praktische Erfahrungen mit selbst durchgeführter Forschung.

Jeder Tag der Projektwoche (Tabelle 3 - Tabelle 7) ist aus Modulen der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung zusammengestellt. Übergeordnete Lernziele sind in den Tabellen angegeben. Die Zeiten sind nach den Strukturen derjenigen Schule, an der der Kurs getestet wurde, festgelegt und müssen ggf. angepasst werden.

Das modulare Konzept der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung ist beispielhaft an Tag 1 des Kurses demonstriert. Dort sind zwei alternative Abläufe gezeigt. Lehrer\*innen können einen der Abläufe auswählen, in Abhängigkeit von ihren Lernzielen und den Fähigkeiten der Schüler\*innen. Alternativ können zur Erweiterung des inhaltlichen Umfangs auch beide vorgeschlagenen Abläufe kombiniert werden.



Tabelle 3 Beispiel für einen eintägigen Kurs im Rahmen einer Projektwoche.

<b>Tag 1</b>		
<b>Take-Home-Message</b>	<p>Jede*r kann forschen. Forschung entsteht, wenn eine Frage besteht, und versucht wird, diese durch Beobachten, Messen, Experimentieren, Befragen zu beantworten. Dabei ist es wichtig, dass die Forschung auch für andere transparent und nachvollziehbar gemacht wird, z.B. indem die verwendeten Materialien, die durchgeführten Aktivitäten, die gesammelten Daten und der Analyse- und Interpretationsprozess dokumentiert werden, um andere in die Lage zu versetzen die Forschungsarbeit zu wiederholen.</p>	
<b>Zeit</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Benötigte Materialien</b>
08:35 – 09:00	<p>Ankommen, Gruppenbildung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schüler*innen stellen sich zu unterschiedlichen Fragen an einem Seil auf, das eine Skala darstellt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seil oder Tapetenrolle</li> <li>- P1-L: Fragen</li> </ul>
09:00 – 09:35	<p>Arbeit an der Frage "Was bedeutet Forschen?" (ähnlich einer think-pair-share Methode)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Think: Die Schüler*innen füllen einen Fragebogen mit grundlegenden Fragen zur Forschung aus und befragen andere Schüler*innen und Lehrpersonen</li> <li>- Pair: Schüler*innen vergleichen ihre Ergebnisse in kleinen Gruppen</li> <li>- Share: Die Gruppen vergleichen ihre Ergebnisse im Plenum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P2a-e: Was ist "Forschung"?</li> </ul>
09:35 – 10:05	<p>Erarbeitung des Forschungskreislaufs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schüler*innen ordnen Beispiele den Phasen des Forschungskreislaufs zu</li> <li>- Schüler*innen finden eigene Beispiele für die Phasen</li> <li>- Schüler*innen ordnen die Phasen zu einem Kreislauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schere, Klebestift</li> <li>- P3: Der Forschungskreislauf</li> </ul>
Pause		
Version 1		
10:50 – 11:00	Vorstellung des Projekts LEAP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P6, P6-L: Das Project "LEAP" (mit Schlussfolie 1)</li> <li>- Laptop, Projektor</li> </ul>
11:00 – 12:00	<p>Schüler*innen bilden Dreier- oder Vierergruppen (Stammgruppen, Anzahl Gruppen gleicht der Anzahl später zu untersuchender Orte)</p> <p>Schüler*innen erkunden und kartieren das Schulgelände und stellen Unterschiede in der Flächennutzung heraus</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P12, P12-L: Eine Karte unserer Schule</li> <li>- Ein GPS-Gerät pro Gruppe (z.B. ein Smartphone)</li> </ul>
12:00 – 12:30	Präsentation der Forschungsfragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P10, P10-L: Festlegen der Forschungsagenda</li> </ul>
12:30 – 12:50	Schüler*innen kehren zum Schulgelände zurück und erstellen eine Ortsbeschreibung (eine Gruppe pro Ort)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P11: Orte an unserer Schule</li> </ul>
Pause		
13:40 – 14:30	Schüler*innen erstellen eine Ortsbeschreibung (Fortführung)	



Version 2		
10:50 – 11:00	Vorstellung des Projekts LEAP	<ul style="list-style-type: none"><li>- P6, P6-L: Das Project "LEAP" (mit Schlussfolie 2)</li><li>- Laptop, Projektor</li></ul>
11:00 – 11:25	Eigenschaften von Forschungsfragen	<ul style="list-style-type: none"><li>- P29 Geeignete Forschungsfragen</li></ul>
11:25 – 12:50	Schüler*innen bilden Dreier- oder Vierergruppen (Stammgruppen, Anzahl Gruppen gleicht der Anzahl später zu untersuchender Orte) Schüler*innen erkunden das Schulgelände und suchen Orte, wo etwas über die Themen des LEAP herausgefunden werden kann	<ul style="list-style-type: none"><li>- P7a-d Orte an unsere Schule</li></ul>
Pause		
13:40 – 14:30	Schüler*innen entwickeln Forschungsfragen zu den Themen des LEAP	<ul style="list-style-type: none"><li>- P9a, P9-L Forschungsfragen</li><li>- Magneten oder Klebeband, Tafel und Kreide oder Whiteboard und Stift</li></ul>
14:30 – 15:15	Reflexionsphase <ul style="list-style-type: none"><li>- Schüler*innen erstellen ein Forschungstagebuch und machen einen ersten Eintrag</li><li>- Gemeinsamer Abschluss des Forschungstags</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- P26: Mein Forschungstagebuch</li><li>- P27a: Wie war der Forschungstag?</li></ul>



Tabelle 4 Beispiel für einen eintägigen Kurs im Rahmen einer Projektwoche.

Tag 2		
Take-Home-Message	Forschung hat eine bestimmte Struktur. Sie beginnt mit einer Hypothese. Hypothesen können überprüft werden, z.B. mit Experimenten.	
Zeit	Inhalt	Benötigte Materialien
08:35 – 09:35	Schüler*innen lernen, was eine Hypothese ist und was eine gute Hypothese ausmacht	- P4 Was ist eine Hypothese? - Laptop, Projektor
09:35 – 10:35	Schüler*innen erkunden „ihren“ Ort (in den Stammgruppen) genauer und stellen eine Hypothese zu ihrer Forschungsfrage auf	- P7 oder P11 von Tag 1
Pause		
10:50 – 11:30	Schüler*innen tauschen sich in einem Gallery Walk über ihre Ergebnisse aus	- P5-L: Ergebnisaustausch: Der Gallery Walk
11:30 – 12:30	Schüler*innen erforschen mit einem Experiment die Wasserdurchlässigkeit von Böden	- P13: Die Wasser Challenge! - Sand, Schluff, Ton, Kies, Plastikflaschen, Messbecher, Stoppuhr, Wasser
12:30 – 12:40	Reflexionsphase - Schüler*innen schreiben den täglichen Eintrag in das Forschungstagebuch - Gemeinsamer Abschluss des Forschungstags	- P26: Mein Forschungstagebuch - P27a: Wie war der Forschungstag?

Tabelle 5 Beispiel für einen eintägigen Kurs im Rahmen einer Projektwoche. Pausen sind individuell zu organisieren.

Tag 3		
Take-Home-Message	Eine Hypothese kann auf unterschiedliche Weise geprüft werden. Es können Experimente durchgeführt werden, aber Dinge können auch einfach aufmerksam beobachtet und diese Beobachtungen dokumentiert werden.	
Zeit	Inhalt	Benötigte Materialien
08:35 – 09:00	Schüler*innen teilen sich in Gruppen auf (Stammgruppen) und machen sich mit dem Steckbrief vertraut, den Sie am folgenden Tag mit den Ergebnissen der Experimente füllen werden	- P24a-e: Unsere Schule – ein Lern-, Erlebnis- und Aktivpfad
09:35 – 15:00	Schüler*innen durchlaufen die fünf Stationen in Gruppen und führen dabei verschiedene Beobachtungen, Messungen und Experimente durch	- P20-L: Laufzettel - P8, P14-P18, P36: Experimente und Beobachtungen
15:00 – 15:15	Reflexionsphase - Schüler*innen schreiben den täglichen Eintrag in das Forschungstagebuch - Gemeinsamer Abschluss des Forschungstags	- P26: Mein Forschungstagebuch - P27a: Wie war der Forschungstag?



Tabelle 6 Beispiel für einen eintägigen Kurs im Rahmen einer Projektwoche. Pausen sind individuell zu organisieren.

Tag 4		
Take-Home-Message	Um Forschungsergebnisse an andere weiterzugeben, müssen die Ergebnisse strukturiert werden.	
Zeit	Inhalt	Benötigte Materialien
08:35 – 09:00	Schüler*innen tragen die Ergebnisse der Experimente und Beobachtungen aller Gruppen in ihren Stammgruppen (jeweils eine Station) zusammen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P8, P14-P18, P36: ausgefüllt, von allen Gruppen</li> <li>- P21, P22: Auswertung der Ergebnisse und Vergleich</li> </ul>
09:35 – 15:00	Vorbereitung der Steckbriefe und Präsentationen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schüler*innen schreiben erste Entwürfe für Texte für die Steckbriefe (ggfs. mit Formulierungshilfen P24h)</li> <li>- Schüler*innen überprüfen und korrigieren ihre Steckbriefe</li> <li>- Schüler*innen schreiben die endgültige Fassung auf den Steckbrief ab, der laminiert wird</li> <li>- Schüler*innen bereiten ihre Präsentationen vor und üben diese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P24: Unsere Schule – ein Lern-, Erlebnis- und Aktivpfad: Steckbriefe und Zusatzmaterial</li> <li>- P21, P22: Auswertung der Ergebnisse und Vergleich, ausgefüllt</li> <li>- P25: Bewertungsbogen für die Präsentationen</li> <li>- Laminiergerät</li> </ul>
15:00 – 15:15	Reflexionsphase <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schüler*innen schreiben den täglichen Eintrag in das Forschungstagebuch</li> <li>- Gemeinsamer Abschluss des Forschungstags</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P26: Mein Forschungstagebuch</li> <li>- P27a: Wie war der Forschungstag?</li> </ul>

Tabelle 7 Beispiel für einen eintägigen Kurs im Rahmen einer Projektwoche.

Tag 5		
Take-Home-Message	Wir haben unsere Schule durch Forschung erkundet und dabei mehr über unsere Umwelt gelernt! Forschen kann ich auch zu Hause, indem ich mein eigenes Umfeld erkunde.	
Zeit	Inhalt	Benötigte Materialien
08:35 – 10:00	Schüler*innen üben ihre Präsentationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P24a-e: Unsere Schule – ein Lern-, Erlebnis- und Aktivpfad: ausgefüllte Steckbriefe</li> </ul>
10:00 – 12:00	Gemeinsame „Wanderung“ auf dem LEAP mit Präsentationen der Schüler*innen	
12:00 – 12:50	Reflexionsphase <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schüler*innen schreiben den täglichen Eintrag in das Forschungstagebuch</li> <li>- Gemeinsamer Abschluss der Forschungswoche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P26: Mein Forschungstagebuch</li> <li>- P27a: Wie war die Forschungswoche?</li> </ul>



**PULCHRA**

Participatory Urban Learning Community Hubs through  
Research and Activation

## Die PULCHRA Lehrmaterialiensammlung



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 824466

## Materialien finden in der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung

Um die Suche nach Materialien zu vereinfachen zeigt die Tabelle auf den folgenden Seiten eine vollständige Übersicht. Sie enthält eine Liste aller Materialien mit einigen ihrer Eigenschaften:

- Vorschläge für den Einsatz des Materials (City Challenges, Lerneinheiten, Themen). Eine Verbindung zu den Nachhaltigkeitszielen der UN kann über die Tabelle der City Challenges (Tabelle 1 im Handbuch der PULCHRA Lehrmaterialien) hergestellt werden.
- Informationen über den Medientyp des Materials und über die Sozialform, für die das Material vorgesehen ist.
- Verfügbare Sprachen, Bewertung der Schwierigkeit (Level) und erwarteter Zeitbedarf.
- Eine kurze Beschreibung dessen, was gemacht werden soll.

Die Materialien sind nach ihrer ID sortiert, die mit einem P für PULCHRA beginnt, gefolgt von einer Zahl. Ein „L“ wie im Beispiel zeigt Material für Lehrpersonen. Die ID wird in einer Infobox oben rechts bei jedem Material angegeben. Sie wird von zusätzlichen Informationen begleitet, die das Auffinden des gewünschten Dokuments beschleunigen. Ein Beispiel für eine Infobox ist hier abgebildet:



Schwierigkeitsgrad	<p>Die PULCHRA Lehrmaterialiensammlung ist für Schüler*innen im Alter zwischen 12 und 18 Jahren bzw. für die Klassenstufen 7 bis 12 konzipiert. Der Schwierigkeitsgrad der Materialien ist in drei Stufen von 1 (niedrig) bis 3 (hoch) eingeteilt:</p> <p>1:  1-2:  2:  2-3:  3: </p> <p>Einigen Materialien mit organisatorischem Zweck ist kein Schwierigkeitsgrad zugeordnet. Im Material wird es vermieden, Begriffe wie "schwierig" oder "schwer" zu verwenden, um bei den Schüler*innen keine Vorurteile über ihre Fähigkeit, eine Aufgabe zu bewältigen, entstehen zu lassen. Aus demselben Grund wird auch keine gelbe oder rote Farbe in der Schwierigkeitsgradanzeige verwendet.</p>
City Challenges	<p>Das zweite Element der Infobox verweist auf die City Challenges, für die das Material passen sein kann. Diese sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Klimagerechte Energieversorgung in Städten</li> <li>2 Gebäude für die Stadt der Zukunft</li> <li>3 Stadterneuerung für ein gutes und gesundes Lebensumfeld</li> <li>4 Kreislaufwirtschaft in der Stadt: Vom Abfall zur effizienten Nutzung von Ressourcen</li> <li>5 Stadtentwicklung und Mobilität</li> <li>6 Innovationen: Potentiale für soziale und ökologische Entwicklung</li> </ol> <p>Zwei zusätzliche Symbole verweisen auf weitere Inhalte:</p> <p>D Didaktische Methoden oder Lehrinformationen, die zur Aktivierung, Kommunikation oder im Rahmen des LEAP-Konzepts eingesetzt werden können.</p> <p>G Material zur allgemeinen wissenschaftlichen Methode, das für alle Lernveranstaltungen zur Methode der Wissenschaft eingesetzt werden kann</p> <p>Weitere Informationen zu den City Challenges finden Sie auf der PULCHRA-Website.</p>
Sprache	Die Sprache des Materials. Ein Pfeil an dieser Stelle bedeutet, dass die Sprachen im Material selber angegeben sind.
ID des Materials	Die ID des Materials, die verwendet wird um auf das Material zu verweisen.



## Die PULCHRA Lehrmaterialiensammlung



Übersicht über die Module, zugeordnet zu City Challenges (CC), Lerneinheiten und Themen. Zugehörige Nachhaltigkeitsziele der UN (SDGs) finden sich in Tabelle 1 des Handbuchs der PULCHRA Lehrmaterialien. Die Lernmodule sind mit ihrer ID und ihrem Titel gekennzeichnet. Weitere in der Tabelle angegebene Eigenschaften der Module sind eine Kategorie, die den Einsatzzweck des Materials angibt, der Medientyp, die angedachte Sozialform, verfügbare Sprachen, ein Schwierigkeitsgrad von 1 bis 3 (leicht, mittel, schwer) und der erwartete Zeitbedarf zur Bearbeitung der Aufgabe. Die mit dem Material verbundene Aktivität oder dessen Zweck ist in der letzten Spalte angegeben.

Mod. ID	Titel	CC	Lerneinheit	Themen	Kategorie	Medientyp	Sozialform	Sprache	Level	Dauer (h)	Beschreibung
P1-L	Fragen zum Einstieg	<b>D</b> <b>G</b> 1 2 3 4 5 6	Aktivierung	Didaktische Methode	Lehrinformation	Text	Gruppenarbeit		1	0.5 - 1	Eine Methode zur Aktivierung der Schüler*innen und zur Förderung positiver Gruppendynamik
P2	Was bedeutet "Forschen"?	<b>D</b> <b>G</b> 1 2 3 4 5 6	Grundlagen der wissenschaftlichen Methode	Wissenschaftliche Methode	Unterrichtsmaterial	Arbeitsblatt	Einzelarbeit, Gruppenarbeit		1	0.5 - 1	Schüler*innen erkunden, was Forschung ist
P3	Der Forschungskreislauf	<b>D</b> <b>G</b> 1 2 3 4 5 6	Grundlagen der wissenschaftlichen Methode	Wissenschaftliche Methode	Unterrichtsmaterial	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		1	0.5 - 1	Schüler*innen festigen und prüfen ihr Wissen über den Forschungskreislauf
P4 P4-L	Was ist eine Hypothese?	<b>D</b> <b>G</b> 1 2 3 4 5 6	Grundlagen der wissenschaftlichen Methode	Wissenschaftliche Methode	Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Präsentation	Frontalunterricht		1	1 - 1.5	Schüler*innen lernen die Eigenschaften von Hypothesen und üben, Hypothesen aufzustellen
P5-L	Ergebnisaustausch: Der Gallery Walk	<b>D</b> <b>G</b> 1 2 3 4 5 6	Kommunikation und Präsentation	Didaktische Methode	Lehrinformation	Text	Gruppenarbeit		2	1	Ein Gallery Walk als Methode, Informationen zwischen Gruppen auszutauschen
P6 P6-L	Das Project "LEAP"	<b>D</b> <b>G</b> 1 2 3 4 5 6	LEAP	Didaktische Methode	Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Präsentation	Frontalunterricht		1	0.5	Einführung in das LEAP Konzept und die Themen des Schul-Klima-LEAP
P7 P7-L	Orte an unsere Schule	<b>D</b> <b>G</b> 1 2 3 4 5 6	Erkundung	Didaktische Methode	Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		1 - 2	2	Schüler*innen erkunden ihr Schulgelände und identifizieren für ihr Thema relevante Orte
P8	Blattfarben	<b>D</b> <b>G</b> 1 2 3 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen; Dokumentation	Vegetation	Messung	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		1	0.5 - 1	Schüler*innen bestimmen Blattfarben
P9 P9-L	Forschungsfragen	<b>D</b> <b>G</b> 1 2 3 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen; Dokumentation	Didaktische Methode	Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		1	1	Schüler*innen wählen Forschungsfragen aus
P10 P10-L	Festlegen der Forschungsagenda	<b>D</b> <b>G</b> 1 2 3 4 5 6	Forschung planen	Didaktische Methode	Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Präsentation	Frontalunterricht		1	0.5 - 1	Lehrer*innen präsentieren Forschungsfragen und diskutieren diese mit den Schüler*innen
P11 P11-L	Orte an unserer Schule	<b>D</b> <b>G</b> 1 2 3 4 5 6	Forschung planen	Didaktische Methode	Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Arbeitsblatt	Einzelarbeit, Gruppenarbeit		1 - 2	0.5	Schüler*innen erstellen einen Steckbrief für einen Ort an ihrer Schule, der mit einer Forschungsfrage zu tun hat



Die PULCHRA Lehrmaterialiensammlung



P12 P12-L	Eine Karte unserer Schule	D G <b>1 2 3</b> 4 5 6	Erkundung; Dokumentation	Landnutzung	Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		2	1 - 1.5	Schüler*innen entwickeln einen Kartierungsschlüssel und wenden ihn bei der Kartierung des Schulgeländes an
P13 P13-L	Die Wasser Challenge!	D G <b>1 2 3</b> 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen	Wasser	Messung, Lehrinformation	Experiment	Gruppenarbeit		1 - 2	1 - 1.5	Schüler*innen erstellen einen mehrschichtigen Boden aus Sand, Schluff und Ton und bestimmen dessen Permeabilität für Wasser
P14	Eigenschaften des Wassers	D G <b>1 2 3</b> 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen; Dokumentation	Wasser, Wasserqualität, Messen	Messung	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		1 - 2	1 - 1.5	Schüler*innen bestimmen Eigenschaften des Wassers
P15 P15-L	Pflanzenwachstumsphasen	D G <b>1 2 3</b> 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen; Dokumentation	Vegetation, Phänologie, Bäume, Gras	Messung, Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		2	0.5 - 1	Schüler*innen bestimmen den phänologischen Entwicklungsstand von Pflanzen
P16 P16-L	Wind und Temperatur	D G <b>1 2 3</b> 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen; Dokumentation	Wetter, Temperatur, Fernerkundung, Messen	Messung, Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		1 - 2	1 - 1.5	Schüler*innen messen den Wind mit verschiedenen Methoden nahe an einem Gebäude und weiter weg und bestimmen Luft- und Bodentemperatur
P17	Wolken und Temperatur	D G <b>1 2 3</b> 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen; Dokumentation	Wetter, Temperatur, Wolken, Messen	Messung, Unterrichtsmaterial	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		2	1 - 1.5	Schüler*innen bestimmen Wolkentypen und messen die Temperatur
P18	Bodenbestimmung	D G <b>1 2 3</b> 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen; Dokumentation	Boden	Messung, Unterrichtsmaterial	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		2 - 3	0.5 - 1	Schüler*innen bestimmen Bodeneigenschaften
P19 P19-L	Der Weg des Wassers	D G <b>1 2 3</b> 4 5 6	Theoriearbeit	Wasser, Landnutzung, Infiltration, Wasserhaushalt	Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		2	0.5	Schüler*innen erkunden theoretisch die Wege des Wassers nach einem Niederschlag
P20-L	Laufzettel	D G <b>1 2 3</b> 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen	Didaktische Methode	Lehrinformation	Text	n/a		n/a	n/a	Organisation paralleler Durchführung von Experimenten mit mehreren Gruppen
P21 P21-L	Auswertung der Ergebnisse	D G <b>1 2 3</b> 4 5 6	Analyse und Diskussion; Dokumentation	Wasser, Boden, Wetter, Temperatur, Wolken, Vegetation, Infiltration	Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		1 - 2	1 - 1.5	Schüler*innen sammeln Ergebnisse aller Gruppen und analysieren diese



Die PULCHRA Lehrmaterialiensammlung



P22	Auswertung der Ergebnisse: Vergleich	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Analyse und Diskussion	Wissenschaftliche Methode	Unterrichtsmaterial	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		1 – 2	1 - 1.5	Schüler*innen vergleichen die Daten aller Gruppen
P23 P23-L	Wolken und der Tagesverlauf der Temperaturen	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Analyse und Diskussion	Wetter, Temperatur, Wolken, Fernerkundung	Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Arbeitsblatt	Einzelarbeit, Gruppenarbeit		2	0.5 - 1	Schüler*innen werten Temperaturmessungen aus und vergleichen sie mit Satellitenbildern von Wolken
P24 P24-L	Unsere Schule – ein Lern-, Erlebnis- und Aktivpfad	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Kommunikation und Präsentation; LEAP	Didaktische Methode, Wissenschaftliche Methode	Unterrichtsmaterial, Lehrinformation	Arbeitsblatt, Text, Präsentation	Gruppenarbeit		2	2 - 3	Schüler*innen dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse
P25	Bewertungsbogen für die Präsentationen	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Kommunikation und Präsentation	Didaktische Methode	Unterrichtsmaterial	Arbeitsblatt	Gruppenarbeit		1	0.25	Schüler*innen bewerten die Präsentationen der anderen Gruppen und wählen die beste Präsentation
P26	Mein Forschungstagebuch	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Reflektion	Didaktische Methode	Unterrichtsmaterial	Arbeitsblatt	Einzelarbeit		1	0.25	Schüler*innen reflektieren ihren persönlichen Forschungstag
P27	Wie war der Forschungstag / die Forschungswoche?	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Evaluierung des Kurses	Didaktische Methode	Unterrichtsmaterial	Arbeitsblatt	Einzelarbeit		1	0.25	Schüler*innen bewerten den Forschungstag und die Forschungswoche
P28-L	Smartphone Apps zur Umweltbeobachtung	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen	App	Citizen Science, Lehrinformation	Text	Einzelarbeit, Gruppenarbeit		n/a	div	Schüler*innen/Teilnehmer*innen machen Umweltbeobachtungen mit Smartphone Apps
P28a	App: Wetterbeobachter	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen	App, Wetter	Citizen Science	App	Einzelarbeit, Gruppenarbeit		2	n/a	Teilnehmer*innen dokumentieren Beobachtungen angeleitet durch eine App
P28b	App: Wolken erkennen	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen	App, Wolken	Citizen Science	App	Einzelarbeit, Gruppenarbeit		2	n/a	Teilnehmer*innen dokumentieren Beobachtungen angeleitet durch eine App
P28c	App: Blattschäden	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen	App, Vegetation, Pflanzenstress	Citizen Science	App	Einzelarbeit, Gruppenarbeit		2	n/a	Teilnehmer*innen dokumentieren Beobachtungen angeleitet durch eine App
P28d	App: Bodenart bestimmen	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen	App, Boden	Citizen Science	App	Einzelarbeit, Gruppenarbeit		2 – 3	n/a	Teilnehmer*innen dokumentieren Beobachtungen angeleitet durch eine App
P28e	App: Bodentyp bestimmen	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen	App, Boden	Citizen Science	App	Einzelarbeit, Gruppenarbeit		3	n/a	Teilnehmer*innen dokumentieren Beobachtungen angeleitet durch eine App
P28f	App: Tierspuren	<b>D G</b> 1 2 3 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen	App, Tiere in der Stadt, Biodiversität	Citizen Science	App	Einzelarbeit, Gruppenarbeit		2 - 3	n/a	Teilnehmer*innen dokumentieren Beobachtungen angeleitet durch eine App





Die PULCHRA Lehrmaterialiensammlung



P36 P36-L	Infiltration	D G 1 2 3 4 5 6	Messungen, Experimente, Beobachtungen	Boden, Wasser, Messen	Experiment, Lehrinformation	Arbeitsblatt	Gruppen- arbeit		2	0.5 - 1	Schüler*innen messen die Infiltration auf verschiedenen Oberflächen
P37	Klimagerechte Energieversorgung in Städten: Eine Einführung	D G 1 2 3 4 5 6	Forschung planen, Theoriearbeit	Klima, Energie, Nachhaltigkeit, Urbane Flächen	Unterrichtsmaterial	Text	Einzelarbeit, Gruppen- arbeit		1 – 2	n/a	Schüler*innen beschäftigen sich mit den Grundlagen von Energie und den Zusammenhängen von Energie und Klima und erkunden Möglichkeiten, Energie zu sparen
P38	Innovationen: Potentiale für soziale und ökologische Entwicklung – Eine Einführung	D G 1 2 3 4 5 6	Forschung planen, Theoriearbeit	Landnutzung, Mobilität, Energie, Versiegelte Flächen, Nachhaltigkeit, Urban Farming, Urban Gardening, Smart City	Unterrichtsmaterial	Text	Einzelarbeit, Gruppen- arbeit		1 – 2	n/a	Schüler*innen beschäftigen sich mit Urbanisierung und ihre positiven und negativen Folgen; sie erkunden Innovationen wie die Idee der Smart City
P39-L	Gebäude für die Stadt der Zukunft - Der Weg zur City Challenge: Der Fall der coolen Materialien	D G 1 2 3 4 5 6	Forschung planen, Theoriearbeit	Versiegelte Flächen, Stadtklima, Wasser, Wasserhaushalt, Infiltration, Energie, Vegetation, Messen	Lehrinformation	Text	Einzelarbeit, Gruppen- arbeit		1 – 2	n/a	Schüler*innen beschäftigen sich mit den Zusammenhängen von Oberflächen in der Stadt und dem Stadtklima
P40-L	Stadterneuerung für ein gutes und gesundes Lebensumfeld: Vom lokalen Handeln zum regionalen Einfluss	D G 1 2 3 4 5 6	Forschung planen, Theoriearbeit	Versiegelte Flächen, Stadtklima, Gesundheit, Energie, Vegetation, Messen, Fernerkundung	Lehrinformation	Text	Einzelarbeit, Gruppen- arbeit		1 – 2	n/a	Schüler*innen beschäftigen sich mit der Bedeutung von Zusammenarbeit in der Stadt für die Anpassung an den Klimawandel und für die Begrenzung der Temperaturen auf ein erträgliches Maß

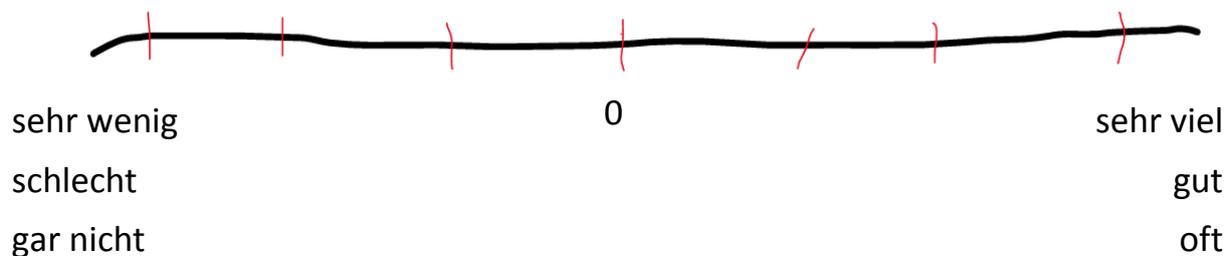
## Fragen zum Einstieg

### Material:

- Seil oder Tapetenrolle mit Skalenmarkierungen
- Fragen

### Methode:

Das Seil wird auf den Boden gelegt, sodass alle Schüler\*innen genügend Platz haben. Die Lehrperson stellt den Schüler\*innen die unten aufgeführten Fragen. Zu jeder Frage positionieren sich die Schüler\*innen am Seil an einem Punkt der Skala, um die Frage für sich persönlich zu beantworten. Die Schüler\*innen äußern sich zu ihrer Positionierung und begründen, warum sie diese Position gewählt haben.



1. Hast du gut geschlafen?
2. Wie fühlst du dich heute?
3. Wie gut kennst du deine Mitschüler und Mitschülerinnen?
4. Wie viel weißt du schon über die Projekte, die wir diese Woche durchführen werden?
5. Wie viel weißt du schon über Forschung?
6. Wo hoffst du, dass du am Ende der Projektwoche stehst bezogen auf dein Wissen über Forschung?
7. Freust du dich auf die Projektwoche?
8. ...

## Was bedeutet „Forschen“?

1. Beantworte die unten aufgeführten Fragen zunächst selbst. Notiere deine Antworten in den gekennzeichneten Feldern.
2. Finde eine\*n Partner\*in und befragt gemeinsam mindestens drei weitere Personen (andere Schüler\*innen, Lehrer\*innen, ...). Notiert ihre Antworten in den Feldern unter den Fragen.
3. Nachdem ihr eure Befragung durchgeführt habt, findet euch mit einer weiteren Gruppe zusammen. Vergleicht eure Ergebnisse. Einigt euch auf maximal drei wichtige Antworten pro Frage. Übertragt diese Ergebnisse auf die Blätter P2b - P2e.

a) Was denkst du, bedeutet das Wort „Forschen“?

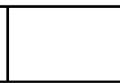
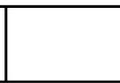
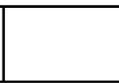
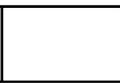
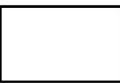
b) Wer kann forschen?

c) Wie kann Geforscht werden? (Welche Methoden gibt es beim Forschen?)

d) Welche Regeln gelten beim Forschen? (Worauf muss ein\*e gute\*r Forscher\*in Forscherin achten?)

## Was denkst du, bedeutet das Wort „Forschen“?

Notiert eure Gedanken und Ideen in diesem Feld.

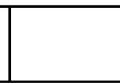
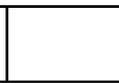
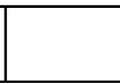
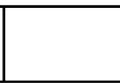
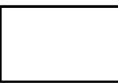


P2c

## Wer kann forschen?

Notiert eure Gedanken und Ideen in diesem Feld.

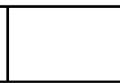
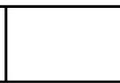
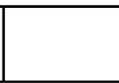
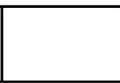
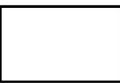




# Wie kann Geforscht werden? (Welche Methoden gibt es beim Forschen?)

Notiert eure Gedanken und Ideen in diesem Feld.

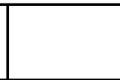
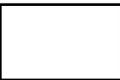




## Welche Regeln gelten beim Forschen? (Worauf müssen gute Forscher\*innen achten?)

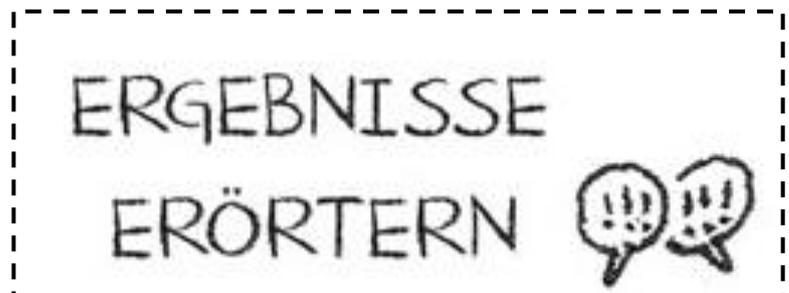
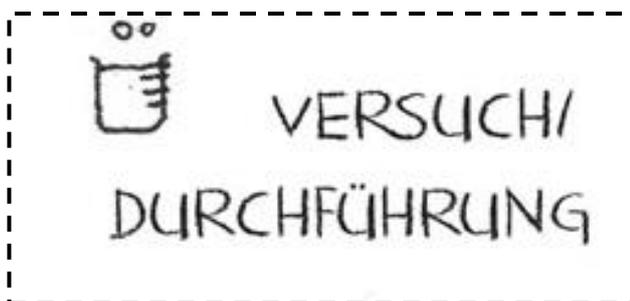
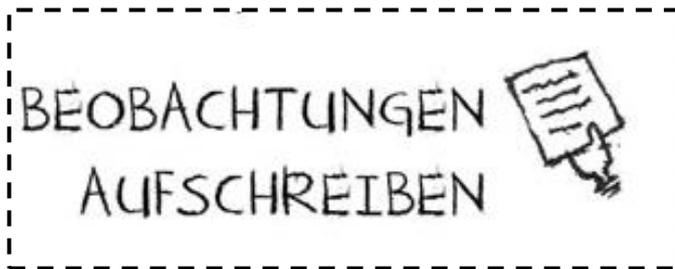
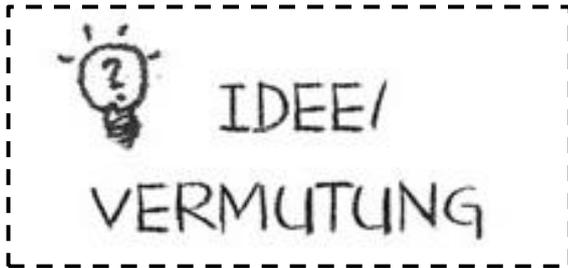
Notiert eure Gedanken und Ideen in diesem Feld.





## Der Forschungskreislauf

1. Findet euch in Dreier- oder Vierergruppen zusammen. Schneidet die Kästen zu den verschiedenen Phasen des Forschungskreislaufs weiter unten auf diesem Blatt und die Kästen zu den Beispielen auf dem Blatt P3b aus.
2. Diskutiert in eurer Gruppe, welches Beispiel zu welcher Phase gehört. Klebt die zueinander passenden Phasen und Beispiele jeweils auf eine Kopie des Blattes P3c.
3. Überlegt euch gemeinsam weitere Beispiele für jede Phase und tragt sie auf das jeweilige Blatt P3c ein.
4. Welche Reihenfolge der verschiedenen Phasen ist richtig? Ordnet die Phasen so, dass ein Kreislauf entsteht.



Abbildungen nach Prof. Dr. Brunhilde Marquardt-Mau mit freundlicher Genehmigung der DKJS,  
© Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (DKJS), [www.forschendes-lernen.net](http://www.forschendes-lernen.net)





## Beispiele

Mir ist aufgefallen, dass das Wasser aus dem Wasserhahn bei mir zu Hause manchmal leicht rötlich schimmert, wenn der Wasserhahn lange nicht verwendet wurde. Ich frage mich, warum das Wasser so eine Färbung hat.

Ich vermute, dass das Wasser wegen bestimmter kleiner Teilchen aus den Wasserrohren die Farbe verändert. Ich vermute, dass Rost im Wasser sein könnte.

Ich will ein Experiment durchführen. Dazu fülle ich etwas Wasser in ein sauberes Gefäß ab. Mit einem Eisenteststreifen prüfe ich den Eisengehalt des Wassers.

Wir übertragen die Ergebnisse jedes Eisentests in eine Tabelle, damit wir die Ergebnisse schnell vergleichen können.

Mehr Augen sehen mehr: Gemeinsam mit zwei weiteren Forscher\*innen führen wir das Experiment durch. Wir testen gleichzeitig das Wasser aus verschiedenen Wasserhähnen.

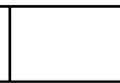
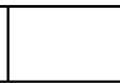
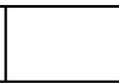
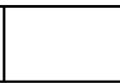
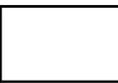
Wir überlegen, was die Ergebnisse bedeuten könnten. Wir stellen fest, dass der Eisengehalt in manchen Wasserproben sehr hoch ist und bei anderen Wasserproben nicht. Wir stellen fest, dass alle Wasserproben mit hohem Eisengehalt aus dem Wasserhahn kommen, bei dem das Wasser rötlich gefärbt ist. Die rötliche Farbe entsteht wohl durch den hohen Eisengehalt des Wassers. Unsere Vermutung, dass es am Rost liegt, ist also richtig.

Wir schreiben unsere Beobachtungen auf. Wir beschriften jede Wasserprobe und schreiben das Ergebnis des Eisentests auf.

Wir beobachten genau, was der Teststreifen anzeigt. Die Farbe des Teststreifens ändert sich, je nachdem wie viel Eisen im Wasser ist. Wir vergleichen die Farbe des Teststreifens mit den Farbcodes auf der Verpackung.







P4-L

## Lehrinformation: Hypothesen formulieren

Das Material P4 ist eine Präsentation. Es ist daher nicht in dieser Datei enthalten, sondern kann als separate Datei (MS Powerpoint) von der PULCHRA Webseite heruntergeladen werden (<https://pulchra-schools.eu>).

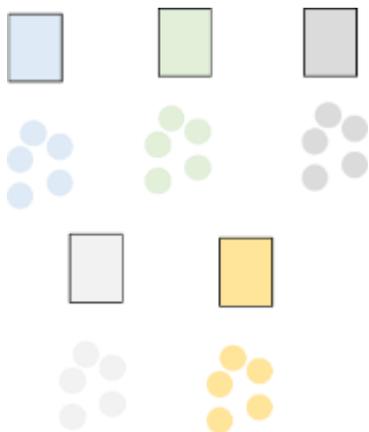




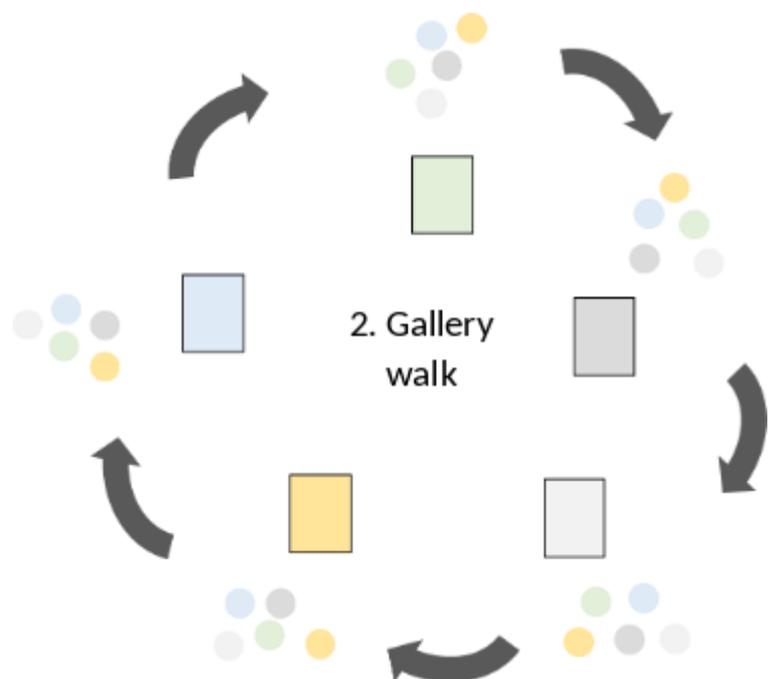
## Lehrinformation: Ergebnisaustausch

### Methode: Gallery Walk

1. Jede Gruppe präsentiert ihre Ortsbeschreibung (P7), sowie die Verschriftlichung ihrer Hypothese.
2. Die Gruppen werden nun neu zusammengesetzt, sodass mindestens ein Mitglied aus jeder Stammgruppe in der neuen Gruppe vorhanden ist. Die Anzahl der neuen Gruppe sollte die Anzahl der Präsentationen nicht überschreiten.
3. Jede der neuen Gruppen besucht eine Ortsbeschreibung.
4. Das Gruppenmitglied, das an der Ortsbeschreibung und Hypothese gearbeitet hat, erklärt der Gruppe, was sie über diesen Ortherausgefunden haben.
5. Nach der Einführung Ort werden aufgekommene Fragen beantwortet, bevor alle Gruppen eine Station weiterziehen. Dies wird solange wiederholt, bis jede Gruppe jeden Ort kennengelernt hat.



1. Stammgruppe



2. Gallery walk



## Lehrinformation: LEAP und Erkundung des Schulgeländes

Dieses Material führt die Schüler\*innen in den Lern-, Erlebnis- und Aktivpfad (LEAP) ein. Es lädt die Schüler\*innen dazu ein, ihr Schulgelände orientiert an den folgenden Themen des LEAP zu erkunden:

- Wasser
- Pflanzen/Vegetation
- Wetter
- Boden

Material P6 ist eine Präsentation und daher nicht in dieser Datei enthalten. Sie ist in einer separaten Datei (MS Powerpoint) zu finden, die der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung beiliegt.

Die Präsentation P6 beinhaltet eine kurze Erklärung des LEAP-Konzepts, welches verschiedene Stationen vorsieht. Eine Folie führt in die Themenliste ein. Hier ist es erforderlich, einen Zusammenhang zwischen den Themen herzustellen und auf den Unterschied zwischen Wetter (aktuelle meteorologische Situation) und Klima (langfristige durchschnittliche meteorologische Bedingungen) aufmerksam zu machen.

Abschließend enthält die Präsentation zwei Folien, die zu den nächsten Modulen überleiten (siehe dazu auch Notizen in der Präsentation). Diese gehören zu zwei verschiedenen Versionen eines Kurses, der in Abschnitt 2.4.1 im Handbuch der PULCHRA Lehrmaterialien vorgeschlagen wird. Da das Lehrmaterial auf einem modularen Konzept basiert, kann gemäß der beabsichtigten Reihenfolge der Module eine Folie ausgewählt oder bei anderen Ideen zum Fortschritt des Unterrichts beide übersprungen werden.

Reihenfolge der Module:

Version 1 (mit Kartierung):

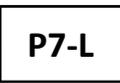
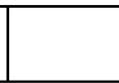
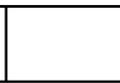
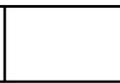
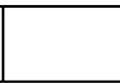
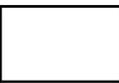
P6 (Präsentation mit Abschlussfolie 1) → P12 (Kartierung) → P29 (Theorie zu Forschungsfragen) → P10 (vorgegebene Forschungsfragen) → P11 (Standortbeschreibung)

Version 2 (mit Auswahl der Forschungsfragen):

P6 (Präsentation mit Abschlussfolie 2) → P29 (Theorie zu Forschungsfragen) → P7 (Standortbeschreibung und Entwicklung von Forschungsfragen)

Weitere Informationen zum LEAP-Konzept finden Sie im Handbuch der PULCHRA Lehrmaterialien, Abschnitt 2.2.





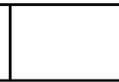
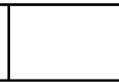
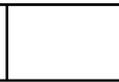
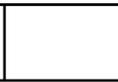
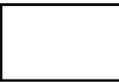
## Lehrinformation: Orte an unserer Schule

Dieses Material soll die Schüler\*innen dazu anregen, ihre Umgebung zu erkunden. Sie sollen Orte an der Schule finden, an denen sie etwas über ihr spezifisches Thema lernen können sowie Forschungsfragen formulieren und festhalten können. Dieser partizipative Ansatz lädt die Schüler\*innen dazu ein, sich intensiv mit ihrer Umgebung auseinanderzusetzen. So erfahren sie, dass sie selbst eine Verbindung zu dem durch die City Challenge aufgeworfenen Problem haben.

Diese Methode kann an viele verschiedene Themen angepasst werden.

Material P6 schafft eine Verbindung zum LEAP.





## Orte an unserer Schule – Thema: Wasser

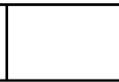
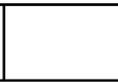
An diesem Ort kann etwas zum Thema Wasser gelernt werden: \_\_\_\_\_

<u>Beschreibung des Ortes (Was ist zu sehen, hören, fühlen, ...?)</u>	<u>Skizze (grobe Zeichnung) des Ortes:</u>

Kreuzt an, welche Forschungsfragen an diesem Ort untersucht werden könnten. Wenn ihr eine eigene Frage habt, dann schreibt sie dazu.

- Wie ist die Wasserqualität?
- Welche Farbe hat das Wasser?
- \_\_\_\_\_





## Orte an unserer Schule – Thema: Pflanzen

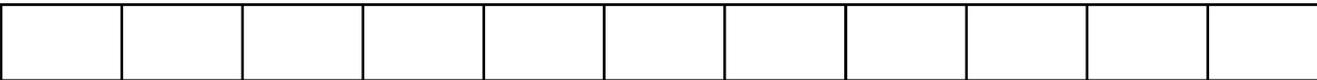
An diesem Ort kann etwas zum Thema Pflanzen gelernt werden: \_\_\_\_\_

<u>Beschreibung des Ortes (Was ist zu sehen, hören, fühlen, ...?)</u>	<u>Skizze (grobe Zeichnung) des Ortes:</u>

Kreuzt an, welche Forschungsfragen an diesem Ort untersucht werden könnten. Wenn ihr eine eigene Frage habt, dann schreibt sie dazu.

- Wie sehen die Pflanzen gerade aus und wie verändert sich dies im Laufe der Zeit?
- Inwieweit ist der Boden mit Pflanzen bedeckt?
- \_\_\_\_\_





## Orte an unserer Schule – Thema: Wetter

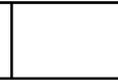
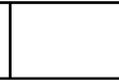
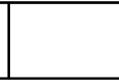
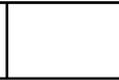
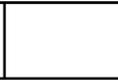
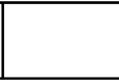
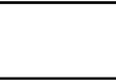
An diesem Ort kann etwas zum Thema Wetter gelernt werden: \_\_\_\_\_

<u>Beschreibung des Ortes (Was ist zu sehen, hören, fühlen, ...?)</u>	<u>Skizze (grobe Zeichnung) des Ortes:</u>

Kreuzt an, welche Forschungsfragen an diesem Ort untersucht werden könnten. Wenn ihr eine eigene Frage habt, dann schreibt sie dazu.

- Können Wolken zur Wettervorhersage genutzt werden?
- Wie und warum unterscheidet sich die Temperatur an verschiedenen Orten?
- \_\_\_\_\_





## Orte an unserer Schule – Thema: Boden

An diesem Ort kann etwas zum Thema Boden gelernt werden: \_\_\_\_\_

<u>Beschreibung des Ortes (Was ist zu sehen, hören, fühlen, ...?)</u>	<u>Skizze (grobe Zeichnung) des Ortes:</u>

Kreuzt an, welche Forschungsfragen an diesem Ort untersucht werden könnten. Wenn ihr eine eigene Frage habt, dann schreibt sie dazu.

- Welche Art von Boden gibt es bei uns?
- Wie feucht ist der Boden?
- Auf welcher Oberfläche kann das Wasser am besten in den Boden infiltrieren (versickern)?
- \_\_\_\_\_

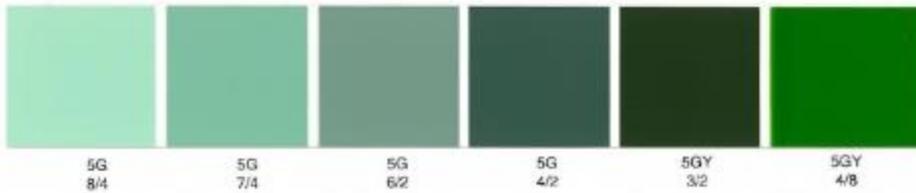




## Blattfarben

Nutze die Farbkarte, um die Farben von jeweils drei Blättern von drei verschiedenen Pflanzen zu bestimmen. Trage die Farbcodes (z.B. 5G 8/4) in die Tabelle ein.

### blau/grün



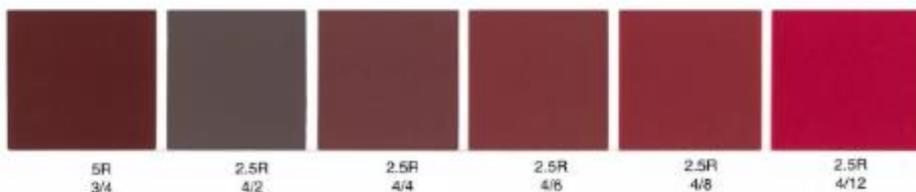
### gelb/grün



### braun/grün



### braun/rot



© 2005 Visual Color Systems • PO Box 93 • Mountaintale, NY 12763  
www.visualcolorsystems.com • Phone: (845) 434-2646

	Farbcodes
Pflanze 1:	Blatt 1
	Blatt 2
	Blatt 3
Pflanze 2:	Blatt 1
	Blatt 2
	Blatt 3
Pflanze 3:	Blatt 1
	Blatt 2
	Blatt 3
Datum, Uhrzeit	

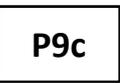
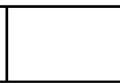
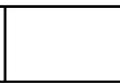
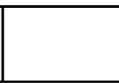
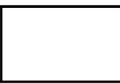
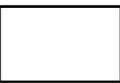
## Forschungsfragen – Wasser

Besprecht in eurer Gruppe, welche Forschungsfrage ihr am interessantesten findet. Schreibt diese Forschungsfrage in großen Buchstaben in das Feld.



## Forschungsfragen – Pflanzen

Besprecht in eurer Gruppe, welche Forschungsfrage ihr am interessantesten findet. Schreibt diese Forschungsfrage in großen Buchstaben in das Feld.



## Forschungsfragen – Wetter

Besprecht in eurer Gruppe, welche Forschungsfrage ihr am interessantesten findet. Schreibt diese Forschungsfrage in großen Buchstaben in das Feld.



## Forschungsfragen – Boden

Besprecht in eurer Gruppe, welche Forschungsfrage ihr am interessantesten findet. Schreibt diese Forschungsfrage in großen Buchstaben in das Feld.

## Lehrinformation: Forschungsfragen auswählen

### Die Ballon-Methode



**Zeitungfang:** ca. 30 min

**Material:** P9a-d (Fragestellungen), Magnete oder Klebeband, Tafel und Kreide oder Smart-/Whiteboard mit Stiften

**Ziel:** Auswahl einer geeigneten Fragestellung pro Themenfeld.

**Vorbereitung:** Zeichnen Sie den Umriss eines großen Heißluftballons an die Tafel. Heften Sie (mit Magneten oder Klebeband) die Arbeitsblätter P9a-d als "Ballast" um den Ballon herum. Der hier abgebildete Ballon kann von der folgenden Seite kostenlos und in für einen Druck ausreichender Auflösung heruntergeladen werden:

<https://creazilla.com/de/nodes/2270-heissluft-ballon-silhouette>.

**Beschreibung:** Die Schüler\*innen sollen sich in die Situation hineinversetzen, in diesem Heißluftballon zu sitzen. Doch der Ballon sinkt immer weiter ab, da er mit zu vielen Fragen beladen ist. Damit der Ballon wieder aufsteigt, müssen die Schüler\*innen eine Frage nach der anderen ausschließen und „über Bord werfen“. Am Ende soll für jedes Themenfeld nur eine Frage übrigbleiben (jeweils eine blaue, eine grüne, eine braune und eine gelbe Karte). Dabei können die folgenden Leitfragen als Kriterien zur Bewertung einer Forschungsfrage genutzt werden:

- Ist die Fragestellung praktisch überprüfbar?
- Ist die Fragestellung komplex genug – aber nicht zu komplex?
- Können wir diese Frage beantworten?
  - o Mit den verfügbaren Mitteln?
  - o In der verfügbaren Zeit?

Image by Bob Comix, licensed under CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

## Lehrinformation: Festlegen der Forschungsagenda

Das Arbeitsblatt P10 dient als Beispiel. Ein solches Arbeitsblatt soll verwendet werden, wenn die Forschungsfragen von der Lehrperson festgelegt werden. In der Liste der Fragen ist jedem Thema des LEAP mindestens ein Ort zugeordnet. Die Hintergrundfarben der Felder werden im gesamten Material verwendet, um eine visuelle Verbindung aller Dokumente herzustellen, die zu demselben Thema gehören.

Die Orte und Fragen müssen an die konkrete Situation einer jeden Schule angepasst werden. Das Schulgebäude und der Schulhof eignen sich für Beobachtungen zu Inhalten wie Temperatur, Strahlung oder Wolken. Ein Sportplatz und seine Umgebung weisen häufig unterschiedliche Oberflächenbedeckungen und Versiegelungsgrade aus, was Infiltrationsexperimente ermöglicht. Ebenso wird sich an jeder Schule ein von Vegetation bedeckter Ort finden lassen. Beobachtungen über Wasser erfordern kein offenes Gewässer wie einen Bach, einen Fluss, einen Teich oder einen See. Stattdessen kann ein Ort, an dem sich nach Regenereignissen Wasser ansammelt, genutzt werden, um den Weg des Wassers in den Boden oder zurück in die Atmosphäre zu untersuchen.

Vorschläge für Erweiterungen:

1. Vor der Präsentation der Forschungsfragen können sich die Schüler\*innen mit Forschungsfragen im Allgemeinen auseinandersetzen und dazu das Arbeitsblattes P29 zur Hilfe nehmen.
2. Die Forschungsfragen können auch ohne zugewiesene Orte aufgestellt werden. Die Schüler\*innen verwenden dann ihre Karte (P12) um einen geeigneten Ort zu finden.

## Forschungsfragen

**Der Bach:** Wie ist die Wasserqualität?

**Der Park:** Wie sehen die Pflanzen gerade aus? Wie verändert sich das im Laufe der Zeit?

**Das Schulgebäude:** Wo ist es wärmer, in der Nähe des Schulgebäudes oder auf dem Schulhof?

**Der Schulhof:** Wie beeinflusst die Wolkenbedeckung die Boden- und Lufttemperatur auf der geteerten Fläche?

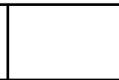
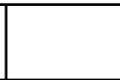
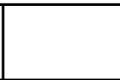
**Der Sportplatz:** Bei welcher Oberfläche kann Wasser am besten in den Boden eindringen (sickern)?

## Lehrinformation: Orte an unserer Schule

Die Arbeitsblätter zu P11 sind Beispiele. Zu jedem als geeignet gefundenen Ort muss es ein Arbeitsblatt geben. Den einzelnen Orten sind Forschungsfragen zugeordnet, die vorher von den Lehrer\*innen eingeführt werden (P10). Die Hintergrundfarbe aller Boxen, die zum gleichen Ort oder der gleichen Fragestellung gehören, bleibt im gesamten Material gleich, so dass es einen visuellen Wiedererkennungswert zwischen den Dokumenten gibt.

Die Orte und Fragestellungen müssen an die Situation an der jeweiligen Schule angepasst werden. Das Schulgebäude und der Schulhof eignen sich in der Regel, um z.B. die Temperatur oder die Strahlung zu messen oder die Wolken zu beobachten. Auf einem Sportplatz und seiner Umgebung gibt es häufig verschiedene Arten und Grade der Oberflächenversiegelung. Dies eignet sich für Infiltrationsexperimente. Ebenso wird es an fast jeder Schule einen Ort mit bewachsener Oberfläche geben. Für die Experimente, bei denen Wasser beobachtet wird, wird nicht unbedingt ein offenes Gewässer wie einen Bach, Teich oder See benötigt. Ein Ort, an dem sich nach einem Regen das Wasser sammelt, kann ebenso genutzt werden, um z.B. zu beobachten, wie das Wasser entweder versickert oder verdunstet. Erkundung des Schulgeländes und Steckbriefe von Orten können auch zu vielen anderen Themen, wie Energieverbrauch (wo wird sie verbraucht?) oder Kreislaufwirtschaft (welche Arten von Abfall produzieren wir?), durchgeführt werden.

In der Einführung zu diesem Modul kann die Lehrperson auf den Forschungskreislauf (P3) eingehen und die Relevanz dieses Schrittes für die Dokumentation des Forschungsprozesses verdeutlichen.



## Orte an unserer Schule: Der Bach

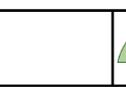
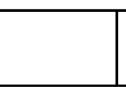
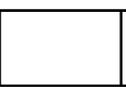
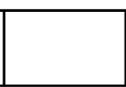
# Wie ist die Wasserqualität?

### Beschreibung des Ortes:

(Wie sieht der Bach aus? Wie schnell fließt er? Seht ihr Pflanzen oder Algen im Wasser? Welche Farbe hat das Wasser? Und wie transparent ist es?)

### Skizze (grobe Zeichnung) des Ortes:





## Orte an unserer Schule: Der Park

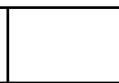
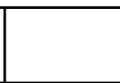
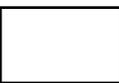
Wie sehen die Pflanzen gerade aus? Wie verändert sich das im Laufe der Zeit?

**Beschreibung des Ortes:**

(Welche Pflanzen könnt ihr sehen? Wie groß sind diese? Haben sie Blätter/Nadeln? Sind die Pflanzen grün?)

**Skizze (grobe Zeichnung) des Ortes:**





## Orte an unserer Schule: Das Schulgebäude

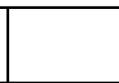
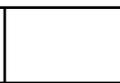
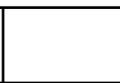
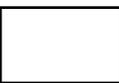
Wo ist es wärmer, in der Nähe des Schulgebäudes oder auf dem Schulhof?

### Beschreibung des Ortes:

(Wie sieht das Schulgebäude aus? Sind die Wände eher warm oder eher kalt? Weht am Schulgebäude der Wind?)

### Skizze (grobe Zeichnung) des Ortes:





## Orte an unserer Schule: Der Schulhof

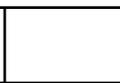
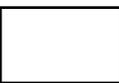
Wie beeinflusst die Wolkenbedeckung die Boden- und Lufttemperatur auf der geteerten Fläche?

### Beschreibung des Ortes:

(Wie sieht der Boden auf dem Schulhof aus? Wie warm/kalt fühlt er sich an? Wie ist das Wetter, ist es gerade sonnig, wolkig, ...?)

### Skizze (grobe Zeichnung) des Ortes:





## Orte an unserer Schule: Der Sportplatz

Auf welche Oberfläche kann Wasser am besten in den Boden eindringen (sickern)?

### Beschreibung des Ortes:

(Welche unterschiedlichen Bodenoberflächen kommen auf dem Sportplatz und um den Sportplatz herum vor? Wie sehen diese Oberflächen aus? Wachsen dort Pflanzen?)

### Skizze (grobe Zeichnung) des Ortes:



## Lehrinformation: Eine Karte unserer Schule

Erstellen Sie einfach eine eigene Landnutzungskarte für Ihre Schule:

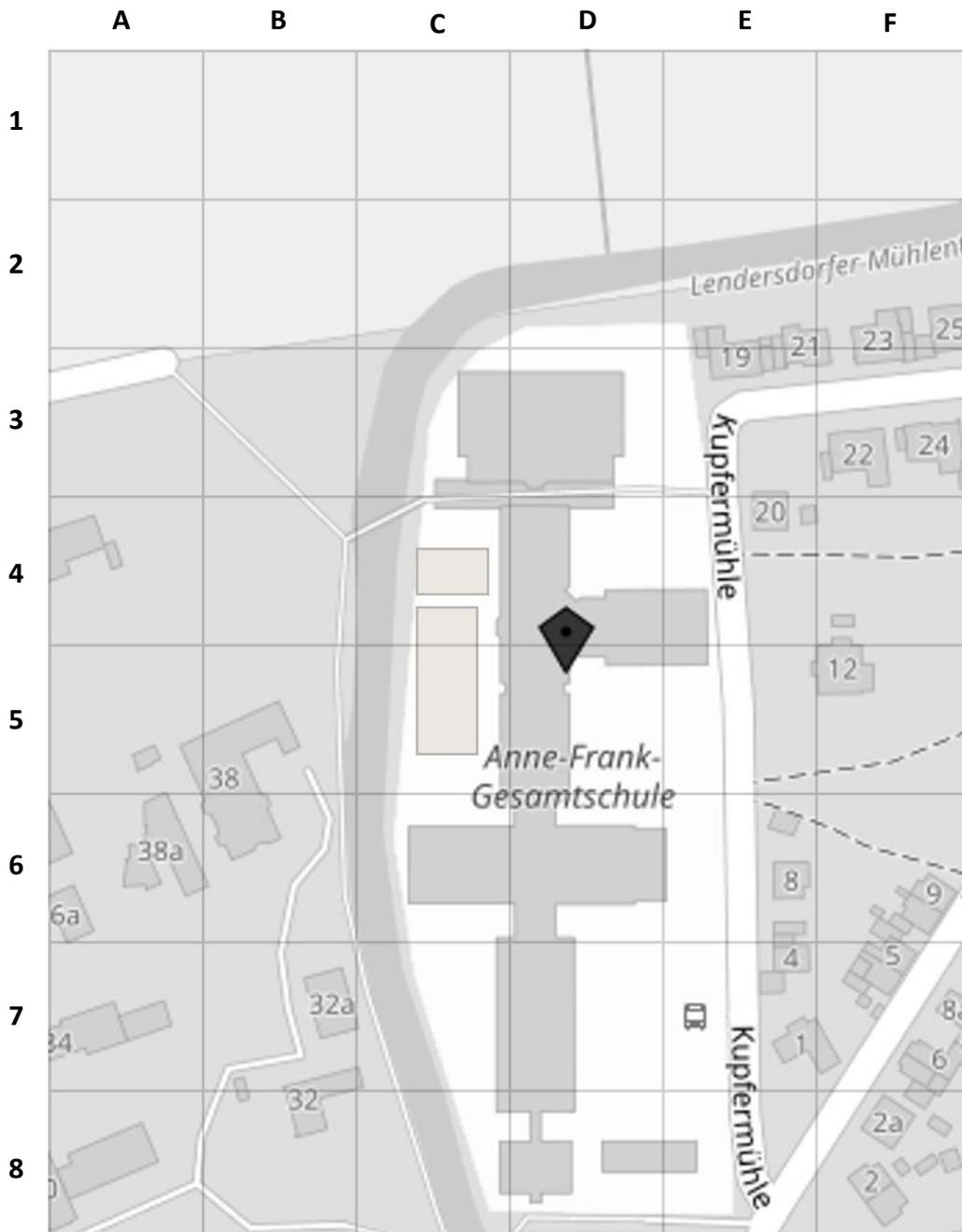
1. Geben Sie die Adresse Ihrer Schule unter <https://www.openstreetmap.org> ein.
2. Zoomen Sie herein oder heraus, bis das ganze Schulgebäude und gegebenenfalls angrenzende Bereiche abgebildet sind.
3. Speichern Sie das Bild oder verwenden Sie das Screenshot Tool Ihres PCs (Snipping Tool unter MS Windows) um das Bild zu kopieren.
4. Fügen Sie das Bild in Arbeitsblatt P12 ein, schneiden Sie es so zurecht, dass es auf das Gitter passt und positionieren Sie es in dessen Hintergrund.
5. Fügen Sie dann die Orte, die die Schüler\*innen auf der Karte finden sollen in die Tabelle und unter Punkt 2 in der Liste oben auf dem Arbeitsblatt P12 ein.
6. Verändern Sie die Legende so, dass sie zu der Karte und den Orten auf dem Arbeitsblatt passt.



## Eine Karte unserer Schule (Beispiel)

1. Erkundet euer Schulgelände in dreier oder vierer Gruppen.
2. Geht zu diesen Orten eurer Schule und beschriftet sie auf der Karte:  

Brücke, Sporthalle, Sportplatz, Bushaltestelle, Mensa
3. Tragt die Koordinaten dieser Orte in die Tabelle ein.
4. Findet heraus welche Flächen wofür genutzt werden: Malt die Flächen auf der Karte mit den richtigen Farben (siehe Legende) an.



Ort	Koordinaten

### Legende

- Landwirtschaftliche Fläche
- Park/ Grünfläche
- Wohnbebauung (Wohnhäuser)
- öffentliches Gebäude (Schule, ...)
- Geteerte Fläche
- Gewässer (Fluss, Bach, Teich, ...)
- Freizeit-/Sportfläche





## Eine Karte unserer Schule

1. Erkundet euer Schulgelände in dreier oder vierer Gruppen.
2. Geht zu diesen Orten eurer Schule und beschriftet sie auf der Karte:
3. Tragt die Koordinaten dieser Orte in die Tabelle ein.
4. Findet heraus welche Flächen wofür genutzt werden: Malt die Flächen auf der Karte mit den richtigen Farben (siehe Legende) an.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Ort	Koordinaten

### Legende

-  Landwirtschaftliche Fläche
-  Park/ Grünfläche
-  Wohnbebauung (Wohnhäuser)
-  öffentliches Gebäude (Schule, ...)
-  Geteerte Fläche
-  Gewässer (Fluss, Bach, Teich, ...)
-  Freizeit-/Sportfläche



## Die Wasser Challenge!

Eure Challenge: Erstellt einen Boden mit mindestens drei Schichten. Welche Gruppe schafft es, einen Liter Wasser in der kürzesten Zeit durchlaufen zu lassen?

### Benötigtes Material:

Böden:

- Sand
- Ton
- Schluff
- Kies

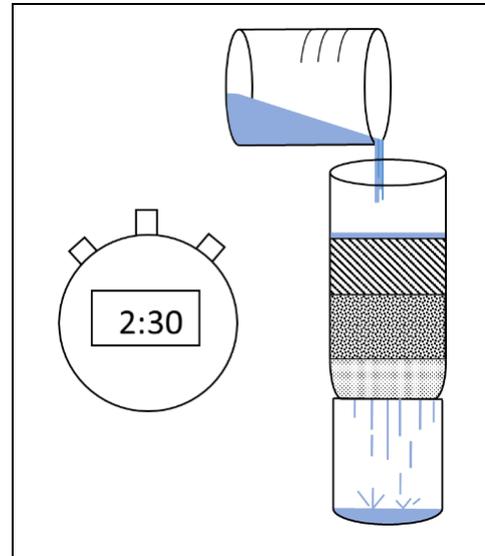
Flasche mit abgeschnittenem Boden

Messbecher

Stoppuhr

1 Liter Wasser

### Versuchsaufbau:



### Arbeitsschritte:

1. Formuliert die Forschungsfrage für dieses Experiment und schreibt sie auf.
2. Beobachtet die Eigenschaften der verschiedenen Bodenarten. Notiert die Eigenschaften in der Tabelle. Die folgenden Wörter können euch dabei helfen:

locker – fest – krümelig – fein – klumpig – schwer – leicht – grob

Sand	Schluff	Ton	Kies

3. Nun geht es darum drei Bodenschichten aufeinander zu schichten. Stellt eine Hypothese auf, welche Böden in welcher Reihenfolge in eurer Flasche einen Liter Wasser am schnellsten durchsickern lassen.

4. Füllt die Flasche nun wie in der Hypothese beschrieben bis zu der Markierung.
5. Wartet bis eure Lehrkraft das Signal gibt. Dann werden alle Gruppen gleichzeitig das Wasser in die Flasche mit dem Boden gießen und dabei die Zeit stoppen.
6. Die Gruppe, bei der das Wasser in der kürzesten Zeit durchgelaufen ist, gewinnt!

## Lehrinformation: Wasser Challenge

Die Wasser Challenge hat zwei Hauptziele:

1. Die Schüler\*innen praktizieren wissenschaftliche Methoden, indem sie die Schritte des Forschungskreislaufs anwenden. Damit soll ein Beitrag geleistet werden, das Vertrauen in die Methoden der Wissenschaft durch praktische Erfahrungen zu fördern.
2. Die Schüler\*innen lernen etwas über verschiedene Bodenarten und ihre Eigenschaften, so z.B. ob sie Wasser eher zurückhalten oder hindurch sickern lassen. Dies ist sehr wichtig in Bezug auf den Wasserkreislauf und damit für das Verständnis von Wetter und Klima.

Die Schüler\*innen müssen entscheiden, wie sie den Boden in der Flasche schichten. Dies ist eine Hypothese vor dem Hintergrund der Forschungsfrage: „Welche Reihenfolge von Bodenschichten führt zum schnellsten Versickern eines Liters Wasser?“ Eine komplette Untersuchung dieser Hypothese ist in der Regel im Rahmen eines Kurses an der Schule nicht durchführbar, da dafür alle möglichen Varianten ausprobiert werden müssten. Aus diesem Grund kann die Auswertung der Ergebnisse durchaus herausfordernd sein.

Praktischer Hinweise:

1. In die Flasche sollte zunächst etwas Material gefüllt werden, das verhindert, dass der eingefüllte Boden durch den Flaschenhals fällt. Hierzu eignet sich z.B. etwas Filterpapier.
2. Da sich der Boden mit Wasser sättigt, wird nicht der gesamte eingefüllte Liter durchfließen. Es muss also eine Menge Wasser festgelegt werden, bei der die Zeit gestoppt wird. Dann wird zusätzlich ein Messbecher benötigt. Alternativ kann auch eine Zeit festgelegt werden, in der kein Wasser mehr heraustropfen darf (z.B. eine Minute).

## Eigenschaften des Wassers: Qualität und Sichttiefe

1. Beobachte zunächst: Was siehst du im Wasser? Kreuze an.

viele Blätter/ Blattstücke  $\longleftrightarrow$  keine Blätter/ Blattstücke

viele kleine Tiere  $\longleftrightarrow$  keine kleinen Tiere

viele Schwebstoffe  $\longleftrightarrow$  keine Schwebstoffe

2. Die Transparenz von Wasser kann gemessen werden, indem eine Scheibe mit einem aufgedruckten Muster (Secchi-Scheibe) in das Wasser gesenkt wird. Die Tiefe, in der das Muster nicht mehr zu erkennen ist, wird die Sichttiefe des Wassers genannt.  
Versenke die Scheibe so weit im Wasser, bis du das Muster nicht mehr zu erkennen ist.  
Notiere die Sichttiefe des Wassers hier:

Datum und Uhrzeit der Messung: \_\_\_\_\_

Sichttiefe: \_\_\_\_\_

## Eigenschaften des Wassers: pH-Wert und Temperatur

1. Messe mit einem pH-Teststreifen den pH-Wert des Wassers. Trage ihn in die Tabelle ein.
2. Messe mit einem Thermometer die Temperatur des Wassers. Trage den Wert in die Tabelle ein.

Datum und Uhrzeit:	
pH-Wert:	
Temperatur:	

## Lehrinformation: Pflanzenwachstumsphasen

Dieses Material muss gegebenenfalls an die Vegetation des jeweiligen Schulgeländes und seiner Umgebung angepasst werden. Weitere Bilder von anderen Pflanzen (hauptsächlich von Bäumen) können auf der Internetseite des GLOBE Programms gefunden werden (<https://www.globe.gov>). Suchen Sie dort nach dem Begriff „green-up cards“.

### Lösungen: Ordnen der Pflanzenwachstumsphasen

Gräser: C = 1; A = 2; B = 3

Landschaft: A = 1; D = 2; C = 3; B = 4

Birke: B = 1; C = 2; A = 3

## Pflanzenwachstumsphasen

1. Nummeriere die Bilder der Arbeitsblätter P15b bis P15d in der Reihenfolge, in der die Wachstumsphasen auftreten. Beginne mit der Phase, mit der das Kalenderjahr beginnt.
2. In welcher Wachstumsphase befinden sich die Pflanzen aktuell? Vergleiche die Bilder mit der Umgebung.
3. Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle.

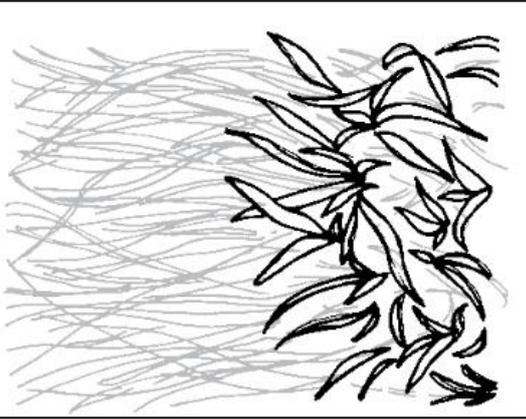
	Die aktuelle Phase ähnelt Bild Nr.	Beschreibung der Pflanze (Farbe, Größe, Knospen/Blätter/Blüten, Äste, Rinde)
Gräser		
Birke		
Landschaft		

Bildquelle: Globe © 2014: Green Up Cards Learning Activity – Biosphere.  
<https://www.globe.gov/documents/355050/71351540-65d6-46a2-b6dd-1504b4035170>

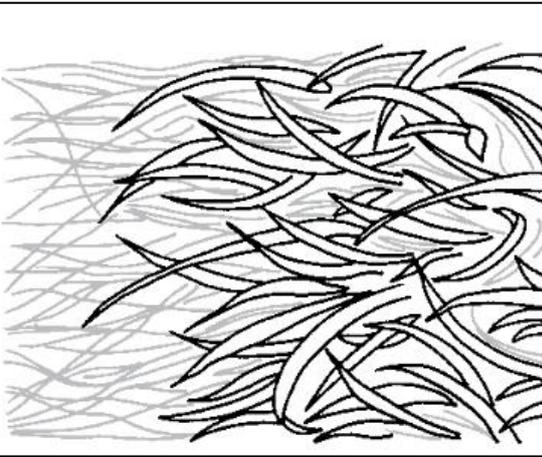


# Pflanzenwachstumsphasen - Gräser

A



B



C



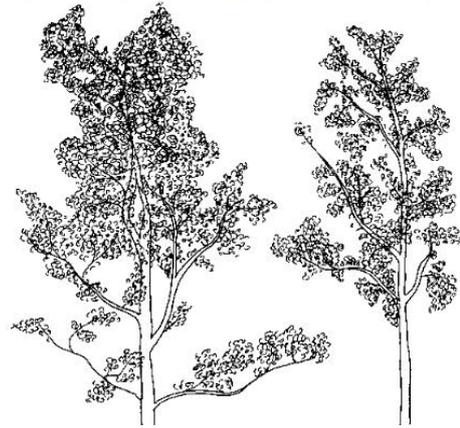


# Pflanzenwachstumsphasen - Landschaft

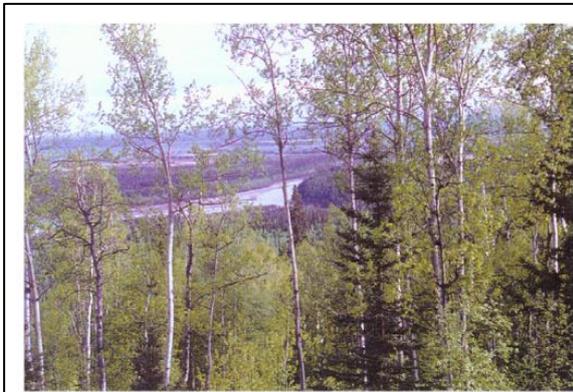
A



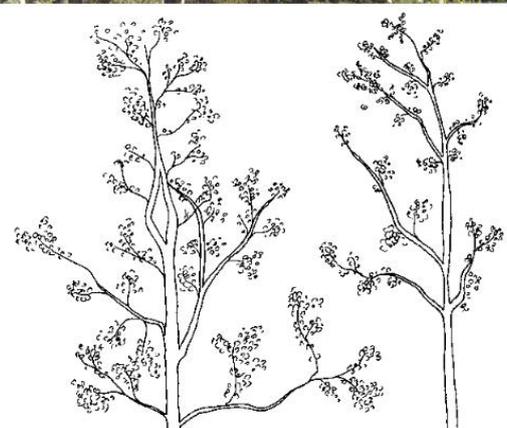
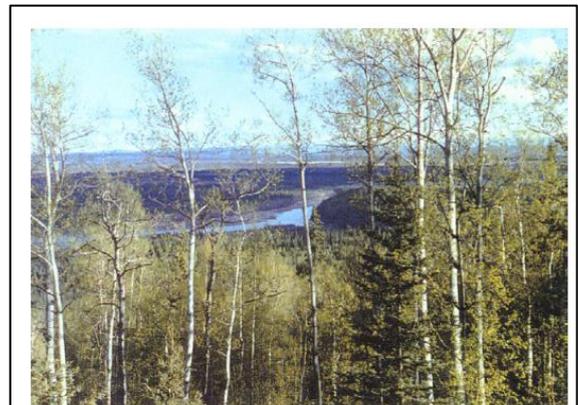
B

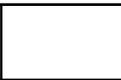
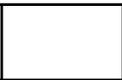
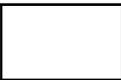
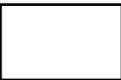


C



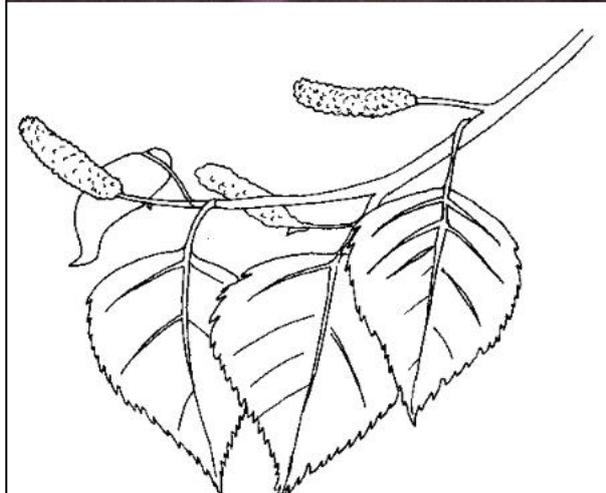
D



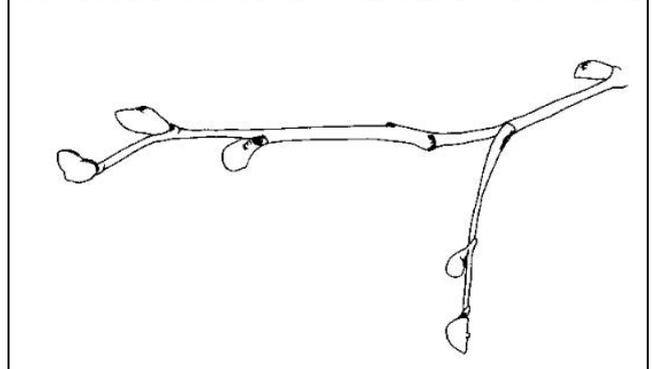


# Pflanzenwachstumsphasen – Birke

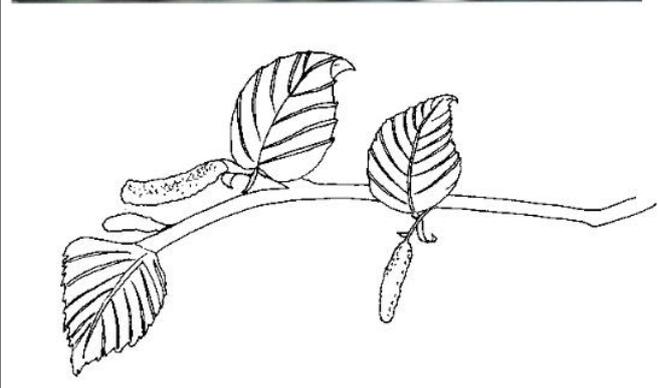
A



B



C



## Lehrinformation: Wind und Temperatur

In diesem Lehrmaterial geht es um den Einfluss von Oberflächenversiegelung und Bebauung auf das lokale (Mikro-)Klima. Die erhobenen Daten können mit anderen Daten wie z.B. von nahen Wiesen oder unter Bäumen/in einem Wald, verglichen werden. Solche Messungen können einfach mit kleinen Temperatursensoren, wie z.B. einem iButton oder einem selbstgebautes System basierend auf Arduino Microcontrollern durchgeführt werden. Die Anleitung für den Bau eines Strahlungsschutzes, der für das Messen von Temperaturen benötigt wird, ist in P35 der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung zu finden.

In Material P16 werden zwei Varianten für Windmessungen vorgeschlagen, die beide parallel durchgeführt werden können. Die erste Methode ist eine technische, dabei wird der Wind mit einem Anemometer gemessen. In der zweiten Methode wird der Wind anhand von Beobachtungen geschätzt. Dafür wird eine von Frances Beaufort (1774-1857) entwickelte Methode verwendet, die Windgeschwindigkeiten anhand von bestimmte Beobachtungen beschreibt und ihnen einen Windstärkengrad zuweist. Eine Tabelle der Windstärken und zugehörigen Beobachtungen findet sich z.B. auf den Seiten des Deutschen Wetterdienstes:

<https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?nn=103346&lv2=100310&lv3=100390> (letzter Zugriff 05.01.2021)



Ein Video, in dem die Windstärken anschaulich dargestellt sind findet sich unter

<https://www.salzgitter-zeitung.de/panorama/article228384325/Videografik-Von-Windstille-bis-Orkan-die-Beaufort-Skala.html> (letzter Zugriff 05.01.2021)





## Wind und Temperatur

1. Messt den Wind jeweils in der Nähe (max. 2 Meter entfernt) des Schulgebäudes, und auf dem Schulhof (ca. 20 Meter vom Gebäude entfernt, ungefähr 20 große Schritte). Tragt die Messungen in die Tabelle ein.

	Windgeschwindigkeit gemessen mit	
	Anemometer	Beobachtung nach Beaufort
am Schulgebäude		
auf dem Schulhof		
Datum und Uhrzeit		

2. Messt die Boden- und Lufttemperatur jeweils in der Nähe (max. 2 Meter entfernt) des Schulgebäudes, und auf dem Schulhof (ca. 20 Meter vom Gebäude entfernt, ungefähr 20 große Schritte). Tragt die Messungen in die Tabelle ein.

	Bodentemperatur	Lufttemperatur
am Schulgebäude		
auf dem Schulhof		
Datum und Uhrzeit		

### Was könnt ihr beobachten?

Wo ist es am Boden wärmer als in der Luft? \_\_\_\_\_

Wo ist es in der Luft wärmer als am Boden? \_\_\_\_\_

Wo weht mehr Wind? \_\_\_\_\_

Stellt euch vor ihr steht mitten in der Stadt. Um euch herum sind viele Gebäude. Wie wirkt sich das wohl auf die Temperatur aus?

Stellt euch vor ihr steht im Wald. Um euch herum sind viele Bäume. Wie wirkt sich das wohl auf die Temperatur aus?

- ➔ Schreibt eine Geschichte, mit der ihr eurem kleinen Geschwisterkind erklärt, wie Gebäude auch die Temperatur draußen beeinflussen.





## Wolken und Temperatur

1. Beobachtet mit dem „Datenblatt Wolken“ (P17b) und den Informationsblättern „Wolkenformen“ (P17c), welche Wolken sich am Himmel befinden. Tragt eure Beobachtungen in die Tabelle ein.
2. Messt mit dem Thermometer, wie warm die Luft ist und wie warm der Teer auf dem Schulhof ist. Tragt eure Messungen in die Tabelle ein.

Datum und Uhrzeit der Messung: \_\_\_\_\_

		Beobachtungen/ Messungen
<u>Wolken</u>	Bedeckungsgrad	
	Farbe des Himmels	
	Wolkenart	
	Bedingungen in Bodennähe	
<u>Temperatur</u>	Bodentemperatur	
	Lufttemperatur	





## Datenblatt Wolken

Kreuze deine Beobachtungen an. Bei manchen Kästchen siehst du einen weißen Pfeil. Nur wenn du dort ein Kreuz gesetzt hast, gehst du in das Feld, in das der Pfeil zeigt. Wenn du dort kein Kreuz gesetzt hast, kannst du dieses Feld überspringen.

### 1. Was siehst du am Himmel?

<b>Bedeckungsgrad (Wolken, Kondensstreifen)</b> <input type="radio"/> Verfinstert <input type="radio"/> Nichts <input type="radio"/> Klar <10%  <input type="radio"/> Isoliert (10-25%) <input type="radio"/> Aufgelockert (25-50%) <input type="radio"/> Durchbrochen(50-90%) <input type="radio"/> Bedeckt (90-100%)	<input type="radio"/> Nebel <input type="radio"/> Starker Regen <input type="radio"/> Schneetreiben <input type="radio"/> Starker Schneefall <input type="radio"/> Sand	<input type="radio"/> Sprühregen <input type="radio"/> Rauch <input type="radio"/> Staub <input type="radio"/> Dunst <input type="radio"/> Vulkanasche

**Geh zu Box 6**

### 2. Farbe des Himmels und Visibilität (= Sichtbarkeit)

<b>Farbe</b> <input type="radio"/> Himmel nicht sichtbar					
<b>Visibilität</b> <input type="radio"/> Himmel nicht sichtbar					

### 3. Hohe Wolken und Kondensstreifen

<input type="radio"/> keine beobachtete hohe Wolken <b>Geh zu Box 4</b>	<b>Anzahl an Kondensstreifen, die... sind</b>	<b>Deckkraft der Wolken:</b>
<b>Wolkentyp:</b> <input type="radio"/> Kondensstreifen (Anzahl)	<input type="radio"/> kurzlebig	<b>Bedeckungsgrad:</b> <input type="radio"/> Klar <10% <input type="radio"/> Isoliert (10-25%) <input type="radio"/> Aufgelockert (25-50%) <input type="radio"/> Durchbrochen(50-90%) <input type="radio"/> Bedeckt (90-100%)
<input type="radio"/> Zirrus	<input type="radio"/> dauerhaft nicht streuend	<input type="radio"/> Deckend
<input type="radio"/> Cirrocumulus	<input type="radio"/> dauerhafte Streuung	<input type="radio"/> Etwas durchscheinend
<input type="radio"/> Cirrostratus		<input type="radio"/> stark durchscheinend



### 4. Mittelhohe Wolken

keine beobachtete Mittelhohe Wolken  
Geh zu Box 5

Wolkentyp:

Altostratus



Altocumulus



Bedeckungsgrad:

- Klar <10%
- Isoliert (10-25%)
- Aufgelockert (25-50%)
- Durchbrochen (50-90%)
- Bedeckt (90-100%)

Deckkraft der Wolken:

deckend



etwas durchscheinend



stark durchscheinend



### 5. Tiefe Wolken

keine beobachtete tiefe Wolken  
Geh zu Box 6

Wolkentyp:

Nebel



Nimbostratus



Cumulonimbus



Stratus



Cumuluswolke



Stratocumulus



Bedeckungsgrad:

- Klar <10%
- Isoliert (10-25%)
- Aufgelockert (25-50%)
- Durchbrochen (50-90%)
- Bedeckt (90-100%)

Deckkraft der Wolken:

Deckend



Etwas durchscheinend



stark durchscheinend



### 6. Bedingungen in Bodennähe

**Obligatorisch** (= verpflichtender Teil)

ja nein

Schnee / Eis



Stehendes Wasser



Sumpfig



Trocken

ja nein



Bäume belaubt



Es regnet / schneit



**Fakultativ** (= nicht verpflichtender Teil)

Temperatur : \_\_\_\_\_ °C

Luftdruck : \_\_\_\_\_ mb

Relative Feuchtigkeit : \_\_\_\_\_ %





# Wolkenformen

Zur Bezeichnung der verschiedenen Wolkenformen werden fünf Wortelemente verwendet:

**CIRRO** für Wolken in sehr grosser Höhe (hohe Wolken), **ALTO** für Wolken in mittlerer Höhe (mittelhohe Wolken)

**CUMULUS** für Haufenwolken, **STRATUS** für Schichtwolken, **NIMBUS** für Regenwolken



## Hohe Wolken 5–13 km



### Cirrus

Federwolken

**Form:** haarähnliches oder faseriges, vom Wind verwehtes Aussehen; Streifen, Bänder, Flecken oder zuweilen bizarre Strukturen

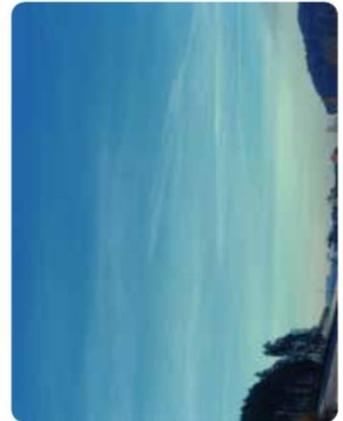
**Dicke:** sehr dünn, Sonne scheint durch  
**Farbe:** weiss, von seidigem Schimmer  
**Info:** bestehen stets aus Eiskristallen



### Cirrostratus

Schärfchenwolken

**Form:** feine weisse Bällchen, meist in Feldern oder Bänken angeordnet  
**Dicke:** sehr dünn, Sonne scheint durch  
**Farbe:** weiss  
**Info:** bestehen aus Eiskristallen, selten auch aus unterkühlten Wassertropfen; Durchmesser stets kleiner als 0.5 Grad (kleiner Finger an ausgestreckter Hand)



### Cirrostratus

hohe Schichtwolken/Schleierwolken

**Form:** dünner, durchscheinender Wolkenschleier von haarähnlichem oder faserigem Aussehen, der weite Teile des Himmels überzieht

**Dicke:** sehr dünn, Sonne scheint immer durch und ist scharf umrissen  
**Farbe:** hellgrau oder weisslich  
**Info:** oft Haloerscheinungen um Sonne

## Mittelhohe Wolken 2–7 km



### Altostratus

mittelhohe Schichtwolken

**Form:** Bänder, Flecken, Felder oder Schichten aus größeren Elementen mässig dick

**Farbe:** weisse und graue Farbtöne (Eigenschatten), teils perlmuttartig  
**Info:** bestehen aus Wassertropfen und unterkühltem Wasser; Grösse der einzelnen Wolkenelemente 1–5 Grad (1–3 Finger an der ausgestreckten Hand)



### Nimbostratus

Regenwolken

**Form:** grauer, den ganzen Himmel überziehender Schleier, unscharfer unterer Rand

**Dicke:** dick  
**Farbe:** mittel- bis dunkelgrau  
**Info:** besteht aus unterkühltem Wasser, grösseren Regentropfen, sowie aus Schneekristallen oder -flocken; bringt anhaltende Niederschläge

# Wolkenformen

© Fotos und fachliche Beratung: Pavel Michna www.globe-swiss.ch 09/2014



# Wolkenformen

Zur Bezeichnung der verschiedenen Wolkenformen werden fünf Wortelemente verwendet:

**CIRRO** für Wolken in sehr grosser Höhe (hohe Wolken), **ALTO** für Wolken in mittlerer Höhe (mittelhohe Wolken)

**CUMULUS** für Haufenwolken, **STRATUS** für Schichtwolken, **NIMBUS** für Regenwolken



## Tiefe Wolken 0–2 km



### Stratocumulus

**Haufenschichtwolken**  
Form: mosaikartig angeordnete Schollen, Ballen oder Walzen, die scharf abgegrenzt oder auch zerfranst sein können  
Dicke: mässig dick  
Farbe: grau oder weisslich  
Info: bestehen aus Wasser und Schneesternen  
meist fällt kein Niederschlag;  
zum Teil Reste alter Stratus- oder aufgelöster Cumuluswolken

## Tiefe Wolken 0–2 km



### Cumulonimbus

**Schauer- und Gewitterwolken**

Form: massive und dichte Wolke in Form eines hohen Berges oder Turmes, häufig mit Amboss  
Dicke: dick, sich aufwärts  
Farbe: Unterseite dunkelgrau  
Info: bringt häufig Gewitter (Blitz, Donner, Hagel)



### Stratus

**Tiefe Schichtwolken/Hochnebel**

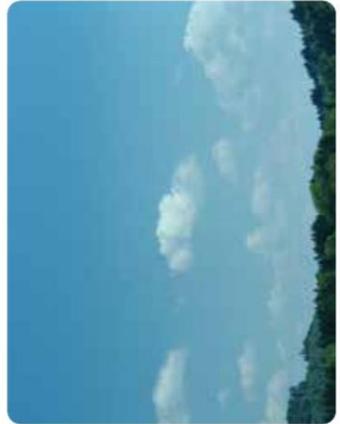
Form: graue, einförmige Wolkenschicht (oft Hochnebel); Untergrenze meist tiefliegend und eher schwierig auszumachen  
Dicke: dünn bis mässig dick  
Farbe: hellgrau bis dunkelgrau  
Info: selten Niederschläge; falls Sonne sichtbar, dann meist scharf umrissen



### Nebel

**Stratus**

Info: Nebel ist eine Wolke die den Boden berührt. Welche Art von Wolke das ist, sieht man meist nicht.



### Cumulus

**Haufenwolken**

Form: einzelne, scharf abgegrenzte Wolken in Form von Hügeln, Kuppen oder Türmen; Unterseite flach  
Dicke: mässig dick bis dick  
Farbe: im Sonnenlicht leuchtend weiss  
Info: nur selten Niederschlag, kann aber Vorstufe zum Cumulonimbus sein

GLOBE Schweiz wird unterstützt von:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Bundesamt für Umwelt BAFU  
Office fédéral de l'environnement OFEV  
Ufficio federale dell'ambiente UFAM  
Uffiz federal d'ambient UFAM  
Federal Office for the Environment FOEN

Dieses Material wird verwendet mit freundlicher Genehmigung durch GLOBE Schweiz.

## Bodenbestimmung

Verwende das Datenblatt „Bodenbestimmung“ (P18b) um die Eigenschaften des Bodens zu bestimmen. Trage die Eigenschaften in die Tabelle ein.

	Beschreibung der Eigenschaften
Farbe	
Struktur	
Konsistenz	
Textur	
Steine	
Wurzeln	



## Datenblatt „Bodenbestimmung“

### Struktur

Ist der Boden...

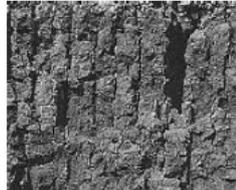
**Krümelig (körnig):** Gleich Krümeln von Cookies und ist meist weniger als 5mm im Durchmesser. Ist häufig in Horizonten nahe der Oberfläche zu finden, in denen Wurzeln wachsen.



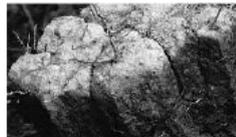
**Blockig (klumpig):** Unregelmäßige Blöcke, die üblicherweise 15-50mm Durchmesser haben.



**Prismatisch:** Vertikale Bodensäulen (im Horizont gut zu sehen), die einige Zentimeter lang sein können. Üblicherweise in tieferen Horizonten zu finden.



**Säulenförmig:** Vertikale Bodensäulen, die eine weiße, abgerundete „Kappen“ am oberen Ende haben. In Böden in ariden Klima zu finden.



**Plattig:** Dünne, flache Bodenplatten, die horizontal im Boden liegen. In verdichteten Böden zu finden.



In gewissen Fällen haben Bodenproben keine Struktur. Diese werde in folgende zwei Typen eingeteilt:

**Einzelkörnig:** Der Boden ist in einzelne Partikel zerbrochen, die nicht aneinander haften. Die Probe hat deshalb immer eine lose Konsistenz. Wird üblicherweise in sandigen Böden gefunden.



**Massiv (kompakt):** Der Boden hat keine sichtbare Struktur, ist kaum aufzubrechen und zeigt sich in großen Brocken.



### Farbe

Ist der Boden...



2.5Y  
6/6



5Y  
8/4



7.5YR  
8/4



7.5YR  
6/4



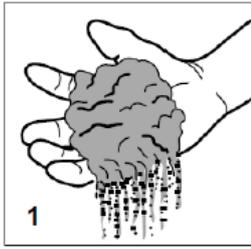
7.5YR  
5/4



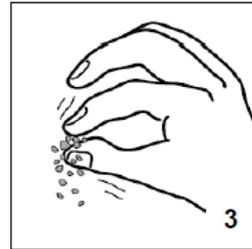
7.5YR  
3/4

## Konsistenz

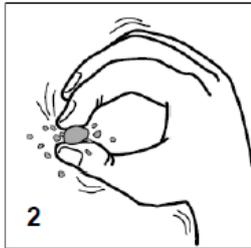
Ist der Boden....



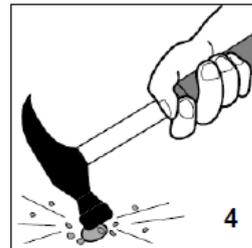
**1. Lose:** Du hast Mühe einen Krümel herauszunehmen und die Struktur fällt auseinander bevor du zu hantieren beginnst. Hinweis: Einzelkörnige Böden haben immer eine lose Konsistenz.



**2. Bröckelig:** Der Bodenkrümel zerfällt schon bei wenig Druck.



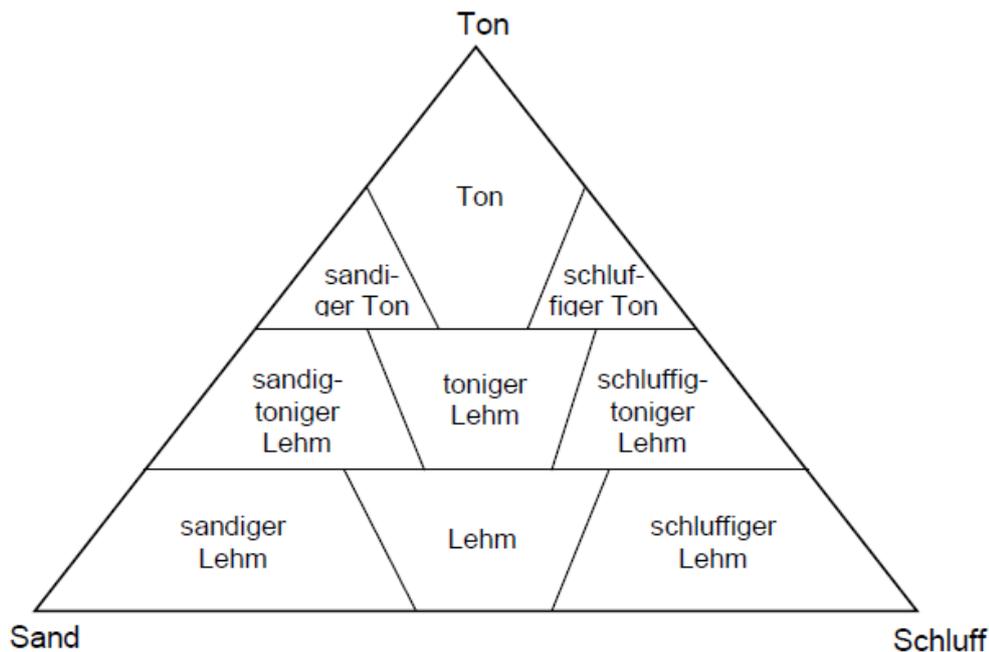
**3. Fest:** Der Bodenkrümel zerfällt erst mit Druck, sodass der Krümel in deinen Fingern einen Abdruck hinterlässt.



**4. Sehr fest:** Der Krümel kann mit den Fingern nicht zerdrückt werden, dazu brauchst du einen Hammer.

## Textur

Ist der Boden...



## Steine

keine



viele

## Wurzeln

keine



viele



## Lehrinformation: Der Weg des Wassers

Die Fragestellung: Wohin kann sich das Wasser von der Erdoberfläche aus bewegen?

Reflexion: Warum ist es wichtig zu wissen, wohin sich das Wasser bewegt, wenn es regnet?

	Bewegungsrichtung		
	Nach Unten	An der Oberfläche entlang	Nach oben
Wohin bewegt sich das Wasser von der Oberfläche in diese Richtung?	In den Boden	Bergab, dem Gefälle folgend	In die Atmosphäre, es verdunstet
Wie lange meinst Du bleibt es da?	Tage bis Wochen oder länger	Ein paar Stunden	Es wird schnell abtransportiert, bleibt aber im Mittel ein paar Tage in der Atmosphäre
Wo bewegt es sich danach hin?	Zum Grundwasser, zu Bächen und Flüssen oder es wird von Pflanzen aufgenommen	In Bäche, Flüsse oder ins Meer	Es kommt als Niederschlag (Regen) wieder zurück
Warum ist es wichtig, dass das Wasser in den Boden versickern kann?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Damit weniger Hochwasser entstehen kann</li> <li>- Damit die Pflanzen Wasser zum Verdunsten haben und wachsen können</li> <li>- Damit die Tiere, die im Boden leben, Wasser haben</li> <li>- Damit es nicht so warm wird, weil es kühler bleibt, wenn die Pflanzen Wasser verdunsten</li> <li>- ...</li> </ul>		
Versickert das Wasser an allen Orten eures LEAPs gleich schnell? Wenn nein, wo am langsamsten und wo am schnellsten?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Park &gt; Sportplatz &gt; Schulhof</li> </ul>		





## Der Weg des Wassers

Wohin kann sich das Wasser von der Erdoberfläche aus bewegen?

Überlege und fülle die Tabelle aus.

	Bewegungsrichtung		
	Nach Unten	Nach Unten	Nach Unten
Wohin bewegt sich das Wasser von der Oberfläche in diese Richtung?			
Wie lange meinst Du bleibt es da?			
Wo bewegt es sich danach hin?			
Warum ist es wichtig, dass das Wasser in den Boden versickern kann?			
Versickert das Wasser an allen Orten eures LEAPs gleich schnell? Wenn nein, wo am langsamsten und wo am schnellsten?			



## Lehrinformation: Beispielhafter Laufzettel

Dieser Laufzettel ist ein Beispiel für einen Tag mit Experimenten in einer Projektwoche an einer Schule. Dieses Beispiel bezieht sich auf den beispielhaften Plan in Abschnitt 2.4.1 des Handbuchs der PULCHRA Lehrmaterialien. In der Tabelle sind die verschiedenen Experimente als Fragen angegeben. Diese sind nicht identisch mit den Fragestellungen in P16, sondern enger mit den einzelnen Experimenten verbunden. Die Antworten auf diese Fragestellungen können verwendet werden, um sich den Fragestellungen aus P16 zu nähern.



## Beispielhafter Laufzettel

Ort	Experimente/ Messungen/ Beobachtungen	Material
Park	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Farbe haben die Blätter?</li> <li>- In welcher Pflanzenwachstumsphase befinden sich die Pflanzen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P8: Blattfarbenbestimmung</li> <li>- P15: Pflanzenwachstumsphasen</li> </ul>
Schulgebäude	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wie stark weht der Wind?</li> <li>- Wie warm sind das Gebäude und die Luft?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P16: Wind und Temperatur</li> </ul>
Schulhof	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Wolken können wir beobachten?</li> <li>- Wie warm sind der Boden und die Luft?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P17a: Wolken und Wärme</li> <li>- P17b: Datenblatt Wolken</li> <li>- P17c: Wolkenformen</li> </ul>
Bach	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wie schnell fließt das Wasser?</li> <li>- Wie transparent ist das Wasser?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P14a: Transparenzbestimmung</li> <li>- P14b: pH-Wert und Temperatur</li> </ul>
Sportplatz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Bodenarten gibt es hier?</li> <li>- Wie schnell versickert Wasser in verschiedene Böden?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P18: Bodenbestimmung</li> <li>- P36: Infiltration</li> </ul>

### Gruppe 1: Stammgruppe Park

	Uhrzeit
Park	09.00 – 10.00 Uhr
Schulgebäude	10.30 – 11.45 Uhr
Schulhof	11.45 – 12.50 Uhr
Bach	13.40 – 14.25 Uhr
Sportplatz	14.25 – 15.15 Uhr

### Gruppe 2: Stammgruppe Schulgebäude

	Uhrzeit
Schulgebäude	09.00 – 10.00 Uhr
Schulhof	10.30 – 11.45 Uhr
Bach	11.45 – 12.50 Uhr
Sportplatz	13.40 – 14.25 Uhr
Park	14.25 – 15.15 Uhr

### Gruppe 3: Stammgruppe Schulhof

	Uhrzeit
Schulhof	09.00 – 10.00 Uhr
Bach	10.30 – 11.45 Uhr
Sportplatz	11.45 – 12.50 Uhr
Park	13.40 – 14.25 Uhr
Schulgebäude	14.25 – 15.15 Uhr

### Gruppe 4: Stammgruppe Bach

	Uhrzeit
Bach	09.00 – 10.00 Uhr
Sportplatz	10.30 – 11.45 Uhr
Park	11.45 – 12.50 Uhr
Schulgebäude	13.40 – 14.25 Uhr
Schulhof	14.25 – 15.15 Uhr

### Gruppe 5: Stammgruppe Sportplatz

	Uhrzeit
Sportplatz	09.00 – 10.00 Uhr
Park	10.30 – 11.45 Uhr
Schulgebäude	11.45 – 12.50 Uhr
Schulhof	13.40 – 14.25 Uhr
Bach	14.25 – 15.15 Uhr



## Lehrinformation: Auswertung der Ergebnisse

Diese Arbeitsblätter sind dafür gedacht, dass die Schüler\*innen ihre Daten mit anderen Gruppen austauschen und sich so eine Datengrundlage für die Analyse schaffen.

Teile der unteren Tabelle von Material P21f beziehen sich auf Messungen und Beobachtungen zur Wasserqualität, die allerdings nicht in der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung enthalten sind (Messung der elektrischen Leitfähigkeit und des pH-Werts). Informieren Sie sich hierüber an anderer Stelle, oder suchen Sie in der Liste frei verfügbarer Lehrmaterialien zum Thema „Städte als urbane Ökosysteme“, die vom PULCHRA-Team zur Verfügung gestellt wird.



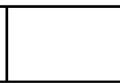
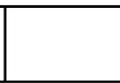
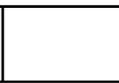
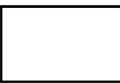
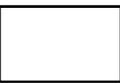
## Auswertung der Ergebnisse: Pflanzen

### Blattfarben

Sammele die Daten zu den Blattfarben (P8) von allen Gruppen. Kreuze in der Tabelle an, welche Farbe die jeweilige Gruppe gefunden hat. Vergleiche die Ergebnisse der verschiedenen Gruppen.

	eher blau/grün	eher gelb/grün	eher braun/grün	eher braun/rot
<b>Gruppe 1</b> Datum, Uhrzeit:				
Pflanze 1				
Pflanze 2				
Pflanze 3				
<b>Gruppe 3</b> Datum, Uhrzeit:				
Pflanze 1				
Pflanze 2				
Pflanze 3				
<b>Gruppe 5</b> Datum, Uhrzeit:				
Pflanze 1				
Pflanze 2				
Pflanze 3				
<b>Gruppe 4</b> Datum, Uhrzeit:				
Pflanze 1				
Pflanze 2				
Pflanze 3				
<b>Gruppe 5</b> Datum, Uhrzeit:				
Pflanze 1				
Pflanze 2				
Pflanze 3				



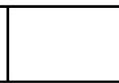
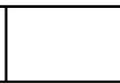
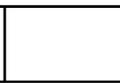
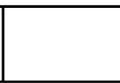
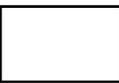


## Auswertung der Ergebnisse: Pflanzen

### Wachstumsphasen

Sammele die Daten zu den Wachstumsphasen (P15a) von allen Gruppen. Notiere zwei oder drei Schlagwörter pro Pflanze, mit der alle Gruppen diese Pflanzen beschrieben haben.

	Alle Gruppen haben geschrieben:
Gräser	
Birke	
Landschaft	



## Auswertung der Ergebnisse: Wetter

### Windgeschwindigkeit

Sammele die Daten zu den Windgeschwindigkeiten (P16) von allen Gruppen. Vergleiche die Ergebnisse und trage sie in die Tabelle ein.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Uhrzeit der Messung					
Windgeschwindigkeit am Schulgebäude					
Windgeschwindigkeit auf dem Schulhof					

### Temperatur

Sammele die Temperaturdaten (P16) von allen Gruppen. Vergleiche die Ergebnisse und trage sie in die Tabelle ein.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Uhrzeit der Messung					
Temperatur am Schulgebäude					
Temperatur auf dem Schulhof					



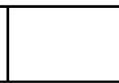
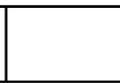
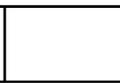
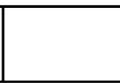
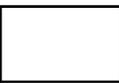
## Auswertung der Ergebnisse: Wetter

### Wolken und Temperatur

Sammele die Daten zu den Wolken und den Temperaturen auf dem Boden und in der Luft (P17a) von allen Gruppen. Vergleiche die Ergebnisse und trage sie in die Tabelle ein.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Bedeckungsgrad					
Wolkenart					
Bodentemperatur					
Lufttemperatur					





## Auswertung der Ergebnisse: Boden und Wasser

### Infiltration

Sammele die Daten zur Infiltration (P36) von allen Gruppen. Vergleiche die Ergebnisse und trage sie in die Tabelle ein.

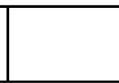
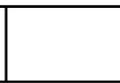
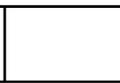
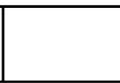
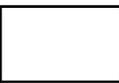
	Länge in cm	Zeit in Minuten	= cm pro Stunde***
<b>BEISPIEL</b>	<i>7 cm</i>	<i>36 Minuten</i>	<i>11,64 cm pro Stunde</i>
Gruppe 1			
Gruppe 2			
Gruppe 3			
Gruppe 4			
Gruppe 5			

\*\*\*Das musst du mit dem Dreisatz berechnen. Du darfst den Taschenrechner benutzen.

Hier ist die Lösung für das **BEISPIEL** mit einem Dreisatz:

$$\begin{array}{rcl}
 & 7 \text{ cm} & \rightarrow 36 \text{ Minuten} \\
 : 36 & \left( \begin{array}{l} \rightarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) & \\
 & 0,194 \text{ cm} & \rightarrow 1 \text{ Minute} \\
 \cdot 60 & \left( \begin{array}{l} \rightarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) & \\
 & 11,64 \text{ cm} & \rightarrow 60 \text{ Minuten}
 \end{array}$$





## Auswertung der Ergebnisse: Boden

### Bodenbestimmung

Sammele die Daten zu den Bodeneigenschaften (P18a) von allen Gruppen. Finde heraus, was die Mehrheit der Gruppen über jede der Bodeneigenschaften geschrieben hat. Wenn du eine andere Meinung als die Mehrheit der Gruppen hast, diskutiere dies mit deiner Lehrperson. Trage die Ergebnisse in die untenstehende Tabelle ein.

Überlege dir, wie du die Werte für „Steine“ und „Wurzeln“ als Zahl ausdrücken könntest.

Eigenschaft	Beschreibung der Eigenschaften
Farbe	
Struktur	
Konsistenz	
Textur	
Steine	
Wurzeln	



## Auswertung der Ergebnisse: Wasser

### Sichttiefe

Sammele die Daten zur Sichttiefe (P14a) von allen Gruppen. Vergleiche die Ergebnisse und trage sie in die Tabelle ein. Überlege dir für die Blätter, die kleinen Tiere und die Schwebstoffe wie du sie als eine Zahl ausdrücken kannst.

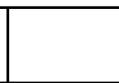
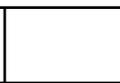
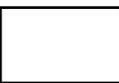
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Datum, Uhrzeit					
Blätter oder Blattreste					
Kleine Tierchen					
Schwebstoffe					
Sichttiefe					

### Weitere Messungen

Sammele die Daten zu pH, Temperatur und elektrischer Leitfähigkeit (P14b und P14c) von allen Gruppen. Vergleiche die Ergebnisse und trage sie in die Tabelle ein.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Datum, Uhrzeit					
pH-Wert					
Temperatur					
Leitfähigkeit					





## Auswertung der Ergebnisse: Wasser

### Fließgeschwindigkeit

Sammele die Daten zur Fließgeschwindigkeit (P14d) von allen Gruppen. Vergleiche die Ergebnisse und trage sie in die Tabelle ein.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 3
Datum, Uhrzeit					
In der Mitte					
Nahe dem Ufer, in Fließrichtung links					
Nahe dem Ufer, in Fließrichtung rechts					





## Lehrinformation:

# Wolken und der Tagesverlauf der Temperaturen

In Material P23 wird der Einfluss von Wolken auf die Temperatur behandelt. Die Temperaturkurven, die hier gezeigt werden, wurden mit dem Cool City Lab gemessen. Das Experiment „Cool City Lab“ wird in den Materialien P30 (Bauanleitung), P31 (Durchführung des Experiments für Anfänger) und P32 (Durchführung des Experiments für Fortgeschrittene) im Detail behandelt.

Um das Material P23 etwas zu vereinfachen kann auch nur eine Temperaturkurve gezeigt und die Fragen 7 und 8 übersprungen werden.

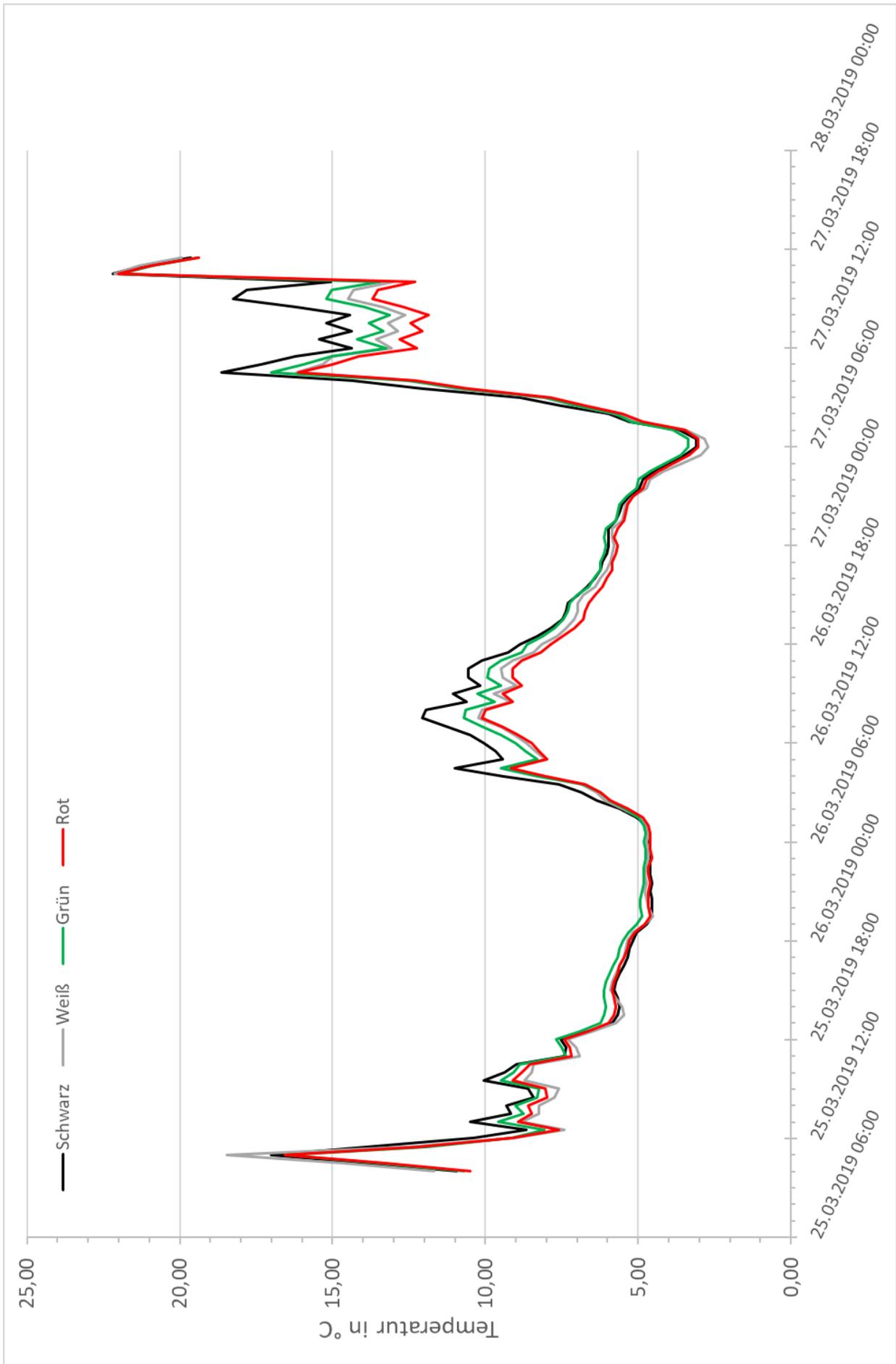
## Wolken und der Tagesverlauf der Temperaturen

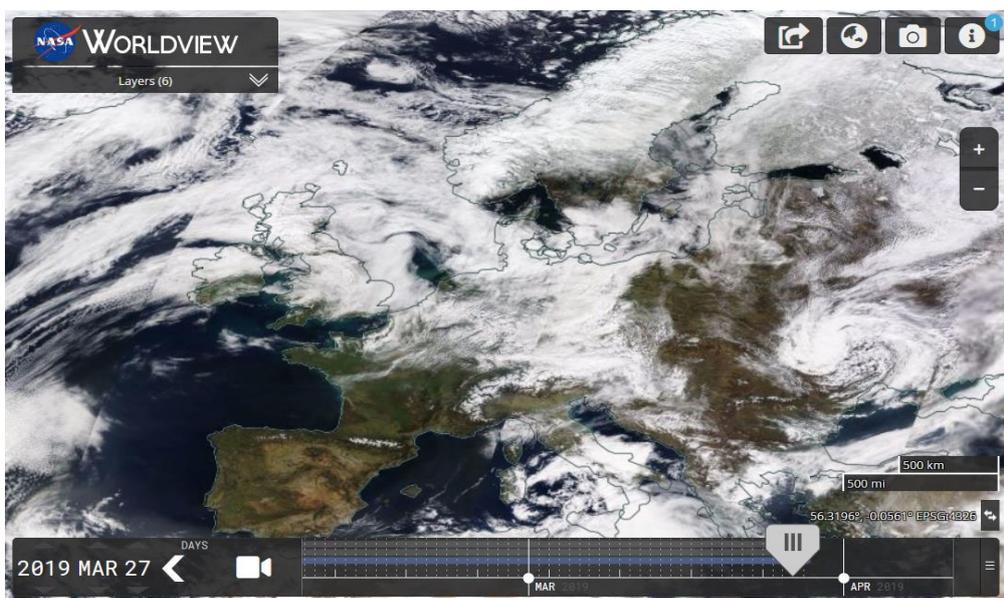
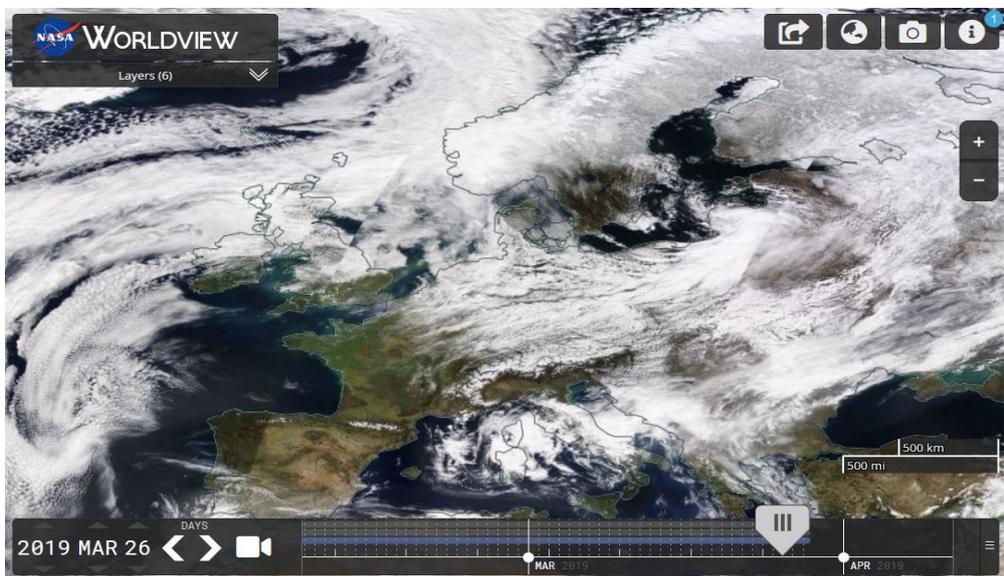
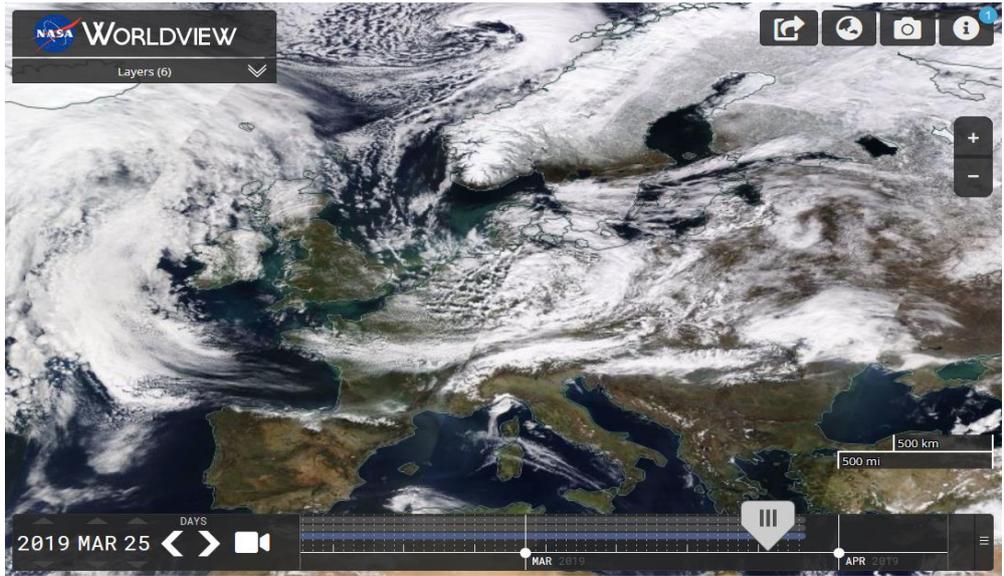
In der Abbildung siehst du die Temperaturen in den Boxen des Cool City Lab (P30, P31) vom 25.03.2019 bis zum 28.03.2019.

- Kreise auf der x-Achse die Messungen ein, die zu einem Tag (25.03.; 26.03.; 27.03.; 28.03.) gehören.**
- Der Sonnenhöchststand war um ca. 13:34. (Nicht um 12:34, weil es sich um Sommerzeit handelt. Zur Sommerzeit werden die Uhren um eine Stunde vorgestellt). **Markiere für jeden Tag die Messung um 12:00 Uhr mittags mit Gelb.**
- Zu welcher Uhrzeit ist es am kältesten?**
  - am 25.03.: \_\_\_\_\_
  - am 26.03.: \_\_\_\_\_
  - am 27.03.: \_\_\_\_\_
  - am 28.03.: \_\_\_\_\_
- Zu welcher Uhrzeit ist es am wärmsten?**
  - am 25.03.: \_\_\_\_\_
  - am 26.03.: \_\_\_\_\_
  - am 27.03.: \_\_\_\_\_
  - am 28.03.: \_\_\_\_\_
- ☆☆ Warum ist es früh morgens am kältesten und nicht um Mitternacht?
- ☆☆ Warum ist es mittags nicht am wärmsten?
- Welche Box ist tagsüber am wärmsten?** Die \_\_\_\_\_ Box
- Welche Box ist tagsüber am kältesten?** Die \_\_\_\_\_ Box
- Markiere (ungefähr) wo Deutschland auf den Satellitenbildern liegt.**
- Schau dir die Satellitenbilder an. Wie war das Wetter an diesen Tagen? Kreuze an.**

			
am 25.3.			
am 26.3.			
am 27.3			
am 28.3.			

- Vergleiche die in den Satellitenbildern gefundene Bewölkung mit den in den Boxen gefundenen Temperaturen. Ergibt sich ein Zusammenhang? Woran könnte das liegen?**





## Lehrinformation: Steckbriefe für den LEAP

In Material P24 geht es um das Erstellen von Steckbriefen, die später auf dem LEAP präsentiert werden können. Die Materialien P24a-e beinhalten die Vorlagen für die Steckbriefe, P24g-i enthalten weiterführendes Material für die Analyse und Bewertung der Ergebnisse. Dazu gehört die Präsentation P24f, die den Ablauf des Sammelns von Ergebnissen, des Analysierens und der Bewertung der Ergebnisse der verschiedenen Experimente und Beobachtungen vorstellt. **Diese Präsentation dient zur Einführung in diesen Teil des Kurses.**

Da Material P24f eine Präsentation ist, ist es nicht Teil dieses Dokuments. Es steht als separate MS PowerPoint Datei in der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung zur Verfügung und kann von der PULCHRA Webseite heruntergeladen werden.

Die Schüler\*innen erstellen mithilfe der Vorlagen P24b bis P24e zu jeder Station des Lern-, Erlebnis- und Aktivpfads einen Steckbrief. Die Steckbriefe können von den Schüler\*innen per Hand oder am PC ausgefüllt werden.

Da die Steckbriefe an die „Öffentlichkeit“ gerichtet sind, sollte die Lehrperson die Schüler\*innen darauf hinweisen, ihre Texte so zu verfassen, dass sie für alle verständlich sind und eine gute Textqualität aufweisen. Die Schüler\*innen können ihre Texte gegenseitig überprüfen und berichtigen, oder sie geben diese der Lehrperson zur Kontrolle.

Im Hinblick auf sprachsensiblen Unterricht enthält dieses Material die Formulierungshilfen P24h, die beim Ausfüllen des Steckbriefs unterstützen können – insbesondere für Schüler\*innen mit DaZ oder für Schüler\*innen mit Förderbedarfen im Bereich Sprache.



# Unsere Schule – ein Lern-, Erlebnis- und Aktivpfad

## Station 1: Der Bach

### Beschreibung:

#### Unsere Forschungsfrage:

#### Unsere Hypothese:

### So haben wir das untersucht:

Material:	Versuchsaufbau:
Vorgehen:	

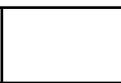
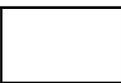
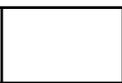
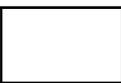
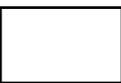
### Das haben wir herausgefunden:

Unsere Hypothese wurde

bestätigt

widerlegt





## Unsere Schule – ein Lern-, Erlebnis- und Aktivpfad

### Station 2: Der Park

#### Beschreibung:

#### Unsere Forschungsfrage:

#### Unsere Hypothese:

#### So haben wir das untersucht:

Material:	Versuchsaufbau:
Vorgehen:	

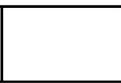
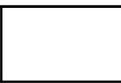
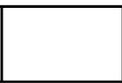
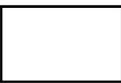
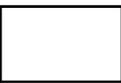
#### Das haben wir herausgefunden:

Unsere Hypothese wurde

bestätigt

widerlegt





## Unsere Schule – ein Lern-, Erlebnis- und Aktivpfad

### Station 3: Das Schulgebäude

#### Beschreibung:

#### Unsere Forschungsfrage:

#### Unsere Hypothese:

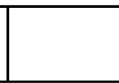
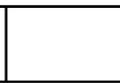
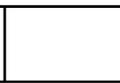
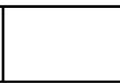
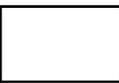
#### So haben wir das untersucht:

Material:	Versuchsaufbau:
Vorgehen:	

#### Das haben wir herausgefunden:

Unsere Hypothese wurde  bestätigt  widerlegt





## Unsere Schule – ein Lern-, Erlebnis- und Aktivpfad

### Station 4: Der Schulhof

#### Beschreibung:

#### Unsere Forschungsfrage:

#### Unsere Hypothese:

#### So haben wir das untersucht:

Material:	Versuchsaufbau:
Vorgehen:	

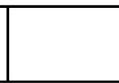
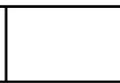
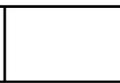
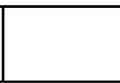
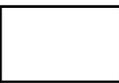
#### Das haben wir herausgefunden:

Unsere Hypothese wurde

bestätigt

widerlegt





## Unsere Schule – ein Lern-, Erlebnis- und Aktivpfad

### Station 5: Der Sportplatz

#### Beschreibung:

#### Unsere Forschungsfrage:

#### Unsere Hypothese:

#### So haben wir das untersucht:

Material:	Versuchsaufbau:
Vorgehen:	

#### Das haben wir herausgefunden:

Unsere Hypothese wurde

bestätigt

widerlegt





## Präsentation der Ergebnisse

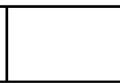
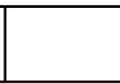
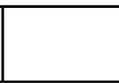
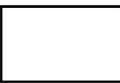
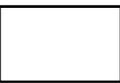
**Aufgabe: Erstellt einen ersten Entwurf eures Steckbriefs. Dabei könnt ihr die Formulierungshilfen (P24h) nutzen.**

	fertig! ✓
3. Erstellt eine <b>Beschreibung des Orts</b> . Beachtet dabei <ol style="list-style-type: none"> <li>eure ursprüngliche Ortsbeschreibung</li> <li>weitere Informationen zum Ort, die während der Versuchsphase gesammelt wurden.</li> </ol>	
4. Übertragt eure <b>Forschungsfrage</b> und eure <b>Hypothese</b> auf den Steckbrief.	
5. Erstellt eine <b>Materialliste</b> der Dinge, die ihr für das Experiment, die Messung oder die Beobachtung zu eurem Ort benutzt habt.	
6. Beschreibt den <b>Versuchsaufbau</b> , den ihr für euren Ort durchgeführt habt. Dabei könnt ihr entweder <ol style="list-style-type: none"> <li>den Versuch schriftlich beschreiben ODER</li> <li>den Versuchsaufbau mit einer Zeichnung darstellen.</li> </ol>	
7. Beschreibt das <b>Vorgehen</b> während des Versuchs.	
8. Beschreibt die <b>Ergebnisse</b> eures Versuchs. <ol style="list-style-type: none"> <li>Schreibt eine kurze Zusammenfassung (2-3 Sätze) von dem, was ihr herausgefunden habt.</li> <li>Stellt eure Ergebnisse in einer klaren und anschaulichen Form dar. Sucht euch dazu <u>mindestens zwei</u> dieser Darstellungsformen aus, oder entwickelt eine eigene.               <ol style="list-style-type: none"> <li>Diagramm</li> <li>Comic</li> <li>Geschichte</li> <li>Zeichnung</li> </ol> </li> </ol>	

**Wenn ihr mit allem fertig seid:**

- 1. Zeigt euren Steckbrief eurer Lehrperson und lasst ihn überprüfen.**
- 2. Erstellt eine endgültige Fassung eures Steckbriefs, indem ihr ihn schön abschreibt. Dieser Steckbrief wird laminiert und an eurer Station des LEAPs präsentiert!**





## Formulierungshilfen

### **Formulierungshilfe „Beschreibung“:**

Schreibe in dieses Feld die besonderen Eigenschaften des Ortes. Das kann z.B. sein wie der Ort aussieht. Dazu kannst du den Boden, wichtige Pflanzen, das Aussehen des Wassers, und die Sichtbarkeit des Himmels beschreiben. Dabei solltest du auch auf deine Fragestellung achten.

### **Formulierungshilfe „Hypothese“:**

Eine Hypothese bezieht sich immer auf eine Fragestellung. Außerdem muss es möglich sein, zu prüfen, ob die Hypothese stimmt. Deswegen wird eine Hypothese häufig so formuliert, dass sie Teile der Frage enthält. Beispielsweise wäre zur Frage „Wann wird es hell?“ eine passende Hypothese „Es wird hell, wenn die Sonne aufgeht“. Dies kann einfach überprüft werden, indem das Licht am frühen Morgen beobachtet wird.

### **Formulierungshilfe „Material und Versuchsaufbau“:**

Es ist am übersichtlichsten, wenn das Material in einer Liste aufgeschrieben wird. Das Material kann in der Reihenfolge, in der es gebraucht wird, aufgeschrieben werden. Der Versuchsaufbau kann auch gezeichnet.

### **Formulierungshilfe „Vorgehen“:**

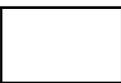
Schreibe in kurzen Sätzen was deine Gruppe getan hat: „Zuerst haben wir... Dann haben wir... Zum Schluss haben wir...“

### **Formulierungshilfe „Ergebnisse“:**

Bei den Ergebnissen kann beschreiben werden, was beobachtet wurde: „Wir haben beobachtet, dass...“

Es kann beschrieben werde, was gemessen wurde: „Wir haben ... gemessen. Es war ... °C warm; ... Meter lang; ... km/h schnell.“





## Checklisten

### Beschreibung

	++	0	--
Es werden die <b>Dinge</b> beschrieben, die zu sehen sind.			
Die <b>Farben</b> der Dinge/Pflanzen werden beschrieben.			
Die <b>Größen</b> der Dinge/Pflanzen werden beschrieben.			

### Material

	++	0	--
Es werden <b>alle</b> Dinge, die für das Experiment gebraucht wurden, genannt.			
Die Materialien werden übersichtlich in einer ordentlichen Liste dargestellt.			

### Versuchsaufbau

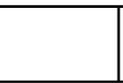
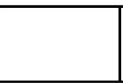
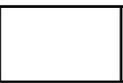
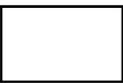
	++	0	--
<b><u>gezeichnet:</u></b>			
Das Bild ist klar erkennbar und ordentlich gezeichnet.			
Das Bild ist beschriftet. (z.B. mit Pfeilen und Namen der Dinge)			
<b><u>geschrieben:</u></b>			
Es ist auch für jemanden, der das Experiment nicht gemacht hat, verständlich...			
...wo die Durchführung stattgefunden hat.			
...was gemessen wurde.			
...womit gemessen wurde.			

### Vorgehen

	++	0	--
Es werden die Wörter „zuerst“, „dann“, „danach“ verwendet, um zu zeigen was <b>in welcher Reihenfolge</b> gemacht wurde.			
<b>Alle</b> Schritte des Experiments werden beschrieben.			

Symbole:    ++    Komplett erfüllt  
                   0    Zum Teil erfüllt  
                   --    Nicht erfüllt



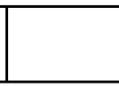
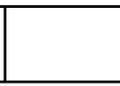
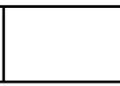
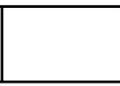
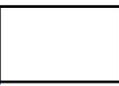


## Bewertungsbogen für die Präsentationen

Bewerte die Präsentationen für jeden Aspekt mit ++, +, 0 oder -

	Schulhof	Schulgebäude	Sportplatz	Bach	Park
Alle Gruppenmitglieder haben an der Präsentation teilgenommen.					
Alle Gruppenmitglieder haben laut und deutlich gesprochen.					
Die <u>Fragestellung</u> der Gruppe wurde klar erklärt.					
Die <u>Hypothese</u> der Gruppe wurde klar erklärt.					
Es wurde erklärt, welche Experimente/ Beobachtungen gemacht wurden,					
Die Ergebnisse wurden erklärt.					
Es wurde gesagt, ob die Hypothese bestätigt wurde oder nicht.					





Die PULCHRA  
Lehrmaterialiensammlung



**Unsere zwei Stimmen gehen an die Gruppen:**



Die PULCHRA  
Lehrmaterialiensammlung



**Unsere zwei Stimmen gehen an die Gruppen:**



# PULCHRA

Participatory Urban Learning Community Hubs through  
Research and Activation

## Mein Forschungstagebuch

Name: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_



Datum: \_\_\_\_\_

Was habe ich heute gemacht?

Welche Methoden und Materialien habe ich dafür verwendet?

Das habe ich heute gelernt:

Das fand ich heute gut/ schlecht:

Datum: \_\_\_\_\_

Was habe ich heute gemacht?

Welche Methoden und Materialien habe ich dafür verwendet?

Das habe ich heute gelernt:

Das fand ich heute gut/ schlecht:





## Wie war der Forschungstag?

Der Forschungstag heute war...	interessant						langweilig
Die Zusammenarbeit mit meinen Mitschüler*innen war...	super						schlecht
Gelernt habe ich...	viel						nichts
Ich konnte meinen eigenen Fragen nachgehen:	ja						nein
Ich möchte nun mehr über das Thema Forschung erfahren:	ja						nein

Bitte vervollständige diese Sätze:

Vor dem Forschungstag heute wusste ich noch nicht, dass \_\_\_\_\_

---

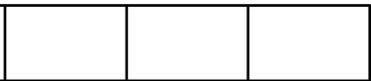
---

Ich war heute am meisten davon überrascht, dass \_\_\_\_\_

---

---





## Wie war die Forschungswoche?

Der Forschungstag heute war...	interessant						langweilig
Die Zusammenarbeit mit meinen Mitschüler*innen war...	super						schlecht
Gelernt habe ich...	viel						nichts
Ich konnte meinen eigenen Fragen nachgehen:	ja						nein
Ich möchte nun mehr über das Thema Forschung erfahren:	ja						nein

Bitte vervollständige diese Sätze:

Vor dem Forschungstag heute wusste ich noch nicht, dass \_\_\_\_\_

---

---

Ich war heute am meisten davon überrascht, dass \_\_\_\_\_

---

---





## Lehrinformation: Smartphone Apps zur Umweltbeobachtung

Eine Reihe von Smartphone Apps begleiten die PULCHRA Lehrmaterialiensammlung. Diese Apps müssen nicht installiert werden, sondern laufen im Browser. Die zentrale Website für die Apps ist:

<https://geographie.uni-koeln.de/oeffentlichkeit/buergerwissenschaften-mit-smartphones/app-uebersicht>

Für die folgenden Themen gibt es Apps. Kurze Erklärungen finden sich in den angegebenen Materialien

Wetterbeobachter (P28a)

<https://enketo.ona.io/x/2RTmeT7N>

Wolken Typen (P28b)

<https://enketo.ona.io/x/pULJ>

Blattschäden (P28c)

<https://enketo.ona.io/x/dFA26bHV>

Bodenart (P28d)

<https://enketo.ona.io/x/pUL9>

Bodentyp (P28e)

<https://enketo.ona.io/x/pUAo>

Tierspuren (P28f)

<https://enketo.ona.io/x/pUAH>

Landbedeckung / Landnutzung (P28g)

<https://enketo.ona.io/x/QhBEuk3e>

Pflanzen Phänologie (P28h)

<https://enketo.ona.io/x/pUx1>

Gewässerstrukturgüte (kurze Version) (P28i)

<https://enketo.ona.io/x/p0ku>

Gewässerstrukturgüte (Expertenversion) (P28j)

<https://enketo.ona.io/x/p05z>

Fließgeschwindigkeit und Abfluss (P28k)

<https://enketo.ona.io/x/p0xf>

Gestein (P28l)

<https://enketo.ona.io/x/f9br6yCH>



Informationen zu der Benutzung der Apps gibt es hier:

<https://geographie.uni-koeln.de/oeffentlichkeit/buergerwissenschaften-mit-smartphones/app-nutzung>

Dort finden sich auch FAQs und eine Liste bekannter Probleme, die es mit den Apps geben kann.

Der Sprachstil der Apps richtet sich an ältere Schüler\*innen, die mit der Fachsprache vertraut sind.



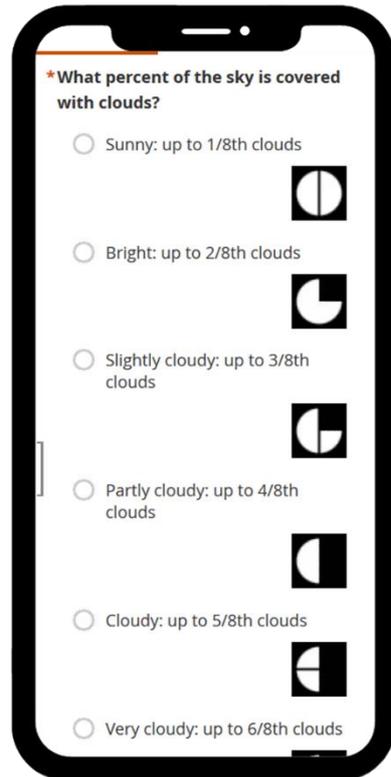
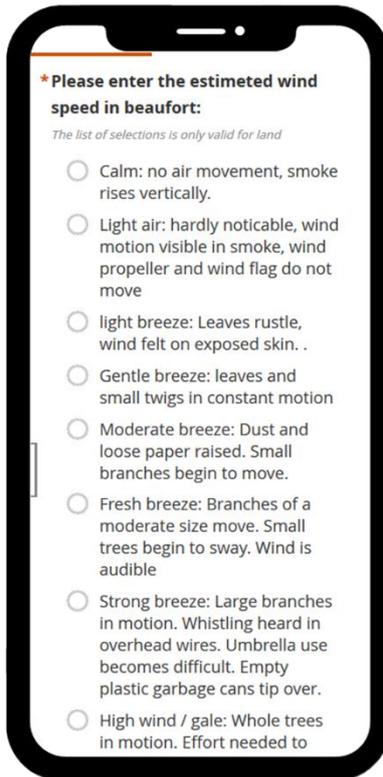


# App: Wetterbeobachter

Mit dieser App können Wetterphänomene beobachtet werden. Sie ist ein Teil der App-Sammlung zur Dokumentation von geographischen Exkursionen. Durch eine systematische Dokumentation können Prozesse in der Atmosphäre erkannt und in ihrer regionalen Ausprägung analysiert werden. Im Anschluss stehen die gesammelten Daten zur Auswertung zu Verfügung. Wir hoffen, dass du Spaß auf deiner Exkursion und beim Erforschen deiner Umwelt hast.

Diese App gibt es hier: <https://enketo.ona.io/x/2RTmeT7N>

Sprachen (Weitere Sprachen werden im Laufe des Projektes hinzugefügt):



Smartphone image cut out from <http://www.pngall.com/?p=35820>, license CC 4.0 BY-NC



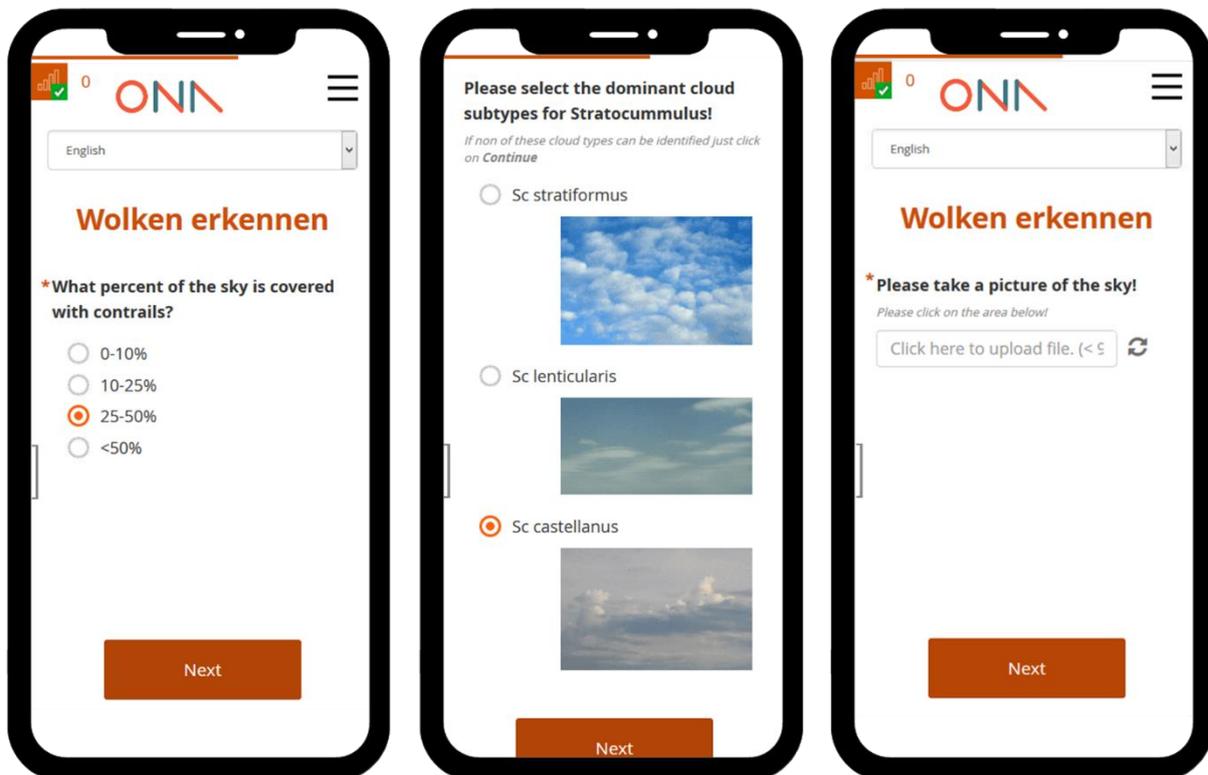
## App: Wolken erkennen

Mit dieser App kannst du verschiedene Wolkentypen identifizieren. Anhand der Wolkenbeobachtung wirst du dabei vieles über das aktuelle Wetter und den Zustand der Atmosphäre lernen. Vielleicht wirst du im Anschluss sogar eine eigene Wetterprognose abgeben können. Wenn du das Wetter und die Wolken über mehrere Stunden oder Tage beobachtest, wirst du Regelmäßigkeiten in den atmosphärischen Prozessen erkennen (z.B. eine Warmfront, eine Kaltfront, Gewitter oder Nebelbildung).

Ob die App in der Schule, für wissenschaftliche Zwecke oder einfach nur aus Spaß verwendet wird, Wolken und ihre Veränderungen zu beobachten ist nicht nur wissenschaftlich wichtig, sondern auch spannend! Du wirst überrascht sein, wie viele interessante Dinge du über die Atmosphäre lernen kannst, wenn du die Wolken beobachtest. Viel Spaß beim Entdecken!

Diese App gibt es hier: <https://enketo.ona.io/x/pULJ>

Sprachen (Weitere Sprachen werden im Laufe des Projektes hinzugefügt):



Smartphone image cut out from <http://www.pngall.com/?p=35820>, license CC 4.0 BY-NC

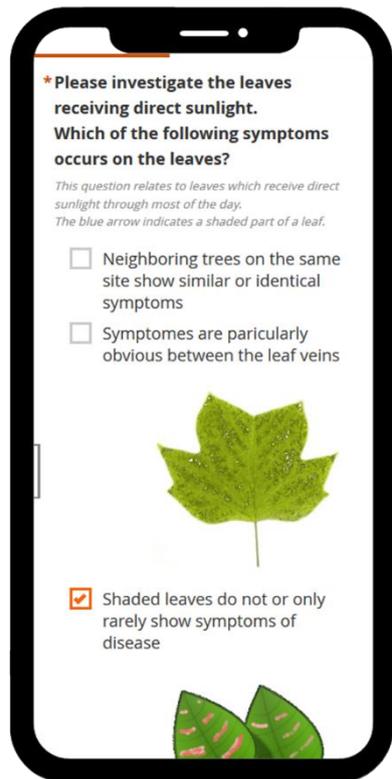
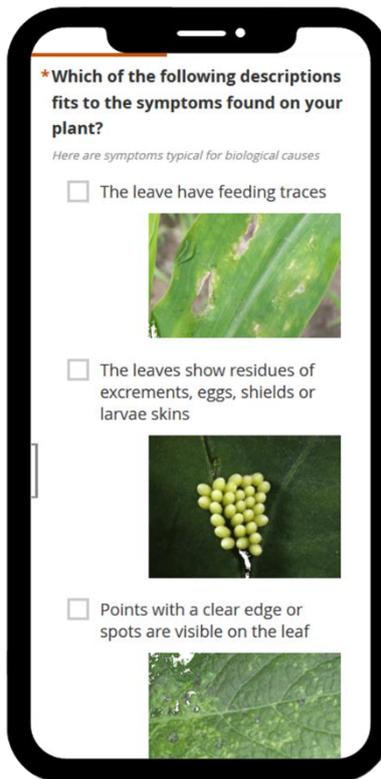


# App: Blattschäden

Pflanzen und insbesondere ihre Blätter können Indikatoren für Umweltverschmutzung sein. Diese App hilft dir dabei, Symptome von Krankheiten an Bäumen zu erkennen. Diese App behandelt zum Teil auch Symptome in Zusammenhang mit Ozonschäden. Aber natürlich gibt es auch viele andere Stressfaktoren wie Dürrestress, Nährstoffstress oder Insekten, die sichtbare Schäden an den Blättern hinterlassen. Die App soll dabei helfen, Blattschäden zu identifizieren und eine erste Diagnose abzugeben. Für eine Diagnose mit höherer Sicherheit würden weitere Daten und Messungen benötigt. Viel Spaß beim Entdecken!

Diese App gibt es hier: <https://enketo.ona.io/x/dFA26bHV>

Sprachen (Weitere Sprachen werden im Laufe des Projektes hinzugefügt):



Smartphone image cut out from <http://www.pngall.com/?p=35820>, license CC 4.0 BY-NC





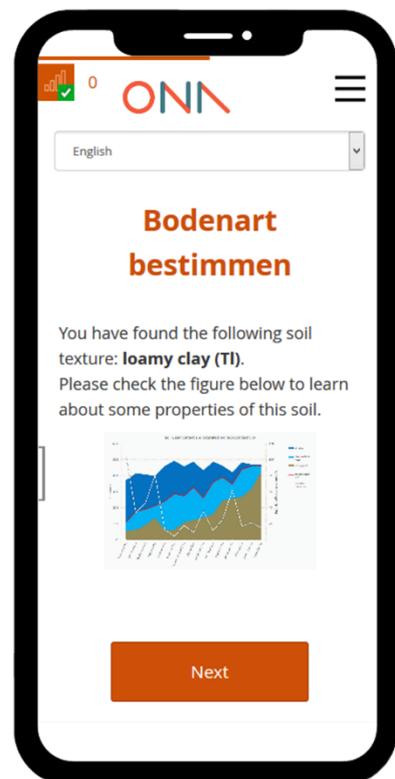
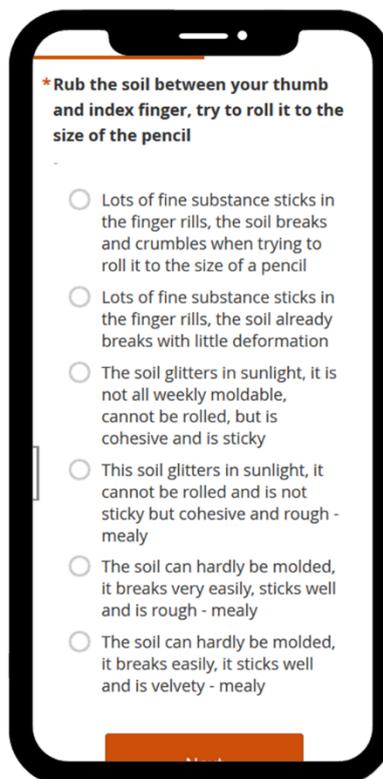
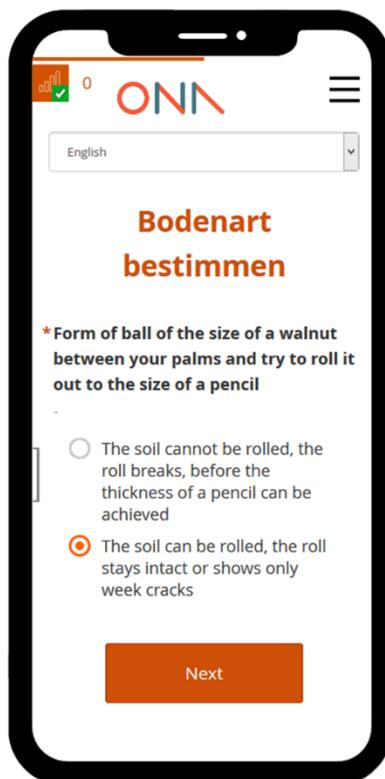
## App: Bodenart bestimmen

Mit dieser App kannst du die Bodenart bestimmen. Die Bodenart ist eigentlich nur ein anderes Wort für die Korngrößenverteilung. Mit dieser App kannst du die Anteile von Ton, Schluff und Sand bestimmen. Die Bodenart hat eine große Bedeutung für das Pflanzenwachstum, aber auch für die Wasserleitfähigkeit und die Nährstoffverfügbarkeit eines Bodens. Wenn du die Bodenart eines Bodens kennst, weißt du schon vieles über seine Entwicklung und seine Eigenschaften.

Du wirst überrascht sein, wie viel Variation es in den Böden gibt und wie der Boden die Pflanzengesellschaften bestimmt. Entdecke deine Umwelt und erlebe, wie Pflanzen, Böden und das Klima zusammenhängen!

Diese App gibt es hier: <https://enketo.ona.io/x/pUL9>

Sprachen (Weitere Sprachen werden im Laufe des Projektes hinzugefügt):



Smartphone image cut out from <http://www.pngall.com/?p=35820>, license CC 4.0 BY-NC



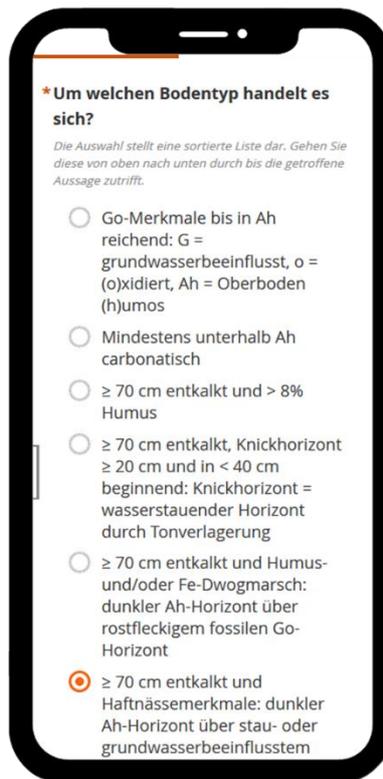


## App: Bodentyp bestimmen

Mit dieser App kannst du den Bodentyp herausfinden. Der Bodentyp ergibt sich aus der Abfolge der verschiedenen Bodenhorizonte. Anhand dessen kannst du viel über die Bedingungen und den Zustand eines Bodens sagen. Der Bodentyp ist nicht nur für das Pflanzenwachstum wichtig, sondern auch für die Bodenchemie und die Nährstoffverfügbarkeit. Du wirst überrascht sein, wie unterschiedlich Böden sein können und wie sie das Vorkommen von Pflanzen bestimmen. Entdecke deine Umwelt und erlebe, wie Pflanzen, Böden und das Klima zusammenhängen!

Diese App gibt es hier: <https://enketo.ona.io/x/pUAo>

Sprachen (Weitere Sprachen werden im Laufe des Projektes hinzugefügt):



Smartphone image cut out from <http://www.pngall.com/?p=35820>, license CC 4.0 BY-NC



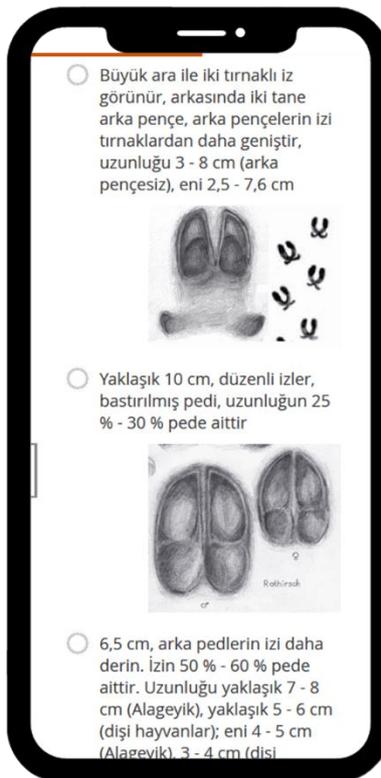


## App: Tierspuren

Diese App hilft dir dabei, Tiere anhand ihrer Spuren zu erkennen. Wir teilen unseren Lebensraum mit einer Vielzahl von anderen Lebewesen. Auch wenn wir die Wildtiere oft nicht sehen, sollten wir uns so verhalten, dass wir sie nicht unnötig stören, oder ihren Lebensraum zerstören. Dafür ist es natürlich wichtig zu wissen, welche Tiere es sind, mit denen wir den Lebensraum teilen. Genau dabei können uns die Tierspuren helfen! Nutze diese App, um herauszufinden, welche Tiere es in deiner Umgebung gibt und was sie für Lebensräume und Bedürfnisse haben. So kannst du dabei helfen, den Lebensraum für Tier und Mensch zu erhalten. Viel Spaß dabei, die Welt der Tiere in deiner Gegend zu entdecken!

Diese App gibt es hier: <https://enketo.ona.io/x/pUAH>

Sprachen (Weitere Sprachen werden im Laufe des Projektes hinzugefügt):



Smartphone image cut out from <http://www.pngall.com/?p=35820>, license CC 4.0 BY-NC



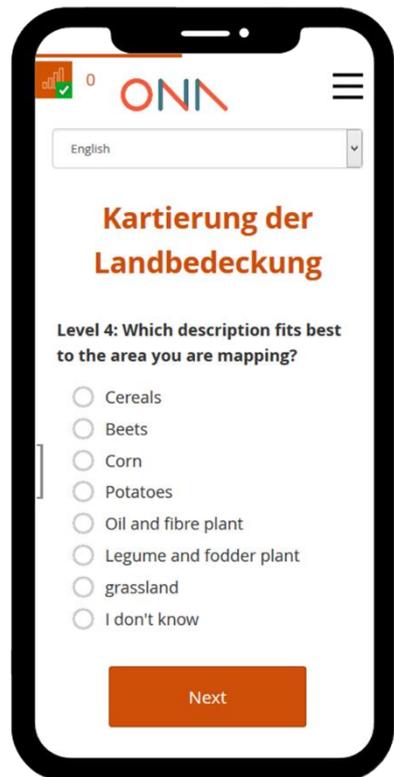
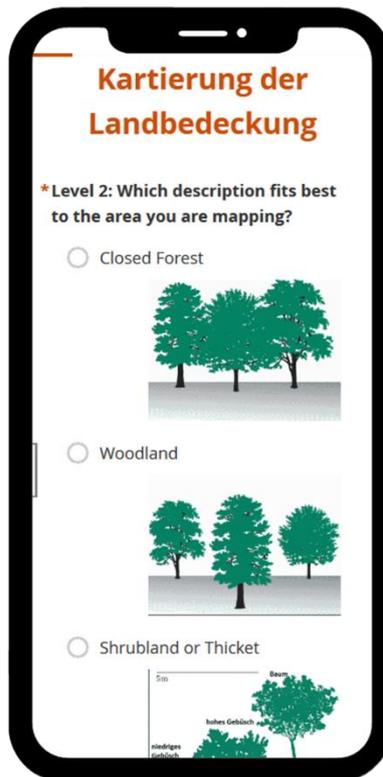


## App: Landnutzung und Landbedeckung

Mit dieser App kannst du Vegetation, Landnutzung und Landbedeckung kartieren. Ob du die App im Unterricht, für die Wissenschaft oder einfach aus Spaß nutzt, das Kartieren von Landbedeckung ist nicht nur wissenschaftlich relevant, sondern auch sehr interessant! Du wirst verwundert sein, wie schnell sich Landschaften verändern! Entdecke deine Umwelt und erlebe die Dynamik, mit der sich Landnutzung verändert!

Diese App gibt es hier: <https://enketo.ona.io/x/QhBEuk3e>

Sprachen (Weitere Sprachen werden im Laufe des Projektes hinzugefügt):



Smartphone image cut out from <http://www.pngall.com/?p=35820>, license CC 4.0 BY-NC



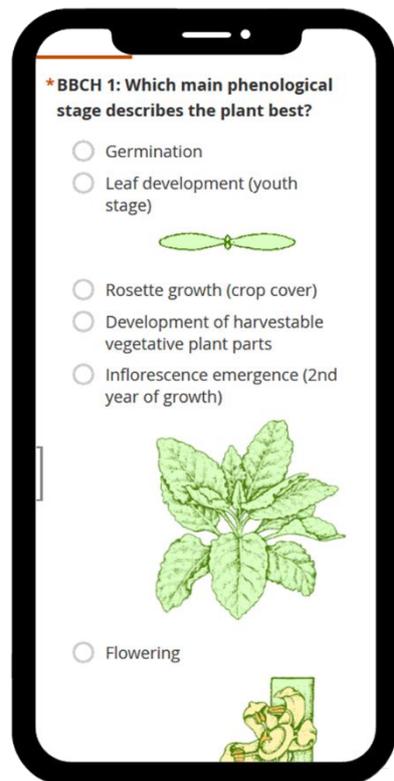
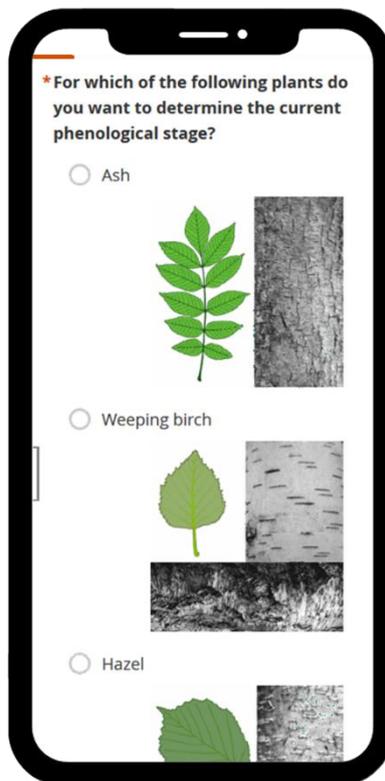
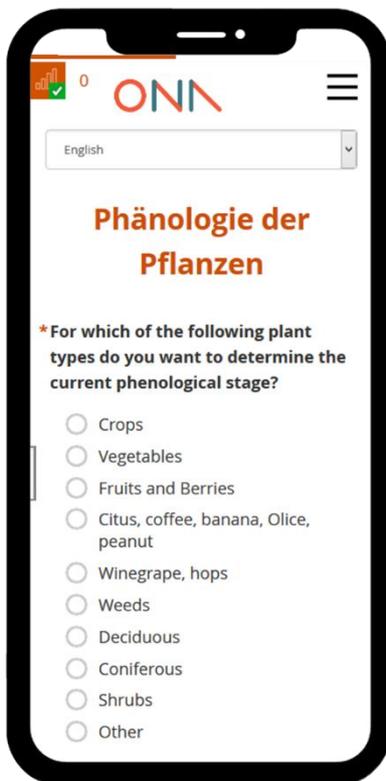


## App: Phänologie der Pflanzen

Mit dieser App kannst du die Phänologie verschiedener Pflanzen bestimmen. Dazu wird die wissenschaftlich anerkannte BBCH Methode verwendet. Entdecke deine Umwelt und lerne den Zusammenhang von Klima und Pflanzenwachstum kennen.

Diese App gibt es hier: <https://enketo.ona.io/x/pUx1>

Sprachen (Weitere Sprachen werden im Laufe des Projektes hinzugefügt):



Smartphone image cut out from <http://www.pngall.com/?p=35820>, license CC 4.0 BY-NC



## App: Gewässerstrukturgüte, Kurzversion

Mit dieser App kannst du die Güte der Struktur eines Gewässers bestimmen. Dies ist die verkürzte Version für Einsteiger, eine ausführlichere Version, die mehr Zeit in Anspruch nimmt, findest du in Material P28j.

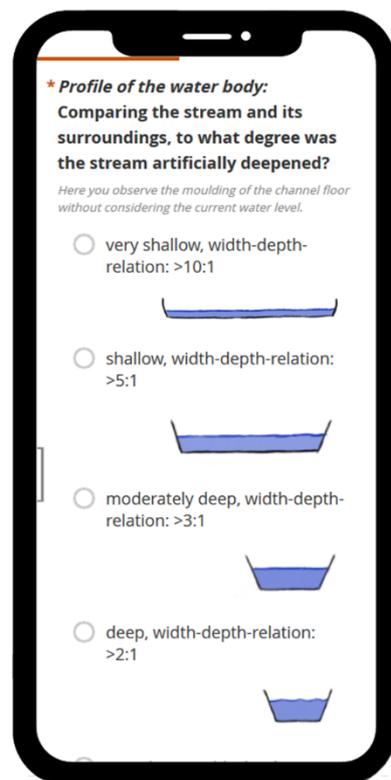
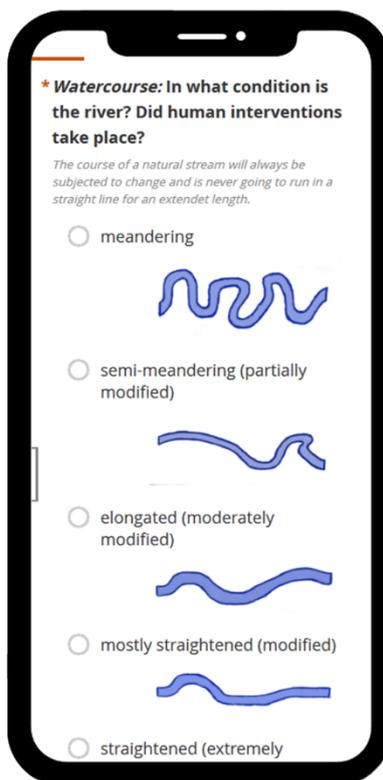
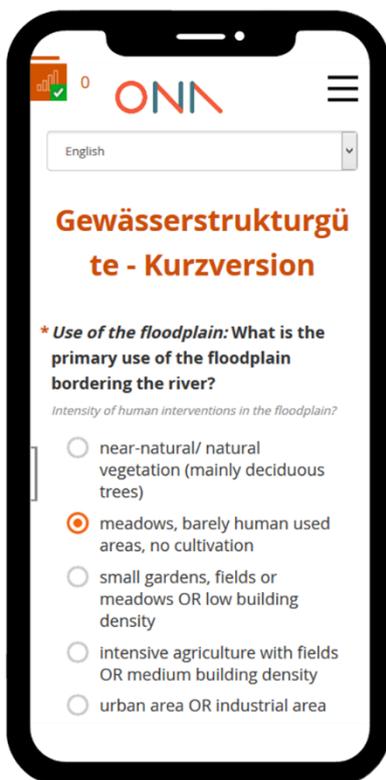
Lerne mehr über den Zustand der Gewässer in deiner Umgebung und hilf dabei, diese wertvolle Umwelt zu erhalten und zu verbessern.

Die Gewässerstrukturgüte beschreibt die Vielfalt an Formen eines Gewässers. Die Gewässerstrukturgüte hat einen starken Einfluss auf die physischen, chemischen und biologischen Eigenschaften von Gewässern. Aus diesem Grund kann die Gewässerstrukturgüte einiges über den Zustand eines Gewässers, wie z.B. über den allgemeinen Gesundheitszustand des Ökosystems, sagen.

Um die Gewässerstrukturgüte zu untersuchen solltest du dir einen etwa 100 Meter langen Abschnitt des Gewässers anschauen.

Diese App gibt es hier: <https://enketo.ona.io/x/p0ku>

Sprachen (Weitere Sprachen werden im Laufe des Projektes hinzugefügt):



Smartphone image cut out from <http://www.pngall.com/?p=35820>, license CC 4.0 BY-NC





## App: Gewässerstrukturgüte, Expertenversion

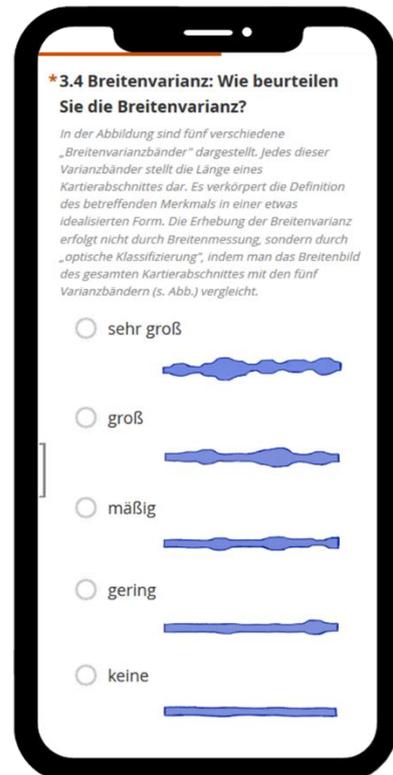
Mit dieser App kannst du die Gewässerstrukturgüte eines Gewässers bestimmen.

Unsere Gewässer sind ein wichtiger Teil unserer Umwelt. Die Bedeutung blieb aber lange unberücksichtigt, was steigende Überflutungsrisiken, eine sich verschlechternde Umweltqualität und viele andere Nachteile mit sich brachte. Aus diesem Grund hatten sich die EU-Mitgliedsstaaten das ambitionierte Ziel gesetzt, einen guten ökologischen Zustand aller Gewässer bis 2015 zu erreichen. Der Maßstab für die Bewertung ist dabei der potenzielle, natürliche Zustand. Um einen guten Zustand herzustellen und zu erhalten ist deine Mithilfe gefragt!

Wie weit sind die Maßnahmen bisher umgesetzt worden? Mit dieser App kannst du es herausfinden! Die App ist recht umfangreich und entspricht der Vorgehensweise von Experten. Die Gewässerstrukturgüte wird in sechs Kategorien unterteilt, du musst aber nicht unbedingt alle bearbeiten, du kannst dir auch nur ein bis zwei Kategorien anschauen. Alternativ kannst du auch die vereinfachte Version der App verwenden, die du in Material P28i der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung findest.

Diese App gibt es hier: <https://enketo.ona.io/x/p05z>

Sprachen (Weitere Sprachen werden im Laufe des Projektes hinzugefügt):



Smartphone image cut out from <http://www.pngall.com/?p=35820>, license CC 4.0 BY-NC





## App: Fließgeschwindigkeit und Abfluss

Mit dieser App kannst du die Fließgeschwindigkeit und den Abfluss eines Flusses oder Baches abschätzen. Der Abfluss ist die Menge Wasser, die in einem bestimmten Zeitraum durch das Gewässer fließt. Aus diesem Grund wird der Abfluss in m<sup>3</sup>/sec angegeben.

Du kannst die Strömungsgeschwindigkeit bestimmen als:

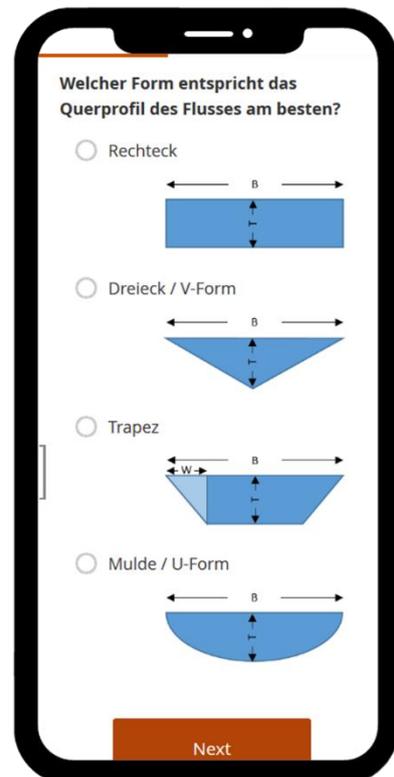
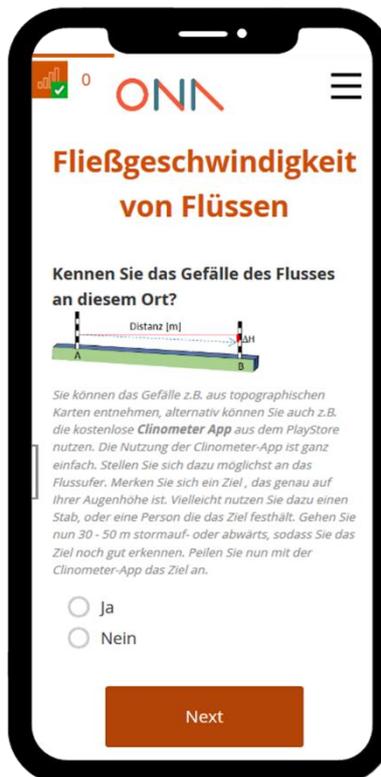
$$\text{Strömungsgeschwindigkeit} = \text{Potentialdifferenz} / \text{Strömungswiderstand.}$$

Das treibende Potential ist die Schwerkraft.

Die Potentialdifferenz ist also das Gefälle (S) des Flusses oder Baches. Der Fließwiderstand ergibt sich aus der Rauigkeit des Untergrunds (n) und dem Verhältnis des vom Fluss oder Bach durchflossenen Querschnitts (A) zur Länge des benetzten Umfangs (P). A/P wird auch als hydraulischer Radius (R) bezeichnet. Die mittlere Fließgeschwindigkeit (v) wird hier nach der Manning-Strickler-Methode berechnet als:  $v = 1 / n * R^{2/3} * S^{1/2}$ . In der App gibt es hierzu eine anschauliche Zeichnung.

Diese App gibt es hier: <https://enketo.ona.io/x/p0xf>

Sprachen (Weitere Sprachen werden im Laufe des Projektes hinzugefügt):



Smartphone image cut out from <http://www.pngall.com/?p=35820>, license CC 4.0 BY-NC



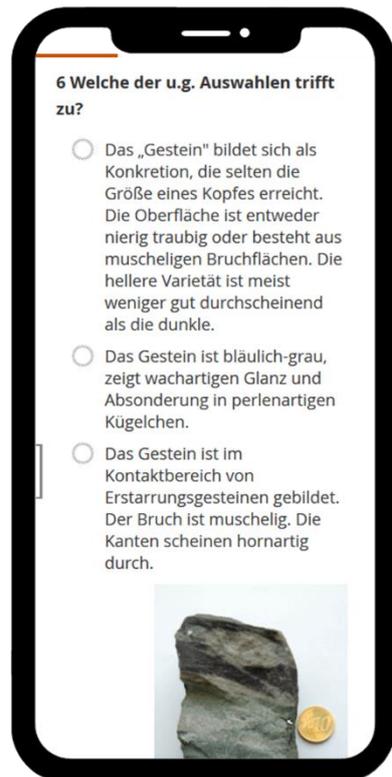
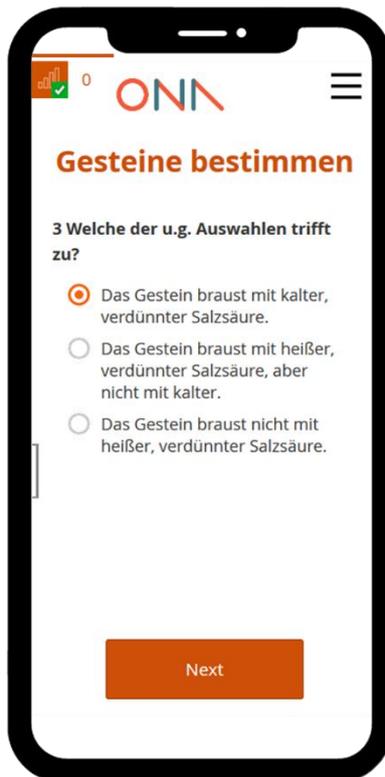
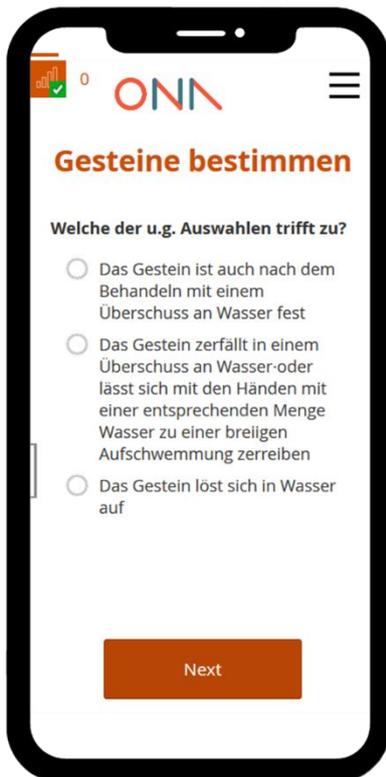


## App: Gestein bestimmen

Mit dieser App kannst du Gestein bestimmen. Sie ist ein Teil der App-Sammlung für die Dokumentation von geographischen Exkursionen. Die systematische Dokumentation erlaubt es dir, Zusammenhänge und Wechselwirkungen in der Mensch-Umwelt Beziehung in ihrer regionalen Auswirkung zu analysieren. Die gesammelten Daten stehen für eine anschließende Evaluation zur Verfügung. Wir wünschen dir viel Spaß beim Entdecken deiner Umwelt!

Diese App gibt es hier: <https://enketo.ona.io/x/f9br6yCH>

Sprachen (Weitere Sprachen werden im Laufe des Projektes hinzugefügt):



Smartphone image cut out from <http://www.pngall.com/?p=35820>, license CC 4.0 BY-NC





## Geeignete Forschungsfragen

Die Forschungsfrage ist der Startpunkt des Forschungskreislaufs. Sie gibt an, was wir mit unserer Forschung herausfinden wollen.

- Bevor die Forschungsfrage aufgestellt werden kann, muss das Thema festgelegt und eingegrenzt werden.
- Die Fragestellung muss ein Fragewort wie was, welcher, wie, warum oder wo enthalten.
- Die Fragestellung muss komplex genug, aber nicht zu komplex sein.
- Es muss möglich sein, die Frage in der gegebenen Zeit mit den gegebenen Mitteln zu beantworten.

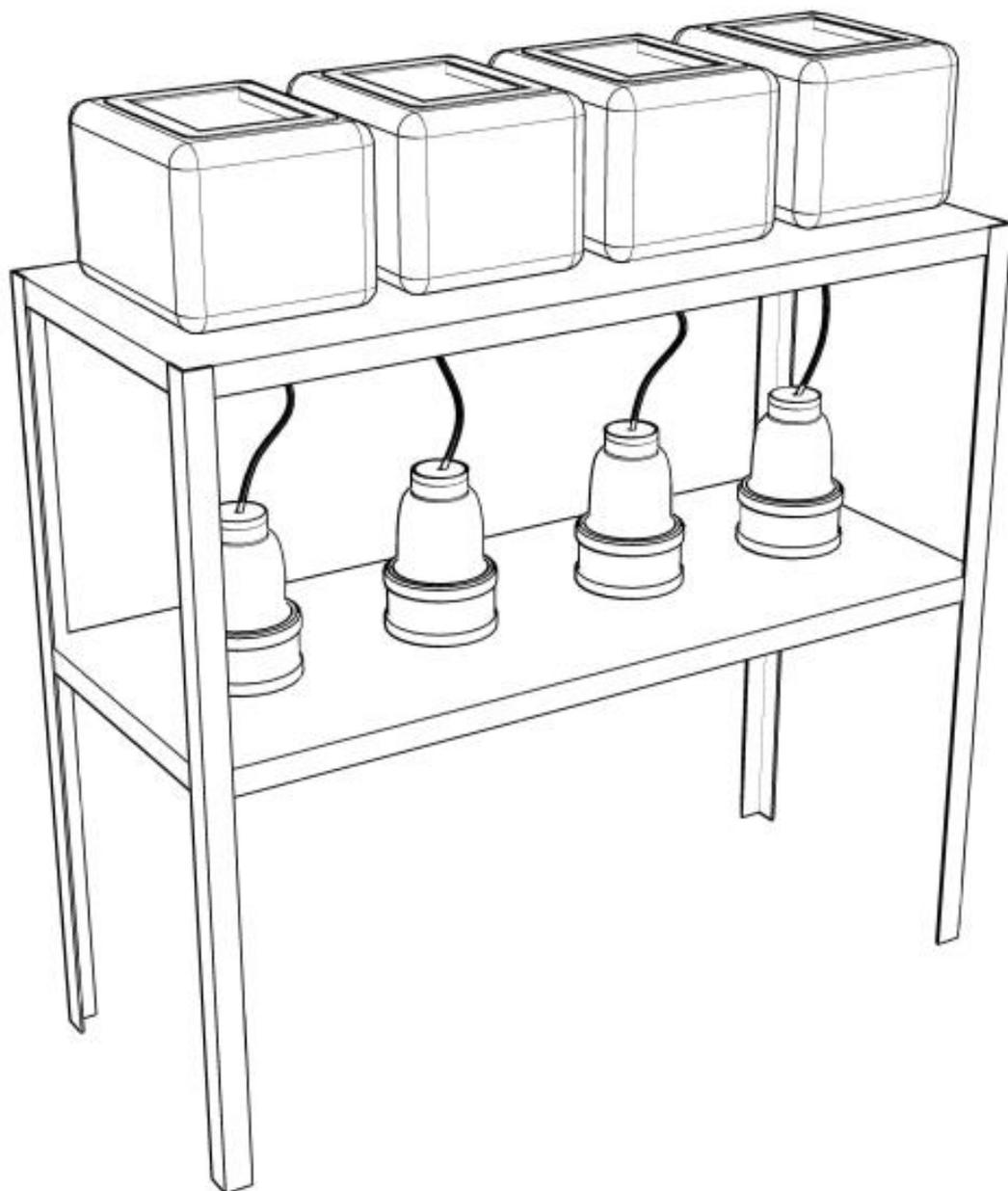
**Denke nun über ein gutes Beispiel für eine Forschungsfrage nach und schreibe sie in den Kasten. Diskutiere dann in deiner Gruppe, warum du denkst, dass dies eine Forschungsfrage sein kann.**





# Das Cool City Lab

## Eine Bauanleitung



Autoren: Karl Kemper, Tim G. Reichenau, Karl Schneider

Geographisches Institut, Universität zu Köln, 2020



# 1. Das Cool City Lab

Selbst bei kurzen Spaziergängen in der Stadt zeigt sich, dass es sich an verschiedenen Orten verschieden warm anfühlt. Mit dem Cool City Lab wollen wir das erforschen. Es geht um die Frage „Warum fühlt es sich an manchen Orten der Stadt wärmer oder kälter an als an anderen?“. Wenn du dir an verschiedenen Orten die Oberflächenbeschaffenheit anschaust siehst du, dass der Boden überall anders ist. Manchmal ist er, z.B. bei hellem Kies, fast weiß, manchmal ist er, wie z.B. auf den Straßen, fast schwarz. Mit Hilfe des Cool City Labs können wir untersuchen, was die Untergründe Sand, Asphalt, Kies und Gras für einen Einfluss auf die Temperatur ihrer Umgebung haben.



## 2. Teileliste

1. **Styroporboxen**: 4 Stück in den Außenmaßen: Länge 26 cm, Breite 21 cm Höhe 18 cm.
2. **Metallregal**: etwa in den Maßen: Breite 100 cm, Tiefe 40 cm, Höhe 90 cm. In diesem Beispiel ist es ein Steckregal aus dem Baumarkt.
3. **Trichter**: 4 einfache Plastiktrichter mit etwa 7,5 cm Durchmesser. Der Auslass unten muss passend sein, sodass der Schlauch aus Punkt 9 darauf oder hinein geschoben werden kann.
4. **Maschinenschrauben**: 4 Stück M4x20 mit Muttern, 8 Stück M8x40 mit 8 Muttern und 8 Unterlegscheiben passend für M8.
5. **Plastikrohr** (z.B. Kabelrohr): 4 Stück in den Maßen: Länge 7 cm, Außendurchmesser 2 cm.
6. **Klemmschelle**: 4 Stück, passend für das Plastikrohr in Punkt 5.



7. **Holzleiste**: 4 Stück, Maße passen zur Größe der Styroporbox: z.B. Länge 30 cm, Breite 2 cm, Stärke 0,5 cm.
8. **Draht**: 4 Stücke einfacher Blumendraht, Länge: etwa 10 cm.
9. **Schlauch**: 4 Stück, in den Maßen: Länge 40 cm (je nach Regal), Außendurchmesser etwa 1 cm (so dick, dass er auf oder in den Auslass des Trichters aus Punkt 3 geschoben werden kann).
10. **Weithalsflasche**: 4 Stück, mit einem Liter Fassungsvermögen.
11. **Überschiebmuffe** (Abwasserrohr): 4 Stück.
12. **Muffenstopfen**: 4 Stück, für Überschiebmuffen aus Punkt 11.
13. **Aluschale**: 12 Stück, etwa in den Maßen: Länge 22 cm, Breite 17 cm, Höhe 3 cm. Die Grundfläche muss kleiner sein, als der Deckel der Box aus Punkt 1.
14. **Acrylfarbe** in Schwarz, Rot und Grün.
15. **Temperatursensoren** (z.B. iButtons), 4 Stück.



16. Helle **Steine** (die gibt es z.B. im Baumarkt, häufig als „Zierkies“), sie dürfen ruhig relativ groß sein.

17. **Blumenerde** und **Grassamen**

18. **Asphalt** (dieser kann oft von einer Straßenbaustelle besorgt werden, vorausgesetzt, es wird freundlich gefragt. Es gibt auch teilweise in Baumärkten Asphalt für die private Anwendung, schaue da jedoch nach, dass es wirklich Asphalt, und kein Bitumen ist.)

19. **Sand** (z.B. Spielsand aus dem Baumarkt)



# 3. Die Boxen

Die vier Boxen stehen später auf dem Regal. Sie werden mit unterschiedlichen Materialien (Gras, Asphalt, Steine, Sand) bedeckt, um dann im Innern der Boxen die Auswirkungen der unterschiedlichen Bedeckungen zu messen.

## Du brauchst:

Material: Die vier Styroporboxen, die Aluschalen, die Acrylfarben.

Werkzeug: Ein scharfes Messer, einen Stift, ein Maßband oder Zollstock, einen Pinsel, einen Akkuschrauber mit einem 8 mm Bohrer.

## Du tust:

Als erstes werden die Boxen angemalt.

1. Dafür nimmst du den Pinsel und malst die erste Box schwarz an, die zweite grün und die dritte rot. Dazwischen wäschst du den Pinsel jedes Mal aus. Die letzte Box bleibt einfach weiß.

Dann, nachdem die Farbe getrocknet ist, werden die Aluschalen in die Styroporboxen eingesetzt.

2. Als Erstes misst du die Aluschalen aus. Diese werden in den Deckel der Styroporboxen eingesetzt. Darum misst du nur die Schale selbst, ohne den umgeknickten Rand.
3. Dann zeichnest du auf den Deckel einer Styroporbox ein Rechteck in den Maßen der Aluschale. Du kannst auch die Aluschale als Schablone nutzen und ihren Umriss aufzeichnen. Achte aber darauf, dass die Schalen meist nach oben hin größer werden. Dann schneidest du die Öffnung für die Schalen mit dem Messer aus.
4. Jetzt legst du drei Aluschalen übereinander, damit sie etwas mehr Stabilität bekommen und bohrst in ihre Mitte ein Loch mit dem 8 mm Bohrer.
5. Nun legst du die drei Aluschalen in das Loch im Deckel der Styroporbox.

Die Schritte 3 bis 5 wiederholst du nun mit allen vier Boxen, die Deckel sehen dann in etwa aus wie auf der Abbildung.



## 4. Das Innere der Boxen

Als Nächstes wird das Innere der Boxen vorbereitet. Das Wasser, das durch das Loch in der Aluschale kommt, soll mit einem Trichter gesammelt und in einer Flasche aufgefangen werden.

### Du brauchst:

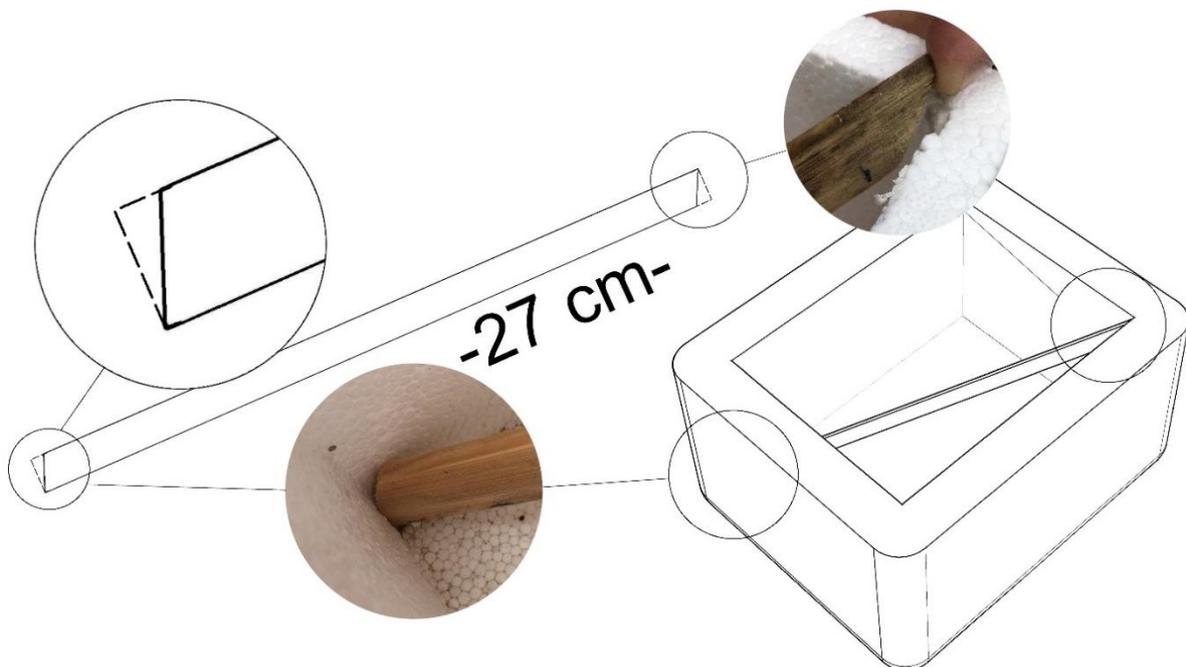
Material: die Trichter, den dazu passenden Plastikschauch, die Holzleisten, die Maschinenschrauben M4x20 mit Muttern, das 2 cm Plastikrohr, die dazu passende Klemmschelle, den Draht.

Werkzeug: eine Säge, einen Stift, ein Maßband oder Zollstock, einen Akkuschrauber mit einem 4 mm und einem 10 mm Bohrer (oder so dick, wie dein Schlauch ist) und eine Feinsäge.

### Du tust:

1. Zunächst musst du nun die Diagonale deiner Styroporbox ausmessen, also von der Ecke vorne unten zu der Ecke oben hinten, einmal schräg durch die ganze Box. Das ist die längste in der Box messbare Strecke.
2. In dieser Länge sägst du nun deine Holzleiste ab.
3. Dann sägst du an beiden Seiten der Holzleiste noch eine Ecke ab, so wie auf der Abbildung unten, damit sie die Form eines Parallelogramms hat und in deine Styroporbox passt.

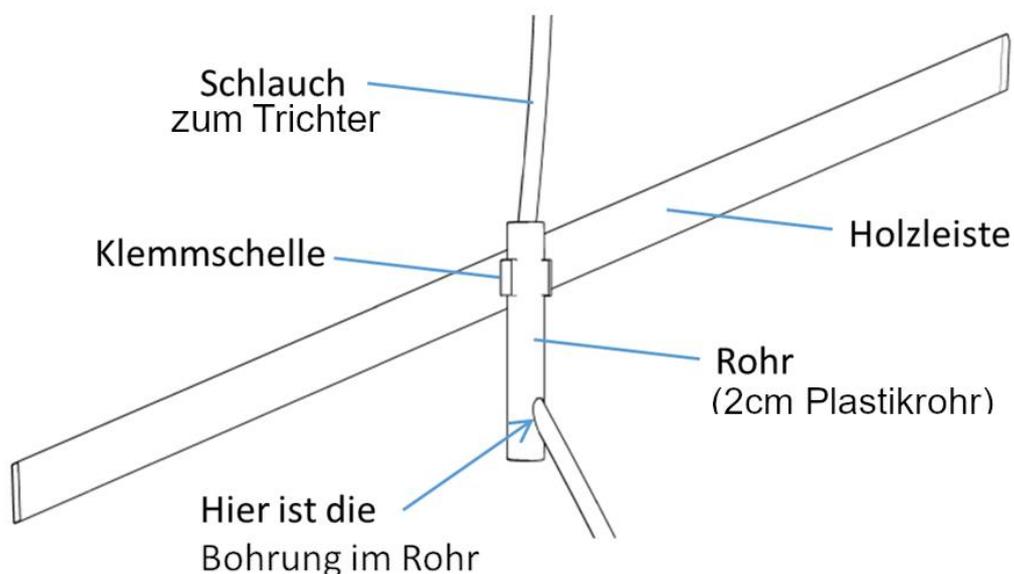
Die Schritte 2 und 3 wiederholst du nun wiederum bis du Leisten für alle vier Boxen hast.



Dann wird an der Holzleiste das Rohr angebracht, das den Trichter hält, der das Wasser aufammelt.

4. Hierfür bohrst du mit einem 4 mm Bohrer ein Loch mittig in die Holzleiste und bringst die Klemmschelle mit der M4x20 Schraube und der passenden Mutter an dieser Stelle an.
5. Dann bringst du das 2 cm Plastikrohr mit der Feinsäge auf etwa 7 cm Länge, vielleicht musst du die Länge aber später noch etwas anpassen.
6. Nun bohrst du mit dem 10 mm Bohrer (Durchmesser passend zum Schlauch) im unteren Bereich ein Loch in das Rohr, durch das du dann den Schlauch fädelt. Schau dir die Abbildung an, um besser zu verstehen, was gemeint ist.
7. Dann setzt du alles zusammen, also den Schlauch in das Plastikrohr und durch das Loch, das Rohr in die Klemmschelle und dann die Holzleiste mit dem Plastikrohr in die Styroporbox.
8. Auf dem Boden der Styroporbox markierst du nun, an welcher Stelle der Schlauch, der aus dem Rohr kommt durch den Boden der Box gehen soll.
9. Dann bohrst du an dieser Stelle ein Loch mit dem 10 mm Bohrer (oder dem Bohrer, der zu deinem Schlauch passt) durch den Boden der Box und fädelt den Schlauch hindurch, so dass er jetzt unten aus der Box schaut.

Diese Schritte wiederholst du nun wiederum mit allen vier Boxen.



Dann wird noch der Trichter an deine Konstruktion angebracht.

10. Hierfür steckst du den Auslass des Trichters je nach Größe in oder auf den Schlauch, der oben aus dem Plastikrohr herausschaut. Wenn die Durchmesser richtig sind, sollte die Verbindung von Trichter und Schlauch fest und dicht sein.

Und wieder wiederholst du den Schritt für alle vier Boxen.

Als letzten Schritt musst du nun noch die Halterung für den Temperatursensor bauen.

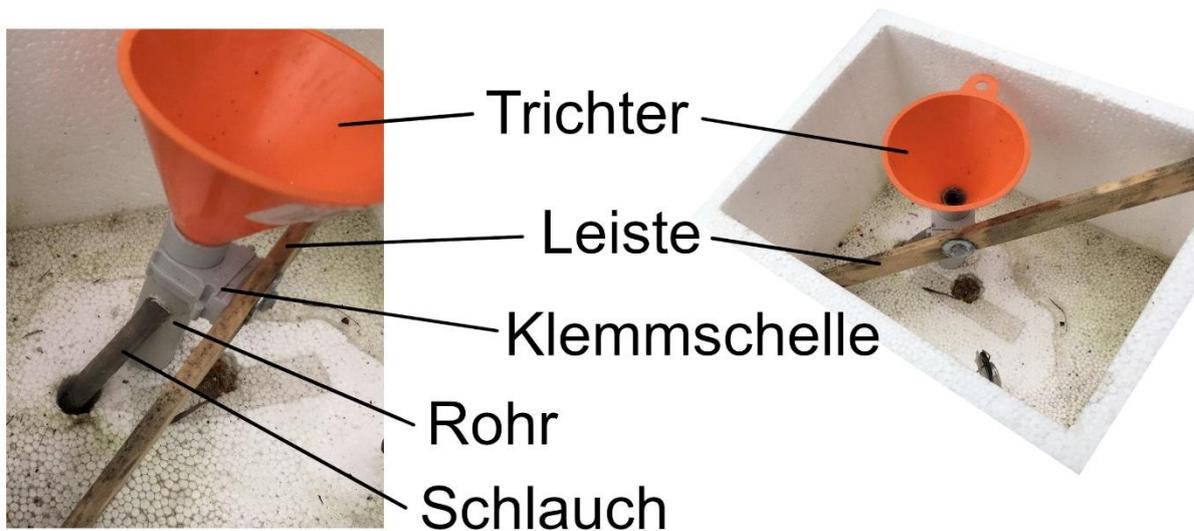


11. Dafür biegst du einfach ein Stück Draht so, dass du das eine Ende von innen in die Wand der Styroporbox stecken kannst. In das andere Ende biegst du einen kleinen Haken, so dass du einen Temperatursensor daran aufhängen kannst.

Wichtig ist dabei nur, dass der Temperatursensor selbst in der Luft hängt und nichts berührt, damit auch wirklich die Lufttemperatur und nicht die einer Oberfläche gemessen wird.

Diesen Schritt wiederholst du wiederum für alle vier Boxen.

Nun kannst du alles zusammenbauen, es sollte dann in etwa so aussehen, wie auf den folgenden Abbildungen.



# 5. Das Anbringen der Boxen auf dem Regal

Die fertigen Boxen kannst du nun auf deinem Metallregal anbringen. Dazu werden die Boxen durch ein Loch in ihrem Boden und im oberen Board des Regals festgeschraubt.

## Du brauchst:

Material: Das Metallregal, die M8x40 Schrauben mit Muttern und Unterlegscheiben,

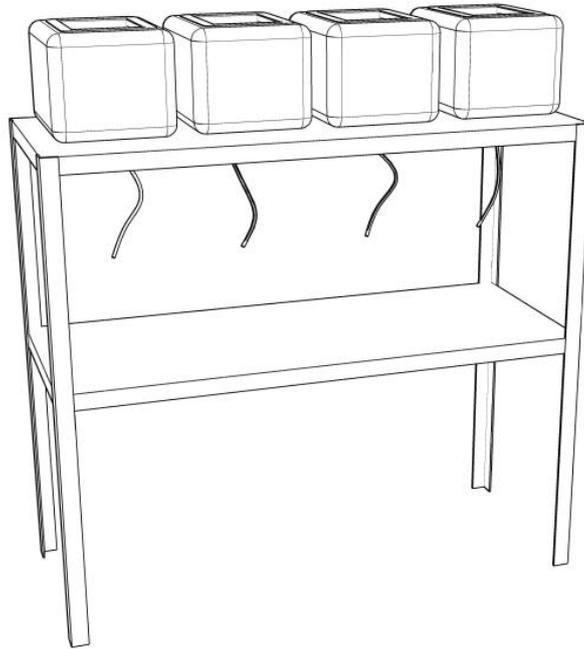
Werkzeug: Einen Schraubenschlüssel für die 8 mm Schraube, einen Akkuschauber mit einem 8 mm Bohrer und einem 10 mm Bohrer (oder passend zu der Dicke deines Schlauches). Um durch das Regal zu bohren nimmst du hier Metallbohrer.

## Du tust:

1. Baue das Regal nach Anleitung des Herstellers auf, so dass es in etwa so aussieht, wie auf der Abbildung unten.
2. Dann platzierst du die Boxen in gleichem Abstand oben auf dem Regal. Dafür musst du die Schläuche noch einmal aus dem Loch im Boden der Boxen herausziehen.
3. Dann bohrst du relativ mittig, aber nicht zu nah an der Stelle, an der das Plastikrohr aufsitzt, mit dem 8 mm Bohrer ein Loch durch den Boden der Styroporkiste und das Metallregal.
4. Dann fädelst du die Unterlegscheibe auf die M8x40 Schraube und steckst sie von oben in das eben gebohrte Loch.
5. Dann befestigst du die Schraube und damit die Box von unten mit der passenden Mutter am Regal.
6. Jetzt bohrst du mit dem 10 mm Bohrer (oder dem, der der Dicke deines Schlauches entspricht) noch einmal in das für den Schlauch bereits vorhandene Loch im Boden der Styroporbox. Dieses Mal bohrst du auch durch das Metallregal.
7. Dann kannst du den Schlauch wieder durch das Loch stecken, so dass er nun unten aus dem Regalboard schaut.



Die Schritte 2 bis 7 wiederholst du nun mit allen vier Styroporboxen.



# 6. Die Sickerwasserauffangflaschen

Das Wasser, das durch den Inhalt der Aluschalen sickert und in den Trichter tropft, soll auf der unteren Ebene des Regals in Flaschen gesammelt werden.

## Du brauchst:

Material: Die Weithalsflaschen, die Überschiebmuffen und die Muffenstopfen, die M8x40 Maschinenschrauben mit Muttern und Unterlegscheiben.

Werkzeug: Einen Schraubenschlüssel für die M8x40 Schrauben, einen Akkuschauber mit einem 8 mm Bohrer und einem 10 mm Bohrer (der Bohrer muss zu dem Schlauch passen). Um durch das Regal zu bohren nimmst du hier Metallbohrer. Wenn deine Weithalsflaschen keine Messskala an der Seite haben brauchst du außerdem einen wasserfesten Stift und einen Messbecher.

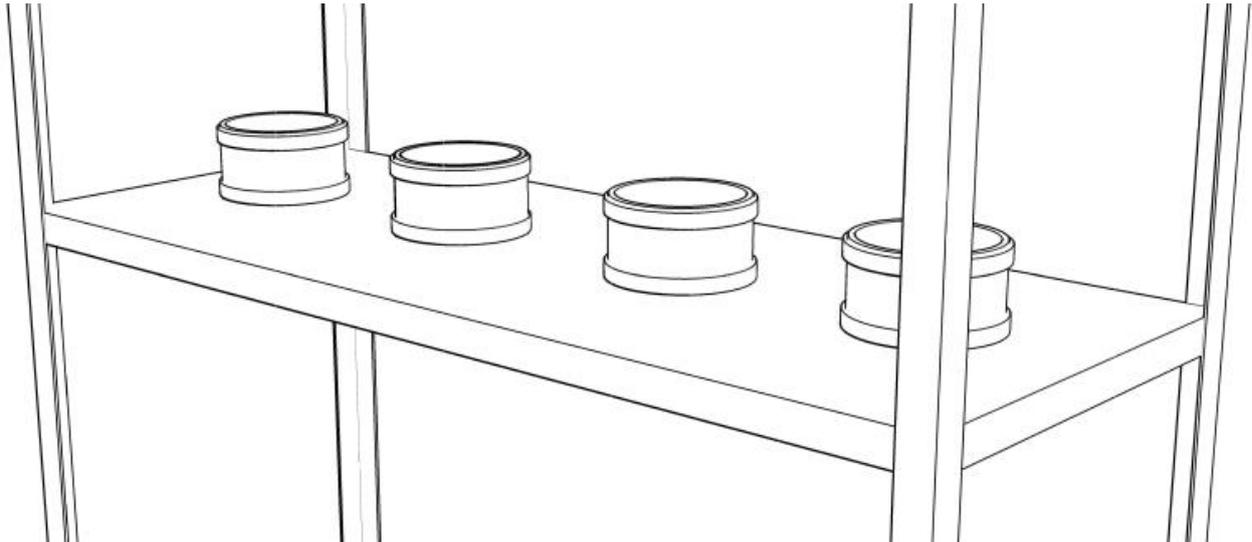
## Du tust:

Die Überschiebmuffe und der Muffenstopfen werden zu einer Flaschenhalterung, die die Sickerwasserauffangflasche hält. Wie das aussieht, ist auf der Abbildung unten zu sehen.

1. Als erstes schaust du, ob deine Weithalsflaschen eine Messskala an der Seite haben. Wenn nicht, füllst du mit dem Messbecher in 50 ml-Schritten Wasser in deine Weithalsflaschen und markierst den Wasserstand jedes Mal mit dem wasserfesten Stift. Schreibe die Wassermenge neben die Markierung. Je nach Form der Weithalsflasche kann es angebracht sein, eine andere Wassermenge für die Schritte zu nutzen.
2. Dann bohrst du mittig in den Muffenstopfen ein Loch mit dem 8 mm Bohrer.
3. Als nächstes markierst du auf dem unteren Regalbrett eine Stelle mittig unter einer der Boxen.
4. Dort bohrst du dann ebenfalls ein Loch mit dem 8 mm Bohrer.
5. Nun stellst du den Muffenstopfen mit seinem Loch über das Loch in dem Regalbrett, fädelst die Unterlegscheibe auf die 8 mm Schraube und schiebst sie von oben durch das Loch. Dann befestigst du das Ganze noch mit der Mutter von unten.
6. Jetzt kannst du die Überschiebmuffe auf den Muffenstopfen stecken, durch die Gummidichtung sollten sie relativ fest zusammenhalten.

Diese Schritte wiederholst du nun wieder viermal.





Nachdem du so die vier Flaschenhalter vorbereitet hast müssen noch die Weithalsflaschen fertiggemacht werden.

7. Dafür nimmst du dir den Deckel einer der Weithalsflaschen und bohrst mit dem 10 mm Bohrer (oder dem Bohrer, der der Dicke deines Schlauches entspricht) ein Loch mittig in den Deckel.
8. Dann fädelt du das Ende des Schlauches durch den Deckel hindurch.
9. Nun kürzt du den Schlauch auf eine Länge, in der er in der Flasche fast bis auf den Boden reicht, wenn diese in dem Flaschenhalter steht. Der Schlauch soll dabei locker sein, aber keine Schlaufen haben, in denen das Wasser stehenbleibt.

Diese Schritte wiederholst du dann für alle vier Weithalsflaschen.

Der Versuchsaufbau ist nun fertig, um befüllt zu werden und sollte in etwa so aussehen wie auf der Abbildung auf der ersten Seite.

# 7. Das Befüllen der Schalen

Nachdem die Boxen nun bereit sind, um befüllt zu werden, kannst du damit beginnen, die dafür notwendigen Dinge zusammenzustellen.

## Du brauchst:

Material: Blumenerde, Grassamen, helle Steine, Asphalt, Sand, ein Stück Soff, Filterpapier oder Ähnliches, damit in der Box mit dem Sand kein Sand in den Trichter rieselt.

## Du tust:

Die **grüne Box** soll mit Gras bedeckt werden, um eine Wiese zu simulieren.

1. Dafür befüllst du die Aluschale (eigentlich den Stapel aus drei Schalen) mit Blumenerde.
2. In die Blumenerde säst du nun Grassamen.
3. Nun musst du warten und regelmäßig gießen. Gießen musst du auch dann noch, wenn das Cool City Lab fertig aufgebaut ist und es ein paar Tage nicht geregnet hat oder wenn es drinnen steht, sonst wird das Gras vertrocknen. Notiere immer genau, mit wieviel Wasser du das Gras gegossen hast. Gieße immer dieselbe Menge Wasser auch über die anderen Boxen, damit sie am Ende des Experiments miteinander verglichen werden können. Alternativ kannst du auch einen Saugstrumpf installieren, wie in Abschnitt 8 erklärt.
4. Stelle die Aluschale in den Deckel der grünen Styroporbox.

Die **schwarze Box** soll mit Asphalt bedeckt werden, um eine Straße oder einen Platz zu simulieren.

5. Fülle den Asphalt in die gestapelten Schalen. Wenn der Asphalt aus dem Baumarkt kommt, gehe nach der mitgelieferten Anleitung vor.
6. Wenn du die Aluschale befüllt hast, kannst du sie in das Loch in der Styroporbox stellen.

Die **weiße Box** wird mit hellen Steinen bestückt.

7. Die Steine füllst du in die Aluschale und platzierst diese dann in dem Loch in der weißen Styroporbox.

Nun bleibt nur noch die **rote Box**. Diese wird mit Sand befüllt.

8. Bedecke das Loch in den gestapelten Schalen für die rote Box mit einem Tuch oder einem Filterpapier, sodass der Sand nicht durch das Loch rieseln kann.
9. Fülle den Sand in die Schale.
10. Wenn du den Sand in die Aluschale gefüllt hast, stellst du diese als letztes noch in das Loch in der roten Styroporbox.



## 8. Optional: Kapillarbewässerung

Wenn du das Gras nicht regelmäßig gießt, wird es relativ schnell vertrocknen. Um dies zu verhindern kannst du dir eine Bewässerungsanlage mit einem Kapillarstrumpf bauen. In der Phase, in der das Experiment läuft sollte aber mit der Hand gegossen werden, damit du die genaue Wassermenge für die Auswertung weißt.

Ein Kapillarstrumpf funktioniert wie ein Docht, er saugt die Flüssigkeit aus einem Behälter und transportiert sie durch kapillare Saugkraft. Du bekommst das nötige Material z.B. im Baumarkt oder im Internet.

### Du brauchst:

Material: Ein Kapillarstrumpf (auch Bewässerungsdocht) oder einfach ein Baumwolltuch (oder Socken), ein Gefäß, z.B. eine Weithalsflasche mit Deckel, oder einfach ein Marmeladenglas.

### Du tust:

1. Von dem Gefäß schraubst du den Deckel ab und machst ein Loch in diesen, das groß genug ist, damit dein Kapillarstrumpf hindurch passt.
2. Dann fädelst du das eine Ende des Kapillarstrumpfes durch das Loch im Deckel und vergräbst das andere in der Erde deiner grünen Box. Achte dabei darauf, dass ein gutes Stück des Kapillarstrumpfes vergraben ist!
3. Dann befüllst du dein Gefäß mit Wasser und schraubst den Deckel darauf, so dass der Kapillarstrumpf nun gut im Wasser hängt.
4. Als letztes musst du das Gefäß nun noch so platzieren, dass es mindestens auf der gleichen Höhe oder höher als das Gras, das bewässert werden soll, steht.

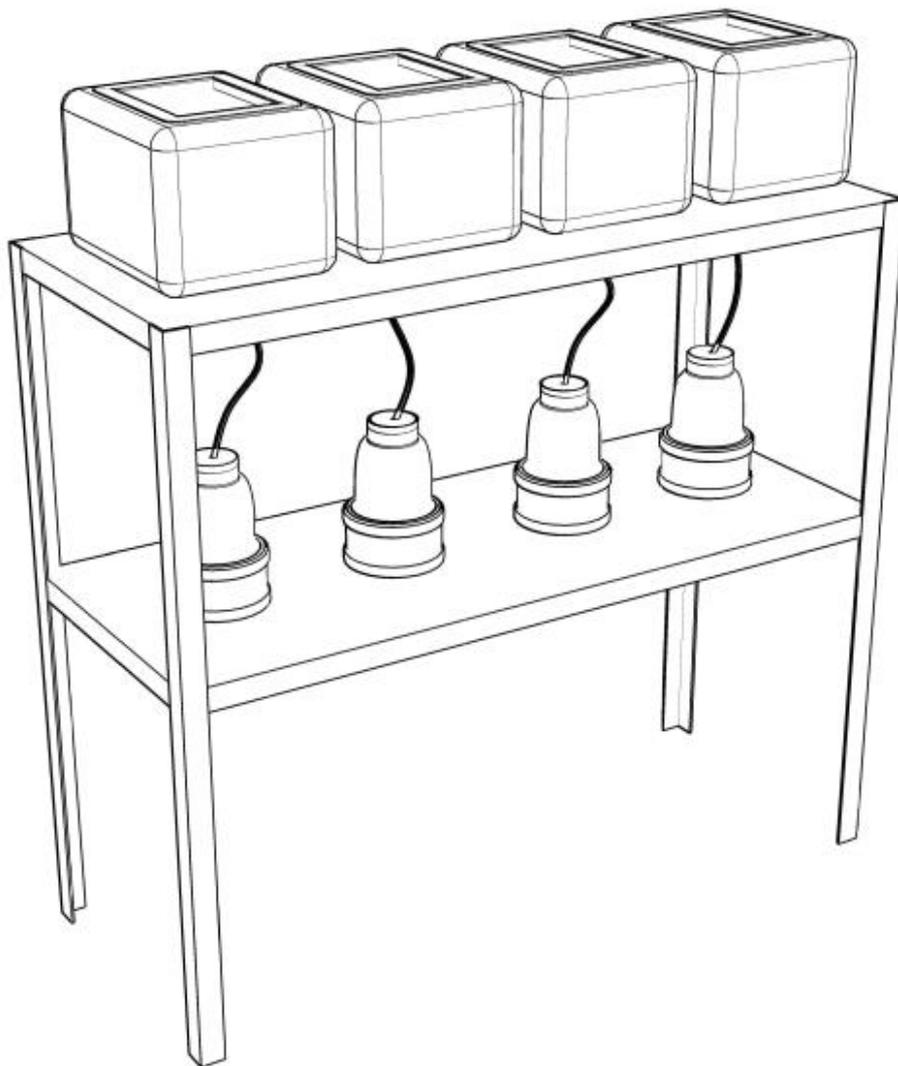
Achte darauf, dass immer genügend Wasser in dem Gefäß ist. Wenn es sehr warm wird, kann es sein, dass dein Bewässerungssystem nicht genügend Wasser nachliefern kann. Dann muss doch gegossen werden, um das Gras nicht vertrocknen zu lassen.





Warum erhitzen sich unterschiedliche  
Oberflächen unterschiedlich stark?  
Und was bedeutet das für die Hitze in  
Städten?

## Ein Experiment mit dem Cool City Lab



Authors: Tim G. Reichenau, Karl Kemper, Karl Schneider

Geographisches Institut, Universität zu Köln, 2020



# 1. Was können wir mit dem Cool City Lab erforschen?

Du bist sicher im Sommer schon einmal durch die Stadt gegangen, durch enge Straßen, durch Parks und vielleicht auch vorbei an einem Springbrunnen oder Teich.

Vielleicht kannst du dich daran erinnern, oder, wenn es gerade heiß draußen ist, kannst du es jetzt einfach noch einmal ganz bewusst machen!

Du wirst dann merken, dass es auf der Straße oder auf einem Parkplatz am heißesten ist. Wenn du durch einen Park gehst, ist es schon viel angenehmer! Aber am kühlfsten ist es, wenn du an einem Springbrunnen anhältst. Hier kannst du im Sommer oft eine kalte Brise spüren. Da ergibt sich die Forschungsfrage „Warum fühlt es sich an manchen Orten der Stadt wärmer oder kälter an, als an anderen?“

Eine Erklärung dazu könnte sein, dass die Ursache darin liegt, dass der Boden unterschiedlich bedeckt ist, mit Sand, Steinen, Wiese, oder Teer. In der Wissenschaft nennen wir eine Idee zur Beantwortung einer Forschungsfrage Hypothese. Unsere Hypothese ist also: „Die verschiedenen Oberflächen in der Stadt führen dazu, dass es sich an einzelnen Orten wärmer oder kälter anfühlt, als an anderen.“ Mit dem Cool City Lab wollen wir herausfinden, ob unsere Hypothese stimmen könnte. Um die verschiedenen Umgebungen nachzuahmen werden die Boxen angemalt und mit verschiedenen Oberflächen versehen und dann dem Wetter ausgesetzt.

So können wir mit dem Cool City Lab herausfinden, was die Temperaturunterschiede verursacht. Wir untersuchen verschiedene Oberflächen, wie wir sie in der Stadt finden: Teer, Steine, Sand und Gras (Wiese). Um Unterschiede herauszufinden, setzen wir diese Oberflächen auf Styroporboxen. Wir setzen das Experiment dem Wetter aus und messen dabei die Temperaturen in den Boxen. In Abhängigkeit von den Lufttemperaturen und der Strahlung wärmen sich die Oberflächen auf oder kühlen ab. Die Strahlung der Sonne, die du auf der Haut als Wärme fühlen kannst, gelangt auf die Oberflächen der Boxen. Dazu lassen wir es noch auf die Oberflächen regnen. Der Regen macht die Oberflächen nass und versickert dann oder fließt an der Oberfläche ab. Im Cool City Lab messen wir, wie warm es in den Boxen mit den verschiedenen Oberflächen ist. Dazu messen wir noch, wieviel Wasser durch die Oberflächen sickert. Am Ende vergleichen wir die Temperaturen und die Mengen Sickerwasser und versuchen herauszufinden, warum es sich an verschiedenen Orten in der Stadt verschieden warm anfühlt.

Wie mit dem Cool City Lab gearbeitet werden kann:

1. Wenn du es noch nicht getan hast, baue das Cool City Lab. Eine Bauanleitung findest du in Material P30 der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung. Wenn du bereits ein fertiges Cool City Lab hast, mache dich damit vertraut, schaue es dir genau an und versuche die Funktionsweise zu verstehen.
2. Führe das Experiment durch wie in Kapitel 2 beschrieben. Das dauert mindestens eine Woche.



3. Während das Experiment läuft, lies die Informationen zu den Abläufen an den Oberflächen und in den Boxen in Kapitel 3 und bearbeite die Aufgaben. Überlege dir dabei eigene Hypothesen zu den Fragen.
4. Wenn das Experiment beendet ist, geht es an das Auswerten der Messungen. Wie das angegangen werden kann, steht in Kapitel 4. Dabei wird auch überlegt, was die Ergebnisse für die Hypothesen bedeuten.
5. Wegen des Klimawandels verändern sich die Temperaturen und es wird immer wärmer, im Sommer ist es immer öfter richtig heiß. Wo du jetzt mehr darüber weißt, warum es an einem Ort wärmer als an einem anderen ist, kannst du zum Schluss darüber nachdenken, was die Ergebnisse des Experiments für die Schule, die Stadt oder deinen Wohnort bedeuten könnten. Dazu finden sich Anregungen und Fragen in Kapitel 5.

## 2. Das Experiment durchführen

### Versuchsablauf

Um herauszufinden, wie sich unterschiedliche Oberflächen auf die Temperatur auswirken, muss das Cool City Lab unter freiem Himmel aufgestellt werden. Es sollte also an einen Ort ohne Dach und mit möglichst wenig Verschattung gestellt werden, damit es die realen Umwelteinflüsse aufzeichnen kann. Für den Zeitraum, in dem das Experiment durchgeführt wird, bieten sich 1 bis 4 Wochen an. Minimal sollte aber eine Woche lang gemessen werden, damit eine ausreichend lange Zeitreihe zur Auswertung vorhanden ist. Am aussagekräftigsten ist der Versuch im Sommer, da die Effekte dann am stärksten sind. Der Versuch kann aber grundsätzlich zu allen Jahreszeiten durchgeführt werden

Bevor das Experiment starten kann, müssen die Temperatursensoren so eingestellt werden, dass sie regelmäßig messen. Manche Sensoren müssen dafür mit einem Computer programmiert werden, andere können direkt am Gerät eingestellt werden. Das hängt von der Art der verwendeten Sensoren ab.

Im Zeitraum, in dem gemessen wird, darf nichts an den Boxen verändert werden, damit die Daten nicht verfälscht werden! Die Deckel sollten also auf den Kisten bleiben und der gesamte Versuchsaufbau sollte am selben Ort stehen bleiben. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, den Versuch z.B. in einem Hinterhof oder umzäunten Bereich durchzuführen.

Die Boxen müssen immer gleichbehandelt werden. Das ist sehr wichtig, ansonsten könnten Unterschiede, die wir finden, ja daran liegen, dass wir verschieden mit den Boxen umgegangen sind. Wir wissen dann nicht, ob ein Unterschied durch die Oberfläche der Box verursacht wurde, oder dadurch, dass wir mit einer Box etwas anders gemacht haben als mit einer anderen.

Das einzige vorgesehene Eingreifen ist gegebenenfalls das Gießen des Grases, wenn es zu vertrocknen droht. Dann sollte aber die gleiche Menge Wasser, z.B. bei heißem Wetter täglich etwa 200 ml, ebenfalls auch auf die anderen Boxen gegossen werden. Dadurch wird lediglich ein Regen simuliert, was zwar die Daten verändert, aber die Vergleichbarkeit der Boxen untereinander nicht beeinflusst. Das Wasser wird so über die Boxen gegossen, dass die ganze Oberfläche gleichmäßig benetzt



wird, damit es gleichmäßig versickern oder verdunsten kann. Dies ist wichtig, um die Wassermengen in den Sickerwassersammelflaschen richtig beurteilen zu können.

### Die Messdaten

In der Regel sollte dein Temperatursensor nun die Daten automatisch speichern. Wenn es eine Möglichkeit gibt, während das Experiment noch läuft, an die Daten zu gelangen ist es sinnvoll diese ab und zu auszulesen und an einer anderen Stelle zu speichern. Falls etwas mit der Box passiert sind dann nicht alle Daten weg. Das geht nicht gut, wenn die Daten nur auf dem Sensor in der Box gespeichert werden, denn die Boxen sollen nicht geöffnet oder verändert werden!

Die Wassermenge in den Flaschen sollte regelmäßig, am besten jeden Tag, dokumentiert werden. Dafür wird eine Tabelle angelegt, in der Datum und Uhrzeit sowie die entsprechende Menge Wasser in den Flaschen vermerkt wird. Wenn die Skala auf der Flasche zu ungenau ist, kann dies z.B. durch Wiegen der Flaschen geschehen. Um das Gewicht des Wassers zu kennen, muss dazu auch das Gewicht der leeren Flasche bekannt sein. Es ist am besten, dies mit wasserfestem Stift auf die Flasche zu schreiben.

Für die Auswertung des Experiments ist es am besten, wenn auch noch Wetterdaten außerhalb der Boxen aufgezeichnet werden. Wenn du z.B. die Lufttemperatur kennst, kannst du sehen ob es in den einzelnen Boxen wärmer oder kälter als außerhalb der Boxen war. Wenn du die Niederschlagsmenge kennst, kannst du diese mit den Werten aus deinen Flaschen vergleichen. Weitere Daten, die noch interessant sein könnten, sind z.B. die solare Einstrahlung, die die Boxen erreicht hat, oder der Bewölkungsgrad am Himmel über den Boxen.

Um die Lufttemperatur außerhalb der Boxen mit einem kleinen Temperatursensor, wie dem in den Boxen des Cool City Labs, zu messen, brauchst du allerdings noch einen Strahlungsschutz. Wie du einen solchen selbst bauen kannst, ist in Material P35 der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung erklärt.

## 3. Was passiert an den Oberflächen?

Um deine selbsterhobenen Daten nun auszuwerten und zu verstehen, musst du zuerst verstehen was an den Oberflächen passiert. In der Wissenschaft nennen wir das, was passiert, Prozesse.

### Reflexion

Bei der Reflexion geht es um das Zurückstrahlen von Strahlung, die an einer Oberfläche ankommt. Das ist mit einem Spiegel vergleichbar. Das Maß für das Reflexionsvermögen eines Gegenstandes ist die Albedo. Wenn du im Dunkeln mit der Taschenlampe gegen eine helle Wand strahlst, kommt das Licht zurück, es wird reflektiert und der gesamte Raum wird erhellt. Das bedeutet, die Wand hat eine hohe Albedo. Aber wenn du gegen eine schwarze Wand strahlst, wird das Licht viel weniger zurückgestrahlt, es ergibt sich das Gefühl, die Wand würde das Licht schlucken. Das bedeutet, die Wand hat eine geringe Albedo.



Licht ist der sichtbare Teil der kurzwelligigen Strahlung, die von der Sonne an der Erdoberfläche ankommt. Aber wo bleibt das Licht (die Energie), wenn es nicht zurückgestrahlt wird?

Es wird in Wärme umgewandelt! Deshalb wird es im Sommer in einem schwarzen Auto auch so heiß, in einem weißen aber viel weniger!

### Verdunstung

Wenn du ein Glas Wasser in der Sonne stehen lässt, wird es mit der Zeit immer leerer. Was ist die Kraft, die das Wasser zum Verdunsten bringt?

Wenn die Sonne scheint verdunstet Wasser schneller, als wenn es kalt ist. Das weiß jeder, der schonmal mit nasser Badekleidung in der Sonne gelegen hat. Das fühlt sich meistens ziemlich kalt an! Was tust du also anstelle dessen, wenn du z.B. nach dem Schwimmen aus dem Wasser kommst? Du trocknest dich als erstes ab! Denn wenn du mit nassem Körper außerhalb des Wassers stehst wird es auf einmal ziemlich kalt, trotz der Sonne.

Die Strahlung der Sonne an sich ist nicht warm, wenn sie auf der Erde ankommt! Sie bringt zunächst einmal Energie auf die Erde. Was mit dieser dann passiert, ist unterschiedlich. Sie kann die Oberfläche aufwärmen, Wasser verdunsten oder einfach reflektiert werden. Wenn Wasser verdunstet geht es von seinem flüssigen in einen gasförmigen Zustand über. Diese Zustandsänderung benötigt Energie. Energie kann nie zerstört werden, sie kann nur ihre Form ändern. Die Energie, die aufgenommen wurde, um das Wasser zu verdunsten, ist im gasförmigen Zustand des Wassers sozusagen versteckt. Man nennt diese Energie latente Energie oder latente Wärme. Sie wird wieder freigesetzt, wenn das Wasser wieder kondensiert.

Der Prozess, Sonnenenergie aufzunehmen und in eine andere Form umzuwandeln, wird Absorption genannt. Wenn die Sonne auf eine trockene Oberfläche trifft, wird diese Oberfläche warm. An einem sonnigen Tag kannst du dies auf der Haut spüren. Es wird als fühlbare Wärme bezeichnet. Die Strahlung wird auf der Haut in Wärmeenergie umgewandelt.

Wenn deine Haut aber nass ist, treffen die Sonnenstrahlen als erstes auf das Wasser auf deiner Haut und dort wird die Energie bereits dabei verbraucht, dieses Wasser zu verdunsten. Dabei nimmt das Wasser sogar noch Wärme aus deiner Haut mit und dir wird kalt. Der fühlbare und der latente Wärmestrom finden gleichzeitig statt.

Wir wissen also nun, dass Verdunstung kühlt, da der Prozess Energie in die für uns nicht als Wärme fühlbare, latente Wärme umsetzt.

Die Verdunstung von Wasser spielt auch bei Pflanzen eine wichtige Rolle. Die Evaporation kühlt hier die Pflanzenoberfläche und schützt sie in der Sonne vor Überhitzung. Wenn Wasser von der Pflanze verdunstet, wird neues Wasser durch die Wurzeln aus der Erde nach oben gezogen. Das ist vergleichbar mit einem Strohhalm an dessen oberem Ende die Evaporation saugt und an dessen unterem Ende Wasser aus dem Boden aufgenommen wird. Da dieser Prozess von der Pflanze durch das Öffnen und Schließen der Spaltöffnungen in den Blättern reguliert werden kann, hat die Evaporation von Blättern einen eigenen Namen, sie wird Transpiration genannt. Die Transpiration erzeugt einen Wasserfluss aus dem Boden,



durch die Pflanze in die Atmosphäre. Dabei werden Nährstoffe aus der Erde in die Pflanze transportiert. Die Pflanze kann das Wasser so tief aus der Erde ziehen, wie die Wurzeln lang sind. Bei der Evaporation wird Wasser hingegen nur von der Oberfläche verdunstet.

### Andere Wege des Wassers

Nach einem Regen bleibt das Wasser nicht einfach auf der Oberfläche, es verschwindet mit der Zeit, selbst dann, wenn es nicht verdunstet. Um sich mit diesem Thema zu beschäftigen, kannst du mit dem Material P19 aus der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung arbeiten. Wenn du dies tust, lese erst danach hier weiter.

Aber wohin geht das Wasser, wenn es beim Regen auf eine Oberfläche gelangt? Während es regnet kann es aufgrund der hohen Luftfeuchtigkeit nicht wieder verdunsten, die Luft enthält bereits so viel Wasser, wie sie halten kann. Man sagt, sie ist mit Wasser gesättigt. Das Wasser wird dann entweder in die Oberfläche einsickern, das wird Infiltration genannt, oder es wird, wenn es sehr stark regnet oder der Boden bereits gesättigt ist, abfließen. Dann wird von Oberflächenabfluss gesprochen.

Ob Wasser versickern kann, hängt also davon ab, wie viele Poren (oder Löcher) im Boden vorhanden sind und wie diese Poren das Wasser nach unten transportieren. Außerdem hängt es davon ab, wie viel Wasser schon in den Poren vorhanden ist und wieviel noch in den Boden passt. Manche Oberflächen haben kaum Poren oder die Poren sind nicht miteinander verbunden, sodass das Wasser nicht durchfließen kann. Hier kann kein Wasser versickern. Wir nennen solche Oberflächen versiegelte Böden oder versiegelte Flächen.

Versiegelte Oberflächen trocknen nach einem Niederschlagsereignis schnell wieder und erhitzen sich dann auch schnell, da kein Wasser mehr zur Kühlung verdunstet werden kann. Daher ist es bei heißem Wetter auch angenehmer barfuß über eine Wiese zu laufen als über den Asphalt. In die Wiese ist Wasser infiltriert, das dann verdunsten kann, was beim Asphalt nicht passiert.

### Aufgaben

Teilt euch in Zweier- oder Dreiergruppen auf. Die eine Hälfte der Gruppen wird Aufgabe 1 bearbeiten, die andere Hälfte Aufgabe 2.

1. Erstellt eine Zeichnung, in der ihr darstellt, was mit der solaren Einstrahlung passiert, wenn sie auf eine Oberfläche trifft. Bedenkt dabei auch was mit der Oberfläche passiert, auf die die Strahlung trifft! Und vergesst nicht die Abbildung zu beschriften.
2. Erstellt eine Zeichnung, in der alle drei Wege dargestellt werden, die das Wasser nach einem Niederschlagsereignis nehmen kann. Vergesst nicht die Abbildung zu beschriften.

Findet euch nun mit einer Gruppe zusammen, die die jeweils andere Aufgabe bearbeitet hat und erklärt euch gegenseitig eure Zeichnungen und was ihr herausgefunden habt.

Als nächstes schaut ihr euch nun die vier Boxen des Cool City Labs an:



3. Denkt mit eurer Partnergruppe darüber nach, wie sich die Wege des Wassers bei den verschiedenen Boxen unterscheiden. Welcher Anteil des Wassers geht welchen Weg? Berücksichtigt dabei, was ihr über Strahlung und Reflexion gelernt habt.
4. Denkt nun mit eurer Partnergruppe darüber nach, wie sich die Strahlung und die Reflexion bei den verschiedenen Boxen unterscheiden, denkt dabei daran, was ihr vorher über die Wege des Wassers herausgefunden habt.
5. Stellt nun Hypothesen zu den folgenden Fragen auf:
  - a) In welcher Box werden die Temperaturen am höchsten sein?
  - b) Unter welcher Box wird sich das meiste Wasser in der Sickerwasserauffangflasche sammeln?Hilfreich kann es dabei sein sich zuerst vorzustellen wie es wäre, wenn nur die Strahlung oder nur der Niederschlag berücksichtigt würde. Dann kann versucht werden beides miteinander zu verbinden.

**Denkt daran alle Ergebnisse eurer Arbeit aufzuschreiben!**



# 4. Analyse der Messdaten

## Aufbereitung der gemessenen Daten

Um die Daten zu analysieren müssen sie vorher aufbereitet werden. Oft ist es auch hilfreich, sie grafisch in einem Diagramm darzustellen, also zu visualisieren. Beides geht am einfachsten mit einem Tabellenkalkulationsprogramm wie z.B. Open Office Calc, Microsoft Excel oder ähnlichem. Dabei ist es wichtig, immer genau aufzuschreiben, was mit den Daten gemacht wurde.

Wenn für die Messungen in den Boxen ein digitales Thermometer verwendet wurde, hat dieses die Messungen vermutlich schon in einer computerlesbaren Datei gespeichert.

1. Als erstes wird nun diese Datei in ein Tabellenkalkulationsprogramm importiert. Dabei geht es zunächst darum, die Daten richtig zu formatieren. Achte also z.B. darauf, dass alle Zahlen und auch Datum und Uhrzeit der Messreihe richtig angezeigt werden.
2. Nun formatierst du die Daten so, dass die erste Spalte das Datum und die Uhrzeit enthält und die Spalten daneben die vier Messreihen der vier Boxen. Um dies zu verdeutlichen kannst du die Spalten jeweils in der Farbe der Box einfärben.
3. Lasse dir die Daten nun als Kurven in einem Diagramm anzeigen. Auf der X-Achse (der horizontalen Achse unten) wird dabei der Zeitverlauf, also Datum und Uhrzeit, angezeigt. Auf der Y-Achse (der vertikalen Achse auf der linken Seite) wird die gemessene Temperatur abgebildet. Es ist am einfachsten die Kurven miteinander zu vergleichen, wenn die Temperaturen aller vier Boxen in demselben Diagramm dargestellt werden.

Als nächstes müssen nun die Daten der Sickerwasserauffangflaschen aufbereitet werden. Wir gehen hier davon aus, dass die Daten vorher regelmäßig von den Flaschen abgelesen oder die Flaschen gewogen wurden und in eine Tabelle geschrieben wurden.

4. Lege dafür ein neues Tabellenblatt in der Arbeitsmappe des Tabellenkalkulationsprogramms an. In dieses trägst du nun die aufgeschriebenen Daten ein. Dabei ist es sicher hilfreich, wenn noch einmal jemand die abgeschriebenen Daten überprüft, um sicherzugehen, dass es keine Tippfehler gibt. Besonders Zahlendreher können beim Abschreiben schnell passieren!
5. Lasse dir die Daten der Sickerwasserauffangflaschen nun genau wie die Temperaturdaten in einem Diagramm als Kurve anzeigen.

Vielleicht gab es die Möglichkeit zusätzlich zum Cool City Lab noch Wetterdaten wie solare Einstrahlung, Niederschlag oder Temperatur zu erheben. Dann kannst du die folgenden Schritte durchführen. Ansonsten überspringe die folgenden Punkte.



6. Lege wieder ein neues Tabellenblatt in deiner Arbeitsmappe im Tabellenkalkulationsprogramm an und importiere hier die zusätzlich erhobenen Daten.
7. Visualisiere die Daten genau wie oben als Diagramme.
8. Nun fügst du diese Temperatur dem Diagramm aus Punkt 3 hinzu. So kannst du nun die Außentemperatur mit der Temperatur in den Boxen vergleichen.
9. Füge den gemessenen Niederschlag dem Diagramm aus Punkt 5 hinzu, um dort den Niederschlag mit dem Sickerwasser zu vergleichen. Vermutlich haben die Messungen des Sickerwassers und des Niederschlags verschiedene Einheiten. Das Wasser in der Flasche hast du vermutlich als Volumen in Milliliter gemessen. Der Niederschlag wird meist in Millimetern angegeben. Damit ist die Höhe gemeint, bis zu der das Wasser stehen würde, wenn es weder ablaufen noch verdunsten würde. Um dies in ein Volumen umzurechnen, muss der Wert mit der Grundfläche multipliziert werden. Achte dabei auch darauf, die Fläche in Quadratmillimetern zu berechnen. Überlege zunächst, aus welcher Fläche das Sickerwasser stammt.

Natürlich können Daten immer fehlerhaft sein. Fehler treten nicht nur beim Ablesen der Menge an Sickerwasser auf, auch elektronische Messungen haben Fehler. Im nächsten Schritt werden daher die Daten bereinigt, um solche Fehler zu minimieren und sicherzustellen, dass nur Daten guter Qualität in die Analyse aufgenommen werden.

10. Als erstes schaust du dir dafür die Temperaturdaten an und überprüfst, ob alle Daten innerhalb eines realistischen Bereichs liegen. Wenn einzelne Messpunkt unrealistisch erscheinen, diskutiere mit Anderen, wie hoch oder tief die Temperatur realistischerweise sein kann. Gegebenenfalls kannst du einzelne Messpunkte aus den Daten löschen. Notiere dann aber genau welchen Punkt du aus welchem Grund gelöscht hast.
11. Für das Sickerwasser ist es am einfachsten, wenn du dir die Kurve genau anschaust. Das Wasser in den Flaschen kann nur mehr werden oder gleich viel bleiben. Wenn es also einen Datenpunkt gibt, wo das Wasser weniger wird solltest du diesen Datenpunkt noch einmal prüfen. Wenn in der handschriftlichen Tabelle dieselbe Zahl steht, muss der Datenpunkt gelöscht werden.

Nun sind die Daten fertig aufbereitet und die Analyse der Messergebnisse kann beginnen.

### Analyse der Messungen

Kannst du dich noch an die Fragestellung zu Beginn erinnern? Wir haben uns gefragt, warum es an verschiedenen Orten in der Stadt unterschiedlich warm ist. Die Hypothese war, dass die unterschiedlichen Oberflächen zu unterschiedlichen Temperaturen führen. Aus diesem Grund sind die vier Boxen des Cool City Labs mit unterschiedlichen Oberflächen versehen worden. Der nächste Schritt ist nun, aus den Temperaturen und den Oberflächen etwas zu lernen. **Achte auch hier darauf, alles aufzuschreiben, was du herausgefunden hast.**



Wir beginnen mit den Daten zu den Temperaturen in den verschiedenen Boxen. Schau dir dazu die Temperaturkurven an, und versuche die folgenden Fragen zu beantworten:

- Wie verlaufen die Temperaturkurven mit der Zeit? Gibt es etwas, das immer wieder bei allen Boxen zu finden ist? Und wenn ja, was könnte diese Regelmäßigkeit erklären?
- Wie verlaufen die Kurven der verschiedenen Boxen im Vergleich zueinander? In welcher Box ist es wärmer und in welcher ist es kälter? Bleiben es immer die gleichen Boxen, in denen es besonders warm oder kalt ist, oder verändert sich das über die Zeit?
- Zu welchen Zeiten sind die Unterschiede besonders groß und zu welchen sind sie besonders klein?
- Wenn du auch ein Außenthermometer hattest: Wie verhalten sich die Kurven der einzelnen Boxen im Vergleich zu der Außentemperatur?

Die gleichen Fragen stellen sich für das Sickerwasser:

- Wie verändern sich die Kurven mit der Zeit? Gibt es etwas, das immer wieder bei allen Boxen zu finden ist? Wenn ja, was könnte die Regelmäßigkeiten erklären?
- Wie verlaufen die Kurven der verschiedenen Boxen im Vergleich zueinander? In welcher Flasche ist besonders viel und in welcher besonders wenig Sickerwasser? Bleiben es immer die gleichen Boxen in deren Flaschen sich besonders viel oder besonders wenig Sickerwasser ansammelt, oder verändert sich das mit der Zeit?
- Zu welchen Zeiten sind die Unterschiede besonders groß und zu welchen sind sie besonders klein?
- Wenn dir Daten eines Niederschlagsmessers zur Verfügung stehen: Wie verändern sich die Kurven des Sickerwassers im Verhältnis zur Kurve des Niederschlags?

Nun wird es darum gehen, alles miteinander zu verknüpfen: Die Erkenntnisse aus den Temperaturreihen, die Erkenntnisse über das Sickerwasser und das, was vorher über die Prozesse gelernt wurde.

- Lese in Kapitel 3 noch einmal nach, was du über die verschiedenen Prozesse gelernt hast.
- Kannst du einen Zusammenhang zwischen dem Sickerwasser und den Temperaturen erkennen?
- Kannst du erklären, warum es in machen Boxen wärmer als in anderen Boxen ist?
- Kannst du erklären, warum es bei manchen Boxen mehr und bei anderen weniger Sickerwasser gibt?



Zu Beginn hast du eine oder mehrere Hypothesen aufgestellt, die mit Hilfe von Messungen getestet werden sollten.

- Erwinnere dich zunächst an die Hypothese, die du bei der Arbeit mit Kapitel 3 aufgeschrieben hast.
- Bestätigen die Messdaten deine Hypothese zur Box mit der höchsten Temperatur?
- Bestätigen die Messdaten deine Hypothese zu der größten Menge Sickerwasser?
- Zu Beginn des Experiments wurde eine Hypothese aufgestellt: „Die verschiedenen Oberflächen in der Stadt führen dazu, dass es sich an einzelnen Orten wärmer oder kälter anfühlt als an anderen.“ Kannst du diese Hypothese auf Grund deiner Daten und Erkenntnisse bestätigen? Und kannst du jetzt erklären, warum das so ist?

## 5. Mit den Ergebnissen arbeiten

Die Temperaturen sind in den letzten Jahren zu einem wichtigen, und oft präsenten Thema geworden. Der Klimawandel, der die allgemeine Erwärmung der Erdatmosphäre beschreibt, hat natürlich auch einen Einfluss auf die Temperaturen in Gebäuden. Vielleicht wird es auch in eurem Schulgebäude im Sommer immer häufiger sehr warm.

Dazu kommt, dass es in Städten ohnehin wärmer ist, als auf dem Land. Hinweise dafür, warum das so ist, kannst du in den gelernten Zusammenhängen finden. In der Stadt wirkt sich also der Klimawandel stärker aus. Das kann ein Problem für die dort lebenden Menschen sein, denn es kann zu gesundheitlichen Problemen kommen, wenn es zu heiß ist.

Es stellt sich also die Frage, was dagegen getan werden kann, dass sich Gebäude oder die ganze Stadt im Sommer so stark aufheizen. Denke mal über die Ergebnisse des Experimentes mit dem Cool City Lab nach. Was könnte davon verwendet werden, um die Erwärmung der Stadt im Sommer zu verringern?

Hier sind ein paar Fragen, die dir vielleicht einige Ideen bringen:

Welche Bedeutung haben Grünflächen und Frischluftschneisen?

Welche Bedeutung haben Hausdächer und deren Farbe und Material?

Wie könnte die Albedo in der Stadt beeinflusst werden?

Welche Rolle könnte Wasser spielen?

Viele Überlegungen über diese Fragen und über Ideen zur Lösung des Hitzeproblems werfen wieder neue Fragen auf. Oft ist es schwierig, diese Fragen selber zu beantworten. Überlege, wer darüber Bescheid wissen könnte. Einige dich mit anderen darauf, wer gute Berater\*innen sein könnten. Nehme Kontakt zu diesen Personen auf, um deine Ideen zu präsentieren und Antworten auf deine Fragen zu bekommen.



Wenn du eine gute Idee hast und durch die Antworten deiner Berater\*innen gut über das Thema Bescheid weißt, kannst du weiter überlegen, wie du deine Idee Wirklichkeit werden lassen könntest. Dazu ergeben sich wieder viele Fragen:

Darf das, was ich mit meiner Idee vorschlage, überhaupt einfach so gemacht werden?

Brauche ich dazu vielleicht eine Genehmigung?

Was würde es kosten, die Idee umzusetzen und wer würde das bezahlen?

Auch hier ist es angebracht, diejenigen zu Fragen, die sich mit den Themen gut auskennen. Das könnte die Stadtverwaltung sein, ein\*e Politiker\*in, oder jemand von einer Organisation, die sich um die zukünftige Entwicklung von Städten kümmert. Auch Architekt\*innen und Stadtplaner\*innen kennen sich hier gut aus.

Schreibe alles auf, was du über die Temperaturen in der Stadt und über Ideen, wie diese im Sommer niedriger gehalten werden können, herausgefunden hast. Du kannst auch ein oder mehrere Poster über deine Ergebnisse erstellen. Später wollen wir die Ergebnisse in der Schule präsentieren und dazu auch Eltern und Gäste von außerhalb der Schule einladen. Vielleicht kommt ja sogar der\*die Bürgermeister\*in.



## Lehrinformation: Ein Experiment mit dem Cool City Lab (für Anfänger)

### 1. Temperaturmessungen

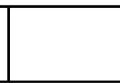
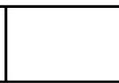
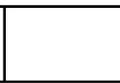
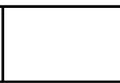
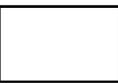
Die Temperatursensoren werden in den Boxen aufgehängt, um die Effekte dort zu messen. Zusätzliche Sensoren, wie z.B. ein Infrarotthermometer, können dabei helfen, die Energieflüsse an den verschiedenen Oberflächen zu untersuchen. Wir empfehlen für die Temperaturmessungen in den Boxen günstige Sensoren wie iButtons. Diese können programmiert werden und es ist nicht nötig, die Boxen während des Versuchs zu öffnen. Alternativ eignen sich dafür aber auch Microcontroller wie Arduino oder Raspberry Pie.

### 2. Import der Temperaturdaten in ein Tabellenkalkulationsprogramm

Das Importieren der Daten in ein Tabellenkalkulationsprogramm aus einer vom Temperatursensor generierten Textdatei kann unter Umständen eine Schwierigkeit darstellen, da das von den Temperatursensoren verwendete Dateiformat nicht unbedingt dem Standardformat der Tabellenkalkulationssoftware entspricht. Aus diesem Grund kann es Zeit sparen, wenn die Lehrperson diesen Schritt vornimmt.

### 3. Prüfen der Temperaturdaten

Neben dem realistischen Temperaturbereich kann bei den Daten noch der Verlauf der Kurve angeschaut werden. Plötzliche Veränderungen oder Spitzen in der Kurve können auf fehlerhafte Messungen hindeuten.



# Anleitung zum Bau eines Strahlungsschutzes



Autoren: Karl Kemper, Tim G. Reichenau, Karl Schneider

Geographisches Institut, Universität zu Köln, 2020



# 1. Einleitung

Was ist ein Strahlungsschutz und wofür brauchen wir ihn?

Ein Strahlungsschutz wird benötigt, um ein Thermometer zu schützen. Hast du im Sommer schonmal eine Metalloberfläche (wie etwa ein Auto) angefasst, die der prallen Sonne ausgesetzt war? Die Oberfläche ist viel wärmer, als die Luft, die sie umgibt. Dasselbe passiert auch mit einem Messgerät. Wenn es in der Sonne liegt, heizt es sich auf, weil es kurzwellige Strahlung absorbiert. Wenn du die Lufttemperatur messen möchtest, musst du vermeiden, dass direkte Strahlung auf das Thermometer trifft. Deswegen muss sichergestellt werden, dass das Messgerät vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt ist.

Jetzt stell dir vor, das Auto stünde in einem geschlossenen Zelt, um es vor der Strahlung zu schützen. Darin wird es mit der Zeit auch warm und stickig.

Deswegen muss das Messinstrument vor Strahlung geschützt aber gleichzeitig auch gut belüftet sein.

Schau dir den Strahlungsschutz auf der Titelseite an: Er hält die Sonnenstrahlung davon ab, das Messinstrument im Inneren zu erreichen, lässt aber Luft durchströmen, die das Thermometer erreicht.

Der Strahlungsschutz ist weiß, weil weiß die kurzwellige Strahlung am besten reflektiert und sich dadurch der Strahlungsschutz nicht so stark aufheizt.

In unserem Beispiel ist das Gerät, mit dem wir die Temperatur im Strahlungsschutz messen ein iButton. Es gibt jedoch auch andere kleine Geräte zur Temperaturmessung, die ebenfalls verwendet werden können. Der iButton misst nicht nur die Temperatur, er speichert auch die gemessenen Daten, sodass wir die Temperatur kontinuierlich und automatisch messen können. Da er recht klein ist, ist ein kleiner Strahlungsschutz völlig ausreichend.

Wie ein solcher Strahlungsschutz selbst gebaut werden kann, erklärt diese Anleitung!



Auf dem Bild kannst du sehen, wie klein ein iButton im Verhältnis zu einer 50 Cent Münze ist.

## 2. Die Mit-in-den-Baumarkt-nehm-Seiten

### 2.1. Materialliste

1. 5x Blumentopfuntersetzer, Plastik, 8 cm Durchmesser (siehe Bild unten)
2. 50 cm weißes Kunststoffrohr, Innendurchmesser: 0,5 cm  
Außendurchmesser: 0,7 cm
3. 1x Alu Flachstange, 1,5 cm breit 0,2 cm stark, 30 cm lang
4. 10 cm weißes Kunststoffrohr, Innendurchmesser: 0,8 cm  
Außendurchmesser: 1 cm
5. 1x Kabelbinder
6. 1x Styrodurplatte etwa 5x5 cm
7. 1x Büroklammer
8. 1x Temperatursensor, z.B. ein iButton

Schrauben und Muttern:

1. 1x M6x30 Maschinenschraube
2. 4x M4x60 Maschinenschraube
3. 4x passende Mutter (M4)



Auf der Abbildung kannst du einen der Blumentopfuntersetzer sehen, die du für den Bau des Strahlungsschutzes brauchst.

## 2.2. Werkzeugliste

1. Ein Akkuschauber
2. Ein Bohrer mit 3 mm, 4 mm, einer mit 6 mm und einer mit 7 mm Durchmesser
3. Ein 40 mm Lochsägeaufsatz (für den Akkuschauber, siehe im Bild unten)
4. Eine feine Säge
5. Eine Schere
6. Ein Lineal oder ein Zollstock
7. Ein spitzer Bleistift
8. Ein spitzes Messer
9. Eine Heißklebepistole
10. Ein Zirkel
11. Eine Metallsäge
12. Eventuell Sekundenkleber
13. Je nachdem ein Schraubenzieher, Schlüssel, Bit, oder eine Knarre jeweils passend zu:
  - der großen Schraube
  - den vier kleinen Schrauben
  - den vier Muttern



Dies ist ein Beispiel für einen Lochsägeaufsatz für einen Akkuschauber.

## 2.3. Ersatzmöglichkeiten

Nicht alle Baumärkte haben alle Produkte, aus diesem Grund haben wir eine kleine Liste angefertigt, was womit ersetzt werden kann, und was dabei beachtet werden muss.

### Die Blumentopfuntersetzer:

Die Blumentopfuntersetzer sind vermutlich das, was am schwierigsten zu bekommen ist, aber leider auch das, was am schwierigsten zu ersetzen ist! Ein bisschen größer dürfen sie sein, aber achte darauf, dass sie wirklich „weiß“, oder „sand“ oder „creme“ sind. Die helle Farbe ist, wie in der Einleitung besprochen, wichtig!

### Die Rohre:

Die Rohre können gern durch etwas kleinere oder größere Rohre ersetzt werden. Dabei gibt es aber einiges zu beachten:

- das große Rohr und das kleine Rohr müssen ineinanderpassen!
- die langen 60 mm Schrauben müssen locker in das kleine Rohr passen!
- die kurze 30 mm Schraube muss so fest in das kleine Rohr geschraubt werden können, dass sie nicht mehr herausgezogen werden kann (oder nur schwer, dann wird ein Tropfen Kleber gebraucht)
- die Bohrlöcher müssen an die Dicke der Schrauben angepasst werden.

### Die Schrauben:

Die Schrauben können ebenfalls ausgetauscht werden, wenn die für die Rohre geltenden Dinge beachtet werden. Die lange Schraube muss aber 60 mm lang sein. Die Kurze kann auch etwas länger oder kürzer als in der Liste angegeben sein, wenn sie trotzdem fest in das kleine Rohr passt. Was für einen Kopf die Schraube hat, ist nicht wichtig, solange du das entsprechende Werkzeug hast um sie anzuziehen.

### Die Alustange:

Die Alustange muss ohnehin so angepasst werden, dass sie dafür passt, wie du den Strahlungsschutz aufhängen möchtest! Das Material, die Breite und Stärke darf ebenfalls variieren, solange die Schraubenlöcher noch sicher in die Stange gebohrt werden können.



## Das Styrodur:

Bei dem Styrodur ist es wichtig, dass das Material fest und stabil ist. Du kannst auch ein Verpackungsmaterial oder sonst irgendetwas Ähnliches nehmen. Das Material muss jedoch gut isolieren!

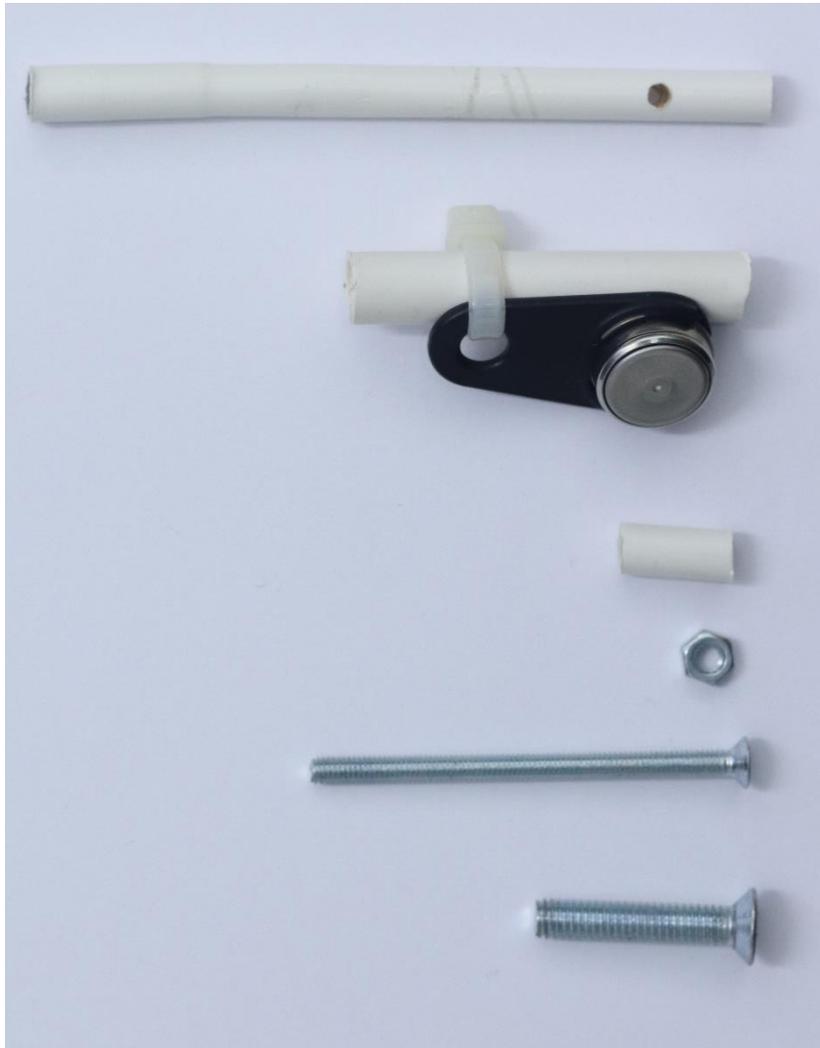
Styropor oder andere grobkörnige Materialien eignet sich jedoch nicht so gut, da sie sehr bröselig sind und deshalb Mikroplastik in die Umwelt gelangen kann!



### 3. Liste der zu bauenden Teile

Du kannst dir die beiden nächsten Seiten hinlegen und jedes fertige Teil auf dem Foto platzieren.

Wenn alle Teile fertig sind geht es dann weiter!



1x Mittiges Rohr

1x Aufsteckrohr mit  
iButton

12x Abstandshalter

4x Mutter M4

4x Schraube M4x60

1x Schraube M6x30



1x Alubügel (Achtung, hier nicht in Originalgröße abgebildet)





1x Unterste Scheibe

1x Oberste Scheibe

3x Mittlere Scheibe

## 4. Die Rohre

Du brauchst:

1. Das Rohr mit dem Innendurchmesser 0,5 cm und dem Außendurchmesser 0,7 cm
2. Das Rohr mit dem Innendurchmesser 0,8 cm und dem Außendurchmesser 1 cm
3. Einen Kabelbinder

Und an Werkzeug:

1. Einen Akkuschauber
2. Einen Bohrer mit etwa 3 mm Durchmesser
3. Eine feine Säge
4. Eine Schere
5. Ein Lineal oder einen Zollstock
6. Einen spitzen Bleistift

### 4.1. Das mittige Rohr



Dieses Rohr ist in der Mitte des Strahlungsschutzes. Auf dieses Rohr wird später das Rohr mit dem iButton geschoben und durch das Loch kommt eine Büroklammer um den Strahlungsschutz zu verschließen.

- Lege das Rohr mit dem Innendurchmesser von 0,5 cm und dem Außendurchmesser von 0,7 cm, ein Lineal, einen Bleistift und die feine Säge bereit.
- Von dem Rohr misst du 10 cm ab und markierst diesen Punkt
- dann sägst du an der Markierung mit der Säge ab
- mit einem Abstand von 1,5 cm von einem Ende des Rohres machst du dann eine neue Markierung.
- an dieser Markierung bohrst du dann das Loch mit dem 3 mm Bohrer durch das Rohr
- dann kannst du das Rohr zu den fertigen Sachen legen.

Tipp:

Spanne das Rohr ein, oder mache es mit einer Schraubzwinge auf dem Tisch fest, dann kannst du leichter arbeiten und verletzt dich nicht!

## 4.2. Das Aufsteckrohr



Das Aufsteckrohr wird später auf das mittlere Rohr geschoben und ist herausnehmbar, damit der iButton herausgenommen und ausgelesen werden kann.

- Lege das Rohr mit dem Innendurchmesser von 0,8 cm und dem Außendurchmesser von 1 cm, sowie den Kabelbinder und den iButton bereit. Außerdem brauchst du die Schere und wieder die feine Säge, das Lineal und den Bleistift.
- Von dem Rohr misst und sägst du ein 5,5 cm langes Stück ab.
- Dann befestigst du den iButton mit dem Kabelbinder an dem Rohr und schneidest das Ende des Kabelbinders mit der Schere ab.
- Danach kannst du das Rohr zu den fertigen Sachen legen.

## 4.3. Die Abstandshalter



### Tipp:

Guck dir die Säge genau an, wenn sie ein sehr dickes Blatt hat, ist es besser, wenn du alle zwölf Teile einzeln abmisst und absägst, da bei jedem Schnitt die Stärke des Sägeblattes verloren geht.

Diese zwölf Abstandshalter brauchst du, um nachher die fünf einzelnen Scheiben voneinander zu trennen.

- Lege das Rohr mit einem Innendurchmesser von 0,5 cm und dem Außendurchmesser von 0,7 cm, ein Lineal, einen Bleistift und eine feine Säge bereit.
- Von dem Rohr misst du 12 mal 1,5 cm ab und markierst jeweils mit dem Bleistift.
- Dann sägst du an den Markierungen ab.
- Die 12 Rohrstücke kannst du jetzt zu den fertigen Sachen legen.

Tipp: Pass auf, dass die Rohrstücke möglichst genau 1,5 cm haben! Sonst wird der Strahlungsschutz nachher krumm und schief!

## 5. Die Scheiben und der Alubügel

Du brauchst:

1. Die 5 Blumentopfuntersetzer
2. Das Styrodur
3. Die Alustange

Und an Werkzeug:

1. Einen Akkuschauber
2. Einen Bohrer mit 4 mm Durchmesser
3. Einen Bohrer mit 6 mm Durchmesser
4. Einen Bohrer mit 7 mm Durchmesser
5. Einen 40 mm Lochsägeaufsatz
6. Einen spitzen Bleistift
7. Eine Schere
8. Ein spitzes Messer
9. Eine Heißklebepistole
10. Einen Zirkel
11. Eine Metallsäge

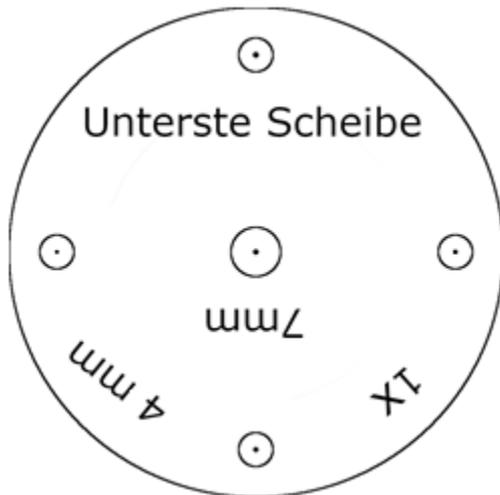
### 5.1. Die unterste Scheibe

Die unterste Scheibe wird später auf das mittige Rohr geschoben und verschließt damit den Strahlungsschutz.



- Hierfür brauchst du einen der Blumentopfuntersetzer, den Akkuschauber, dazu den 4 mm und den 7 mm Bohrer und die Bohrschablone „unterste Scheibe“, für die du noch eine Schere und ein Messer brauchst.
- Als erstes schneidest du mit der Schere die Bohrschablone aus und machst mit der Messerspitze ein kleines Loch in die Mitte von jedem der 5 Bohrlöcher.

## Bohrschablone „Unterste Scheibe“



### Tipp:

Bevor du die Bohrschablone ausschneidest, miss nach, ob sie einen Durchmesser von 6,5 cm hat. Wenn nicht, ist beim Ausdrucken etwas schiefgelaufen. Drucke diese Seite dann nochmal mit der Druckeinstellung „Originalgröße“ oder „100 %“ aus.

- Dann legst du die Bohrschablone in den Blumentopfuntersetzer und zeichnest mit dem Bleistift einen Punkt in jedes der Löcher, die du mit dem Messer gemacht hast.
- Als nächstes bohrst du mit dem 4 mm Bohrer ein Loch bei jeder der vier äußeren Bleistiftmarkierungen.
- Dann bohrst du mit dem 7 mm Bohrer ein Loch bei deiner mittigen Markierung.
- Als nächstes musst du noch die Styrodurscheibe ausschneiden und einkleben. Dazu brauchst du das Styrodur, einen Zirkel, die Heißklebepistole und wieder das Messer.
- Zeichne mit dem Zirkel einen Kreis mit etwa 4,5 cm Durchmesser auf das Styrodur und schneide ihn mit dem Messer aus. (Alternativ kannst du hier auch den 40 mm Lochsägeaufsatz nehmen). Auf die genaue Größe und Form kommt es hier nicht an, die Scheibe darf auch kleiner, größer oder eckig sein!
- Als nächstes klebst du das ausgeschnittene Styrodurteil mit der Heißklebepistole mittig in den Blumentopfuntersetzer.
- Als letztes musst du dann noch einmal in das mittige 7 mm Loch in dem Blumentopfuntersetzer hineinbohren, damit es dann auch durch das Styrodur geht.
- Nun kannst du die unterste Scheibe zu den fertigen Sachen legen.

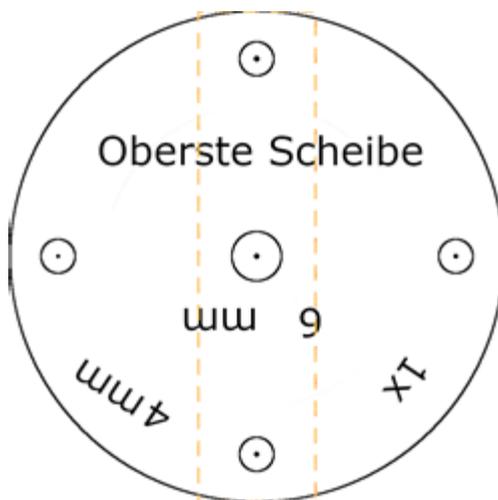
## 5.2. Die oberste Scheibe



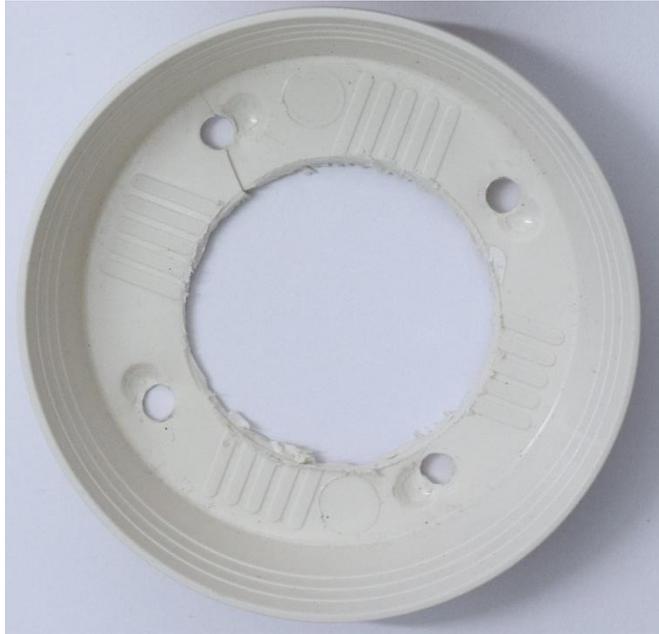
Die oberste Scheibe wird später an den Alubügel geschraubt und hält alles zusammen.

- Lege den Akkuschauber, den 4 mm und den 6 mm Bohrer und die Bohrschablone „Oberste Scheibe“ bereit. Für diese brauchst du noch das Messer und die Schere.
- Als erstes schneidest du mit der Schere die Bohrschablone „Oberste Scheibe“ aus und machst mit der Messerspitze ein kleines Loch in die Mitte von jedem der fünf Bohrlöcher.
- Dann legst du die Bohrschablone in den Blumentopfuntersetzer und zeichnest mit dem Bleistift einen Punkt in jedes der Löcher, die du mit dem Messer gemacht hast.
- Als nächstes bohrst du bei den vier äußeren Markierungen jeweils ein Loch mit dem 4 mm Bohrer und bei der mittleren Markierung eins mit dem 6 mm Bohrer.
- Dann kannst du die oberste Scheibe zu den fertigen Sachen legen.

Bohrschablone „Oberste Scheibe“



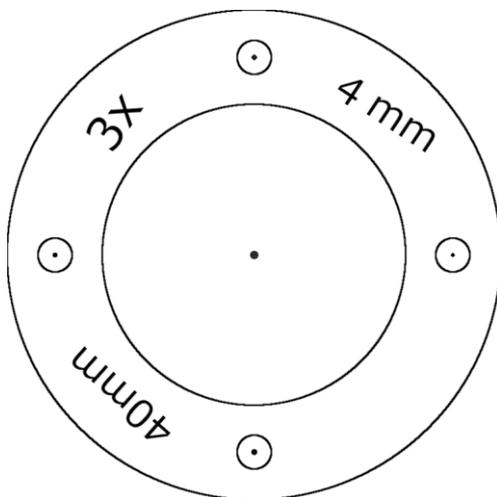
### 5.3. Die mittleren Scheiben



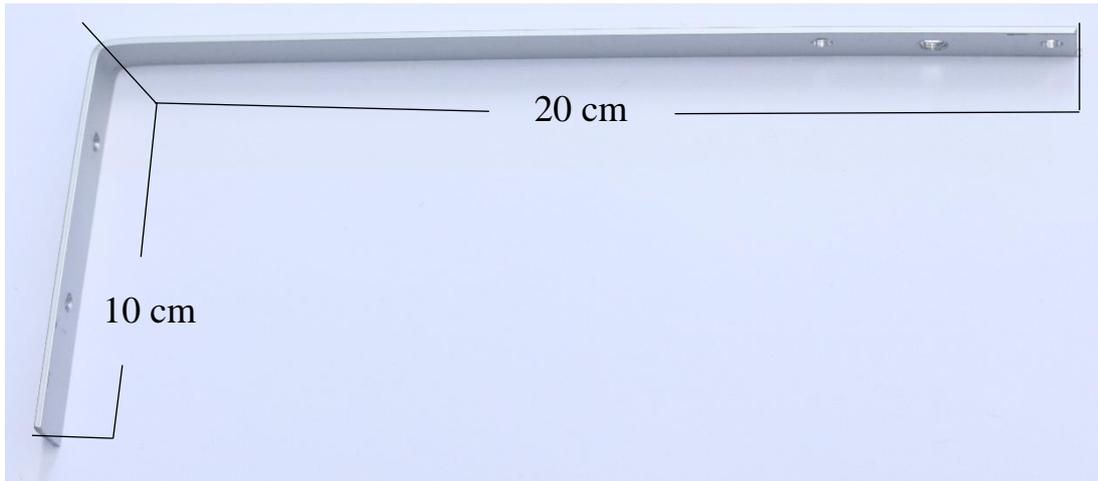
Die mittleren drei Scheiben werden später mit den vier langen Schrauben an der obersten Scheibe befestigt.

- Hierfür brauchst du den Akkuschrauber, den 4 mm Bohrer und den 40 mm Lochsägeaufsatz
- Als erstes schneidest du mit der Schere die Bohrschablone aus und machst mit der Messerspitze ein kleines Loch in die Mitte von jedem der vier äußeren Bohrlöcher und in die Mitte der Scheibe.
- Dann legst du die Bohrschablone in den Blumentopfuntersetzer und zeichnest mit dem Bleistift einen Punkt in jedes der Löcher, die du mit dem Messer gemacht hast.
- Als nächstes bohrst du bei den vier äußeren Markierungen jeweils ein Loch mit dem 4 mm Bohrer und bei der mittleren Markierung eins mit dem 40 mm Lochsägeaufsatz.
- Das Gleiche wiederholst du mit den anderen mittleren Scheiben.
- Danach kannst du die drei mittleren Scheiben zu den fertigen Sachen legen.

Bohrschablone „Mittlere Scheiben“



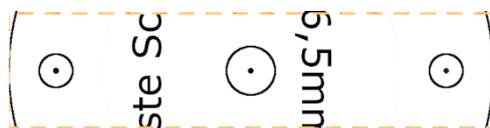
## 5.4. Der Alubügel



(Achtung, der Alubügel ist nicht in Originalgröße abgebildet)

Mit Hilfe des Alubügels wird der Strahlungsschutz später aufgehängt, aus diesem Grund musst du die genaue Läng und Form eventuell anpassen.

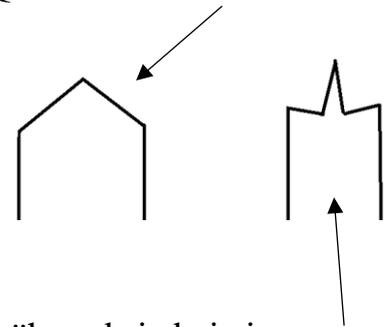
- Lege die Alustange mit 0,2 cm Stärke und 1,5 cm Breite, eine Metallsäge, sowie den Akkuschauber mit dem 6 mm und dem 4 mm Bohrer und außerdem noch das Lineal, den Bleistift, die Bohrschablone „Oberste Scheibe“ und eine Schere bereit.
- Als Erstes misst du bei der Alustange 30 cm ab und markierst die Stelle mit dem Bleistift.
- Dann sägst du die Alustange an der Markierung mit der Metallsäge ab.
- An dem einen Ende der Alustange wird später die oberste Scheibe befestigt, aus diesem Grund kannst du die Bohrschablone „Oberste Scheibe“ verwenden, die du jetzt mit der Schere an den gestrichelten Linien abschneidest:



- Die Schablone sieht nun aus wie die Abbildung und passt genau auf die Aluminiumstange
- Als Nächstes schiebst du die Schablone an ein Ende der Alustange und markierst dort die drei Löcher.

### Tipp:

Achte darauf, dass du für das Alu einen Metallbohrer nimmst! Du erkennst ihn daran, dass die Spitze im Querschnitt eher so aussieht,



während sie bei einem Holzbohrer eher so aussieht.

- Die beiden äußeren Löcher bohrst du jetzt mit dem 4 mm Bohrer und das Loch in der Mitte mit dem 6 mm Bohrer.
- Das andere Ende der Stange ist das Ende, mit dem du die Stange an einer Wand, einem Balken oder Ähnlichem festmachst. Die Löcher dort musst du deshalb so machen, wie du sie brauchst! Praktisch ist aber z.B., wenn du es so machst:
  - lege am Ende der Stange dein Lineal an und mache eine Markierung bei 3 und bei 8 cm
  - anschließend legst du an den Stellen das Lineal im rechten Winkel zur Stange an, und markierst die Mitte der Stange.
  - Mit dem 4 mm Bohrer bohrst du an den beiden Markierungen ein Loch.
- Jetzt muss die Alustange noch geknickt werden.
- Dafür markierst du die Stange 10 cm von dem Ende mit den zwei Löchern (nicht die mit den drei Löchern!) aus.
- Dann legst du die Stange über eine Kante, z.B. eine Tischkante und biegest sie vorsichtig bis sie etwa einen rechten Winkel hat.
- Danach kannst du den Alubügel zu den fertigen Teilen legen.



## 6. Das Zusammenbauen

Du brauchst:

1. Alle fertigen Teile!
2. Die Büroklammer

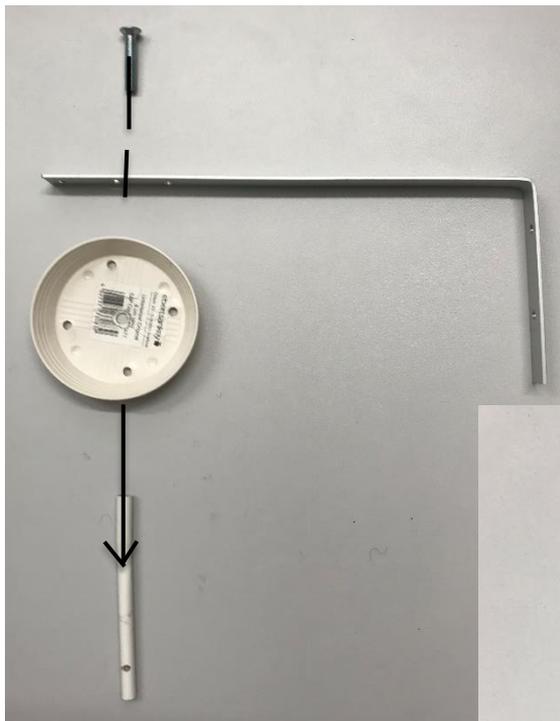
Und an Werkzeug:

Je nachdem einen Schraubenzieher, einen Schraubenschlüssel oder einen Akkuschauber mit je einem Bit, der zu:

1. der großen Schraube passt
  2. den vier kleinen Schrauben passt
  3. den vier Muttern passt
- und eventuell Sekundenkleber

Jetzt kann es an das Zusammenbauen deines Strahlungsschutzes gehen!

### 6.1. Das mittige Rohr



- Nun wird die oberste Scheibe und das mittige Rohr an dem Alubügel befestigt!
- Hierfür brauchst du: Die oberste Scheibe, den Alubügel, das mittige Rohr mit dem Loch und die dicke Schraube. An Werkzeug brauchst du nur den Schraubenzieher, der zu der dicken Schraube passt.



Mit der dicken Schraube befestigst du jetzt die oberste Scheibe an dem Alubügel, indem du sie durch den Bügel in das mittige Rohr schraubst.



## 6.2. Die Scheiben

- Nun werden noch die anderen Scheiben und der Temperatursensor (iButton) angebracht, um den Strahlungsschutz fertigzustellen.
- Hierfür brauchst du: Das eben zusammengebaute Teil, die zwölf Abstandshalter, die vier langen Schrauben, die dazu passenden Muttern, die drei mittleren und die unterste Scheibe sowie als letztes noch die Büroklammer und das Rohr mit dem iButton. An Werkzeug brauchst du den Schraubendreher für die langen Schrauben sowie den Schlüssel für die Muttern.
- Als erstes steckst du die vier Schrauben in die Löcher in der obersten Scheibe an dem Alubügel.
- Dann fädelst du abwechselnd die kleinen Rohrstückchen und die mittleren Scheiben auf die langen Schrauben, wie in der Abbildung.
- Nach der dritten mittleren Scheibe kommen dann zum Schluss die Muttern auf die Schrauben.
- Jetzt kannst du erst das Rohr mit dem iButton und dann die unterste Scheibe auf das mittlere Rohr schieben.
- Als letztes verschließt du deinen Strahlungsschutz indem du die Büroklammer durch das Loch in der mittleren Stange fädelst!
- Ob alles richtig aussieht, kannst du an der Abbildung vorne auf der Anleitung sehen.
- Jetzt kannst du deinen fertigen Strahlungsschutz an einem Ort aufhängen, an dem du die Lufttemperatur messen willst!





# Infiltration

Trage die Ergebnisse des Infiltrationsexperiments in die folgende Tabelle ein:

Bodenbedeckung	Ergebnis
dichtes Pflaster	
weites Pflaster	
kein Pflaster, verdichteter Boden	
kein Pflaster, lockerer Boden	



## Lehrinformation: Infiltration

Es gibt unterschiedliche Ansätze das Infiltrationsexperiment durchzuführen. Die einfachste Methode ist es, einen Eimer mit einer definierten Menge Wasser zu nehmen und ihn über den Boden zu gießen. Die erste Messung ist dann, wie lange das Wasser braucht, um zu verschwinden. Die Zweite ist, wie groß der Fleck ist, den das Wasser hinterlässt. Eine hohe Infiltration lässt das Wasser schnell im Boden versickern. In dem Fall wird nur wenig Wasser wegfleßen und der Fleck auf dem Boden wird somit relativ klein sein. Auf einem Untergrund, der weniger durchlässig, oder vielleicht sogar versiegelt ist, wird mehr Wasser wegfleßen und somit einen größeren Fleck hinterlassen. Die Abhängigkeit der beiden Prozesse Infiltration und Abfluss machen diese Methode etwas schwieriger zu verstehen als die Methode mit Hilfe eines Infiltrometers, die im Folgenden beschrieben wird.

Eine standardisiertere Methode als die oben beschriebene, ist die Verwendung eines einfachen Infiltrometers. Mit einem Infiltrometer wird eine bestimmte Menge Wasser über eine bestimmte Fläche Boden oder anderen Untergrund verteilt. Gemessen wird dabei, wie lang der Boden braucht, um das Wasser aufzunehmen. Dies wird dann meist in Millimeter pro Sekunde angegeben. Häufig wird dafür ein Ringinfiltrometer verwendet. Das ist ein Ring mit bekanntem Durchmesser, der zum Teil in den Boden getrieben wird. In den Ring wird dann Wasser gegossen und die zur Infiltration benötigte Zeit gemessen. Das Problem dieser Methode ist, dass durch laterale Wasserflüsse Wasser im Boden in den Bereich außerhalb des Rings fließt, was zu einer zu hoch gemessenen Infiltration führt. Um dies zu verhindern kann ein zweiter Ring konzentrisch zum ersten aufgestellt werden, in den ebenfalls Wasser gefüllt wird. Auf diese Weise können die lateralen Wasserflüsse aus dem inneren Ring unterbunden werden. Aus diesem Grund ist auch nur dieser für die Messung relevant. Dieser Aufbau wird Doppelringinfiltrometer genannt. Der Nachteil der Methode ist, dass sie nicht auf geteerten oder gepflasterten Oberflächen angewendet werden kann.

Weiterführende Materialien zum Thema Infiltration sind in der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung die Wasser Challenge (P13), das Wet City Lab (P33) und die Einführung zum Cool City Lab in P31.

## Klimagerechte Energieversorgung in Städten: Eine Einführung

Energie ist für uns selbstverständlich. Oft nehmen wir nicht einmal wahr, wofür wir sie benutzen. Dabei sind wir permanent abhängig von Strom. Es beginnt schon morgens mit dem Kaffeekochen, Zähneputzen und Musikhören auf dem Weg zur Schule. Diese Liste könnte über den ganzen Tag weitergeführt werden. Außerdem heizen wir im Winter unsere Wohnung, kühlen unsere Lebensmittel im Kühlschrank, fahren Auto und Bahn, fliegen mit dem Flugzeug, beleuchten unsere Räume und so weiter. Auch andere Wirtschaftssektoren wie Landwirtschaft, Industrie, Handel, Dienstleistungen und öffentliche Einrichtungen sind abhängig von der Energie.

### **Was ist eigentlich Energie?**

**Energie** ist eine Voraussetzung für alle Aktivitäten. Unser Körper entnimmt die Energie, die wir zum Leben benötigen, aus der Nahrung, die wir zu uns nehmen. Auch zum Aufladen des Smartphones wird Energie benötigt, jedoch in Form von elektrischem Strom. In vorindustriellen Zeiten nutzten die Menschen Energiequellen wie Wasser, Sonne, Holz und Kohle aus ihrer natürlichen Umgebung. Die Erschließung neuer Energiequellen ermöglicht uns heute eine moderne Wirtschaft und den technischen Fortschritt, den wir kennen. Zu den neu erschlossenen Energieträgern gehören Ölprodukte wie Benzin, Diesel oder Heizöl, aber auch Erdgas.

### ***Physikalische Grundlagen***

Energie ist eine physikalische Größe, die sich messen lässt und somit eindeutig bestimmbar ist. In unserem Alltag verwenden wir den Begriff in verschiedenen Kontexten, die nicht immer mit der Definition von Energie, wie sie in der Physik genutzt wird, übereinstimmen. Zum Beispiel werden viele der Behauptung zustimmen: „Es kostet mich viel Energie, morgens aufzustehen“. Damit ist aber etwas ganz Anderes gemeint: „Ich muss mich überwinden morgens aufzustehen, weil ich eigentlich viel lieber weiterschlafen möchte“. Physikalisch gesehen wird zum Aufstehen tatsächlich Energie benötigt, weil der Schwerpunkt des Körpers angehoben werden muss, der Körper also seine Lage verändert. Diese Form der Energie, die beim Heben des Körpers erzeugt wird, wird als **potenzielle Energie** bezeichnet. Der Energiebedarf hierfür ist jedoch minimal, er entspricht der **chemischen Energie**, also der Energie, die wir beispielsweise unseren Lebensmitteln entnehmen, von etwa 0,05 g Weizenmischbrot, also etwa der Energiemenge eines Brotkrümelns.

Es gibt neben der potenziellen und chemischen Energie noch weitere Energieformen, beispielsweise:

- Die **kinetische Energie**, also die Energie der Bewegung.
- Die **thermische Energie** oder einfach Wärme.

Kurz gesagt, ist Energie die Fähigkeit Arbeit zu verrichten. Arbeit wird im physikalischen Sinne immer dann verrichtet, wenn die Energie von einer Form in eine andere umgewandelt wird.

Im obigen Beispiel zeigt sich die Arbeit bei der Umwandlung von chemischer Energie in potenzielle Energie durch das Aufstehen.

In der Wärmelehre, also der Thermodynamik, spielen besonders zwei Hauptsätze eine wichtige Rolle:

1. Der Energieerhaltungssatz: Energie kann von einer Form in eine andere umgewandelt werden, sie kann aber weder erzeugt noch vernichtet werden. Auch wenn oft davon gesprochen wird, dass wir Energie verbrauchen oder erzeugen, so handelt es sich doch immer nur um die Umwandlung von einer Energieform in eine andere.
2. Der zweite Hauptsatz besagt, dass bestimmte Prozesse unumkehrbar sind: Wärme kann nur von einem wärmeren zu einem kälteren Körper fließen, nie umgekehrt. Mechanische Energie kann zwar vollständig in Wärmeenergie umgewandelt werden, aber der umgekehrte Prozess ist unmöglich.

### **Energiequellen**

Energie wird aus verschiedenen Energieträgern gewonnen. Man unterscheidet zwischen erneuerbaren Energiequellen und nicht erneuerbaren Energiequellen. **Nicht erneuerbare Energiequellen** sind eben nicht erneuerbar, sie stehen nur solange zur Verfügung, wie die Vorräte reichen. Die Nutzung dieser Energiequellen belastet die Umwelt, da diese Stoffe zur Energiegewinnung meist verbrannt werden. Dabei entsteht Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), eines der Treibhausgase, die für den Klimawandel auf der Erde verantwortlich sind. Aber dazu später mehr.

Zu den nicht erneuerbaren Energiequellen zählen fossile Energieträger, wie **Erdöl, Erdgas, Braunkohle und Steinkohle**. Sie entstanden über viele Millionen Jahre aus abgestorbenen Pflanzen und Tieren und liegen heute oft tief unter der Erdoberfläche. Aber auch **Atomkraft** zählt zu den nicht erneuerbaren Energiequellen. Hier werden Atome gespalten, dabei wird Energie freigesetzt. Oft ist der Ausgangsstoff das radioaktive Element Uran. Problematisch ist, dass neben der Energie auch radioaktive Strahlung freigesetzt wird. Diese ist für Menschen, Tiere und Pflanzen schädlich. Bei allen diesen Energieträgern wird zunächst Wärmeenergie frei, mit der Wasser erhitzt wird. Der entstehende Wasserdampf treibt dann einen Generator an, der wie der Dynamo eines Fahrrades funktioniert.

**Aufgabe:** Hast du schonmal von Tschernobyl gehört? Bei einem Unfall in einem Kernkraftwerk trat radioaktive Strahlung aus und verseuchte die gesamte Umgebung. Wenn es dich interessiert, kannst du im Internet die Folgen des Unglücks recherchieren.

**Erneuerbare Energiequellen** sind jene, welche immer wieder „nachgefüllt“ werden. Hierzu zählt **Wasserkraft, Sonnenstrahlung, Windkraft, Wellenkraft, Erdwärme** und **Bioenergie** aus Holz, Pellets und Stroh. Der erste Hauptsatz der Thermodynamik besagt, dass Energie weder erzeugt noch verbraucht wird, sondern umgewandelt wird. Bei Wasser-, Wind-, oder Wellenkraft wird beispielsweise die Bewegungsenergie in elektrische Energie – also Strom – umgewandelt. Bei Erdwärme und Bioenergie wird wie bei den fossilen Energieträgern der Umweg über Wärme genommen. Nur die Sonnenstrahlung kann direkt in elektrischen Strom umgewandelt werden.



Der Anteil erneuerbarer Energien an der insgesamt genutzten Energie unterscheidet sich stark zwischen verschiedenen Ländern. Abbildung 1 zeigt das für die Länder der EU.

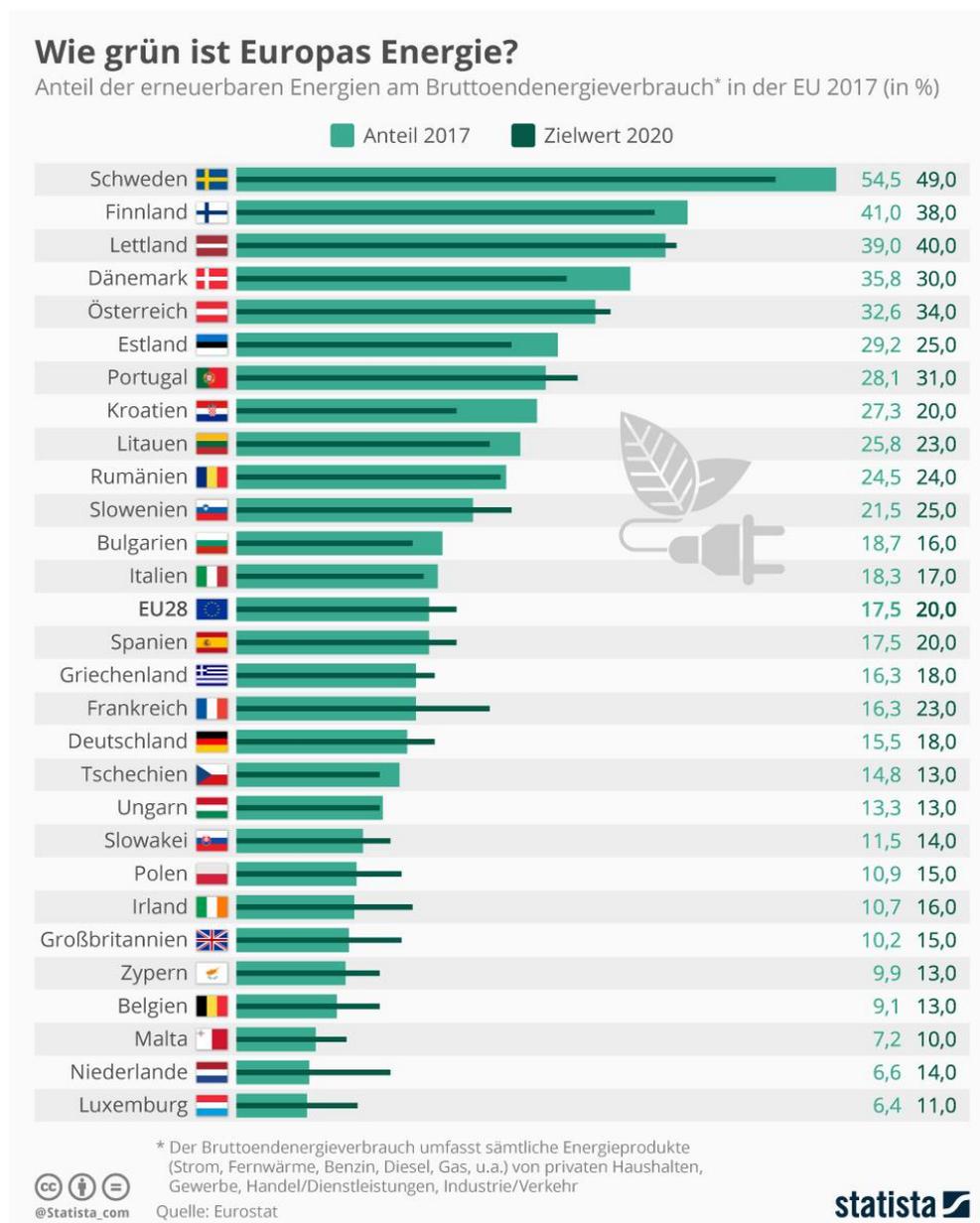


Abbildung 1: Wie Grün ist Europas Energie? (Quelle: Statista: <https://de.statista.com/infografik/18785/anteil-erneuerbarer-energien-am-bruttoendenergieverbrauch-in-der-eu/>)

**Aufgabe:** Wie lange hält das auf fossilen Energien beruhende System eigentlich noch unseren hohen Energieverbrauch aus? Öl-, Erdgas-, Uran-, und Kohlevorkommen sind endlich, das ist kein Geheimnis. Aber auch die finanziellen, politischen und ökologischen Kosten steigen und provozieren Spannungen. Auf lange Sicht ist es daher unumgänglich, komplett auf erneuerbare Energien umzusteigen. Recherchiere zu den folgenden Fragen:

- Wie hat sich der Anteil erneuerbarer Energien in den vergangenen 20 bis 30 Jahren verändert?
- Warum ist der Anteil der erneuerbaren Energien nicht größer?
- Was muss im Bereich der Energieversorgung und des Energieverbrauchs geändert werden, um 100 % erneuerbare Energie zu nutzen?



## **Elektrizität, elektrische Energie und Strom**

Jeden Tag nutzen wir Elektrizität in Form von Strom. Dieser Strom besteht aus Elektronen, kleinen negativ geladenen Teilchen. Wenn zu viele negative Ladungen an einer Stelle angehäuft sind und es eine elektrische Verbindung zu einem Ort mit zu wenig Elektronen gibt, bewegen sich die Teilchen, um das Ungleichgewicht auszugleichen. Das nennen wir (elektrischen) Strom.

**Aufgabe:** Du kannst selbst elektrische Energie erzeugen, indem du zum Beispiel mit einem Lineal an einem Wollpulli reibst. Auf diese Weise wird durch die Bewegungsenergie das Lineal elektrisch aufgeladen und du kannst damit etwa Papierschnipsel aufheben.

Aber wie kommt der Strom jetzt in unsere Steckdose?

Die Steckdose ist mit dem Stromnetz verbunden. Der Strom, der bei uns aus der Steckdose kommt, wird in einem Kraftwerk erzeugt. Ein Kraftwerk kannst du mit einem Dynamo an deinem Fahrrad vergleichen. Wenn du fest in die Pedale trittst – das heißt, wenn du Kraft aufwendest und Arbeit verrichtest – wird Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt und das Licht an deinem Fahrrad leuchtet. Vom Kraftwerk wird der Strom mit hoher Spannung über Hochspannungsleitungen transportiert. Trafostationen verringern die Spannung und von dort wird der Strom zu dir nach Hause geleitet.

**Was hat meine Steckdose mit dem Klima zu tun?**

### **Der Treibhauseffekt**

Wir laden unser Smartphone, unseren Laptop, sogar unsere Zahnbürste regelmäßig über die Steckdosen auf. Für fast alles benötigen wir heutzutage Strom und der Energiebedarf wächst ständig. Doch dabei vergessen wir schnell, dass die herkömmliche Energiegewinnung mit Emissionen von Treibhausgasen wie Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) verbunden ist. Daher spielt die nachhaltige Energieerzeugung eine zentrale Rolle.

Sicher hast du schon vom **anthropogen verursachten Treibhauseffekt**, dem menschengemachten Treibhauseffekt, gehört. Hier noch einmal eine kurze Erklärung: Wichtig ist, dass es einen **natürlichen Treibhauseffekt** gibt, der dafür sorgt, dass wir auf der Erde angenehme Temperaturen zum Leben haben. Das Ganze funktioniert, weil die Strahlung, welche die Sonne abgibt, kurzweilig ist. Diese dringt durch die Atmosphäre und trifft auf die Erdoberfläche. Beim Auftreffen wird ein Teil der Strahlung in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt und wieder abgestrahlt. Verschiedene Gase in der Atmosphäre, darunter auch Kohlendioxid, halten einen Teil der reflektierten Strahlung auf und schicken sie wieder zur Erde zurück. So bleibt es auf unserer Erde schön warm. Problematisch wird es aber, wenn mehr Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen und somit auch mehr Strahlung auf die Erde zurückgeworfen wird. Ein Grund für die zunehmende Menge von Treibhausgasen in der Atmosphäre ist beispielsweise die Energiegewinnung durch Verbrennung fossiler Energieträger.



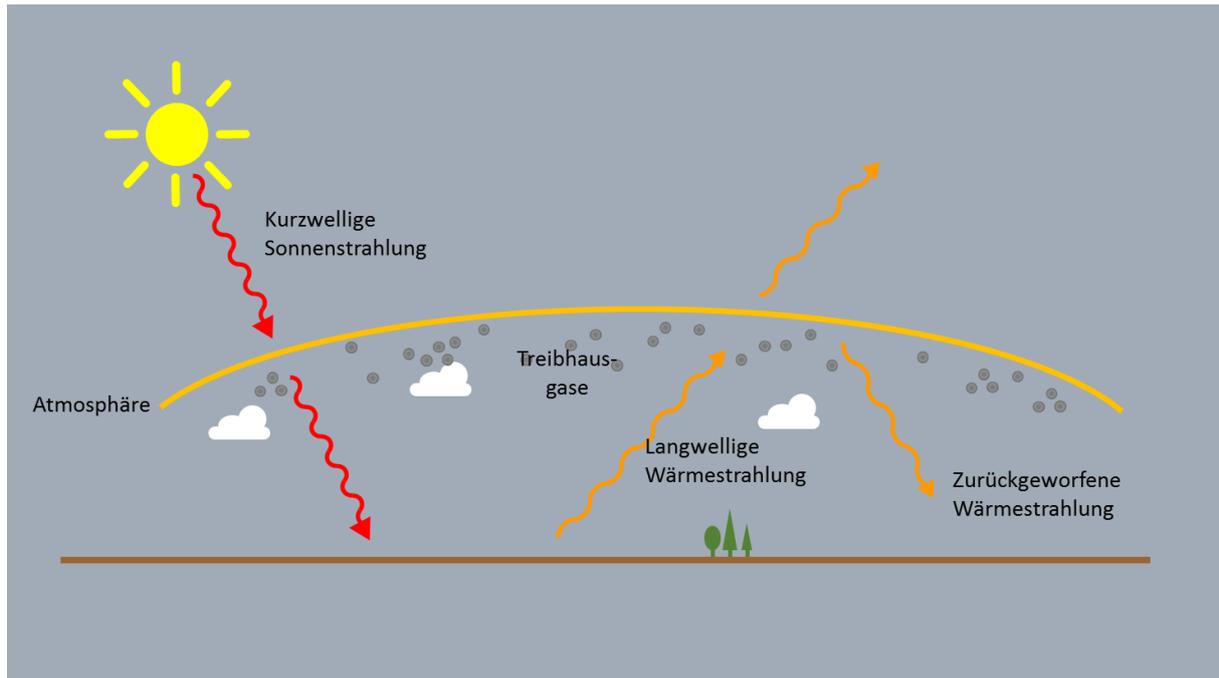


Abbildung 2: Treibhauseffekt (Quelle: Tagesschau: <https://www.tagesschau.de/multimedia/animation/klima-159.html>)

**Aufgabe:** Die in die Luft abgegebene Menge CO<sub>2</sub>, die durch eine Person verursacht wird, wird als CO<sub>2</sub>-Fußabdruck bezeichnet. Wie schätzt du deinen eigenen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck ein? Erstelle ein CO<sub>2</sub>-Profil auf:

[https://uba.co2-rechner.de/de\\_DE/](https://uba.co2-rechner.de/de_DE/)

### Stadtklima

Das Klima in Städten unterscheidet sich deutlich vom Klima im Umland. Zum einen wird die Frischluftzufuhr und der Austausch von Luftmassen durch die dichte Bebauung behindert, zum anderen spielt die Strahlung eine andere Rolle. Das Sonnenlicht wird an den Häuserwänden mehrfach reflektiert. Stadttypischen Baumaterialien wie Asphalt und Beton heizen sich schnell auf und speichern die Wärme. Und so genannte Wärmeemissionen, die durch Abwärme aus Haushalten, Industrie und Verkehr entstehen, tragen zur Erwärmung der Stadt bei. Zusätzlich ist die Luft in Städten besonders mit Spurengasen, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Wasserdampf, Rußteilchen und Feinstaub belastet. Die von der Stadtoberfläche abgestrahlte langwellige Wärmestrahlung kann den Dunst über der Stadt schlecht durchdringen und wird zurückgeworfen. Ein **städtischer Treibhauseffekt** entsteht.

### Energie in der Schule und in meinem Umfeld – Was können wir tun?

Energie selber ist unsichtbar, trotzdem können wir sie an ihrer Wirkung erkennen. Auch in der Schule nutzen wir ständig Energie. Aber wo?



#### Aufgaben:

- Schau dich in deinem Klassenraum um. Wo wird gerade Energie genutzt?
- Aus welcher Energiequelle kommt die elektrische Energie in deiner Schule?
- Wie könnte in deiner Schule Energie eingespart werden? Was können die Schüle\*rinnen tun, um dabei zu helfen?
- Nicht nur in der Schule nutzt du Energie. Auch zu Hause und unterwegs. Gibt es auch dort Möglichkeiten Energie zu sparen?
- Gibt es Nachteile, die dir durch das Energiesparen entstehen? Wie könnten diese ausgeglichen werden?

Neben den Haushalten wird in der Stadt an vielen anderen Stellen Energie genutzt. Dies führt zur Abgabe von Wärme und verursacht CO<sub>2</sub>-Emissionen. Auch das wird sich in Zukunft ändern müssen, um den anthropogenen Treibhauseffekt in Grenzen und das Klima in der Stadt erträglich zu halten. Die hier notwendigen Maßnahmen betreffen neben den Privathaushalten auch die Infrastruktur der Stadt. Hier sind große Umstellungen immer mit hohen Kosten verbunden. Daher muss zunächst untersucht werden, an welcher Stelle besonders gut Energie gespart werden kann. Diese Informationen werden dann in einem politischen Prozess ausgewertet, in dem die Bedürfnisse verschiedener Gruppen wie der Bewohner, der Wirtschaft und der für die Energieversorgung zuständigen Unternehmen berücksichtigt werden müssen.

#### Aufgaben:

- Wieviel Energie ist zum "Betreiben" einer Stadt notwendig?
- Wofür wird die Energie genutzt? Wer sind die größten Energieverbraucher einer Stadt?
- Wo lässt sich hier besonders gut Energie sparen? Berücksichtige dabei auch, wer dadurch Nachteile haben könnte.

Autoren: Marie-Madeleine Regh und Tim G. Reichenau, Geographisches Institut, Universität zu Köln, 2020



## Innovationen: Potentiale für soziale und ökologische Entwicklung – Eine Einführung

### **Wachstum der Städte, Verstädterung**

Wenn du in einer Stadt wohnst, gehörst du global gesehen seit 2008 zur Mehrheit der Menschen. Städte haben schon seit langer Zeit eine bedeutende Rolle bei dem Einfluss, den der Mensch auf die Natur hat. Doch besonders im letzten Jahrhundert ist der Einfluss der Städte exponentiell gestiegen, denn Städte wachsen global in beidem, in ihrer Größe, aber auch in ihrer Anzahl. Dieser Prozess wird Urbanisierung genannt. Während es im Jahr 2000 noch etwa 371 Städte mit mehr als einer Millionen Menschen gab, waren es 2018 schon 548, 2030 werden es weltweit etwa 706 sein (Quelle: UN).

**Aufgaben:** Wie ist es in deiner Gegend? Lebst du in einer Millionenstadt? Oder wo befindet sich von dir aus die nächste Stadt, mit mehr als einer Millionen Menschen? Und wann hat die Zahl der Einwohner\*innen die Million überschritten?

Natürlich ist das Städtewachstum eng mit dem Bevölkerungswachstum verbunden und so erklärt sich ein Teil des Städtewachstums aus der wachsenden Weltbevölkerung, die 1950 noch bei etwa 2,5 Mrd. Menschen lag und heute bei 7,8 Mrd. liegt. Von diesen Menschen leben prozentual immer mehr in Städten. So lebten 2018 noch etwa 55,3 Prozent der Weltbevölkerung in Städten, 2030 werden es vermutlich 60 Prozent sein (Quelle: UN).

**Aufgaben:** Wie verhält es sich mit dem Wachstum von Städten in deinem Land?

Wie hat sich die Bevölkerungszahl in deinem Land und/oder deiner Stadt mit der Zeit verändert? Versuche hier, Daten aus der offiziellen Statistik zu nutzen.

Wie hat sich die Fläche deiner Stadt mit der Zeit verändert? Schau dir hierzu Luftbilder oder Satellitenbilder an. Wie hat sich die bebaute oder versiegelte Fläche verändert? Wie hat sich die Grünfläche verändert?

### **Auswirkungen der Urbanisierung auf Mensch und Umwelt**

Schon heute verursachen Städte einen großen Teil der Emissionen von Treibhausgasen. Diese Emissionen finden jedoch nicht immer in der Stadt selber statt. So liegen z.B. die Kraftwerke, die den Strom für eine Stadt produzieren, meist außerhalb. Ebenso verhält es sich mit Emissionen, die indirekt durch in der Stadt verbrauchte Güter entstehen. Aber auch innerhalb der Städte werden erhebliche Emissionen verursacht. Gründe sind z.B. der dichte Straßenverkehr mit häufigem Stillstand im Stau oder an Ampeln und auch die Heizungsanlagen der Gebäude.

**Aufgaben:** Emissionen: Wie unterscheiden sich die CO<sub>2</sub>-Bilanzen von Stadt- und Landbewohner\*innen? Überlege dir die Lebensumstände und Lebensweise verschiedener Personen in der Stadt und auf dem Land. Im Internet gibt es verschiedene Rechner für den persönlichen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Berechne damit den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Stadt- und Landbewohner\*innen und vergleiche. Ist es bezüglich der Emission von Treibhausgasen besser, auf dem Land, oder in der Stadt zu wohnen?

[https://uba.co2-rechner.de/de\\_DE/](https://uba.co2-rechner.de/de_DE/)

<https://footprintcalculator.henkel.com/de>

Die Abgase wirken sich nicht nur auf den städtischen Treibhauseffekt und die globale Klimaerwärmung aus, sondern haben auch negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Hierzu tragen auch gleichzeitig ausgestoßene Schadstoffe wie Stickoxide und Feinstaub bei. Auch die durch den Effekt der städtischen Hitzeinseln höheren Temperaturen in der Stadt führen zu gesundheitlichen Problemen und erhöhten Sterblichkeitsraten vor allem bei älteren und bereits vorerkrankten Personen. Eine weitere Gesundheitsbelastung ergibt sich aus der ständigen Geräuschbelastung, denn Lärm kann sich negativ auf Blutdruck und Herzfrequenz auswirken.

**Aufgaben:** Wie hoch ist der Anteil von CO<sub>2</sub>-Emissionen, der durch Städte verursacht wird (weltweit, in deinem Land)? Wie hoch ist der Anteil deiner Stadt an den Emissionen deines Landes?

Wieviel höher ist die Wahrscheinlichkeit, in der Stadt an einer durch dreckige Luft verursachten Krankheit zu erkranken? Wie sieht das bei hitzebedingten Gesundheitsproblemen aus?

Wie entsteht der Effekt der städtischen Hitzeinseln? Hier kannst du auch PULCHRA-Schulen kontaktieren, die die City Challenges 2 oder 3 bearbeiten.

Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der steigenden Weltbevölkerung sind landwirtschaftlich nutzbares Land und Trinkwasser sehr wichtige Ressourcen. Beides steht in Konkurrenz mit Städten, da hier der Boden großflächig versiegelt ist. Da Städte oft dort gegründet wurden, wo in der Umgebung gute landwirtschaftliche Bedingungen herrschten, geht durch die Vergrößerung einer Stadt oft wertvolles Land verloren. Gleichzeitig kann Regenwasser nicht mehr versickern und wird über Kanalisationssysteme direkt den Flüssen zugeleitet. So gelangt es nicht mehr ins Grundwasser und fehlt in Brunnen.

Doch nicht nur die physikalischen und physischen Abläufe sind in und durch Städte negativ beeinflusst. Es lassen sich auch Auswirkungen auf sozialer und psychischer Ebene feststellen. So gibt es trotz der hohen Dichte von Menschen eine Tendenz zur Vereinsamung. Personen, die in der Stadt leben, leiden auch öfter unter Stress.

**Aufgaben:** In diesem Abschnitt wurden viele negative Auswirkungen der Urbanisierung dargestellt. Fallen dir auch positive Seiten ein? Wenn es darum geht, nachhaltig zu leben und sozial eingebunden zu sein, welche Möglichkeiten bietet die Stadt, die es auf dem Land so nicht gibt?



## Innovationen für mehr Nachhaltigkeit

Neben den negativen Folgen der Urbanisierung zeigen sich auch positive Effekte. Einige sind vermutlich bei der letzten Aufgabe gefunden worden. Hier sollen nur zwei Themen erwähnt werden.

Heute gibt es Trends hin zu Nahrungsmittelproduktion in Städten. Im privaten Bereich erfährt das „Urban Gardening“ zunehmend Zuspruch. Hier werden Obst und Gemüse auf Dächern, Balkonen oder Freiflächen angebaut. Einen kommerziellen Hintergrund gibt es üblicherweise nicht. Im Gegenteil schließen sich oft mehrere Stadtgärtner\*innen zu Gemeinschaftsgärten zusammen, mit dem positiven Nebeneffekt auch noch den Vereinsamungstendenzen in der Stadt entgegenzuwirken. Weit über diese kleinen Gärten hinaus geht das „Urban Farming“. Hier wird Landwirtschaft in größerem Stil in der Stadt betrieben, oft mit Gewinninteresse. Beim Urban Farming werden meist Gemüse oder Getreide in Gewächshäusern, auf freien Flächen, oder auf Dächern angebaut. Eine spezielle Form ist das „Vertical Farming“, bei dem der Anbau an Fassaden stattfindet oder mehrere Gewächshäuser in Etagen übereinander gebaut werden. Erste funktionierende Ansätze im größeren Stil sind in Singapur bereits verwirklicht. In Verbindung mit Fischhaltung kann sogar in Kreisläufen gearbeitet werden, bei denen Pflanzen das Wasser säubern und die Exkremente der Fische als Nährstoffe für die Pflanzen dienen.

Alle diese Ansätze haben die gleichen Vorteile. Durch den Wegfall längerer Transportstrecken werden Emissionen verringert. Dazu verbessern die zusätzlichen Pflanzen in der Stadt die Luftqualität. Außerdem wird der durch Versiegelung verursachte Verlust von landwirtschaftlicher Fläche kompensiert, da die Landwirtschaft in der Stadt nahezu keine zusätzliche Fläche benötigt, sondern auf bisher ungenutzten und oft nicht anderweitig nutzbaren Arealen stattfindet.

Neben der Landwirtschaft können auch andere Funktionen in Städte integriert werden. Solaranlagen (Photovoltaik) und auch spezielle Windkraftanlagen können elektrischen Strom direkt in der Stadt bereitstellen. Verluste durch lange Leitungswege fallen so weg und Gebäude heizen sich unter den Sonnenkollektoren weniger stark auf.

**Aufgaben:** Gibt es auch in deiner Stadt Urban Gardening, oder Urban Farming? Und wie sieht es mit der Energieproduktion in der Stadt aus?

Die Stadt Venlo in den Niederlanden hat ein sehr innovatives Rathaus. Informiere dich darüber, welche Ideen dort umgesetzt wurden.

## Smart City

Ein weiterer Ansatz, um viele Probleme in Städten anzugehen, ist das Konzept der „Smart City“. Dabei wird versucht, der starken Urbanisierung und den vielen damit einhergehenden Herausforderungen durch innovative Technologien und verstärkte Digitalisierung und Vernetzung zu begegnen. Ganzheitliche Konzepte, aufbauend auf fortschrittlichen Technologien, sollen Städte effizienter, nachhaltiger und gleichzeitig sozialer machen.

Dabei ist häufig die Rede von futuristisch klingenden Dingen. So testet z.B. Amazon Drohnen zur Auslieferung von Paketen und Uber will ab 2023 mit „Uber Air“ Flugtaxi anbieten. Doch



auch wenn die allzu futuristisch klingenden Dinge außen vor gelassen werden, gibt es auch heute schon Beispiele, wie durch Innovation und smarte Vernetzung Problemen heutiger Städte begegnet werden kann.

Ein Beispiel, das viele Menschen in ihrem Alltag nutzen, sind integrierte Stadtpläne und Navigationssysteme. Das bekannteste dürfte Google Maps sein. Um in der Navigationsfunktion möglichst schnelle Wege anbieten zu können, verarbeiten die Anbieter GPS-Daten ihrer Nutzer\*innen. So können sie sehen, wo sich gerade viele Smartphones befinden. Wenn sich dann z.B. viele Geräte an einer Stelle langsam oder im stop-and-go bewegen, kann daraus auf einen Stau geschlossen werden. Diese Orte können bei der Navigation dann vermieden werden. Weniger Stau und reduzierte Emissionen und Wartezeiten sind die Folge.

Dieses Beispiel zeigt einen schon realisierten Ansatz. Unter dem Begriff Smart City wird jedoch deutlich weitergedacht. Die Idee ist, alle zugänglichen Informationen über die Stadt zusammenzuführen. Im Bereich Verkehr sind das u.a. Informationen über Ampeln oder aktuelle Positionen von Fahrzeugen des ÖPNV. Im Rahmen der Optimierung der Energieversorgung können es Informationen über die Produktion und den momentanen Verbrauch von elektrischem Strom sein. Im Falle einer Überproduktion regenerativ erzeugten Stroms können dann vernetzte Stromverbraucher wie Waschmaschinen aktiviert oder Elektroautos aufgeladen werden. Auf diese Weise lassen sich Energieverluste beim Zwischenspeichern von Energie vermeiden und die Energieeffizienz erhöhen.

Zu den Grundgedanken der Smart City gehört aber auch aktive und kreative Eigeninitiative der Bevölkerung und eine konsequente Bürgerbeteiligung, z.B. bei großen Bauprojekten.

**Aufgaben:** Die Smart City Ansätze müssen nicht immer sehr groß gedacht werden. Auch im persönlichen Bereich kann der Zugriff auf und die Verknüpfung von Informationen dabei helfen, sich nachhaltiger zu verhalten. Kennst du Technologien, wie z.B. Apps, die dabei helfen? Gibt es in dem Bereich Ideen, die gleichzeitig Nachhaltigkeit und soziale Interaktion fördern?

Viele der Smart City Ideen beruhen auf dem Auswerten und Verknüpfen enormer Datenmengen. Dies ist grundsätzlich mit der Gefahr des Datenmissbrauchs verbunden. Zum einen ergeben sich durch die gesammelten Daten Möglichkeiten, Personen zu kontrollieren. Was in dem Zusammenhang technologisch möglich ist, wird zurzeit in China getestet, wo Personen anhand des individuellen Verhaltens Punkte bekommen, von denen verschiedene Aspekte gesellschaftlicher Teilhabemöglichkeiten abhängen. Zum anderen kann auch die teils unkontrollierte Nutzung von Daten durch private Firmen ein Problem sein. Dies wird stark diskutiert. Ein Beispiel dafür sind die sogenannten Sprachassistenten der großen Internetkonzerne, die permanent die Geräusche der Umgebung aufnehmen um auf Anweisungen zu achten. Dabei können auch private Unterhaltungen aufgenommen werden, ohne dass das den Nutzer\*innen bewusst ist.



**Aufgaben:** Viele Personen sagen: „Ich habe nichts zu verheimlichen“, wenn es darum geht, ob sie darauf achten, welche Informationen über sie zugänglich sind. Überlege, welche Informationen du über dich mit Freunden teilen würdest. Überlege weiter, welche Informationen davon du auch für alle zugänglich z.B. auf dein T-Shirt drucken würdest. Gibt es Informationen, die für dich so privat sind, dass sie niemand wissen soll? Wie könnten wichtige Informationen geschützt werden?

Doch es muss sich bei den „smarten“ Lösungen nicht zwingend um neue Technologien handeln. Auch ganz praktische Ansätze, die von den Aktivitäten der beteiligten Personen abhängen, können innovativ sein. Besonders relevant sind hier Aspekte der „Sharing Economy“, also der gemeinschaftlichen Nutzung von Dingen (z.B. Car Sharing). Auch das Food Sharing, also das Weitergeben nicht benötigter Nahrungsmittel lässt sich hier nennen. Dazu kommen Ansätze wie Repair Cafés, in denen sich Menschen treffen, um Dinge zu reparieren, wodurch der Konsum und Ressourcenverbrauch verringert werden kann. Hier ist es an jedem\* jeder Einzelnen, sich zu beteiligen und die Möglichkeiten der Smart City im Sinne der Nachhaltigkeit und der sozialen Teilhabe zu entwickeln.

**Aufgaben:** Wenn die Persönlichkeitsrechte der Bürger\*innen geschützt werden, scheinen große Chancen in den Smart City Ansätzen zu liegen. Wie könnte sich das Umsetzen dieser Ansätze fördern lassen? Welche Planungen bestehen dazu bereits in deiner Stadt? Welche Daten aus deiner Stadt stehen bereits zur Nutzung zu Verfügung? Welche Parteien und Gruppierungen der Stadtgesellschaft kämpfen dafür, welche sprechen sich dagegen aus?

Autoren: Tim G. Reichenau und Karl Kemper, Geographisches Institut, Universität zu Köln, 2020



## Gebäude für die Stadt der Zukunft

### Der Weg zur City Challenge: Der Fall der coolen Materialien

#### In was für einer Stadt wollen wir leben?

Mehr und mehr Menschen leben in urban geprägten Gebieten. Im Jahr 2050 wird der Urbanisierungsgrad in Europa voraussichtlich mehr als 80% betragen. Die meisten von uns werden also in Städten leben. Während wir von diesen kulturellen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Zentren profitieren, müssen wir jedoch auch mit den Schattenseiten von Städten wie Verkehr, Verschmutzung und den Klimaauswirkungen fertig werden. Der Klimawandel stellt in Städten eine zusätzliche besondere Belastung und Herausforderung dar, die alle betrifft und von allen Mitgliedern der Gesellschaft gemeinsam angegangen werden muss. Aus diesem Grund ist es wichtig sich daran zu beteiligen, Ideen und Konzepte für die Stadt der Zukunft zu entwickeln und unser Lebensumfeld mitzugestalten.

Eine Stadt kann als ein lebendiger Organismus verstanden werden, der wächst, sich verändert, einen eigenen Stoffwechsel und einen eigenen Charakter hat. Städte beeinflussen viele Aspekte unseres Lebens, von Architektur und Wohnen, bis zu Zoologischen Gärten, von Kultur bis Wirtschaft, von der Geschichte bis in die Zukunft, von der lokalen Identität bis zur globalen Vernetzung. So viele Aspekte und Dimensionen, wie es in einer Stadt gibt, so viele „City Challenges“ gibt es zu behandeln. Das PULCHRA Projekt ermutigt die Teilnehmer\*innen dazu, ihre eigene Vorstellungskraft, Kreativität und ihre eigenen Potentiale zu nutzen, um aus der Schule ein offenes Lernumfeld zu machen und dabei zu helfen, die Zukunft der eigenen Stadt mitzugestalten.

Während sich die relevanten und interessanten Themenfelder von Stadt zu Stadt und Schule zu Schule unterscheiden, ist der Klimawandel und die Anpassung an diesen ein Thema, das uns alle betrifft. Aus diesem Grund haben wir dieses Thema ausgewählt, um beispielhaft die Entwicklung einer City Challenge zu zeigen. Dieses Beispiel kann als eine Vorlage oder auch nur als Inspiration dazu dienen, mit dem Open Schooling Konzept die Rolle der Schulen in der Gesellschaft neu zu denken. Dabei werden Schulen zu zentralen Standorten für Innovation und gesellschaftliche Teilhabe, die neue Zukunftskonzepte in der Gesellschaft verbreiten.



Abbildung1: Konzept einer City Challenge

Dieses Beispiel für eine City Challenge baut auf den Materialien der PULCHRA Lehrmaterialiensammlung auf. Abbildung 1 gibt einen Überblick über das Konzept einer City Challenge. Die Schüler\*innen werden motiviert und orientieren sich an einem Thema, das sie

interessiert. Als Beispiel haben wir die verschiedenen Arten von Oberflächen in der Stadt und deren Auswirkungen auf das Stadtklima gewählt. Dieses Beispiel zeigt, wie die verschiedenen Akteur\*innen und Interessengruppen einen Einfluss auf das Stadtklima haben. Ein\*e Hauseigentümer\*in kann sich dafür entscheiden, sein\* ihr Grundstück mit einer natürlichen Oberfläche zu bedecken, die durch die Verdunstung die Hitze verringert, oder einen geteerten Parkplatz anlegen. Eine Stadt, ein Unternehmen, eine NGOs usw. haben ähnliche Entscheidungen zu treffen und Wissenschaftler\*innen helfen, die Auswirkungen und Konsequenzen zu verstehen.

Das Verständnis der Auswirkungen der Wahl verschiedener Oberflächen und Materialien zum Bau einer Stadt ist ein gutes Beispiel um mit Hilfe eines Open Schooling Konzepts die Notwendigkeit von Kooperation und Partizipation zu verdeutlichen und einen Weg zu aktivem bürgerschaftlichen Engagement für alle Beteiligten aufzuzeigen.

Da die Wahl der in einer Stadt verwendeten Materialien einen entscheidenden Einfluss auf das lokale Klima hat, haben alle Beteiligten die Möglichkeit, einen Beitrag zu einem gesunden und angenehmen Stadtklima, das ein gutes Wohnumfeld bietet, zu leisten. Mit dem Klimawandel werden wir jedoch immer häufiger mit Temperaturen konfrontiert, die über den angenehmen Bereich hinausgehen, mit all ihren negativen Auswirkungen auf das menschliche

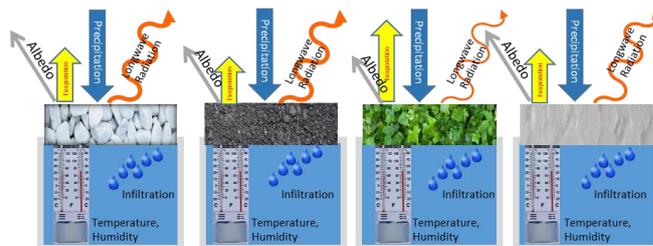


Abbildung 2: Konzeptionelle Skizze des Cool City Lab



Abbildung 3: Foto eines Cool City Lab

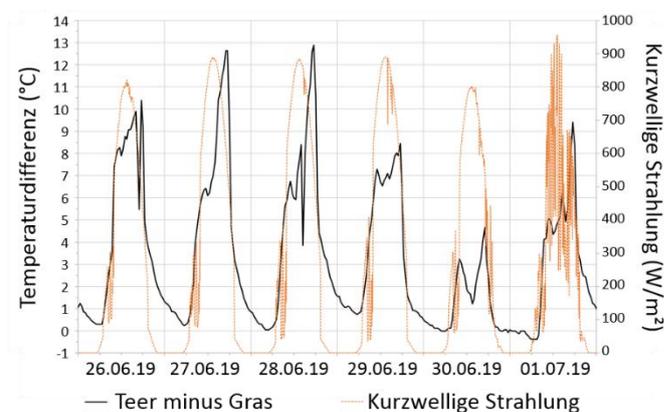


Abbildung 4: Beispiel für die Temperaturdifferenz in zwei Boxen mit unterschiedlicher Oberfläche (schwarze Linie) und kurzwellige Einstrahlung (orange Linie).

Wohlbefinden, die Gesundheit, die Wirtschaft, die Gesellschaft und die Ökosystemfunktionen. Die Schulumgebung zu kartieren (Material P12) ist ein guter Ausgangspunkt, um die verschiedenen Materialien zu verstehen, die im städtischen Umfeld vorhanden sind.

Das Cool City Lab zu bauen und mit ihm zu experimentieren (P30, P31) ermöglicht es, die thermische Wirkung verschiedener Oberflächen in Bezug auf die Mechanismen der Energieübertragung und die entstehende Wärme in einem Gebäude (oder in einer Klimabox des Experiments) zu untersuchen. Eine konzeptionelle Skizze des Cool City Lab ist in Abbildung 2 dargestellt. Abbildung 3 enthält ein Foto.

**Aufgabe:** Nutze ein Infrarotthermometer, um die unterschiedlichen Oberflächentemperaturen zu messen und den Effekt von Verdunstung an der Oberfläche zu untersuchen.

Besonders an warmen Tagen mit klarem Himmel und viel Sonnenschein wird der kühlende Effekt der Vegetation im Cool City Lab gut sichtbar sein (siehe Abbildung 4).

Die Temperatur in der Box wird sich durch die Energieflüsse an der Oberfläche ändern. Tatsächlich spielt die Farbe der Box keine große Rolle, da die Boxen aus gut isolierendem Styropor bestehen. Lediglich die Deckel der Boxen sind aus unterschiedlichen Materialien (hier Teer, Gras, Sand und Steine). Die Schüler\*innen können die Schalen im Deckel leicht austauschen und ihre eigenen Hypothesen bezüglich verschiedener Materialien prüfen.

**Aufgabe:** Nimm ein Stück Alufolie und miss seine Oberflächentemperatur mit einem Infrarotthermometer. Mach die Messung draußen und lege die Alufolie einmal auf eine Oberfläche und halte sie einmal über deinen Kopf.

Ergibt sich das gleiche Ergebnis, wenn du die Temperatur der Alufolie einmal von unten und einmal von oben misst? Warum ist das so?

Wenn genau gearbeitet wird, zeigen sich große Unterschiede in der gemessenen Oberflächentemperatur. Warum ist das so? Die Antwort liegt in der Physik dieser Messung. Nicht alle Materialien haben die gleiche Fähigkeit, langwellige Strahlung abzugeben. Dies wird als Emissivität des Materials bezeichnet und das Stefan-Boltzmann-Gesetz erklärt die Beziehung zwischen der tatsächlichen Temperatur und der Strahlungstemperatur, die mit dem Infrarotthermometer gemessen wird. Manche Materialien sind nur scheinbar kühl, während andere eine Stadt wirklich kühl halten. Letzteres ist der Fall, wenn die kurzwellige Strahlung entweder direkt zurück in die Atmosphäre reflektiert wird oder wenn die absorbierte Energie zur Verdunstung von Wasser genutzt wird.

Auf der Grundlage dieses Wissenschaftsverständnisses, das Physik, Umweltwissenschaften und Chemie verbindet (z. B. bestimmt die Wahl der Art der Farbe die Reflexion der Strahlung), können die Schüler\*innen ihre Umgebung erkunden und Oberflächen identifizieren, die entweder zur Kühlung der Stadt während einer Hitzewelle beitragen oder dies nicht tun. Die Dokumentation der Erkenntnisse kann zu einem Diskurs mit Eltern, Familien, Nachbar\*innen, Wissenschaftler\*innen, der Stadtverwaltung und anderen Interessengruppen führen, die die Entwicklung der Stadt mitgestalten. Dieser Diskurs in einem Open Schooling-Ansatz unterstützt dabei, eine Wahrnehmung davon zu entwickeln, dass es möglich, lohnenswert und notwendig ist, ein aktiver Teil der Stadtgesellschaft zu sein, unabhängig von Alter, Geschlecht, Herkunft oder anderen Kriterien. Die Schulen in den Mittelpunkt einer City Challenge zu stellen, unterstreicht die Rolle der Schulen in unserer Gesellschaft für alle, von Schüler\*innen zur Stadtverwaltung, von den Eltern zu Politiker\*innen oder Geschäftsleuten.

Autoren: Karl Schneider und Tim G. Reichenau, Geographisches Institut, Universität zu Köln, 2020



# Stadterneuerung für ein gutes und gesundes Lebensumfeld: Vom lokalen Handeln zum regionalen Einfluss

## **Freiflächen, Parks, Wasserflächen und Frischluftschneisen**

Diese City Challenge baut auf dem Verständnis der Rolle unterschiedlicher Oberflächen auf, wie sie im Text zur City Challenge 2 in Material P39-L dargestellt wurde. Dieses Beispiel für City Challenge 3 unter der Überschrift „Stadterneuerung für ein gutes und gesundes Lebensumfeld“ verbindet individuelle Orte zu einem Raumkonzept, das den städtischen Raum als ein Ganzes versteht. Auch wenn wir in diesem Beispiel wieder das Thema Stadtklima ansprechen, sind städtische Räume mehr als die physikalische Umgebung, in der wir leben. Sie sind kulturelle Umgebungen, spirituelle Umgebungen, historische Räume und mehr. Daher ist auch eine lebens- und liebenswerte Stadt mehr als ein physisch angenehmer Ort. Ein Park wirkt sich nicht nur auf den physikalischen Raum in Bezug auf seine Temperatur aus, er ist ein sozialer Raum, um Menschen zu verbinden und zu treffen, ein kultureller Ort, um Kunst zu erleben, und oft ein Ort, um über die Vergangenheit nachzudenken und Ideen für die Zukunft zu entwickeln. Das hier angeführte Beispiel für eine City Challenge soll also dazu anregen, das eigene Lebensumfeld als Teil eines Ganzen zu begreifen und die Erkenntnis zu erzeugen, dass Veränderungen im eigenen Lebensumfeld Auswirkungen auf andere Bereiche und Menschen haben und umgekehrt. Daher ermutigen wir Schüler\*innen und Lehrer\*innen, eine City Challenge zu entwickeln, die ihren individuellen Interessen und Bedürfnisse anspricht.

Basierend auf der grundlegenden Einführung in die Methode des wissenschaftlichen Forschens (Materialien P1-P4) ist ein schulischer Lern-, Erlebnis- und Aktiv-Pfad (LEAP, siehe Kapitel 2.2 des Handbuchs der PULCHRA Lehrmaterialien) ein guter Ausgangspunkt, um verschiedene Umgebungen zu erkunden, ihren Charakter zu verstehen und zu dokumentieren und die Erkenntnisse mit Hilfe analoger oder digitaler Werkzeuge mit anderen zu teilen (Materialien P5-P12, P24). Die verschiedenen Lernmaterialien in Papierform oder als Apps (P28) können das Erkunden und Lernen begleiten und auch zur Entwicklung eines Forschungsplans eingesetzt werden. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für ein LEAP-Konzept, das einen Schul-LEAP mit einem Stadt-LEAP verbindet und so die gesamte Bürgerschaft mit einbezieht.

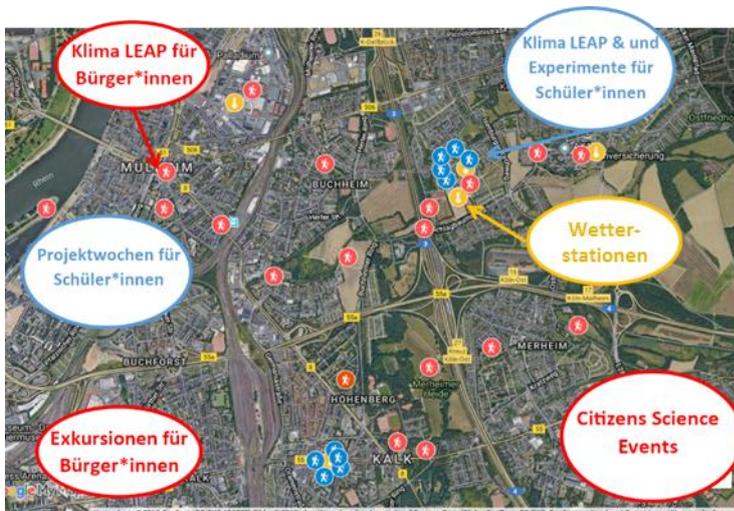


Abbildung 3: Beispiel für die Verbindung eines Schul- und eines Stadt LEAPs

Die einzelnen Stationen werden mit iButtons oder anderen Temperaturloggern ausgestattet, die in einem Strahlungsschutz (Material P35) vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden. Der Schul-LEAP ermöglicht einen einfachen Zugang, um regelmäßige Besuche im Rahmen des Unterrichts oder anderen schulischen Aktivitäten zu ermöglichen. Die Stadt-LEAP-Stationen können dort eingerichtet werden, wo die

Schüler\*innen wohnen, oder an anderen interessanten Orten, die spezifische thermische Eigenschaften aufweisen. Da es sich bei den iButtons um erschwingliche Geräte handelt, sollte es möglich sein, die benötigte finanzielle Unterstützung von Verbänden, Eltern, NGOs, Kommunen oder anderen unterstützenden Stellen oder Einrichtungen zu erhalten. Oft gibt es auch professionelle Klimastationen in der Stadt, deren Daten als Referenz genutzt werden können.

Die Schüler\*innen erforschen das Klima im Bereich ihrer Schule und in der Stadt und lernen den Zusammenhang von Oberflächenart/Oberflächencharakter und Lufttemperatur kennen. Dies ist besonders während Hitzewellen und Wetterlagen mit hohem Luftdruck interessant und relevant. Das Erforschen der Beziehungen von Temperaturmustern und Windrichtungen oder von Temperatur und in der Nähe liegenden Grünfläche ist bedeutsam, um zu verstehen, welche Möglichkeiten es gibt, die zunehmende Häufigkeit übermäßiger Hitze zu verringern und welche Maßnahmen dazu geeignet sind, wie z.B. Schatten schaffen, Verdunstung ermöglichen, eine geeignete Belüftung in der Stadt aufrechtzuerhalten, etc.

Wie in Abbildung 1 von Material P39-L dargestellt, werden Schulen auch hier als Zentren oder Knotenpunkte für Lernen, Innovation und gesellschaftliche Teilhabe angesehen.

Die Schüler\*innen bestimmen die City Challenge (hier: Identifizieren von Wegen zur Vorbereitung der Stadt auf die Verringerung der Auswirkungen übermäßiger Hitze) und identifizieren die Forschungsmethode (z.B. auf Grundlage der bereitgestellten Unterrichtsmaterialien oder anderer der Schule zur Verfügung stehender Ressourcen). Sie analysieren ihre Daten, berichten über die Ergebnisse und arbeiten während des Projekts und bei der Kommunikation der Ergebnisse und der Diskussion von Handlungsmöglichkeiten mit der Öffentlichkeit zusammen.



Material zur Herstellung des Zusammenhangs von lokalen Messungen und regionalen Effekten ist im Internet frei verfügbar, z.B. über europäische oder NASA-Webseiten<sup>1</sup>. Lehrmaterial zu Satellitenbildern im Hinblick auf zeitliche Veränderungen ist ebenfalls verfügbar<sup>2</sup>. Zusätzliche können hochauflösende Bilder für die Stadt verfügbar sein (z.B. durch Zusammenarbeit mit lokalen Universitäten). Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für ein Bild der Oberflächentemperaturen im Vergleich zu vorhandenen Grünflächen. Dazu wird der NVDI verwendet, ein Index, der hohe Werte liefert, wenn grüne Vegetation vorhanden ist.

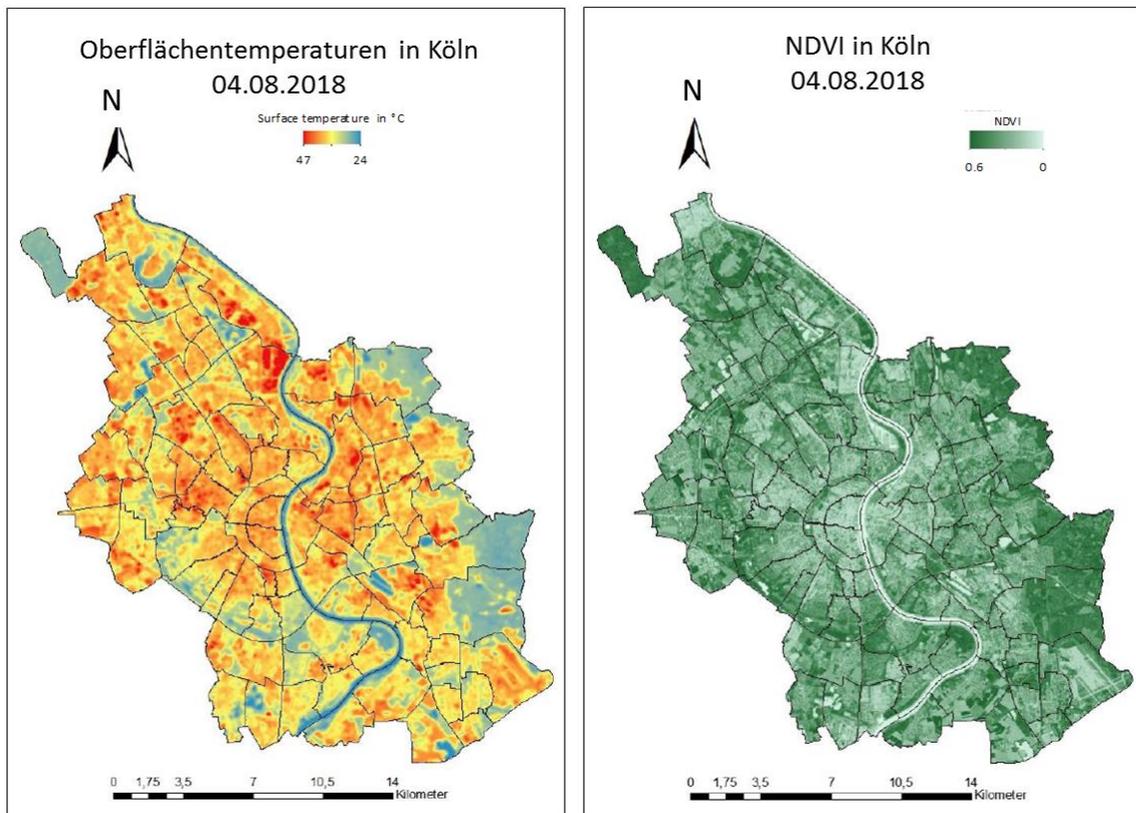


Abbildung 2: Beispiel für den Zusammenhang von Oberflächentemperatur und Grünflächen in Köln

Autoren: Karl Schneider und Tim G. Reichenau, Geographisches Institut, Universität zu Köln, 2020





Die PULCHRA Lehrmaterialiensammlung ist ein Teil des Handbuchs der PULCHRA Lehrmaterialien. Ein weiteres Dokument über Möglichkeiten zur Evaluierung der PULCHRA Lehrmethoden Open Schooling und forschungsbasiertes Lernen wird parallel zu diesem Dokument publiziert.

Die erste Version der PULCHRA Collection of Educational Materials wurde 2019 und 2020 vom PULCHRA-Team am Geographischen Institut der Universität zu Köln zusammengestellt.

Im Laufe der City Challenges zwischen 2020 und 2022 wird diese Sammlung durch PULCHRA-Teams aus den Partnerländern und durch Lehrpersonen und Science Teams an den Schulen des PULCHRA-Schulnetzwerks erweitert.

Deutscher Text:

Tim G. Reichenau, Christine Gierlich,  
Karl Schneider, Karl Kemper,  
Marie-Madeleine Regh, Anabel Wandt-Hockamp

Projektleitung:

Prof. Dr. Karl Schneider, [karl.schneider@uni-koeln.de](mailto:karl.schneider@uni-koeln.de)

Kontakt:

Dr. Tim Reichenau  
Universität zu Köln  
Geographisches Institut  
Albertus-Magnus-Platz  
50923 Köln

[tim.reichenau@uni-koeln.de](mailto:tim.reichenau@uni-koeln.de)

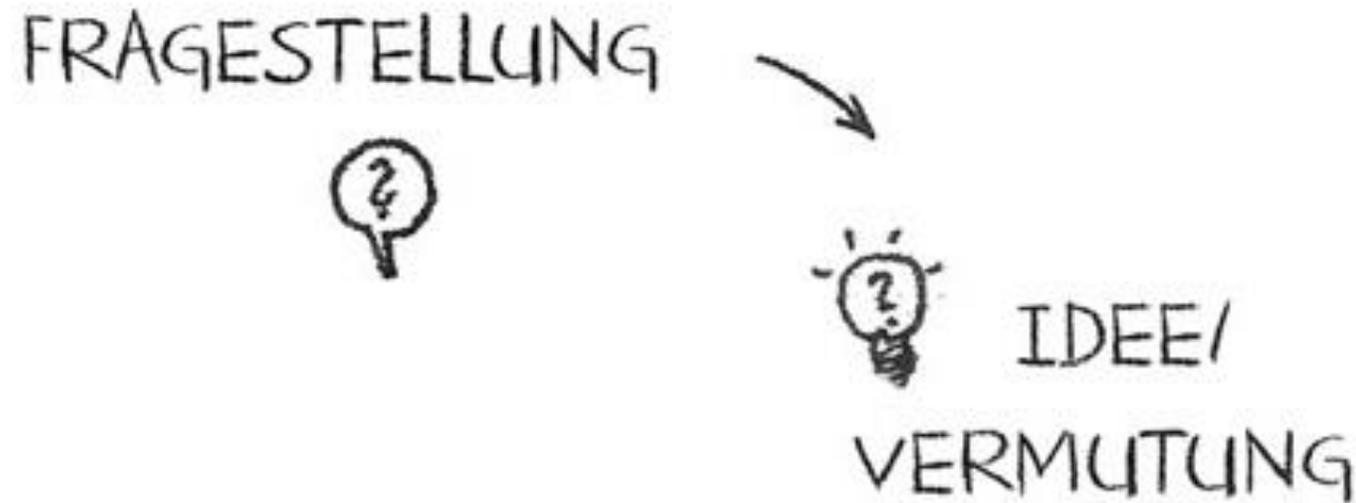
Tel. 0221/470-6823

Fax 0221/470-5124

# Was ist eine Hypothese?



Das Wort „Hypothese“ bedeutet Vermutung oder Idee.



Abbildungen nach Prof. Dr. Brunhilde Marquardt-Mau mit freundlicher Genehmigung der DKJS,  
© Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (DKJS), [www.forschendes-lernen.net](http://www.forschendes-lernen.net)



Seht euch die folgenden Bilder an.

Stellt Hypothesen (Vermutungen) auf, bezogen auf die Fragestellung.

Dabei geht es nicht darum, ob die Hypothese auch bestätigt wird, sondern erstmal nur um eure Vermutungen.



# Warum ist diese Pflanze eingegangen?



"[Dieses Foto](#)" von Unbekannter Autor ist lizenziert gemäß [CC BY-SA](#)



# Was sagt diese Wolkenbedeckung über die Temperatur aus?



["Dieses Foto"](#) von Unbekannter Autor ist lizenziert gemäß [CC BY-SA](#)



# Wie viel Feuchtigkeit hat dieser Boden?



["Dieses Foto"](#) von Unbekannter Autor ist lizenziert gemäß [CC BY-SA](#)



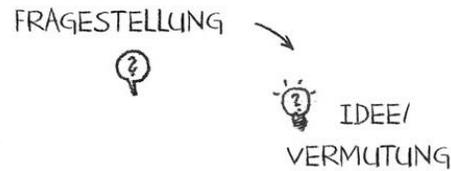
# Wie gut ist die Wasserqualität in diesem Gewässer?



"Dieses Foto" von Unbekannter Autor ist lizenziert gemäß [CC BY-NC](#)



# Eine gute Hypothese...



- bezieht sich eindeutig auf die Fragestellung.
- ist durch Messungen und Beobachtungen überprüfbar.
- kann bestätigt oder widerlegt werden.

# Das Projekt „LEAP“



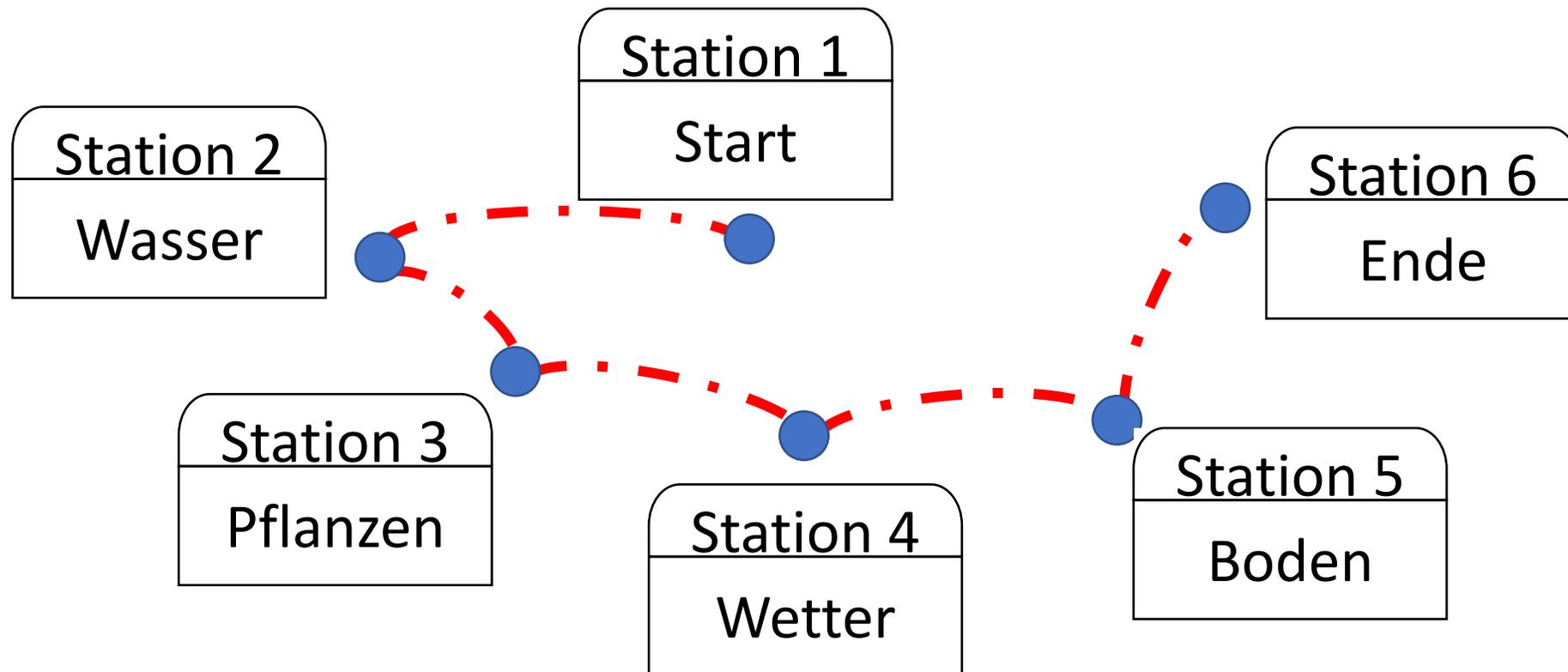
Der Begriff „LEAP“ ist eine Abkürzung für  
Lern-, Erlebnis- und Aktiv-Pfad



„LEAP“ ist auch ein englisches Wort: Es bedeutet  
„springen“ oder „Sprung“



Entlang des Pfades befinden sich Stationen zum Lernen und Erkunden von Themen, die mit dem Klima zusammenhängen



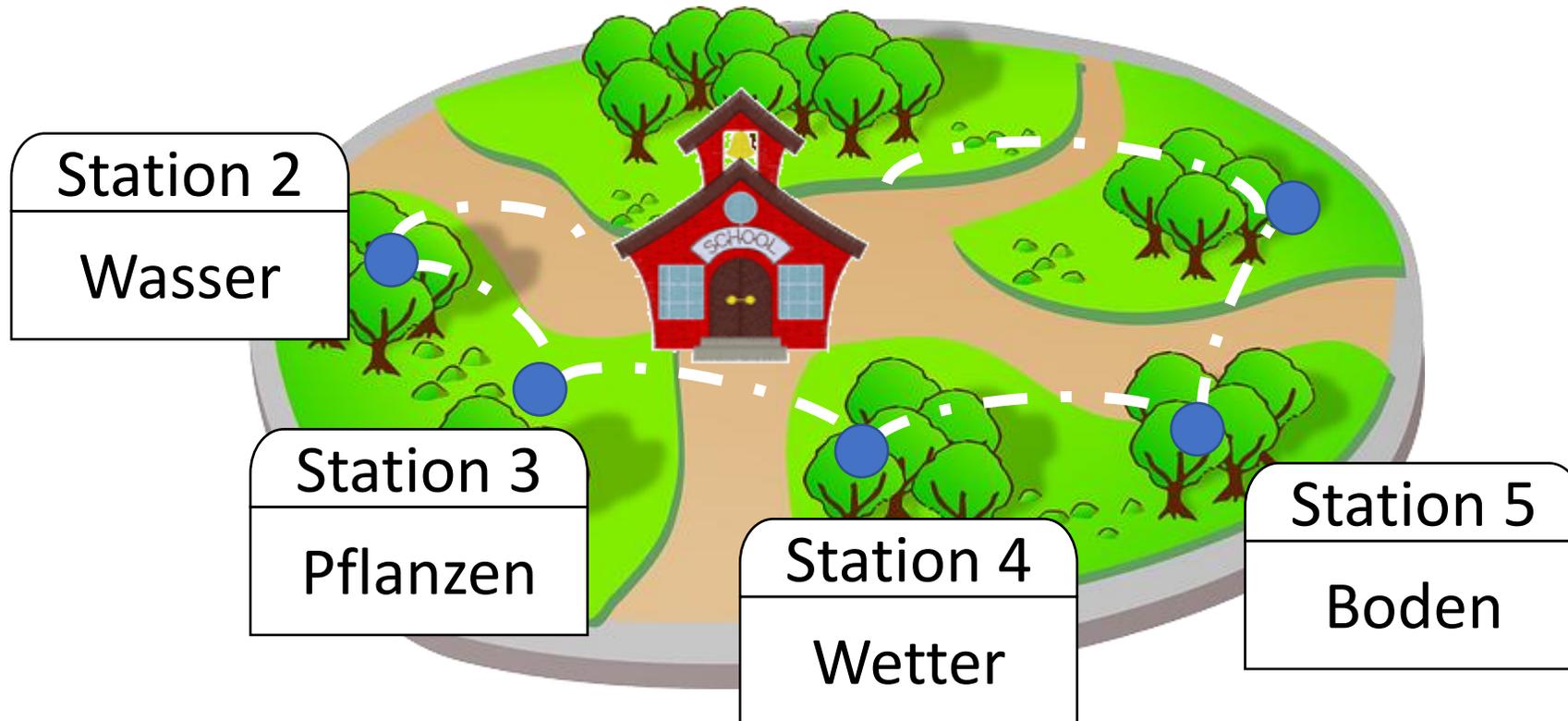
# Überall kann man viel entdecken, erleben und lernen – auch an unserer Schule



Wir erstellen unseren eigenen LEAP um unsere Schule herum!  
Und wir werden zu den Themen unseres LEAPs forschen.



An jeder Station werden wir Informationen über die Themen  
und unsere Forschung präsentieren



# Findet interessante Orte auf eurem Schulgelände oder in der Nähe, an denen man etwas entdecken kann



1. Findet euch in 3er oder 4er Gruppen zusammen, um gemeinsam euer Schulgelände zu erkunden.
2. Geht zu den auf Arbeitsblatt P12 angegebenen Orten und markiert und beschriftet diese auf der Karte.
3. Tragt die Koordinaten dieser Orte in die Tabelle auf Arbeitsblatt P12 ein.
4. Findet heraus, welche Bereiche des Schulgeländes wofür genutzt werden und markiert sie in der richtigen Farbe auf der Karte.
5. Wenn ihr fertig seid, kehrt ins Klassenzimmer zurück.



# Find interesting locations on the school ground or in the surrounding, where you can discover something



1. Findet euch in 3er oder 4er Gruppen zusammen, um gemeinsam euer Schulgelände zu erkunden.
2. Findet interessante Orte auf dem Schulgelände, wo etwas über Wasser, Pflanzen, Wetter oder Boden entdeckt werden kann.
3. Wenn ihr einen interessanten Ort gefunden habt, füllt das passende Blatt (P7a bis P7d) aus.
4. Wenn ihr interessante Orte für alle vier Themen gefunden und die Blätter ausgefüllt habt, kehrt zum Klassenzimmer zurück.

Bevor ihr anfangt, müssen wir uns über Forschungsfragen unterhalten. Bitte lest Arbeitsblatt P29.



# Forschungsergebnisse auswerten



Abbildungen nach Prof. Dr. Brunhilde Marquardt-Mau mit freundlicher Genehmigung der DKJS,  
© Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (DKJS), [www.forschendes-lernen.net](http://www.forschendes-lernen.net)

Tragt die Forschungsergebnisse aller Gruppen zusammen(P21).

Vergleicht die Ergebnisse in eurer Gruppe (P22).

Markiert Ergebnisse, die anders sind, oder euch „komisch“ vorkommen. Meldet euch um diese Ergebnisse mit eurer Lehrkraft zu besprechen.



Füllt einen vorläufigen Steckbrief (P24a-e) für eure Station des LEAPs aus (P24g and P24h).

Dabei könnt ihr die Arbeit untereinander aufteilen.

Tauscht eure Texte untereinander aus. Überprüft und korrigiert die Texte gegenseitig (P24i).



Wenn alle Texte fertig sind und es keine weiteren Verbesserungen mehr gibt, dann schreibt den Text auf den endgültigen Steckbrief ab (P24).

Dieser wird dann laminiert.



Optional:

Wählt Fotos aus, die euer Experiment und die Ergebnisse zeigen.



Optional:

Zeichnet einen Comic über euer Experiment für eure Station.



# Bereitet eure Präsentation vor.

Teilt ein, wer was sagen wird.

Macht euch Karteikarten mit Stichworten.

Übt die Präsentation!



# Morgen wird der LEAP, den ihr erstellt habt, eröffnet!

Gemeinsam mit der Schulleitung werden wir den Pfad entlang gehen und die Präsentationen hören. Ihr könnt dazu auch eure Eltern, Geschwister und andere Interessierte einladen.

