

## 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

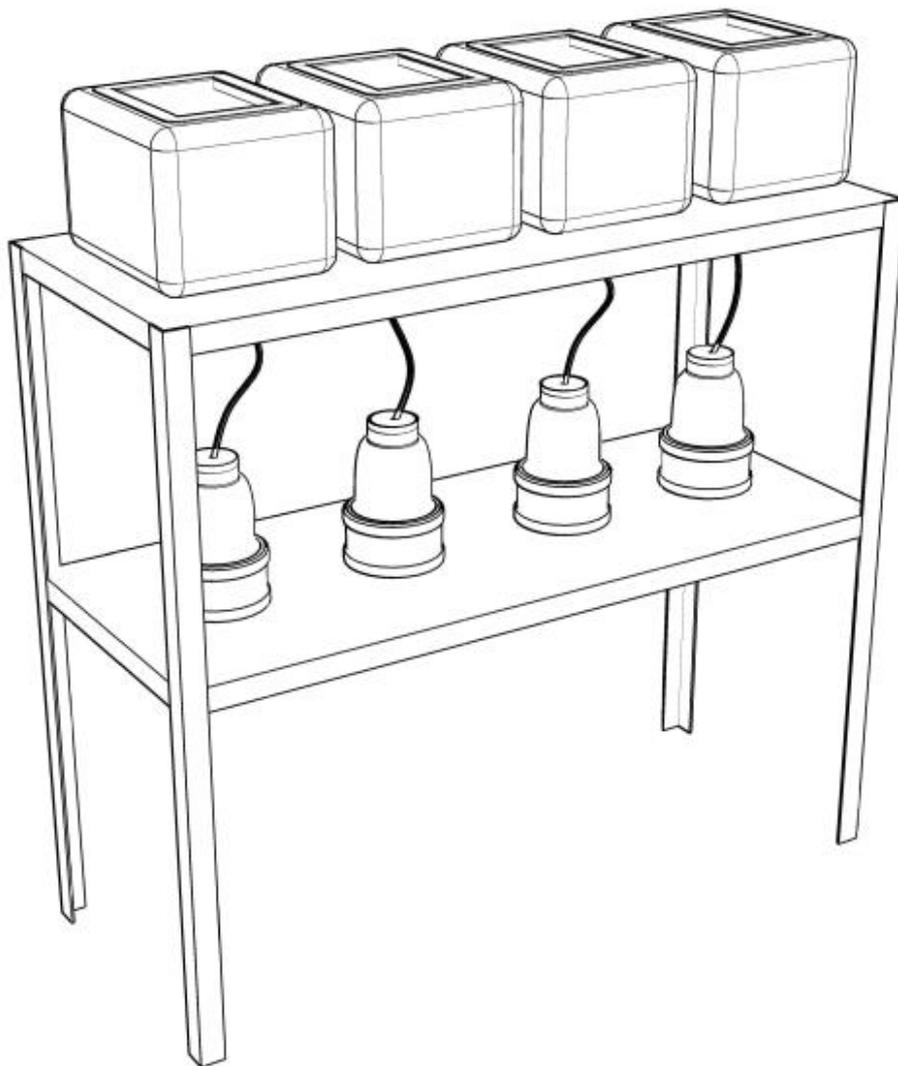
Das Importieren der Daten in ein Tabellenkalkulationsprogramm aus einer vom Temperatursensor generierten Textdatei kann unter Umständen eine Schwierigkeit darstellen, da das von den Temperatursensoren verwendete Dateiformat nicht unbedingt dem Standardformat der Tabellenkalkulationssoftware entspricht. 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.

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 kältesten 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, schau 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.

