



## Projekt Klimagarten 2085 - Klasse 5G

Der Klimawandel ist zu einem der brisantesten Themen unserer heutigen Zeit geworden. Mit dem Projekt Klimagarten 2085 schufen wir eine Gelegenheit, sich mit dem Thema auseinanderzusetzen.

### Die Experimente

Die Klimaerwärmung betrifft die Landwirtschaft aber auch ganze Ökosysteme: Welche Kulturpflanzen werden wir in Zukunft noch anpflanzen können? Welches sind die Gewinner, welches sind die Verlierer? Geraten Ökosysteme in Schieflage, wenn zum Beispiel die Brennnesseln, Futterpflanzen für viele einheimische Schmetterlinge, einen anderen Zyklus aufweisen? Welchen Einfluss haben die Temperaturen auf wechselwarme Tiere, wie zum Beispiel die Grasfroschkaulquappen und die erwähnten Brennnesselraupen? Sind Blumenwiesen nach der Klimaerwärmung artenreicher oder artenärmer? Überwuchern Teichlinsen bald unsere wärmeren Gewässer?

3 Gewächshäuser wurden erstellt: Kontrollhaus nur mit Dach und zwei Gewächshäusern mit den folgenden Klimaszenarien: In einem wurde die Temperatur auf +2-3 °C über den heutigen Durchschnittstemperaturen der Sommermonate eingestellt, im zweiten auf +4-6°C.

Die Bewässerung erfolgte mit dem Gardenasystem bei allen Versuchen genau gleich.

Die Klasse 4G/5G hat fünf verschiedene Versuchsansätze ausgearbeitet, jeder mit einem eigenen Forschungsansatz, welche aber miteinander in Beziehung stehen.

### **Brennnesselplantage**

Je ein Beet mit 50 Brennnesselpflanzen wurde angelegt. Welches Beet wird die Nase vorn haben?

### **Raupenentwicklung und Schmetterlinge**

Wie entwickeln sich Schmetterlingsraupen bei den unterschiedlichen Temperaturen? Wieviele Schmetterlinge werden schlüpfen?

### **Blumenwiese**

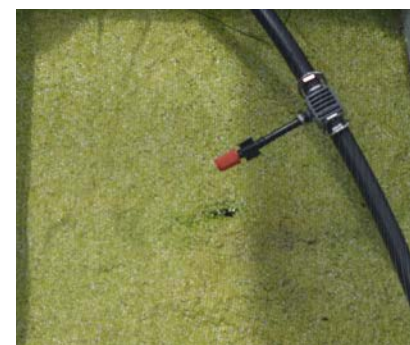
Je ein Beet wurde mit Beeflor von Schweizer angesät. Welche Blumenwiese wird mehr Blumen für die Schmetterlinge haben?

### **Teichlinsen**

Wärmeres Klima ergibt auch wärmere Gewässer. Welchen Einfluss hat die Wassertemperatur auf Teichlinsen?

### **Grasfroschkaulquappen**

Entwickeln sich die Kaulquappen schneller und wieviel früher gehen sie an Land?



Dr. Remo Flüeler - Biologie



## Projekt Klimagarten 2085 - Klasse 5G

### Brennnesselplantage

April – September 2022

Fabian Kalliola, Aku Korczak und Nico Oswald

#### Unsere Idee

Unsere Fragestellung: «Wie wird sich, bzw. kann sich unsere Natur drastischen Temperaturänderungen anpassen?».

Unsere Hypothese lautete, dass mit wärmeren Temperaturen die Pflanzen einen schnelleren Stoffwechsel haben und somit schneller wachsen.



#### Grundlagen

Warum genau Brennnesseln? Brennnesseln können für Tee und andere Heilmittel genutzt werden. Die Brennnesseln sind aber auch die grösste Nahrungsquelle für einige der häufigeren Schmetterlinge bzw. deren Larven und für viele andere Insekten.



Seit der vorindustriellen Zeit hat sich das Klima um durchschnittlich 1 Grad Celsius erwärmt. Noch sieht die Natur der Schweiz gleich aus wie früher, jedoch könnte sich dies in der nahen Zukunft ändern, denn es wird mit Temperaturerhöhungen von 2 - 5 Grad Celsius bis ins Jahr 2085 gerechnet.

#### Material und Methoden

Unsere Brennnesseln fanden wir unter einem riesigen Tannenbaum auf dem Grundstück der KSZ. Insgesamt 150 eher kleinere Brennnesseln haben wir ausgegraben und auf 3 verschiedenen Versuchsfächen in Gewächshäusern eingepflanzt: Das erste Gewächshaus entsprach der Aussentemperatur und war offen, jedoch überdacht. Somit spielte der Niederschlag keine bedeutende Rolle. Das Zweite war 2-3 Grad Celsius wärmer als die Aussentemperatur und das Dritte war 4-6 Grad Celsius wärmer als die Aussentemperatur. 50 Brennnesseln, einzeln gewogen, wurden am 4. Mai in 240 cm x 120 cm grossen Versuchsfächen gepflanzt.



Die Gewächshäuser, in denen die Brennnesseln gepflanzt wurden, hatten wir mit unserer Klasse 5G letztes Schuljahr im April gebaut. Diese Gewächshäuser konnten elektrisch geheizt und somit optimal für unseren Versuch eingestellt werden. Die Plantage wurde mit Hilfe von einem automatischen Bewässerungssystem versorgt. Wir haben immer mit Handschuhen gearbeitet, da der Saft aus den feinen Brennhaaren an den Brennnesseln ziemlich schmerzhaft war. Bei der Ernte war es schwierig alle Pflanzen zu finden, da zwischen den Brennnesseln viel Unkraut wuchs. Mit einer genauen Analysenwaage wurden die über den Sommer herangewachsenen Brennnesseln am 14. September genau gewogen.



## Resultate

In den drei Gewächshäusern sind die Brennnesseln unterschiedlich stark gewachsen. Rot umkreist sind die Brennnesseln aus dem Gewächshaus mit der Aussentemperatur. Die blau umkreisten sind bei durchschnittlich 2-3 Grad Celsius über der Aussentemperatur gewachsen. Gelb umkreist sind die, die bei einer 4-6 Grad Celsius höheren Durchschnittstemperatur wuchsen (vgl. Foto Seite 1).

Bei der Anzahl der Pflanzen sind grosse Unterschiede zu sehen. Während in den ersten beiden Versuchen 47 bzw. 44 Setzlinge überlebten, blieben im wärmsten Gewächshaus nur gerade 10 Pflanzen übrig. (vgl. Bild rechts: orange und blau).

Der Vergleich der Ernte zeigt eine grosse Biomasseproduktion von über 1 kg und damit Wachstum der Einzelpflanzen auf dem Kontrollfeld, während im wärmeren Gewächshaus die Ernte mit rund 530 g niedriger ausfiel und im wärmsten Gewächshaus mit 45 g sogar ein Nettoverlust entstand. (vgl. Bild mitte rechts zum Gesamtgewicht).

### Boxplot und t-Test

Die Anfangswerte (Setzlinge) sind in guter Näherung gleich gross in allen drei Versuchen. Die 50 Setzlinge wogen zu Beginn in den drei Flächen insgesamt zwischen 70 g und 90 g, die einzelnen Setzlinge im Durchschnitt zwischen 1.4 g und 1.7 g. Der t-Test ergab mit P-Werten zwischen 0.06 - 0.31, dass sich die Chargen nicht signifikant unterscheiden.

Auf den Boxplots der Erntegewichte ist die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Einzelpflanzengewichte ersichtlich. Die Gewichte bei der Aussentemperatur variieren mit Abstand am meisten.

Das durchschnittliche Gewicht beträgt im Kontrollversuch 24 g, im warmen Gewächshaus 12 g und im wärmsten 4.5 g. Der t-Test ergab mit P-Werte von 0.007 und 0.014 beim Vergleich der Kontrolle mit den Gewächshäusern signifikante Unterschiede. Die Unterschiede zwischen den Versuchsflächen 2 und 3 sind statistisch gesehen mit 0.12 allerdings nicht signifikant. (vgl. Diagramm Einzelpflanzengewichte)

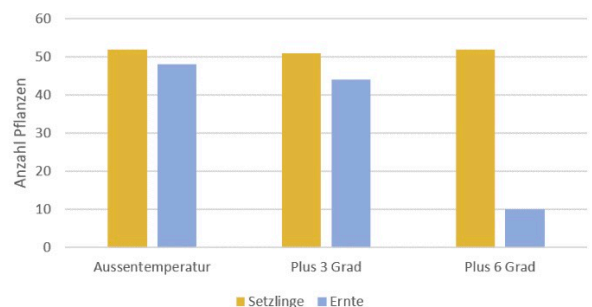
### Diskussion und Fazit

Je wärmer die Durchschnittstemperatur ist, desto schlechter wachsen Brennnesseln. Das zeigt sich im abnehmenden Gesamtgewicht sowie in der verringerten Anzahl der Pflanzen.

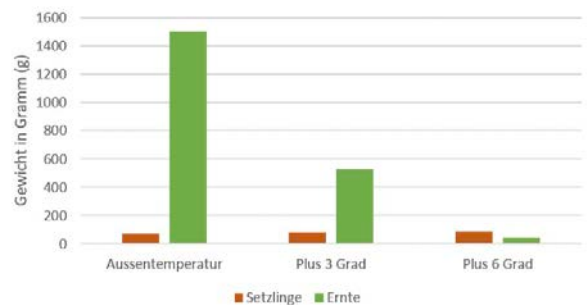
Unsere Hypothese, dass sie mit wärmeren Temperaturen besser wachsen, muss verworfen werden. Der Trend ist eindeutig auf die Temperatur zurückzuführen, da alle Brennnesseln abgesehen von der Temperatur in gleichen Bedingungen gehalten wurden. Entweder ertragen sie die wärmeren Temperaturen nicht oder werden von hitzeresistenteren Unkräutern verdrängt.

Diese Erkenntnis lässt auf das Wachstum von anderen einheimischen Pflanzen schliessen. Diese werden vermutlich ebenfalls bei höheren Temperaturen schlechter wachsen oder durch andere Pflanzen verdrängt werden. Bei einheimischen Schmetterlingsarten wie dem Admiral, dem Kleinen Fuchs oder dem Tagpfauenauge, welche auf die Brennnesseln angewiesen sind, muss mit einem weiteren Rückgang gerechnet werden. Die Biodiversität wird abnehmen.

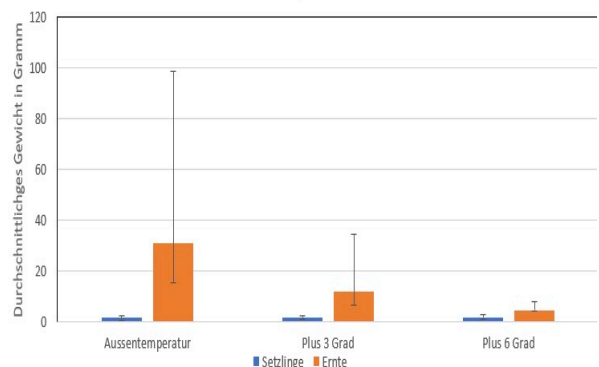
Anzahl Setzlinge vs. geerntete Pflanzen



Gesamtgewicht Setzlinge vs. Ernte



Einzelpflanzengewicht Setzlinge vs. Ernte





### Entwicklung von Schmetterlingsraupen

April – September 2022

Arina Anderegg, Roberta Kracun, Vivianne Polajzer und Nina Sachs

#### Einleitung

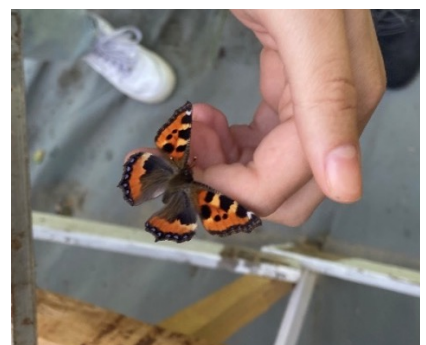
Das Ziel des Projektes ist herauszufinden, ob der Klimawandel einen Einfluss auf die Entwicklung eines Schmetterlings hat. Unsere Gruppe beschäftigte sich mit der Entwicklung der Brennnesselraupen in unserem Klimagarten.

#### Grundlagen

Brennnesseln sind die Futtergrundlage für viele einheimische Tagfalter, wie den kleinen Fuchs, das Tagpfauenauge, das Landkärtchen, den C-Falter und den kleinen Fuchs. Der kleine Fuchs, oder auch Nesselfalter genannt, gehört zu der Familie der Edelfalter. Der lateinische Name *Aglaia urticae* deutet einerseits auf die zierliche Gestalt hin (*Aglaia*) als auch auf die Brennnesseln (*Urtica*), welche das Hauptnahrungsmittel der Raupen sind. Die Nesselraupen sind schwarz mit feinen gelben Punkten oder Streifen. Während eines Monats ist es die Aufgabe der Raupen zu fressen und ihre Körpergrösse zu maximieren. Die Brennnesseln sind sehr nährstoffreich und die Raupen wachsen erstaunlich schnell heran. Dabei kann die Körpergrösse vor der Verpuppung bis zu 30 mm betragen! Anschliessend verpuppen sich die Raupen in grau-braune oder auch grüne Puppen und Schlüpfen nach ca. 3 Wochen als vollausgebildete Falter. Die Flügelspannweite liegt zwischen 40 und 50 mm und die Flügel selbst haben eine orange-braune Färbung. Der kleine Fuchs ernährt sich vom Nektar der Gartenpflanzen. Die Fortpflanzung ist geschlechtlich und das Weibchen legt nach der Befruchtung bis zu 250 Eier auf der Unterseite der Brennnesselblätter ab. Der kleine Fuchs ist meistens ab April bis Oktober zu sehen. Falter der 2. Generation gehen im Herbst in die Winterstarre, wobei sie eine Lebenserwartung von bis zu acht Monaten erreichen können.

#### Material und Methoden

Unsere Gruppe hat sich als erstes mit dem Organisieren des Habitats für unsere Nesselraupen beschäftigt. Dabei haben wir im Umkreis der Kantonsschule Zug nach Brennnesseln gesucht. Diese haben wir anschließend in unseren drei «Zuchtboxen» platziert. Die kleinen Nesselraupen, welche wir von unserem Lehrer bekommen haben, haben wir separiert und in Gruppen von ca. 10 Exemplaren gewogen. Ebenfalls haben wir sie unter dem Binokular beobachtet und fotografiert. Danach wurden die Raupen in ihr neues Zuhause transferiert. Insgesamt hatten wir 242 neue Bewohner in unseren 3 Zuchtboxen. Die Zuchtboxen wurden in die drei Gewächshäuser mit den verteilt: Gewächshaus 1 - Umgebungstemperatur, Gewächshaus 2 - + 2° C, Gewächshaus 3 - + 4° C.





**Projekt Klimagarten 2085 - Klasse 5G**

Die der folgenden Zeit haben wir die Entwicklung und die Metamorphose der Raupen in den verschiedenen Gewächshäusern beobachtet und notiert. Das Gewicht zu Beginn und nach 3 Wochen Entwicklung wurde genau gemessen und die Menge der Raupen in dem jeweiligen Gewächshaus gezählt.

**Resultate**

Am besten haben sich die Raupen im offenen Gewächshaus 1 entwickelt. Dort herrscht Umgebungstemperatur. Bei dem Diagramm erkennt man, dass sich die Raupen normal entwickelt haben und sich das Gewicht in Gramm pro Raupe im Prozess verachtfaht hat.

Bei Gewächshaus 2 mit der Temperaturerhöhung um 2 °C haben nur 30 % der Raupen überlebt. Obwohl einige es zu einem vollentwickelten Schmetterling schafften, starben sie kurz darauf aufgrund der zu warmen Temperatur und vor allem der Trockenheit. Auch das Diagramm zeigt, dass sich die Raupen langsamer entwickelt haben und dass es zu einer breiteren Streuung des Gewichtes kam.

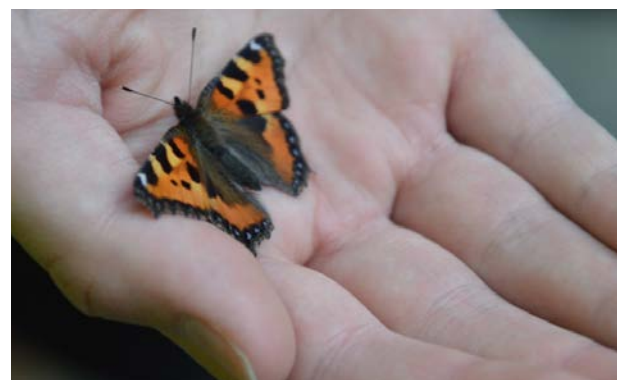
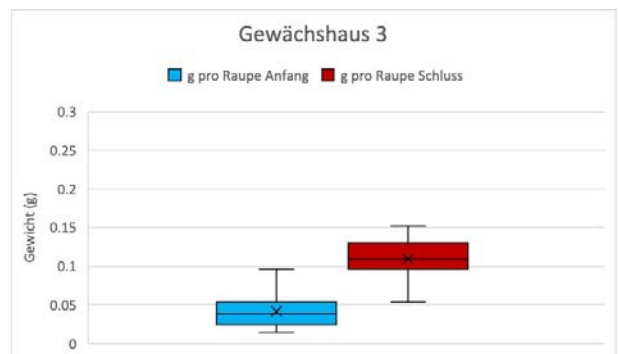
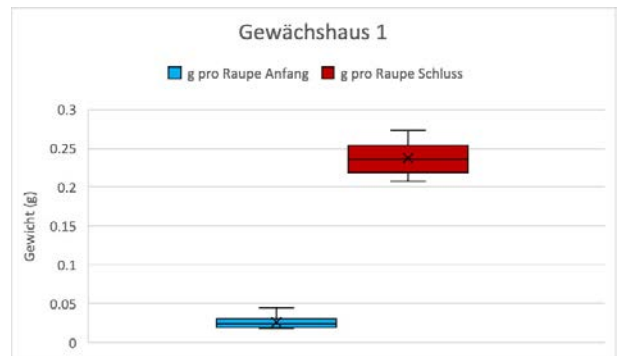
Bei Gewächshaus 3 mit der Temperaturerhöhung um 4 °C haben am Schluss keine überlebt. Die Raupen haben sich fast nicht entwickelt und kein Schmetterling ist aus den wenigen Puppen geschlüpft.

**Diskussion, Auswertung und Fazit**

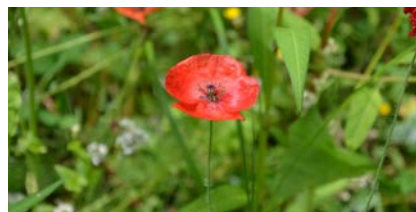
Die Unterschiede der Raupenentwicklung in den beheizten Gewächshäusern im Vergleich zum Freiluftgewächshaus sind dramatisch. Dies ist auf die höheren Temperaturen, aber auch auf die grössere Lufttrockenheit zurückzuführen.

An unserem Experiment , Klimagarten 2085, konnten wir die Auswirkungen des Klimawandels beobachten und analysieren. In unserem Teilprojekt mit der Raupenzucht haben wir festgestellt, dass die Insekten durch dieses globales Phänomen stark beeinflusst werden. Obwohl die globale Erwärmung auf den ersten Blick nicht dramatisch scheint, kann sie fatale Folgen haben. Schon bei der Erhöhung von 2 °C sind ca. 70% unserer Insekten gestorben.

Diese Resultat sollte man nicht ignorieren und die Flora & Fauna schützen, denn sie sind essentiell - auch für unser Überleben.



## Projekt Klimagarten 2085 - Klasse 5G



### Blumenwiese, Der Effekt des Temperaturunterschieds auf Pflanzen

April – September 2022

Leonardo Marcuzzi, Lars Pawlowski, Joost van Dulmen und Colin Zwicker

#### Einleitung und Grundlagen

Im März des Jahres 2022 hat sich unsere Gruppe im Biologieunterricht dazu entschieden, den Einfluss der Temperaturunterschiede auf Blumen und Gräser genauer zu beobachten.

Eine Blumenwiese besteht aus einer ganzen Reihe verschiedenster Pflanzen, die miteinander leben, konkurrenzieren und eine Pflanzengesellschaft bilden. Temperatur und Niederschläge können weitreichende Auswirkungen haben.

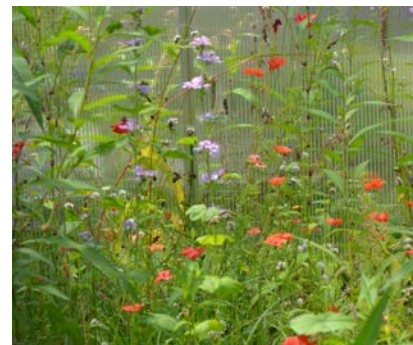
Was bewirkt die Temperaturerhöhung? Werden gewisse Pflanzen überhand nehmen, nimmt die Biodiversität zu oder ab? Das Projekt wurde vor den Sommerferien in 4. Gymnasium Jahr gestartet und nach den Sommerferien im 5. Gymnasium Jahr beendet. 7 Monate hatten die Pflanzen Zeit zu wachsen und sich zu vermehren. Unser Ziel mit diesem Projekt war es den Einfluss einer Temperaturerhöhung auf Blumen und Gräser zu beobachten. Dies soll die Effekte des Klimawandels auf die Pflanzenwelt vereinfacht simulieren. Die Schule gab uns 4 Monate vor den Sommerferien für die Vorbereitung der Gewächshäuser und die Aussaat der Blumenwiese Zeit. Während den Sommerferien wurden die Gewächshäuser bzw. die Blumenbeete sich selbst überlassen. Nach den Sommerferien wurde die Anzahl Arten, Anzahl Pflanzen, Gewicht pro Exemplar und das Gesamtgewicht der Pflanzen ermittelt.

#### Material und Methoden

Das gesamte Material wurde uns von der Schule zur Verfügung gestellt, dazu gehören die Bauteile der Gewächshäuser, die Pflanzensamen, das Grundstück für die Gewächshäuser, die elektronischen Geräte für die Temperaturregulation, Materialien für den Bau der Grundfläche und Werkzeuge für den Bau der Gewächshäuser und des Grundstückes. Die Gewächshäuser wurden von uns zusammengebaut und nach draussen auf das Grundstück getragen. Die Blumensamen, Beeflor von Schweizer®, wurden von unserer Gruppe in allen drei Gewächshäuser ausgesät. In jedem Gewächshaus stand eine Fläche von 240 cm x 120 cm zur Verfügung. Hier wurden je 100 g Samen ausgebracht.

Im Verlaufe des Sommers wurden Fotos angefertigt und die Entwicklung der Blumenwiese dokumentiert.

Am 13. September wurde alles abgebaut, alle Pflanzen geerntet, sortiert, die Arten bestimmt und ihr Gewicht gewogen.





## Projekt Klimagarten 2085 - Klasse 5G

### Resultate

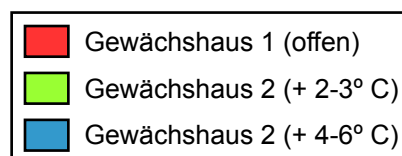
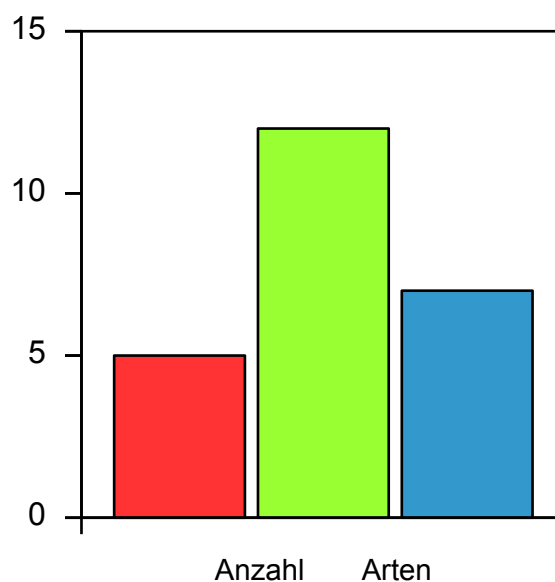
Nach den Sommerferien haben wir begonnen, die Pflanzen, die sich in unseren Arealen gebildet hatten, auszureissen. Wir haben sie zuerst nach dem Aussehen sortiert. Um zu demonstrieren wie das ausgesehen hat, zeigen wir ihnen nun ein Foto, das wir während dem Arbeiten aufgenommen haben. Danach haben wir sie einer Pflanzenart zugeordnet und sie schliesslich noch gewogen. Schlussendlich haben wir alle gesammelten Daten zusammengetragen und sie mit Excel verarbeitet.

Die Resultate sind in den folgenden, nebenstehenden Grafiken zusammengefasst:

Im Gewächshaus 1 waren am Schluss 5 Arten, im Gewächshaus 2 12 Arten und im dritten Gewächshaus 7 Arten vorhanden.

Die folgenden 14 Arten haben wir bestimmt:

| Art (dt.)         | Art (lat.)                    | Anzahl Pflanzen |
|-------------------|-------------------------------|-----------------|
| Weisser Gänsefuss | <i>Chenopodium album</i>      | 9               |
| Karotte           | <i>Daucus carota</i>          | 2               |
| Buchweizen        | <i>Fagopyrum esculentum</i>   | 8               |
| Gräser            | <i>Gramineen</i>              | 18              |
| Sonnenblume       | <i>Helianthus annuus</i>      | 3               |
| Gilbweiderich     | <i>Lysimachia vulgaris</i>    | 2               |
| Malve             | <i>Malva silvestris</i>       | 11              |
| Hirse             | <i>Panicum capillare</i>      | 4               |
| Phacelia          | <i>Phacelia tanacetifolia</i> | 1               |
| Pfirsichknöterich | <i>Polygonum persicaria</i>   | 42              |
| Gänsedistel       | <i>Sonchus oleraceus</i>      | 1               |
| Inkarnatklees     | <i>Trifolium incarnatum</i>   | 3               |
| Rotklees          | <i>Trifolium pratense</i>     | 2               |
| Weissklee         | <i>Trifolium repens</i>       | 11              |





**Projekt Klimagarten 2085 - Klasse 5G**

Auch die Anzahl der Pflanzen variierte stark: Insgesamt 33 Individuen im offenen Gewächshaus, 54 im geheizten und 30 Pflanzen im wärmsten Haus.

Das Gesamtgewicht aller Pflanzen betrug in Kilogramm: 12.4 kg im Gewächshaus 1, 6.9 kg im Gewächshaus 2 und 5.5 kg im Gewächshaus 3.

**Diskussion, Auswertung und Fazit**

Das Gewächshaus mit einer Temperaturerhöhung von 2-3 °C wies die grösste Artenvielfalt auf. In diesem Klima konnten viele Pflanzen nebeneinander gedeihen. Allerdings kann man sehen, dass wenn die Temperatur um weitere 2-3 °C erhöht wird die Artenvielfalt wieder stark zurückgeht.

Fast den gleichen Effekt ist bei der Anzahl Pflanzen zu beobachten. Das Gewächshaus mit moderat erhöhter Temperatur wies die höchste Individuenzahl auf.

Ganz anders präsentiert sich die Situation bei der Nettoproduktion der Biomasse: Im ungeheizten Gewächshaus war das Gesamtgewicht mit über 12 kg etwa doppelt so hoch wie in den beiden beheizten Häusern. Dies ist allerdings auf eine einzige Pflanzenart zurückzuführen, den Pirsichknöterich (*Polygonum persicaria*) welcher als "Unkraut" in allen drei Fläche wucherte, aber im ungeheizten Kontrollfeld am besten gedieh. Offensichtlich konnte er sich auf dem Kontrollfeld am besten durchsetzen und dürfte deshalb auch massgebend die Artenzahl und die Individuenzahl der anderen Pflanzen beeinflusst haben.

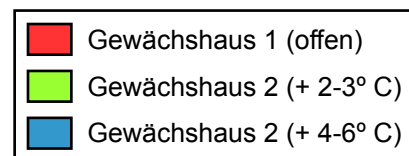
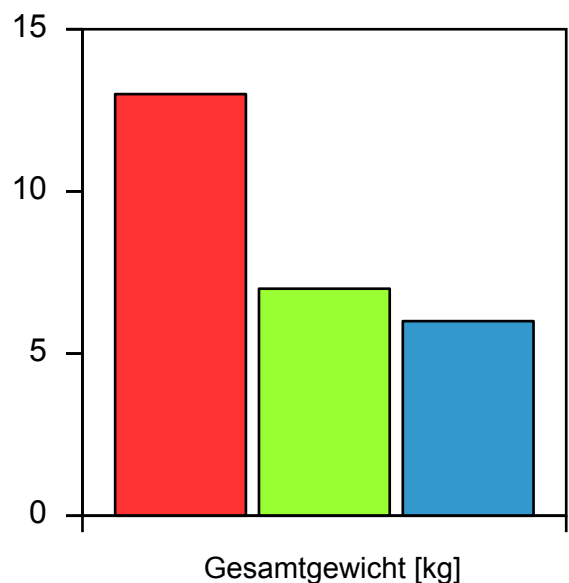
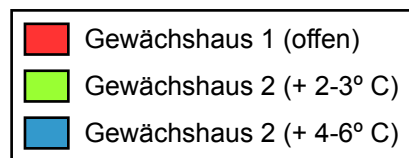
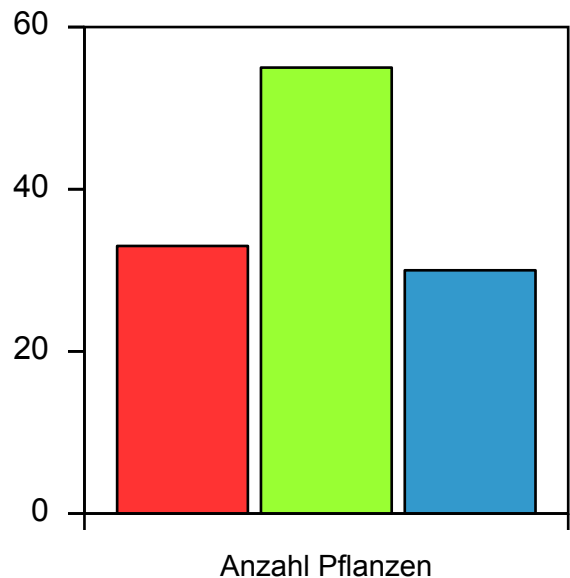
Insgesamt erstaunt das Resultat aber doch sehr, müsste doch die Biomasseproduktion bei erhöhten Temperaturen grösser sein!

Aus unserem Versuch lässt sich folgende ableiten:

Eine Erhöhung der Temperatur bedeutet nicht automatisch mehr Biomassezuwachs und damit Ertrag.

Eine leichte Erhöhung der Temperatur hat bei unserer Blumenwiese zu einer erhöhten Biodiversität (mehr verschiedene Pflanzenarten) geführt, eine starke Erhöhung führte allerdings zu einem Rückgang der Biodiversität bei gleichzeitig viel geringem Biomasszuwachs.

Es ist deshalb sehr wichtig dass wir eine zu grossen Temperaturanstieg verhindern, denn der Rückgang der Biodiversität schadet nicht nur den Tieren sondern auch uns, nämlich in Form eines Rückgangs natürlicher Bestäubern und einer Reduzierung der Erträge der Hauptkulturen die den Menschen ernähren.







## Projekt Klimagarten 2085 - Klasse 5G

### Teichlinsen

April – September 2022

Anton Chernyaev, Noah Estermann, Mischa Iten und Marko Mitrovic

#### Einleitung und Grundlagen

Als unsere Klasse zusammen mit unserem Klassen- und Mathematiklehrer und unserem Biologielehrer die Arbeitswoche plante, wurde schnell klar, dass wir ein Thema brauchten, welches sowohl naturwissenschaftlich ist, wie auch neue selbstgewonnene Erkenntnis bringt und auch mathematisch-statistisch ausgewertet werden kann.

Wir bauten zwei Gewächshäuser und eine Freiluft-Prüfstation, deren Daten wir nach der Arbeitswoche auswerten konnten.

Die Gewächshäuser wurden innert wenigen Lektionen fertiggestellt. Sie wurden vor dem Sporttrakt auf dem Weg zum Trakt 9 platziert. Das Ziel war, eine Erderwärmung zu simulieren mit drei verschiedenen Gegebenheiten. Die Bedingungen der Freiluft-Prüfstation, die sich neben den beiden Gewächshäusern befand, waren normal. Die zweite Station, in unserem Fall das erste Gewächshaus war rund zwei bis drei Grad wärmer als normalerweise. Das zweite Gewächshaus war ungefähr vier bis fünf Grad wärmer. Wir haben uns für Teichlinsen entschieden. Teichlinsen sind kleine, schwimmende, runde Wasserpflanzen, die vereinzelt Wurzeln aufweisen und zu den kleinsten Blütenpflanzen überhaupt gehören. Ihr Wachstum ist abhängig von den Pflanzennährstoffen im Wasser, der Sonneneinstrahlung für die Photosynthese und natürlich der Temperatur in diesem Fall der Wassertemperatur.

Unsere Fragestellung: Werden die Teichlinsen bei höheren Temperaturen besser wachsen und alles überwuchern?

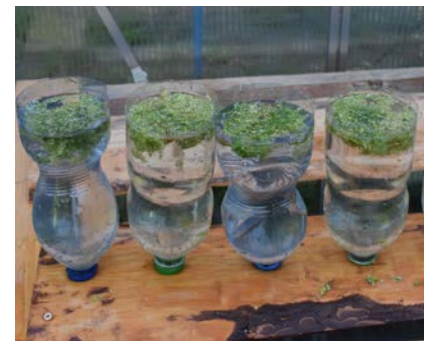
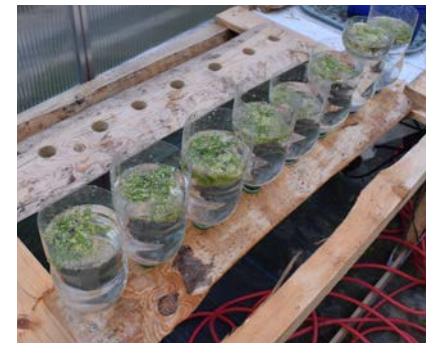
#### Material und Methoden

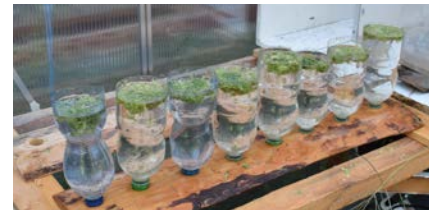
Für unser Teichlinsen-Projekt haben wir folgende Materialien verwendet:

- 24 Petflaschen
- 10 Teichlinsen pro Petflasche
- 2 ml Dünger pro Petflasche
- 2 Gewächshäuser
- 1 Freiluft-Prüfstation

Die Behälter sollten nachhaltig d.h. erneuerbar sein. Die Lösung unseres Problems waren recycelbare Plastikflaschen. Für das Regal haben wir eine Holzplatte verwendet, in die wir Löcher gebohrt haben, die den gleichen Durchmesser haben mussten, wie die Petflaschen. Die Regale und die Behälter wurden in den Gewächshäusern und in der Freiluft-Prüfstation angebracht. In jeden der Behälter wurden je 10 Teichlinsen ins Wasser gesetzt. Dazu bekam jeder Behälter noch eine kleine Menge Dünger, der das Wachstum der Pflanzen ein bisschen stimulieren sollte.

Vom März bis zum September wuchsen die Teichlinsen heran und am Schluss wurden die Teichlinsen gezählt bzw. gewogen.





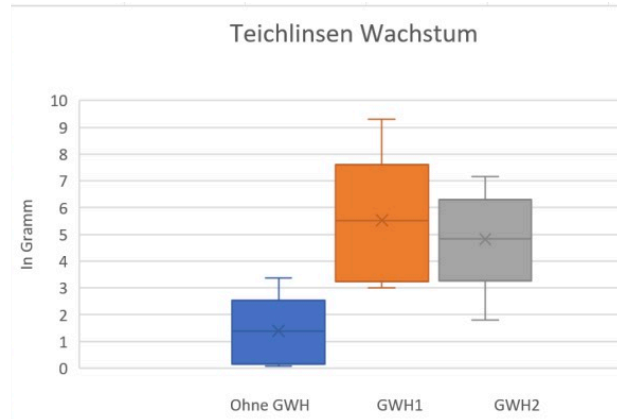
**Projekt Klimagarten 2085 - Klasse 5G**

**Resultate, Diskussion, Auswertung und Fazit**

Leider konnten wir die Teichlinsen nicht so oft auszählen, wie wir anfänglich wollten. Schlussendlich haben wir uns entschieden mit dem Gewicht der Teichlinsen zu arbeiten, anstatt mit der Anzahl und einfach die Gewichtsunterschiede am Ende des Versuches zu vergleichen. Dies bedeutete für uns, die Teichlinsen von Algen und anderen Pflanzen die in unseren Testbehälter gewachsen sind, zu trennen. Die Teichlinsen wurden nach dem Separieren von anderen Pflanzen getrocknet, um so das exakte Trockengewicht bestimmen zu können. Wir haben die Masse auf zwei Nachkommastellen genau gewogen. Genauere Messungen wären nicht möglich aussagekräftiger geworden, da wir trotz grossen Bemühungen nicht alle ungewollten Pflanzen von den Teichlinsen separieren konnten.

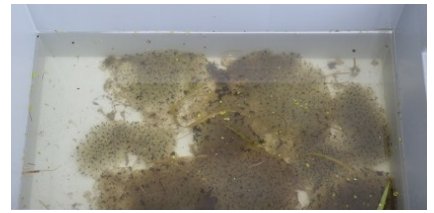
Die Resultate unserer Messungen sind grösstenteils so ausgefallen, wie wir es vermutet haben. Die Teichlinsen in der Freiluft-Prüfstation sind durchschnittlich am wenigsten gewachsen. Im Gewächshaus 1 haben wir das grössten Wachstum gemessen, obwohl die Temperaturen im Gewächshaus 2 höher waren als im Gewächshaus 1. Da die Teichlinsen zu den Wasserpflanzen gehören, führen wir diese verschiedenen Wachstumsunterschiede auf die Temperaturunterschiede zurück und lassen die unterschiedlichen Luftfeuchtigkeiten ausser acht. Unsere Gruppe ist anfänglich davon ausgegangen, dass die Teichlinsen im Gewächshaus 1 weniger wachsen werden als im Gewächshaus 2. Auf Grund der Tatsache, dass unsere Vermutung widerlegt wurde, können wir davon ausgehen, dass die optimale Temperatur für die Teichlinsen näher bei der Temperatur des 1. Gewächshauses liegt als beim 2.. Schlussendlich kann man sagen, dass die Temperatur einen sehr grossen Einfluss auf das Wachstum der Teichlinsen hat. Das Wachstum in den Gewächshäusern ist durchschnittlich mehr als doppelt so gross, wie bei der Freiluft-Prüfstation. Was aber bei der Analyse der Resultate auch beachtet werden muss, ist der Standardfehler und die Standardabweichung. Diese beiden Werte sind bei den Gewächshäusern auch deutlich grösser. Daraus kann man schliessen, dass das Wachstum der Teichlinsen in der Freiluft-Prüfstation deutlich regelmässiger war, als in den Gewächshäusern.

Grundsätzlich kann man sagen, dass die Resultate, mit Berücksichtigung der Fehler, verlässlich sind. Es muss hier noch gesagt werden, dass das Projekt nicht unter idealen Bedingungen stattfand. Standardfehler, sowie Standardabweichung sind doch Faktoren, die man nicht vernachlässigen sollte. Das Ziel die Auswirkungen des Klimawandels zu visualisieren, ist aber allgemein gelungen. Die Teichlinsen an sich werden mit erhöhter Temperatur besser gedeihen, doch wie bei den meisten Lebewesen haben auch sie keine uneingeschränkte Temperaturtoleranz. Der lange Weg, der dieses Experiment gegangen ist, hat sich schliesslich gelohnt.



| Ohne GWH           | GW 1       | GW 2       |
|--------------------|------------|------------|
| 1.91               | 3.07       | 1.8        |
| 0.07               | 7.16       | 7.17       |
| 0.35               | 3          | 6.71       |
| 0.14               | 3.42       | 4.57       |
| 2.69               | 9.3        | 4.47       |
| 0.19               | 8.06       | 5.9        |
| 3.38               | 4.22       | 5.9        |
| 2.4                | 5.95       | 2.05       |
| 1.39125            | 5.5225     | 4.82125    |
| T = N°C            | T = N+4°C  | T = N+8°C  |
| Standartabweichung |            |            |
| 1.35050718         | 2.45145292 | 2.01443673 |
| Standartfehler     |            |            |
| 0.47747639         | 0.86671949 | 0.71221094 |

Projekt Klimagarten 2085 - Klasse 5G



**Grasfrosch-Kaulquappen im Klimagarten**

April – September 2022  
 Anna Albrecht und Katrina Zvingele

**Einleitung**

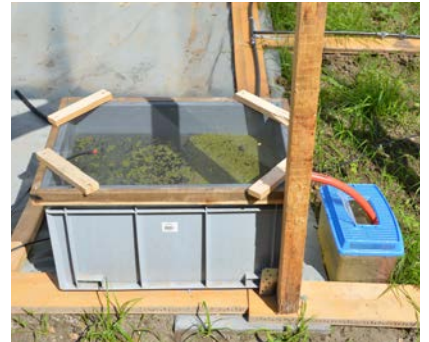
Gemeinsam mit unserer Klasse haben wir einen Klimagarten aufgestellt. Dabei haben wir das Projekt der Kaulquappen übernommen. Mit diesem Projekt wollten wir die Abhängigkeit der Umgebungstemperatur mit dem Wachstum der Kaulquappen ermitteln. Innerhalb von 3 Wochen wurden diese Daten erhoben.

**Grundlagen**

Amphibien sind wechselwarme Tiere und ihr Stoffwechsel ist weitestgehend von der Aussentemperatur abhängig. Die gilt insbesondere für Tiere, die sich ständig im Wasser befinden. Je nach Wassertemperatur findet die Entwicklung schneller oder langsamer statt. Es gilt die RGT-Regel, nachdem pro 10 °C die Entwicklung doppelt so schnell ablaufen müsste.

**Material und Methoden**

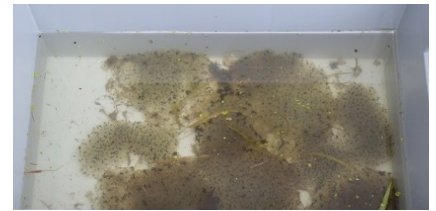
Es mussten zu Beginn mindestens je 100 Kaulquappen in drei Behälter platziert werden, um das Wachstum anhand von Messungen festzuhalten. Diese drei Behälter wurden dabei in 3 verschiedene Temperaturumgebungen gesetzt. Der 1. Behälter im Freiland hatte eine Temperatur von ca. 15 °C, der 2. Behälter im Klimahäuschen 1 bei +2°C (17 °C) und der 3. Behälter im Klimahäuschen 2 bei +4° (19 °C). Die Daten fanden dreimal während im Monat Mai statt. Am Ende wurden diese Werte verglichen und graphisch dargestellt.



| Lebensraum                    | Messungen              |
|-------------------------------|------------------------|
| Klimagarten                   | Analyse-Waagen         |
| 300 Kaulquappen               | Sieb                   |
| 3 x 50 Liter Behälter         | Zähler                 |
| 3 Boxen für das Abflusswasser | Glasbehälter           |
| 3 Röhrchen                    | Heft für die Messungen |
| 3 Netzbedeckungen             |                        |

Zu Beginn musste der Lebensraum der Kaulquappen vorbereitet werden. Sobald der Klimagarten aufgebaut war, wurden die Behälter mit Wasser gefüllt und richtig positioniert. Der Grasfroschlaich blieb bis zum Schlüpfen der Larven in einer separaten Box. Die Larven mussten danach zuerst noch ein wenig heranwachsen und blieben für eine weitere Woche in diesem Gefäß. Danach wurden exakt 3 x 100 Kaulquappen abgewogen. Somit erhielten wir die ersten Daten zu Beginn unseres Projekts. In jedes der drei Behälter wurden je 100 Kaulquappen gegeben. Neben den Behältern wurden kleine Boxen platziert. Diese wurden für das überschüssige Wasser genutzt, welche durch Röhrchen mit den Behältern verbunden wurden. Zusätzlich mussten die großen Behälter mit einer Netzbedeckung bedeckt werden.

## Projekt Klimagarten 2085 - Klasse 5G



Einige Tage später entnahmen wir von jedem Behälter kleine Mengen an Kaulquappen und wogen diese ab. Wir notierten die Anzahl dieser Kaulquappen, sowie das Gesamtgewicht. Dieser Prozess wurde 10 mal wiederholt.

Insgesamt wurden während diesen drei Wochen drei solche Messungen durchgeführt. Zum Schluss durften wir alle entwickelten Kaulquappen in den kleinen Teich unseres Schul-Biotops freilassen. Da leben sie bis heute.



### Resultate

Mithilfe der Diagramme lassen sich die Messungen anschaulich darstellen.

Im ersten Diagramm wird der Wachstumsverlauf der Kaulquappen in den drei Behälter gezeigt. Die Kaulquappen im 3. Behälter haben sich deutlich am schnellsten entwickelt.

Im nächsten Diagramm sind die Massen der Kaulquappen in den drei Behältern am 13. Mai anhand von Boxplots verdeutlicht. Hier sieht man ebenfalls, dass sich der 3. Behälter von den anderen beiden von der Masse her klar abhebt.

Im letzten Diagramm wird die Anzahl der Beine am 25. Mai verglichen. Hier kommt es zu unterschiedlichen Ergebnissen.

Während im ersten Behälter 25 Kaulquappen 2 Beine hatten, waren es im wärmeren 33 und im wärmsten aber nur 19 Kaulquappen.

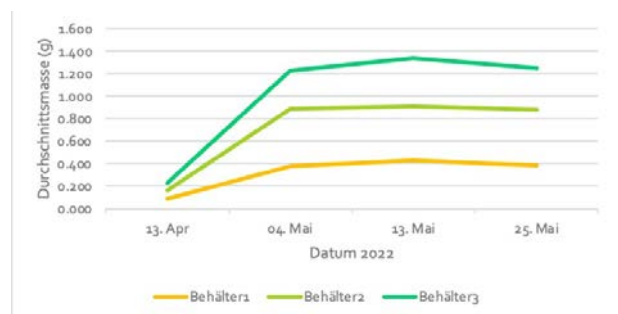
Nur wenige Kaulquappen hatten bereits vier entwickelte Beine. Dabei ist hier aber wieder der dritte Behälter voraus mit 10 gegenüber 7 bzw. 6 Larven. Zählt man alle Beine, so haben im Behälter 1 100 Kaulquappen rund 70 Beine, im Behälter 2 sind es 91 und im Behälter 2 75 Beine.

### Diskussion, Auswertung und Fazit

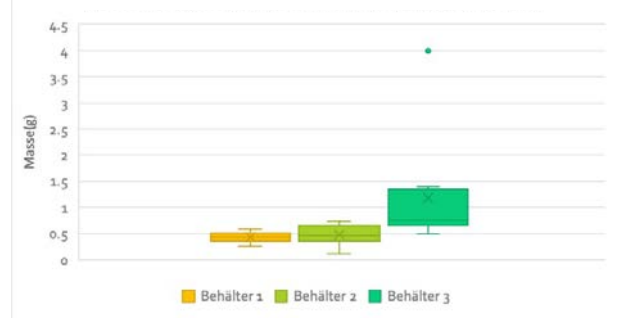
Schlussendlich zeigen diese Resultate, dass sich die Kaulquappen im 3. Behälter, bzw. im Klimahäuschen 2 bei rund 19° C, am schnellsten entwickelt haben.

Obwohl die drei Behälter nur je 2-3 °C Unterschied hatten, sieht man, zu was für Ergebnissen dieser Temperaturunterschied führt.

Durchschnittsgewicht einer Kaulquappe [g]



Gewichte der Kaulquappen am 13. Mai



Anzahl Beine am 25. Mai

