

Klimagarten 2085 an der Kantonsschule Wettingen

Ein Schulprojekt der Fachschaft Biologie in Zusammenarbeit mit dem Plant Science Center (ETH und Universität Zürich, Universität Basel) und der Klostersgärtnerei.

Der rapide Rückgang der Gletscher führt uns in der Schweiz den Klimawandel eigentlich bereits seit Jahrzehnten deutlich vor Augen. Im Zuge der Klimastreiks von Schülerinnen und Schülern lässt die Klimaerwärmung nun aber definitiv kein Gymnasium mehr kalt. Neben steigendem Meeresspiegel, sterbenden Korallenriffen, bröckelnden Bergen und intensiveren Unwettern wird sich ein wärmeres Klima auch auf die Landwirtschaft in unserer Region auswirken. Je nachdem, ob unser CO₂ Ausstoss in den nächsten 10 Jahren massiv gedrosselt wird oder dem bisherigen Trend folgt, dürften die Sommermonate im Nordosten der Schweiz im Jahr 2085 im Schnitt zwischen 1,5 und 5 Grad Celsius wärmer als heute und auch deutlich trockener werden (MeteoSchweiz, ETH Zürich, <http://www.ch2011.ch/>).

Die Projektidee

Was aber bedeutet diese Veränderung für das Pflanzenwachstum in Land- und Forstwirtschaft? Die Idee an unserer Schule war, dass sich Schülerinnen und Schüler der 3. Klasse im Rahmen von Projekt- oder Maturaarbeiten experimentell mit dieser Frage auseinandersetzen. Zusammen mit der Gärtnerei des Klosters Wettingen sollten zwei Treibhäuser mit einem Temperaturunterschied von etwa 3 bis 4°C eingerichtet werden, wobei in jedem Treibhaus in jeweils einem trockeneren und einem feuchteren Abteil dieselben Pflanzen angezogen werden. Der Auftrag an die Schülerinnen und Schüler sollte es sein, die Entwicklung dieser Pflanzen mit unterschiedlichen Methoden zu dokumentieren und zu interpretieren. Neben von aussen sichtbaren Merkmalen wie Sprosslänge, Anzahl Triebe, Blütenbildung, Wurzellänge, Blattgrösse oder Biomasse sollten auch physiologische Aspekte wie Transpiration, Effizienz der Fotosynthese (Rotfluoreszenzmessung) oder Chlorophyllgehalt gemessen werden.



↑ Transpirationsmessung an Zucchini-Blatt mit einem Porometer

Temperaturregulierung

Nach der Installation der Treibhäuser anfangs Mai 2019 erwies sich die Regulierung der Temperatur als grösster Knackpunkt. Das Ziel war ein durchschnittlicher Temperaturunterschied von etwa 3-4°C wobei die höchsten Temperaturen nur im wärmeren und die tiefsten Temperaturen nur im kühleren Treibhaus auftreten sollten. Gleichzeitig sollte möglichst wenig Strom mit dem Betrieb der Klimageräte verbraucht werden.

Um den Effekt von Kühlen, Heizen, Lüften oder Beschatten überprüfen zu können, wurde zuerst in jedem Treibhaus ein Temperatursensor (Vernier) installiert, welcher jeweils über die gesamte Dauer des Projekts die Temperaturen im Abstand von 2 Minuten aufzeichnete. Die Sonden wurden auf etwa 1 Meter Höhe in schattiger Lage zwischen zwei Balkonkisten angebracht. Bei den gemässigten Temperaturen im Mai erwiesen sich folgende Massnahmen als geeignet, um im kühlen Treibhaus die Maximaltemperaturen und im warmen Treibhaus die Minimaltemperaturen zu brechen und damit einen durchschnittlichen Unterschied von knapp 3°C zu erreichen:



Massnahmen beim wärmeren Treibhaus:

- Fenster und Türen waren stets geschlossen.
- Die Ritze zwischen Boden und Treibhauswand war mit einer Gummimatte abgedichtet.
- Nur bei Temperaturen über 30°C öffnete ein Dachfenster automatisch mittels Gasdruckkolben.
- Das Klimagerät wurde auf «Heizen» eingestellt und startete sobald die Temperaturen unter 20° sanken.

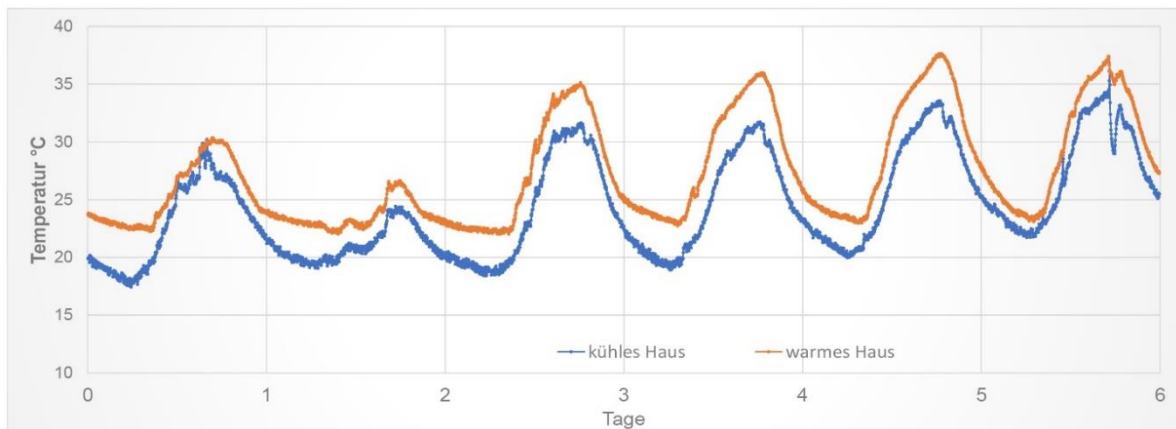
Massnahmen beim kühleren Treibhaus:

- Einige Dachfenster waren stets geöffnet. Das vierte Fenster öffnete temperaturabhängig bei über 30°C.
- Die Ritze zwischen Boden und Treibhauswand blieb offen, so dass kühle Aussenluft von unten einströmen konnte.
- Es wurde kein Klimagerät eingeschaltet.

An den Hitzetagen vor allem im Juni mussten zusätzliche Massnahmen ergriffen werden:

- Beide Treibhäuser wurden zur Reduktion der Einstrahlung teilweise mit einem Netz beschattet. (Siehe nachfolgende Abbildung)
- Beim wärmeren Treibhaus wurde die abdichtende Gummimatte am Boden entfernt.
- Beim kühleren Treibhaus wurden Türe und alle Fenster maximal geöffnet.
- Der Thermostat beim Klimagerät im warmen Treibhaus wurde auf 23°C erhöht. Das Klimagerät im kühleren Treibhaus wurde nicht benötigt.

Da diese Massnahmen erst mit dem laufenden Projekt ausprobiert und eingeführt wurden, fiel der Temperaturunterschied über die gesamte Laufzeit wohl geringer aus (etwas unter 3°C), als möglich gewesen wäre. Exemplarisch ist nachfolgend der Temperaturverlauf in beiden Treibhäusern vom 13.6. bis 18.6.2019 gezeigt.



Temperaturverlauf in den Treibhäusern vom 13.6. bis 18.6.2019. Die Temperatur wurde am Rand eines Blumentopfes in schattiger Position ca. ein Meter über dem Boden mit je einer Temperatursonde (Vernier) alle 2 Minuten erfasst. Rot: Wärmeres Treibhaus; Blau: Kühleres Treibhaus.

Bepflanzung und Bewässerung

Für die Bepflanzung wurden vor allem verschiedene Nutzpflanzen wie Mais, Bohnen, Sellerie, Radieschen, Zwiebeln, Zucchini, Salat aber auch junge Bäumchen und ausgestochene Wiesenstücke verwendet. Die Pflanzen wurden in Töpfen oder Balkonkisten auf Gewächshaustischen mit Abfluss gezogen. Für die Bewässerung wurde ein elektronisch gesteuertes Tropfsystem installiert. Um die Wassermenge kontrollieren zu können wurde das Wasser jeweils einer Düse in einem Messzylinder gesammelt. Auch hier musste die geeignete Wassermenge erst gefunden werden. Wir beschlossen den Pflanzen in den feuchten Abteilen im Vergleich zu den trockenen Abteilen jeweils die doppelte Wassermenge zukommen zu lassen. An den mässig warmen Tagen im Mai wurde im feuchteren Abteil täglich jeweils morgens um 8:00 für 10 Minuten bewässert, was etwa 1,5 dl pro Topf entsprach. Die Pflanzen im trockeneren Abteil bekamen jeden zweiten Tag dieselbe Wasserration. Während den heissen Wochen wurden die trockeneren Tische täglich morgens und die feuchten Tische zusätzlich jeweils abends für 10 Minuten bewässert.



Effekte von Temperaturunterschied und Wasserverfügbarkeit

Bereits nach wenigen Tagen zeigten sich entsprechend den Kulturbedingungen erste Unterschiede: Die Pflanzen wuchsen unter warmen Bedingungen sichtbar schneller. Mit der jahreszeitlich bedingt zunehmenden Temperatur beobachteten wir raschere Blütenbildung unter warmen, trockenen Bedingungen. Während die unterschiedliche Wassermenge bei kühleren Bedingungen einen geringen Effekt auf das Wachstum hatte, spielte die Wasserverfügbarkeit unter wärmeren Bedingungen für die meisten Pflanzen eine viel grössere Rolle. Mit den Hitzetagen im Juni wurden die Unterschiede eindrucklich sichtbar und es konnten deutlich «verbrannte» und welke Blätter unter trockenen, warmen Bedingungen festgestellt werden. Nachfolgende Bilder illustrieren den Zustand der Pflanzen am 18.6.2019 – also nach etwa fünf Wochen Kultivierung unter den vier unterschiedlichen Bedingungen.



↑ Bedingungen: kühl (ca. 21.5°C im Schnitt) / feucht (einfache Wassermenge)



↑ Bedingungen: kühl (ca. 21.5°C im Schnitt) / trocken (halbe Wassermenge)



↑ Bedingungen: warm (ca. 24.5°C im Schnitt) / feucht (einfache Wassermenge)



↑ Bedingungen: warm (ca. 24.5°C im Schnitt) / trocken (halbe Wassermenge)

Als besonders eindrücklich erwies sich die Entwicklung von Buchen- und Weisstannensetzlingen nach etwa 3 Monaten in den Treibhäusern: Während die Buchen bei beiden Temperaturen überlebten, sofern sie die grössere Wasserration bekamen, erwiesen sich die Weisstannen als temperatursensitiv und starben im wärmeren Treibhaus bei trockeneren und feuchteren Verhältnissen ab. Dafür erwiesen sich die Weisstannen als trockenresistenter und überlebten im Gegensatz zu den Buchen die trockeneren Bedingungen bei tieferen Temperaturen. In Bezug auf das diesjährige massive Weisstannensterben im Solothurner Jura könnte entsprechend die Frage gestellt werden, zu welchem Anteil die Trockenheit und zu welchem die Hitze im letzten Sommer ursächlich beigetragen haben könnten.

(Link: <https://www.solothurnerzeitung.ch/solothurn/lebern-bucheggberg-wasseramt/weisstannensterben-am-jurasuedfuss-wegen-trockenheit-134438214>)



Je fünf diesjährige Buchenkeimlinge und letztjährige Weisstannensetzlinge wurden in einem Gemisch aus sandiger Walderde und Universalerde für einen Monat bei identischen Bedingungen in Balkontöpfen angezogen und danach in Treibhäusern bei unterschiedlicher Temperatur und Bewässerung gehalten. Die Abbildung zeigt den Zustand der Setzlinge nach 3 Monaten in den Treibhäusern.

Fazit

Rückblickend schauen wir auf ein gelungenes Projekt zurück. Mit substanzieller Unterstützung der Klostersgärtnerei gelang es die Treibhäuser so zu installieren, dass der gewünschte Temperaturunterschied in einem sinnvollen Bereich gehalten werden und die Pflanzen bequem und systematisch bewässert werden konnten. Ohne tatkräftige Unterstützung durch die Gärtnerei wäre dieses Projekt für unsere Fachschaft wohl nicht ohne Weiteres zu stemmen gewesen. Die Auswahl der Pflanzen und der Untersuchungszeitraum von etwa zwei Monaten waren zweckdienlich für spannende Schülerprojekte von sechs Klassen und führten zu interessanten Ergebnissen und nachhaltigen Eindrücken.

Um die Ergebnisse des Klimagartens 2085 einem breiteren Publikum zugänglich zu machen, wurden am jährlichen Klosterfest die Türen der Gewächshäuser geöffnet und öffentliche Führungen angeboten. Der Besucherandrang war trotz durchgezogenem Wetter gross und die meisten Besucher zeigten sich beeindruckt von den ersichtlichen Unterschieden zwischen den Gewächshäusern. Zudem durfte Ende Juli eine Primarschulklasse aus Sisseln einen Tag an der Kantonsschule Wettingen verbringen, wo die 10-jährigen Schülerinnen und Schüler kleinere Experimente im Klimagarten durchführen konnten.

Wir danken Frau Dr. Juanita Schläpfer und dem Zürich-Basel Plant Science Center für die Initiative, die Gewächshäuser und die freundliche Unterstützung, der Gärtnerei des Klosters Wettingen für den Aufbau der Treibhäuser und tatkräftige und unkomplizierte Hilfe beim Betrieb, allen beteiligten Lehrpersonen und dem Laboranten der Kantonsschule Wettingen für ihr Engagement, der Schulleitung der Kantonsschule Wettingen für finanzielle Unterstützung und allen Schülerinnen und Schülern für ihren Einsatz für Ihre Projekt- und Maturaarbeiten im Treibhaus.

Autor: Thomas Werner, Biologie Lehrperson an der KSWE

Weitere beteiligte Lehrpersonen: Sylvia Zehnder und Saskia Demir

Zeitungsartikel zu diesem Projekt:

<https://www.badenertagblatt.ch/aargau/baden/pflanzen-haben-stress-bei-hitze-so-veraendert-der-klimawandel-zucchetti-bohnen-und-co-135300187>

https://www.limmatwelle.ch/gemeinden/wettingen/artikelseite-wettingen/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=96813&cHash=f494034fa8cb7b867adbde037cbff5df