

Dr. Niklas Pontesegger



Apfelaroma und Klimawandel

Österreich gehört weltweit gesehen zu den Ländern, welche die Folgen des Klimawandels am stärksten spüren werden. Wir werden in 50 bis 70 Jahren mit deutlich anderen Wetterbedingungen umgehen können müssen als heute. Der Niederschlag wird im Winter ansteigen, während er im Sommer abnimmt. Allerdings werden Extremwetterlagen immer häufiger werden, wie es die letzten Jahre auch schon teilweise gezeigt haben. Diese starke Konzentration von Niederschlag führt auch zu längeren Perioden ohne Regen, welche Trockenstress für Pflanzen und Ernteeinbußen bedeuten können. Auf der anderen Seite werden die Temperaturen im Sommer auch deutlich ansteigen, da es die am stärksten vom Klimawandel betroffene Jahreszeit ist. Auch dieser Hitzestress kann zu erheblichen Qualitätseinbußen im Agrarsektor führen.

Energiebereitstellung der Kulturpflanzen

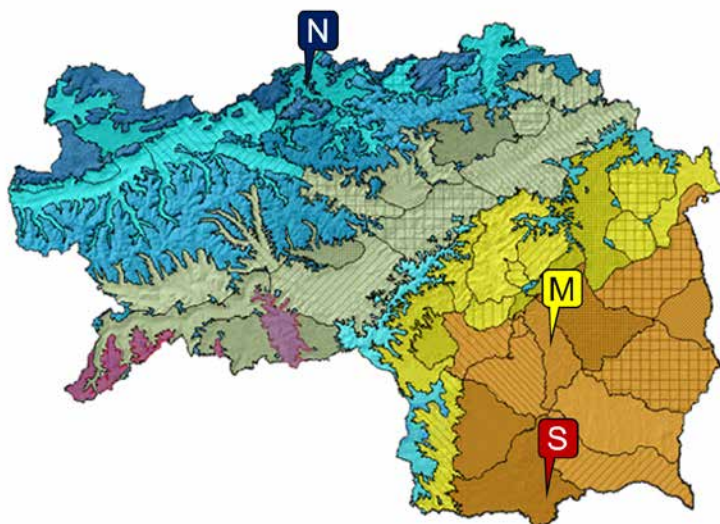
Die deutliche Mehrheit der Kulturpflanzen gehört zur sogenannten C3-Familie. Diese verbindet der gemeinsame Mechanismus um aus CO₂ und Licht Energie in Form von Zucker herzustellen, die Photosynthese. Dabei spielt die Umgebungstemperatur eine maßgebliche Rolle, ist es zu kalt (< 10 °C) oder zu heiß (> 35 °C) kann die Energiegewinnung durch die Pflanze nur mehr sehr begrenzt stattfinden. Das Temperaturoptimum der Photosynthese befindet sich im Schnitt bei ca. 25 °C. Vor allem Hitzetage, also Tage mit Temperaturen jenseits der 30 °C – Marke werden in Folge des Klimawandels auch in unseren Breiten immer häufiger.

Wenn Pflanzen in solche Phasen von Hitzestress kommen, kann man aus biochemischer Sicht einige Parallelen ziehen zu den Symptomen und Folgen von Fieber. Durch den gestörten Ablauf der Photosynthese steht dem Organismus in Summe weniger Energie zur Verfügung, um optimal heranreifen zu können. Außerdem schließen Pflanzen ihre kleinen Poren, die sie auf der Blattunterseite tragen, auch Stomata genannt, um ein Austrocknen durch den Verlust von Wasser zu vermeiden. Dadurch kann aber auch kein neues CO₂ für die Photosynthese zugeführt werden. In weiterer Folge reichern sich kurzlebige,

meist schädliche Verbindungen in den Pflanzenzellen an, welche den Zellhaushalt maßgeblich beeinflussen, indem wichtige Enzyme unbrauchbar gemacht werden. Um diese Zellschäden zu verhindern, besitzen Pflanzen zwar auch einen Abwehrmechanismus, welcher allerdings selbst wieder wertvolle Energie verschlingt. In Summe kann man also sagen, je wärmer es in der Umgebung der Pflanze ist, desto mehr Zeit und Energie steckt der Organismus in den Erhalt der wichtigsten Systeme und kann sich nicht um die Weiterentwicklung und Reifung von Obst und Gemüse kümmern.

Die Steiermark als Klimamodellregion

Während der Jahre 2021 bis 2023 haben wir den Einfluss des Klimawandels auf die Qualität von heimischen Äpfeln untersucht. Um ein möglichst realistisches Bild der Sachlage zu erhalten, wurden Äpfel von bereits bestehenden steirischen Apfelplantagen herangezogen. An drei Standorten in der Steiermark (St. Gallen, Haidegg und Silberberg) wurde unter möglichst standardisierten Bedingungen das Reifeverhalten der Bio-Sorten Crimson Crisp und Topaz analysiert. Dabei gilt es zu beachten, dass die Standorte alle in intensiver Bio-Landwirtschaft betrieben wurden, mit übereinstimmender Bodenqualität, in ähnlicher Höhenlage, auf dem gleichen Wurzelstock (M9) und vergleichbarem Baumalter.



Die Auswertung der Stationen über die Jahre hat gezeigt, dass die Wahl der Standorte mithilfe der vorhandenen Klimadaten gut getroffen war. Die jeweiligen Plantagen unterscheiden sich im Jahresmittel um jeweils knapp unter 1 °C voneinander, dem entsprechend entspricht die Temperaturdifferenz zwischen der wärmsten und der kältesten Plantage dieser Modellregion knapp 2 °C im Jahresmittel. Ein Anstieg der Durchschnittstemperatur in Österreich um 2 °C wird auch vom Klimamodell RCP4.5 vorhergesagt, welches das gängigste für Vorhersagen zum Klimawandel ist.



Die drei Modellanlagen im Bild.

Die beiden Sorten wurden gewählt, um mit Crimson Crisp eine Sorte zu analysieren, welche ab Mitte September vergleichsweise früh geerntet werden kann, während Topaz Äpfel doch bis zur zweiten Oktoberhälfte am Baum reifen sollten. Somit können wir das Reifeverhalten in zwei klimatisch unterschiedlichen Monaten beobachten und bekommen einen besseren Überblick über die Reaktion der Frucht Apfel auf die Folgen des Klimawandels generell.

Die Regionen dürften sich aber bei der Niederschlagsmenge nicht maßgeblich voneinander unterscheiden, zumindest lässt die Analyse der Wetterdaten diese Interpretation nicht zu. Das spiegelt sich aber auch in den Klimamodellen wider, welche beim Niederschlag in Summe weniger Veränderungen prognostizieren.



Die beiden schorfresistenten Apfelsorten Topaz (links) und Crimson Crisp (rechts) wurden hinsichtlich ihrer Aroma- und Qualitätseigenschaften eingehend untersucht.



Mithilfe der Adcon-Wetterstationen wurden die wesentlichen Klimaparameter auf den drei Standorten in der Steiermark gemessen.

Umfassende Analysen über drei Jahre

Um ein umfassendes Bild der Fruchtqualität zu bekommen, wurden in wöchentlichen Abständen, beginnend Mitte August mit komplett grünen und unreifen Früchten bis Ende Oktober mit sehr reifen bis überreifen Äpfeln, Proben an allen drei Standorten geerntet und analysiert. Dabei wurden Qualitätsattribute wie Gewicht, Fruchtfleischfestigkeit, Stärkeabbau, sowie der Zucker- und Säuregehalt bestimmt. Obwohl es bei vielen dieser Kategorien von Standort zu Standort teils große Unterschiede gab, konnten die wenigsten davon auf den Temperatureinfluss zurückgeführt werden.



Bestsimmung des Stärkeabbaus mit der Jod-Jod-Kalilösung.

Die Fruchtgröße und damit einhergehend auch das Gewicht sind sehr stark vom Behang anhängig, welcher je nach Plantage unterschiedlich war. Spannend zu sehen war allerdings die Entwicklung der Früchte aus der kältesten Region St. Gallen, welche im Vergleich zum Fruchtalter (Tage nach der Vollblüte) deutlich früher hohe Stärkewerte (Reifeindikator) aufwiesen im Vergleich zu den Äpfeln aus den südlichen Regionen der Steiermark. Dieses Verhalten wurde sowohl bei Crimson Crisp, als auch bei Topaz beobachtet. Bei Festigkeit, sowie bei Zucker- und Säuregehalt, waren keine Unterschiede in Bezug auf die Temperaturdifferenz feststellbar.

Aromastoffe im Apfel

Deutlich aussagekräftiger sind die Ergebnisse der Analysen der Aromastoffe aus den Äpfeln. Aromastoffe sind flüchtige (gasförmige) Kohlenwasserstoffverbindungen, welche im Zuge der Reife aus den Makronährstoffen Zuckern, Fettsäuren und Proteinen freigesetzt werden. Der Abbau dieser Makronährstoffe liefert ein komplexes Aromaprofil aus Dutzenden Verbindungen wie Alkohole, Ester, Aldehyde und so weiter, welche für den fruchtig-frischen Eindruck beim Konsum von Äpfeln sorgen.



Mithilfe der Gaschromatographie wurden die Aromakomponenten in den Äpfeln analysiert.

Der Abbau der Makronährstoffe hängt stark mit dem Reifestadium der Früchte und dem entsprechenden biochemischen Zustand der Zellen zusammen. Je eher die Wetterlage einer Plantage beim Reifen für die optimalen Bedingungen sorgen kann, desto mehr Aromastoffe werden produziert, welche dann auch für aromatischere Früchte und Apfelprodukte wie Saft, Most, Apfelwein und Schnaps sorgen. Im Zuge unserer Forschungen haben wir über 60 solcher Verbindungen im Fruchtfleisch feststellen und quantifizieren können. Mithilfe einer sorgfältigen Auswahl war es auch möglich, Rückschlüsse über die Enzymaktivität zu schließen, welche in der Bildung der Aromastoffe involviert sind. Dabei haben alle untersuchten Enzymsysteme, die bei verschiedenen biochemischen Reaktionen eine Rolle spielen (β -Oxidation, Lipxygenase-Weg, Stärkeabbau und Glycolyse) dasselbe Bild gezeigt.

Die Ausbildung der Aromastoffe im kälteren Klima findet nicht nur deutlich früher statt, wenn man das Fruchtalter betrachtet, sondern es werden auch höhere Konzentrationen der gewünschten Stoffe produziert. Durch die phänologischen Unterschiede bei der Blüte liegt der optimale Erntezeitpunkt der

Früchte aus der kälteren Region zwar immer noch nach dem für die Früchte aus wärmeren Regionen, allerdings können aromatischere Früchte geerntet werden. Diese Ergebnisse aus der Aromastoffanalytik konnten im Zuge von zahlreichen Verkostungen von einem geschulten Verkostpanel nicht nur bestätigt werden, sondern die sensorische Bewertung unterstreicht die Relevanz der Ergebnisse für Konsument:innen und Produzent:innen.

Da der Temperatureinfluss vor allem in wärmeren Regionen negative Auswirkungen auf eine optimale Reife hat, könnte bei Neupflanzungen ein Wechsel zu spät reifenden Sorten Abhilfe schaffen, um den Reifeprozess natürlich in kühlere Wochen zu verschieben und so klimafit zu bleiben und keine Einbußen bei der Qualität hinnehmen zu müssen. Weiters könnten traditionell wenig geeignete, weil zu kühle Regionen in Zukunft immer interessanter werden, um erfolgreich Obstbau zu betreiben. Um den Apfelstandort Steiermark zu bewahren gilt es, jetzt mehr denn je, bei der Sortenwahl geeignete Kandidaten für den jeweiligen Standort zu finden, wobei man sich vermutlich bald an vielen Sorten aus südlicheren Gebieten orientieren wird.



Eingebettet in die obersteirische Gebirgslandschaft könnte das Hochplateau bei St. Gallen ein Obstbauggebiet der Zukunft sein.