



VIEL VERSPRECHENDE NEUE METHODE ZUR MESSUNG DER RESILIENZ VON APFELBÄUMEN GEGENÜBER WASSERSTRESS

Trockenheit ist einer der wichtigsten abiotischen Stressfaktoren und führt zu erheblichen Ertragsverlusten. Darüber hinaus beeinflusst der Klimawandel bestimmte Variablen wie Temperatur und Feuchtigkeit, die einen grossen Einfluss auf die Aktivität der Bäume haben. Für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Obstplantagen ist es daher unerlässlich zu verstehen, wie die verschiedenen Sorten darauf reagieren.

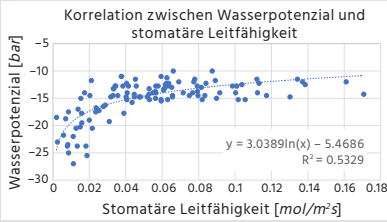


Abbildung 1: Korrelation zwischen dem Wasserpotenzial der Stiele und der stomatären Leitfähigkeit aller Daten der inneren Blätter der Baumkrone zur Mittagzeit des Jahres 2023.

Das Verhalten von Apfelbäumen gegenüber abiotischem Stress, insbesondere Wasserstress, ist schwierig zu messen, und diese Messung ist anspruchsvoll. Die Messung des Wasserpotenzials, das die Kraft angibt, mit der Wasser im Pflanzengewebe zurückgehalten wird (in der Regel wird die Messung an den Blättern vorgenommen), ist nach wie vor die Standardmethode zur Bewertung dieses Stresses. Diese, mit Hilfe einer Druckkammer durchgeführte Messung, ist jedoch ressourcen- und zeitaufwendig (etwa 25 Messungen in 30 Minuten) und wird stark von den Wetterbedingungen beeinflusst (bei Bewölkung werden fehlerhafte Werte erzielt). Im Rahmen des vom BLW finanzierten RESO-Projekts verfolgte die Studie die folgenden drei Ziele:

- + Entwicklung einer einfacheren und schnelleren Methode zur Messung von Wasserstress,
- + Definition neuer Indikatoren, welche die Resilienz von Apfelbäumen gegenüber diesem Stress aufzeigen und
- + der Vergleich des Verhaltens von zwei gängigen Apfelsorten (Braeburn und Golden).



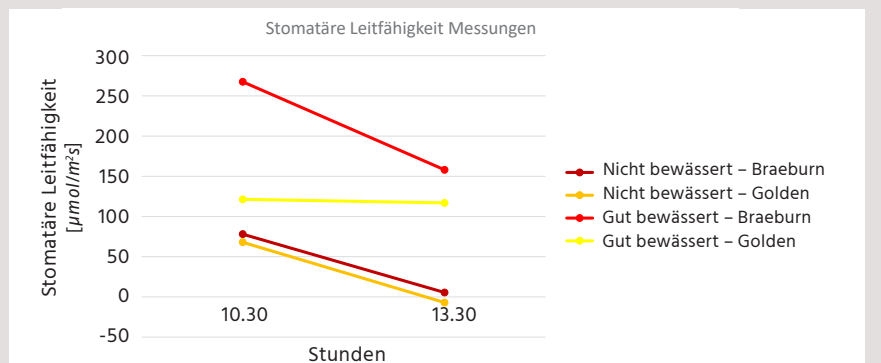
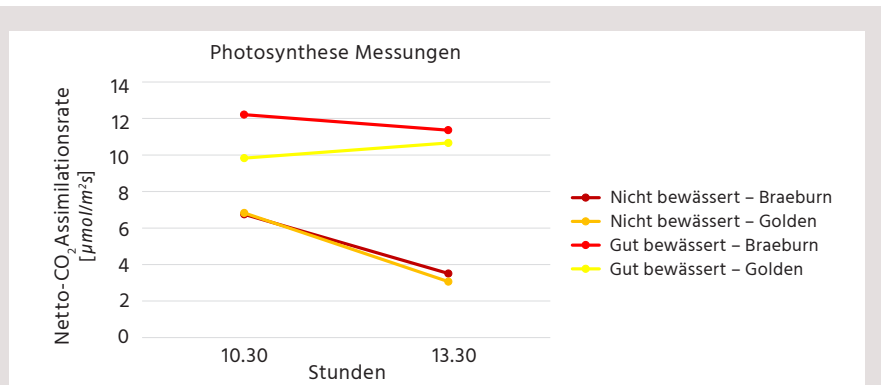
Einsatz des LiCor-600-Porometers an einem Apfelblatt im Sommer. (© Agroscope, Silvina Dayer)

KORRELATION ZWISCHEN STOMATÄRER LEITFÄHIGKEIT UND WASSERPOTENZIAL

Um festzustellen, ob die Standardmessung des Wasserpotenzials durch einfachere und weniger aufwendige Messungen ersetzt werden kann, wurden verschiedene Methoden verglichen. Mit diesen Methoden lassen sich verschiedene Indikatoren messen, darunter das Wasserpotenzial, der Saftfluss, die Bodenfeuchtigkeit, der Stammumfang, die Fruchtgrösse usw. Unter den verschiedenen verwendeten Messgeräten scheint das Porometer LiCor 600 aufgrund seiner einfachen und schnellen Handhabung (ca. 80 Messungen in 30 Minuten) vielversprechend zu sein. Es ermöglicht insbesondere die Messung der stomatären Leitfähigkeit (gsw) der Blätter, das heisst der Gasaustausch zwischen Blatt und Luft, der insbesondere vom Öffnungsgrad der Stomata abhängt. Die stomatäre Leitfähigkeit, das Dampfdruckdefizit (VPD) und die Blatttemperatur scheinen die relevantesten Indikatoren zu sein, um die Resilienz von Apfelbäumen gegenüber Wasserstress aufzuzeigen. Die Korrelation zwischen dem Wasserpotenzial, das mit der Standardmethode (Druckkammer) ermittelt wurde, und der stomatären Leitfähigkeit des LiCor 600 wird in Abbildung 1 gezeigt. Die Korrelation ist eher durchschnittlich, aber zufried-

denstellend, wenn man die Variabilität der Ergebnisse der stomatären Leitfähigkeit aufgrund der Messgenauigkeit und der Heterogenität der Umweltbedingungen berücksichtigt, insbesondere bei extremem Stress (Abb. 1). Darüber hinaus kann die Variabilität der stomatären Leitfähigkeit durch eine Erhöhung der Anzahl der Messungen ausgeglichen werden. Was die Entwicklung während der Versuchsperioden betrifft, so folgen beide Messungen dem gleichen Trend: Sie nehmen mit zunehmendem Wasserstress allmählich ab und bleiben ohne Stress relativ stabil (Ergebnisse nicht dargestellt).

Es wurde auch festgestellt, dass die stomatäre Leitfähigkeit von Blättern, die der Sonne ausgesetzt sind, stärkere Schwankungen aufweist als jene von Blättern, die nicht der Sonne ausgesetzt sind (Schattenblätter), und dass sie generell höher ist. Dies lässt sich wahrscheinlich dadurch erklären, dass die Temperatur an der Oberfläche der sonnenbeschienenen Blätter höher ist als an der Oberfläche der Schattenblätter. Dies führt zu einem Anstieg des Dampfdruckdefizits (VPD), wodurch Wasser mit grösserer Kraft aus den Stomata gezogen wird (höhere Evapotranspiration) als bei Schattenblättern, bei denen der VPD niedriger ist. Dies zeigt, wie wichtig der Einfluss der Baumkrone für das Phänomen der Evapotranspiration ist.



Abbildungen 2 und 3: Oben: Entwicklung der Photosynthese (Netto-CO₂-Assimilationsrate) um 10.30 Uhr und 13.30 Uhr am 15. September 2025. Unten: Entwicklung der stomatären Leitfähigkeit um 10.30 Uhr und 13.30 Uhr am 15. September 2025.


VERHALTENSUNTERSCHIEDE ZWISCHEN GOLDEN UND BRAEBURN

Die zunehmende Trockenheit der Atmosphäre kann ein wesentlicher Faktor für den Wasserstress von Pflanzen sein, selbst wenn diese gut bewässert werden. Zunächst ist anzumerken, dass Golden eine grössere Wuchsstärke und eine dichtere Baumkrone als Braeburn aufweist. Diese Unterschiede im Habitus beeinflussen die Effizienz der Wassernutzung. Eine Sorte mit dichtem Laub neigt dazu, ein feuchteres Mikroklima zu schaffen, das die Transpiration verringert, während die Sorte mit offener Baumkrone einen höheren Wasserverlust begünstigt. In dieser Studie scheinen bestimmte Messungen (Netto-CO₂-Assimilationsrate und stomatäre Leitfähigkeit) ebenfalls auf einen Verhaltensunterschied zwischen den beiden Sorten hinzuweisen. Dieser Unterschied ist bei der Entwicklung der Photosynthese im Vergleich zur stomatären Leitfähigkeit zwischen den gut bewässerten Sorten Braeburn und Golden zu erkennen (Abb. 2 und 3). Die schnellere Abnahme der stomatären Leitfähigkeit bei Braeburn im Vergleich zu Golden deutet darauf hin, dass Braeburn in der Lage ist, seinen Wasserverlust bei atmosphärischer Trockenheit schneller zu reduzieren als Golden, jedoch auf Kosten der Photosynthese. Golden scheint hingegen die Photosynthese nicht beeinträchtigen zu wollen, auch wenn dies den Wasserverlust verlängert. Darüber hinaus scheint die stomatäre Leitfähigkeit während der vier Sommersaisons

der Studie bei Golden stärker zu schwanken als bei Braeburn. Braeburn scheint also eine sparsamere Wasserverwendungsstrategie zu haben als Golden. Es müssen jedoch zusätzliche Messungen hinsichtlich Wuchsstärke, Mikroklima in der Baumkrone und Blatt-Frucht-Verhältnis durchgeführt werden, da sich diese beiden Sorten hinsichtlich dieser Merkmale erheblich unterscheiden.

FAZIT

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die geeignetsten Indikatoren zur Charakterisierung der Resilienz von Apfelbäumen gegenüber Wasserstress die stomatäre Leitfähigkeit, das Dampfdruckdefizit und die Blattemperatur zu sein scheinen. Das Porometer LiCor 600, welches die stomatäre Leitfähigkeit misst, scheint ein sehr interessantes Instrument zur Messung von Wasserstress zu sein und könnte mittelfristig die anstrengenden Messungen mit einer Druckkammer, die das Wasserpotenzial misst, ersetzen.

Allerdings muss die Verwendung des Porometers noch über mehrere Jahre hinweg validiert werden, um den Wasserstress genauer messen zu können. Es bleibt dennoch ein sehr interessantes Instrument, um die Messungen der Reaktionen auf Wasserstress fortzusetzen, mit dem Ziel, ein Modell zu entwickeln, das mehrere relevante Indikatoren integriert, um die Sorten nach ihrer Resilienz gegenüber Trockenheit zu charakterisieren. 



Apfelbaumfeld des RESO-Versuchs in Conthey (VS) im Sommer 2025. (© Agroscope, Silvina Dayer)



Romain Salamin

Agroscope, Conthey,

Groupe Production fruitière en région alpine
romain.salamin@agroscope.admin.ch

ANZEIGE

STAPELWEISE ERKENNTNISSE

Jeden
Donnerstag
in Ihrem
Postfach



OBST+
WEIN