

## Behangsprgnose im Apfelanbau

Im Apfelanbau ist die Ausdünnung eine elementare Kulturmassnahme. Die Behangsstärke beeinflusst direkt die Qualität der Ernte im aktuellen Jahr und die Blütenentwicklung im folgenden Frühling. Für den besten Erfolg muss früh in der Saison ausgedünnt werden, zu einem Zeitpunkt, an dem die Behangsentwicklung beziehungsweise der endgültige Fruchtbehang noch nicht abschliessend eingeschätzt werden kann. Eine zuverlässige Prognose der Behangsentwicklung würde es den Produzentinnen und Produzenten ermöglichen, präziser auszudünnen. Agroscope prüfte in Zusammenarbeit mit anderen Instituten drei Methoden für die Behangsprgnose.

SIMON SCHWEIZER, SONJA KUTTIG, DANIEL BAUMGARTNER UND ALBERT WIDMER, AGROSCOPE, WÄDENSWIL  
LENA NEUMANN UND PETER BRAUN, INSTITUT FÜR OBSTBAU, HOCHSCHULE GEISENHEIM (D)  
[simon.schweizer@agroscope.admin.ch](mailto:simon.schweizer@agroscope.admin.ch)

Abb. 1: Erste Messung des Frucht-durchmessers an Nicoter (Kanzi®), am 14. Mai 2013.

Bei der Produktion von Tafeläpfeln hängt der wirtschaftliche Erfolg im aktuellen wie auch im folgenden Jahr wesentlich davon ab, dass der Behang auf ein opti-

males Mass reguliert wird: Bei Überbehang müssen viel mehr Zeit und Arbeitskosten für die Handausdünnung aufgewendet werden, die Früchte entwickeln keine gute Qualität und alternanzanfällige Sorten blühen im Folgejahr schwach. Bei Unterbehang leiden Erntemenge und Qualität: Die Früchte werden zu gross, sie neigen zu Stippe und Fleischbräune und sind schlecht lagerfähig.

Eine Schwierigkeit der Ausdünnung liegt darin, dass die Behangsentwicklung des Baums zum Zeitpunkt der Ausdünnung nur schlecht eingeschätzt werden kann. Sowohl der natürliche Fruchtfall als auch die Wirkung von Ausdünnmassnahmen sind stark variabel und werden von vielen Faktoren mitbestimmt, deren Einfluss und Zusammenspiel nur zum Teil bekannt sind. Erfahrungen mit der Sorte, dem Anbausystem, der Parzelle und den verschiedenen Ausdünnstrategien sind die Grundlage, um die nötige Ausdünnungsintensität einzuschätzen, es bleibt jedoch stets eine Unsicherheit bestehen. Deshalb ist es ein dringendes Bedürfnis der Produzentinnen und Produzenten, die Behangsentwicklung besser voraussehen zu können. Agroscope verfolgte in Zusammenarbeit mit Mitgliedern des internationalen Arbeitskreises für Kulturführung im Kernobstanbau (Lena Neumann, Hochschule Geisenheim; Michael Clever, OVA Jork; Gottfried Lafer, Versuchsstation Haidegg; Philipp Brunner, Versuchszentrum Laimburg) drei Ansätze für die Behangsprgnose: Fruchtzuwachsmessung nach Duane W. Greene, Modellierung der Kohlenstoffbilanz (MaluSim) nach Alan N. Lakso und zerstörungsfreie Messung von Fruchtigenschaften mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS).



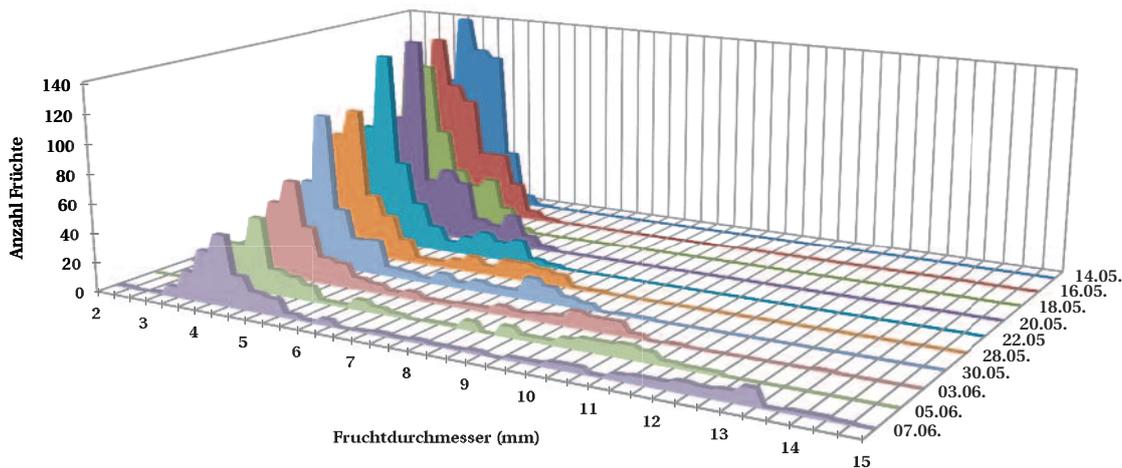


Abb. 2: Messungen des Fruchtdurchmessers an Nicoter (Kanzi®) nach Amidbehandlung (NAAm), 2013. Stichprobe n = 529 Früchte (1. Messung). 10 Messungen in 24 Tagen, immer an den gleichen Früchten. Vollblüte 11. Mai, Behandlung mit NAAm am 13. Mai.

### Methode nach Greene

Duane W. Greene aus Massachusetts beobachtete das Wachstum der jungen Apfelfrüchte nach der Ausdünnung. Er stellte fest, dass jene Früchte, die bis zum Junifruchtfall abgestossen werden, schon wenige Tage nach der Ausdünnbehandlung ihr Wachstum verlangsamen. Auf dieser Grundlage entwickelte er eine Methode, um anhand von Zuwachsmessungen den verbleibenden Behang schon zu einem Zeitpunkt vorzusagen, an dem noch wirksam nachgedünnt werden kann, das heisst bis zu Fruchtdurchmessern von zirka 12 mm (Greene et al. 2005). Greenes Methode wurde in Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis für Kulturführung in verschiedenen europäischen Parzellen von 2007 bis 2012 getestet und weiterentwickelt. Es wurden umfassende Anpassungen am Berechnungsmodell vorgenommen (Gölles et al. 2012), die in der Evaluation aber nicht befriedigen konnten. Die amerikanische Methode liess sich auf diesem Weg nicht zufriedenstellend an europäische Bedingungen anpassen. Eine vertiefte Untersuchung sollte die Situation klären.

Im Jahr 2013 wurden in Wädenswil detaillierte Wachstumsmessungen an Nicoter (Kanzi®) und Golden Delicious durchgeführt (Bachelorarbeit Virginie Leschenne). Innerhalb von 24 Tagen wurde zehnmal der Fruchtdurchmesser an immer denselben Früchten gemessen, bei Durchmessern von rund 4 bis 15 mm (Abb. 1). Die Daten zeigen deutlich, dass sich die Früchte verschieden gut entwickelten (Abb. 2), was im ersten Schritt Greenes Beobachtung bestätigt. Später fielen jedoch auch Früchte ab, die sich bis zum gewünschten Prognosezeitpunkt (Fruchtdurchmesser = 12 mm) her-

vorragend entwickelt hatten (Abb. 3: violett, gefallen gegen Prognose). Zum Zeitpunkt der Prognosestellung gab es bei diesen Früchten keinen erkennbaren Zusammenhang zwischen Wachstum und Fallwahrscheinlichkeit. Der Vergleich mit vergangenen Prognoseläufen zeigt, dass der Anteil der Früchte, die trotz guter anfänglicher Entwicklung abfielen, stark variierte (Abb. 4). Es konnte jedoch kein Zusammenhang mit einer bekannten Einflussgrösse hergestellt werden. Eine entsprechende Anpassung der Prognosemethode war deshalb nicht möglich.

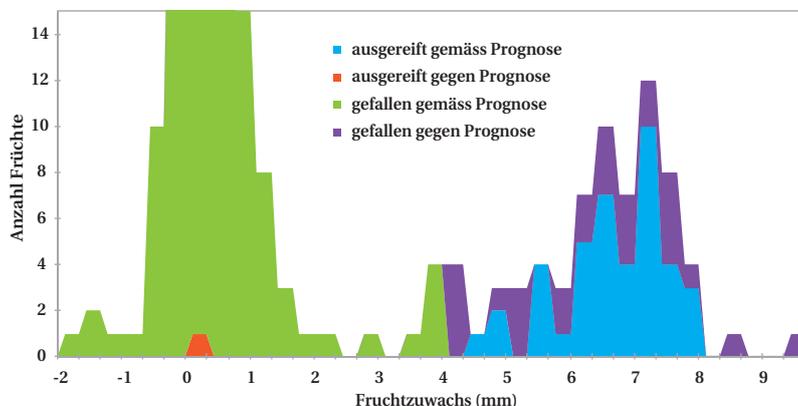


Abb. 3: Nicoter (Kanzi®), nach Amidbehandlung (NAAm, 13. Mai 2013), Vollblüte 11. Mai. Vergleich der Fruchtfallprognose nach Greene (Zuwachs zwischen 20.05. und 7.06.) mit dem tatsächlichen Behang nach dem Junifruchtfall am 4. Juli.

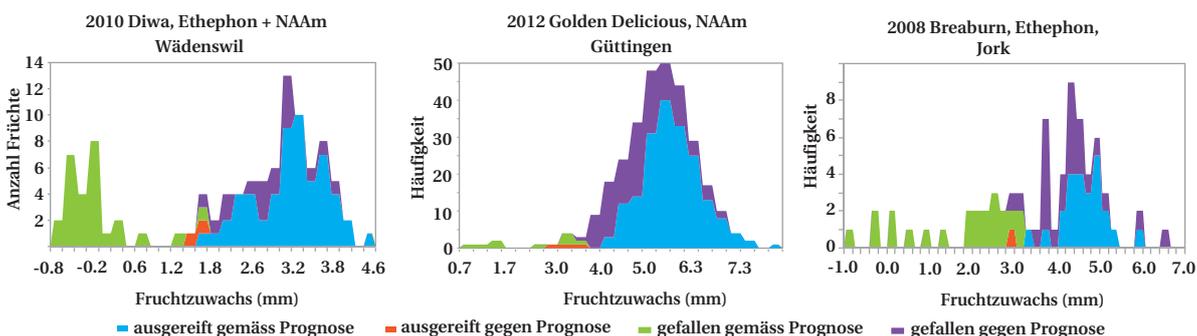


Abb. 4: Vergleich der Prognose nach Greene mit dem tatsächlichen Fruchtansatz nach dem Junifruchtfall. Auswahl der durchgeführten Messungen.



Abb. 5: NIRS-Gerät im Einsatz. In dieser Studie wurden die Früchte mit dem Reflexions-Spektrometer Phazir (PZ1018, Polychromix) gemessen. Dieses zeichnet NIRS-Spektren im Wellenlängenbereich von 930 bis 1800 nm auf.

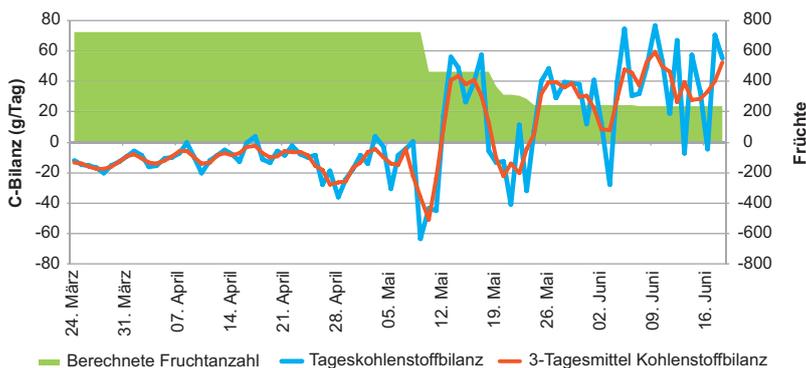
### Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)

In Früchten, die abfallen werden, verändern sich physiologische Prozesse. Greene versucht, diese Veränderungen möglichst frühzeitig anhand des Wachstums der Früchte zu erkennen. Mit der gleichen Idee wurde untersucht, ob mittels NIRS Anzeichen für Fruchtfall anhand der Stoffzusammensetzung der Früchte gemessen werden können.

NIRS basiert auf der spezifischen Interaktion von Licht mit den Inhaltstoffen der Früchte. Das Messgerät (Abb. 5) beleuchtet die Frucht und zeichnet das (NIRS-) Spektrum auf, das zurückgeworfen wird. So entsteht für jede Frucht eine Art Fingerabdruck, der dann ausgewertet wird (Baumgartner et al. 2007). Die Methode hätte gegenüber Greene vor allem den Vorteil, dass schnell und mit weniger Aufwand gemessen werden könnte. Es müssten keine Büschel markiert werden, da pro Frucht nur eine Messung nötig wäre.

Nachdem das Verfahren mit über tausend Früchten kalibriert wurde, konnten zum Teil Unterschiede zwischen fallenden und ausreifenden Früchten erkannt

Abb. 6: Simulation der Kohlenstoffbilanz und des Fruchtfalls mittels MaluSim für Gala-Standardbaum in Zornheim 2012 (727 Blüten/Baum, Knospenaufbruch am 24. 3., Blühzeitraum 17.04. – 3.05., Vollblüte 25.04.).



werden, eine Behangprognose war aber bei einer Trefferquote von nur 58% nicht möglich. Eine wesentliche Schwierigkeit in der Interpretation der Messwerte lag darin, dass externe Faktoren wie das Erntejahr, die Wetterverhältnisse, der Standort oder die Fruchtposition am Baum das NIRS-Spektrum einer Frucht viel stärker beeinflussten als die physiologischen Veränderungen, die den Fruchtfall einleiteten. Fallende Früchte unterschieden sich am deutlichsten von verbleibenden, wenn der tatsächliche Fall der Frucht kurz bevorstand. Wenn die Prognose nur für Früchte berechnet wurde, die entweder in den nächsten zwei Wochen abfielen oder ganz ausreifen, wurde der Fruchtfall deutlich besser vorausgesagt (75%).

### MaluSim

Das Fruchtfallverhalten eines Baums wie auch die Wirkung einer Ausdünnbehandlung werden massgeblich durch dessen aktuelle Versorgungssituation (Kohlenstoffbilanz) beeinflusst. Wenn die Produktion der Assimilate (Fotosynthese) nicht ausreicht, um den Bedarf der wachsenden Früchte und Triebe zu decken, neigt der Baum dazu, Fruchtfall einzuleiten. Mit MaluSim kann diese Kohlenstoffbilanz anhand der Wetterdaten und der phänologischen Entwicklung der Bäume berechnet werden. Das Modell wurde in den USA von Lakso et al (2001) entwickelt und in den letzten Jahren am Institut für Obstbau der Hochschule Geisenheim an europäische Verhältnisse angepasst. Eine Erweiterung dieser Bilanzierung hatte zum Ziel, den zu erwartenden Fruchtfall im Voraus einzuschätzen. In Abbildung 6 ist der nachträglich berechnete Verlauf des Behangs für einen Standard-Gala-Baum in Zornheim dargestellt (Masterarbeit Theresa Pfeifer 2012), weitere Berechnungen wurden für Obstanlagen in Wädenswil und in Jork durchgeführt. Die Resultate waren zwar insgesamt gut, das heisst, die berechneten Fruchtzahlen deckten sich weitgehend mit der Realität. Weil die Simulation aber auf den Wetterdaten beruht, ist eine frühzeitige Prognose damit ebenfalls nicht möglich.

### Schlussfolgerungen

Eine genaue und zuverlässige Prognose des Behangs nach dem Junifruchtfall ist beim jetzigen Stand der Forschung nicht möglich, zumal nicht zum gewünschten Zeitpunkt, wenn die Früchte einen Durchmesser von rund 12 mm aufweisen. Zwar konnten alle drei Methoden Unterschiede zwischen fallenden und verbleibenden Früchten feststellen beziehungsweise berechnen. Bei allen war dies jedoch erst ein bis zwei Wochen vor dem tatsächlichen Fall der Frucht mit befriedigender Zuverlässigkeit möglich. Offenbar kann Fruchtfall während des ganzen Zeitraums zwischen Blüte und Junifruchtfall wiederholt induziert werden. Es besteht ein Widerspruch zwischen dieser Folgerung und früheren Publikationen (Handschak 1997; McCartney und Obermiller 2010), die den Erfolg von Fruchtfallprognosen auf der Basis von Fruchtzuwachs oder Fruchtgrösse zeigten. Abweichende Bedingungen wie etwa Standort, Kultursystem, Sorte oder Jahreseinflüsse können Gründe dafür sein.

## Ausblick

MaluSim könnte durchaus nutzbringend zur Wirkungsprognose einer Ausdünnbehandlung verwendet werden. In den USA werden solche Einschätzungen bereits in der Beratung verwendet, für eine genaue Beschreibung siehe Robinson und Lakso (2011) sowie die Internetseiten der Cornell University (2014). MaluSim konnte zufriedenstellend an europäische Verhältnisse angepasst werden. Eine Wirkungsprognose und damit eine Dosierhilfe für die Ausdünnung analog der Anwendung in den USA wäre wahrscheinlich nach weiterer Entwicklung auch für europäische Obstanlagen möglich.

## Dank

Wir danken Charles Amstein, Antoine und Christophe Betrisey, Luc Magnollay, Adrien Mettaz, Reynald Pasche, Peter Widmer und Thomas Zimmermann für die Messungen in ihren Parzellen sowie der Union Fruitière Lémanique, dem Strickhof und dem Kanton Wallis für ihre Unterstützung und Zusammenarbeit. ■

## Literatur

- Baumgartner D., Gabioud S., Gasser F. und Höhn E.: Zerstörungsfreie Messung innerer Qualitätsmerkmale beim Apfel. Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 143(12), 10–13, 2007.
- Cornell University: Cornell Apple Carbohydrate Thinning Model. Zugang: <http://newa.cornell.edu/index.php?page=apple-thin> [26.05.2014], 2014.
- Gölles M., Widmer A. und Baumgartner D.: Fruchtansatzprognose beim Apfel unterstützt die chemische Fruchtbehangsregulierung. Agrarforschung Schweiz 3(10), 478–485, 2012.
- Greene D. W., Krupa J., Vezina M. und Lakso A. N.: A Method to Predict Chemical Thinner Response on Apples. FruitNotes 70(2), 12–17, 2005.
- Handschar M.: Fruchtfall beim Apfel. Obstbau 6, 286–290, 1997.
- Lakso A. N., White M. D. und Tustin D. S.: Simulation modelling of the effects of short and long-term climatic variations on carbon balance of apple trees. Acta Horticulturae 557, 473–480, 2001.
- McArtney S. J. und Obermiller J. D.: Evaluation of a Model to Predict the Response of 'Gala' Apples to Chemical Thinners. XIth IS on Plant Bioregulators in Fruit Production, Acta Horticulturae 884, 581–586, 2010.
- Robinson T. L. und Lakso A. N.: Predicting Chemical Thinner Response with a Carbohydrate Model. Acta Horticulturae 903, 743–750, 2011.

## Pronostic de charge dans la production de pommes

Dans la production de pommes, il est très important de réguler la charge de fruits pour assurer un rendement et une qualité satisfaisants. Cependant, il est difficile de bien doser l'éclaircissage, car il doit avoir lieu avant la chute naturelle des fruits. Agroscope teste trois méthodes de pronostic de la charge en collaboration avec d'autres instituts: la mesure de l'augmentation du calibre selon Duane W. Greene, la spectroscopie proche infrarouge et le bilan carbone (MaluSim). Les recherches ont toutefois révélé que la chute des fruits

n'était pas déterminée à un moment donné, mais déclenchée progressivement. C'est pourquoi la qualité et la fiabilité des pronostics n'étaient pas suffisantes en l'état actuel des connaissances pour aider la pratique. L'estimation de l'efficacité escomptée d'un traitement d'éclaircissage que l'on peut dériver du modèle de simulation du bilan carbone MaluSim est en revanche prometteuse. Elle permettrait de doser le traitement de manière ciblée en fonction des conditions.

## R É S U M É