



## Sind grosse Zwetschgen besser?

Zwetschgen sind beliebte Sommerfrüchte, die aber oft nur knapp essreif in den Verkauf gelangen. Derzeit werden zwar im Handel sortenspezifische Mindestdurchmesser vorgegeben, um eine minimale Fruchtqualität zu gewährleisten. Der Fruchtdurchmesser hat jedoch nur eine beschränkte Aussagekraft bezüglich der Fruchtqualität. Anzustreben wäre eine einfache Methode, mit der die Fruchtqualität erfasst und damit der optimale Pflückzeitpunkt bestimmt werden kann.

DANIEL BAUMGARTNER, SIMON KOLLAART, SUSANNA LATTMANN, KATHARINA SCHNEIDER, MONIKA VOLKAN UND FRANZ GASSER, AGROSCOPE, WÄDENSWIL  
[daniel.baumgartner-walt@agroscope.admin.ch](mailto:daniel.baumgartner-walt@agroscope.admin.ch)

Zwetschgen werden ab Ende Juli bis im September in vielen Sortenvarianten angeboten. Generell sind die frühen Sorten wie Cacaks Schöne oder Tegera nach der Ernte weniger lang haltbar als spätere Sorten wie Jojo oder Fellenberg, die im September geerntet werden. Zwetschgen werden von den Produzenten zur Vermeidung von Fäulnis und zur Erhaltung der Transportfähigkeit tendenziell zu früh geerntet. Die Früchte sind am Verkaufspunkt daher oft nur knapp genussreif.

### Konsumentenerwartungen

Frühere Untersuchungen von Agroscope zeigen, dass die Beliebtheit der Zwetschgen beziehungsweise das Kaufverhalten der Konsumenten durch die innere Qualität (Zucker- und Säuregehalt, Festigkeit) bestimmt wird (Höhn et al. 2004, Gasser et al. 2009). Dabei müssen für alle Qualitätsparameter die gerade richtigen Werte erreicht werden: Eine Frucht kann zu hart, aber auch zu weich, zu wenig süss oder zu süss sein. Die Untersuchungen von Gasser et al. (2009) über den Zusammenhang von Pflückzeitpunkt, innerer Fruchtqualität, sensorischer Akzeptanz und Ver-

derbsanfälligkeit zeigen, dass viele Zwetschgensorten sehr wohl später und mit einer akzeptablen inneren Qualität geerntet werden können, ohne dass die Verderbsanfälligkeit übermässig ansteigt.

### Innere und äussere Fruchtqualität

Zurzeit gibt es für Zwetschgen, im Gegensatz zu Kernobst, keine Vorgaben für die inneren Qualitätsparameter, weil zum Beispiel der Zuckergehalt in einer Sorte je nach klimatischen Bedingungen von Jahr zu Jahr relativ grossen Schwankungen unterliegen kann. Deswegen wird im Handel der pragmatische Ansatz gewählt, sich auf Farbe, Form und Durchmesser der Früchte abzustützen. Aber spiegeln diese äusseren Qualitätsparameter die inneren Werte tatsächlich wider? Es gibt zwar Untersuchungen, bei denen versucht wurde, die Entwicklung der Hautfarbe mit der inneren Qualität in Beziehung zu setzen (Usenik et al. 2008), aber die Autoren kamen zum Schluss, dass eine Farbmessung allein kein genügend scharfes Kriterium für den Reifegrad ist, zumal der Verlauf der Ausfärbung stark sortenabhängig ist.

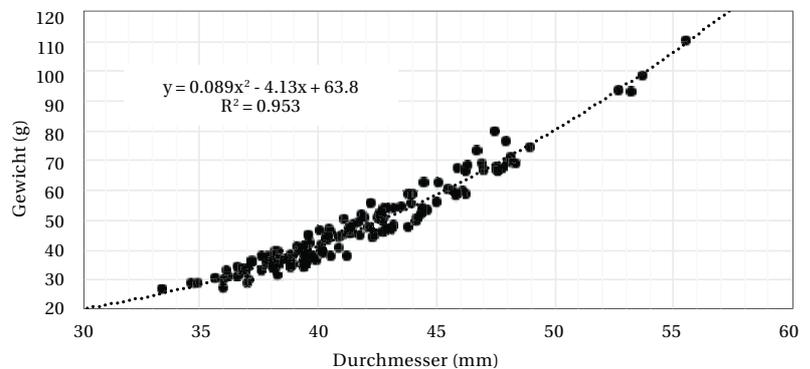
### Zielsetzungen

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Bestimmungsfaktoren für die innere Qualität von Zwetschgen an-

**Tab. 1: Methoden zur Qualitätsbeurteilung von Zwetschgen.**

Qualitätskriterium	Messmethode (Probenumfang)
Fruchtgewicht	Bestimmung des Einzelfruchtgewichts (20 Früchte)
Durchmesser	Messung mit Schublehre oder Lochplatte senkrecht zur Längsachse (20 Früchte)
Fruchtfleischfestigkeit	2 mm Kompression mit Texture Analyzer TA2i (Stable Micro Systems, USA), Vorschub 6.7 mm/sec, Stempeldurchmesser 25 mm (20 Früchte)
Lösliche Trockensubstanz	Messung des Brix-Werts mit Refraktometer Atago PR32 am Fruchtsaft (vier Messungen an je fünf Früchten)
Titrierbare Gesamtsäure	Titration des Fruchtsafts mit 0.1 M Natronlauge bis pH 8.1 mittels Mettler Titrator DL67, Resultat ausgedrückt als g/L Äpfelsäure (vier Messungen an je fünf Früchten)
NIR-Spektren	Labspec (ASD, USA), 2 x 2 Messungen pro Frucht auf gegenüberliegenden Seiten neben der Furche (20 Früchte)

hand von Fruchtfleischfestigkeit, Zucker und Säure zu beleuchten. Es wurde untersucht, wie die innere Fruchtqualität von Fruchtgewicht und Pflückzeitpunkt beeinflusst wird. Ausserdem wird der Beitrag nicht-destruktiver Messmethoden zur Erfassung der Fruchtqualität aufgezeigt. Die hier präsentierten Daten stützen sich auf Versuche in den Jahren 2005 bis 2015 mit insgesamt zehn Sorten (Cacaks Schöne, Cacaks Fruchtbare, Elena, Fellenberg, Jojo, Tegera, Topstar, Topking, Toptaste und Vanette). Die Zwetschgen stammten aus Versuchsanlagen von Agroscope in Wädenswil. Die verwendeten Messmethoden sind in Tabelle 1 zusammengestellt.



**Abb. 1: Zusammenhang zwischen Fruchtgewicht und Fruchtgewicht aller Versuchsfrüchte von 2005 bis 2009 (über alle Sorten).**

### Fruchtdurchmesser und -gewicht

In der Schweiz werden im Rahmen des jährlich festgelegten Vermarktungskonzepts für Steinobst auch für Zwetschgen sortenspezifische Mindestdurchmesser festgelegt, die bei der Anlieferung an den Grosshandel eingehalten werden müssen. In Tabelle 2 sind die Mindestdurchmesser (MDM) sowie die in unseren Versuchen gefundenen Kaliber zusammengestellt. Es fällt auf, dass nur ein sehr geringer Anteil der Versuchsfrüchte kleiner war als der MDM.

Des Weiteren zeigen unsere Untersuchungen, dass es zwischen dem Fruchtdurchmesser und dem Fruchtgewicht für alle untersuchten Sorten einen signifikanten Zusammenhang gibt (Abb. 1). In den Versuchsjahren 2005 bis 2009 konnten weder Jahres- noch Sorteneinflüsse auf diese Beziehung festgestellt werden.

### Fruchtdurchmesser und innere Fruchtqualität

Mit dem Vermarktungskonzept und der Festlegung von Mindestdurchmessern wird angenommen, dass mit grösseren Früchten auch bessere Qualitäten erreicht werden. Wie in Abbildung 2 a-c illustriert wird, ist dies für die drei betrachteten Qualitätsparameter Fruchtfleischfestigkeit, Zucker und Säure für keine der untersuchten Sorten der Fall. In anderen Worten: Grössere Früchte weisen nicht unbedingt eine höhere innere Qualität auf. Allerdings ist dazu zu bemerken, dass unsere Versuche fast ausnahmslos mit Früchten durchgeführt wurden, deren Durchmesser deutlich

**Tab. 2: Durchmesser der Versuchsfrüchte und Mindestdurchmesser (MDM) gemäss Vermarktungskonzept 2015.**

Sorte	MDM gem. Vermarktungskonzept (mm)	Bereich Ø der Versuchsfrüchte	Anzahl Früchte < MDM/ Gesamtmenge
Cacaks Fruchtbare	33	35-44	0/40
Cacaks Schöne	36	36-51	1/120
Elena	33	25-45	1/120
Fellenberg	33	33-43	0/80
Jojo	36	35-52	1/160
Tegera	33	26-44	4/60
Tophit	45	41-53	9/80
Topking	33	26-46	11/80
Topstar	nicht definiert	36-50	-/60
Toptaste	36	35-50	1/80
Vanette	40	36-52	3/120

über dem geforderten Mindestdurchmesser gemäss Vermarktungskonzept 2015 lagen (Tab. 2).

### Pflückzeitpunkt und innere Fruchtqualität

Im Rahmen unserer Versuche wurde die Entwicklung und Qualität der Früchte an drei bis vier Pflückzeitpunkten im Abstand von vier bis zehn Tagen bestimmt. In Abbildung 3 ist der Verlauf der inneren Fruchtquali-

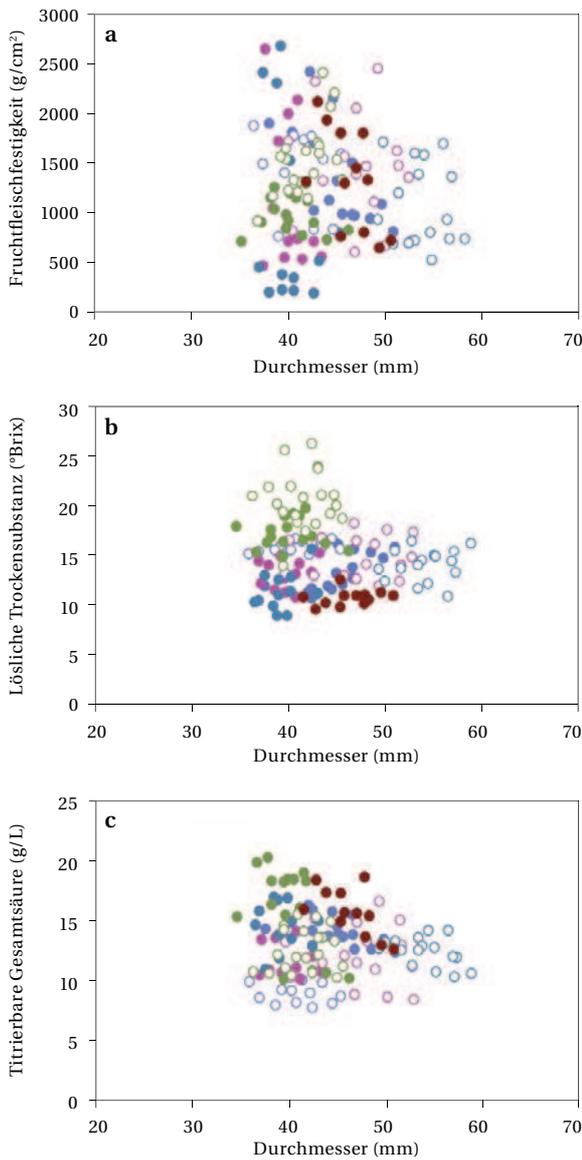


Abb. 2 a–c: Der Fruchtdurchmesser zeigt keine Korrelation zu den Qualitätskriterien Festigkeit (a), Zucker- (b) und Säuregehalt (c). Die einzelnen Farben und Symbole stehen jeweils für eine Sorte; die Daten stammen aus dem Jahr 2009.

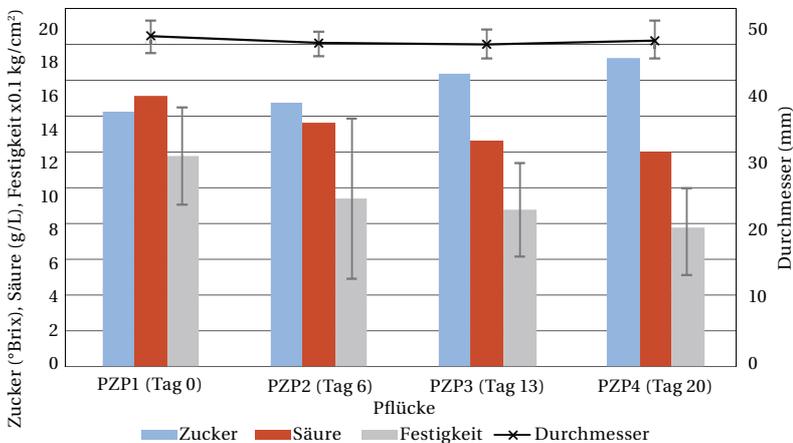


Abb. 3: Verlauf der inneren Fruchtqualität der Sorte Tophit im Jahr 2008 in Abhängigkeit vom Pflückzeitpunkt PZP; Mittelwerte für alle Parameter und Standardabweichung für Festigkeit und Durchmesser.

tät der Sorte Tophit im Jahr 2008 in Abhängigkeit vom Pflückzeitpunkt dargestellt. Es ist deutlich erkennbar, dass bereits beim ersten Pflücktermin (28.08.2008) das Mindestkaliber von 45 mm erreicht war, die Früchte jedoch mit einer Festigkeit von 1.2 kg/cm<sup>2</sup> und einem Säuregehalt von 15 g/L noch sehr unreif waren.

Abbildung 3 illustriert, dass bei Tophit der Frucht-durchmesser über die Pflückzeitpunkte gleich blieb, dass sich jedoch die inneren Parameter in Abhängigkeit vom Erntedatum veränderten. Zur Verdeutlichung dieser Situation wurden für die Versuchsjahre 2005 bis 2015 die Korrelationen zwischen den Pflückzeitpunkten und den einzelnen Qualitätsmessgrößen pro Jahr und Sorte berechnet. In Abbildung 4 sind die Korrelationskoeffizienten zwischen dem Erntedatum und den Messkriterien Durchmesser, Frucht-fleischfestigkeit, Zucker- und Säuregehalt pro Sorte und Jahr dargestellt. Wie die Farbverteilung deutlich macht, kann der Durchmesser nur in Einzelfällen als Mass für die fortschreitende Qualitätsentwicklung

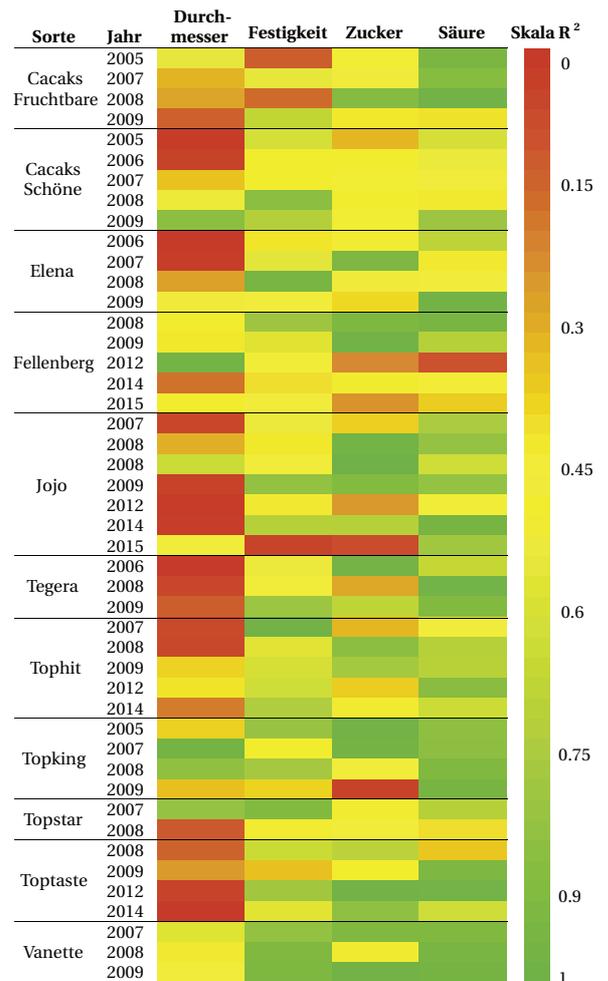


Abb. 4: Korrelation zwischen dem Erntedatum (Anzahl Tage nach erster Ernte) und den Qualitätsmerkmalen Durchmesser, Frucht-fleischfestigkeit, Zucker- und Säuregehalt. Die Farbskala reicht von Rot (R<sup>2</sup> < 0.3) über Gelb (R<sup>2</sup> 0.4–0.6) bis Grün (R<sup>2</sup> > 0.7).

verwendet werden (19 von 46 Fällen), während die inneren Qualitätsmerkmale in mehr als 80% der Fälle eine signifikante Korrelation mit  $R^2 > 65\%$  zur Reifung aufweisen (42, 38, 44 von 46 Fällen für Festigkeit, Zucker- resp. Säuregehalt).

Aufgrund dieser Auswertungen hat der Frucht-durchmesser, sofern er über dem Mindestdurchmesser liegt, also nur eine geringe Aussagekraft bezüglich der Fruchtqualität. Es stellt sich daher die Frage, wie die Fruchtqualität schnell und sicher in der Praxis bestimmt werden kann. Die traditionellen Analyseverfahren werden mit dem Saft von Einzelfrüchten oder Sammelproben durchgeführt, das heisst, die untersuchten Früchte können nicht mehr weiterverwendet werden. Je nach Stichprobengrösse ist auch mit erheblichem Zeitaufwand zu rechnen. Seit vielen Jahren werden deshalb auch zerstörungsfreie Messmethoden zur Analyse von Früchten auf ihre Praxistauglichkeit geprüft. Unter ihnen hat vor allem die Nahinfrarotspektroskopie (NIR-Spektroskopie) vielversprechendes Potenzial (Nicolai et al. 2007).

### Zerstörungsfreie Messung mit Licht

Die spektroskopische Fruchtanalyse beruht darauf, dass Licht verschiedener Wellenlängen von den Fruchtinhaltsstoffen unterschiedlich stark absorbiert wird. Licht, das am Fruchtgewebe gestreut und dabei nicht absorbiert wird, gelangt zum Detektor und erzeugt dort ein Messsignal. Die dabei entstehenden Spektren werden mit Hilfe multivariater statistischer Verfahren bearbeitet und bilden die Basis für sogenannte Kalibrationsmodelle. Diese ermöglichen es, aus den Spektren die interessierenden Informationen wie den Zuckergehalt zu berechnen (Baumgartner et al. 2007). In der vorliegenden Arbeit wurde für die spektroskopischen Messungen an intakten Früchten ein Labspec 5000 (ASD, USA) verwendet, das Reflexionsspektren im sichtbaren und nahinfraroten Wellenlängenbereich von 350 bis 1830 nm aufzeichnet. Mit Tragerucksack und externer Batterie ausgerüstet kann das Gerät zudem im mobilen Einsatz, zum Beispiel für Messungen im Freien verwendet werden. Für die Auswertung der Spektren und die Berechnung der Modelle wurde das Softwarepaket «The Unscrambler X» (Version 10.3) verwendet.

### Vorhersagemodell für den Zuckergehalt

Es gibt nur wenige Studien zur Anwendung der NIR-Spektroskopie für die Bestimmung der Zwetschenqualität. Zwei Beispiele sind die wissenschaftlichen Machbarkeitsstudien von Slaughter et al. (2003) sowie Pérez-Marín et al. (2011). Mit einem mittleren Vorhersagefehler von 1 bis 1.2 °Brix für den Zuckergehalt kamen beide Autorengruppen zum Schluss, dass die NIR-Messung zur Bestimmung des Pflückzeitpunkts oder zur Sortierung geeignet sei. Es war deshalb von Interesse zu prüfen, ob sich mit unserem Sortenspiegel ebenfalls zufriedenstellende Vorhersagemodelle erstellen lassen, die in einem nächsten Schritt für eine Praxisanwendung genutzt werden könnten.

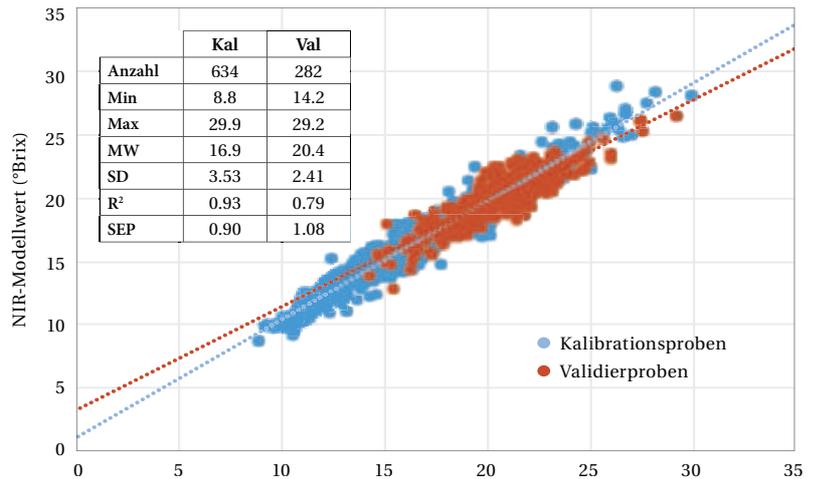


Abb. 5: Validierung des Kalibrationsmodells für den Zuckergehalt in Zwetschen. Kalibration (blau) mit Früchten von 2012/2014, Validierung (rot) mit Früchten von 2015.

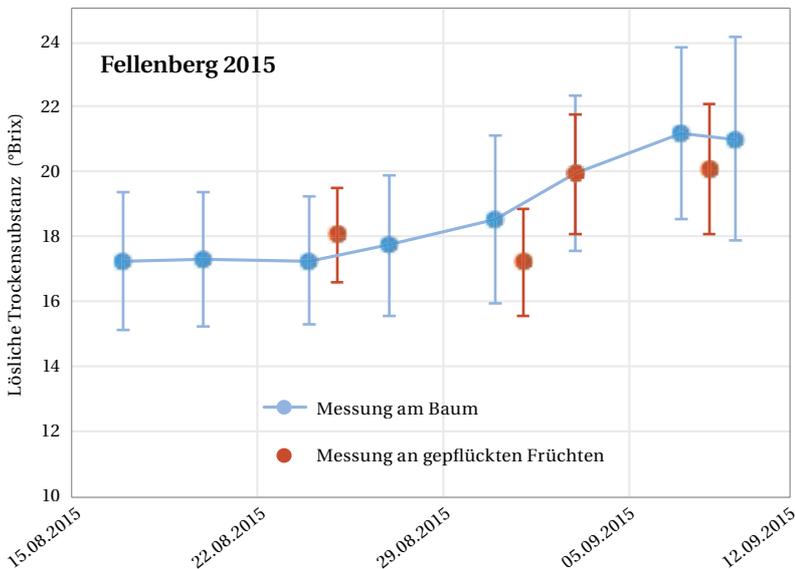
MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, R<sup>2</sup> = Korrelationskoeffizient, SEP = mittlerer Vorhersagefehler in °Brix.

Für die Berechnung der Kalibrationsmodelle wurden 634 Zwetschen der oben erwähnten Sorten verwendet. Sie wurden jeweils über die ganze Zwetschensaison der Jahre 2012 und 2014 an unterschiedlichen Terminen geerntet, spektral vermessen und im Labor mit konventionellen Methoden (Referenzwerte) analysiert. Mit den pro Frucht gemittelten Spektren und den entsprechenden Referenzwerten wurden verschiedene multivariate Regressionsmodelle erstellt und mit einem externen Datenset, bestehend aus 28 Fruchtproben von 2015, validiert. Die Kalibrations- und Validierdaten für das beste Vorhersagemodell des Brixwerts sind in Abbildung 5 dargestellt. Der mittlere Vorhersagefehler von 1.1 °Brix ist mit den erwähnten Literaturangaben vergleichbar. Mit der Qualität der erzielten Kalibration kann eine Praxisanwendung in Betracht gezogen werden.

### Reifemessungen am Baum

Zur Validierung der berechneten Vorhersagemodelle wurden 2015 während der Reifeperiode der Sorten Fellenberg und Jojo zweimal pro Woche Messungen an total 40 markierten Früchten direkt am Baum durchgeführt. Die aus den Spektren berechneten Brixwerte sind in Abbildung 6 als blaue Punkte dargestellt (Mittelwert und Standardabweichung von jeweils 40 Früchten). Als Vergleichswerte sind rot die Mittelwerte und die Standardabweichung von jeweils 20 geernteten Zwetschen derselben Bäume aufgetragen.

Wie Abbildung 6 zeigt, lässt sich die Zunahme des Zuckergehalts während der Qualitätsentwicklung am Baum sehr gut mit spektroskopischen Messungen verfolgen. Die Differenzen zu den Vergleichswerten können damit erklärt werden, dass es sich bei den geernteten Früchten jeweils um andere Früchte an denselben Bäumen handelte als die für die NIR-Messung markierten. Ausserdem war die Streuung der Einzelfrucht-



**Abb. 6:** NIR-Messungen am Baum während der Fruchtentwicklung der Sorte Fellenberg. Blau = NIR-Messung von 40 Früchten am Baum, rot = Referenzwerte von 20 gepflückten Früchten. Dargestellt sind Mittelwert und Standardabweichung der Messwerte.

Messwerte pro Pflücke mit 1.5 bis 2 °Brix (Fellenberg) respektive 1.3 bis 2.2 °Brix (Jojo) relativ gross. Die Resultate zeigen, dass die NIR-Spektroskopie durchaus Potenzial für eine Anwendung in der Praxis auch bei Zwetschgen hat.

**Fazit**

Primär wird der Pflückzeitpunkt in der Praxis oft nicht (nur) durch die sensorische Qualität der Früchte bestimmt, sondern durch die Wetter- und Marktbedingungen: Bei drohendem schlechtem Wetter oder bei grosser Marktnachfrage werden die Früchte deshalb oft vor dem optimalen Zeitpunkt geerntet. Ideal wäre es, den optimalen Termin mit objektiven und leicht messbaren Parametern bestimmen zu können.

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass der Fruchtdurchmesser als Qualitätsparameter nicht geeignet ist, um den optimalen Pflückzeitpunkt zu bestimmen. Mit

dem Festlegen eines Mindestdurchmessers lassen sich zwar die schlimmsten Qualitätssünden verhindern, aber diese Mindestwerte sind derzeit so niedrig angesetzt, dass sie keine genügende Essqualität der Früchte garantieren. Aufgrund der hier aufgeführten Daten eignen sich die inneren Qualitätsparameter (Fruchtfleischfestigkeit, Zucker- und Säuregehalt) besser zur Bestimmung der Essqualität. Der Brixwert lässt sich rasch und zerstörungsfrei mittels NIR-Spektroskopie ermitteln. Zur Umsetzung dieses Messverfahrens in der Praxis braucht es jedoch noch weitere Versuche in Zusammenarbeit mit der Praxis. Zudem gibt es derzeit noch kein handliches und für die Praxis erschwingliches Spektrometer, das für diesen Zweck geeignet wäre.

**Literatur**

Baumgartner D., Gabioud S., Gasser F. und Höhn E.: Zerstörungsfreie Messung innerer Qualitätsmerkmale beim Apfel. Schweiz. Z. Obst-Weinbau, 143 (12), 10–13, 2007.

Gasser F., Kockerols M., Heiniger C., Gasser S., Kneubühler Y., Epler T. und Bozzi Nising A.: Zwetschgen: Pflückzeitpunkt, Qualität und Verderbsanfälligkeit. Schweiz. Z. Obst-Weinbau, 145 (11), 8–11, 2009.

Höhn E., Gasser F., Mattle S., Näpflin B. und Ladner J.: Zwetschgenqualität aus Sicht der Konsumentinnen und Konsumenten. Schweiz. Z. Obst-Weinbau, 140 (21), 10–13, 2004.

Nicolai B., Beullens K., Bobelyn E., Peirs A., Saeys W., Theron K.I. und Lammertyn J.: Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: A review. Postharvest Biology and Technology 46, 99–118, 2007.

Pérez-Marín D., Paz P., Guerrero J.-E., Garrido-Varo A. und Sánchez M.T.: Miniature handheld NIR sensor for the on-site non-destructive assessment of post-harvest quality and refrigerated storage behavior in plums. J. Food Engineering 99, 294–302, 2010.

Slaughter D.C., Thompson J.F. und Tan E.S.: Nondestructive determination of total and soluble solids in fresh prune using near infrared spectroscopy. Postharvest Biology and Technology 28, 437–444, 2003.

Usenik V., Stampar F. und Veberic R.: Anthocyanins and fruit colour in plums (*Prunus domestica L.*) during ripening. Food Chemistry 114, 529–534, 2008.

**Les grandes prunes sont-elles meilleures?**

La prune est un fruit estival très populaire, mais qui parvient souvent dans les rayons à un stade de maturité où elle est encore à peine consommable. Actuellement, le commerce prescrit certes des calibres minimaux, pour chaque variété afin de garantir un minimum de qualité des fruits. Mais comme le montre le travail, le diamètre des fruits est un indicateur peu révélateur de la qualité effective. Il faudrait donc trouver une méthode simple permettant de déterminer la qualité des fruits de telle manière à pouvoir établir la date optimale de récolte. La méthode NIR semblait prometteuse dans ce

R É S U M É

contexte et Agroscope a mené des études exhaustives de détermination de la valeur Brix dans les prunes pour vérifier si les espoirs placés dans la spectroscopie proche infrarouge étaient fondés. La fiabilité de cette méthode pour la détermination de la valeur Brix a pu être confirmée. Toutefois, les essais doivent se poursuivre pour corroborer l'applicabilité de la méthode dans la pratique. En plus, il serait souhaitable que des appareils NIR moins onéreux et plus conviviaux puissent être développés pour le marché.