

# Erntewerte und Abschätzung des Zuckerpotenzials bei Tafelbirnen

**Vom Handel werden Tafelbirnen gewünscht, die den festgesetzten Mindestwert für den Zuckergehalt von 12 °Brix nicht unterschreiten. Bei der Einlagerung stellt sich oft die Frage, ob der Zuckergehalt bei der Auslagerung den erforderlichen Wert erreicht und sich aufgrund der Erntewerte voraussagen lässt. Die Auswertung von Daten aus der Praxis und bisherigen Untersuchungen zeigt, dass sich der Zuckergehalt bei der Auslagerung basierend auf dem Stärkeabbauwert und dem Zuckergehalt bei der Ernte nur teilweise abschätzen lässt. Die Beurteilung muss jeweils sorten- und jahresspezifisch vorgenommen werden.**

DANIEL BAUMGARTNER, ERNST HÖHN,  
JEAN-PIERRE SIEGRIST UND FRANZ GASSER  
FORSCHUNGSANSTALT AGROSCOPE CHANGINS-WÄDENSWIL ACW  
[daniel.baumgartner@acw.admin.ch](mailto:daniel.baumgartner@acw.admin.ch)

Der Detailhandel hat für Tafelbirnen neben den Normen, die Grösse und andere äussere Merkmale der Früchte regeln, einen Mindestwert für den Zuckergehalt festgelegt. Dieses innere Qualitätsmerkmal wurde für die drei wichtigsten Sorten Conférence, Gute Luise und Kaiser Alexander auf 12 °Brix fixiert. Es wird von verschiedenen Kulturmassnahmen und der Jahreswitterung beeinflusst. Entscheidend für den Zuckergehalt bei der Auslagerung ist zudem der Erntezeitpunkt beziehungsweise der Reifegrad bei der Ernte. Die empfohlenen Ernterichtwerte für Tafelbirnen wurden in Hinblick auf die Lagerfähigkeit optimiert. Hauptsächlich ging es darum, das Auftreten physiologischer Lagerstörungen zu verhindern (Kavernenbildung usw.; Höhn et al. 1996).

Das Erntefenster begrenzt die Zeit, in welcher der Reifegrad der Früchte für eine mittel- bis langfristige CA-Lagerung optimal ist. Zur Festlegung des Erntefensters für die verschiedenen Sorten werden seit mehr als zehn Jahren Messungen der Fruchtfleischfestigkeit (Penetrometerwert in kg/0.5 cm<sup>2</sup>), des Zuckergehalts (Refraktometerwert in °Brix) und des Stärkeabbaus (Jodzahl mit Skala 1 bis 10) herangezogen (Höhn et al. 1999, Gasser und Siegrist 2008). Der Idealfall, dass alle drei Messwerte im Bereich des Erntefensters liegen, ist jedoch selten gegeben. Für den Lagerhalter stellt sich in Fällen, in denen der Zuckergehalt bei der Anlieferung tief ist, die Frage, ob aufgrund der Erntewerte erwartet werden kann, dass der Zuckergehalt nach der Auslagerung den vom Detailhandel festgelegten Minimalwert erreichen oder überschreiten wird.

Bekanntlich wird während des Wachstums von Äpfeln und Birnen Stärke in die Früchte eingelagert. Die Stärkeeinlagerung ist sortenabhängig und wird durch die Witterungsbedingungen beeinflusst, was sich in



«Kaiser Alexander».

deutlichen jährlichen Unterschieden manifestiert (Murayama et al. 2002, Travers et al. 2002). Mit einsetzender Reifung wird die Stärke in Zucker abgebaut. Deshalb steigt der Zuckergehalt während der Lagerung je nach Stärkegehalt bei der Ernte mehr oder weniger an. Aufgrund eines externen Projektanstosses im Forum Forschung Kernobst sollte abgeklärt werden, ob der Zuckergehalt von Tafelbirnen bei der Auslagerung wie bei Äpfeln basierend auf Erntemesswerten errechnet werden kann (Höhn et al. 2008). Birnenposten, die den erforderlichen Mindestzuckergehalt bei der Auslagerung voraussichtlich nicht erreichen werden, könnten gegebenenfalls von der Einlagerung ausgeschlossen werden, da die Vermarktung solcher Ware schwierig ist.

**Datenmaterial**

Umfangreiches Datenmaterial von insgesamt 454 Birnenposten der drei Sorten Conférence (171), Gute Luise (161) und Kaiser Alexander (122) standen für die Auswertung zur Verfügung. Ein Teil der Ernte- und Auslagerungswerte stammte aus Versuchen der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, die am Standort Fougères in Zusammenarbeit mit dem OCAV (Office Cantonal d'Arboriculture Valais) seit mehreren Jahren durchgeführt werden (Conférence 2000–2007, Gute Luise 1998–2007, Kaiser Alexander 2006–2007). Weitere Daten der Erntejahre 2005 bis 2007 wurden uns von der Firma Charles Füglistler AG, Dietikon, in zuvorkommender Weise zur Verfügung gestellt. Als Zuckerpotenzial während der Lagerung wurde jeweils die Differenz Zuckergehalt bei der Auslagerung minus Zuckergehalt bei der Einlagerung beziehungsweise Ernte gleichgesetzt.

Abb. 1: Anteil Birnenposten der Sorten Conférence (A) und Kaiser Alexander (B) in den Reifeklassen «unreif» (grün), «erntereif» = empfohlene Richtwerte für das Erntefenster (gelb) und «zu reif» (orange).

**Reifegrad und Erntejahr**

Die Werte für die Erntefenster der Tafelbirnen werden jedes Jahr von der ACW veröffentlicht (Gasser und Siegrist 2008). Für die Region Wallis werden etwas abweichende Erntewerte empfohlen. Anhand der mittleren Festigkeits- und Stärkeabbauwerte über alle verfügbaren Erntejahre lässt sich ableiten, dass die Sorten Conférence und Kaiser Alexander generell eher in einem reiferen Stadium geerntet wurden als empfohlen (Abb. 1). Im Gegen-

satz dazu waren die Anteile zu früh geernteter Posten, also mit höheren Festigkeitswerten oder tieferen Stärkeabbauwerten als empfohlen, insbesondere auch bei der Sorte Gute Luise (Daten nicht gezeigt) sehr gering.

Auffallend ist auch die unterschiedliche Aufteilung der Birnenposten zwischen den Reifeklassen, wenn statt der Fruchtfleischfestigkeit und dem Stärkeabbaugrad der Zuckergehalt zur Einteilung verwendet wird. Besonders ausgeprägt ist dies für Parteien aus der Region Ostschweiz. Bei den Walliser Posten ist zu beachten, dass die Richtwerte für den Zuckergehalt deutlich tiefer angesetzt sind als die generelle Empfehlung, was zu einem höheren Anteil an als «reif» klassierten Früchten führt (siehe auch Abb. 2). Die hohe Zahl an Früchten mit tiefen Brixwerten macht die Notwendigkeit einer verlässlichen Abschätzung des «Zuckerpotenzials» deutlich.

Abbildung 2 zeigt am Beispiel der Sorte Conférence den Einfluss des Erntejahrs sowohl auf die mittleren Erntewerte als auch auf die Streuung zwischen den Birnenposten. Es gibt Jahre mit sehr grosser Streuung der Erntewerte (z.B. 2001, Region Wallis), aber guter Über-

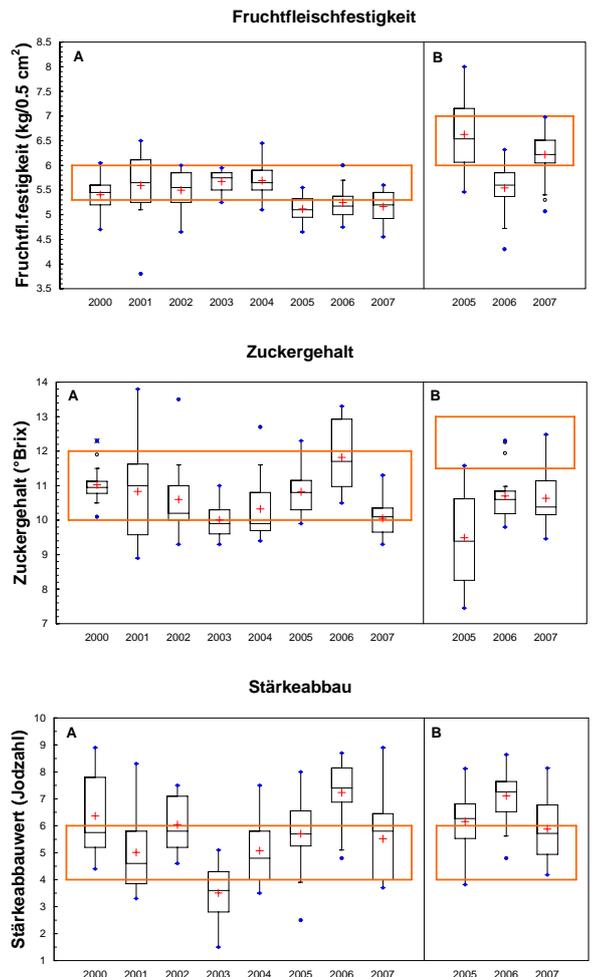
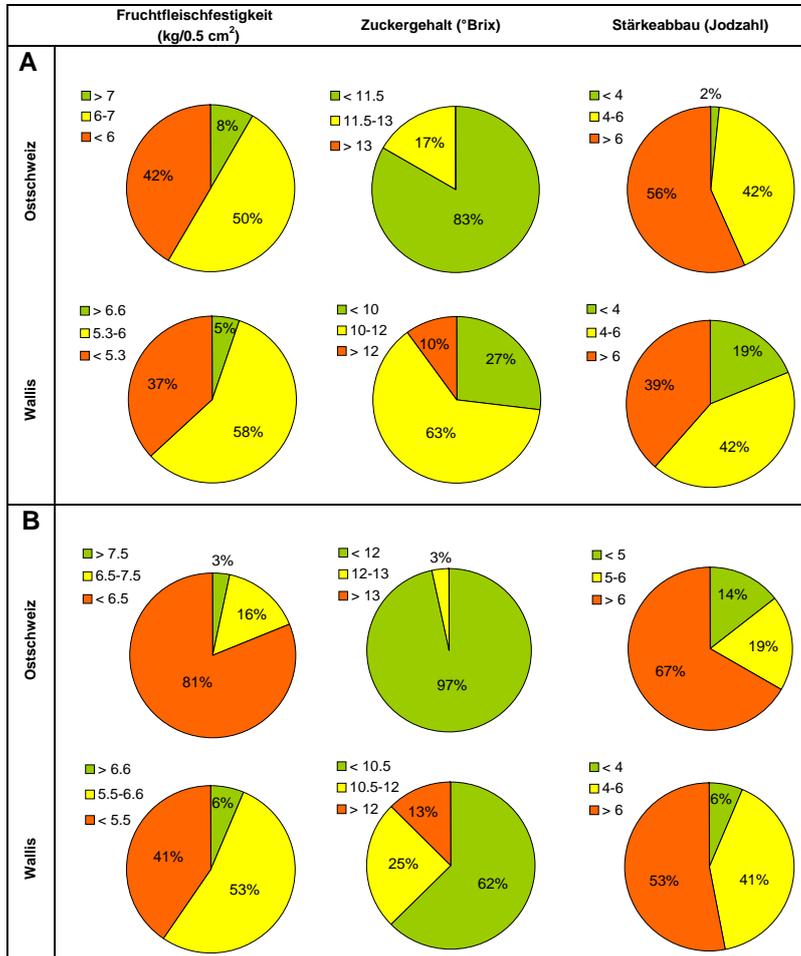


Abb. 2: Erntewerte von Birnen der Sorte Conférence in den einzelnen Erntejahren. Die Erntefenster sind mit den regionalen Richtwerten, A = Wallis, B = Ostschweiz, dargestellt. Boxplot mit Mittelwert (+), Median (–) und Extremwerten (•).

Kategorie Ernte-Zuckergehalt (°Brix)	Conférence		Gute Luise		Kaiser Alexander	
	n	Anteil ≥ 12 °Brix	n	Anteil ≥ 12 °Brix	n	Anteil ≥ 12 °Brix
< 10	46	39%	1	100%	61	21%
10 - 10.4	42	43%	6	33%	21	62%
10.5 - 11.4	53	55%	43	77%	23	70%
11.5 - 11.9	16	69%	38	71%	10	100%
12 - 13	11	91%	48	85%	6	67%
>13	3	100%	25	100%	1	100%
alle Posten	171	52%	161	80%	122	47%

Anteil der konformen Birnenposten (≥ 12 °Brix) bei der Auslagerung von Conférence, Gute Luise und Kaiser Alexander in Abhängigkeit vom Zuckergehalt bei der Ernte bzw. Einlagerung. Generelle (—) und Walliser (...) Erntewerte.

einstimmung mit den Ernterichtwerten und Jahre mit deutlich geringerer Streuung und Mittelwerten für alle Messgrößen, die ausserhalb der empfohlenen Erntefenster liegen (z.B. 2006, Region Ostschweiz).

### Zuckergehalt bei der Ein- und Auslagerung

Für die Voraussage des Zuckergehalts bei der Auslagerung ist nicht nur die Zuckerrückgang während der Lagerung massgebend, sondern auch der Zuckergehalt bei der Ernte respektive Einlagerung. In der Tabelle sind die «Erntefenster» für den Zuckergehalt eingezeichnet. Bei der Sorte Conférence erreichen nur 43% der Posten, die mit einem Zuckergehalt von 10 bis 10.4 °Brix geerntet wurden, bei der Auslagerung 12 °Brix. Bei einem Eingangszuckergehalt von 10.5 bis 11.4 °Brix steigt der Anteil auf 55% und bei 11.5 bis 11.9 °Brix ist eine Steigerung auf 69% zu verzeichnen. Erst ab 12 bis 13 °Brix steigt der Anteil der konformen Posten auf 91%. Bei der Sorte Kaiser Alexander zeigt sich ein ähnliches Bild. Im Gegensatz zur Fruchtfleischfestigkeit und zum Stärkeabbau, die beide den physiologischen Reifegrad anzeigen, ist der Zuckergehalt eher ein Qualitätsmerkmal. Soll die Zielgrösse 12 °Brix bei der Auslagerung erreicht werden, müssten die Brixwerte für das Erntefenster vermutlich etwas höher angesetzt werden.

Die Festlegung eines zuverlässigen «Brix-Erntefensters» wird allerdings durch die jährlichen Schwankungen der Zuckergehalte bei der Auslagerung erschwert. So wurde im Erntejahr 2006 bei allen Sorten ein akzeptabler Anteil von 80 bis 100% konformer Posten erreicht. In den Jahren 2005 und 2007 hingegen wurden bei der Sorte Conférence nur 48% beziehungsweise 19% und bei Kaiser Alexander nur 5% beziehungsweise 23% erreicht.

### Stärkeabbau und Zuckerpotenzial

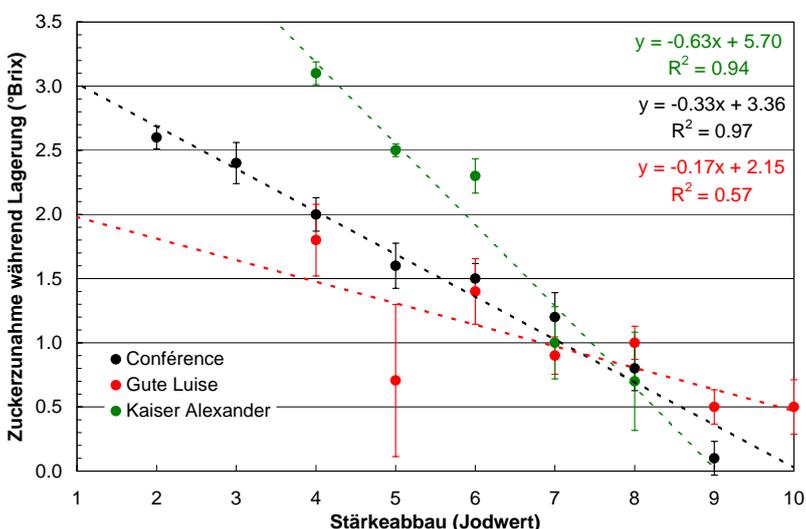
Die Zuckerrückgang betrug für Conférence über die Erntejahre 2000 bis 2007 im Mittel 1.6 °Brix, für Gute Luise über die Erntejahre 1998 bis 2007 0.9 °Brix und für Kaiser Alexander über die Erntejahre 2005 bis 2007 1.9 °Brix. Erwartungsgemäss nahm der Zuckerrückgang generell mit zunehmendem Stärkeabbau ab (Abb. 3). Durch Mittelung über alle beprobten Jahre und Kategorisierung in Stärkeabbauklassen zeigte sich, dass dieser Zusammenhang sortenspezifisch war. Conférence und Kaiser Alexander wiesen bis zu einer Jodzahl von acht eine stärkere Zuckerrückgang auf als die Sorte Gute Luise. Die zum Teil markanten Streuungen der Zuckerrückgangswerte (z.B. Gute Luise, Jodzahl fünf) sind vor allem auf grosse Jahresunterschiede zurückzuführen.

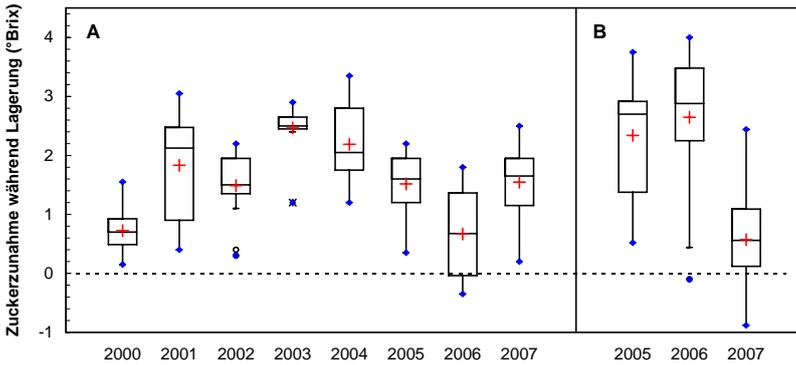
Anhand der Zuckerrückgang für die Sorte Conférence lässt sich aufzeigen, dass beträchtliche Jahresunterschiede für das Zuckerpotenzial zu verzeichnen waren (Abb. 4). Am besten lässt sich dies an den Erntejahren 2005 und 2007 für die Region Ostschweiz (Abb. 2B und 4B) demonstrieren. In beiden Jahren betrug die Jodzahl etwa sechs (Abb. 2B). Der Zuckerrückgang lag im Jahr 2005 jedoch bei fast 3 °Brix, während 2007 nur 0.8 °Brix erreicht wurden (Abb. 4B). Ähnliche Beobachtungen ergaben sich auch bei den anderen Sorten (Daten nicht gezeigt).

### Herkunft und Zuckerpotenzial

Die ACW-Daten wurden für die Sorten Gute Luise und Conférence über mehrere Jahre zum Teil von den gleichen Produktionsbetrieben erhoben. Dies ermöglichte es abzuklären, ob das Zuckerpotenzial von der Herkunft beziehungsweise vom Produktionsbetrieb abhängig war. Die Auswertung der Conférence Daten zeigt, dass die Herkunft keinen nachweisbaren Einfluss auf das Zuckerpotenzial ausübt. Die Modellrechnungen an diesen Daten ergaben, dass das Zuckerpotenzial basierend auf folgenden Faktoren berechnet werden könnte: Jahreseffekt, Stärkeabbau, Erntezuckergehalt, Fruchtfleischfestigkeit und Fruchtgrösse. Im Einzelfall ist die Aussagekraft allerdings mit einem Standardfehler von 0.5 °Brix und einem Bestimmtheitsmass (R<sup>2</sup>) von 68% beschränkt. Die Faktoren Stärkeabbau, Erntezuckergehalt, Fruchtfleischfestigkeit und Fruchtgrösse/-gewicht sind messbar. Nicht oder zum Zeitpunkt der Einlage-

Abb. 3. Einfluss des Stärkeabbauwerts auf die Zunahme des Zuckergehalts während der Lagerung (Mittelwert pro Stärkeabbaukategorie, Standardfehler) von Birnen der Sorten Conférence, Gute Luise und Kaiser Alexander.





**Abb. 4: Zuckerpotenzial der Sorte Conférence in Abhängigkeit vom Erntejahr (A = Wallis, B = Ostschweiz). Boxplot mit Mittelwert (+), Median (-) und Extremwerten (•).**

Die Auswertung der vorhandenen Daten zeigt, dass das «Zuckerpotenzial» von Tafelbirnen basierend auf den Ernte- beziehungsweise Einlagerungswerten nur teilweise und im Einzelfall mit ungenügender Sicherheit abgeschätzt werden kann. Entscheidende und messbare Grössen sind der Zuckergehalt bei der Ernte, der Stärkeabbauwert, die Fruchtfleischfestigkeit sowie die Fruchtgrösse. Die Unsicherheit der Schätzung wird durch Jahreseinflüsse und weitere Faktoren wie die Stichprobengrösse und Lagerdauer bestimmt. Ob sich die Jahreseinflüsse anhand von Klimadaten jeweils vor dem Erntebeginn abschätzen lassen, müsste in weiteren Untersuchungen abgeklärt werden. Aufschlussreich wären allenfalls Stärkegehaltsmessungen bei der Einlagerung, weil der Stärkegehalt das Zuckerpotenzial weitgehend bestimmt. Stärkebestimmungen sind allerdings sehr zeitaufwändig und kostspielig. Es sei denn, dass sie durch zerstörungsfreie Methoden wie NIR vorgenommen werden könnten (Baumgartner et al. 2007). Mit der NIR-Technologie oder anderen zerstörungsfreien Ana-

**Fazit und Ausblick**

lysemethoden könnte allenfalls das Zuckerpotenzial neben den Erntewerten von Birnen zum Zeitpunkt der Einlagerung bestimmt werden. Allerdings müssten dafür entsprechende mehrjährige Untersuchungen ins Auge gefasst werden. Die Auswertung der verfügbaren Daten zeigt zudem, dass es in einigen Erntejahren schwierig war, Birnen mit dem vom Handel gewünschten Zuckergehalt von 12 °Brix liefern zu können. Eine Sortierung nach Zuckergehalt ist seit einigen Jahren möglich und wäre in Anbetracht einer Qualitätsprofilierung von Schweizer Birnen erwägenswert.

**Dank**  
Der Charles Füglistler AG danken wir für die Überlassung der Ernte- und Auslagerungsdaten sowie für die inspirierende und unterstützende Zusammenarbeit. Jacques Rossier, OCAV, danken wir für die langjährige Zusammenarbeit. Für die finanzielle Unterstützung des Projekts bedanken wir uns bei der Swisscofel.

**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. und Siegrist J.-P.: Obsteinlagerung 2008. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 144, 16, 10–13, 2008.  
Höhn E., Jampen M. und Dätwyler D.: Kavernenbildung in Conférence – Risikoverminderung. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 130, 442–445, 1996.  
Höhn E., Dätwyler D., Gasser F. und Jampen M.: Streifindex und optimaler Pflückzeitpunkt von Tafelkernobst. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 135, 443–446, 1999.  
Höhn E., Baumgartner D., Gabioud S., Schärer H., Eppler T. und Gasser F.: Erntewert und Abschätzung des Zuckerpotenzials beim Tafelapfel. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 144, 17, 10–13, 2008.  
Murayama H., Ikai S. und Fukushima T.: Changes in Starch Content in «La France» Pears During Storage. Acta Hort. 596, 871–873, 2002.  
Traverse I., Jacquet A., Brisset A. und Maite C.: Relationship between the enzymatic determination of starch and the starch iodine index in two varieties of cider apple. J. Sci. Food Agric. 82, 983–989, 2002.

**Paramètres de récolte et évaluation du potentiel de sucre de la poire**

**R É S U M É**

Depuis des années, la recherche met au point les fenêtres optimales de récolte pour les poires en analysant la fermeté de la chair, la teneur en sucre et la régression de l'amidon. Le commerce accepte les fruits des variétés Conférence, Louise Bonne et Beurré Bosc pour autant que leur teneur en sucre minimale atteignent 12 °Brix. En se basant sur les valeurs de récolte au début de l'entreposage, la question se pose souvent de savoir si cette teneur en sucre minimale sera atteinte après stockage ou non. En se basant sur les valeurs mesurées à la ré-

colte, le potentiel de sucre des poires ne se laisse prédire que partiellement, et dans quelques cas avec insuffisamment d'assurance. Cette évaluation incertaine est influencée par les conditions de l'année et par d'autres facteurs encore. Certaines années, il est difficile de livrer au commerce des poires présentant la valeur de 12 °Brix souhaitée. En triage des poires selon la teneur en sucre est possible depuis quelques années et permettrait de positionner les poires Suisse sur le marché selon ces critères de qualité.