

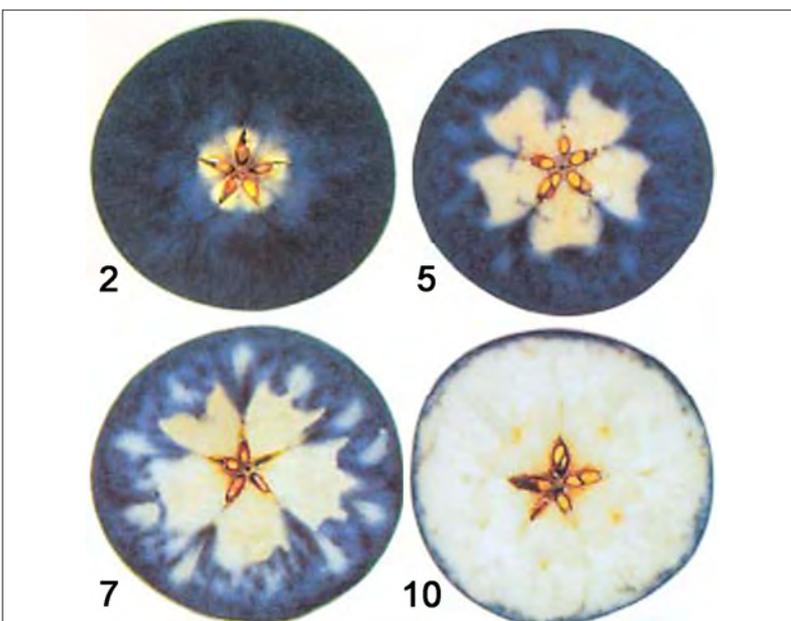
# Erntewerte und Abschätzung des Zuckerpotenzials beim Tafelapfel

Vom Handel werden nur Tafeläpfel angenommen, die die festgesetzten Mindestwerte für die Fruchtfleischfestigkeit und den Zuckergehalt nicht unterschreiten. Bei der Einlagerung stellt sich oft die Frage, ob der Zuckergehalt bei der Auslagerung den erforderlichen Mindestwert erreicht und sich aufgrund der Erntewerte voraussagen lässt. Die Auswertung von Daten aus der Praxis und aus bisherigen Untersuchungen zeigt, dass sich der Zuckergehalt bei der Auslagerung basierend auf dem Stärkeabbauwert und dem Zuckergehalt bei der Ernte abschätzen lässt. Sie muss aber sorten- und jahresspezifisch vorgenommen werden.

ERNST HÖHN, DANIEL BAUMGARTNER, SEVERINE GABIOUD,  
HANS SCHÄRER, THOMAS EPPLE und FRANZ GASSER,  
FORSCHUNGSANSTALT AGROSCOPE CHANGINS-WÄDENSWIL ACW  
[ernst.hoehn@acw.admin.ch](mailto:ernst.hoehn@acw.admin.ch)

Der Detailhandel hat für Tafeläpfel neben den Normen für Grösse und Farbe Mindestwerte für die inneren Qualitätsmerkmale Fruchtfleischfestigkeit und Zuckergehalt festgelegt. Diese Qualitätseigenschaften werden von verschiedenen Kulturmassnahmen beeinflusst. Entscheidend ist zudem der Erntezeitpunkt beziehungsweise der Reifegrad bei der Ernte, der zusätzlich die Lagerfähigkeit und vor allem den Fruchtfleischfestigkeitsabbau während der Lagerung bestimmt. Zur Festlegung des optimalen Erntezeitpunkts beziehungsweise des Erntefensters werden seit einigen Jahren Messungen der Fruchtfleischfestigkeit (Penetrometerwert in  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), des Zuckergehalts (Refraktometerwert in  $^{\circ}\text{Brix}$ ) und des Stärkeabbaus (Jod-Stärketest mit Skala 1 - 10; Abb. 1) vorgenommen und Richtwerte für die Erntefenster

Abb. 1: Stärkeabbau tafeln (Auszug aus Ctifl-Tafeln). Stärke lässt sich durch eine Jod/Kaliumjodidlösung blau bis violett anfärben. Der Fortschritt des Stärkeabbaus kann dann mittels der Ctifl-Skala von 1 (kein Abbau) bis 10 (vollkommener Abbau) von Auge bonitiert oder mit Geräten (Bildanalyse) erfasst werden.



der verschiedenen Sorten empfohlen (Höhn et al. 1999, Gasser und Siegrist 2008). Diese Richtwerte begrenzen die Zeit, in der der Reifegrad der Früchte für eine mittel- bis langfristige CA- oder ULO-Lagerung optimal ist. Der Idealfall, dass alle drei Messwerte im Bereich des Erntefensters liegen, ist jedoch nicht immer gegeben. Für den Lagerhalter stellt sich in Fällen, in welchen der Zuckergehalt bei der Anlieferung tief ist, die Frage, ob aufgrund der Erntewerte erwartet werden kann, dass nach der Auslagerung der Zuckergehalt (Brixwert) den vom Detailhandel festgelegten Minimalwert erreicht oder überschreiten wird. Aufgrund eines externen Projektanstosses im Forum Forschung Kernobst sollte abgeklärt werden, ob der Zuckergehalt bei der Auslagerung aufgrund des Stärkeabbauwerts zum Erntezeitpunkt und allenfalls anderer Kriterien vorausgesagt werden kann. Für diese Studie wurden Qualitätsdaten aus der Praxis und bisherigen eigenen Untersuchungen an Äpfeln bei der Ernte sowie während und nach der Lagerung verwendet. Ziel war, eine Entscheidungshilfe zu erarbeiten, die bei der Einlagerung dazu dienen soll, Posten allenfalls von der Einlagerung auszuschliessen, weil der Mindestzuckergehalt bei der Auslagerung voraussichtlich nicht erreicht wird und dann die Ware nicht vermarktet werden kann.

## Qualitätsdaten

Umfangreiches Datenmaterial von insgesamt 1341 Apfelposten (16 Sorten) der Erntejahre 2005 und 2006 wurde uns von der Firma Charles Füglistler AG, Dietikon, in zuvorkommender Weise zur Verfügung gestellt (Tab. 1). Die Daten umfassen die Erntewerte für die Fruchtfleischfestigkeit und den Zuckergehalt, die an Proben von fünf Früchten mit der Pimprenelle (Setop Giraud Technologie, 84300 Cavailon, F) erhoben wurden. Zusätzlich standen die Stärkeabbauwerte zur Verfügung, die mit dem ART-System (Tecfrut AG, 8804 Au, CH) an fünf weiteren Früchten der gleichen Posten bestimmt wurden. Für die Auslagerungswerte wurden ebenfalls an einer Stichprobe

von fünf Früchten die Fruchtfleischfestigkeit und der Zuckergehalt analysiert. Weitere Ernte- und Auslagerungswerte stammten aus Versuchen der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, wobei die Stichprobengrösse jeweils 20 Früchte umfasste. Die Stärkeabbauwerte wurden in den ACW-Versuchen mittels Bonitur mit Hilfe der Ctifl-Stärkeabbautafeln ermittelt (Abb. 1; Ctifl, Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, 75009 Paris, F). Der Zuckeranstieg während der Lagerung wurde als Differenz des Zuckergehalts zwischen der Auslagerung und Einlagerung beziehungsweise Ernte berechnet.

## Stärkeeinlagerung und -abbau

Bekanntlich wird während des Wachstums von Äpfeln Stärke in die Früchte eingelagert. Es gibt zwei Stärkearten: einerseits Amylose, die sich mit Jod blau bis violett anfärben lässt, und andererseits Amylopektin, das sich nur schwach mit Jod anfärben lässt. Die Anteile an Amylose und an Amylopektin können je nach Sorte variieren (Travers et al. 2002). Aus den wenigen Untersuchungen, die sich mit der Bestimmung des Stärkegehalts in Äpfeln befassen, geht hervor, dass je nach Sorte maximale Werte von 2 bis 6 g Stärke/100 g erreicht werden. Neben Sortenunterschieden beeinflussen die Witterungsbedingungen die Stärkeeinlagerung, was zu deutlichen Jahresunterschieden führen kann.

Während der Reifung eines Apfels wird die vorhandene Stärke in Zucker umgewandelt. Deshalb steigt der Zuckergehalt oder Refraktometerwert während der Lagerung je nach Stärkegehalt bei der Ernte mehr oder weniger an. Der Abbau beginnt vom Kerngehäuse aus. Generell gilt: Je weiter der Stärkeabbau fortgeschritten ist, desto reifer ist die Frucht. Im Hinblick auf die Fragestellung bedeutet dies: Je reifer die Frucht bei der Ernte, desto geringer ist der Zuckeranstieg während der Lagerung. Anzumerken ist, dass der «Jodtest» nicht eine Gehaltsbestimmung der Stärke darstellt, sondern nur angibt, wie viel der Stärke abgebaut ist. Deshalb kann ein Stärkeabbauwert von 5 je nach Sorte und Jahr einen unterschiedlichen Stärkegehalt bedeuten. Gemäss Travers et al. (2002) sind Schwankungen im Bereich von 0.5 bis 2 g/100 g durchaus möglich.

## Sorte und Zuckeranstieg

Die Zuckerzunahme betrug je nach Sorte im Mittel 0.5 bis 2.2 °Brix für das Erntejahr 2005 beziehungsweise 0.7 bis 2.6 °Brix für das Erntejahr 2006 (Tab. 1). Geringe Zunahmen waren bei den Sorten Jonagold und Jonagored zu verzeichnen. Die grössten Zunahmen waren bei Gala und Elstar zu beobachten. In der Zusammenstellung in Tabelle 1 sind neben den Erntewerten (Zuckergehalt und Stärkeabbauwert) die Zuckerzunahmen in beiden Erntejahren aufgeführt. Daraus lässt sich ableiten, dass die Sorten Jonagold und Jonagored gemäss den Empfehlungen in einem fortgeschritteneren Reifestadium als Elstar und Gala geerntet wurden. Dies ist aus den Werten für den Stärkeabbau ersichtlich. Im Weiteren zeigte es sich,

**Tab. 1: Zuckerzunahme (Mittelwert) pro Sorte und Jahr sowie Zuckergehalt und Stärkeabbauwert bei der Ernte. Die Anordnung der Sorten erfolgte nach ansteigender Zuckerzunahme im Erntejahr 2005.**

Sorte <sup>1)</sup>	Erntefenster <sup>2)</sup>	Zuckergehalt Ernte (°Brix)		Stärkeabbauwert (Jod)		Zuckerzunahme (°Brix)		
		2005	2006	Erntefenster <sup>3)</sup>	2005	2006	2005	2006
Pinova (55)	12.5-14.0	12.8	13.1	4-6	6.1	5.1	0.5	1.4
Jonagold (159)	11.5-13.0	12.2	13.3	7-8	7.8	7.2	0.7	1.1
Jonagored (60)	11.5-13.0	11.8	13.1	7-8	7.7	6.9	0.7	1.2
Pink Lady (15)	13.0-16.0	13.9	13.4	4-6	4.0	7.0	1.0	0.7
Golden Del. (303)	11.5-13.0	12.4	13.1	6-7	5.9	5.9	1.0	1.5
Idared (85)	11.0-12.0	10.6	11.0	2-4	4.2	5.0	1.2	1.6
Rubineffe (25)	12.0-13.0	14.1	14.5	4-5	5.7	6.3	1.2	0.8
Maigold (119)	11.5-13.0	12.0	12.2	3-4	5.5	5.2	1.3	1.9
Topaz (39)	12.5-13.0	11.6	12.2	4-6	4.9	4.2	1.5	2.0
Glocken (17)	11.0-12.0	11.8	11.1	4-6	5.1	4.3	1.6	1.8
Granny S. (13)	10.0-11.0	10.5	11.7	3-5	3.8	3.8	1.7	1.6
Braeburn (99)	9.5-11.8	11.1	11.2	4-5	4.5	4.7	1.8	2.0
Boskoop (31)	11.0-12.0	10.9	11.7	4-6	3.2	2.8	1.9	1.8
Cox Orange (47)	11.5-12.5	10.6	12.2	4-5	3.9	4.2	1.9	1.5
Gala (253)	10.0-12.0	10.3	11.0	5-6	3.9	4.8	2.1	2.6
Elstar (21)	11.0-12.5	11.1	11.4	3-4	2.1	3.4	2.2	1.7
<b>Mittelwert Jahr (1341)</b>		<b>11.5</b>	<b>12.3</b>		<b>5.3</b>	<b>5.4</b>	<b>1.4</b>	<b>1.8</b>

<sup>1)</sup> Die Zahl in Klammern zeigt die Anzahl der untersuchten Posten pro Sorte an. <sup>2)</sup> Empfohlene Richtwerte für den Zuckergehalt bei der Ernte. <sup>3)</sup> Empfohlene Richtwerte für den Stärkeabbauwert bei der Ernte.

dass die Zunahme von Jahr zu Jahr beträchtlich schwanken kann. Zudem scheinen die jährlichen Unterschiede der Zuckerzunahmen bei einigen Sorten mit Unterschieden der Pflückreife verbunden zu sein. Beispielsweise wurde die Sorte Pinova im Jahr 2005 in einem reiferen Stadium (Stärkewert 6.1) als 2006 (Stärkewert 5.1) geerntet, entsprechend war die Zuckerzunahme 2006 mit 1.4 °Brix wesentlich höher als die 0.5 °Brix im Jahr 2005.

## Stärkeabbauwert und Zuckeranstieg

Eine weitere Analyse der Zuckerzunahme in Abhängigkeit vom Erntejahr und Stärkewert der einzelnen Sorten Gala, Golden Delicious, Braeburn und Maigold (Abb. 2) zeigt, dass der Jahreseinfluss sortenspezifisch war. Generell war die Zuckerzunahme der Früchte des Erntejahres 2006 in Abhängigkeit vom Stärkewert höher als 2005. Insbesondere bei den tieferen Stärkewerten von 1 bis 3 (wenig abgebaut) waren die jährlichen Unterschiede bei Golden Delicious und Braeburn beträchtlich. Dies ist ein Aspekt, der die zuverlässige Voraussage der Zuckerzunahme erschwert.

## Erntejahr und Zuckeranstieg

Der Zuckeranstieg schien je nach Sorte starken jährlichen Schwankungen unterworfen zu sein (Tab. 1, Abb. 2), obwohl die Ernten etwa in den gleichen Reifestadien erfolgten und somit der Stärkeabbau ungefähr gleichweit fortgeschritten war. Dies ist zu erwarten, weil wie schon erwähnt die Stärkeeinlagerung von den Wachstums- und Witterungsbedingungen be-

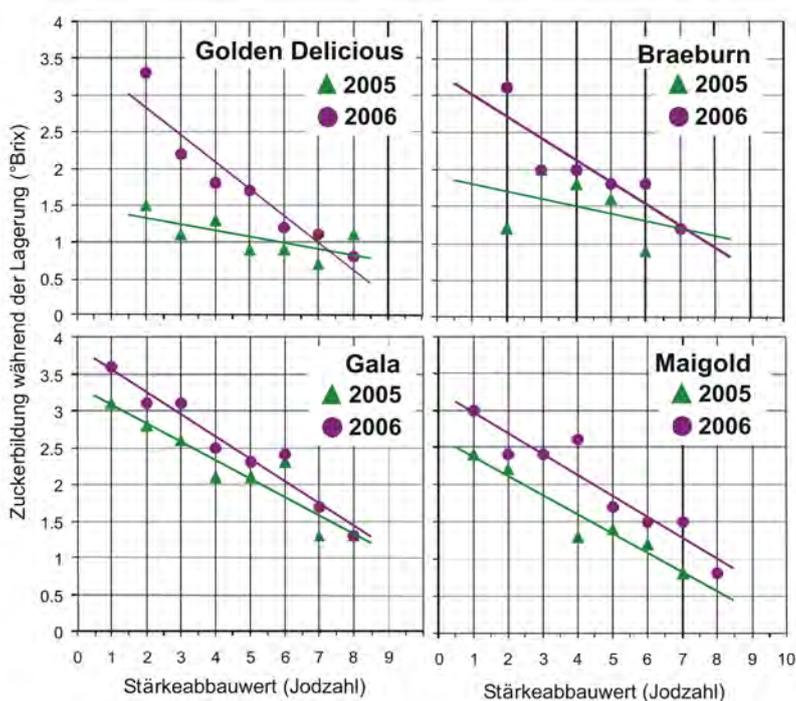


Abb. 2: Veränderung der Zuckerbildung während der Lagerung in Abhängigkeit vom Stärkeabbauwert bei der Ernte.

einflusst wird. In eher wärmeren Jahren ist die Stärkeeinlagerung grösser als in kühleren, niederschlagsreichen. Dies spiegelt sich jeweils auch in den jährlich durchschnittlichen Zuckergehalten wieder. Bekanntlich wiesen die Tafeläpfel des warmen Erntejahres 2003 überdurchschnittlich hohe Zuckergehalte auf.

### Erntezuckergehalt und Zuckeranstieg

Im Hinblick auf die Voraussage des Zuckergehalts bei der Auslagerung ist nicht nur die Zuckerzunahme während der Lagerung massgebend, sondern auch der Zuckergehalt bei der Ernte respektive Einlagerung. Generell zeigte sich, dass bei Einhaltung der empfohlenen Ernterichtwerte die erforderlichen, vom Detailhandel vorgegebenen Mindestzuckergehalte erreicht werden (Tab. 1). Insbesondere gilt dies für die Zuckergehalte, die für die Erntefenster der einzelnen Sorten empfohlen werden. Bei tieferen Werten entscheidet der Reifegrad, ob aufgrund des Stärkeabbaus der erforderliche Zuckergehalt schliesslich erreicht wird oder nicht. Bei wenig reifen Früchten kann eine höhere Zunahme erwartet werden als bei zu reifen. Allerdings können bei zu früh gepflückten Früchten die Zunahmen starken jährlichen Schwankungen unterworfen sein.

### Zuckerbestimmung und Zuckeranstieg

Die Zuverlässigkeit der Voraussage der Zuckerzunahme ist auch von der Stichprobengrösse und der Verlässlichkeit der Messungen abhängig. Im Hinblick auf die Abschätzung des Zuckerpotenzials ist die Bestimmung des Stärkeabbaus und des Zuckergehalts entscheidend. Äpfel sind biologische Produkte und deshalb sind der Zucker- sowie der Stärkegehalt auch innerhalb derselben Sorte beträchtlichen Streuungen unterworfen. Dies ist bei der Stichprobengrösse zu

berücksichtigen. Wir konnten feststellen, dass bei einer Stichprobengrösse von fünf Früchten bei 10% aller Posten tiefere, bei 1.5% unveränderte und bei den restlichen 88.5% höhere Zuckergehalte bei der Auslagerung gemessen wurden. Wurden Stichproben von zwanzig Früchten verwendet, wurde in allen Fällen eine Zunahme der Zuckergehalte gemessen.

Ein weiterer Aspekt, der die Zuckermessung beeinflusst, ist das Vorgehen bei der Saftentnahme. Bei der Messung mit der Pimprenelle werden die ganzen Äpfel gepresst und somit der gesamte Saft des Apfels verwendet. Bei Handmessungen wird üblicherweise Saft genommen, der bei der Festigkeitsmessung austritt. Dieser Saft stammt aus den äusseren Schichten des Apfels, in denen der Zuckergehalt etwas höher als im Innern des Apfels ist. Solche Zuckermessungen ergeben im Vergleich zu den Pimprenelle-Messungen Werte, die um 0.5 Brixpunkte höher ausfallen. Dies muss bei der Abschätzung des «Zuckerpotenzials» berücksichtigt werden und dementsprechend müssen die Eingangswerte korrigiert werden («Handwerte» - 0.5 °Brix).

### Lagerbedingungen und Zuckeranstieg

Wenig oder einen vernachlässigbaren Einfluss auf die Zuckerzunahme wurde für unterschiedliche Lagerbedingungen beobachtet. Kühl-, CA- oder ULO-Lagerung der gleichen Äpfelposten zeigten keine unterschiedlichen Zuckergehalte bei der Auslagerung. Ebenso hatte die MCP-Behandlung keinen Einfluss auf das Zuckerpotenzial. eigentlich müsste eine Verminderung während der Lagerung erwartet werden, weil ein Teil des Zuckers während der Lagerzeit veratmet wird. Allerdings sind solche Abnahmen kaum messbar, weil sie im Bereich der zweiten Kommastelle der Brixmessungen liegen würden.

### Fazit und Ausblick

Die Auswertung der vorhandenen Daten zeigt, dass das «Zuckerpotenzial» von Tafeläpfeln, basierend auf den Ernte- beziehungsweise Einlagerungswerten, mit einer gewissen, aber nicht absoluten Sicherheit abgeschätzt werden kann. Entscheidende Grössen sind der Zuckergehalt bei der Ernte und der Stärkeabbauwert. Allerdings sind nur sorten- und jahresspezifische Schätzungen möglich. Am Beispiel von Gala (Tab. 2) ist aufgezeigt, wie vorgegangen werden könnte. Dabei wurde angenommen, dass der Zuckergehalt bei der Auslagerung mindestens 11.5 °Brix erreichen oder überschreiten muss. Dafür muss der Zuckergehalt bei der Ernte mindestens 9 °Brix betragen. Werden Gala mit 9 bis 10 °Brix geerntet, dürfen die Stärkewerte nicht mehr als 4.5 und bei einem Zuckergehalt zwischen 10 bis 11 °Brix nicht mehr als 7.0 betragen.

Die Unsicherheit der Schätzung wird durch Jahreseinflüsse und weitere Faktoren (Herkunft, Stichprobengrösse und andere) bestimmt. Im Einzelfall ist deshalb die Zuverlässigkeit der Voraussage mit einer gewissen Unsicherheit verbunden. Dies kann am Beispiel Gala anhand eines Boxplots dargestellt werden

**Tab. 2: Zuckergehalt (°Brix) von Gala bei der Auslagerung in Abhängigkeit vom Zuckergehalt und Stärkeabbauwert bei der Einlagerung (Erntewert) für die Erntejahre 2005 und 2006. Die blau unterlegten Zuckergehalte liegen unter dem Mindestwert von 11.5 °Brix; solche Gala werden vom Detailhandel nicht angenommen.**

Stärkewert	Einlagerungswert Zuckergehalt (°Brix)									
	8 – 8.9		9 – 9.9		10 – 10.9		11 – 11.9		12 – 12.9	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
1-1.9	11.0	–	11.8	14.0	12.5	13.5	14.0	14.5	13.0	–
2-2.9	11.3	–	11.6	13.0	12.3	13.8	13.7	13.3	14.0	–
3-3.9	–	–	11.7	13.0	12.0	13.5	12.5	13.9	–	–
4-4.9	11.0	12.0	11.1	11.5	11.8	12.3	11.2	13.9	13.0	14.0
5-5.9	–	–	11.0	11.8	12.0	13.4	12.0	13.5	–	13.8
6-6.9	11.0	–	12.0	11.8	14.0	12.8	–	13.8	–	13.0
7-7.9	–	11.0	–	–	10.0	10.5	12.0	13.0	–	13.3
8-8.9	–	–	–	11.0	11.0	11.0	–	12.0	–	–

(Abb. 3). Er zeigt, dass für jeden Stärkewert die Zunahme in einem weiten Bereich streuen kann und zudem ein Jahreseffekt zu verzeichnen ist. Für die Voraussage der Zuckerzunahme kann je nach Risiko, das dabei eingegangen werden soll, der Wert am Beginn der Box (wird von 75% der Fälle erreicht) oder der Medianwert (50% aller Fälle) verwendet werden. Ob sich die jährlichen Schwankungen aufgrund der Erntewerte abschätzen lassen, beispielsweise basierend auf der Fruchtgröße, erfordert die Auswertung von Daten weiterer Erntejahre.

#### Dank

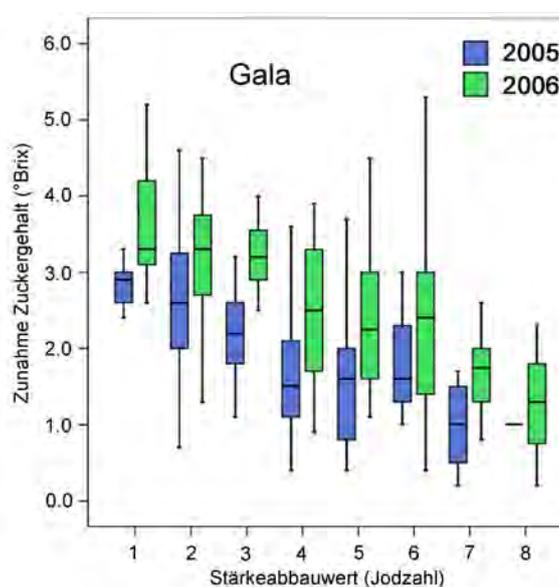
Der Charles Füglistler AG danken wir für die Überlassung der Ernte- und Auslagerungsdaten sowie für die inspirierende und unterstützende Zusammenarbeit.

#### Literatur

Höhn E., Dätwyler D., Gasser F. und Jampen M.: Streifindex und optimaler Pflückzeitpunkt von Tafelkernobst. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 135 (18), 443–446, 1999.

Gasser F. und Siegrist J.-P.: Obsteinlagerung 2008. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 144 (16), 10–13, 2008.

Travers 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.



**Abb. 3: Streuung der Zuckerzunahme bei Gala in Abhängigkeit vom Stärkeabbauwert und vom Erntejahr.**

## RÉSUMÉ

### Paramètres de récolte et évaluation du potentiel de sucre de la pomme de table

*La fermeté de la chair, la teneur en sucre et la dégradation de l'amidon servent depuis quelques années de repères pour déterminer la fenêtre de récolte optimale pour les pommes de table. A la sortie de l'entrepôt, le commerce n'accepte que les fruits dont la fermeté de la chair et la teneur en sucre ne sont pas inférieures aux valeurs minimales définies. Au moment de l'entreposage se pose souvent la question de savoir si les fruits atteindront la valeur minimale requise à leur sortie de l'entrepôt et s'il est possible de faire des pronostics sur la base des valeurs recensées à la récolte. L'évaluation des données de la pratique et de celles résultant des analyses réalisées jusqu'à ce jour avec les récoltes des années 2005 et 2006 montrent qu'il est possible d'évaluer quelle sera la teneur en sucre à la sortie de l'entrepôt sur la base de l'indice de dégradation de l'amidon et de la teneur en sucre au moment de la récolte. Cependant, l'évaluation devra se faire spécifiquement pour chaque variété et chaque année.*