

## Klumpen im Apfelsaft

In naturtrübem Apfelsaft kommt es bei instabiler Trübung im Lauf der Lagerung zum Absetzen der Trubteilchen und in weiterer Folge zur Ausbildung eines Trubsediments. Meist lässt sich dieses durch Aufschütteln wieder entfernen, doch in manchen Fällen kommt es zur Bildung von Konglomeraten, die als unansehnliche Klumpen im Getränk zurückbleiben. Im Rahmen eines Forschungsprojekts am Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg wurden Untersuchungen zur Vermeidung von Konglomeratbildung und zur Verbesserung der Trubstabilität im naturtrüben Apfelsaft durchgeführt.

MONIKA SCHNÜRER UND MANFRED GÖSSINGER, LEHR- UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR WEIN- UND OBSTBAU KLOSTERNEUBURG (A)  
[monika.schnuerer@weinobst.at](mailto:monika.schnuerer@weinobst.at)

Naturtrüber Apfelsaft ist durch eine helle, weisslich-gelbe Farbe, deutliche Trübung und nicht abgelagerte Trubteilchen charakterisiert (Nagel 1992). Er kann als eine kolloidale Dispersion elektrisch geladener Partikel in einer komplexen wässrigen Lösung (Serum) von Zuckern, Pektin, organischen Säuren und Salzen beschrieben werden. Dieses Serum ist eine elektrolytische Lösung

von Metallkationen (hauptsächlich  $K^+$ ) und einer Reihe organischer und anorganischer Anionen (Babsky und Lozano 1986). Die Trubpartikel selbst bestehen aus negativ geladenem, teilweise demethoxyliertem Pektin, das einen Kern aus positiv geladenem Protein umgibt. Werden die entsprechenden Pektin abbauenden Enzyme ausreichend inaktiviert, bildet das Pektin eine schützende, stabilisierende Hülle. Neben elektrostatischer Abstossung und anziehenden Van-der-Waals-Kräften spielen abstossende Hydrationskräfte (auch wenn sie von hydrophoben Interaktionen vermindert werden) die Hauptrolle bei der Stabilisation der Trubpartikel (Genovese und Lozano 2006).

Zum Thema Trubmodell und Trubstabilität im naturtrüben Apfelsaft findet man in der Literatur einige Untersuchungen. Diverse Faktoren, die die Trubstabilität beeinflussen, wie Pektinmethylesterase, deren Inaktivierung durch unterschiedliche Pasteurisationstemperaturen, Dampfheizung während des Pressvorgangs oder aber auch der Einsatz von Hydrokolloiden wurden bereits untersucht (Castaldo et al. 1997, Krapfenbauer et al. 2006, Genovese et al. 1997, Genovese und Lozano 2001). Es gibt jedoch immer noch einige Unklarheiten.

### Konglomeratbildung besonders bei reinsortigen Säften

In Säften, in denen geringe Stabilität gegeben ist (zum Beispiel durch ungenügende Inaktivierung der Pektinmethylesterase), kommt es während der Lagerung zum Absetzen der Trubteilchen und zur Ausbildung eines Sediments am Boden der Flasche. Normalerweise lässt sich dieses Sediment durch Schütteln in der Flasche fein verteilen und so der ursprüngliche Zustand wieder herstellen. In manchen Fällen kommt es im Sediment jedoch zu einer Bildung von Konglomeraten, die das Getränk nach dem Aufschütteln unansehnlich erscheinen lassen (Abb. 1). Dieses Phänomen ist in der Literatur bis jetzt weitgehend unbehandelt. Es lässt sich hauptsächlich in Direktsaft beobachten, speziell wenn dieser aus nur einer Apfelsorte, also reinsortig hergestellt wurde. Da

Abb. 1: Konglomeratbildung im naturtrüben Apfelsaft.



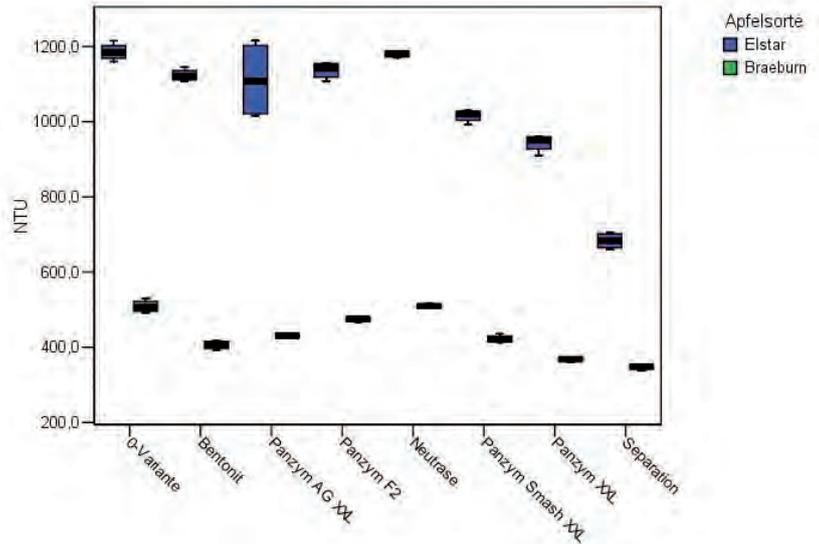
Grossproduzenten vorrangig Säfte aus einer Mischung verschiedener Apfelsorten und aus Konzentrat herstellen, sind sie weniger von dieser Problematik betroffen als Kleinproduzenten, die auch oft auf die Verwendung eines Separators verzichten. Obwohl zwar im deutschsprachigen Raum der Verbrauch an Fruchtsäften in den letzten Jahren stagniert beziehungsweise leicht rückläufig ist, scheint die Bedeutung von Direktsaft zu steigen. Die Konsumenten legen mehr Wert auf nachhaltig produzierte regionale Produkte und zeigen ein erhöhtes Bewusstsein für energieoptimierte Produktion sowie für eine gesundheitsfördernde Ernährungsweise. Um die gesundheitsrelevanten Inhaltsstoffe im Apfelsaft zu erhalten, ist es notwendig, den Trubgehalt möglichst hoch zu erhalten. Aus diesem Grund ist ein Separator vermutlich nicht die optimale Wahl zur Vermeidung von Konglomeratbildung, obwohl manche Erzeuger von protektiven Wirkungen berichten.

Als Ziel dieser Arbeit sollte eine Möglichkeit zur Vermeidung der Konglomeratbildung gefunden werden, möglichst ohne die Stabilität oder die Intensität der Trübung negativ zu beeinflussen und so die gesundheitsförderlichen Effekte zu erhalten.

**Elstar- und Braeburnsäfte**

Es wurden Äpfel der Sorten Elstar und Braeburn zur Safterstellung eingesetzt, da diese Apfelsorten die Konglomeratbildung im Saft besonders zu fördern scheinen. Die Früchte wurden gewaschen, zerkleinert (Rätzmühle; Voran) und gepresst (Bandpresse; Stossier); der gewonnene Saft wurde im Anschluss hochkurzzeiterhitzt (Röhrenpasteur, Fischer) und in 50 L Tanks aufgeteilt. Fünf Saftvarianten wurden jeweils mit Enzympräparaten der Firma Begerow versetzt (Tabelle; Dosierung laut Produktbeschreibung). Bentonit (NaCalit, Erbslöh) sollte in einer weiteren Variante mit einer Dosierung von 1 g/L (Elstar) beziehungsweise 10 g/L (Braeburn) den Polyphenol- und Proteingehalt vermindern. Der übrige Fruchtsaft wurde separiert beziehungsweise als 0-Variante unbehandelt belassen. Über Nacht konnten die Enzyme wirken und der Grobtrub sich am Tankboden absetzen. Am folgenden Tag wurde der Saft ohne Grobtrub mit einem Schlauch aus den Tanks abgezogen, in Flaschen abgefüllt und pasteurisiert (Berieselungspasteur, Balik). Im Anschluss erfolgte die Lagerung der Saftflaschen über 24 Wochen bei 18 °C. In Abständen von vier Wochen wurde mit einem Trübungsphotometer (Lange LTP 5) die Trübung (Nephelometric Turbidity Units – NTU) gemessen und durch kräftiges Schütteln der Flaschen auf Konglomeratbildung kontrolliert. Dabei wurden die beobachteten Klumpen nach Menge und Grösse eingeteilt.

Eingesetzte Enzyme.	
Enzym	Enzymart
Panzym AG XXL	Glucosylamylase
Panzym F2	Alpha-Amylase
Panzym Smash XXL	Pektinlyase
Panzym XXL	Polygalakturonase, Pektinlyase
Neutrase	Proteinase



**Intensität und Stabilität der Trübung**

Wie Abbildung 2 zeigt, wiesen beide Apfelsorten in den 0-Varianten eine sehr intensive Trübung auf. Allerdings lagen die Trübungswerte der Säfte der Sorte Elstar mit  $1185 \pm 23.2$  NTU deutlich über denen der Sorte Braeburn mit  $508 \pm 16.9$  NTU. Auf die Wirkung der einzelnen Behandlungsmethoden hatte die Apfelsorte jedoch keinen signifikanten Einfluss. Es konnten in den Säften beider Apfelsorten die gleichen Veränderungen beobachtet werden: Die Zugabe von Neutrase bewirkte keine nennenswerten Unterschiede zur 0-Variante. Es konnten bei beiden ähnliche Trübungswerte beobachtet werden. Die Enzymierung mit Pektinase- und Amylasepräparaten sowie Separation und Zugabe von Bentonit führten zu einer Verminderung der Trübung, wobei die Verwendung des Separators dabei den deutlichsten Effekt erzielte.

Eine möglichst lange aufrecht erhaltene Trubstabilität ist eines der wichtigsten Qualitätskriterien naturtrüben Apfelsafts. Durch die gleichbleibende Trübung und die damit vermiedene Trubsedimentbildung soll ein optimaler visueller Eindruck für den Konsumenten vermittelt werden. Hinzu kommt, dass eine geringe Trubdepotbildung das Risiko zur Konglomeratbildung senkt. Das Mass der Trubstabilität ist also ausschlaggebend, ob die Frage zur Vermeidung der Konglomeratbildung überhaupt gestellt werden muss. Es wurde daher in den Untersuchungen auch auf die Trubstabilität im Lauf der Lagerung geachtet.

Die mit Panzym Smash XXL und Panzym XXL behandelten Säfte wiesen sowohl eine relativ niedrige Anfangstrübung auf als auch ein schnelles Absinken der übrigen Trubpartikel bereits in den ersten vier Lagerwochen. Es ist bekannt, dass pektinolytische Enzyme die Trubstabilität drastisch vermindern. Sie werden daher auch in der Herstellung von klarem Apfelsaft eingesetzt. Es handelt sich dabei aber vor allem um Mischpräparate aus Pektinmethylesterase, Endo-Polygalakturonase und Pektinlyase, nicht jedoch wie hier um eine selektiv eingesetzte Pektinlyase beziehungsweise eine Kombination aus Pektinlyase und Polygalakturonase. Eine Maischeenzymierung mit solchen Präparaten wird zeitweise zur Ausbeutenerhöhung ohne Trub-

Abb. 2: Vergleich der Safttrübungen (NTU) nach der Grobtrubabtrennung.

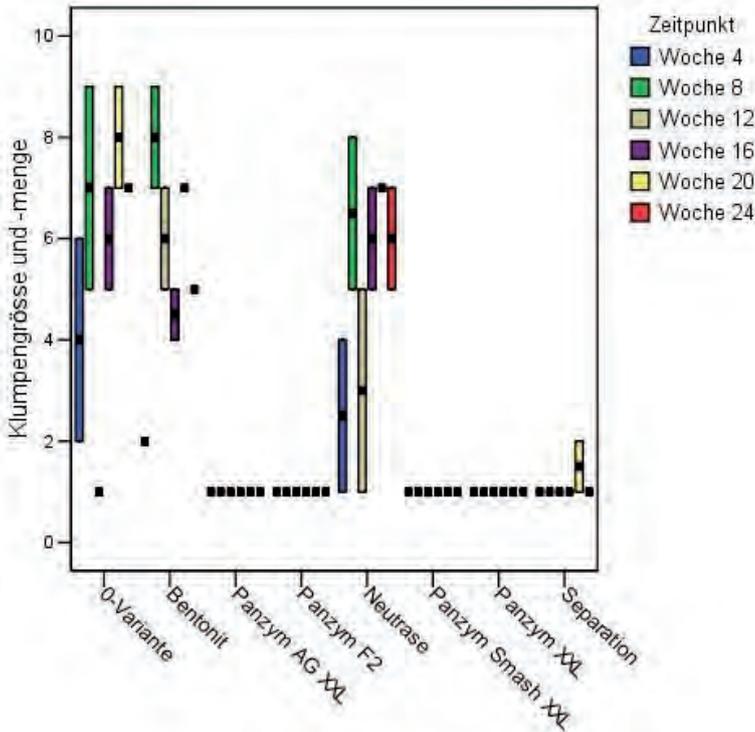


Abb. 3: Klumpengröße und -menge in Säften der Sorte Elstar. 1: keine Klumpen; 2: wenige Klumpen, < 2 mm; 3: viele Klumpen, < 2 mm; 4: wenige Klumpen, 2-5 mm; 5: viele Klumpen, 2-5 mm; 6: wenige Klumpen, 6-10 mm; 7: viele Klumpen, 6-10 mm; 8: wenige Klumpen, > 10 mm; 9: viele Klumpen, > 10 mm.

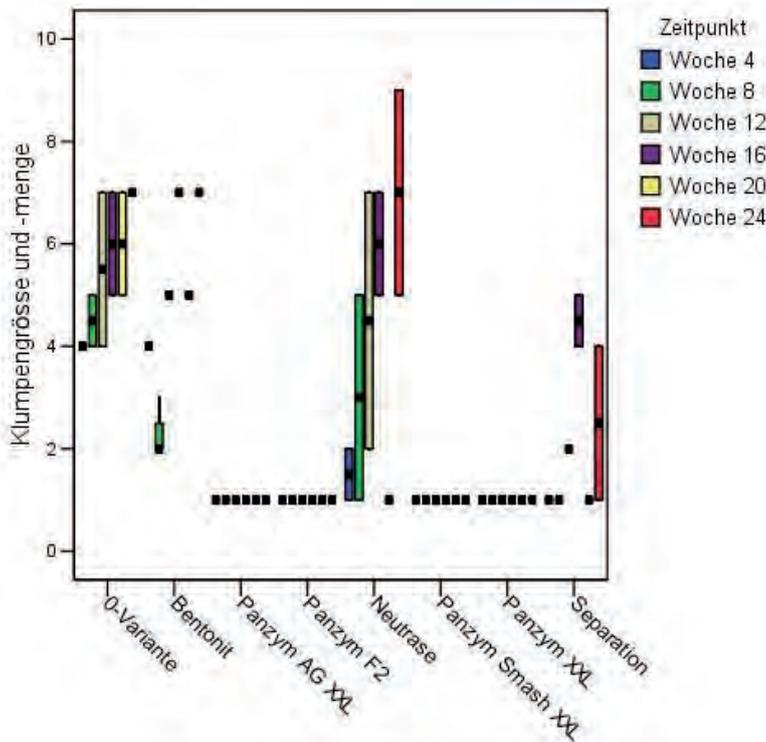


Abb. 4: Klumpengröße und -menge in Säften der Sorte Braeburn. 1: keine Klumpen; 2: wenige Klumpen, < 2 mm; 3: viele Klumpen, < 2 mm; 4: wenige Klumpen, 2-5 mm; 5: viele Klumpen, 2-5 mm; 6: wenige Klumpen, 6-10 mm; 7: viele Klumpen, 6-10 mm; 8: wenige Klumpen, > 10 mm; 9: viele Klumpen, > 10 mm.

Stabilitätsverluste beworben. Ein Ausbleiben solcher Stabilitätseinbußen konnte in diesem Versuch jedoch nicht festgestellt werden.

Separation schien in den ersten vier Lagerwochen die beste Stabilität im Saft zu gewährleisten. Bis Woche 24 zeigte sich jedoch ein starker Kläreffekt. Ebenso erwies sich die Behandlung mit Neutrase als ungeeignet. In diesen Varianten fiel die Trübung sehr stark innerhalb der 24 Wochen Lagerung ab und die Trubstabilität konnte im Vergleich zur 0-Variante nicht verbessert werden. Die mit Bentonit behandelten Säfte der Sorte Elstar konnten über 24 Wochen eine Trübung von über 300 NTU aufrechterhalten. Die Säfte der Sorte Braeburn, die in diesem Versuch mit der zehnfachen Menge an Bentonit behandelt worden waren, erwiesen sich jedoch als weniger trubstabil. Mit den Amylasepräparaten Panzym AG XXL und Panzym F2 konnte in allen behandelten Säften eine gute Trubstabilität erzielt werden. Nach 24 Wochen zeigten sie eine Trübung von rund 250 NTU und darüber, während die anderen Varianten teilweise bereits Werte unter 100 NTU aufwiesen.

**Konglomeratbildung**

Bereits in Lagerwoche 4 konnten in einigen Säften nach dem Schütteln der Flaschen Konglomerate beobachtet werden. In den Säften der Sorte Elstar waren neben der 0-Variante besonders die mit Bentonit und Neutrase behandelten Varianten betroffen. In Woche 20 waren auch in der separierten Variante Konglomerate zu erkennen.

Auch in den Braeburn-Säften bildeten sich Konglomerate in der 0-Variante und in den mit Bentonit und Neutrase behandelten Säften. Im separierten Saft waren ebenfalls Konglomerate zu sehen, sie traten jedoch erst später und in geringerer Intensität auf. Die Separation vor die Hochkurzeit-Erhitzung zu verlegen könnte möglicherweise bessere Effekte erzielen. Stärkekörner, die in der Regel zur Bildung unschöner Trubsedimente beitragen, können auf diese Weise leicht aus dem Saft abgetrennt werden. Wird wie in diesem Fall jedoch vor dem Separieren erhitzt, tritt Retrogradation der Stärkekörner ein, wodurch die Abtrennung erschwert wird. Der Versuch wurde dennoch in dieser Reihenfolge durchgeführt, um die fruchteigenen Enzyme rasch zu inaktivieren und damit einer unnötigen Verschlechterung der Trubstabilität vorzubeugen. Auf diesem Weg sollte eine Vergleichbarkeit innerhalb des Versuchsplans erreicht werden (Abb. 3 und 4).

**Gute Ergebnisse mit Amylasen**

Die Ergebnisse lassen vermuten, dass die Ursache für Konglomeratbildung im reinsortigen, naturtrüben Apfeldirektsaft in der Kohlenhydratfraktion des Trubs zu finden ist. Die getesteten Methoden sind unterschiedlich gut geeignet, um die Konglomeratbildung im naturtrüben Apfelsaft im Lauf der Lagerung zu verhindern. Bentonit oder Neutrase können für diesen Zweck nicht empfohlen werden, da durch den Einsatz der beiden Behandlungsmethoden die Konglomeratbildung nicht ausgeschlossen werden kann. Da beide Methoden darauf

abzielen, den Proteingehalt im Saft zu vermindern, scheint Protein keine nennenswerte Rolle bei der Entstehung von Konglomeraten zu spielen.

Die Separation zeigt einen besseren Effekt: Die Konglomeratbildung kann zwar nicht komplett verhindert werden, wird jedoch signifikant verringert. Eine grosszügige und sorgfältige Grobtrubabtrennung scheint daher von grosser Bedeutung zu sein. Wie bereits erwähnt, könnte eine Separation vor der HTST-Behandlung effektiver sein.

Die Enzymierung mit den Pektinasepräparaten Panzym Smash XXL und Panzym XXL unterbindet die Konglomeratbildung. Allerdings ist der negative Einfluss dieser Enzyme auf die Trubstabilität sehr gross. Wer nicht bereit ist, den Trub in den Flaschen regelmässig aufzuschütteln, setzt bei der Produktion besser auf die Amylasepräparate Panzym AG XXL oder Panzym F2. Unter der Grundvoraussetzung einer sauberen und zügigen Arbeitsweise sowie der Verwendung gesunder, reifer Rohware ist der Einsatz solcher Amylasepräparate gut geeignet, um ein konglomeratfreies, stabiles Produkt zu erzeugen. Vor allem für Kleinproduzenten, die nicht die Möglichkeit zur Verwendung eines Separators haben, scheint diese Behandlungsmethode optimal. Das Ergebnis ist ein minimal verarbeitetes, ernährungsphysiologisch hochwertiges Lebensmittel, das auch beim Konsumenten grossen Anklang findet. ■

## Literatur

- Babsky N.E. und Lozano J.E.: Influence of storage on the composition of clarified apple juice concentrate. *J. Food Sci.* 51, 364–367, 1986.
- Castaldo D., Laratta B., Loidice A., Giovane A., Quagliudo L. und Servillo L.: Presence of residual pectin methylesterase activity in thermally stabilized industrial fruit preparations. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie* 30, 479–484, 1997.
- Genovese D.B., Elustundo M.P. und Lozano J.E.: Color and cloud stabilization in cloudy apple juice by steam heating during crushing. *J. Food Sci.* 62, 1171–1175, 1997.
- Genovese D.B. und Lozano J.E.: Contribution of colloidal forces to the viscosity and stability of cloudy apple juice. *Food Hydrocolloids* 20, 767–773, 2006.
- Genovese D.B. und Lozano J.E.: The effect of hydrocolloids on the stability and viscosity of cloudy apple juices. *Food Hydrocolloids* 15, 1–7, 2001.
- Krapfenbauer G., Kinner M., Gössinger M., Schönlechner R. und Berghofer E.: Effect of thermal treatment on the quality of cloudy apple juice. *J. Agric. Food Chem.* 54, 5453–5460, 2006.
- Nagel B.: Continuous production of high quality cloudy apple juices. *Fruit Processing* 2/92, 3–5, 1992.

## Les petits grumeaux dans le cidre non filtré

## R É S U M É

La stabilité de la turbidité du cidre de pommes non filtré représente un défi majeur pour de nombreux producteurs. Si cette stabilité fait défaut, les particules solides se déposent au fond de la bouteille. Il se forme un sédiment et il faudra secouer la bouteille avant de l'ouvrir. Dans ce sédiment peuvent toutefois apparaître des agglomérats qui ne disparaissent pas lorsqu'on secoue la bouteille et il se forme dans la boisson des grumeaux peu appétissants.

Des études comparatives ont été menées à la station de recherches de Klosterneuburg en Autriche pour évaluer

différentes techniques visant à empêcher la formation de ces grumeaux. Il en ressort que la bentonite ou les enzymes protéolytiques ne remédient pas au problème. En utilisant un séparateur, on obtient une diminution significative mais non totale des grumeaux. Les amylases et les pectinases, bien que réduisant la stabilité de la turbidité, donnent néanmoins les meilleurs résultats en termes de prévention de la formation de grumeaux.