

# Charakteristik neuer, spezieller Behandlungsmittel für Crossflow Filtrationssysteme

Dipl.-Ing. J. Helbig

| Aktivkohle | Crossflow Filtrationssysteme | Filterhilfsmittel | Prozesshilfsmittel | Saftstabilisierung | Ultrafiltration

## EINLEITUNG

Behandlungsmittel sind technische Hilfsstoffe die zur Qualitätserhaltung von Getränken beitragen und damit die Lagerfähigkeit und Qualität wesentlich verbessern. Sie verbleiben bekanntlich nicht im Getränk, sondern werden nach deren Wirkung wieder abgetrennt. Diese Abtrennung ist durch unterschiedliche Maßnahmen möglich, die teilweise alleine eingesetzt werden, teilweise auch in Kombination miteinander. Die prinzipielle Differenzierung kann erfolgen in Trubabtrennung durch

1. Filtration mit Filterhilfsmitteln (konventionell)
2. Zentrifugalkraft
3. Crossflow Filtration

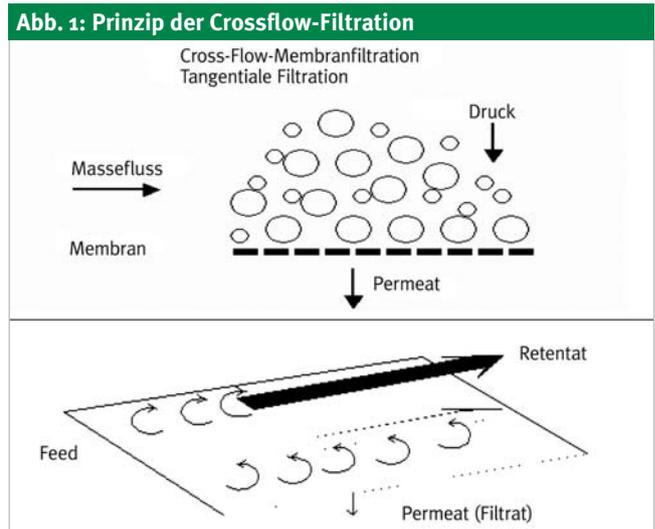
Die klassische Saftklärung, als Kombination von Sedimentation, Trubfiltration und anschließender Kieselgurfiltration, ist auch heute, aus qualitativen Gründen, die noch verbreitetste Form der Buntsaft-herstellung. Prinzipiell können auch zentrifugal wirkende Geräte diese Aufgaben abdecken. Im Laufe der letzten 20 Jahre entwickelten sich besonders auch Crossflow Filtrationssysteme zu einem heute festen Bestandteil in der Fruchtsaftindustrie. Von praxisrelevanter Bedeutung sind die Verfahren der Mikro- und Ultrafiltration.

## PRINZIP DER CROSSFLOW FILTRATION

Als Crossflow Filtrationssysteme werden sowohl Umkehrosmose, Nanofiltration als auch die hier näher zu betrachtende Ultra- und Mikrofiltration betrachtet.

- Die Mikrofiltration findet sowohl zur Klärung von Apfelsäften als auch von Buntsäften Anwendung. Kolloidale Stabilität der Säfte wird nicht durch Filtration, sondern durch die adsorptiven und elektrostatischen Wirkungen der Behandlungsmittel erreicht. Die transmembrane Druckdifferenz beträgt bis zu 3 bar.
- Die Ultrafiltration ist überwiegend bei der Verarbeitung von Kernobst anzufinden. Wie bei der Mikrofiltration werden bei diesem System Feststoffe aus Suspensionen abgetrennt, darüber hinaus erfolgt die Abtrennung von makromolekularen und teilweise kolloidal gelösten Bestandteilen. Der Transmembrandruck beträgt bis zu 10 bar.

Im Gegensatz zur klassischen Filtration, bei der das Medium senkrecht auf die Filterfläche trifft und diese zunehmend blockiert, wird bei der Crossflow Filtration tangential angeströmt. Das Prinzip (Abb.1) beruht darauf, dass dem zuströmenden Medium ein Filtrat (Permeat) entzogen wird, welches durch die Membran abgeführt wird. Das in der Anlage verbleibende trubstoffhaltige Retentat wird, bis zum endgültigen Aussüßen, ständig aufkonzentriert. Damit einhergehend verdichten sich auch die Feststoffe aus den Behandlungsmitteln und aus dem frischen Presssaft selbst. Neben dem hohen Betriebsdruck in der Anlage sorgt die tangen-



Abbildungen: Erbslöh AG

tiale Anströmung für gleichzeitig turbulente Strömungsverhältnisse. Im Idealfall werden so Ablagerungen auf der Membran (Deckschicht) ständig aufgewirbelt und fortgetragen. Hierdurch wird es überhaupt möglich diese Filtration kontinuierlich zu betreiben. Das prinzipielle Verfahren der Crossflow Filtration bringt aber auch mit sich, dass größere, harte oder scharfkantige Trubbestandteile zu Schädigungen der Anlage, insbesondere der Filtermembrane aber auch von Edelstahlteilen führen können. Bei Membranen aus polymeren Materialien ist mit erheblicher Abrasion zu rechnen. Dies gilt auch für keramische Materialien, die darüber hinaus direkt und irreversibel durch Bruch und Rissbildung geschädigt werden können.

## GRUNDLEGENDE ANFORDERUNGEN AN BEHANDLUNGSMITTEL

Wenn man mit Einführung der Ultrafiltration noch davon ausging, sowohl die konventionelle Filtration als auch die stabilisierende Wirkung der Schönung ersetzen zu können, so hat sich dies bis heute nicht ganz realisiert. Bei steigenden Stabilitäts- und Reinheitsanforderungen an die Säfte und Konzentrate ist die Notwendigkeit der zusätzlichen Schönung häufig geblieben und gewinnt enorm an Bedeutung. Die Klärwirkung der Schönung hingegen ist bei nachgeschalteter Crossflow Filtration nicht mehr von Bedeutung. Das heißt, die Sedimentation muß nicht mehr abgewartet werden und die Schönung kann in einem nahezu kontinuierlichen Prozess einbezogen werden. Dabei sind Auswahl und Dosagehöhe der Behandlungsmittel üblicherweise von den spezifischen, individuellen Anforderungen abhängig. Bislang wurden die eingesetzten Behandlungsmittel in der Praxis nur teilweise oder überhaupt nicht durch Trubfiltration abgetrennt und gelangten so in mehr oder minder großem Umfang in die Crossflow Filteranlage, mit den zuvor beschriebenen Folgen. Heutige

und frühere Filtrationstechnik basieren allerdings auf unterschiedlichen Voraussetzungen und die Frage erhebt sich:

**Gleiche Beschaffenheit der Behandlungsmittel bei geänderter Verarbeitungstechnologie ?**

Die zur Anwendung kommenden Verarbeitungshilfsstoffe sind in der Fruchtsaftverordnung vom 24. Mai 2004 geregelt. Bei den aufgeführten Enzymen und der in Lösung gebrachten Speisegelatine handelt es sich um rein kolloidale Substanzen. Sie sind deshalb ohne Einfluß auf eventuelle Abrasion, bzw. sind nicht in der Lage Keramikmembrane aufgrund ihrer Strömungsdynamik zu zerstören. Beim alkalischen Kieselsoil Klar-Sol 30 handelt es sich ebenfalls um ein kolloidal gelöstes Produkt, mit Partikelgrößen im Bereich von 8 bis max. 22 nm. Aus Sicht des Enzym- und Behandlungsmittelherstellers gibt es also keine maßgeblichen Gründe, so behandelte Säfte von Mikro- oder Ultrafiltrationsanlagen fernzuhalten. Allerdings wird die Rücksprache mit dem Hersteller des Filters empfohlen. Anders ist die Situation bei Bentonit und Aktivkohle: bei diesen natürlichen und für die Getränkeindustrie weiter veredelten Abbauprodukten spielte die Korngrößenverteilung in der Vergangenheit zumindest keine zentrale Rolle. Jetzt aber, durch o.g. permanentes Überströmen des Trubes auf der Membrane, aber auch in der gesamten Anlage, einschließlich der Peripheriegeräte, kommt der Partikelgröße eine ganz neue Bedeutung zu. Sie hat nachweislich großen Einfluß auf den Abrieb und somit auf die Lebensdauer der Anlagenteile. Große Partikel, auch einzelne, sind zu vermeiden !

Damit stellte sich die Aufgabe der Entwicklung von Bentonit und Aktivkohle speziell für Crossflow Anlagen. Die primären Anforderungen hierzu wurden wie folgt definiert:

1. Analytische Parameter der Produkte gemäß ZVerV, Richtlinie 96/77 EG und Einsatz der Produkte im Einklang mit dem Code of Practice (CoP).
2. Definierte Partikelfinheit und Korngrößenverteilung
3. Geringere Dosage durch Auswahl hochwirksamer Rohstoffe.

**DIE INNOVATIVEN NEUPRODUKTE**

Im September 2004 war die Erbslöh AG der erste Anbieter, der mit Blancobent UF ein speziell konzipiertes Bentonit zur Verfügung stellen konnte. Wenig später erfolgte auch die Markteinführung der Aktivkohle Akticol FA-UF.

**1. Analytische Parameter**

Es wurde u.a. berücksichtigt, dass im Falle  $ZnCl_2$  – aktivierter Kohle, höhere Aktivkohledosagen einen übermäßigem Anstieg der Arsen- und Schwermetallgehalte mit sich bringen. In bestimmten Fällen führt dies zu Konflikten mit den CoP Vorgaben. Akticol FA-UF basiert deshalb auf einem hochreinen  $H_3PO_4$  Aktivat als Aktivkohlerohstoff.

Beim Bentonit waren besonders die im CoP vorgesehenen Grenzwerte für Natrium zu berücksichtigen. 30 mg/kg dürfen bei den meisten Säften nicht überschritten werden. In Bezug auf die Natrium – Abgabe an den Saft ist die Sorgfaltspflicht des Bentonitproduzenten besonders wichtig. Wird reines Natriumbentonit angeboten und verwendet, können 100g/hl Saft leicht eine Natriumabgabe von 15 – 20 mg/l Saft bewirken. Grundlage des neuen Produktes Blancobent UF ist deshalb ein natriumreduzierter Mischbentonit auf Calcium-/Natrium Basis.

**2. Partikelfinheit und Korngrößenverteilung**

Die Größe und Verteilung der Feststoffpartikel in den Behandlungsmitteln ist das maßgebliche Kriterium für deren anlagen-schonende Wirkung.

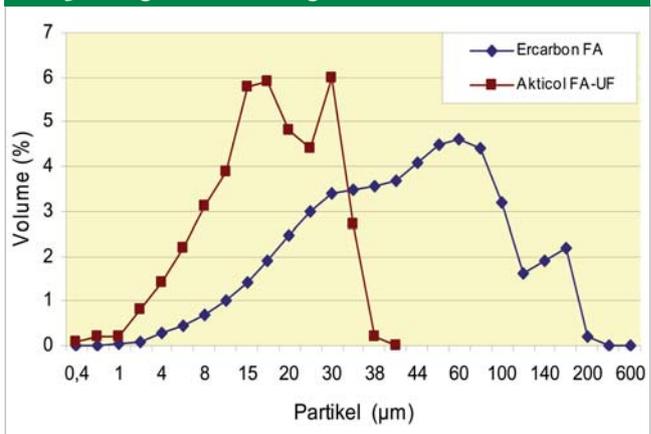
**Abb. 2: Korngrößenverteilung der Crossflow-Behandlungsmittel**

	Partikelfractionen in %		
	≤ 45 µm	≥ 45 µm-100 µm	≥ 100 µm
Ca-/Na Bentonite 1.)	93,6 %	4,6 %	1,8 %
Aktivkohlen (Typ FA) 2.)	82,4 %	13,9 %	3,7 %
Blancobent UF	≥ 99,8 %	≤ 0,2 %	0 %
Akticol FA-UF	≥ 99,9 %	≤ 0,1 %	0 %

1.), 2.) Durchschnittswerte aus je 15 Proben

Die neuen UF-Behandlungsmittel (Abb. 2) zeichnen sich gegenüber den herkömmlichen Produkten besonders dadurch aus, dass Partikelgrößen über 100 µm überhaupt nicht mehr vorkommen. Dies ist die wichtigste Voraussetzung und erfordert aufwändige und zusätzliche Herstellprozesse. Selbst Partikeldurchmesser über 0,045 mm sind so gut wie nicht präsent.

**Abb. 3: Korngrößenverteilung Aktivkohle**



Am Beispiel von Akticol FA-UF (Abb. 3) lässt sich auch grafisch sehr gut die Korngrößenverteilung eines Spezialproduktes für die Crossflow Filtration gegenüber einer herkömmlichen Aktivkohle aufzeigen. Da es sich bei der Achsendarstellung um eine gestauchte Form handelt wird allerdings nicht sofort ersichtlich, dass die Partikel eines herkömmlichen Produktes die bis zu 15-20 fa-

**Abb. 4: Aktivkohle im Lupenmikroskop**

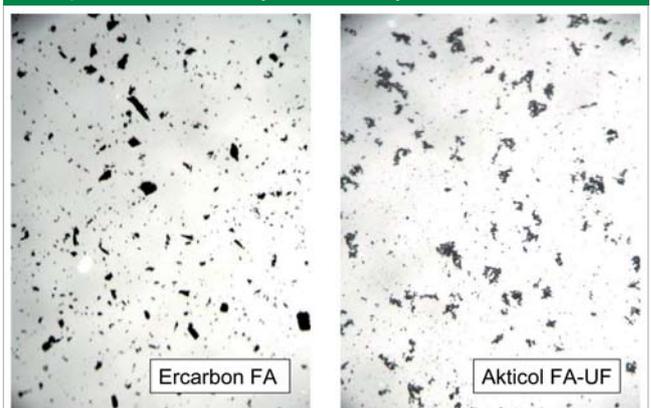
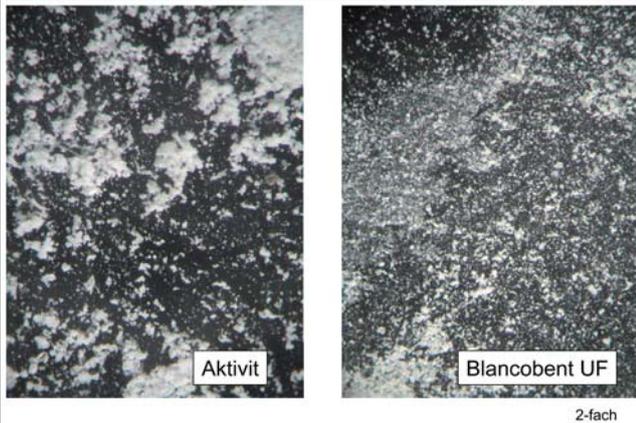


Abb. 5: Bentonit im Lupenmikroskop



che Größe aufweisen im Vergleich zum neuen UF -Spezialprodukt. Diese grafische Darstellung wird belegt durch die vergleichenden Aufnahmen der Produkte im Lupenmikroskop (Abb. 4, Abb. 5). Die deutlich erkennbaren groben Partikel im Bild unter der Bezeichnung „Ercarbon FA“ sind typisch für alle bisher im Markt verfügbaren Aktivkohlen. Demgegenüber handelt es sich bei den eventuell scheinbar großen Partikeln in Akticol FA-UF nur um große Agglomerate von zahlreichen, feinsten Aktivkohlepartikeln. Eine ebenfalls deutliche differenzierte Darstellung von bisheriger und neuer Qualität bietet sich dem Betrachter auch bei der Aufnahme der Bentonitsuspensionen: Unschwer zu erkennen ist, dass es sich bei Blancobent UF um die neue Qualität mit definiertem Korngrößenspektrum handelt.

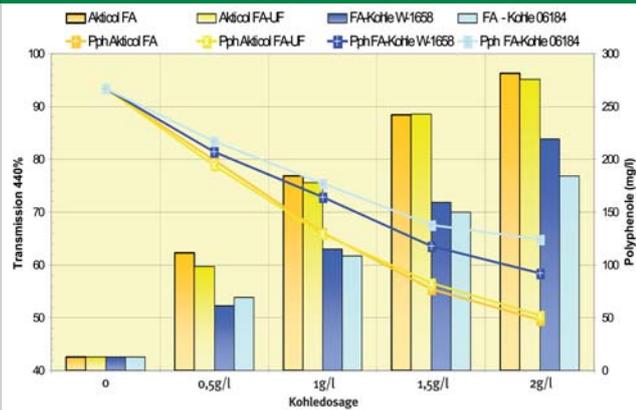
Die aufgezeigten Partikelgrößen und die Partikelgrößenverteilung in den neuen Produkten lassen bereits erahnen, dass dies nur Vorteile in Bezug auf Anlagenschonung mit sich bringen kann. Ein Beleg sind auch die im Labormaßstab nachweisbaren deutlich geringeren Abstrationsraten.

3. Geringere Dosage durch hochwirksame Rohstoffe

Auch die verwendeten Ausgangsrohstoffe tragen zur anlagenschonenden Wirkung der neuen Behandlungsmittel bei. Grund ist, das neue, zunächst intensiv aktivierte Ausgangsprodukte zur weiteren Verarbeitung der Crossflow Spezialprodukte herangezogen wurden. So können insgesamt weniger Behandlungsmittel verwendet werden, um den gleichen Effekt, bzw. die gleiche Stabilität zu erzielen.

Die Folge ist, dass die neue Crossflow – Spezialkohle (Abb. 6) Akticol FA-UF (hergestellt auf Basis Akticol FA) mit bis zur Hälfte der Dosage eingesetzt werden kann, im Vergleich zu bisherigen und im Markt befindlichen konventionellen Aktivkohlen. Diese Feststellung bezieht sich nicht nur auf die Entfärbungsleistung, sondern auch auf die stabilisierende Wirkung aufgrund der intensiveren Adsorption und folgedessen Absenkung der Polyphenole.

Abb. 6: Aktivkohle: Entfärben vs. Phenole



Im Gegensatz zum rein adsorptiven Wirkmechanismus bei Aktivkohlen reagieren Bentonite auch durch elektrischen Ladungsaustausch, bzw. durch Anlagerung positiv geladener Substanzen (z. B. Protein) aufden schichtartig aufgebauten, negativ geladenen Plättchen innerhalb des Montmorillonitkristalls. Reaktionen nach dem Prinzip des elektrischen Ladungsaustausches sind vom isoelektrischen Punkt der Ladungsträger abhängig und daher vom pH-Wert der Säfte. Aufgrund dieser Tatsache wurde die stabilisierende Wirkung der Bentonite bei unterschiedlichen pH-Werten, im rückverdünnten Apfelsaftkonzentrat und im Frischsaft geprüft (Abb. 7; 8; 9).

Es zeigt sich, dass auch die Verwendung des neuen Bentonites, Blancobent UF, eine Reduzierung der Dosage um 30 – 50% zulässt. Die unterstützende stabilisierende Wirkung durch Aktivkohle wird durch die vorliegenden Versuchsergebnisse nochmals

Abb. 7: Bentonit auf Frischsaft

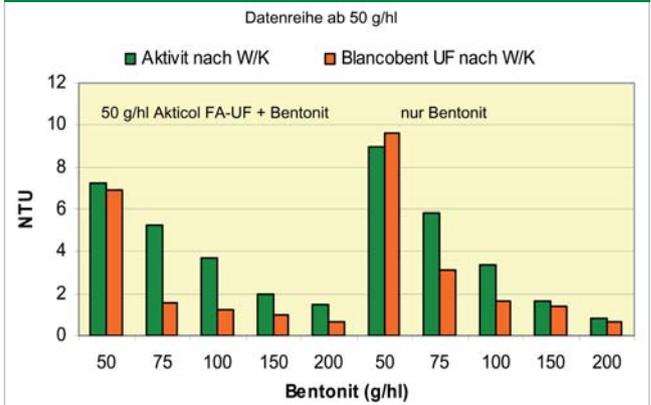
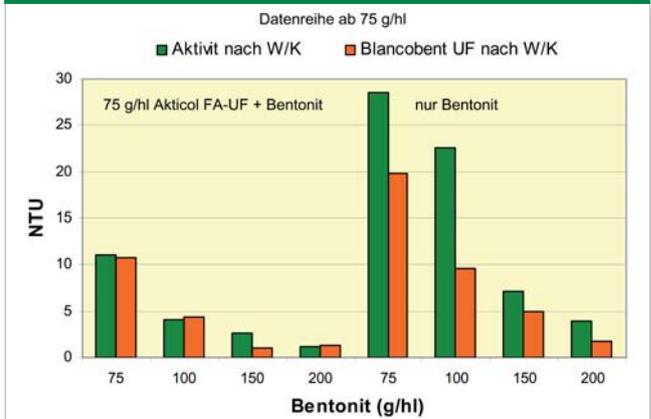


Abb. 8: Bentonit auf 16,8° Bx aus ASK; pH 3,6

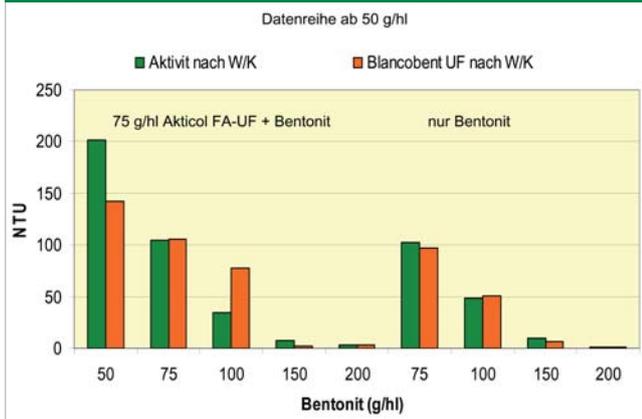


bestätigt. Dieses Ergebnis ist nicht überraschend, handelt es sich doch bei der größten Anzahl der im Apfelsaft auftretenden Nachtrübungen (Quelle: Statistik Erbslöh Kundenservicelabor) um komplexe Ausscheidungen aus Eiweiß-/ Gerbstoffverbindungen.

Weitere Untersuchungen vor und nach erfolgter Markteinführung von Blancobent UF beschäftigten sich auch immer wieder mit der Thematik Natriumabgabe an den Saft im Vergleich zur stabilisierenden Wirkung der Bentonite. Hierzu muß bekannt sein, dass die Kationenaustausch – Kapazität ein wichtiges Maß für die Wirksamkeit eines Bentonites ist. Natrium ist dabei ein wichtiges Element diese Kapazität zu beeinflussen und ein probates Mittel die Wirksamkeit von Bentonit zu erhöhen. Allerdings gibt es auch andere, weniger kritische Elemente, um die Kationenaustausch – Kapazität zu erhöhen.

In der Abbildung (Abb. 10) wird die stabilisierende Wirkung von drei Bentoniten und jeweils fünf unterschiedlichen Dosagen verglichen

Abb. 9: Bentonit auf 16,8° Bx aus ASK; pH 3,22



(Säulen) und in Relation gestellt zur jeweiligen Natriumabgabe der einzelnen Proben (Linien). Es handelte sich um einen schwierig zu stabilisierenden Apfelsaft, was sich auch in Trübungswerten nach dem Wärme-/Kätetest äußert. Bei den verwendeten Bentoniten handelte es sich um:

1. Aktivit, schwach aktivierter Ca/Na - Bentonit
2. Blancobent UF, stärker aktivierter Ca/Na - Bentonit
3. „Natriumbentonit UF“, Na - Bentonit für UF (Muster)

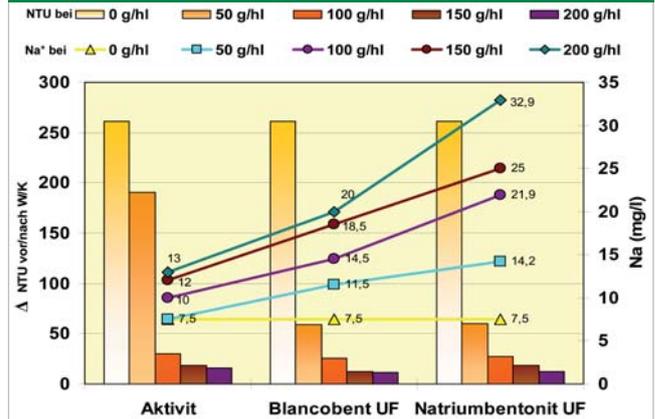
Der unbehandelte Saft hatte mit 7,5 mg/l zwar nur einen moderaten Natriumgehalt aber, wie hier geschehen, können Situationen aufkommen bei denen notwendige, hohe Dosagen von weniger geeignetem Natriumbentonit dazu führen, dass das Limit von 30 mg/l Natrium überschritten wird.

Ein weiterer, letzter Aspekt zur Anwendung von Blancobent UF in der Crossflow Filtration könnte auch unsere bisherige Beobachtung sein, dass hierdurch der Gehalt an Galakturonsäure im Saft geringer ausfällt. Erklärbar ist dies dadurch, dass die gesamte Bentonitmenge während des UF Prozesses lange im Retentat verbleibt, sich weiter anreichert und die noch wirksame Pektinase frühzeitig inaktiviert wird. Sie ist somit nicht mehr in der Lage, polymerere Galakturonsäureketten in die letztendlich gemessene (Mono-)Galakturonsäure abzubauen.

**ZUSAMMENFASSUNG**

Behandlungsmittel werden seit Jahrzehnten, mit Beginn der Herstellung klarer, stabiler Säfte verwendet. Zwischenzeitliche techno-

Abb. 10: Saftstabilisierung vs. Natriumabgabe



logische Entwicklungsschritte und hier vor allem die Einführung der Ultrafiltration, wurden zunächst als vollwertige Alternativen zur Schöpfung und konventionellen Filtration gesehen. Letztere wird heute bei der Apfelverarbeitung tatsächlich weitgehend durch die Crossflow Filtration ersetzt, der Einsatz von stabilisierenden Behandlungsmitteln dagegen ist seit Jahren stetig ansteigend. Ziel der Produktentwicklung war deshalb, Behandlungsmittel bereit zu stellen, die konform und kompatibel zur geänderten Verarbeitungstechnologie eingesetzt werden können.

Der vorliegende Beitrag stellt die Entwicklung der Stabilisierungs- und Behandlungsmaßnahmen vor, sowie die daraus resultierenden Anforderungen an die Prozesshilfsmittel in Bezug auf Reinheit, Wirksamkeit und Beschaffenheit. Die Neuprodukte Blancobent UF (Bentonit) und Akticol FA-UF (Aktivkohle) werden durch Anwendungsbeispiele und vergleichend zu bisherigen Produkten vorgestellt. Die wesentlichen Merkmale der Neuprodukte sind deren Kompatibilität zu der verwendeten Anlagentechnologie, die hohe Reinheit und definierte Partikelgrößen, sie wirken schonend auf die Filtrationsanlagen, sind günstig und hochwirksam im Einsatz.

**AUTOR:**

Dipl.-Ing. Jürgen Helbig,  
 Branchenvertriebsleiter, Erbslöh Geisenheim AG,  
 65366 Geisenheim,  
[www.erbsloeh.com](http://www.erbsloeh.com)

**Copacking. Outsourcing. Geldsparing.**

Haben Sie einen Kapazitätsengpass? Wollen Sie Kleinchargen produzieren? Oder Sonderverpackungen? Dann benötigen Sie die richtigen Maschinen. Oder Sie kommen zu uns und sparen sich das Geld. Denn als kompetenter Copacking-Partner haben wir alles Notwendige dafür vor Ort. Beispielsweise Maschinen, mit denen Spezialprodukte wie Babynahrung, Hocheiweißgetränke und Soja-/Getreideprodukte abgefüllt werden können. Darunter die einzige Maschine deutschlandweit für die Abfüllung derartiger Produkte in Tetra Prisma Verpackungen. Dabei achten wir stets auf die Qualität der Produkte und, falls erforderlich, erhalten sie von uns den letzten Feinschliff. Zu viel fürs Erste? Dann empfehlen wir Learning by Doing: 066 61/15 51 21.



Besuchen Sie uns  
 auf der InterMopro  
 in Düsseldorf in Halle 5, Stand F15-6.



[www.immergut.de](http://www.immergut.de)