

1. Rohwarenkunde

1.1 Rohware, Pflanzenernährung und Ernteprobleme

1.1.1 Rohware“, „Früchte“, „Obst“

Als Rohware werden hier alle zur Saftgewinnung geeigneten Äpfel bezeichnet, also Früchte von einheimischen Kultur-Obstarten, die für die Verarbeitung zu Säften eine Rolle spielen.

Früchte sind essbare Samenanlagen. Sie hüllen die Samen von Pflanzen ein. Beim Kernobst wie den Äpfeln gehen sie aus dem Blütenboden hervor, während die pergamentartigen Wände des Kernhauses aus den fünf Fruchtblättern entstehen. Mit Farbe, Geruch und Geschmack sowie durch ihren Nährwert locken die Früchte Tiere und Menschen zum Verzehr und dienen so in der Natur der Samenverbreitung und damit der Erhaltung der Art.

Obst stammt zumeist von mehrjährigen, kultivierten oder wilden Gehölzen. Im Handel unterscheidet man Kernobst (z. B. Apfel, Birne), Steinobst (Aprikose, Pflaume, Kirsche), Schalenobst (Walnuss, Haselnuss) und Wildobst (Holunder, Schlehe, Heidelbeere).

1.1.2 Züchtung

Auf Eigenschaften, die für die Verarbeitung zu Säften von besonderer Bedeutung sind (z.B. sehr hoher Säuregehalt, große mechanische Belastbarkeit) wurde bei züchterischen Maßnahmen bisher kaum geachtet. Im Gegenteil, meist wurden diese in Wildfrüchte vorhandenen Eigenschaften bei den edlen Obstarten sogar weggezüchtet, um sie auf dem Markt als direkt verzehrbare Obst, als Tafelobst anzubieten. Die Züchtung von Industrieobst setzt deshalb auf alte „Gebietsorten“ oder gar auf Wildformen. Diese dürften zukünftig wegen ihrer besonderen urwüchsigen Wertstoffe für die Verarbeitung vor allem in Kleinbetrieben Bedeutung erhalten.

1.1.3 Pflanzenernährung und Düngung

Als Grund- oder Hauptnährstoffe bezeichnet man die Elemente Kohlenstoff C, Sauerstoff O, Wasserstoff H, Stickstoff N, Schwefel S, Phosphor P, Kalium K, Natrium Na, Magnesium Mg. Auch die Spurenelemente, z.B. Eisen Fe, Kupfer Cu, Aluminium Al, Mangan Mn, Bor B, Jod J, sind nicht weniger wichtig.

Alle grünen Pflanzen sind in ihrer Ernährung völlig autotroph, d.h. sie bauen ihre gesamte Körpersubstanz aus einfachem, anorganischen Ausgangsmaterial mit Hilfe der Sonnenenergie selbst auf. Mineralstoffe sind im Boden-

wasser (H_2O) in gelöster Form als Ionen vorhanden. Zu unterscheiden sind

- Kationen: Kalium K^+ , Natrium Na^+ , Calcium Ca^{2+} , Magnesium Mg^{2+} , Eisen Fe^{2+} u.a.
- Anionen: Nitrat NO_3^- , Sulfat SO_4^{2-} , Phosphat PO_4^{3-} , u.a.

In dieser Form werden sie von den Haarwurzeln auf osmotischem Weg aufgenommen und durch die Gefäßzellen des Holzteiles (Xylem) über Stamm und Äste bis in die Blätter transportiert.

Kohlenstoff zum Aufbau ihrer kompliziert zusammengesetzten organischen Substanz holt sich die Pflanze mit Hilfe ihrer Blätter aus der Luft, wo er in Form von Kohlendioxid vorhanden ist. Bei der Photosynthese werden Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O), welches Transportmittel, aber zugleich auch Nahrung für die Pflanze ist, in einem komplizierten Prozess mit Hilfe von Chlorophyll und Lichtenergie zu Glucose assimiliert. Erstes erkennbares Produkt dieses Vorganges ist in der Regel die Stärke $(C_6H_{10}O_5)_n$. Neben der CO_2 -Assimilation finden auch noch andere Aufbauprozesse statt. Beim Eiweißaufbau, der sehr energieaufwendig ist, benötigt die Pflanze z.B. Stickstoff, den sie in Form von anorganischen Salzen (Nitraten und Ammoniumsalzen) mit den Wurzeln aus dem Boden holt. Wichtige Proteine sind die Enzyme, die für alle Stoffwechselfvorgänge unverzichtbar sind.

1.1.4 Entwicklung der Blüten und Früchte

Die Bildung der Blütenknospen erfolgt in unserem Klima von Ende Juni bis Anfang September (folglich bilden sich die Knospen für die nächstjährige Ernte während gleichzeitig die diesjährigen Früchte heranreifen). Die Regelmäßigkeit der Knospenbildung ist Voraussetzung für gleichmäßige Ernterträge. Sie hängt ab von Klima, Witterung und Nährstoffangebot. Schwachwüchsige Sorten können mehr Blütenknospen ansetzen, sie benötigen weniger Baustoffe für die Holzbildung. Bei der Veredelungsunterlage gilt, dass Typunterlagen schwachwüchsiger sind als Sämlinge. Bei Typunterlagen werden Kohlenhydrate in den veredelten Baumteilen gespeichert, was frühe und reiche Blütenknospenbildung begünstigt. Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass durch einen hohen Ertrag der Baum geschwächt wird. Er setzt dann für das nächste Jahr weniger Blütenknospen an. So wechseln sich die Jahre mit hohen und niedrigen Erträgen ab, was man als Alternanz bezeichnet. Die Alternanz im Obstbau bringt sowohl den Erzeugern als auch den Verwertern und Verbrauchern erhebliche Probleme. Durch Ausdünnen des Fruchtansatzes von Hand oder durch Hormonspritzung werden nicht nur die verbleibenden Früchte größer und qualitativ besser, sondern es werden dann genügend Blütenknospen für die nächste Ernte angesetzt.



Abb. 1.1: Automatische Vollerntemaschine

Die Ausbildung der Blütenknospen erfolgt dann reichlich und regelmäßig, wenn sich im Baum oder Strauch die Fruchtholzbildung (Voraussetzung für die Blütenknospenbildung) zur Holztriebbildung verhält wie die gebildeten Assimilate (abhängig von der Blattmasse) zur aufgenommenen Nährsalzlösung (abhängig von der Wurzelmasse).

Nach dem Abblühen werden die Assimilate in den fleischigen Blütenteilen und den anderen Speicherorganen (Wurzeln, Knollen) in Form von Stärke abgelagert, die während des Reifevorganges der Früchte langsam in Zucker umgewandelt wird. Dieser Vorgang ist erst bei der Vollreife abgeschlossen. Die Bildung der Fruchtsäure ist meistens schon einige Zeit vor der Zuckerbildung beendet. Die Aromabildung erreicht ihren Höhepunkt zur Zeit der Genussreife.

1.1.5 Ernteprobleme

Bei Kernobst ist der hohe Arbeitsbedarf zur Ernte die entscheidende Rentabilitätsfrage. Deshalb wurden schon vor einiger Zeit Erntemaschinen zur Praxisreife gebracht, die in das Astgerüst einen Schüttelimpuls einbringen und die dann abfallenden Früchte auffangen und in Behälter sammeln. Dies geht natürlich bei großen Früchten auf Bäumen besser als bei kleinen an Sträuchern. Der Einsatz einer Vollerntemaschine ersetzt bei Kernobst etwa 30 Arbeitskräfte, erfordert aber auch eine Umstellung der Anlage. Sorten und Pflanzenabstände müssen auf die Erntemaschine abgestimmt werden und die Fläche sollte mehrere Hektar umfassen. Voraussetzung für diese Umstellung ist ein längerfristiger Liefervertrag mit dem Verarbeitungsbetrieb.

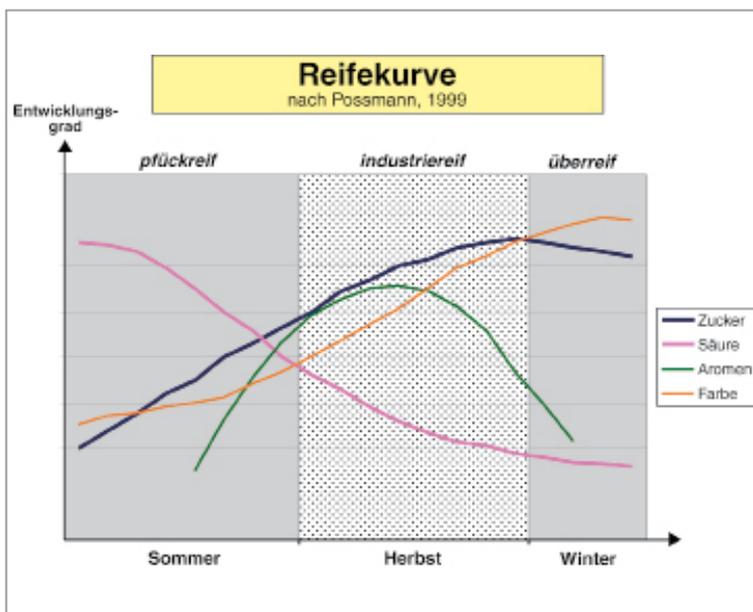


Abb. 1.2: Reifegradkurve des Apfels

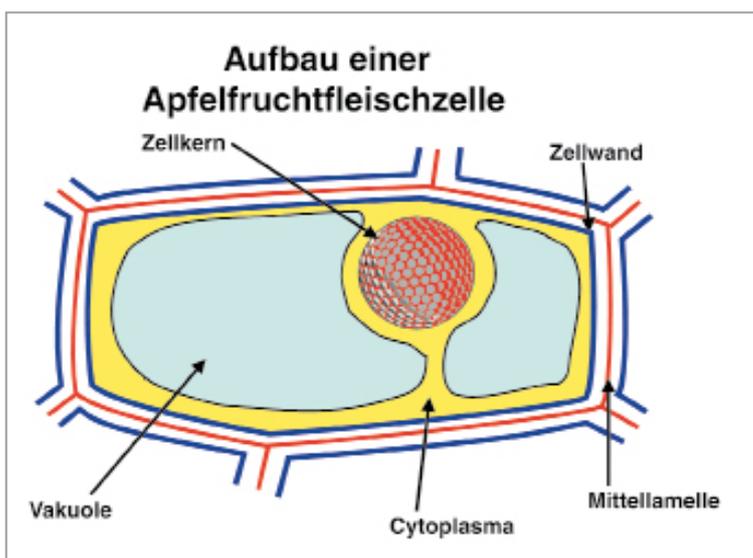


Abb. 1.3: Pflanzenzelle im Querschnitt

Die Grenzen für den Einsatz von Erntemaschinen ergeben sich aus größeren Ernteverlusten (20-40 % gegenüber 5-10 % bei sorgfältiger Handernte), den Schäden am Astgerüst der Pflanzen (die den Ertrag im folgenden Jahr merklich verringern) und der stärkeren Beschädigung der Früchte, die sie für den Absatz auf dem Frischmarkt ungeeignet macht und eine sofortige Verarbeitung in einem Industriebetrieb erfordert.

1.2 Qualitätsmerkmale der Rohware

1.2.1 Richtiger Reifegrad

Pflückreife Äpfel erhalten die für Art und Sorte typische Färbung (beim Kernobst werden die Kerne braun). Der Stiel verliert seine feste Verbindung mit dem Fruchtast und die Früchte lassen sich leicht pflücken bzw. schütteln. Manche Obst-

3. Saftbehandlung

3.1 Schönen von Fruchtsäften

Weine wurden mittels Schönen schon seit Jahrhunderten blankgeklärt, um ihnen ein „schöneres Aussehen“, d.h. einen gewissen Glanz zu verleihen. Das Ziel, klare und stabile Fruchtsäfte zu erzeugen, wird mit drei unterschiedlichen Methoden erreicht.

1. **Klärverfahren**, bei denen der Trub mittels mechanischer Verfahren, wie z.B. der Filtration bzw. der Separation aus dem Saft entfernt wird.
2. **Schönungsverfahren**, bei denen durch Zusatz bestimmter Substanzen Trubstoffe oder auch gelöste Stoffe wie Farb- und Gerbstoffe aus dem Saft ausgefällt.
3. Durch **Zusatz von Enzympräparaten** werden Inhaltsstoffe wie z.B. Pektin oder Stärke abgebaut.

Während mit herkömmlicher Filtration eher größere Trubteilchen entfernt werden können, sind zur Abtrennung kolloidaler Trübungsursachen Mikrofilter bzw. Ultrafiltrations-Anlagen oder Schönungen unerlässlich.

3.1.1 Zugelassene Schönungsmittel

Die Zulassung von Schönungsmitteln für Säfte und Nektar ist in der Verordnung über Fruchtsaft, einige ähnliche Erzeugnisse, Fruchtnektar und koffeinhaltige Erfrischungsgetränke (Fruchtsaft- und Erfrischungsgetränkeverordnung -FrSaftErfrischGetrV) geregelt. Hier steht:

§ 2: Herstellung von Fruchtsaft

(3): Für die Herstellung von Erzeugnissen nach Anlage 1 dürfen die in Anlage 4 Abschnitt A aufgeführten Verfahren nach den dort genannten Maßgaben angewendet werden und die in Anlage 4 Abschnitt B genannten Lebensmittelzusatzstoffe für die Bearbeitung angewendet werden...:

A. Verfahren ... Bei der Herstellung der in Anlage 1 genannten Erzeugnisse dürfen folgende Verfahren angewendet werden:

1. die physikalischen Verfahren:
 - a) mechanische Extraktionsverfahren;
 - b) die üblichen physikalischen Verfahren, einschließlich der Extraktion durch Wasser („in-line“-Verfahren) des essbaren Teils der Früchte, ausgenommen Weintrauben, zur Herstellung der Fruchtsaftkonzentrate, sofern die so gewonnenen Fruchtsäfte den Anforderungen von Anlage 1 Nr. 1 entsprechen;
 - c) bei Traubensäften ist für den Fall, dass die Trauben mit Schwefeldioxid behandelt wurden, eine Entschwefelung durch physikalische Verfahren zulässig, sofern die Gesamtmenge an Schwefeldioxid im Enderzeugnis 10 mg/l nicht überschreitet;
2. das Bearbeiten mit Speisegelatine.

B. Lebensmittelzusatzstoffe für die Bearbeitung

1. Pectinasen, Proteinase und Amylasen, die den Anforderungen der Verordnung (EG) Nr. 1332/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Lebensmittelenzyme und zur Änderung der Richtlinie 83/417/EWG des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1493/1999 des Rates, der Richtlinie 2000/13/EG, der Richtlinie 2001/112/EG des Rates sowie der Verordnung (EG) Nr. 258/97 (ABl. L 354 vom 31.12.2008, S. 7) entsprechen;
2. Tannine;
3. Bentonit als adsorbierende Tonerde, Kieselsol, Kohle;
4. chemisch inerte Filterstoffe und Fällungsmittel wie Perlit, Kieselgur, Zellulose, unlösliches Polyamid, Polyvinylpyrrolidon oder Polystyrol, die den Vorschriften der Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Oktober 2004 über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen und zur Aufhebung der Richtlinien 80/590/EWG und 89/109/EWG (ABl. L 338 vom 13.11.2004, S. 4), entsprechen;
5. chemisch inerte Adsorptionsstoffe, die den Vorschriften der Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 entsprechen

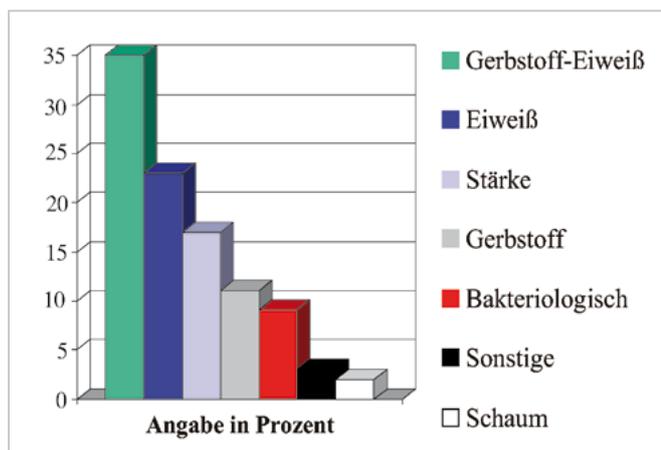


Abb. 3.1.1: Trübungsursachen bei Apfelsaft

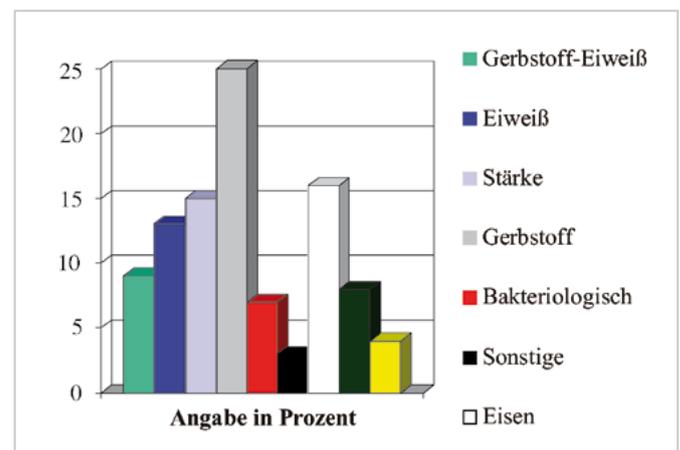


Abb. 3.1.2: Trübungsursachen in Apfelsaftkonzentrat

4. Herstellung von Apfelsaftkonzentraten

4.1 Grundsätzliches

Die ganzjährige Verarbeitung von Konzentraten und der Handel mit großen Mengen zur Deckung der Nachfrage zeigt die Wichtigkeit der Aufkonzentrierung. Folgende Gründe sprechen für eine Konzentratherstellung:

- Als Halbfabrikate sind teure Lagerkapazitäten verzichtbar, fast die sechsfache Menge ist so unterzubringen
- Transportkosten werden gesenkt, da Wasser ebenso gut beim Abfüllbetrieb zugemischt werden kann
- Abhängig von den Preisen der Rohware kann man sich auch längerfristig mit günstiger Ware eindecken oder diese nach Aufkonzentrierung zwischenslagern. Dies ist von den Vergleichen der Lagerkosten, Kapazitätsauslastungen und Ausbeute abhängig. Dabei gilt: Lagerkosten sind in der Regel höher als Investitionskosten für Anlagen zur Konzentratherstellung

Als Ausgangsprodukte ergeben geklärte und blank filtrierte Apfelsäfte sehr klare bzw. nur wenig trübe Kon-

zentrate. Durch die Aufkonzentrierung kann der Trockenmassegehalt von ca. 10 bis 15 % auf 60 bis 70 % erhöht werden. Das entspricht z.B. einer Erhöhung von 12 auf 72 °Brix. Saftkonzentrate bleiben in chemischer und mikrobiologischer Hinsicht weitgehend stabil. Im Gegensatz dazu geht bei Saftlagerung als trinkfertiger Saft – vor allem bei Heißeinlagerung – das typische Aroma zu stark verloren. Dabei verliert das Aroma durch chemische Reaktionen der Inhaltsstoffe wie Carbonyle und den dabei entstehenden flüchtigen Substanzen an arttypischem Charakter. Dies ist zudem an der nichtenzymatischen Bräunung optisch feststellbar.

Ernährungsphysiologische, chemische und sensorische Eigenschaften sollen im Produkt möglichst wenig verändert werden. Deshalb sind die unterschiedlichen Stoffgruppen der Äpfel zu berücksichtigen. Trubstoffe wie Zellgewebeteile und kolloidal gelöste Substanzen mit hohem Molekulargewicht wie Pektin, stickstoff- und gerbstoffhaltigen Stoffe beeinflussen den Konzentrationsvorgang negativ. Sie verursachen das fouling, also durch Anbrennen entstandener Belag, der den k-Wert verringert. Gleichzeitig kommt es zu thermischen Zersetzungen, die einen erheblichen Einfluss auf Geschmack und Farbe nach sich ziehen. Die Bräunung lehnt der Verbraucher in der Regel ab. Zu diskutieren bleibt in diesem

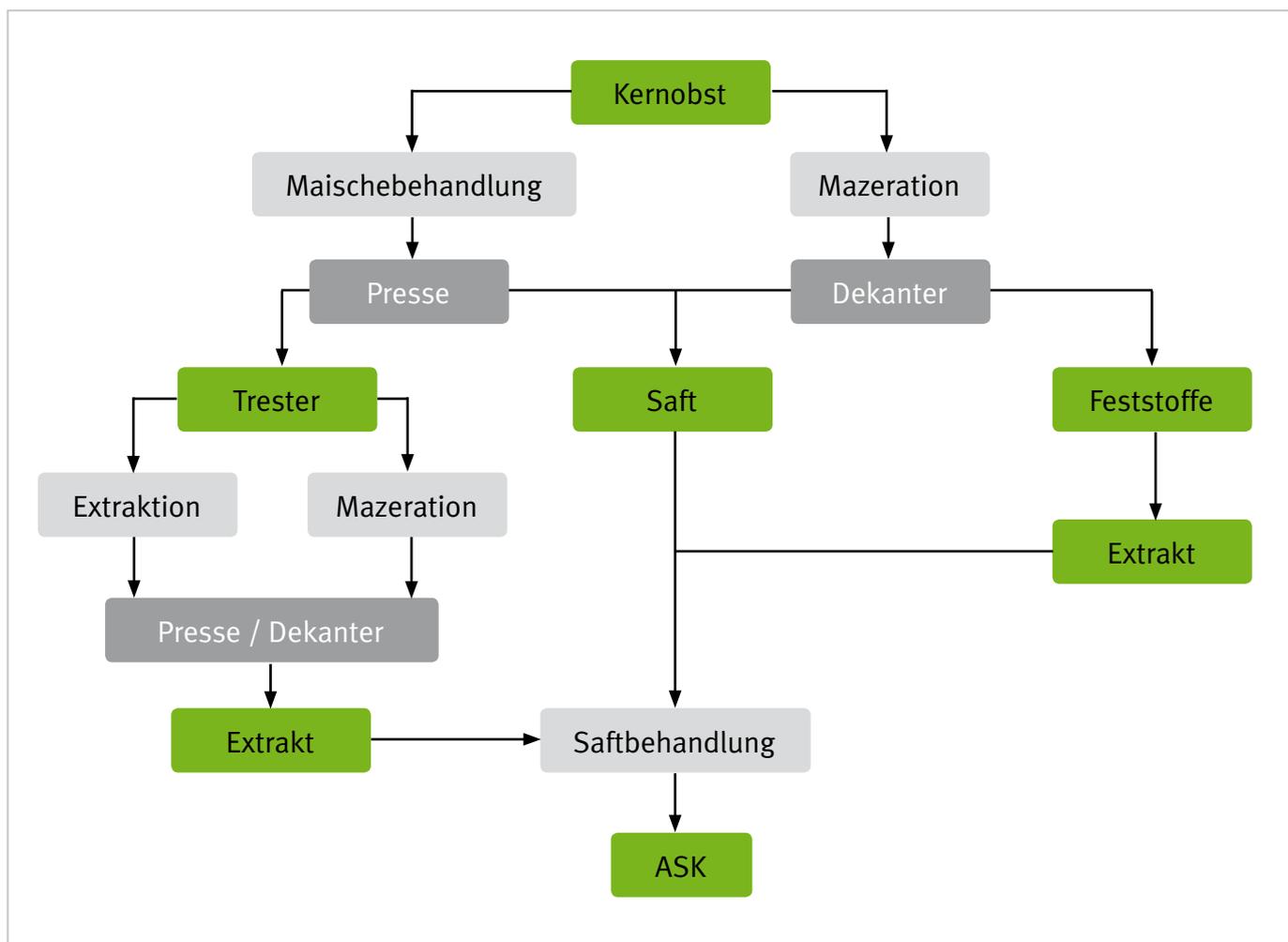


Abb. 4.1.1: Fließdiagramm zur Herstellung von Apfelsaftkonzentrat durch Pressen oder Dekanter

(Birus)