



VdF

VERBAND DER DEUTSCHEN
FRUCHTSAFT-INDUSTRIE E.V.

Apfeltrester

Rohstoff, Wertstoff,
Energieträger

Einleitung / Basics	2
Trester aus der Fruchtsafftherstellung	3
Apfeltrester-Zusammensetzung	4
Verwertung von Apfel-Nass-Trestern	5
Apfeltrester zur Wildfütterung	5
Biokonversion von Trestern	6
Aufbringung auf landwirtschaftliche Flächen	6
Kompostierung	7
Biogasgewinnung – Anaerobe Fermentation	7
Biogas – Wirtschaftlichkeit (Beispiel)	8
Verarbeitung von Apfel(trocken)trestern	9
Gewinnen von Wertstoffen aus Trestern	9
Andere Fruchthaltsstoffe als Wertstoffe	10
Tresterdrying	11
Pektingewinnung aus Apfeltrestern	12
Bio Trester	13
Energetische Verwertung durch Verbrennen	14
Zusammenfassung	15

Einleitung / Basics

Trester **[,treste]** sind die vorwiegend festen Rückstände, die nach dem Auspressen des Saftes von Obst, Gemüse oder Pflanzenbestandteilen, wie Äpfeln, Weintrauben, Karotten oder Tomaten übrigbleiben. Auch die Rückstände vom Mahlen und Pressen von Kaffeebohnen für Espresso und Kaffee, der bei der Herstellung von Olivenöl anfallende Presskuchen sowie die auch Treber genannten Rückstände des Malzes beim Bierbrauen werden als Trester bezeichnet.

— *Wikipedia (DE)*

Trester aus der Fruchtsaftherstellung

Als mengenmäßig wichtigstes Nebenprodukt der Fruchtsaftherstellung werden die bei der Früchteverarbeitung anfallenden Fruchttrester angesehen.

Nach der Kelterstatistik des Verbandes der deutschen Fruchtsaft-Industrie wurden in den letzten 13 Jahren im Durchschnitt jährlich in Deutschland knapp 1,5 Mio. Tonnen Äpfel erzeugt und davon durchschnittlich 470.000 Tonnen zu Apfelsaft verarbeitet*. Unter Berücksichtigung der Saftausbeute und einer zusätzlichen Schätzmenge für vom VdF nicht erfasste Verarbeitungsmengen fallen dabei ca. 150.000 – 250.000 Tonnen Apfeltrester in Deutschland an.

Andere Fruchtarten werden aus Relevanzgründen hier nicht betrachtet.

Die nachfolgenden Informationen sind deshalb maßgeblich auf die Verwertung von Apfeltrestern bezogen. Retentate, Pulpen und Brüden sollen hier ebenfalls nicht weiter betrachtet werden.

Seit einigen Jahren schenkt man der Verwendung von Nebenströmen aus der Industriellen Fruchtverarbeitung eine immer größer werdende Beachtung.

In der Vergangenheit wurden diese Nebenströme sehr häufig nur als Abfall bezeichnet und auch als solcher behandelt.

Heutzutage ist diese Sichtweise jedoch längst überholt. Es ist eindeutig angezeigt, Nebenströme als Wertströme zu betrachten und zu verstehen.

Dieser Wandel hat vielfältige Gründe:

- Die Entsorgung der Nebenströme führt zunehmend zu ökologischen Problemen.
- Die Entsorgung ist mit steigenden Kosten verbunden.
- Die chemisch/technofunktionelle Charakterisierung der Nebenströme schreitet immer weiter fort.
- Es besteht die Notwendigkeit eines nachhaltigen Umgangs mit natürlichen Ressourcen.
- Die Verbraucher wünschen sich natürliche Produkte.

So weit möglich wird Apfeltrester deshalb heute standardisiert verarbeitet. Im Vergleich zu früher bestehen heute weitreichendere Möglichkeiten zur Weiterverarbeitung.

— *VdF-Geschäftsbericht

Apfeltrester-Zusammensetzung

Die Zusammensetzung der Apfeltrester ist unter anderem abhängig von den verarbeiteten Apfelsorten und der Technik der Fruchtsaftgewinnung. Die übliche Fruchtsaftherstellung erfolgt durch mechanisches Auspressen, jedoch werden zusätzliche Methoden zur Ver-

besserung der Ausbeute (Enzymeinsatz, Extraktionsverfahren) eingesetzt. Zusammengefasst und für die Überlegungen zur Verwertung ausreichend genau stellt sich die Zusammensetzung von Apfeltrester wie folgt dar:

Zusammensetzung von Apfeltrestern

Äpfel	Apfeltrester	+	Apfelsaft
100 % Wassergehalt	15 – 25 %	+	75 – 85 %
85 % Wassergehalt	Naßtrester		94,5 % Fruchtfleisch Schalen 4,1 % Samen/Kerne 1,1 % Stiele

Zusammensetzung von Apfeltrestern

Zuckergehalt Saccharose	5,5 %	Lignin	8 – 10 %
Glucose	10 %	Pektin	10 – 13 %
Fruktose	20 – 25 %	Proteingehalt	4,5 %
Polysaccharide Stärke	2 – 15 %	Fette	5 %
Cellulose	12 – 16 %	Wachs	1,7 %
Hemicellulosen	4 – 5 %	Asche	2,5 %

Die ist auch für Trester aus dem Püreeprozess relevant. Zusätzlich sollten auch folgende Fragen beantwortet werden können:

- Wurde die Maische pasteurisiert (sog. „HotBreak“)?
- Sofern mehrstufig produziert wurde, aus welcher Finisher-Stufe stammt dieser Trester?

Es ist also wichtig, sowohl die Rohwaren- als auch die Prozesshistorie eines Tresters zu kennen.

Verwertung von Apfel-Nass-Trestern

Trester aus der Fruchtsaftproduktion sind wertvoll und sollten genutzt werden. Viele Betriebe können sie jedoch nicht trocknen und weiterverarbeiten, daher dienen sie meist als Biogassubstrat, Dünger oder Futtermittel – letztere gelten als weniger ertragreich. Die Bioabfall-Verordnung regelt das Ausbringen von Trestern als Bodenverbesserer. Werden Trester als Dünger eingesetzt, greift die Düngemittelverordnung; aufgrund ihres niedrigen Stickstoffgehalts eignen sie sich meist nur in Kombination mit anderen Düngern. Als Futtermittel nach dem Futtermittelgesetz können Trester direkt oder als Bestandteil von Mischfuttermitteln verwendet werden.

Apfeltrester zur Wildfütterung

Bei der Ernährung der Wildwiederkäuer ist der hohe Wassergehalt der Apfeltrester mehrfach von Vorteil zur Deckung des Wasserbedarfs zur Vermeidung des „Schälens“ (= abfressen

der Rinde). Beim Rotwild ist die Beigabe von Heu sinnvoll, beim Rehwild unnötig. Es ist selbstverständlich, dass nur eine geordnete, gezielte und vom Heger gesteuerte Fütterung sinnvoll ist.



Biokonversion von Trester

In Anwendung der 1998 in Kraft getretenen Bioabfall-Verordnung werden Trester als grundsätzlich geeignet für eine Verwertung auf landwirtschaftlichen Flächen angesehen. Bestimmte

Bioabfälle – insbesondere Fruchttrester – können ohne Behandlung auf landwirtschaftlichen Flächen verwertet werden.

Aufbringung auf landwirtschaftliche Flächen

Nicht verfütterbare Trester können grundsätzlich direkt auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden, jedoch nicht in Wasserschutzebenen der Zone I. In Zone II ist ein Einarbeitungsverbot zu beachten. Nach Bioabfall-VO dürfen bis zu 20 t TS/ha

innerhalb von drei Jahren ausgebracht werden (25 – 35 t Fruchttrester/ha und Jahr, je nach Trockensubstanz). Die zuständigen Behörden müssen die Befreiung von der Untersuchungspflicht genehmigen; meist wird sie widerrufen erteilt.



Kompostierung

Apfeltrester eignen sich gut als Kompostsubstrat, wenn die technischen Bedingungen für den Rotteprozess angepasst werden. Die Kompostierung läuft aerob und mikrobiologisch ab; leicht abbaubare Kohlenhydrate im Trester fördern das Wachstum der Mikroorganismen. Durch den niedrigen pH-Wert werden schädliche Bakterien größtenteils ausgeschlossen. Eine reine Kompostierung von Naßtrester ist nicht möglich; eine Mischung mit strukturgebendem Material wie Heckenschnitt oder Stroh verbessert die Sauerstoffversorgung. Für die Umsetzung sind spezielle Geräte verfügbar. Am sinnvollsten ist die gemeinsame Kompostierung von Apfeltrestern mit kommunalen Bio-Abfällen.

Mehr Informationen dazu durch die BGK

BGK-Bundesgütegemeinschaft

Kompost e.V.

Von-der-Wettern Str. 25

D-51149 Köln-Gremberghoven

Telefon +49 (0) 22 03 / 358 37-0

Telefax +49 (0) 22 03 / 358 37-12

E-Mail: [info\(at\)kompost.de](mailto:info(at)kompost.de)

Biogasgewinnung – Anaerobe Fermentation

Die Nutzung von Fruchttrestern als erneuerbare Energiequelle ist gängige Praxis in der Landwirtschaft, meist durch Biogasanlagen. Hier werden organische Bestandteile unter anaeroben Bedingungen zu brennbaren Gasen wie Methan, Wasserstoff, Ammoniak und Schwefelwasserstoff abgebaut. Beim Verbrennen von Bio-

gas entsteht Energie, die zur Wärme-gewinnung oder Stromerzeugung genutzt wird. Dieses Verfahren verbindet Kraft-Wärme-Kopplung und ermöglicht die effiziente Nutzung der erzeugten Abwärme. Die verbleibenden Reststoffe können unbedenklich als Dünger auf Feldern ausgebracht werden.

Biogas – Wirtschaftlichkeit (Beispiel)

Aus 1 t Apfel(naß)trester entstehen etwa 300 m³ Biogas, das einem Heizwert von 1800 kWh oder 160 Litern Heizöl entspricht. Das EEG legt für Strom aus Biomasseanlagen einen Höchstwert von 16,07 Cent/kWh (2023) fest, der jährlich um 1 % sinkt. Nach Anpassung durch das Biogaspaket 2025 sind viele Biogasanlagen ohne Anschlussförderung wirtschaftlich gefährdet. Die Betreiber fordern flexible Fördermodelle für den Weiterbetrieb. Es lohnt sich zu prüfen, ob Trester wirtschaftlich in einer Bio-

gasanlage verwertet werden kann, besonders durch Kooperation mit Landwirten, die Silolagerflächen besitzen und Trester als Dünger nutzen.

Weitere Informationen bietet:

Fachverband Biogas e.V.,
Angerbrunnenstraße 12
85356 Freising
Tel.: +49 8161 984660
E-Mail: info@biogas.org



Verarbeitung von Apfel(trocken)restern

In einer sicherlich unvollständigen Aufzählung von Literaturhinweisen zur Tresterverwertung ist hier beispielhaft aufgeführt, wozu Trester schon verwertet wurden:

- Tierfutter
- Lebensmittelzusatzstoffe
- Heizmaterial
- Pektingewinnung
- Biogasgewinnung
- Alkoholproduktion durch Vergärung
- Fermentationssubstrat für Zitronensäure-Butanol
- Enzyme und für Futterhefe/Einzellerprotein
- Apfeln-Kern-Öl
- Apfelwachs
- Oxalsäure
- Xyloglucan Gewinnung durch Extraktion
- Apfelaromagewinnung
- Apfelleder
- andere Produktionen

Der Bereich der Lebensmittelzusatzstoffe und Pektinherstellung wird im Weiteren noch näher betrachtet.

Gewinnen von Wertstoffen aus Trester

Trester enthalten viele wertvolle Inhaltsstoffe, da schwer lösliche Bestandteile dort verbleiben. Bioaktive Pflanzenstoffe ermöglichen eine breite Auswahl an Lebensmitteln, die zur besseren Ernährung beitragen. Immer mehr Verfahren helfen dabei, aus Apfeltrester hochwertige Zutaten und Zusatzstoffe zu gewinnen. Beispielhaft soll hier Aromaträgerstoff für die Teeindustrie oder als Zusatzstoff für Kakaoprodukte genannt werden.

Andere Fruchthaltsstoffe als Wertstoffe

Polyphenole aus Früchten wirken krebsvorbeugend und können funktionellen Getränken oder als natürliche Antioxidantien in Lebensmitteln zugesetzt werden. Für ihre Gewinnung werden neue Verfahren entwickelt, um Verwertungsprobleme zu lösen. Trester

eignen sich außerdem zur Gewinnung pflanzlicher Enzyme, insbesondere Proteasen, die in der Kosmetik gefragt sind und gentechnikfrei angeboten werden können. Die Extraktion von Aroma- und Farbstoffen aus Treestern ist technisch aufwendig.

Verwertungsmöglichkeiten von Apfeltrestern

stofflich

Biokonversion

- Kompostherstellung
- Bodenverbesserung
- Fermentationssubstrat
- Alkoholgewinnung

Futtermittelherstellung

- direkte Verfütterung ggf. nach Haltbarmachung durch Silage

Wertstoffgewinnung

- Gewinnen von Inhaltsstoffen durch Extraktion (Pektin, Ballaststoffe, Aroma etc.)
- Gewinnen von Fermentationsprodukten

energetisch

direkte Verbrennung nach Trocknung im Feststoffbrenner

Biogasgewinnung in Gasbrennern

nach Trocknungen/
Lagerung in Brennstoffzellen

Eine ideale bzw. zu empfehlende Verwertungsmöglichkeit ist immer abhängig von einer Reihe von Einflussfaktoren, die berücksichtigt werden müssen:

Art, Menge und Verarbeitungsstadium der anfallenden Trester sowie Standort, Logistik und last but not least die Wirtschaftlichkeit der Tresterverwertung im Kontext der gesamten Fruchtverarbeitung.

Tresterrocknung

Trommeltrockner (Dreizugtrommeln) sind für die Trocknung bewährt und werden meist direkt oder über eine kontinuierliche Bandpresse beschickt. Ein Gas-, Öl- oder Holzbrenner liefert die benötigte Heißluftmenge direkt oder indirekt; zu hohe Temperaturen führen jedoch zu unerwünschten Verfärbungen im Produkt (Maillard-Reaktion). Die getrockneten Trester trennt ein Zyklon aus dem Luftstrom und lagert sie zwischendurch im Silo. Die wirtschaftliche Größe des Trommeltrockners ist durch Dimensionierung und Kapazität begrenzt. Eine Immissionsgenehmigung nach BImSchG ist vorab einzuholen.

Als weiterer Wirtschaftlichkeitsfaktor muss der Trockensubstanzgehalt der Trester nach der Presse beachtet

werden. Die zu verdampfende Wassermenge ist für die Trockner-Kapazität und die Energiekosten maßgeblich. Durch Optimierung der Presskapazität sollte mind. 25 % TS im Trester nach der Presse erreicht werden.

Als wichtiger Vorteil ist die Existenz bzw. die Verfügbarkeit einer Trocknungsanlage zu betrachten. Selbst bei ungünstigen Bedingungen (schlechte Rohware, hohe Energiekosten usw.) sind Trockentrester heute ein gefragter Rohstoff in der Rohwaren- und Lebensmittelindustrie.

Vornehmlich wird in Deutschland aus Apfeltrestern unter anderem das natürlich im Apfel enthaltene Pektin gewonnen.



Pektingewinnung aus Apfeltrestern

Pektin ist eine gefragte Lebensmittelzutat, die aus Trockentrester gewonnen wird und als Geliermittel, Stabilisator und Emulgator vielseitig Verwendung findet – zunehmend auch in veganen Alternativen. Hauptquelle für die industrielle Gewinnung ist Apfeltrester, sofern Gehalt, Gelierkraft, Farbe und Restfeuchte den Qualitätsanforderungen entsprechen.

Der Pektingehalt wird maßgeblich von Apfelsorte, Herkunft und Erntezeit bestimmt; eine zeitnahe und kontinuierliche Verarbeitung der Trester vermeidet Verluste. Enzyme bauen Pektin bei höheren Temperaturen sowie langen Standzeiten schnell ab. Deshalb sollten Maische und Trester kühl und zügig verarbeitet werden. Bereits Temperaturen über 18 °C und Standzeiten über 30 Minuten schaden der Gelierkraft.

Bräunung ist unerwünscht. Sie entsteht enzymatisch oder chemisch (Maillard-Reaktion) und wird durch hohe Temperaturen und lange Lagerung verstärkt. Eine möglichst geringe Einwirkung von Hitze und Sauerstoff schützt Farbe und Qualität. Für die Haltbarkeit muss Apfeltrester auf unter 8 % Wassergehalt getrocknet werden, da sonst mikrobielle Prozesse einsetzen.

Der aus dem Pektin-Prozess anfallende „entpektinisierte“ Trester dient üblicherweise als Basis zur Herstellung von hochwertigen Futtermitteln in loser oder gepresster Form. Dem Wertschöpfungs- und Nachhaltigkeitsgedanken folgend können daraus aber auch funktionale Faserstoffe für die Lebensmittel und Kosmetik-Industrie bereitgestellt werden. Die Fasern zeichnen sich durch hohe Wasserbindekapazitäten aus, welche beispielsweise bei der Herstellung von fett-reduzierten Lebensmitteln Einsatz finden können.

Weitere Informationen bietet :

Herbstreith & Fox GmbH & Co. KG

Pektin-Fabriken, Turnstraße 37

D-75305 Neuenbürg/Württ.

Tel.: +49 7082 7913-0

Fax: +49 7082 20281

E-Mail: info@herbstreith-fox.de

Internet: www.h-f.group

www.herbstreith-fox

Bio Trester

Durch den Bio-Boom und die immer mannigfaltigeren Einsatzmöglichkeiten von Bio-Trocken-Trester haben wir heute in Deutschland einen Engpass für Bio Trester.

Zum einen ist die Rohware der begrenzende Faktor, zum anderen, die begrenzte Kapazität geeigneter, bzw. zertifizierter Weiterverarbeitungsanlagen.

Durch den Entzug von Wasser, potenzieren sich die Schadstoffe in der Trockenmasse, was immer wieder zu Problemen mit den strengen Grenzwerten für Bioware führt. So können im Apfel und im Naßtrester die Grenzwerte noch eingehalten worden sein, im Trockentrester sind dann aber evtl. einzelnen Grenzwerte für z.B Pestizide überschritten, was in diesem Fall den Trockentrester für Bio-Ware untauglich macht.

Energetische Verwertung durch Verbrennen

So kann es sinnvoll sein, Trester zu trocknen und danach teilweise wieder thermisch zu verwerten (verbrennen) um die Energieversorgung des Betriebes zu gewährleisten. Das ist wiederum abhängig von Energiepreisen für Strom/ Gas, Energiebedarf und gegebenen Alternativen der Tresterverarbeitung.

Die energetische Nutzung der Trockentrester und die „Biomassen-Beheizung“ der Trocknungsanlage sind als ökologisch sinnvoll zur Schonung der Ressourcen anzusehen.

Trester sind wie andere Biobrennstoffe als CO₂-neutral einzustufen.

Wirtschaftliche Aspekte sind die weitgehende Unabhängigkeit von der Entsorgung durch Dritte Gewinnung von Energie und Flexibilität für andere Verwertungswege, wie Trockentrestererzeugung oder Mischfutterherstellung.

Unter solchen Überlegungen sind auch große Investitionen in Trocknungs- und Feststoff-Verbrennungsanlagen ökonomisch und ökologisch sinnvoll.

Solche Anlagen sind nach immissionsrechtlichen Bestimmungen genehmigungsbedürftig. Wichtigste Auflage ist die Entstaubung der Abluft, die mit recht aufwendigen Filteranlagen bewirkt werden muss.

Die anfallende Asche kann je nach Grad der Schwermetallbelastung, als Dünger verwertet werden.

Überschlagsrechnung für Ertrag aus Trester Trocknung wie folgt :

$$\begin{aligned} 1.000 \text{ t Äpfel} &= 150 \text{ t Nasstrester} \\ &\quad (\text{TS ca. 25 \%}) \\ &= \text{ca. 3,5 \% Trockentrester} \\ &\quad \text{auf Apfelmenge} \\ &= 35 \text{ t Trockentrester} \\ &\quad (\text{TS >90\%}) \end{aligned}$$

Zusammenfassung

Bisher wird der Saft- oder Püreeprozess häufig von der Tresterverwertung entkoppelt betrachtet. Es geht also darum, möglichst viele wertvolle Inhaltsstoffe in den Saft zu überführen, da der Saft oder das Püree (noch) das Hauptprodukt der Verarbeitung darstellt. Es kann jedoch aus den hier vorgestellten Gründen sinnvoll sein, bereits vor der Fruchtverarbeitung auch eine geeignete Verwertungsstrategie für die entstehenden Trester zu erstellen. Das ausschließliche Ausbringen der Nebenströme auf landwirtschaftliche Flächen bzw. Deponien stellt jedoch heute die schlechteste Möglichkeit dar. (Banerjee et al. 2017).

Die anaerobe Fermentation von Trestern zur Biogasgewinnung kann dann ein Weg der Verwertung sein, wenn in Kooperation mit Landwirten die Zwischenlagerung und die Ausbringung der Reststoffe auf landwirtschaftliche Flächen organisiert werden kann und eine Aufwertung/Trocknung der Trester aus betriebswirtschaftlichen Überlegungen keinen Sinn für den einzelnen Betrieb ergibt.

Die eigene energetische Verwertung von Trestern ist dann sinnvoll, wenn Anfallmengen und technologische Anforderungen ein ökonomisch und ökologisch sinnvolles Gesamtkonzept ergeben.

Die Maßgabe, einen möglichst hohen Ertrag aus der Fruchtverarbeitung zu erzielen, kann nur dann erfolgreich umgesetzt werden, wenn auch die Trester durch geeignete Prozessschritte aufgewertet und verwendet werden.



Mainzer Straße 253
53179 Bonn

Telefon: +49 228/95 46 0 - 0
Telefax: +49 228/95 46 0 - 30
E-Mail: info@fruchtsaft.org
www.fruchtsaft.de

Redaktion/Gestaltung:
WPR COMMUNICATION
Berlin, Sankt Augustin

Ersteller:
Andreas Niesig
ANIB Interim Management und Beratung
Am Wittumsacker 2b
64401 Groß-Biebrau
anib@dg-email.de