

technik-programm

► Rüben-Extraktionsanlagen

Die kontinuierlich arbeitende

BMA-Extraktionsanlage

wird zur Extraktion von Zucker aus

Rübenschnitzeln eingesetzt.

Nach Durchlaufen von Gegenstrom-

Schnitzelmaische und

Extraktionsturm entsteht ein Rohsaft

von hoher Reinheit,

großem Trockensubstanzgehalt

und niedriger Temperatur.

Sterile Arbeitsweise unter

Luftabschluss reduziert

Infektionen und damit

verbundene Zuckerverluste

auf ein Minimum.



BMA 



Seit vielen Jahrzehnten ist BMA das weltweit führende Unternehmen in Entwicklung und Bau von kontinuierlich arbeitenden Rüben-Extraktionsanlagen. BMA-Rüben-Extraktionsanlagen gehören zu den technologisch und wärmewirtschaftlich effizientesten arbeitenden Extraktionsanlagen.

Die Neuentwicklung des nicht mehr mit Bodensieben, sondern nur noch mit Seitensieben ausgestatteten Extraktionsturmes bringt deutliche Vorteile hinsichtlich Betriebssicherheit, Infektionsminimierung sowie Instandhaltung und Wartung. Mit dem neuen Konzept und einer erweiterten

Baureihe sind mit BMA-Extraktionsanlagen jetzt tägliche Rübenverarbeitungsleistungen von über 16.000 t in einer Einheit möglich.

Die kontinuierlich arbeitende BMA-Extraktionsanlage wird zur Extraktion von Zucker aus Rübenschnitzeln eingesetzt. Nach Durchlaufen von Gegenstrom-Schnitzelmatsche und Extraktionsturm entsteht ein Rohsaft von hoher Reinheit, großem Trockensubstanzgehalt und niedriger Temperatur. Sterile Arbeitsweise unter Luftabschluss reduziert Infektionen und damit verbundene Zuckerverluste auf ein Minimum.

Rüben-Extraktionsanlage

Technologische Grundlagen

Bei der Fest-Flüssig-Extraktion wird den Zellen der Zuckerrübenschnitzel die darin enthaltene Saccharose mit Wasser als Extraktionsflüssigkeit entzogen. Da die Zellwände für Saccharosemoleküle undurchlässig sind, müssen sie vor der eigentlichen Extraktion denaturiert werden. Ein Teil der Zellwände wird bereits beim Schneiden der Rüben mechanisch zerstört, der Hauptteil jedoch erst durch thermische Einwirkung in kurzer Zeit denaturiert.

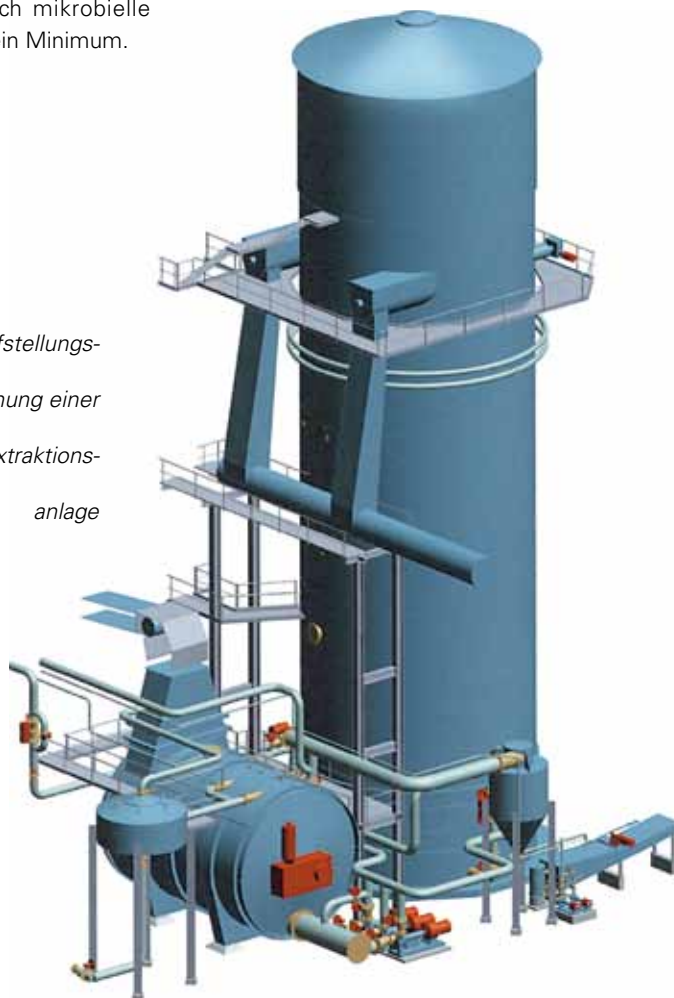
Ziel einer hinsichtlich Technologie und Energie wirtschaftlich arbeitenden Extraktionsanlage ist es, einen Rohsaft von hoher Reinheit, hohem Trockensubstanzgehalt und niedriger Temperatur zu gewinnen. Gegenstromarbeit bei Schnitzeln und Extraktionsflüssigkeit, vollständige Presswasserrücknahme und niedrige Extraktionswassermengen führen zu diesem Ziel. Eine unter Luftabschluss stattfindende Arbeitsweise reduziert Infektionen und damit Zuckerverluste durch mikrobielle Saccharosezerstörung auf ein Minimum.

Die **BMA-Rübenextraktionsanlage** ist in zwei Hauptkomponenten für unterschiedliche verfahrenstechnische Aufgaben unterteilt:

- **Gegenstrom-Schnitzelmaische** für den thermischen Zellaufschluss, den Wärmeaustausch zwischen eintretenden Schnitzeln und austretendem Saft sowie für die Entschäumung
- **Extraktionsturm** für die Fest-Flüssig-Extraktion der Saccharose aus den Schnitzelzellen durch Anwendung des Gegenstrom-Prinzips

Beide Komponenten, Gegenstrom-Schnitzelmaische und Extraktionsturm, sind über Rohrleitungen und spezielle Pumpen miteinander verbunden und arbeiten als eine gemeinsame Einheit.

CAE-Aufstellungs-
planung einer
BMA-Extraktions-
anlage





Verfahrensbeschreibung

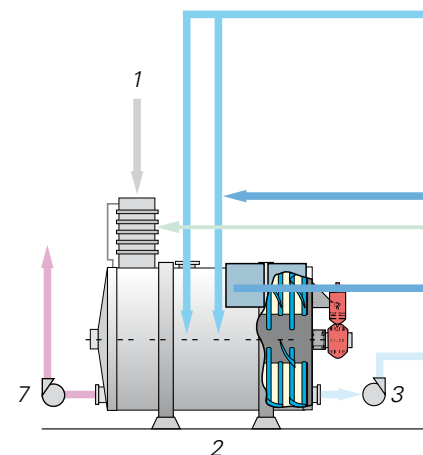
Die gewaschenen und geschnittenen Rüben werden über einen Einfüllschacht in die Gegenstrom-Schnitzelmaische eingebracht. Hier werden die Schnitzel mit Saft aus dem Extraktionsturm angewärmt und für den Austritt der Zuckermoleküle durchlässig gemacht. Das in der Gegenstrom-Schnitzelmaische gebildete Schnitzel-Saft-Gemisch wird mit drehzahlregulierbaren Schnitzelpumpen unten in den Extraktionsturm gepumpt.

Im Extraktionsturm werden die Schnitzel mit Hilfe von Transportflügeln und Aufhaltern in dichter Packung gleichmäßig nach oben transportiert, wobei die Extraktion der Zuckermoleküle aus den Rübenzellen stattfindet. Die extrahierten Schnitzel werden am oberen Ende des Turmes mit zwei Ausziehschnecken aus dem Turm ausgetragen und in den nachgeschalteten Schnitzelpressen mechanisch entwässert. Das hier anfallende, leicht zuckerhaltige Presswasser wird vollständig in den Extraktionsturm zurück genommen.

Die Extraktionsflüssigkeit besteht aus Frisch- und Presswasser und wird in zwei getrennten Ebenen in den Turm eingeführt. Die Extraktionsflüssigkeit fließt im Gegenstrom zu den Schnitzeln nach unten und reichert sich dabei aufgrund des stets vorherrschenden Konzentrationsgefälles mit Zucker an. Der dabei entstandene Saft wird im Unterteil des Extraktionsturmes durch über den gesamten Umfang integrierte Sei-tensiebe abgezogen und fließt nach Passieren eines Sandabscheiders zur Gegenstrom-Schnitzelmaische.

Ein Teil des Saftes dient dazu, ein pumppfähiges Gemisch mit den Schnitzeln herzustellen, der andere Teil durchströmt das Wärmeaustauschabteil der Gegenstrom-Schnitzelmaische, gibt einen großen Teil der enthaltenen Wärme an die frischen Schnitzel ab und verlässt als sogenannter „kalter“ Rohsaft über in der Stirnwand eingebaute Siebe zur weiteren Verarbeitung in der Saftreinigung die Gegenstrom-Schnitzelmaische.

Extraktions-
turm

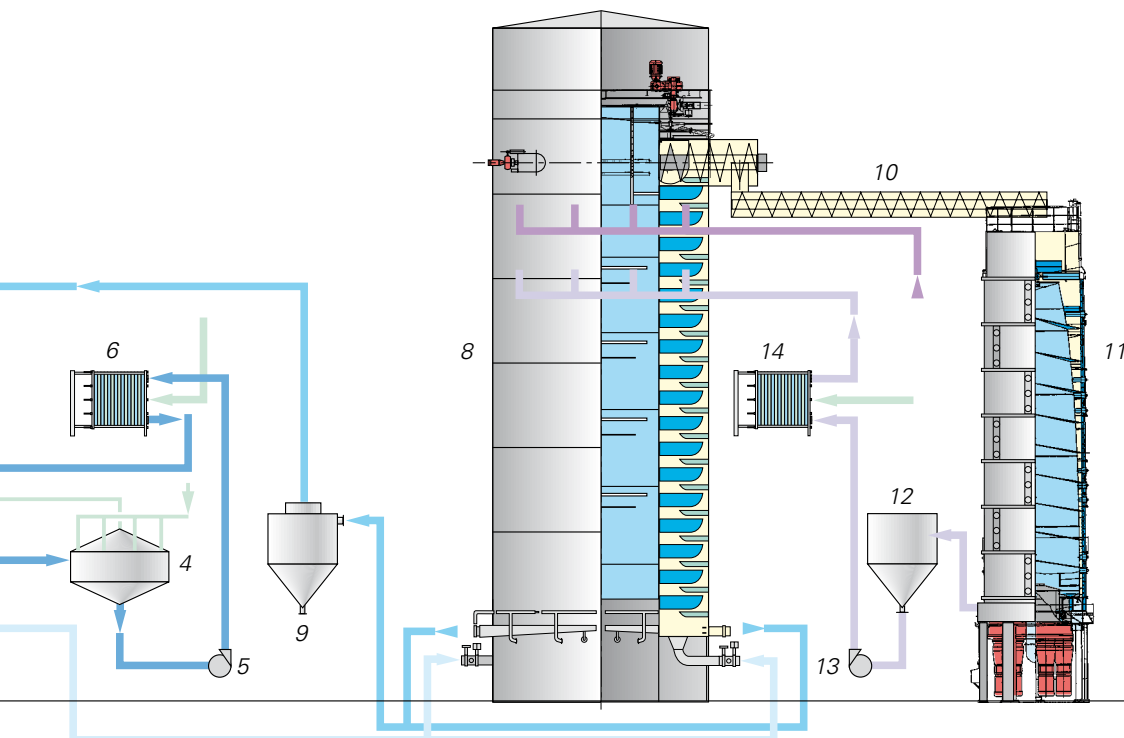




Produktion
von
BMA-Extraktions-
anlagen

- ▶ Rohsaft
- ▶ Turmsaft
- ▶ Entschäumter Saft
- ▶ Schnitzel-Saft-Gemisch
- ▶ Presswasser
- ▶ Frischwasser
- ▶ Dampf

1. Frische Schnitzel
2. Gegenstrom-Schnitzelmaische
3. Schnitzel-Saft-Pumpe
4. Entschäumungsgefäß
5. Pumpe für entschäumten Saft
6. Wärmer für entschäumten Saft
7. Rohsaftpumpe
8. Extraktionsturm
9. Sandabscheider
10. Transportschnecke
11. Schnitzelpresse
12. Presswasserbehälter
13. Presswasserpumpe
14. Wärmer für Presswasser





Die Gegenstrom-Schnitzelmaische ist in ein Wärmeaustausch- und ein Maischabteil unterteilt.

Die frischen kalten Schnitzel werden am Eingang des Wärmeaustauschabteils unter Luftabschluss in die Gegenstrom-Schnitzelmaische eingebracht. Die Anordnung und Ausführung der Transportflügel und Aufhalter im Wärmeaustauschabteil sowie eine stufenlose Verstellung der Maischenwellendrehzahl ermöglichen eine für den optimalen Wärmeaustausch erforderliche homogene und dichte Schnitzelpackung.

Der im Gegenstrom zu den Schnitzeln abgekühlte Rohsaft wird über ein in der Stirnwand eingebautes Sieb abgezogen. Dieses Sieb, das aus doppelt konischen Edelstahldrähten besteht, hat eine freie Siebfläche von 34 %.

Im Maischabteil der Gegenstrom-Schnitzelmaische wird die dichte Schnitzelpackung des Wärmeaustauschabteils aufgelockert, die Anwärmung der Schnitzel vervollständigt und ein pumpfähiges Gemisch aus Schnitzeln und Saft hergestellt.

Der **Temperaturverlauf** innerhalb der Gegenstrom-Schnitzelmaische zeigt einen steilen Anstieg im Bereich des mikrobiologisch ungünstigen Temperaturbereiches zwischen 30 und 40°C. Dadurch, dass dieser Bereich schnell durchlaufen wird, ist die Gefahr von Infektionen auf ein Minimum reduziert. Auch der aus der Gegenstrom-Schnitzelmaische abgezogene Rohsaft sollte aus dem gleichem Grund eine Temperatur von unter 30°C haben.

Ein besonderes Merkmal der Gegenstrom-Schnitzelmaische ist die Herstellung von solchem „kaltem“ Rohsaft, dessen Temperatur je nach Rohsaftabzug 10 - 15 K über der Temperatur der frischen Schnitzel liegt. Dieser kalte Rohsaft kann dann im weiteren Produktionsprozess mit sonst ungenutzter Abfallwärme (Kristallisationsbrüden, Kondensat) angewärmt werden. Auf diese Weise sind Dampfeinsparungen von 5 bis 7 % a.R. gegenüber Extraktionsanlagen, die ohne Gegenstrom-Schnitzelmaische arbeiten, möglich.

Die theoretisch erreichbare Temperaturdifferenz zwischen abgezogenem Rohsaft und den frischen Schnitzeln hängt bei entsprechender Packungsdichte von der Differenz der Temperatur im Maischabteil und der Temperatur der frischen Schnitzel sowie von der Höhe des Rohsaftabzuges ab. Dieser Zusammenhang ist in der Abbildung auf Seite 5 dargestellt.

Die praktisch erreichbare Temperaturdifferenz zwischen Rohsaft und den frischen Schnitzeln wird durch den Wärmeaustauschwirkungsgrad beeinflusst, der - je nach Schnitzelqualität und davon abhängiger Packungsdichte - zwischen 90 und 95 % liegt.

Für die optimale Arbeit der Gegenstrom-Schnitzelmaische und die Sterilität der gesamten Anlage ist eine wirksame **Entschäumung** von großer Bedeutung. Schaum kann z. B. durch bei der Denaturierung der Rübenzellen freigesetzte Gase oder bei der Verarbeitung von nicht ausgereiften oder mikrobiologisch geschädigten Rüben entstehen. Auch die mit dem Schnitzelhauwerk eingetragene Luft kann sich verstärkend auf die Schaumentstehung auswirken.

Über ein Spaltsieb im oberen Bereich des Maischabteils wird der Schaum zusammen mit einem Teilstrom Saft aus der Gegenstrom-Schnitzelmaische entfernt und in dem nachgeschalteten Entschäumer mit Dampf bzw. bei Bedarf mit einem Gemisch aus Dampf und Schaumdämpfungsmittel niedergeschlagen.

Die für die Denaturierung der Schnitzellen und für die Extraktion erforderliche Wärmemenge wird, außer über das Frisch- bzw. Presswasser, über den Saftteilstrom des Entschäumerkreislaufes dem System zugeführt. In diesem Kreislauf ist ein Wärmer installiert, der den im Kreislauf geführten Saft in der Größenordnung von 80 % a.R. auf ca. 80°C erwärmt. Zusätzlich ergibt sich durch diese Anwärmung ein in mikrobiologischer Hinsicht positiver Effekt einer Teilstromsterilisation, wodurch die Keimzahl im Saft deutlich reduziert wird.



Gegenstrom-Schnitzelmaische

für optimalen

Wärmeaustausch



Alle mit den Schnitzeln in Berührung kommenden Bauteile der Gegenstrom-Schnitzelmaische werden aus korrosionsbeständigem Stahl hergestellt oder sind mit Edelstahl verkleidet.

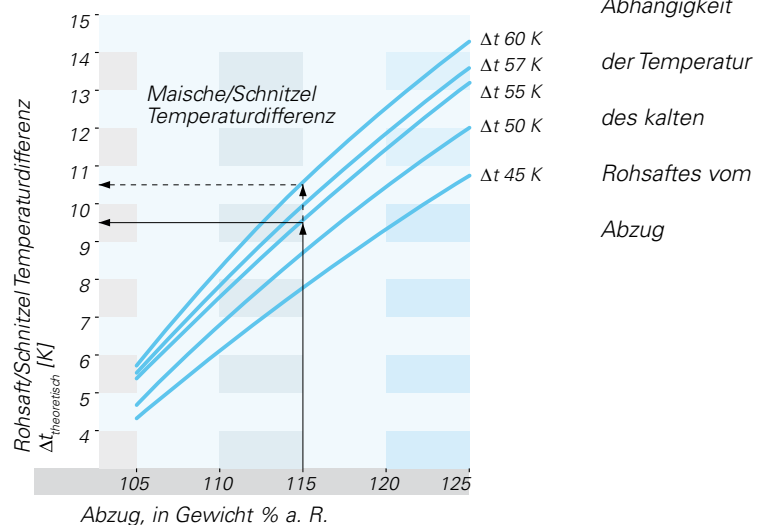
Für die **Mess- und Regeltechnik**, die bei der Gegenstrom-Schnitzelmaische eingesetzt wird, gilt: Zur Denaturierung der Schnitzel im Maischabteil der Gegenstrom-Schnitzelmaische ist es wichtig, dass die erforderliche Temperatur von ca. 70°C genau eingehalten wird. Dies wird durch kontrollierte Anwärmung des entschäumten Saftes erreicht und kann in Abhängigkeit von der Temperatur im Maischabteil automatisiert werden.

Zur Erzielung einer möglichst niedrigen Rohsafttemperatur ist eine Kontrolle der Schnitzelfüllung im Wärmeaustauschabteil zwingend erforderlich. Bei der dafür eingesetzten Füllgradregelung wird die Drehzahl der Maischenwelle in Abhängigkeit von der Stromaufnahme des Antriebsmotors variiert. Der Füllstand in der Gegenstrom-Schnitzelmaische wird durch Drehzahlregelung der Schnitzelpumpen konstant gehalten.

Der auf 80°C angewärmte entschäumte Saft wird vor Eintritt in die Gegenstrom-Schnitzelmaische in den kälteren Turmsaft eingemischt, so dass örtliche Überhitzungen mit den bekannten negativen Auswirkungen auf die Schnitzelstruktur ausgeschlossen sind.

Der **Antrieb** der Gegenstrom-Schnitzelmaische erfolgt über ein Aufsteckgetriebe mit Sicherheitskupplung und angeflanschem Elektromotor, dessen Drehzahl stufenlos verstellt werden kann.

Sowohl das Stirnsieb für den Rohsaftabzug als auch das Entschämersieb werden von beweglichen Abstreifern, die sich auf den drehenden Transportflügeln befinden, sauber gehalten.



Das neue Konzept der BMA-Turmextraktion

Der BMA-Extraktionsturm besteht aus dem zylindrischen Turmkörper, der mit Aufhaltern versehen ist, der Transportwelle mit aufgesetzten Transport- und Verteilerflügeln, dem Antrieb, den Ausziehschnecken und dem Unterteil mit Seitensieben. Der eigentliche Extraktionsraum, dessen Geometrie gegenüber der bisherigen Version optimiert wurde, ist der Ringraum zwischen Außenzarge und innerer Transportwelle.

Eines der charakteristischen Merkmale des bisher bekannten BMA-Extraktionsturmes ist der Abzug des Turmsaftes über Boden- und Seitensiebe. Die maximale Belastung der Bodensiebe liegt bei ca. $65 \text{ m}^3/[\text{m}^2 \cdot \text{h}]$. Dieser Wert ist begrenzt durch das darüber liegende Schnitzelpaket, welches die Strömung beeinflusst.

Testreihen haben gezeigt, dass die spezifische Durchsatzleistung der Seitensiebe im Gegensatz zu den Bodensieben problemlos bis zu $200 \text{ m}^3/[\text{m}^2 \cdot \text{h}]$ gesteigert werden kann. Beim neuen Extraktionsturm erfolgt der Turmsaftabzug ausschließlich über völlig neu gestaltete Seitensiebe.

Das in der Gegenstrom-Schnitzelmaische aufbereitete Schnitzel-Saft-Gemisch wird mit den Schnitzelpumpen zum Extraktionsturm gefördert und über Stutzen in der Bodenplatte von unten gegen die Strömungs- bzw. Drehrichtung eingepumpt. Großflächige Verteilerflügel sorgen dafür, dass die Schnitzel sich gleichmäßig auf den Extraktionsquerschnitt verteilen und schnell nach oben gefördert werden. Dadurch entsteht im Bereich der Seitensiebe eine Zone, in der sich vorwiegend Saft befindet, wodurch der ungehinderte Saftabzug ermöglicht wird.

Durch eine optimale Anordnung von Transportflügeln und Aufhaltern werden die Schnitzel schonend durch den Extraktionsraum nach oben transportiert und dort mit Ausziehschnecken aus dem Turm gefördert.

Die Anordnung der Transportflügel und Aufhalter ermöglicht eine hohe und über dem gesamten Querschnitt gleichmäßige Schnitzelfüllung im Turm. Es ist deshalb möglich, schon bei einer Extraktionszeit von 105 Minuten einen Rohsaftabzug von 110 % a.R. bei 0,25 % a.R. Saccharoseverluste zu erzielen. Die Praxis hat gezeigt, dass solche Ergebnisse selbst bei hohen Musanteilen erreicht werden. Den Zusammenhang zwischen Saftabzug, Extraktionszeit und Saccharoseverlust zeigt die Abbildung unten.

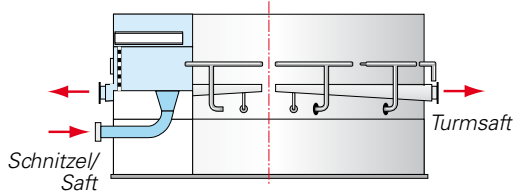
Die Extraktion des Zuckers aus den Schnitzeln erfolgt innerhalb des Extraktionsturmes im Gegenstrom durch Frisch- und Presswasser. Während das Frischwasser unterhalb der Ausziehschnecken verteilt auf den gesamten Extraktionsquerschnitt zugegeben wird, erfolgt die Einspeisung des Presswassers in eine dem Zuckergehalt der umgebenden Extraktionsflüssigkeit entsprechende Turmzone.

Anstelle der bisherigen Bodensiebe ist das **Turmunterteil** mit einem massiven Boden aus korrosionsbeständigem Stahl versehen.

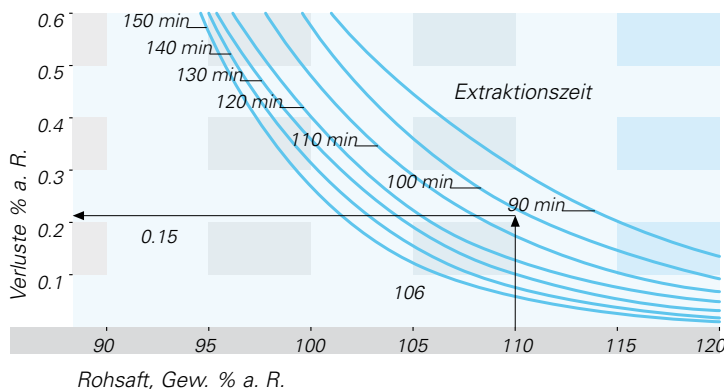
Der Vorteil der neuen Konstruktion besteht in dem Wegfall der Bodensiebe und deren Siebabstreifer, so dass diese nicht durch Fremdkörper zerstört werden können und die Wartung nach der Kampagne entfällt. Hierdurch reduzieren sich nicht nur die Investitions- sondern auch die Wartungskosten.

Ein weiterer und entscheidender Vorteil der neuen Bodenkonstruktion besteht darin, dass die Infektionsgefahr deutlich verringert werden kann, weil es die infektionsgefährdeten Saftzonen unterhalb der Bodensiebe nicht mehr gibt, wodurch ein sterilerer Turmbetrieb möglich ist.

Neue Konstruktion
des Turmunterteils



Abhängigkeit der Extraktions-
verluste von Rohsaftabzug
und Extraktionszeit



Wie bereits erwähnt, können die Seitensiebe bis zu einer Belastung von $200 \text{ m}^3/[\text{m}^2 \cdot \text{h}]$ belastet werden. Um eine ausreichende Sicherheit zu gewährleisten, wurde für die Auslegung die Siebbelastung des neuen Turmes auf $100 \text{ m}^3/[\text{m}^2 \cdot \text{h}]$ begrenzt.

Die **Seitensiebe** sind vollständig in den äußeren Mantel integriert, so dass die herkömmlichen Saftkammern entfallen konnten und die Siebe eine glatte Wandung mit der Turm-Außenhaut bilden.

Die Gestaltung der Saftabführung innerhalb und außerhalb der Siebe ermöglicht eine 100%ige Durchströmung, wodurch jede Möglichkeit für Ablagerungen vermieden wird.

Die Rundumsiebe haben eine leicht geänderte Spaltweite. Eine Gefahr der Beschädigung der Seitensiebe ist aus Erfahrung nicht gegeben. Als Sicherheitsmaßnahme sind trotzdem Spülleitungen vorgesehen, um bei eventuell auftretenden Störungen, z. B. durch schlechtes Schnitzelmaterial, die Siebe freispülen zu können.

Die Saftsammelkammern brauchen nach der Kampagne nicht geöffnet zu werden, wodurch die Wartungskosten reduziert werden.

Der **Antrieb** der Transportwelle des Extraktionsturmes erfolgt über mehrere drehzahlverstellbare Antriebseinheiten. Um die großen Drehmomente sicher und störungsfrei übertragen zu können, die beim Betrieb mit hohen Füllgraden auftreten, hat BMA zusammen mit Getriebebaufirmen einen Spezialantrieb entwickelt, bei dem die Antriebsritzel so flexibel gelagert sind, dass immer eine genaue Flankenparallelität zum Großrad sichergestellt ist. Das übertragene Drehmoment einer Antriebseinheit wird ständig gemessen und überprüft.

Das überarbeitete Antriebskonzept sieht bei einem veränderten Übersetzungsverhältnis zwischen Ritzel und Großrad eine Reduzierung der Anzahl der Antriebseinheiten vor; diese sind nunmehr als zentrisch angeordnete Planetengetriebe ausgeführt. Eine Sicherheitskupplung als Drehmomentbegrenzung sichert die Antriebe gegen außergewöhnliche Überlastungen.

Folgende **Mess- und Regeltechnik** kommt bei dem Extraktionsturm zur Anwendung: Für eine optimale Extraktionsarbeit ist es erforderlich, dass der Extraktionsturm mit einer hohen und konstanten Schnitzelfüllung betrieben wird. Die Einstellung des Füllgrades erfolgt durch die Änderung des Flüssigkeitsniveaus im Turm oder durch die Verstellung der Transportwellendrehzahl.

In der Praxis wird die zum gewünschten Füllstand passende Drehzahl fest eingestellt. Veränderungen im Füllgrad, die durch ungleichmäßige Schnitzelmengen oder -qualität auftreten, werden durch die automatische Veränderung des Flüssigkeitsniveaus im Turm ausgeglichen.

Das normale Flüssigkeitsniveau im Turm, je nach Turmgröße und Verarbeitungsleistung, liegt 1 - 2 m unterhalb der Ausziehschnecken. Wenn ein niedrigerer Füllstand eingestellt wird, wird durch die hierdurch verlängerte Trockenzone den Schnitzeln der Austritt aus dem Turm erschwert, d.h. die Aufenthaltszeit der Schnitzel im Turm wird verlängert und gleichzeitig der Füllgrad erhöht. Bei Erhöhung des Niveaus wird den Schnitzeln der Austritt aus dem Turm erleichtert. Durch die erhöhte Austrittsmenge wird die Schnitzelaufenthaltszeit im Turm verkürzt und der Füllgrad verringert.

Unabhängig von der Füllgradregelung wird der Füllstand im Extraktionsturm durch die Zuführung von Extraktionsfrischwasser entsprechend dem vorgegebenen Sollwert konstant gehalten.

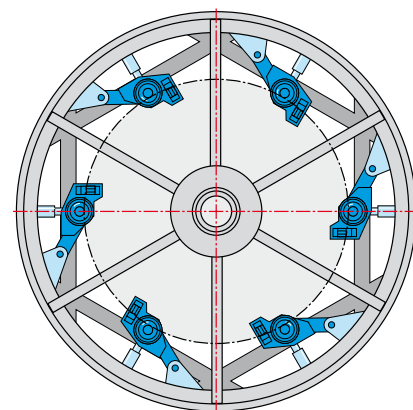
Die medienberührten Baugruppen des Extraktionsturmes werden grundsätzlich mit Edelstahl verkleidet oder aus korrosionsbeständigem Stahl hergestellt.

Alle Lagerungen sind konstruktiv so angeordnet, dass eine leichte Wartung möglich ist.

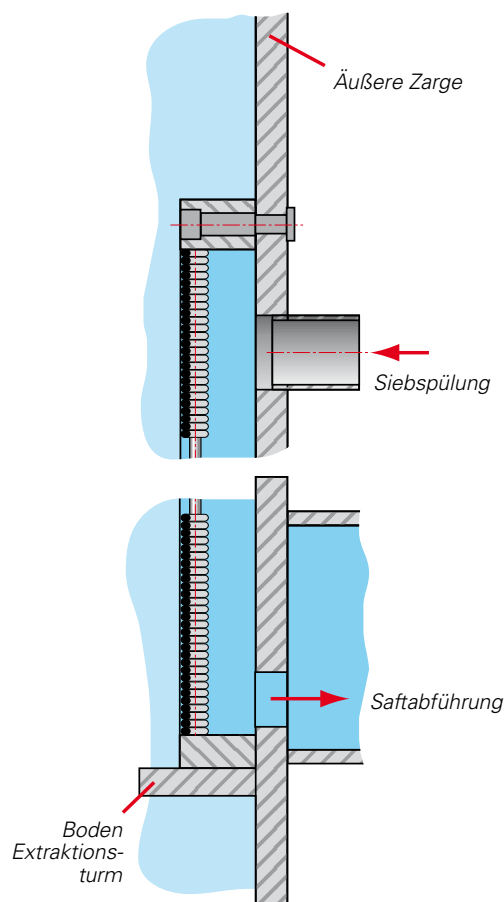
Antrieb

mit

Planetengetriebe



Seitensiebe





Vorteile, Merkmale und Baugrößen

BMA-Rübenextraktionsanlagen bieten folgende Vorteile und weisen nachstehende Merkmale auf:

- Erfahrung durch mehr als 360 Extraktionsanlagen in nahezu allen rübenverarbeitenden Ländern der Erde
- Geringer Grundflächen- und Raumbedarf
- Größere Entfernungen zwischen Gegenstrom-Schnitzelmaische und Extraktionsturm sind aufstellungsbedingt möglich
- Aufstellung des Turmes auch unter extremen klimatischen Verhältnissen im Freien möglich
- Höchste Betriebssicherheit
- Größte Anpassungsfähigkeit an die jeweiligen Betriebsbedingungen und Schnitzelqualität, wobei die Verarbeitungsleistung zwischen 65 und 120 % der Nennleistung liegen kann
- Kombinationsmöglichkeit einer Gegenstrom-Schnitzelmaische mit zwei oder mehr Extraktionstürmen oder eines Extraktionsturmes mit mehreren Gegenstrom-Schnitzelmaischen
- Gewinnung von „kaltem“ Rohsaft, dadurch erhebliche Verringerung des Wärmebedarfs
- Extrem niedrige Extraktionsverluste bei geringem Saftabzug
- Verarbeitung von Königsfelder-, Goller- oder Scheibenschnitzeln
- Optimale Entschäumung der Gegenstrom-Schnitzelmaische
- Weitgehend sterile Arbeit durch Fortfall der Bodensieb-Saftkammern, durch Entschäumerkreislauf mit Teilstromsterilisation sowie durch kurze kritische Temperaturzone im Wärmeaustauschenteil der Maische
- Ausreichend dimensionierte Siebflächen für einen störungsfreien Saftabzug
- Schonende Behandlung der Schnitzel
- Keine örtlichen Überbrühungen der Schnitzel
- Extrahierte Schnitzel mit 10 - 12 % Trockensubstanzgehalt
- Vollständige Rücknahme des Presswassers
- Minimum an Wartung und Instandhaltung



Rübenverarbeitung	Extraktionsturm	Gegenstrom-Schnitzelmaische
Nominal		
[t/d]	Durchmesser [m]	Durchmesser / Länge [m]
4.000	6,5	4,2 / 7,0
5.000	7,0	4,7 / 8,0
6.000	7,6	5,2 / 8,0
7.000	8,2	5,6 / 8,0
8.000	8,9	6,0 / 8,0
9.000	8,9	6,0 / 8,0
10.000	9,6	6,7 / 8,5
11.000	10,6	6,7 / 8,5
12.000	10,6	7,5 / 9,5
13.000	12,0	7,5 / 9,5
14.000	12,0	8,2 / 10,0
15.000	13,6	8,2 / 10,0
16.000	13,6	9,0 / 11,0
17.000	13,6	9,0 / 11,0

Die Extraktionslängen des Turmes variieren je nach Einsatzfall und Anlagengröße.



© Braunschweigische
Maschinenbauanstalt GmbH
Postfach 32 25
38022 Braunschweig
Deutschland
Telefon +49-531-8040
Telefax +49-531-804 216
sales-de@bma-worldwide.com
www.bma-worldwide.com

