

**hbTECH Maschinen UG** (haftungsbeschränkt)

Rott 254

D-47800 Krefeld

**Tel.:** 0176 933 959 10

**E-Mail:** [info@hbtech-maschinen.de](mailto:info@hbtech-maschinen.de)

**Web:** [www.hbtech-maschinen.de](http://www.hbtech-maschinen.de)

## **Offer Information**

**USED**

Konzentratanlage

**Company:** .  
**Attention:** .  
**Address:** .  
.

**Our reference:** 158DNFYH191100

**Date:** November 8<sup>th</sup>, 2019

**Subject:** Konzentratanlage

## Characteristics:

### 1 Betriebs und Verbrauchsdaten

<u>Produkt</u>	Apfelsaft	
<u>Wasserverdampfung</u>	31.550	kg/h
<u>Zulauf</u>		
- Menge	36.000	kg/h
- Konzentration	ca. 8,9	°Brix
- Temperatur	10 - 20	°C
<u>Vorkonzentrat zur Schönung</u>		
- Menge	ca. 16.000	kg/h
- Konzentration	ca. 20	°Brix
- Temperatur	ca. 50	°C
<u>Ablauf</u>		
- Menge	4.450	kg/h
- Konzentration	70 - 72	°Brix
- Temperatur	55	°C
nach Kühlung	10 - 15	
<u>Aroma</u>		
- Menge (!:150) ca.	ca. 240	l/h
- Temperatur	ca. 4	°C
<u>Dampfverbrauch (5,5 bara)</u>		
für Vorwärmung und Verdampfung	ca. 7.000	kg/h
<u>Kühlwasserverbrauch (26 °C)</u>		
für Kondensation und Kühlung	ca. 250	m <sup>3</sup> /h
<u>Eiswasserverbrauch (1 °C)</u>		
für Aromarückgewinnung	ca. 4 - 5	m <sup>3</sup> /h
<u>Betriebswasser (15 °C)</u>		
für Vakuumpumpen	ca. 3	m <sup>3</sup> /h
<u>Elektrische Energie</u>		
für Pumpen, Vakuumpumpen	ca. 80	kW

## 2 Eindampftechnik

### 2.1 Eignungen verschiedener Verdampfertypen

In der folgenden Tabelle ist dargestellt, bei welchen Anforderungen welcher Verdampfer eingesetzt werden sollte.

Verdampfertyp	Anforderungen/Produkteigenschaften							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Rührwerksverdampfer	+	0	-	+	-	-	-	+
Kletterverdampfer	-	+	-	-	-	-	0	+
Zwangsumlaufverdampfer	-	+	+	+	0	-	+	-
Plattenverdampfer	0	-	-	-	-	+	-	+
Wendelrohrverdampfer	+	-	-	+	-	+	0	0
Verdampfer mit rotierenden Einbauten	+	-	-	+	0	+	+	-
Verdampfer mit rotierenden Heizflächen	+	-	-	+	+	+	-	-
Fallstromverdampfer	0	+	+	-	+	+	0	0

*Tabelle 1 Matrix zur Auswahl eines geeigneten Verdampfers. (1: diskontinuierlicher Betrieb bei kleinen Chargen; 2: sehr große Leistungen; 3: kleiner Energieverbrauch (mechanische Brüdenverdichtung); 4: hohe Fließgrenze des Produkts; 5: besondere Temperaturempfindlichkeit; 6: kurze Verweilzeit; 7: starke Verschmutzungsneigung; 8: einfachste Bauweise)*

### 2.2 Bestandteile der Eindampfanlagen

Eindampfanlagen werden nach ihrer Funktion und Bauweise in verschiedene Typen unterschieden, die im Abschnitt „Eindampfanlagen“ kurz beschrieben werden. Für den Betrieb einer Eindampfanlage sind mehrere Anlagenkomponenten notwendig.

Dazu zählen insbesondere Anlagenkomponenten

- zur Beheizung der Flüssigkeit mit unterschiedlichen Medien,
- zum Betrieb der Eindampfanlage (Heizkörper, Abscheider, Misch-, Oberflächen- und Luftkondensatoren, Vakuumeinheiten),
- zur Nachbehandlung der Flüssigkeit (Kühlungssystem, Sterilisation, Trocknung, Destillation, Reinigung)

#### 2.2.1 Beheizungsarten

Für die Beheizung der Anlage bestehen verschiedene Möglichkeiten:

- Direkte Beheizung mit kondensiertem Wasserdampf
- Beheizung mit Dampf-Luft-Gemischen
- Beheizung mit Wärmeträgern (Wasser/Öl)
- Thermische Brüdenverdichtung
- Mechanische Brüdenverdichtung

##### Direkte Beheizung mit Wasserdampf

Die Eindampfanlage kann auf mehrere Arten direkt beheizt werden. Die Firma GEA Wiegand GmbH liefert Anlagen zur Direktbeheizung mit

- Frischdampf
- Abdampf

##### Beheizung mit Dampf-Luft-Gemischen

Das Ziel der Beheizung mit Dampf-Luft-Gemischen ist die wirtschaftliche Ausnutzung eingebrachter Energie. Dazu zählen unter anderem

- Rückgewinnung der Kondensationswärme  
Um die Kondensationswärme zu nutzen, wird der entstandene Wasserdampf eines Mediums zunächst gereinigt und auf Kondensationstemperatur abgekühlt. Daraufhin wird der Dampf durch die Heizseite eines Wärmetauschers geleitet.

- **Kondensationswärme im Verbundbetrieb**  
Bei einer Kombination mehrerer Prozesslinien kann die Kondensationswärme eines Prozesses – beispielweise aus Abgasen – mit der Heizenergie eines zweiten Prozesses – beispielweise die Konzentration einer Salzlösung – kombiniert werden. Daraus ergibt sich im Verbund eine günstige Energiebilanz. Aufgrund der geringen Temperaturdifferenz zwischen der Kondensationswärme und der Heiztemperatur können nur Fallstromverdampfer oder Zwangsumlaufverdampfer eingesetzt werden.
- **Abwärmennutzung**  
Die Abwärme einer Entspannungskühlanlage kann in einem getrennten Prozessstrom für die Beheizung einer Eindampfanlage genutzt werden. Dabei wird der aus der Entspannung heißer Wasser gewonnene Brüden kondensiert und dabei als Heizenergie genutzt.

### Beheizung mit Flüssigkeit (Wasser/Öl)

Bei der Beheizung Flüssigkeiten werden Wasser und Öl als Wärmeträger verwendet. Bei der Durchströmung des Außenmantels des Verdampfers übertragen sie Energie an das zu verdampfende Medium und kühlen dabei ab. Auch in diesem Fall ist die Wirtschaftlichkeit der Wärmenutzung ausschlaggebend.

### Thermische Brüdenverdichtung

GEA Wiegand GmbH Eindampfanlagen werden mit Strahlverdichtern aus eigener Entwicklung ausgerüstet. Durch die genaue Kenntnis des Verhaltens unserer Strahlverdichter gegenüber Veränderungen der Betriebszustände können wir daher gewährleisten, dass eine Eindampfanlage für einen weiten Anforderungsbereich sicher und mit gutem Wirkungsgrad ausgelegt wird. Nach dem Prinzip der Wärmepumpe wird ein Teil der Brüden aus dem Siederaum auf den höheren Druck des Heizraumes verdichtet. Als Treibmedium ist hierfür Dampf mit einem ausreichenden Treibampfdruck erforderlich.

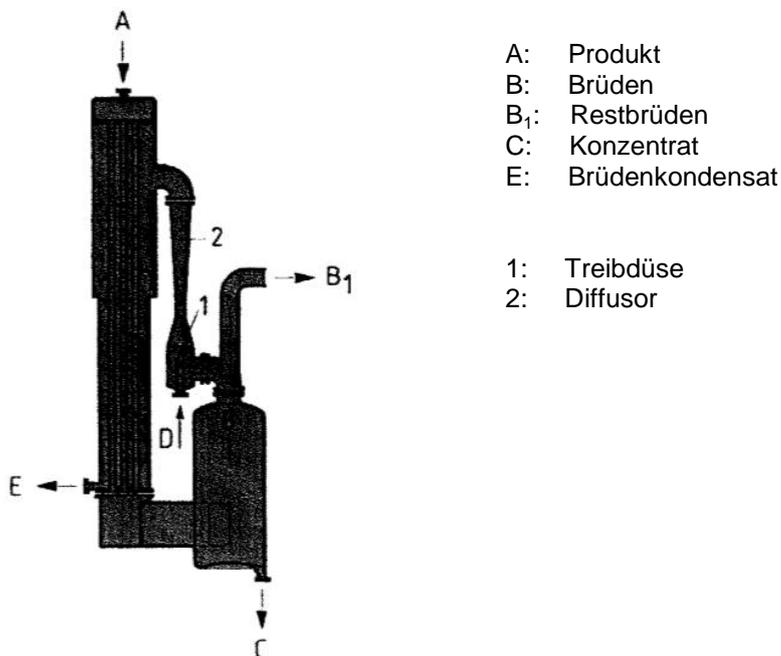


Abbildung 1: Fallstromverdampfer mit Dampfstrahlbrüdenkompressor (Beispiel)

### Mechanische Brüdenverdichtung

Im Gegensatz zur thermischen Verdichtung wird mit dem zugeschalteten Verdichter der Gesamtbrüdenstrom erfasst. Die Energieausbeute liegt daher über dem thermischen Verfahren.

Bei großen Durchsatzmengen übernehmen Turboverdichter oder Hochdruckventilatoren die Verdichtung, die im Bereich von 1:1, 2 bis 2 liegt. Für geringere Volumen werden Drehkolbenverdichter oder Schraubenkompressoren eingesetzt.

Den Antrieb übernehmen meist Elektromotoren mit Frequenzumrichter. Bei sehr großen Anlagen arbeiten Dampfturbinen oder Gasmotoren wirtschaftlicher.

## 2.2.2 Komponenten einer Eindampfanlage

Zusätzlich zu den eigentlichen Verdampfkörpern verfügen Eindampfanlagen über weitere wesentliche Komponenten:

### Abscheider

Abscheider trennen die Flüssigkeit vom Brüden, d.h. Konzentrat oder Vorkonzentrat von verdampftem Wasser. Abscheider können als Zentrifugalabscheider, Schwerkraftabscheider oder Abscheider mit Einbauten ausgeführt sein. Qualitätskriterien sind vor allem Abscheidegrad und Druckverlust sowie die Möglichkeit zur leichten Reinigung.

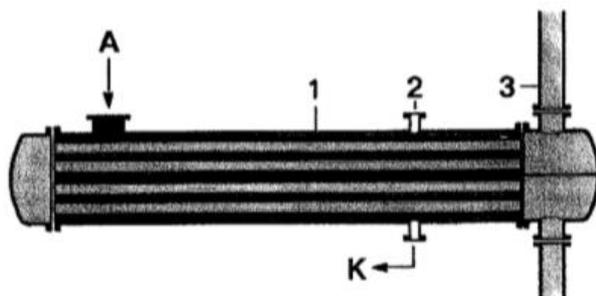
### Kondensatoren

Die Brüden der letzten Eindampfstufe müssen kondensiert werden. Durch die Abkühlung der Brüden unter dem jeweiligen Taupunkt kommt es zur Kondensatbildung und damit zur Vakuumbildung durch Volumenreduktion.

Fast alle Verdampfanlagen arbeiten unter Vakuum und sind daher mit einer Kondensationsanlage ausgestattet, um den Brüden niederzuschlagen und das Vakuum in der Anlage zu erzeugen und aufrechtzuerhalten.

Es werden unterschiedliche Kondensatorbauten eingesetzt:

- Oberflächenkondensatoren  
hier kommt der zu kondensierende Brüden nicht mit dem Kühlwasser in Kontakt.
- Mischkondensatoren  
hier vermischt sich der zu kondensierende Brüden mit dem Kühlwasser und kann dieses eventuell verunreinigen.
- Luftkondensatoren  
Das Kühlmedium ist hier die Umgebungsluft, die nicht mit dem Brüden in Kontakt kommt.



- A: Abwärme der Anlage (Brüden)
- K: Kondensat
- 1: Oberflächenkondensator
- 2: Entlüftung
- 3: Kühlwasserkreislauf

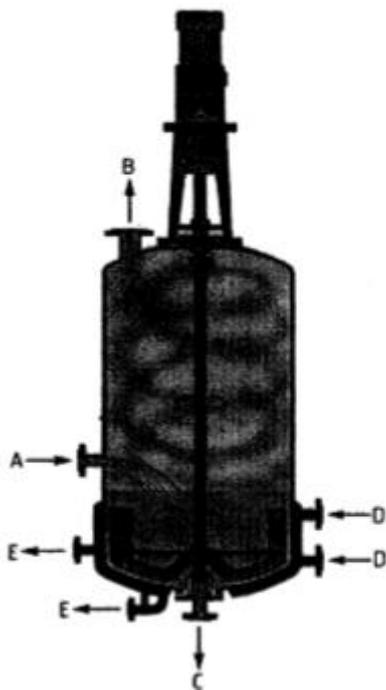
Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Oberflächenkondensators

## 2.2.3 Eindampfanlagentypen

### Der Rührwerksverdampfer

Zu den ältesten Verdampfertypen gehören die Rührwerksverdampfer. In Ihnen wird das dünnflüssige Produkt solange erhitzt, bis es die gewünschte Konzentration erreicht hat. Damit ist eine absatzweise möglich. Da eine große Temperaturdifferenz zwischen dem Heizraum und dem Siederaum notwendig ist, wird einem Rührwerksverdampfer häufig ein Vorverdampfer vorgeschaltet, um eine bessere Wärmeausbeute zu erreichen.

Rührwerksverdampfer werden eingesetzt bei hochviskosen, pastenähnlichen oder breiigen Produkten, die eine lange Verweildauer im Siederaum erlauben.



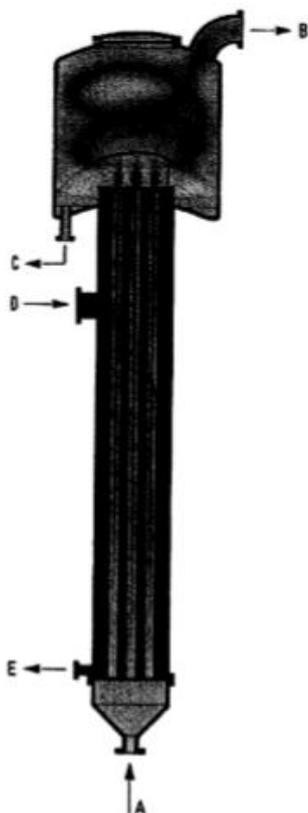
- A: Produkt
- B: Brüden
- C: Konzentrat
- D: Heizdampf
- E: Kondensat

Abbildung 3: Schematische Darstellung eines einfachen Rührwerksverdampfers mit Ankerrührer und Heizmantel

### Der Kletterverdampfer

Bei einem Kletterverdampfer steigen Flüssigkeit und Brüden durch den Auftrieb der entstehenden Dampfblasen gleichzeitig nach oben. Sie bewegen sich dabei entlang der Heizrohre, die bei diesem Verdampfertyp etwa 5-7 m lang sind. Aufgrund der Länge der Rohre genügt eine mittlere Temperaturdifferenz, die den Steigprozess aufrecht erhält. Wichtig ist dabei die Bildung eines Kletterfilms, der ein Verkrusten der Rohre mit dem Konzentrat verhindert.

Bei stabiler Arbeitsumgebung werden Kletterverdampfer im „single-pass“ Verfahren eingesetzt und können hohe Eindampfleistungen erzielen.



- A: Produkt
- B: Brüden
- C: Konzentrat
- D: Heizdampf
- E: Kondensat

Abbildung 4: Schematische Darstellung eines Kletterverdampfers mit aufgesetztem Abscheider

## Der Umlaufverdampfer

Der Umlaufverdampfer entspricht dem Kletterverdampfer in seiner prinzipiellen Arbeitsweise. Die Umlauftechnik erlaubt jedoch kürzere Rohre über Zirkulationsleitungen.

Die Temperaturdifferenz zwischen Heiz- und Siederaum entscheidet über die Durchflussgeschwindigkeit, die eine bestimmte Grenze nicht unterschreiten darf, um Verkrustungen zu verhindern.

Bei mehrstufigen Umlauf-Eindampfanlagen hat man den Vorteil, dass die Flüssigkeitsförderung von Stufe zu Stufe ohne Pumpe, d.h. nur über das Druckgefälle der einzigen Stufen erfolgt.

Bei Einsatz eines Mehrkammer-Umlaufverdampfers lässt sich die Wirtschaftlichkeit zusätzlich erhöhen, da die Herzfläche relativ gering gehalten werden kann. Die Flüssigkeit durchströmt dabei die einzelnen Kammern mit zunehmender Konzentration.

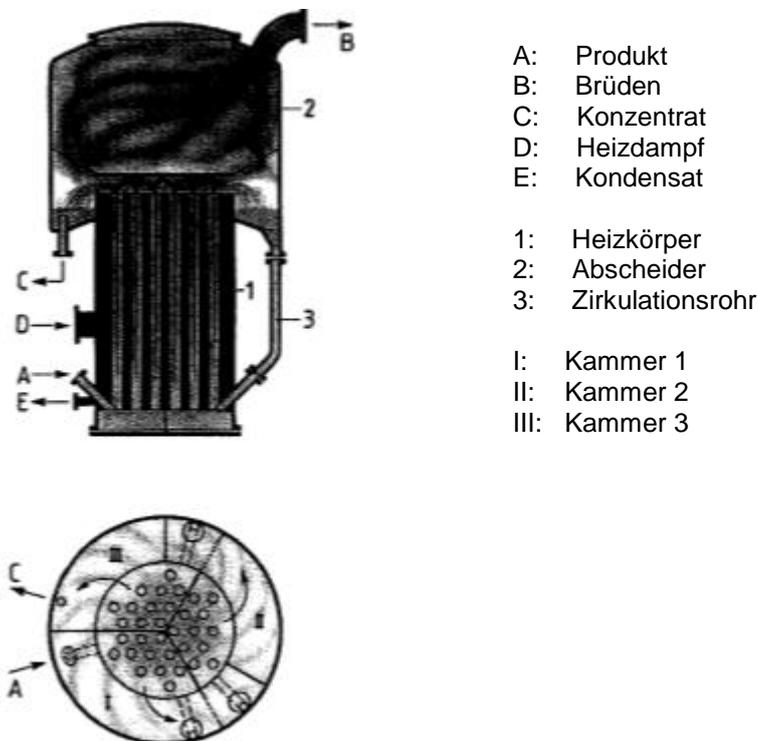
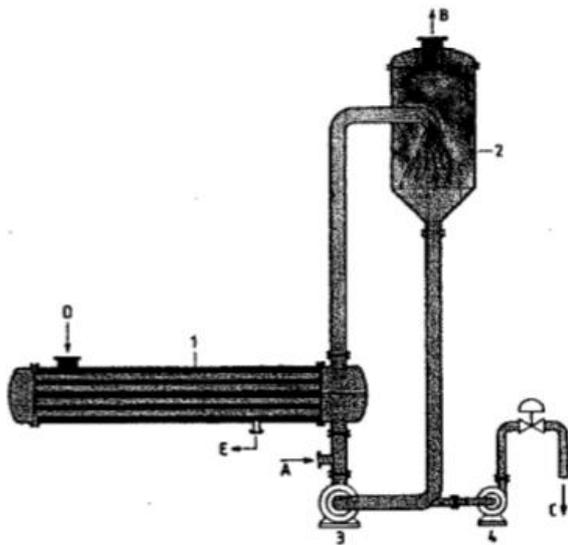


Abbildung 5: Schematische Darstellung eines Umlaufverdampfers mit Drei-Kammer-Siederaum

## Der Zwangsumlaufverdampfer

Im Unterschied zum Umlaufverdampfer wird im Zwangsumlaufverdampfer zusätzlich eine Umwälzpumpe eingesetzt. Damit lässt sich die Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit genau einstellen und eine Verkrustung der Heizoberfläche verhindern. Der Heizkörper kann abhängig von den örtlichen Gegebenheiten waagrecht oder senkrecht angebracht werden.

Bei Kristallisationsverdampfern ermöglicht eine spezielle Abscheiderkonstruktion darüber hinaus die Trennung der entsprechend großen Kristalle vom umgewälzten Kristallbrei.



- A: Produkt
- B: Brüden
- C: Konzentrat
- D: Heizdampf
- E: Kondensat
  
- 1: Heizkörper
- 2: Abscheider (Entspannungskühler)
- 3: Umwälzpumpe
- 4: Konzentratpumpe

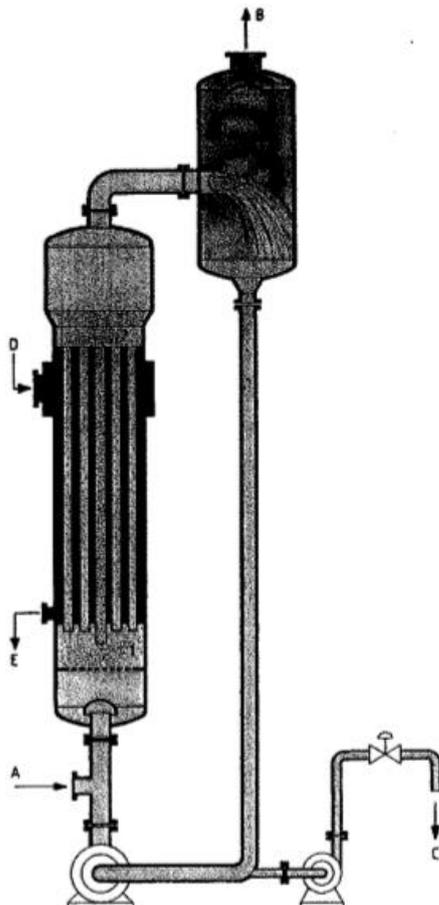
Abbildung 6: Schematische Darstellung eines Zwangsumlaufverdampfers mit liegendem Heizkörper

### Der Wirbelschichtverdampfer

Der Wirbelschichtverdampfer ist prinzipiell ein stehender Zwangsumlaufverdampfer mit einem speziell konstruierten Siederaum. Mit der Flüssigkeit strömen Partikel, die nach Überwindung der Heizstrecke in die Eintrittskammer zurückgeleitet werden.

Durch Einbau von Widerständen lässt sich die Strömung des Wirbelguts beeinflussen, um so neben der Verhinderung von Ablagerungen auch Überkonzentrationen und kritische Temperaturen zu verhindern.

Der Wirbelschichtverdampfer lässt sich durch Auswahl eines geeigneten Wirbelguts auch für hochviskose Flüssigkeiten als Hochkonzentrator einsetzen.



- A: Produkt
- B: Brüden
- C: Konzentrat
- D: Heizdampf
- E: Kondensat
  
- 1: Eintrittskammer
- 2: Austrittskammer

Abbildung 7: Schematische Darstellung eines Wirbelschichtverdampfers

### Der Fallstromverdampfer

Um eine optimale Eindampfung auch bei kleinen Temperaturdifferenzen zu erzielen, wird in einem Fallstromverdampfer die Flüssigkeit von oben in den Siederaum eingeleitet und strömt mit den Brüden aufgrund der Schwerkraft über die Heizrohre abwärts.

Entscheidend für einen störungsfreien Betrieb ist die Aufrechterhaltung eines gleichmäßigen Flüssigkeitsfilms auf den Heizrohren. Bei ungenügender Bedeckung besteht die Gefahr der Verkrustung und Verstopfung.

Um ein „Verhungern“ zu vermeiden, ist der Einbau einer speziellen Flüssigkeitsverteilung vor dem Eintritt in den Siederaum entscheidend. Die hohe Strömungsgeschwindigkeit in den Heizrohren und die Verwendung einer geeigneten Verteilung erlauben ein schonendes Eindampfen temperaturempfindlicher Produkte.

Darüber hinaus lässt sich aufgrund der geringen Flüssigkeitsmenge im Siederaum der Eindampfungsprozess optimal steuern, um bei einer Änderung der Umgebungsparameter schnell reagieren zu können. Der jetzige Flüssigkeitsinhalt führt zu einer äußerst kurzen Verweilzeit des Produktes bei Siedetemperatur und damit zu einer sehr schonenden Eindampfung.

Bei Einsatz des Vielstufenprinzips oder der mechanischen Brüdenverdichtung ist der Energieverbrauch besonders gering.

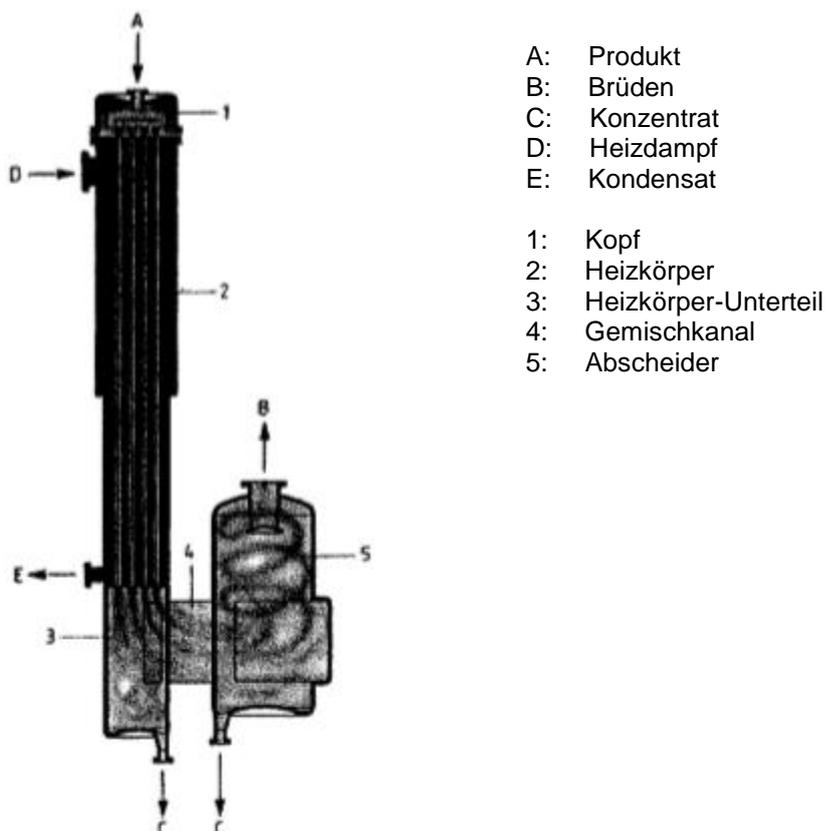


Abbildung 8: Schematische Darstellung eines Fallstromverdampfers mit Abscheider

### Der Gegenstrom-Rieselverdampfer

Im Gegenstrom-Rieselverdampfer strömt die Flüssigkeit wie beim Fallstromverdampfer nach unten, der Brüden wird ihr jedoch – teilweise unter Einsatz eines Schleppgases – entgegengeleitet. Damit soll der schwersiedenden Flüssigkeit eine leichtflüchtige Komponente entzogen oder eine chemische Reaktion eingeleitet werden.

Wichtig ist dabei die geringe Aufstiegs geschwindigkeit der Brüden, um den Flüssigkeitsstrom nicht abzubrem sen oder umzukehren.

Gegenstrom-Rieselverdampfer können im „single-pass“ Verfahren oder mit Zirkulation der Flüssigkeit betrieben werden.

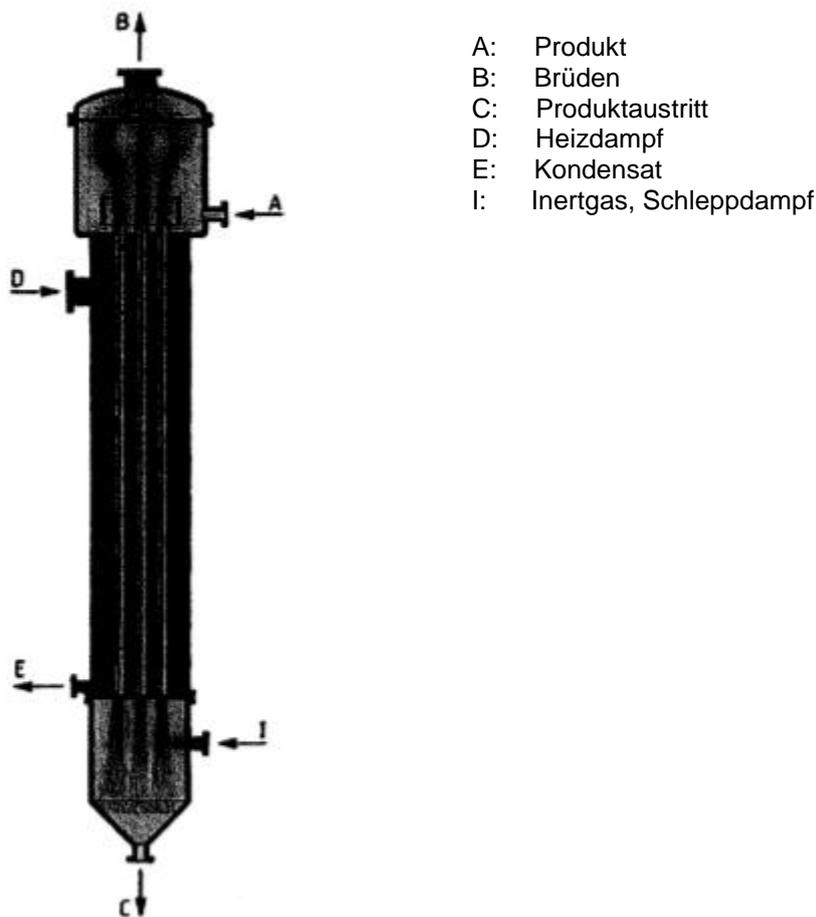


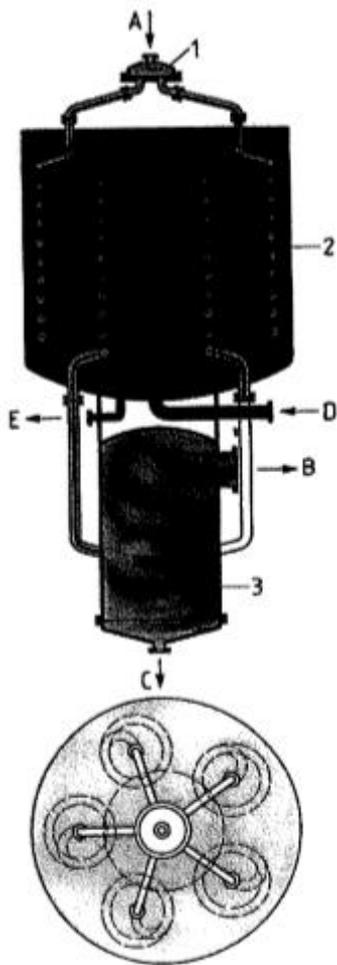
Abbildung 9: Schematische Darstellung eines Gegenstrom-Rieselverdampfers

### Der Wendelrohrverdampfer

Wie bei der Fallstromanlage strömt im Wendelrohrdampfer die Flüssigkeit mit den Brüden nach unten. Dabei arbeitet der Wendelrohrverdampfer mit großen Temperaturdifferenzen und erreicht hohe Eindampfkonzentrationen und hohe Viskositäten, da die Flüssigkeit über wendelförmige Rohre nach unten geleitet wird.

Somit wird eine lange Kontaktzeit erreicht, wobei durch eine spiralförmige Strömung längs der Rohrachse im Flüssigkeitsstrom die Effektivität zusätzlich erhöht wird.

Kennzeichen der Anlage ist ihre geringe Bauhöhe bei großer Heizrohrlänge.



- A: Produkt
- B: Brüden
- C: Konzentrat
- D: Heizdampf
- E: Kondensat
  
- 1: Verteilerkopf
- 2: Heizkammer
- 3: Abscheider

Abbildung 10: Schematische Darstellung eines Wendelrohrverdampfers mit fünf Wendeln und untergebautem Abscheider

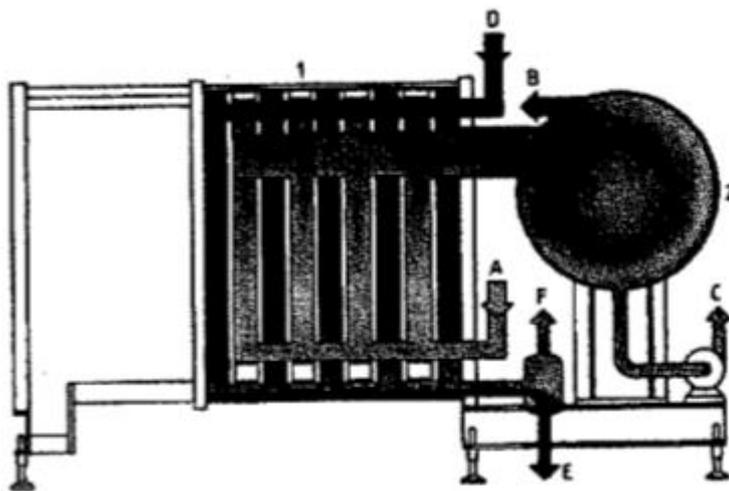
### Der Plattenverdampfer

Im Plattenverdampfer werden als Heizkörper Platten verwendet, die aufgrund der Plattengeometrie eine gute Wärmeübertragung erlauben.

Damit erreicht man eine kompakte Bauweise, die eine günstige Wärmeausnutzung ermöglicht. Die Paletten können problemlos einzeln ausgetauscht werden. Durch Veränderung der Plattenzahl lässt sich darüber hinaus die Verdampfleistung variieren.

Sehr wichtig ist die richtige Auswahl der Dichtungen zwischen den einzelnen Platten, die allen vorkommenden Temperaturen und den Produkteinflüssen standhalten müssen. Sie werden beim GEA Wiegand Plattenverdampfer ohne Klebstoff in die speziell ausgestalteten Nuten eingedrückt und können beim Auseinandernehmen des Plattenpakets nicht herausfallen.

GEA Wiegand Plattenverdampfer werden für Steigstrom mit Einmaldurchlauf (single pass) ausgelegt. Dadurch wird das Produkt besonders schonend und gleichmäßig eingedampft. Je nach Aufgabenstellung kann aber auch mit Produktzirkulation gearbeitet werden.



- A: Produkt
- B: Brüden
- C: Konzentrat
- D: Heizdampf
- E: Kondensat
- 1: Verteilerkopf
- 2: Abscheider

Abbildung 11: Schematische Darstellung eines Plattenverdampfers

### Der Plattenverdampfer

Im Plattenverdampfer werden als Heizkörper Platten verwendet, die aufgrund der

#### 2.2.4 Zusätzliche Systeme

Zusätzliche liefert die Firma GEA Wiegand GmbH:

- Kühlungssystem
- Sterilisation
- Vakuumsystem
- Destillation/Aromarückgewinnung
- Reinigungssysteme

#### Kühlungssystem

Eine effektive Kühlung wird erreicht, indem das Konzentrat in ein genügend hohes Vakuum schlagartig entspannt wird. Dabei sinkt der Druck und führt neben einer Abkühlung auf bis zu 5°C (anhängig von Konzentration und Siedepunkt) zu einer weiteren Aufkonzentrierung um ca. 1-3% Trockensubstanz.

Eine Entspannungskühlanlage besitzt keine Wärmeaustauschflächen, keinen Kühlmittelspeicher und benötigt daher nur wenig Platz. Sie arbeitet kontinuierlich. Die Abkühlung erfolgt unmittelbar im Durchfluss, wodurch eine Verkrustung durch viskose Konzentrate vermieden wird.

#### Sterilisation

Die Temperaturen zur Sterilisation hochgradig hitzeempfindlicher Produkte müssen in kürzester Zeit erreicht werden, um eine Produktschädigung (z.B. Eiweißzersetzung) zu verhindern.

Es wird unterschieden zwischen der

- Direkten Hoherhitzung. Als Verfahren wird beispielweise die direkte Dampfeinspritzung verwendet. Dabei wird reiner Dampf in die Flüssigkeit eingespritzt und erhitzt das Produkt in Sekundenbruchteilen.
- Indirekten Hoherhitzung. Über einen Wärmetauscher wird das Produkt erhitzt. Dabei ist die Erhitzungsphase wesentlich länger als bei einer direkten Hoherhitzung. Dies kann eventuell wegen der längeren Verweilzeit des Produkts bei höheren Temperaturen zur Produktschädigung führen.

#### Vakuumsystem

Aufgrund des Unterdrucks in der Verdampfungsanlage kann Luft in die Heizräume eindringen und die Verdampfungsleistung verschlechtern. Zusätzlich eingeschleppte Inertgase (Treibgase) vermindern den Unterdruck und senken die Eindampfleistung.

Zugeschaltete Vakuumpumpen ermöglichen eine wirkungsvolle Entlüftung. Sie werden an die Kondensatoren angeschlossen. Zum Einsatz kommen hierbei Wasserringpumpen und Strahlpumpen.

Zusätzlich wird durch Oberflächenkondensatoren Vakuum erzeugt, indem während des Betriebs durch die Brüdenkondensierung Unterdruck entsteht. Angeschlossene Vakuumpumpen entziehen über den

Kondensator bereits bei Anfahen der Anlage Luft, so dass ein kontinuierlicher Unterdruck aufrechterhalten werden kann.

### **Destillation**

Aufgabe der Destillation ist z.B. die Abtrennung und Anreicherung flüchtiger Stoffe, um sie eventuell dem Endprodukt wieder zuzusetzen (z.B. Aromastoffe der Lebensmittel) oder in konzentrierter Form weiterzubehandeln (z.B. Lösungsmittel).

Destillation wird in unterschiedlichsten Gebieten eingesetzt, wobei die dabei eingesetzten Anlagen pharmakologischen, umweltschutztechnischen, chemischen und lebensmitteltechnischen Ansprüchen gerecht werden müssen.

Einsatzgebiete zur Lösungsmittelrückgewinnung sind unter anderem:

In der pharmazeutischen Industrie (z.B. Butanolrückgewinnung, Konzentrierung von Antibiotika, Konzentrierung von Isopropanol)

In der chemischen Industrie (z.B. Rektifikation eines Methylester-Fettsäure-Gemischs, Ethanol/Phenoltrennung, Chloroform-Butanol-Rektifikation)

In der Lebensmittel Industrie (z.B. Ammoniakentfernung aus Ionenaustausch-eluat. Entalkoholisierung von Bier mit Alkoholorückgewinnung, Rückgewinnung verschiedener Lösungsmittel)

In der Umwelttechnik (z.B. Rückgewinnung von Ethanol/Aceton aus Produktionsabwässern, Rückgewinnung von Propylencarbonat aus Leiterplatten)

Bei der Alkoholgewinnung (Reinigung von Rohalkohol, Entwässerung (Absolutieren) von Alkohol, Kombination von Alkohollinien mit Anlagen zur Herstellung von Backhefe, Kleber, Glukose etc.)

### **Reinigung**

Während des Eindampfungsprozesses bestimmter Produkte können sich in der Anlage Verkrusten und Ablagerungen bilden, die die Funktion beeinträchtigen. Die Art der Beläge und Ablagerungen hängt von der Zusammensetzung der verwendeten Flüssigkeit und der Betriebsart der Anlage ab.

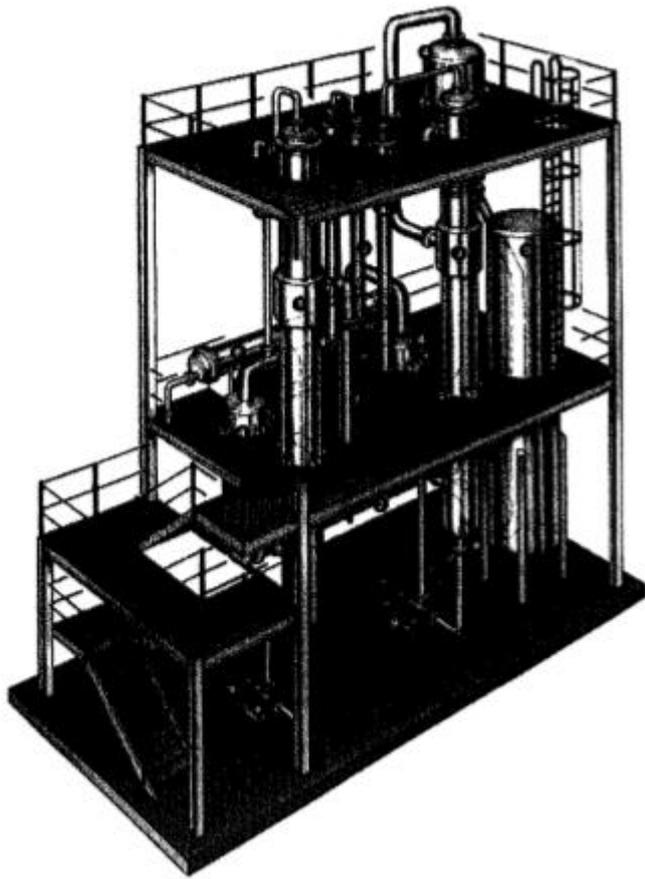
Daher muss nach einer bestimmten Betriebsdauer die Anlage gereinigt werden. Die Wahl der Reinigungsmittel ist abhängig von den gefahrenen Produkten und dem Material der Eindampfanlage.

Die Reinigungsmittel dürfen weder das Material der Eindampfanlage noch die Qualität des Konzentrats beeinträchtigen. Gleichzeitig sollen sie die Oberfläche gründlich reinigen und bei Bedarf sogar keimfrei machen.

## **2.3 Mehrstufenverdampfungsanlagen**

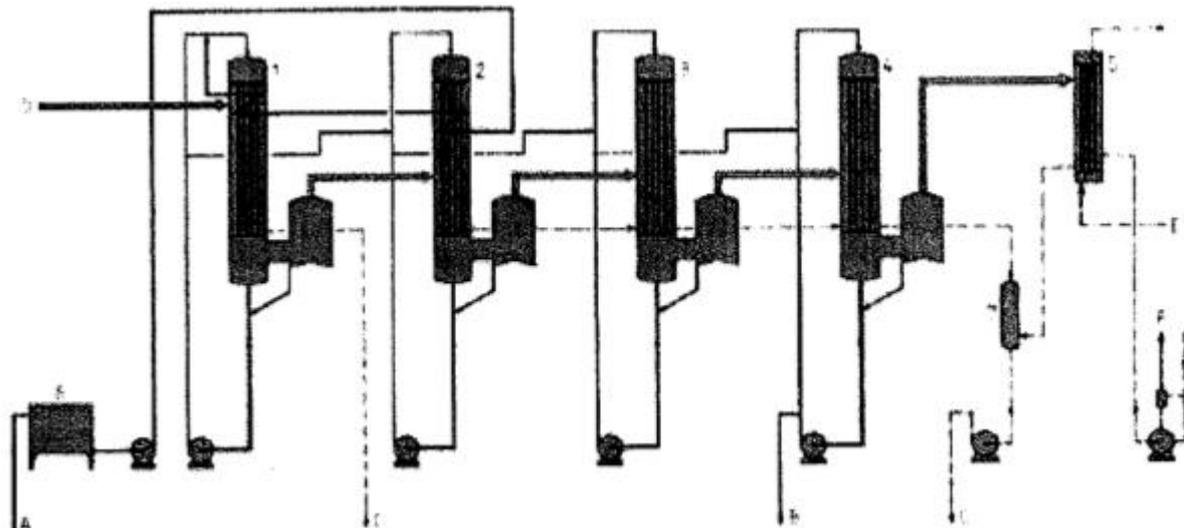
Um eine wirtschaftliche Arbeitsweise der Eindampfanlagen zu erzielen, werden in einer mehrstufigen Eindampfanlage mehrere Heizkörper hintereinander geschaltet, um die Kondensationswärme des Dampfes mehrfach zu nutzen. Darüber hinaus werden Brüdenverdichter eingesetzt, die eine weitere Verbesserung des Wärmegrades bringen.

Die höchstzulässige Heiztemperatur der 1. Stufe und die niedrigste Siedetemperatur der letzten Stufe bilden eine Gesamttemperaturdifferenz, die auf die einzelnen Stufen aufgeteilt werden kann. Dadurch ergibt sich mit steigender Stufenzahl eine immer kleinere Temperaturdifferenz pro Stufe. Entsprechend grösser muss deren Heizfläche dimensioniert sein, um eine vorgegebene Verdampfleistung zu erzielen. In erster Näherung ergibt sich, dass die insgesamt für alle Stufen einzusetzende Heizfläche proportional mit der Stufenzahl wächst und so die Investitionskosten erheblich ansteigen, während die Dampfeinsparung zunehmend geringer wird.



- 1: Fallstromverdampfer I / Heizkörper
- 2: Zwangsumlaufverdampfer Heizkörper
- 3: Fallstromverdampfer II / Heizkörper
- 4: Abscheider
- 5: Vorwärmer und Erhitzer
- 6: Oberflächenkondensator
- 7: Thermischer Brüdenverdichter
- 8: Reinigungsmittelbehälter
- 9: Pumpen

Abbildung 12: Perspektivische Darstellung einer dreistufigen Eindampf-Umlaufanlage mit thermischer Brüdenverdichtung



- A: Produkt
- B: Konzentrat
- C: Kondensat
- D: Frischdampf
- E: Kühlwasser
- F: Entlüftung

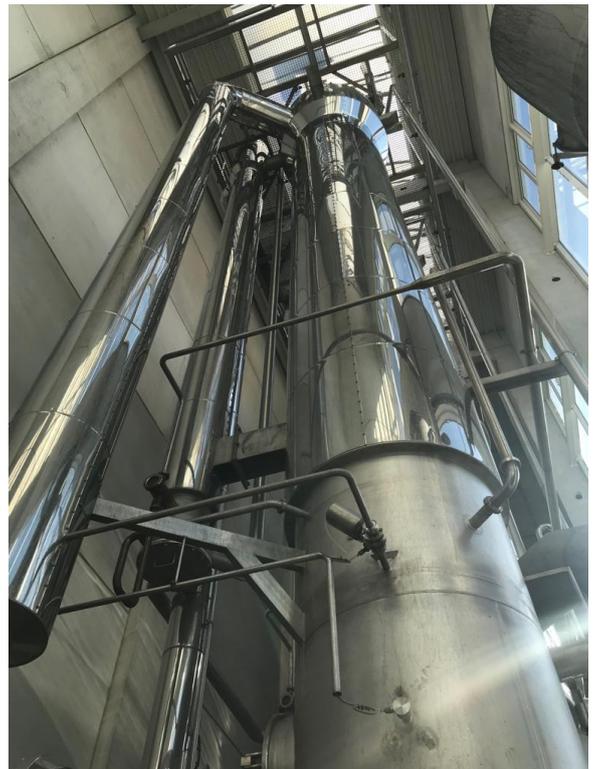
- 1-4: Verdampfkörper Stufe I-IV
- 5: Oberflächenkondensator
- 6: Vorlagebehälter
- 7: Kondensatsammelbehälter

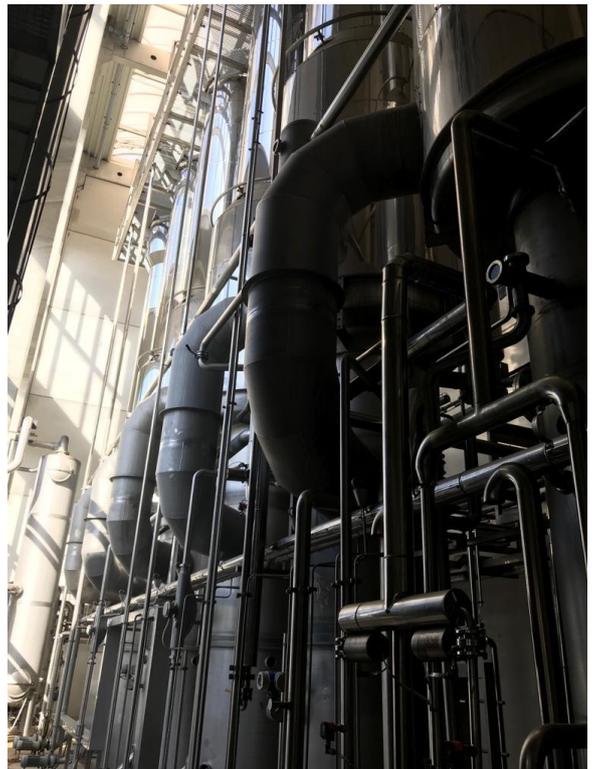
Abbildung 13: Fließschema einer vierstufigen, kontinuierlich arbeitenden Vakuum-Fallstrom-Eindampfanlage für Glycerinwasser, direkt beheizt.

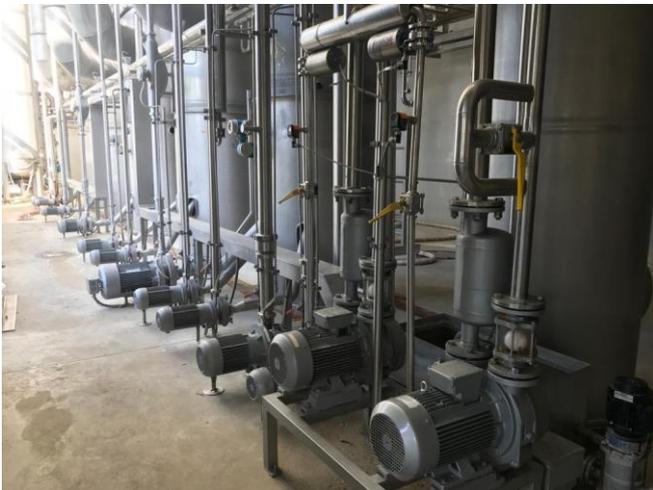
Photos













**Price** To be negotiated  
Ex works; where the machines are.

**Payment term** : 100 % before dismantling  
**Delivery term** : EXW EU, installed  
**Delivery time** : To be discussed  
**Other terms** : Will be sold As-Is condition  
**Validity** : This offer is valid 30 days, subject to prior sale without notice  
**Taxes and related** : To be added if applicable

**Our proposal excludes;**

- Dismantling, packaging for transportation and shipping of system
- Installation of the system at purchaser's site
- Test production after installation at purchaser's site
- Training