



## Beta 1-8 LSCbasic

Best.-Nr. 102420, 102422, 102424, 102426, 102428, 102430

## Beta 2-8 LSCbasic

Best.-Nr. 102421, 102423, 102425, 102427, 102429, 102431



Gefriertrocknungsanlage

## Betriebsanleitung

Zum späteren Gebrauch aufbewahren!



Bei Rückfragen unbedingt folgende Nummern angeben:

Auftragsnummer:

Fabriknummer:

© Copyright by  
Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH  
An der Unteren Söse 50  
37520 Osterode am Harz  
Germany

Tel.: +49 (0) 5522 / 5007-0  
Fax: +49 (0) 5522 / 5007-12  
Internet: [www.martinchrist.de](http://www.martinchrist.de)  
E-Mail: [info@martinchrist.de](mailto:info@martinchrist.de)



---

<b>1</b>	<b>Allgemeine Informationen .....</b>	<b>9</b>
1.1	Stellenwert der Betriebsanleitung.....	9
1.2	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	9
1.3	Gewährleistung und Haftung.....	11
1.4	Urheberrecht.....	12
1.5	Zeichenerklärung .....	12
1.6	Normen und Vorschriften .....	12
1.7	Lieferumfang.....	12
<b>2</b>	<b>Aufbau und Wirkungsweise .....</b>	<b>13</b>
2.1	Aufbau der Gefriertrocknungsanlage .....	13
2.1.1	Funktions- und Bedienelemente .....	13
2.1.2	Typenschild .....	15
2.2	Wirkungsweise.....	16
2.2.1	Gefriertrocknung allgemein.....	16
2.2.2	Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses.....	18
2.2.2.1	Vorbereitung .....	18
2.2.2.2	Gefrieren.....	19
2.2.2.3	Haupttrocknung.....	19
2.2.2.4	Nachtrocknung.....	20
2.2.2.5	Trocknungsende und Belüften .....	20
2.2.2.6	Abtauen .....	20
<b>3</b>	<b>Sicherheit .....</b>	<b>21</b>
3.1	Beschilderung des Geräts.....	21
3.2	Symbol- und Hinweiserklärungen.....	22
3.3	Verantwortung des Betreibers.....	23
3.4	Bedienpersonal.....	24
3.5	Informelle Sicherheitshinweise.....	24
3.6	Sicherheitshinweise zu Transport, Aufstellung und Anschluss und Inbetriebnahme.....	25
3.6.1	Allgemeine Gefahren .....	25
3.6.2	Gefahren durch unsachgemäßen Transport .....	25
3.6.3	Gefahren durch unsachgemäße Aufstellung .....	25
3.6.4	Gefahren durch unsachgemäßen Anschluss .....	26
3.7	Sicherheitshinweise zum Betrieb .....	26
3.7.1	Gefahren durch Elektrizität .....	26
3.7.2	Gefahren durch das Kältesystem (natürliche, brennbare Kältemittel).....	27
3.7.3	Gefahren durch das Kältesystem (nicht brennbare Kältemittel).....	27
3.7.4	Gefahren durch gesundheitsschädliche Ausgangsprodukte.....	28
3.7.5	Gefahren durch Lösungsmittel in den Ausgangsprodukten .....	28
3.7.6	Gefahren durch säurehaltige Ausgangsprodukte .....	28
3.7.7	Gefahren durch kontaminiertes Kondensat (Abtauwasser) .....	29
3.7.8	Gefahren durch heiße Oberflächen.....	29
3.7.9	Gefahren durch kalte Oberflächen .....	29

## Inhaltsverzeichnis

3.8	Sicherheitseinrichtungen.....	29
3.8.1	Systemkontrolle .....	29
3.8.2	Schutzleiterprüfung.....	29
3.9	Verhalten bei Gefahren und Unfällen .....	30
3.10	Wartung und Reinigung der Gefriertrocknungsanlage.....	30
3.11	Maßnahmen zum sicheren Betrieb der Gefriertrocknungsanlage.....	31
3.12	Restrisiken.....	32
<b>4</b>	<b>Lagerung und Transport .....</b>	<b>33</b>
4.1	Abmessungen und Gewicht .....	33
4.2	Lagerbedingungen.....	33
4.3	Transporthinweise .....	34
4.4	Verpackung .....	35
4.5	Transportsicherungen.....	35
<b>5</b>	<b>Aufstellung und Anschluss.....</b>	<b>36</b>
5.1	Aufstellort.....	36
5.2	Energieversorgung .....	37
5.2.1	Anschlussart.....	37
5.2.2	Sicherungen bauseits .....	37
5.3	Belüftungsventil .....	37
5.4	Medienablaufventil.....	38
5.5	Vakuummesssonde .....	38
5.6	Vakuumpumpe.....	40
5.7	Drucksteuerventil .....	41
5.8	Gummiventile.....	42
<b>6</b>	<b>Betrieb .....</b>	<b>43</b>
6.1	Erste Inbetriebnahme.....	43
6.2	Installation des Zubehörs .....	43
6.3	Vorbereitung der Gefriertrocknungsanlage .....	43
6.4	Einschalten .....	43
6.5	LSCbasic Anlagensteuerung.....	44
6.5.1	Bedienoberfläche.....	44
6.5.1.1	Hauptfenster "Prozess" .....	45
6.5.1.2	Hauptfenster "Optionen" .....	54
6.5.1.3	Hauptfenster "?" .....	65
6.5.2	Durchführung eines Gefriertrocknungsprozesses .....	65
6.5.2.1	Eingabe der Sollwerte .....	66
6.6	Optionale Erweiterungen .....	68
6.7	Ausschalten .....	68

---

<b>7</b>	<b>Störungen und Fehlersuche .....</b>	<b>69</b>
7.1	Allgemeine Störungen.....	69
7.1.1	Netzausfall.....	70
7.1.2	Kein ausreichendes Vakuum .....	71
7.1.2.1	Kleinflanschverbindungen .....	71
7.1.2.2	Belüftungsventil, Medienablaufventil .....	72
7.1.2.3	Drucksteuerventil .....	72
7.1.2.4	Gummiventile.....	72
7.1.2.5	Vakuummesssonde .....	72
7.1.3	Keine ausreichende Eiskondensatortemperatur.....	73
7.2	Prozess- und Anlagenmeldungen .....	73
7.3	Kontakt im Servicefall .....	74
<b>8</b>	<b>Wartung und Instandhaltung .....</b>	<b>75</b>
8.1	Wartungsarbeiten .....	75
8.1.1	Allgemeines .....	75
8.1.2	Eiskondensatorkammer .....	76
8.1.3	Belüftungsventil, Medienablaufventil.....	77
8.1.4	Wärmetauscher (nur bei luftgekühlten Gefriertrocknungsanlagen).....	78
8.1.5	Elektrisches System .....	78
8.1.6	Vakuumpumpe .....	79
8.1.7	Ölnebelabscheider (Auspufffilter).....	79
8.1.8	Kältesystem.....	80
8.1.9	Vakuummesssonde .....	80
8.1.10	Zubehör.....	81
8.2	Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör .....	82
8.3	Instandhaltungsarbeiten.....	82
8.4	Rücksendung defekter Teile .....	83
<b>9</b>	<b>Entsorgung.....</b>	<b>85</b>
9.1	Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage.....	85
9.2	Entsorgung der Verpackung .....	85
<b>10</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>86</b>
10.1	Umgebungsbedingungen.....	87
10.2	Technische Dokumentation.....	87
<b>11</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>88</b>
11.1	Kurzbedienungsanleitung .....	88
11.2	EG-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie.....	95
11.3	EG-Konformitätserklärung gemäß Druckgeräterichtlinie .....	97
11.4	Tabelle der Sublimationsdruckkurve .....	99
<b>12</b>	<b>Glossar .....</b>	<b>101</b>
<b>13</b>	<b>Index .....</b>	<b>103</b>

## **Inhaltsverzeichnis**

---



# 1 Allgemeine Informationen

## 1.1 Stellenwert der Betriebsanleitung

Grundvoraussetzung für den sicherheitsgerechten Umgang und den störungsfreien Betrieb dieses Geräts ist die Kenntnis der grundlegenden Sicherheits- und Gefahrenhinweise.

Die Betriebsanleitung enthält die wichtigsten Hinweise, um die Gefriertrocknungsanlage sicherheitsgerecht zu betreiben.

Diese Betriebsanleitung, insbesondere die Sicherheits- und Gefahrenhinweise, sind von allen Personen zu beachten, die mit diesem Gerät arbeiten.

Darüber hinaus sind die für den Einsatzort geltenden Regeln und Vorschriften zur Unfallverhütung zu beachten.

## 1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Gefriertrocknungsanlage wurde ausschließlich zur Gefriertrocknung von festem oder flüssigem Ausgangsgut in Ampullen, Fläschchen, oder Schalen konzipiert und sind auch nur für diesen Verwendungszweck bestimmt.

Die Gefriertrocknungsanlage ist geeignet für die Gefriertrocknung von festen Stoffen und wässrigen Lösungen (z. B. Bakterien und Viruskulturen, Blutplasma, Serumfraktionen, Antikörpern, Seren, Impfstoffen und pharmazeutischen Produkten wie Chloramphenicol, Streptomycin, Vitaminen, Fermenten sowie Pflanzenextrakten für biochemische Untersuchungen).

### **Trocknung lösungsmittelhaltiger Ausgangsprodukte (nicht wässrige Medien)**

Hinsichtlich der Korrosionsbeständigkeit ist die Verwendung einiger organischer Lösungsmittel in wässrigen Lösungen mit einer niedrigen Konzentration akzeptabel.

Eine Gefriertrocknungsanlage ist aufgrund ihrer Konstruktion chemisch widerstandsfähig gegenüber den meisten Verbindungen, die typischerweise zum Einsatz kommen. Allerdings besteht die Gefriertrocknungsanlage notwendigerweise aus mehreren unterschiedlichen Werkstoffen, von denen einige von bestimmten Chemikalien angegriffen und beschädigt werden können.

Die Herstellungsverfahren und/oder die Bedingungen, unter denen eine Acrylglastür den Chemikalien ausgesetzt ist (Exposition) sowie die Art der Anwendung können sich auf das Ergebnis auswirken. Im Folgenden werden einige dieser Faktoren aufgeführt:

- Herstellung: Beanspruchung durch Sägen, Schleifen, spanende Bearbeitung, Bohren, Polieren und/oder spanlose Formung.
- Exposition: Dauer der Exposition, Beanspruchung im Verlauf der Nutzungsdauer aufgrund unterschiedlicher Belastungen (Temperaturänderungen etc.).
- Anwendung von Chemikalien: durch Kontakt, Reibung, Wischen, Sprühen etc.

## 1 Allgemeine Informationen

Die folgende Tabelle gilt als allgemeiner Leitfaden für die zu erwartende Materialschädigung bei der Gefriertrocknung organischer Lösungsmittel mit einer Konzentration von max. 10 Vol.-% in wässrigen Lösungen.

Lösungsmittel	Acrylglas	Echtglas	Silikonkautschuk	EPDM
Essigsäure	+	+	+	o
Ameisensäure	+	+	o	-
Trifluoressigsäure (TFA)	-	+	-	+
Calciumchlorid	+	o	+	+
Natriumphosphat	+	+	-	+
Aceton	-	+	+	+
Acetonitril	-	+	+	+
Tetrachlormethan	-	+	-	-
Cyclohexan	+	+	-	-
Dioxan	+	+	-	o
Methyl-tert-butylether	+	+	o	-
Pyridin	+	+	-	-
Methanol	-	+	+	+
Ethanol	o	+	+	+
tert-Butanol	-	+	o	o
DMSO	-	+	+	+

Legende: + Keine Schädigung zu erwarten  
o Moderate Schädigung; begrenzter Einsatz  
- Schwerwiegende Schädigung; sporadische Verwendung empfohlen; sofortige, gründliche Reinigung erforderlich

Die Verwendung anderer Lösungsmittel, wie z.B. Ammoniak, ist zu vermeiden.

Die Schädigung der Gefriertrocknungsanlage und des Zubehörs durch Chemikalien lässt sich durch eine sofortige Reinigung nach der Trocknung deutlich reduzieren. Alle Teile der Gefriertrocknungsanlage, die mit dem Produkt in Kontakt gekommen sind, müssen regelmäßig auf Schädigungen überprüft und ggf. ausgetauscht werden.

Folgende Ausstattungsmerkmale müssen entfallen oder deaktiviert werden:

- Entfall von Produkttemperaturfühlern PT100 und LyoRx oder speziell geschaltete PT100 (kabelgebunden).



Lösungsmittel, die nicht in der o.a. Tabelle aufgeführt sind, oder die aufgeführten Lösungsmittel in einer höheren Konzentration als 10 Vol.-%, dürfen nicht verwendet werden!

## 1 Allgemeine Informationen

---

### Trocknung säurehaltiger Ausgangsprodukte

Säurehaltige Ausgangsprodukte dürfen nur unter Verwendung spezieller Schutzmaßnahmen und apparativer Vorkehrungen getrocknet werden. Anderenfalls besteht die Gefahr von Sach- und Personenschäden. Eine Klärung der erforderlichen Maßnahmen mit der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH ist zwingend erforderlich!

Eine andere oder darüber hinaus gehende Verwendung gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für hieraus entstehende Schäden haftet die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH nicht.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehören auch

- das Beachten aller Hinweise aus der Betriebsanleitung,
- die Einhaltung der Inspektions- und Wartungsarbeiten.

Insbesondere sind **NICHT ZULÄSSIG**:

- Betrieb der nicht fachgerecht installierten Gefriertrocknungsanlage.
- Betrieb der Gefriertrocknungsanlage in einem nicht einwandfreien technischen Zustand.
- Betrieb der Gefriertrocknungsanlage in explosionsgefährdeten Räumen.
- Betrieb der Gefriertrocknungsanlage mit eigenmächtigen An- oder Umbauten ohne schriftliche Genehmigung der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH.
- Betrieb der Gefriertrocknungsanlage mit Zubehör, das nicht von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH zugelassen ist, mit Ausnahme handelsüblicher Gefäße aus Glas oder Kunststoff.
- Betrieb der Gefriertrocknungsanlage mit konzentrierten Lösungsmitteln.
- Trocknung von Ausgangsprodukten, die unter Zuführung hoher Energie während des Gefriertrocknens reagieren könnten.
- Trocknung azidhaltiger Ausgangsprodukte.
- Trocknung von Ausgangsprodukten, die Materialschäden an Kammerwänden, Stellflächen, Leitungen oder Dichtungen verursachen und die mechanische Festigkeit beeinträchtigen können.

### 1.3 Gewährleistung und Haftung

Es gelten unsere "Allgemeinen Geschäftsbedingungen", die dem Betreiber seit Vertragsabschluss zur Verfügung stehen.

Gewährleistungs- und Haftungsansprüche sind ausgeschlossen, wenn sie auf eine oder mehrere der folgenden Ursachen zurückzuführen sind:

- nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch,
- Nichtbeachten der Sicherheits- und Gefahrenhinweise in der Betriebsanleitung,
- unsachgemäßes Inbetriebnehmen, Bedienen und Warten der Gefriertrocknungsanlage.

## 1 Allgemeine Informationen

---

### 1.4 Urheberrecht

Das Urheberrecht an dieser Betriebsanleitung verbleibt bei der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH.

Diese Betriebsanleitung ist nur für den Betreiber und dessen Personal bestimmt. Sie enthält Vorschriften und Hinweise, die weder vollständig noch teilweise

- vervielfältigt,
- verbreitet oder
- anderweitig mitgeteilt werden dürfen.

Zu widerhandlungen können strafrechtliche Folgen nach sich ziehen.

### 1.5 Zeichenerklärung

In dieser Betriebsanleitung werden Fachbegriffe, die im Glossar (s. Kap. 12 - "Glossar") erläutert werden, durch einen vorangestellten Pfeil gekennzeichnet und kursiv dargestellt (z.B. → *Sublimation*).

### 1.6 Normen und Vorschriften

EG-Konformitätserklärungen gemäß Maschinenrichtlinie (s. Kap. 11.2 - "EG-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie")

### 1.7 Lieferumfang

**Zum Lieferumfang gehören:**

- 1 Tube Hochvakuumfett
- 1 Liter Vakuumpumpenöl (nur bei mitgelieferter Pumpe)
- 1 Satz Flanschbauteile und Kleinmaterial für Wartungszwecke
- 1 Ablaufschlauch 0,5 m (Silikon 8 x 12 mm)
- 1 Betriebsanleitung

**Zubehör und Inbetriebnahme**

gemäß Ihrer Bestellung, unserer Auftragsbestätigung und unserem Lieferschein.

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

### 2.1 Aufbau der Gefriertrocknungsanlage

#### 2.1.1 Funktions- und Bedienelemente

- 1 Eiskondensator-kammer
- 2 LSCplus-Bedienoberfläche (s. Kap. 6.5.1 - "Bedienoberfläche")
- 3 Steuerung ein/aus (Netzschalter)



Abb. 1: Gesamtansicht der Gefriertrocknungsanlage

- 4 Rohranschluss für die Vakuummesssonde
- 5 Rohranschluss für die Vakuumpumpe (hinter Prellblech)
- 6 Eiskondensator

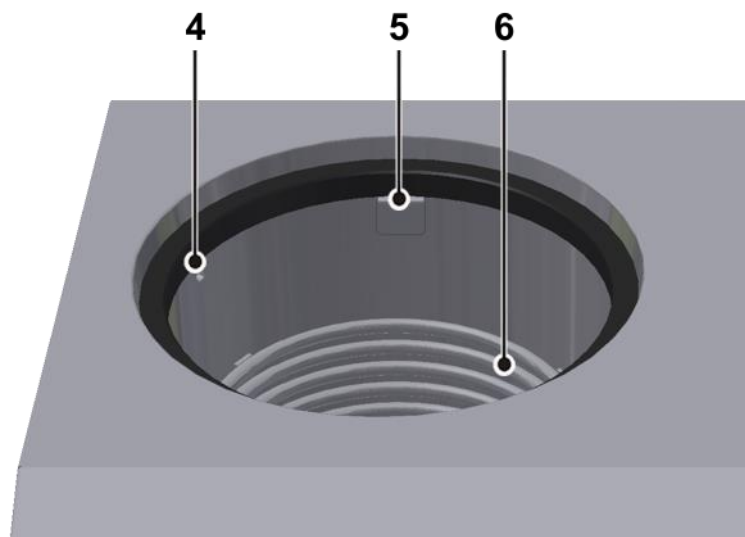


Abb. 2: Eiskondensatorkammer

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

- 7 Belüftungsventil
- 8 Medienablaufventil

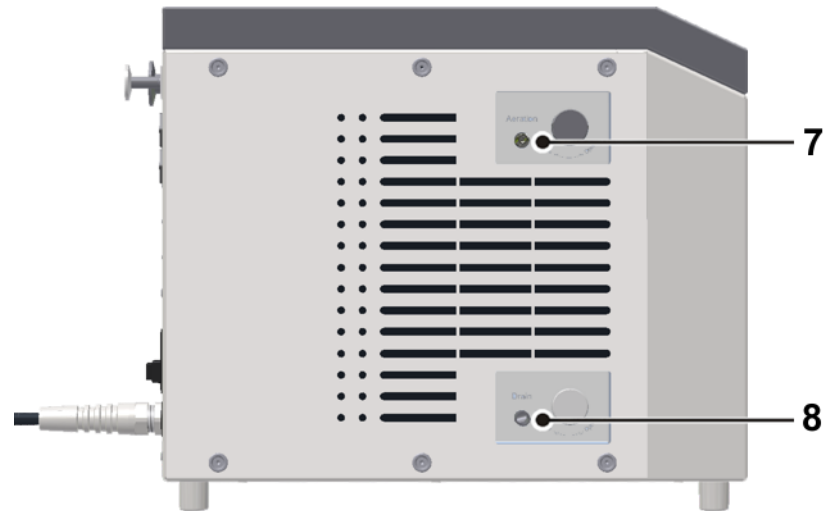


Abb. 3: linke Seite der Gefriertrocknungsanlage

- 9 Touch panel



Abb. 4: Bedienoberfläche mit Touch panel

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

- 10 Wärmetauscher des Kälteaggregats
- 11 Typenschild (s. Kap. 2.1.2 - "Typenschild")
- 12 Vakuumanschluss
- 13 Option: serielle Schnittstelle
- 14 Elektr. Anschluss für Vakuummesssonde
- 15 Anschluss Vakuummesssonde
- 16 Spannungsversorgung Drucksteuerventil
- 17 Spannungsversorgung Vakuumpumpe
- 18 Netzabsicherung
- 19 Netzkabel
- 20 Potentialausgleichsschraube

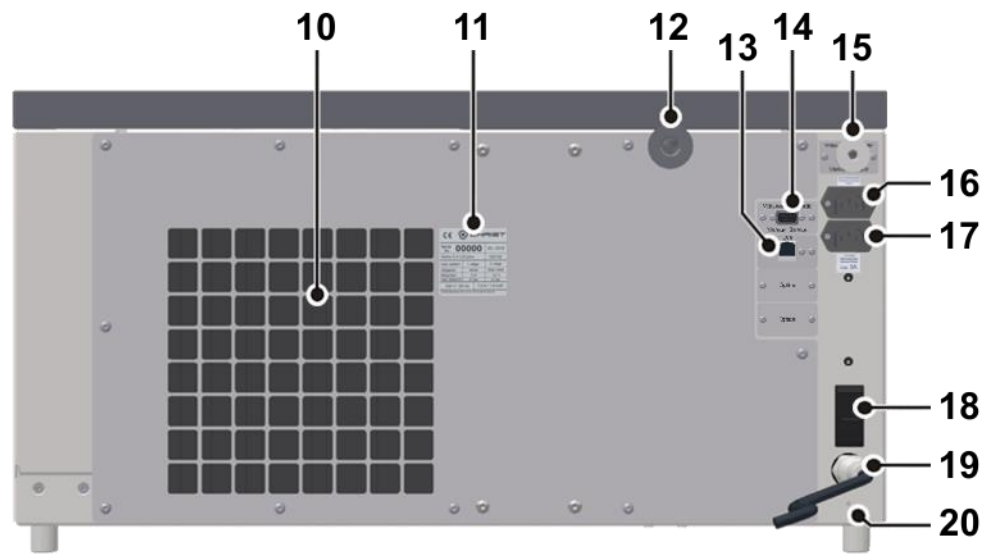


Abb. 5: Rückseite der Gefriertrocknungsanlage

### 2.1.2 Typenschild

- 1 Fabriknummer
- 2 Gerätetyp
- 3 Kältemitteldaten der 1. Stufe
- 4 Nennspannung
- 5 Baujahr (Monat/Jahr)
- 6 Artikelnummer
- 7 Kältemitteldaten der 2. Stufe
- 8 Nennstrom / Scheinleistung

CE		CHRIST	
1	Serial No.	00000	03/2018
2		Beta 2-8 LSCbasic	102421
3	cool. system	1. stage	2. stage
	refrigerant	R404A	R290 / R508
	filling	230g	8g / 76g
	max. pressure	25 bar	25 bar
	max. temp.	120°C	120°C
4	230 V / 50 Hz		6.0 A / 1.3 kVA
	D-37520 Osterode am Harz, An der Unteren Söse 50, Germany		

Abb. 6: Typenschild (Beispiel)

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

---

### 2.2 Wirkungsweise

#### 2.2.1 Gefriertrocknung allgemein

##### Was ist Gefriertrocknung?

Die Gefriertrocknung oder Lyophilisation ist ein Verfahren zur schonenden Trocknung hochwertiger Produkte. Die Trocknung erfolgt unter Umgehung des flüssigen Aggregatzustands durch → *Sublimation*.

##### In welchen Bereichen wird die Gefriertrocknung angewendet?

Ein großer Einsatzbereich ist die Trocknung von Produkten der Biotechnologie und Pharmazie wie z.B. Gewebe und Gewebestandteile, Bakterien, Impfstoffe und Seren. Produkte, die in Wasser gelöst nicht lange haltbar wären, werden durch die Gefriertrocknung konserviert. Dabei bleiben die biologischen Eigenschaften der empfindlichen Substanzen erhalten. Die Verbindungen bleiben qualitativ und quantitativ unverändert. Nach Hinzufügen von Wasser weisen die Produkte die Eigenschaften des Ausgangsgutes unverändert auf.

##### Wie funktioniert Gefriertrocknung?

Die Gefriertrocknung ist ein sehr schonendes Verfahren, bei dem einem Produkt das Wasser im gefrorenen Zustand entzogen wird. Die Trocknung erfolgt durch → *Sublimation*, d.h. durch den unmittelbaren Übergang eines Stoffes vom festen in den gasförmigen Aggregatzustand. Dies geschieht unter Vakuum.

Im Folgenden wird die → *Sublimation* am Beispiel von Wasser erläutert, da die meisten Produkte in der Gefriertrocknung wässrige Lösungen sind, deren Verhalten auf den gleichen Grundsätzen basiert.

Die Dampfdruckkurve für Eis und Wasser (Sublimationsdruckkurve) beschreibt den Phasenübergang in Abhängigkeit von Druck und Temperatur. Je höher die Temperatur, desto höher ist auch der Dampfdruck.

- Ist der Dampfdruck höher als 6,11 mbar (A), durchläuft Wasser bei einer Temperaturveränderung alle drei Aggregatzustände: fest, flüssig und gasförmig (siehe Abbildung).
- Beträgt der Dampfdruck genau 6,11 mbar und die Temperatur 0,0098°C, treffen Dampfdruckkurve, Schmelzdruckkurve und Sublimationsdruckkurve im sogenannten Tripelpunkt zusammen. In diesem Punkt treten alle Zustände gleichzeitig auf.
- Liegt der Dampfdruck unterhalb von 6,11 mbar (B) und es wird Energie zugeführt, geht Eis bei Erreichen der Sublimationskurve direkt in Wasserdampf über. Diesen Übergang bezeichnet man als → *Sublimation*. Wird reinem Eis mit einer Temperatur unter -30°C bei einem Druck von 0,37 mbar Wärmeenergie zugeführt, geht es bei Erreichen von -30°C in Wasserdampf über (siehe folgende Abbildung).

Ein Vakuum verhindert also das Schmelzen des Eises bei der Zufuhr von Energie. Wird einem eingefrorenen Produkt unter Vakuum Wärmeenergie zugeführt, wird auch hier das Auftauen des Produktes verhindert und der enthaltene Wasseranteil als Wasserdampf freigesetzt.



## 2 Aufbau und Wirkungsweise

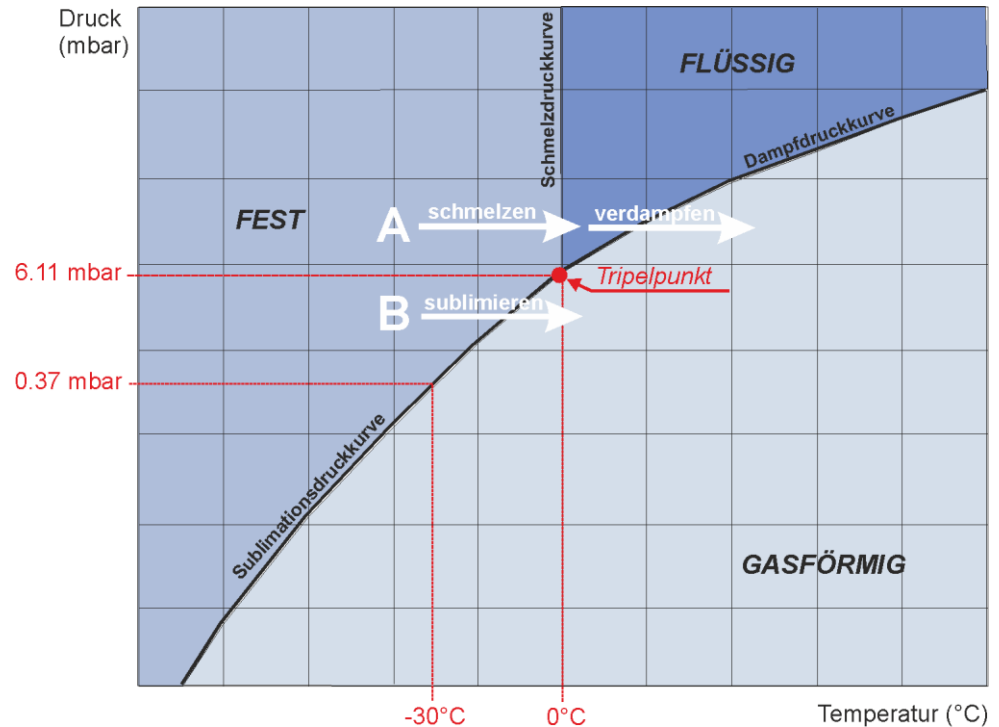


Abb. 7: Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

Aus physikalischer Sicht erfolgt die Gefriertrocknung in drei Phasen (siehe folgende Abbildung):

- (1) Gefrieren: Das zu trocknende Produkt wird zunächst unter Atmosphärendruck eingefroren. Dies kann entweder direkt in der Gefriertrocknungsanlage oder in einem separaten Gefrierschrank erfolgen. Die Einfriertemperatur sollte ca. 10°C unter dem Erstarrungspunkt des Produktes liegen.
- (2) Evakuieren: Ist das Produkt tief genug eingefroren, wird die Vakuumpumpe zugeschaltet. Der Druck in der Trocknungskammer wird gemäß Dampfdruckkurve für Eis und Wasser auf den der Einfriertemperatur entsprechenden Wert gesenkt.
- (3) Sublimieren: Dem Produkt wird Wärmeenergie zugeführt. Der Sublimationsprozess wird in Gang gesetzt. Durch die zugeführte Energie geht der Wasseranteil im Produkt in Wasserdampf über. Da der Eiskondensator sehr viel kälter ist als das zu trocknende Gut, ist der Dampfdruck dort deutlich geringer als über dem Produkt. Der aus dem Produkt austretende Wasserdampf strömt daher zum Eiskondensator, wo er sich an den Kondensatorschlangen niederschlägt.

Sobald dem Produkt während der Haupttrocknungsphase das freie Wasser entzogen wurde, wird unter möglichst niedrigem Enddruck und höheren Temperaturen auch noch das in Spuren enthaltene gebundene Wasser entfernt. Dies geschieht durch → *Desorption*. Diese Trocknungsphase wird als Nachtrocknung bezeichnet.

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

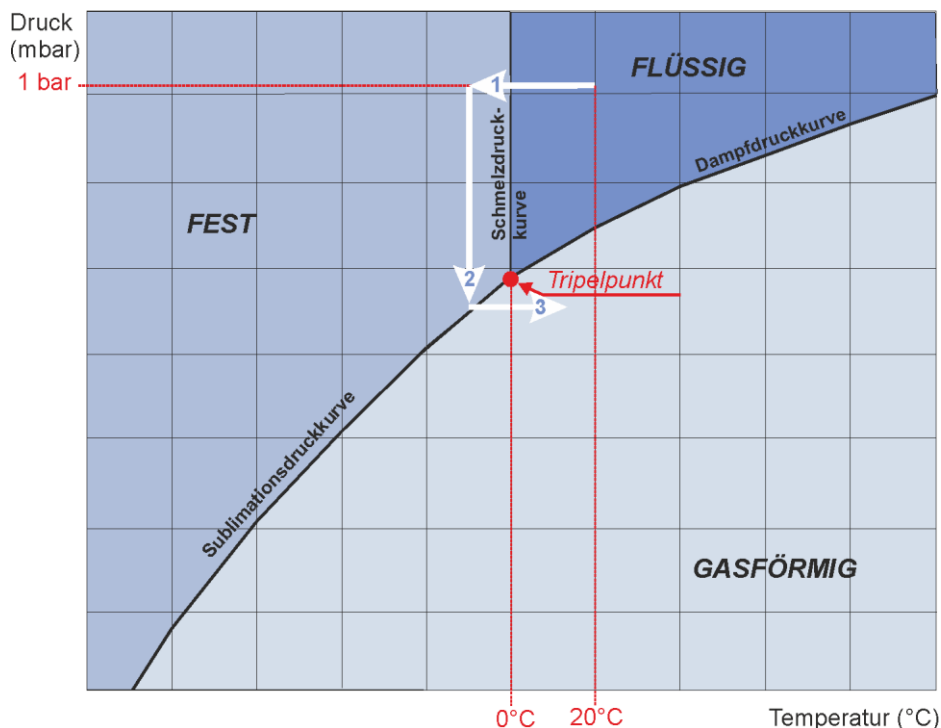


Abb. 8: Phasen der Gefriertrocknung



Weitere Informationen zu Grundlagen, optimierter Prozessführung und Anwendungen enthält die Broschüre "Gefriertrocknung mit System", die als Download unter [www.martinchrist.de](http://www.martinchrist.de) → [Anwendungen] → [Lyophilisation] verfügbar ist.

### 2.2.2 Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses

Die Grundkomponenten einer Gefriertrocknungsanlage sind:

- Vakuum-Trocknungskammer oder Trockenrechen,
- Vakuumpumpe zur Erzeugung eines Vakuums in der Trocknungskammer,
- Eiskondensator zum Binden des aus dem Produkt ausgetretenen Wasserdampfs.

#### 2.2.2.1 Vorbereitung

Die Eiskondensatorkammer muss sauber und trocken sein. Wasserrückstände vom vorhergehenden Trocknungsprozess müssen entfernt werden. Medienablaufventil und Belüftungsventil müssen geschlossen sein.

Bei Anlagen, die mit dem Drucksteuerventil ausgerüstet sind (Standard bei Anlagen mit LSCplus- oder LSCbasic-Steuerung), sollte die Vakuumpumpe eine Warmlaufphase ("Warm-up") von mind. 15 Minuten vor dem Beginn der Haupttrocknung durchlaufen. Die Vakuumpumpe wird dann erst mit kondensierbaren Gasen belastet, wenn die Betriebstemperatur erreicht ist. So kann ihre Lebensdauer verlängert werden.

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

---

Gleichzeitig wird der Eiskondensator vorgekühlt ("Cool down"). Die Eiskondensatortemperatur hat keinen Einfluss auf die Produkttemperatur; der Eiskondensator dient ausschließlich zum Binden des freigesetzten Wasserdampfes.

### 2.2.2.2 Gefrieren

Das zu trocknende Produkt wird zunächst eingefroren. Besonders bei geringen Füllmengen ist es zweckmäßig, die Stellflächen ebenfalls vorzukühlen, um ein Antauen während der Evakuierung zu vermeiden.

Man unterscheidet zwei grundsätzlich verschiedene Strukturen der gefrorenen Materialien:

- kristalline Strukturen mit eindeutig abgrenzbaren Eiskristallen
- amorphe Strukturen, bei der keinerlei Kristallgrenzen vorhanden sind (z.B. Glas)

Der überwiegende Teil der zu trocknenden Produkte entspricht der kristallinen Form.

Beim Einfrieren solcher Produkte ist zu beachten, dass zu tiefes und zu schnelles Einfrieren zu kleineren Eiskristallen führt, die sich negativ auf die Dauer des Trocknungsprozess auswirken.

Für jedes zu trocknende Produkt muss vorher der Erstarrungspunkt bestimmt werden. An diesem Punkt ist das im Produkt enthaltene Wasser vollständig kristallisiert. Für einen optimalen Ablauf der Gefriertrocknung sollte die Produkttemperatur ca. 10°C unter dem Erstarrungspunkt liegen.

### 2.2.2.3 Haupttrocknung

Mit dem gefrorenen Produkt wird die Haupttrocknung gestartet. Die Vakuumpumpe wird zugeschaltet. Der Druck in der Trocknungskammer wird gemäß Dampfdruckkurve für Eis und Wasser (Sublimationsdruckkurve) auf den der Einfriertemperatur entsprechenden Wert gesenkt. Gleichzeitig wird dem Produkt Wärmeenergie zugeführt. Dies geschieht bei der Trocknung in Rundkolben, Weithalsflaschen, etc. durch die sehr viel wärmere Umgebung (direkte Kontaktwärme), bei unbeheizten Stellflächen durch Wärmeeinstrahlung aus der Umgebung und bei temperierbaren Stellflächen direkt durch die Stellflächen. Der Sublimationsprozess wird in Gang gesetzt.

Zu Beginn der Trocknung wird die maximale Trocknungsgeschwindigkeit erreicht. Je weiter sich die Sublimationsebene in das Produkt zurückzieht, desto weiter muss der anfallende Wasserdampf durch die bereits getrockneten Schichten geführt werden.

Unter Umständen ist es möglich, dass während der Haupttrocknung das Vakuum in der Eiskondensatorkammer bzw. in der Trocknungskammer ansteigt (z. B. von 0,63 mbar auf 0,47 mbar), obwohl das Ventil zur Vakuumpumpe geschlossen ist. Dies ist physikalisch auf die Pumpwirkung des Eiskondensators zurückzuführen ("Cryo-Pumping-Effect").

Die benötigte Trocknungszeit ist sehr stark vom Trocknungsvakuum abhängig. Ein Gramm Eis nimmt bei 1,0 mbar ein Volumen von 1 m<sup>3</sup> Dampf ein, bei 0,1 mbar ein Volumen von 10 m<sup>3</sup> Dampf, bei 0,001 mbar aber ein Volumen von 100 m<sup>3</sup>. Je näher das Vakuum dem Erstarrungspunkt ist, desto geringer ist das anfallende Dampfvolument. Die Sublimationsgeschwindigkeit erhöht sich, und die Trocknungszeit wird verkürzt.

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

---

### 2.2.2.4 Nachtrocknung

Die Nachtrocknung ist eine Option, die immer dann verwendet wird, wenn man ein Produkt mit minimaler Restfeuchte erhalten will. Es handelt sich im physikalischen Sinn um eine → *Desorption*, d.h. die Entfernung adsorptiv gebundenen Wassers. Die Nachtrocknung wird unter tiefstmöglichem Enddruck durchgeführt, der von der Eiskondensatortemperatur entsprechend der Dampfdruckkurve für Eis und Wasser und von dem Endvakuum der eingesetzten Vakuumpumpe abhängt. Der Prozess wird unterstützt durch eine höhere Stellflächentemperatur.

### 2.2.2.5 Trocknungsende und Belüften

Das Trocknungsende ist erreicht, wenn Produkt- und Stellflächen-temperatur deutlich im positiven Bereich sind (+15 bis + 20°C) und nicht mehr als 5K voneinander abweichen.

Ein weiteres Indiz für das Erreichen des Trocknungsendes ist aus dem Verhalten des Vakuums und der Eiskondensatortemperatur abzuleiten. Der Eiskondensator wird nicht mehr belastet und erreicht die Endtemperatur von ca. -55°C bzw. -85°C. Der Druck in der Trocknungskammer sinkt entsprechend der Eiskondensatortemperatur.

Die Vakuumpumpe wird abgeschaltet und die Trocknungskammer über ein Gummiventil oder das Belüftungsventil belüftet. Die Anlage kann über das Belüftungsventil statt mit Umgebungsluft auch mit Stickstoff oder einem anderen Inertgas belüftet werden.

Anschließend kann das Produkt entnommen werden.

### 2.2.2.6 Abtauen

#### Abtauen mit Heißgas

Die Gefriertrocknungsanlage ist standardmäßig mit einer Heißgasabtauung ausgerüstet. Zum Abtauen des Eiskondensators wird erwärmtes Kältemittel durch die Wendelung geleitet. Zusätzlich wird der Boden der Eiskondensatorkammer über eine Heizmanschette erwärmt.



Um Schäden zu vermeiden, muss das Kondensat sofort nach Ende des Abtauvorgangs über das Medienablaufventil abgelassen werden.

Anschließend werden letzte Wasserrückstände mit einem Tuch aus der Eiskondensatorkammer entfernt.

### 3 Sicherheit

#### 3.1 Beschilderung des Geräts

An Christ Gefriertrocknungsanlagen werden folgende Symbole verwendet:

	Gefährliche elektrische Spannung		Ein (Netzverbindung)
	Heiße Oberfläche		Aus (Netzverbindung)
	Vorsicht Quetschgefahr		Typenschild (s. Kap. 2.1.2 - "Typenschild")
	Betriebsanleitung lesen		mit natürlichen brennbaren Kältemitteln befüllt
	Schutzleiteranschluss		CE-Zeichen gemäß Richtlinie 2006/42/EG
	Erde		China RoHS 2-Zeichen (nur für China)
	Netzstecker ziehen		

**i**  
HINWEIS

Die Sicherheitshinweise an der Gefriertrocknungsanlage sind in lesbarem Zustand zu halten und ggf. zu erneuern.

**i**  
HINWEIS

An diesem Anlagentyp werden nicht alle Beschilderungen verwendet.

### 3 Sicherheit

#### 3.2 Symbol- und Hinweiserklärungen

In der Betriebsanleitung werden folgende Benennungen und Zeichen für Gefährdungen verwendet:



**GEFAHR**

Dieses Symbol bedeutet eine **unmittelbare** drohende Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Personen.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise **hat** schwere gesundheitsschädliche Auswirkungen zur Folge, bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen.



**GEFAHR**

Dieses Symbol bedeutet eine **unmittelbare** drohende Gefahr durch elektrische Spannung für das Leben und die Gesundheit von Personen.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise **hat** schwere gesundheitsschädliche Auswirkungen zur Folge, bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen.



**WARNUNG**

Dieses Symbol bedeutet eine **mögliche** drohende Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Personen.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise **kann** schwere gesundheitsschädliche Auswirkungen zur Folge haben, bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen.



**VORSICHT**

Dieses Symbol bedeutet eine mögliche gefährliche Situation.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise kann leichte Verletzungen zur Folge haben oder zu Sachbeschädigungen führen.



**HINWEIS**

Dieses Symbol deutet auf wichtige Sachverhalte hin.

### 3.3 Verantwortung des Betreibers

#### **Bedienpersonal**

Der Betreiber verpflichtet sich, nur Personal an der Gefriertrocknungsanlage arbeiten zu lassen, das

- mindestens 18 Jahre alt ist,
- vom Betreiber hierzu speziell beauftragt wurde und das eine Unterweisung über die Gefahren, die von der Anlage, den Versorgungsmedien und den Ausgangs- und Endprodukten ausgehen sowie über das Verhalten bei Unfällen und Störungen und die dabei zu treffenden Maßnahmen erhalten hat,
- mit den grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut ist,
- in die Bedienung dieser Anlage eingewiesen wurde,
- diese Betriebsanleitung (insbesondere die Sicherheitskapitel und die Warnhinweise) gelesen und verstanden und dies durch seine Unterschrift bestätigt hat.

Die Zuständigkeiten des Personals für das Bedienen, Warten und Instandhalten sind klar festzulegen.

Das sicherheitsbewusste Arbeiten des Personals unter Beachtung der Betriebsanleitung und die Einhaltung der EG-Richtlinien zum Arbeitsschutz, nationaler Gesetze zum Arbeitsschutz und der Unfallverhütungsvorschriften muss in regelmäßigen Abständen (z.B. monatlich) überprüft werden.

#### **Arbeitsbereich**

Der Betreiber muss

- eine Risikobetrachtung hinsichtlich möglicher Unglücksfälle im Umfeld der Gefriertrocknungsanlage durchführen und gegebenenfalls konstruktive Gegenmaßnahmen ergreifen.
- eine Verträglichkeitsprüfung aller in der Gefriertrocknungsanlage verwendeten Substanzen (sowohl zu trocknende Produkte als auch Reinigungsmittel etc.), die mit Kammerwänden, Stellflächen, Leitungen und Dichtungen in Berührung kommen, durchführen. Substanzen, die den Werkstoff schädigen oder die mechanische Festigkeit schwächen, dürfen nicht verwendet werden.
- die Anlage regelmäßig warten lassen (s. Kap. 8 - "Wartung und Instandhaltung").

Anlagenteile in nicht einwandfreiem Zustand sind sofort auszutauschen.

#### Zusätzliche Punkte für die Trocknung von lösungsmittelhaltigen Ausgangsprodukten

Hinsichtlich der Korrosionsbeständigkeit ist die Verwendung einiger organischer Lösungsmittel in wässrigen Lösungen mit einer niedrigen Konzentration akzeptabel.

Bei der Trocknung von lösungsmittelhaltigen Produkten kann unter bestimmten Umständen ein zündfähiges Gemisch entstehen. Aus diesem Grund muss der Betreiber eine Betriebsanweisung/SOP erstellen, die exakte Anweisungen

### 3 Sicherheit

---

- hinsichtlich der Deaktivierung bestimmter Ausstattungsmerkmale wie PT100 enthält (siehe Kapitel 1.2 - "Bestimmungsgemäße Verwendung", Absatz "Trocknung lösungsmittelhaltiger Ausgangsprodukte"),
- hinsichtlich des Kammerdrucks und der Stellflächentemperaturen für jedes zu verarbeitende Produkt enthält,
- hinsichtlich der Überprüfung der Gefriertrocknungsanlage auf Schädigungen durch das verwendete Lösungsmittel enthält (siehe Kapitel 1.2 - "Bestimmungsgemäße Verwendung", Absatz "Trocknung lösungsmittelhaltiger Ausgangsprodukte").

#### 3.4 Bedienpersonal

Die Anlage darf nur bedienen, wer

- mindestens 18 Jahre alt ist,
- vom Betreiber hierzu speziell beauftragt und auf die Gefahren, die von der Anlage, den Versorgungsmedien, den Ausgangs- und Endprodukten ausgehen, aufmerksam gemacht wurde,
- mit den grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut ist,
- in die Bedienung dieser Anlage eingewiesen wurde,
- diese Betriebsanleitung (insbesondere die Sicherheitskapitel und die Warnhinweise) gelesen und verstanden und dies durch seine Unterschrift bestätigt hat.

#### 3.5 Informelle Sicherheitshinweise

Die Betriebsanleitung ist Teil des Produktes.

- Die Betriebsanleitung ist ständig am Standort der Gefriertrocknungsanlage aufzubewahren und muss jederzeit einsehbar sein.
- Die Betriebsanleitung muss an jeden nachfolgenden Besitzer oder Benutzer der Gefriertrocknungsanlage weitergegeben werden.
- Jede erhaltene Änderung, Ergänzung oder Aktualisierung ist der Betriebsanleitung beizufügen.
- Ergänzend zur Betriebsanleitung sind die allgemeingültigen sowie die betrieblichen Regelungen zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz bereitzustellen.
- Alle Sicherheits- und Gefahrenhinweise an der Gefriertrocknungsanlage sind in lesbarem Zustand zu halten und ggf. zu erneuern.



### 3.6 Sicherheitshinweise zu Transport, Aufstellung und Anschluss und Inbetriebnahme

Zum Schutz von Personen und Sachen sind die folgenden Hinweise unbedingt zu beachten.

#### 3.6.1 Allgemeine Gefahren



**WARNUNG**

##### **Allgemeine Verletzungsgefahr**

Zu den allgemeinen Gefahren während Transport, Aufstellung und Anschluss und Inbetriebnahme der Anlage zählen Stoß, Quetschen, Abschürfen, Schneiden usw.

Es kann zu schweren Verletzungen kommen.

- Grundlegende Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung beachten!
- Persönliche Schutzausrüstung tragen (Sicherheitsschuhe, Arbeitshandschuhe, ggf. Schutzhelm)!

#### 3.6.2 Gefahren durch unsachgemäßen Transport



**GEFAHR**

##### **Verletzungsgefahr durch sich unkontrolliert bewegende Lasten**

Nicht ordnungsgemäß gesicherte Anlagen können z.B. verrutschen oder umstürzen.

- Vor dem Transport der Gefriertrocknungsanlage Kapitel 4 - "Lagerung und Transport" aufmerksam lesen!

#### 3.6.3 Gefahren durch unsachgemäße Aufstellung



**WARNUNG**

##### **Verletzungsgefahr durch schlechte Zugänglichkeit der Anlage**

An engen und schlecht zugänglichen Aufstellorten können Ecken und Kanten in den Arbeitsbereich hineinragen.

Es kann zu Verletzungen durch Stoß oder Abschürfen kommen.

- Gefriertrocknungsanlage frei zugänglich aufstellen!
- Grundlegende Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung beachten!

### 3 Sicherheit

#### 3.6.4 Gefahren durch unsachgemäßen Anschluss



**WARNUNG**

##### **Verletzungsgefahr durch Folgen unsachgemäß ausgeführter Anschlüsse**

Nicht ordnungsgemäß ausgeführte Anschlüsse können zu einem späteren Zeitpunkt beim Betrieb der Anlage zu einem elektrischen Störfall führen. Es kann zu schwerwiegenden Gesundheitsschäden bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Die örtliche Versorgungsspannung muss mit der Spannung übereinstimmen, die auf dem Typenschild der Gefriertrocknungsanlage angegeben ist.
- Kein potentiell gefährliches Material wie z.B. Glasgefäße mit Flüssigkeiten in den Sicherheitsbereich von 30 cm um die Gefriertrocknungsanlage stellen. Verschüttete Flüssigkeiten können in das Gerät eindringen und elektrische oder mechanische Bauteile beschädigen.
- Arbeiten an der elektrischen Versorgung nur von einer Elektrofachkraft durchführen lassen.
- Die elektrische Ausrüstung des Geräts regelmäßig überprüfen lassen.
- Mängel wie lose Verbindungen bzw. beschädigte Kabel müssen sofort beseitigt werden.

#### 3.7 Sicherheitshinweise zum Betrieb

Zum Schutz von Personen und Sachen sind die folgenden Hinweise zum Betrieb der Anlage unbedingt zu beachten.

##### 3.7.1 Gefahren durch Elektrizität



**GEFAHR**

##### **Lebensgefahr durch elektrischen Schlag**

Bei Berührung stromführender Bauteile besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags.

Es kann zu Herzkammerflimmern, Herzstillstand oder Atemlähmung kommen.

- Arbeiten am elektrischen System der Anlage nur von einer Elektrofachkraft durchführen lassen!
- Die elektrische Ausrüstung der Anlage in regelmäßigen Abständen durch eine Elektrofachkraft überprüfen lassen!
- Mängel wie lose Verbindungen bzw. beschädigte Kabel sofort beseitigen lassen!

### 3.7.2 Gefahren durch das Kältesystem (natürliche, brennbare Kältemittel)



**WARNUNG**

#### **Explosionsgefahr durch Kältemittel**

Die verwendeten Kältemittel sind hochentzündlich und können bei entsprechender Konzentration in der Raumluft ein explosionsfähiges Gemisch bilden.

Es besteht Explosionsgefahr.

- Arbeiten an den Kältesystem der Anlage nur von qualifiziertem Fachpersonal durchführen lassen, das für den Umgang mit brennbaren Kältemitteln ausgebildet ist!
- Für gute Belüftung sorgen und sicherstellen, dass keinerlei Zündquellen (z.B. Lötkolben, Schweißgerät) vorhanden sind!

### 3.7.3 Gefahren durch das Kältesystem (nicht brennbare Kältemittel)



**WARNUNG**

#### **Vergiftungsgefahr durch Kältemittel**

Bei Zersetzung (z.B. durch offene Flammen oder heiße Oberflächen) werden gefährliche Gase frei.

Durch Kontakt mit den Zersetzungsprodukten kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!
- Nicht essen, trinken oder rauchen, während am Kältesystem gearbeitet wird!



**WARNUNG**

#### **Gefahr von Kaltverbrennungen bzw. Erfrierungen durch Kältemittel**

Bei Arbeiten am Kältesystem der Anlage kann Kältemittel in flüssigem oder gasförmigem Zustand und unter hohem Druck austreten.

Bei Kontakt von flüssigem Kältemittel mit der Haut kann es zu Kaltverbrennungen bzw. Erfrierungen kommen.

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!

### 3 Sicherheit

#### 3.7.4 Gefahren durch gesundheitsschädliche Ausgangsprodukte



**GEFAHR**

##### **Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch die Ausgangsprodukte**

Beim Be- und Entladen der Trocknungskammer ist das Personal dem Produkt ausgesetzt.

Durch Kontakt mit der Haut oder Einatmen von Partikeln kann es produktabhängig zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Atemschutzmaske tragen!



**GEFAHR**

##### **Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch die Ausgangsprodukte**

Bei Wartungsarbeiten an produktberührten Teilen (z.B. alle Teile im Inneren der Kammern, Vakuumpumpe) kann das Personal Produktrückständen ausgesetzt sein.

Durch Kontakt mit der Haut oder Einatmen von Partikeln kann es produktabhängig zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Vor Beginn von Wartungsarbeiten geeignete Maßnahmen zur Dekontamination durchführen!
- Geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und ggf. Atemschutzmaske tragen!

#### 3.7.5 Gefahren durch Lösungsmittel in den Ausgangsprodukten



**GEFAHR**

##### **Explosionsgefahr durch Lösungsmittel in den Ausgangsprodukten**

Bei der Trocknung von lösungsmittelhaltigen Ausgangsprodukten kann es zur Bildung von Gasgemischen kommen, die sich an bestimmten Komponenten der Anlage entzünden können.

Es besteht Explosionsgefahr.

- Lösungsmittel, die nicht in der Tabelle in Kapitel 1.2 - "Bestimmungsgemäße Verwendung" aufgeführt sind, oder die aufgeführten Lösungsmittel in einer höheren Konzentration als 10 Vol-%, dürfen nicht verwendet werden!
- Sicherheitsdatenblätter der eingesetzten Stoffe beachten!

#### 3.7.6 Gefahren durch säurehaltige Ausgangsprodukte



**GEFAHR**

##### **Verletzungsgefahr durch säurehaltige Ausgangsprodukte**

Säurehaltige Ausgangsprodukte können Materialschäden an den Komponenten der Gefriertrocknungsanlage verursachen und die mechanische Festigkeit beeinträchtigen.

Es besteht die Gefahr von Gesundheitsschäden.

- Säurehaltige Ausgangsprodukte nur unter Verwendung spezieller Schutzmaßnahmen und apparativer Vorkehrungen trocknen! Wenden Sie sich hierzu an unser Fachpersonal.
- Sicherheitsdatenblätter der eingesetzten Stoffe beachten!

### 3.7.7 Gefahren durch kontaminiertes Kondensat (Abtauwasser)



**WARNUNG**

#### **Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch Kondensat (Abtauwasser)**

Das Kondensat kann gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeiteten Produkt enthalten.

Durch Kontakt mit dem Kondensat kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Kondensat unter Beachtung der örtlichen Bestimmungen umweltgerecht entsorgen!
- Bei Wartungsarbeiten am Ablaufsystem (insbesondere bei der Reinigung der Ventile und beim Dichtungswechsel) geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und ggf. Atemschutzmaske tragen!

### 3.7.8 Gefahren durch heiße Oberflächen



**WARNUNG**

#### **Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen**

Nach einem Trocknungsprozess können die Oberflächen im Inneren der Kammer heiß sein.

Bei Berührung der Oberflächen kann es zu Verbrennungen kommen.

- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!
- Die Oberflächen nicht vorsätzlich berühren!
- Vor Wartungsarbeiten die Kammer abkühlen lassen!

### 3.7.9 Gefahren durch kalte Oberflächen



**WARNUNG**

#### **Gefahr des Anfrierens an kalten Oberflächen**

Die Eiskondensatorschlangen können während der Beladung bereits kalt sein.

Bei Berührung der Oberflächen kann die Haut daran anfrieren.

- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!
- Die Oberflächen nicht vorsätzlich berühren!

## 3.8 Sicherheitseinrichtungen

### 3.8.1 Systemkontrolle

Eine interne Systemkontrolle überwacht den Datenverkehr und die Sensorsignale auf Plausibilität. Das System führt kontinuierlich eine Selbstüberwachung durch und erkennt Störungen. Meldungen können im Hauptfenster unter "Prozess & Anlagenmeldungen" eingesehen werden (siehe Kapitel 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Prozess"", Kapitel 7.2 - "Prozess- und Anlagenmeldungen").

### 3.8.2 Schutzleiterprüfung

Zur Schutzleiterprüfung befindet sich an der Rückwand der Gefriertrocknungsanlage eine Potentialausgleichsschraube. Mit entsprechendem Messgerät kann eine Schutzleiterprüfung durchgeführt werden.

## 3 Sicherheit

---

### 3.9 Verhalten bei Gefahren und Unfällen

#### **Gefährlicher elektrischer Störfall:**

- Netzschalter auf "0" stellen, um die Spannungsversorgung komplett zu unterbrechen.

#### **Feuer:**

- Brand in der elektrischen Steuerung mit CO<sub>2</sub>-Löscher löschen!
- Brennendes Öl mit CO<sub>2</sub>-Löscher oder Pulverlöscher löschen!

#### **Elektrischer Schlag:**

- Unter Beachtung des **Selbstschutzes** den Stromkreis so schnell wie möglich unterbrechen (Hauptschalter und Steuerungsschalter betätigen). Betroffene warm und ruhig halten. **Sofort einen Arzt hinzuziehen!** Bewusstsein und Atmung ständig überwachen. Bei Bewusstlosigkeit und fehlender normaler Atmung Herz-Lungen-Wiederbelegung durchführen.

#### **Verbrennungen:**

- Kleinflächige Verbrennungen (z. B. Finger) sofort ca. 2 Minuten mit kaltem Wasser abkühlen.
- Größere verbrannte Körperoberflächen sollen aufgrund der daraus resultierenden Gefahr der Unterkühlung nicht gekühlt werden.
- Brandwunden locker und keimfrei bedecken (z.B. mit einem Verbandtuch).
- Betroffene warm und ruhig halten.

**IM ZWEIFEL IMMER DEN NOTARZT VERSTÄNDIGEN!**

### 3.10 Wartung und Reinigung der Gefriertrocknungsanlage

Verwendete Stoffe und Materialien sind sachgerecht zu handhaben und zu entsorgen (Sicherheitsdatenblätter beachten!), insbesondere

- bei Arbeiten mit Laugen und Säuren,
- beim Wechseln und Auffüllen von Betriebsmitteln.

Die nationalen Vorschriften sind zu beachten.

### 3.11 Maßnahmen zum sicheren Betrieb der Gefriertrocknungsanlage

Um einen sicheren Betrieb der Gefriertrocknungsanlage zu gewährleisten, sind vor jeder Trocknung folgende Maßnahmen unbedingt zu beachten:

#### **Aufstellung, Anschluss und Betrieb**

- Ordnungsgemäße Aufstellung und korrekten Anschluss der Gefriertrocknungsanlage überprüfen (s. Kap. 5 - "Aufstellung und Anschluss").
- Gefriertrocknungsanlage und Zubehör vor jeder Inbetriebnahme auf äußerlich erkennbare Schäden überprüfen.
- Gefriertrocknungsanlage während des Betriebs nicht anstoßen oder bewegen.
- Während des Betriebs nicht auf der Gefriertrocknungsanlage abstützen oder an die Anlage anlehnen.
- Gefriertrocknungsanlage bei Funktionsstörungen sofort außer Betrieb nehmen. Störungen beseitigen (s. Kap. 7 - "Störungen und Fehlersuche") oder ggf. den Service der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH verständigen (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").
- Reparaturen ausschließlich von autorisiertem Fachpersonal durchführen lassen.

#### **Brandschutz**

- Bestimmte elektrische Kreisläufe der Gefriertrocknungsanlage sind durch Sicherungen geschützt. Beim Austausch immer Sicherungen desselben Typs und derselben Stärke verwenden.

#### **Sicherheitsbereich**

- Grundsätzlich einen Sicherheitsbereich von mindestens 30 cm um die Gefriertrocknungsanlage freihalten.
- Niemals Gefahrenstoffe jeglicher Art im Sicherheitsbereich der Gefriertrocknungsanlage lagern.
- Kein potentiell gefährliches Material wie z. B. Glasgefäße mit Flüssigkeiten im Sicherheitsbereich abstellen. Verschüttete Flüssigkeiten können in die Anlage eindringen und elektrische oder mechanische Bauteile beschädigen.
- Personen dürfen sich nicht länger als für den Betrieb notwendig im Sicherheitsbereich der Gefriertrocknungsanlage aufhalten.

#### **Zubehör**

- Gefriertrocknungsanlage niemals mit Zubehör betreiben, das Beschädigungen aufweist.
- Nur von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH zugelassenes Zubehör verwenden, mit Ausnahme handelsüblicher Gefäße aus Glas oder Kunststoff. Vor der Benutzung von minderwertiger Handelsware wird ausdrücklich gewarnt! Glasbruch oder platzende Gefäße können während der Gefriertrocknung gefährliche Zustände erzeugen.

### 3 Sicherheit

---

#### Umgang mit Gefahrstoffen

- Die allgemein gültigen Vorschriften für den Umgang mit brennbaren Stoffen in Laboren bzw. am Arbeitsplatz sind zu beachten.
- Bei der Vorbereitung der Proben, dem Beladen und Entladen der Gefriertrocknungsanlage und beim Abtauen sind geeignete Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen.
- Je nach verwendetem Lösungsmittel sollte das Abtauen mit Heißgas vermieden werden.
- Vorsicht beim Umgang mit Gefahrstoffen wie starken Säuren oder Basen, radioaktiven Substanzen und flüchtigen organischen Verbindungen: Wenn derartige Substanzen auslaufen oder verschüttet werden, müssen sie unverzüglich beseitigt werden.
- Wenn eine Probe mit Gefahrstoffen wie starken Säuren oder Basen, radioaktiven Substanzen und flüchtigen organischen Verbindungen mit Inneren einer Kammer ausläuft oder verschüttet wird, muss sie unverzüglich beseitigt werden.
- Vorsicht beim Umgang mit Lösungsmitteln: Zündquellen müssen ferngehalten werden.
- Bei der Verwendung von brennbaren oder gefährlichen Lösungsmitteln muss die Vakuumpumpe in einem Abzug entlüftet bzw. betrieben werden.

#### 3.12 Restrisiken

Christ Gefriertrocknungsanlagen sind nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Dennoch können bei ihrer Verwendung Gefahren für Leib und Leben des Benutzers oder Dritter bzw. Beeinträchtigungen am Gerät oder an anderen Sachwerten entstehen.

- Die Gefriertrocknungsanlage ist nur bestimmungsgemäß zu verwenden (s. Kap. 1.2 - "Bestimmungsgemäße Verwendung")
- Die Gefriertrocknungsanlage darf nur in einwandfreiem Zustand betrieben werden.
- Alle Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen, sind sofort zu beseitigen.



## 4 Lagerung und Transport

### 4.1 Abmessungen und Gewicht

Angaben für Gefriertrocknungsanlage ohne Vakuumpumpe.

	Beta 1-8 LSCbasic	Beta 2-8 LSCbasic
Höhe:	415 mm	415 mm
Breite:	780 mm	780 mm
Tiefe:	555 mm + 80 mm Vakuumanschluss	555 mm + 80 mm Vakuumanschluss
Gewicht:	ca. 63 kg	ca. 78 kg

### 4.2 Lagerbedingungen

Um einen sicheren Schutz vor mechanischen und klimatischen Belastungen zu gewährleisten, sind für die Verpackung und Lagerung der Gefriertrocknungsanlage die Richtlinien des Bundesverbandes Holzpackmittel, Paletten, Exportverpackung e. V. (HPE-Verpackungsrichtlinien) einzuhalten.

Insbesondere hat die Lagerung

- staubfrei,
- trocken,
- ohne große Temperaturschwankungen,
- ohne mechanische Belastung

zu erfolgen.

## 4 Lagerung und Transport

### 4.3 Transporthinweise

- Die Gefriertrocknungsanlage in einer geeigneten Verpackung transportieren, am besten in der Originalverpackung.
- Alle Transportsicherungen montieren (s. Kap. 4.5 - "Transportsicherungen").
- Über kurze Distanzen kann die Gefriertrocknungsanlage durch eine geeignete Anzahl von Personen durch seitliches Unterfassen transportiert werden.
- Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage seitlich ansetzen. Auf keinen Fall am Kunststoff-Bedienpult angreifen (siehe folgende Abbildungen).

**richtig**



**falsch**



Abb. 9: Anheben der Gefriertrocknungsanlage



**VORSICHT**

Die Gefriertrocknungsanlage Beta 1-8 LSCbasic wiegt ca. 63 kg!  
Die Gefriertrocknungsanlage Beta 2-8 LSCbasic wiegt ca. 78 kg!



**VORSICHT**

Der Schwerpunkt der Gefriertrocknungsanlage liegt außerhalb der Mitte!

- Beim Abstellen des Gerätes ist darauf zu achten, dass die Gerätefüße gerade stehen (siehe folgende Abbildungen).

**richtig**



**falsch**



Abb. 10: Gerätefüße

#### 4.4 Verpackung

Die Gefriertrocknungsanlage ist in einer Holzkiste verpackt.

- Nach dem Öffnen der Kiste Zubehör entnehmen.
- Verpackungsmaterial herausnehmen.
- Seitenwände der Kiste demontieren.
- Gefriertrocknungsanlage aus der Kiste/aus dem Karton heben, dabei seitlich anfassen.



**VORSICHT**

Die Gefriertrocknungsanlage Beta 1-8 LSCbasic wiegt ca. 63 kg!  
Die Gefriertrocknungsanlage Beta 2-8 LSCbasic wiegt ca. 78 kg!



**VORSICHT**

Der Schwerpunkt der Gefriertrocknungsanlage liegt außerhalb der Mitte!

- Verpackung für evtl. späteren Transport der Gefriertrocknungsanlage aufbewahren.

#### 4.5 Transportsicherungen

Vor der Inbetriebnahme müssen folgende Transportsicherungen entfernt werden:

- Die für den Transport demontierte Vakuummesssonde installieren (s. Kap. 5.5 - "Vakuummesssonde").



**HINWEIS**

Vor jedem Transport müssen die Transportsicherungen wieder installiert werden.

## 5 Aufstellung und Anschluss

---

# 5 Aufstellung und Anschluss

## 5.1 Aufstellort

Die Gefriertrocknungsanlage darf nur in geschlossenen und trockenen Räumen betrieben werden.



### HINWEIS

Bei Kälteproblemen der Gefriertrocknungsanlage sind oft unzureichende Bedingungen am Aufstellort die Ursache. Die nachfolgend genannten Bedingungen müssen deshalb unbedingt eingehalten werden!

- Der Tisch muss standfest sein und über eine stabile, ebene Tischplatte verfügen.
- Auf ausreichende Belüftung achten. Keine Papiere, Tücher oder ähnliches hinter oder unter das Gerät schieben, da sonst die Luftzirkulation nicht gewährleistet ist.
- Sicherheitsabstand von mindestens 30 cm um die Gefriertrocknungsanlage einhalten, damit die im Gerät befindlichen Lüftungsöffnungen in vollem Querschnitt wirksam bleiben.
- Die Umgebungstemperatur muss +5°C bis +25°C betragen. Eine eventuelle Nachtabsenkung der Klimaanlage ist zu berücksichtigen.
- Ein mögliches Ansteigen der Raumtemperatur z.B. durch über Nacht geschlossene Türen ausschließen.
- Gefriertrocknungsanlage keinen thermischen Belastungen z.B. durch Wärmeerzeuger aussetzen.
- Einen thermischen Kurzschluss z.B. durch weitere in unmittelbarer Nähe aufgestellte Geräte ausschließen.
- Die Vakuumpumpe darf nicht im Bereich des Wärmetauscher-Lüftungsgitters aufgestellt werden (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente").
- Sicherstellen, dass bei wassergekühlten Anlagen der Wasserkreislauf ausreichend Kühlwasser zur Verfügung steht.
- Direkte Sonneneinstrahlung (UV-Strahlung) vermeiden.

## 5.2 Energieversorgung

### 5.2.1 Anschlussart



**GEFAHR**

#### **Lebensgefahr durch elektrischen Schlag**

Bei Berührung stromführender Bauteile besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags.

Es kann zu Herzkammerflimmern, Herzstillstand oder Atemlähmung kommen.

- Arbeiten am elektrischen System der Anlage nur von einer Elektrofachkraft durchführen lassen!
- Die elektrische Ausrüstung der Anlage in regelmäßigen Abständen durch eine Elektrofachkraft überprüfen lassen!
- Mängel wie lose Verbindungen bzw. beschädigte Kabel sofort beseitigen lassen.



**GEFAHR**

Die auf dem Typenschild angegebene Betriebsspannung muss mit der örtlichen Versorgungsspannung übereinstimmen!

Christ Gefriertrocknungsanlagen sind Geräte der Schutzklasse I. Gefriertrocknungsanlagen dieses Typs sind mit einer dreidadrigen Netzanschlussleitung mit Festkabel ausgerüstet (s. Kap. 10 - "Technische Daten").

An der Rückseite unter dem Netzeingang befindet sich eine Potentialausgleichsschraube (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente"), an der eine Schutzleiterprüfung vorgenommen werden kann.

### 5.2.2 Sicherungen bauseits

Die Gefriertrocknungsanlage muss bauseits typisch mit 16 A abgesichert werden.

## 5.3 Belüftungsventil

Das Belüftungsventil befindet sich an der linken Geräteseite oben (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente").

Nach Beenden eines Gefriertrocknungsprozesses wird die Anlage über das Belüftungsventil belüftet.



**HINWEIS**

Über die Schlauchtülle des Belüftungsventils kann die Eiskondensator-kammer mit Stickstoff geflutet werden.

## 5 Aufstellung und Anschluss

### 5.4 Medienablaufventil



**WARNUNG**

#### **Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch Kondensat (Abtauwasser)**

Das Kondensat kann gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeiteten Produkt enthalten.

Durch Kontakt mit dem Kondensat kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Kondensat unter Beachtung der örtlichen Bestimmungen umweltgerecht entsorgen!

Das Medienablaufventil befindet sich an der linken Geräteseite unten (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente").

Über das Medienablaufventil wird das Kondensat- und Abtauwasser abgelassen.

- Ablaufschlauch (im Lieferumfang enthalten) auf die Schlauchtülle stecken.
- Behälter unterstellen.

Der Schlauch muss mit kontinuierlichem Gefälle verlegt werden, das Schlauchende muss sich immer oberhalb der Flüssigkeitsspiegel im Auffanggefäß befinden. So wird verhindert, dass beim Öffnen des Medienablaufventils durch einen eventuell bestehenden Unterdruck Wasser- und Schmutzrückstände in die Eiskondensatorkammer gesaugt werden.

### 5.5 Vakuummesssonde



**HINWEIS**

Unbedingt die separate Betriebsanleitung für die Vakuummesssonde beachten!

Um die Vakuummesssonde vor Transportschäden zu schützen, wird sie in der Originalverpackung ausgeliefert. Vor der ersten Inbetriebnahme der Gefriertrocknungsanlage muss die Sonde installiert werden.

- 1 Vakuummesssonde
- 2 Anschlussbuchse



Abb. 11: Position der Vakuummesssonde und der Anschlussbuchse

## 5 Aufstellung und Anschluss

- Anlage am Netzschalter ausschalten.
- Vakuummesssonde aus der Originalverpackung entnehmen und mit einem Bogenstück, zwei Spannringen DN16KF und zwei Zentrierringen (im Lieferumfang enthalten) auf dem Anschluss befestigen.
- Den Stecker in die Anschlussbuchse an der Rückseite der Anlage stecken und die Schrauben am Stecker handfest anziehen.



### HINWEIS

Die herstellerabhängigen Anweisungen in der separaten Bedienungsanleitung der Vakuummesssonde sind unbedingt zu befolgen!

Thyracont VCP63 (Pirani)



Pfeiffer CMR 363 (kapazitiv)



Abb. 12: Vakuummesssonden verschiedener Hersteller



### HINWEIS

Die Vakuummesssonde wird im abgeglichenen Zustand ausgeliefert.

Nach dem Einschalten der Gefriertrocknungsanlage benötigt die Vakuummesssonde einige Minuten, bis sie betriebsbereit ist.

## 5 Aufstellung und Anschluss

### 5.6 Vakuumpumpe



Unbedingt die separate Betriebsanleitung für Vakuumpumpe und ggf. Ölnebelabscheider beachten!

Die Vakuumpumpe wird mit dem Vakuumanschluss der Anlage verbunden und in die entsprechend gekennzeichnete Steckdose an der Anlagentrückwand angeschlossen (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente").



Der maximale Strom für die durch die Anlage versorgte Vakuumpumpe ist begrenzt. Unbedingt den Aufkleber bei der Steckdose der Vakuumpumpe beachten (siehe folgende Abbildung)!

Ist der von der Vakuumpumpe benötigte Strom größer als der angegebene Wert, muss die Pumpe separat durch eine bauseitige Steckdose versorgt werden.

- 1 Aufkleber mit Angabe des Maximalstroms

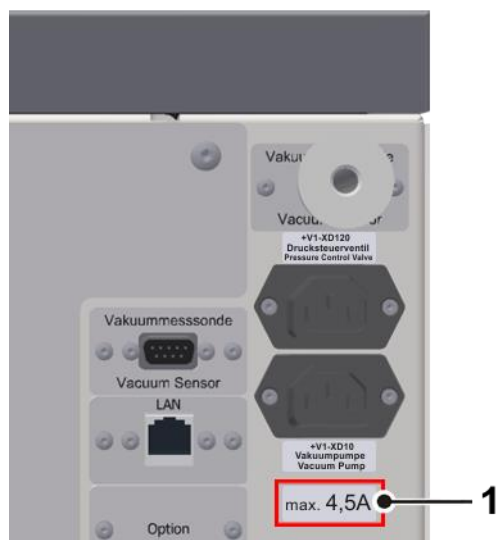


Abb. 13: Angabe des Maximalstroms für die Vakuumpumpe (Beispiel)

Der beim Betrieb der Pumpe austretende Ölnebel muss durch einen Abgasfilter (Ölnebelabscheider) zurückgehalten oder abgeleitet werden.

- Wir empfehlen unbedingt die Verwendung eines Ölnebelabscheiders. Der Filter verhindert Luftverschmutzung durch Ölnebel, der von der Pumpe je nach Arbeitsdruck in mehr oder weniger großen Mengen ausgestoßen wird.
- Die Abgase sind fachgerecht abzuleiten.
- Die Leitung muss so verlegt sein, dass kein Kondensat in die Pumpe zurücklaufen kann. Bei steigenden Leitungen empfehlen wir die Verwendung eines Abscheiders (Woulff'sche Flasche oder Waschflasche).



## 5.7 Drucksteuerventil

Das Drucksteuerventil wird in der Saugleitung zwischen Vakuumpumpe und Eiskondensatorkammer installiert und unterbricht in festgelegten Prozessphasen den Volumenstrom zur Vakuumpumpe (s. Kap. 2.2.1 - "Gefriertrocknung allgemein").



**VORSICHT**

Das Drucksteuerventil muss in Richtung des Volumenstroms in der gekennzeichneten Einbaurichtung installiert sein (siehe Abbildung).

- 1 Anschluss  
Vakuumpumpe
- 2 Drucksteuerventil

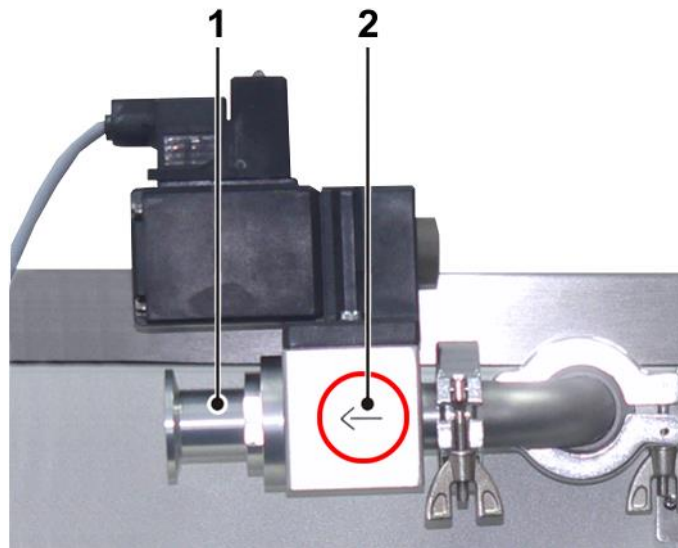


Abb. 14: Installation des Drucksteuerventils

## 5 Aufstellung und Anschluss

### 5.8 Gummiventile

Mit den Gummiventilen können Rundkolben, Weithalsfilterverschlussflaschen oder Verteilerstücke für Ampullen an einen Trockenrechen oder eine Trocknungskammer angeschlossen werden. Je nach Anschluss des Zubehöerteils kann der blaue Stopfen entfernt werden.

- 1 Absperrknebel
- 2 Belüftungsanschluss
- 3 Gefäßanschluss
- 4 Gummistopfen ("Schliff")
- 5 Anschluss zur Gefriertrocknungsanlage (z.B über einen Trockenrechen)

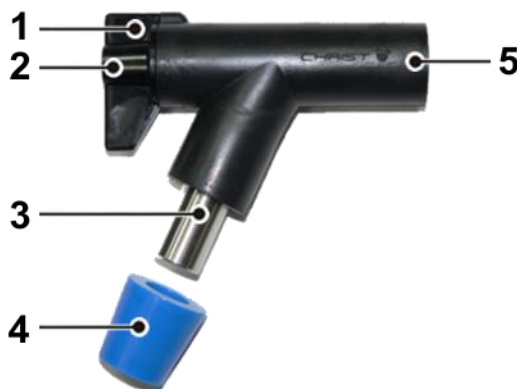


Abb. 15: Gummiventil



Die Gummiventile werden ungefettet ausgeliefert. Vor der ersten Inbetriebnahme müssen sie daher am Anschluss zur Gefriertrocknungsanlage und am Gefäßanschluss mit Vakuumpfett dünn gefettet werden, um eine problemlose Handhabung zu gewährleisten.

In Position A (siehe Abb. unten) ist der Belüftungsanschluss geöffnet und der Gefäßanschluss geschlossen. Das Zubehör wird belüftet, während das Vakuum in der Trocknungskammer erhalten bleibt. So ist ein Wechsel von Gefäßen ohne Unterbrechung des Trocknungsprozesses möglich.

In Position B ist der Belüftungsanschluss geschlossen und der Gefäßanschluss geöffnet. Das angeschlossene Zubehör ist mit der Gefriertrocknungsanlage verbunden.

In Position C sind sowohl Belüftungsanschluss als auch Gefäßanschluss geschlossen.

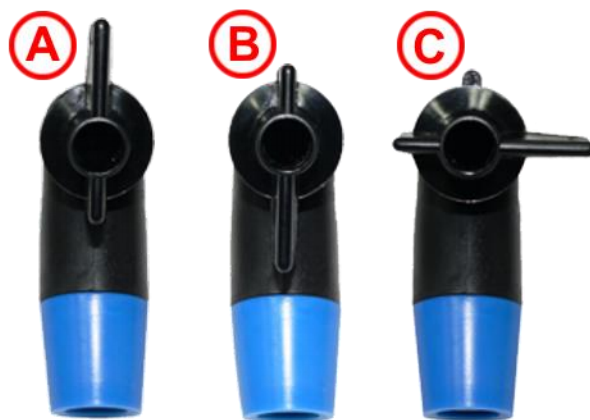


Abb. 16: mögliche Positionen des Absperrknebels

## 6 Betrieb

### 6.1 Erste Inbetriebnahme



**WARNUNG**

Vor der ersten Inbetriebnahme ist dafür zu sorgen, dass die Gefriertrocknungsanlage ordnungsgemäß aufgestellt und installiert ist (s. Kap. 5 - "Aufstellung und Anschluss").

### 6.2 Installation des Zubehörs

Das Zubehör wird entsprechend dem Trocknungsverfahren und dem Lieferumfang komplettiert.

### 6.3 Vorbereitung der Gefriertrocknungsanlage

Die Eiskondensatorkammer muss sauber und trocken sein.

- Wasserrückstände vom vorigen Lauf entfernen.
- Belüftungsventil und ggf. Medienablaufventil schließen.
- Sicherstellen, dass alle am Zubehör vorhandenen Ventile geschlossen sind.
- Vakuumpumpe einschalten.

### 6.4 Einschalten

- Netzschalter betätigen.

Die Anlagensteuerung führt zunächst eine Eigenprüfung und Initialisierung durch. Diese nimmt einige Sekunden in Anspruch.

- Sicherheits- und Gefahrenhinweise beachten (s. Kap. 3 - "Sicherheit")!

## 6 Betrieb

### 6.5 LSCbasic Anlagensteuerung

Die Anlagensteuerung LSCbasic ("Lyo Screen Control basic") wurde eigens für die Steuerung von Gefriertrocknungsprozessen entwickelt. Die übersichtlich gestaltete Bedienoberfläche ermöglicht eine intuitive Bedienung der Anlage.



Abb. 17: Startbildschirm der LSCbasic Anlagensteuerung (Beispiel)

#### 6.5.1 Bedienoberfläche

Die Bedienung erfolgt per "touch panel", d.h. durch Berühren der Schaltflächen auf dem Display. Jede Schaltfläche ist mit einem Rahmen gekennzeichnet. Durch Drücken wird die Schaltfläche aktiviert. Je nach Funktion öffnet sich ein Dialogfenster, ein Wert kann verändert werden oder eine Transaktion wird bestätigt.



Abb. 18: Bedienoberfläche LSCbasic

Die Bedienoberfläche ist in drei Hauptfenster gegliedert, die durch Berührung der jeweiligen Schaltfläche aufgerufen werden können:

**Prozess**

Dieses Fenster bildet gleichzeitig die Standard-Bedienoberfläche. Von hier aus werden Gefriertrocknungsprozesse manuell gesteuert.

**Optionen**

In diesem Fenster werden individuelle Einstellungen vorgenommen, die dem Anwender die größtmögliche Anpassung an seinen Arbeitsbereich bieten sollen.

?

Hier sind alle relevanten Informationen zur Anlagensteuerung auf einen Blick zu finden. Diese Daten erleichtern bei Rückfragen im Werk die Zuordnung und beschleunigen die Abwicklung.

**6.5.1.1 Hauptfenster "Prozess"**

In diesem Hauptfenster werden alle relevanten Prozessdaten angezeigt. Hier können die einzelnen Phasen eines Gefriertrocknungsprozesses manuell gesteuert werden.

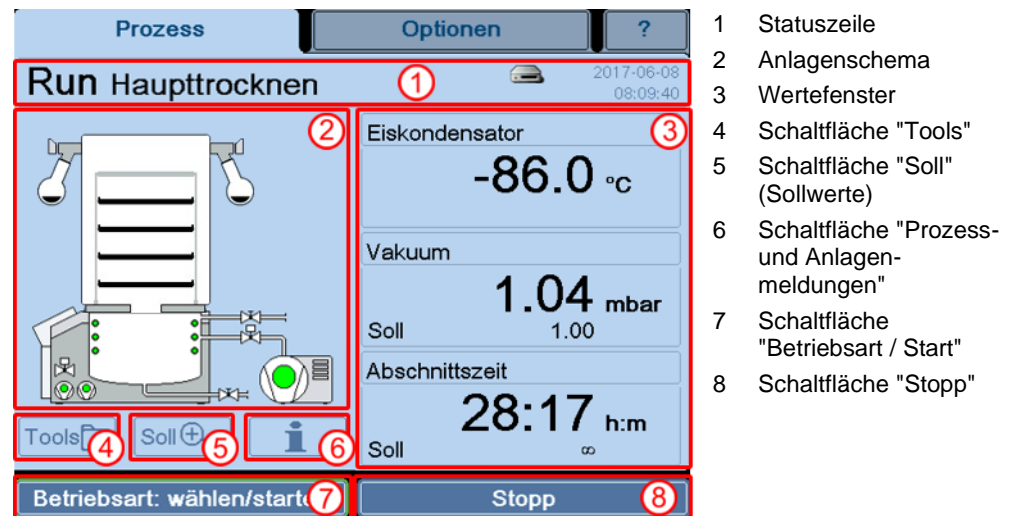


Abb. 19: Übersicht Hauptfenster "Prozess"






**Statuszeile (1)**

In dieser Zeile wird der Betriebszustand der Gefriertrocknungsanlage und die aktive Phase angezeigt.

In der Statuszeile wird auch das aktuelle Datum und die Uhrzeit angezeigt. Die Uhr ist batteriegepuffert und muss nach Ausfall neu eingestellt werden (siehe Kapitel 6.5.1.2 - "Hauptfenster "Optionen"", Absatz "Verwaltung").

Außerdem gibt das Laufwerk-Symbol Auskunft über den Status des externen Datenträgers bzw. des Netzlaufwerks. Folgende Anzeigen sind möglich:

## 6 Betrieb

kein Symbol	Kein USB Datenträger oder LAN Netzwerk angeschlossen
	USB Datenträger angeschlossen
	Prozessaufzeichnung auf USB Datenträger aktiv
	Netzwerk angeschlossen, aber kein Netzlaufwerk verbunden
	Netzlaufwerk verbunden (z.B. LyoLogplus)
	Netzlaufwerk verbunden und Prozessaufzeichnung aktiv

### Schaltfläche "Anlagenschema" (2)

Auf der linken Seite der Bedienoberfläche wird eine schematische Darstellung der Anlage inkl. aller Komponenten angezeigt. Aktive Komponenten werden dabei grün dargestellt. Durch Anklicken kann die Bezeichnung des jeweiligen Elements und sein  
 → *Betriebsmittelkennzeichen* aufgerufen werden.

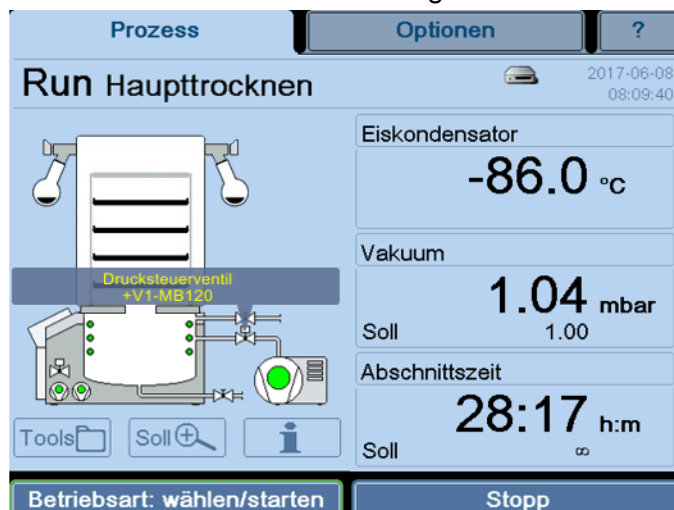


Abb. 20: Darstellung eines Anlagenschemas mit Bezeichnung und Betriebsmittelkennzeichen

### Wertefenster (3)

In diesem Bereich werden die aktuellen Prozessdaten angezeigt. Jedes der drei Wertefenster ist frei konfigurierbar.

- Schaltfläche des Wertefensters auswählen, das angepasst werden soll. Es erscheint ein Dialogfenster mit der Auswahl der Parameter, die angezeigt werden können:
  - Gesamtzeit (bisherige Dauer des gesamten Gefriertrocknungsprozesses)
  - Abschnittszeit (bisherige Dauer des aktuellen Abschnitts)
  - Eiskondensator (Temperatur des Eiskondensators)
  - Vakuum (Vakuumwert in der Eiskondensatorkammer)
  - Temperatur  $\hat{=}$  Vakuum (Umrechnung eines Vakuumwertes in einen Temperaturwert gemäß der Dampfdruckkurve für Eis und Wasser)



Abb. 21: Dialogfenster "Auswahl Istwert"

- Gewünschte Konfiguration auswählen oder mit "zurück" das Dialogfenster verlassen.

Auf diese Weise kann eine individuelle Übersicht der Istwerte zusammengestellt werden.

#### Dialogfenster "Tools" (4)

In diesem Dialogfenster können verschiedene Hilfsmittel aufgerufen werden.

#### Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

Über eine Grafik wird der Zusammenhang zwischen dem Druck und der Proben­temperatur dargestellt. Durch Auswahl der Schaltflächen oder durch Bewegen der Pfeile (siehe Abbildung, Pos. 1) können die Werte für Druck oder Temperatur verändert werden. Der jeweils andere Wert wird dann automatisch angepasst.

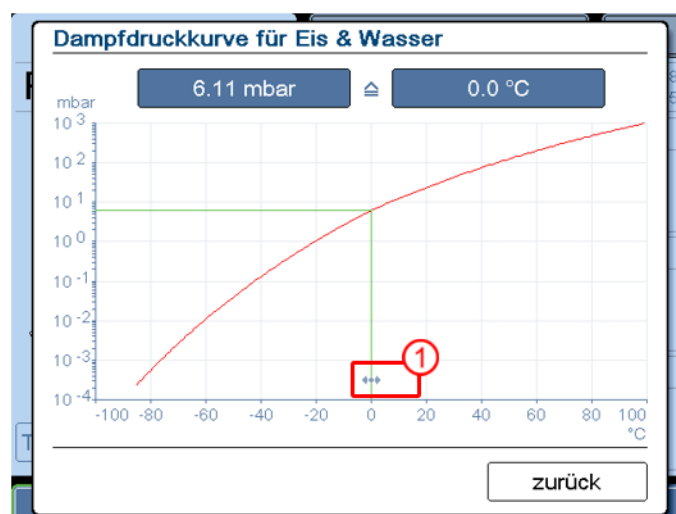


Abb. 22: Dialogfenster Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

## 6 Betrieb

### Option: USB-Prozessaufzeichnung

(s. Kap. 6.6 - "Optionale Erweiterungen")

- Im Dialogfenster "Tools" die Funktion "USB-Prozessaufzeichnung" auswählen.
- Felder zum Ausfüllen ("Batchdaten") anwählen; es erscheint eine Tastatur zur Eingabe.
- Ggf. unter "Optionen" zwischen manueller oder automatischer Aufzeichnung wählen und ein Aufzeichnungsintervall definieren.
- Dialogfenster mit "zurück" verlassen.

Die Aufzeichnung läuft jetzt im Hintergrund.

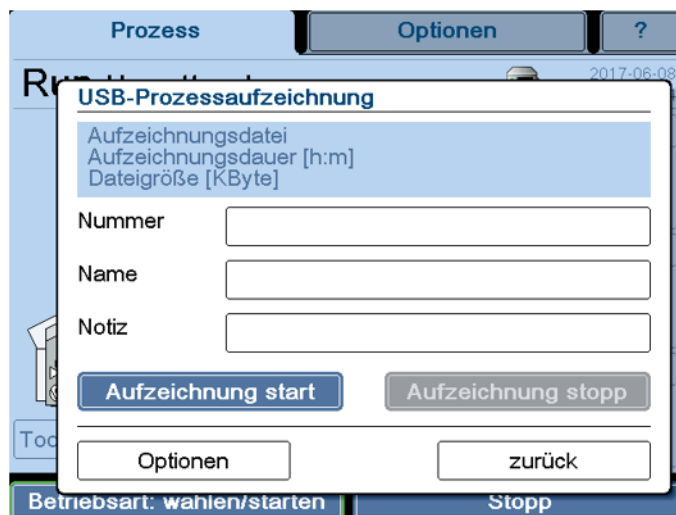


Abb. 23: Dialogfenster Prozessaufzeichnung

### Option: Hebevorrichtung<sup>1</sup>

(s. Kap. 6.6 - "Optionale Erweiterungen")

Diese Funktion wird in der separaten Bedienungsanleitung der Hebevorrichtung beschrieben.

### **Schaltfläche "Soll" (5)**

Mit dieser Schaltfläche werden vor Prozessbeginn die Sollwerte für die einzelnen Phasen eingegeben. Für jede Phase sind Wertebereiche hinterlegt, die im Eingabefenster mit Hilfe der Schaltflächen "min" oder "max" angezeigt werden können (s. Kap. 6.5.2.1 - "Eingabe der Sollwerte").

### **Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" (6)**

In diesem Dialogfenster werden alle Störungen und Meldungen angezeigt und gespeichert. Bei Auftreten einer Störung oder Meldung wird das Fenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" automatisch eingeblendet. Zusätzlich ertönt standardmäßig ein akustisches Signal, bis der Fehler quittiert wird.

<sup>1</sup> Nicht verfügbar für Alpha 3-4 LSCbasic



Die Störungen werden in drei Kategorien eingeteilt:

- Rot: Fehlermeldungen
- Orange: Prozessmeldungen
- Gelb: Allgemeine Meldungen

An der Darstellungsweise der Meldung lässt sich der Status erkennen. Ein doppelter Rahmen um die Meldung zeigt an, dass der Fehler noch nicht behoben ist. Die Schaltfläche "quit" ändert die Farbe von blau zu grau, wenn die Meldung quittiert wird.

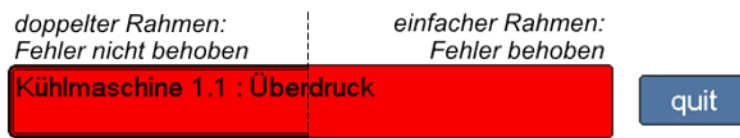


Abb. 24: Darstellung einer Fehlermeldung

Störungen, die z.B. während der Nacht aufgetreten sind, können so am nächsten Tag festgestellt werden, auch wenn die Ursache in der Zwischenzeit behoben ist.

Das Dialogfenster kann erst verlassen werden, nachdem alle Meldungen quittiert wurden.

Ist eine Meldung quittiert, die Störung aber noch nicht behoben, wird die Schaltfläche "Prozess- und Anlagenmeldungen" im Hauptfenster in der Farbe der Störung hinterlegt.

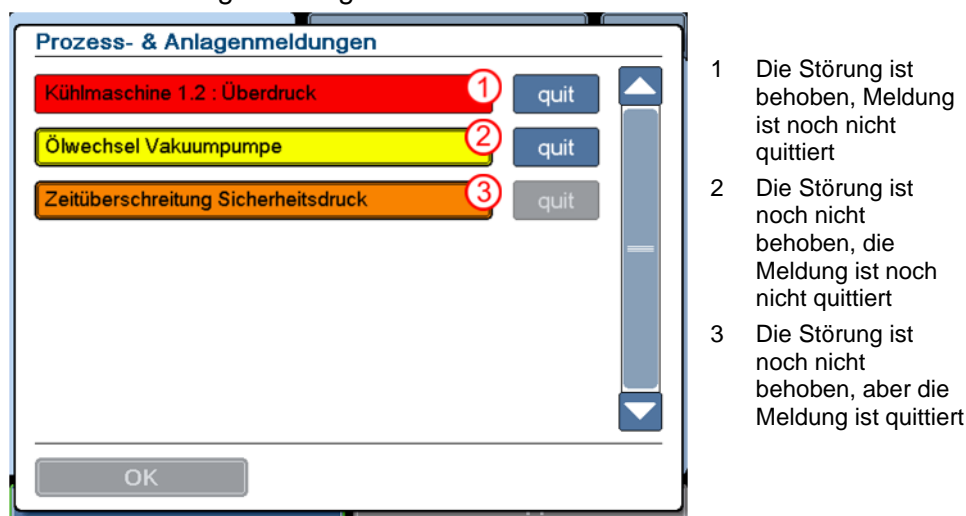


Abb. 25: Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen"

#### Detailinformationen

Durch Berühren der Meldung können Details zu den Fehlermeldungen eingesehen werden:

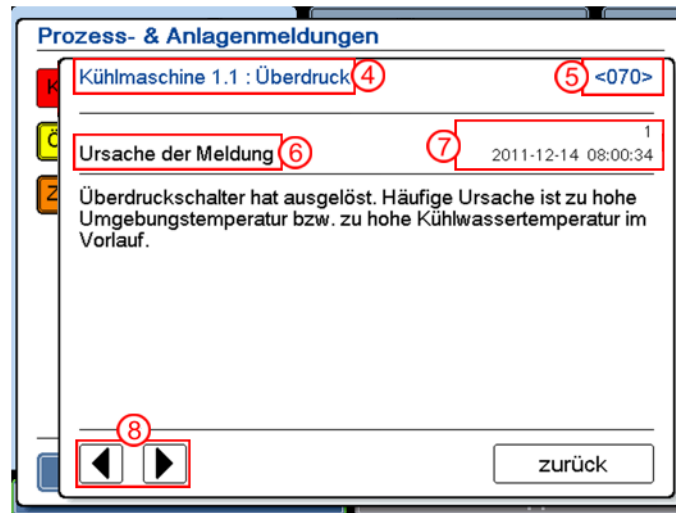
- Ursache der Meldung,
- Auswirkung der Meldung,
- Maßnahmen zur Fehlerbehebung,
- → *Betriebsmittelkennzeichen*,
- Fehlerzähler (gibt an, wie oft dieser Fehler aufgetreten ist) und Zeitstempel der letzten Fehlermeldung.

## 6 Betrieb

Die einzelnen Fenster werden durch Betätigen der Pfeiltasten aufgerufen.

### HINWEIS

Hinter dem Text jeder Fehlermeldung wird ein Fehlercode angezeigt. Bei Rückfragen oder Serviceanforderungen stets den Fehlercode angeben!



- 4 Fehlermeldung
- 5 Fehlercode
- 6 Detailinformation
- 7 Fehlerzähler und Zeitstempel letzter Fehler
- 8 Pfeiltasten

Abb. 26: Detailinformationen zu einer Fehlermeldung

### HINWEIS

Alle angezeigten Texte der Prozess- und Fehlermeldungen sind dieser Betriebsanleitung nicht beigelegt.

Diese Unterlagen können über unsere Serviceabteilung angefordert werden.

### Dialogfenster "Betriebsart: wählen / starten" (7)

Wurden die Sollwerte für den Prozess eingegeben, wird mit dieser Funktion der Prozess gestartet (s. Kap. 6.5.2 - "Durchführung eines Gefriertrocknungsprozesses").

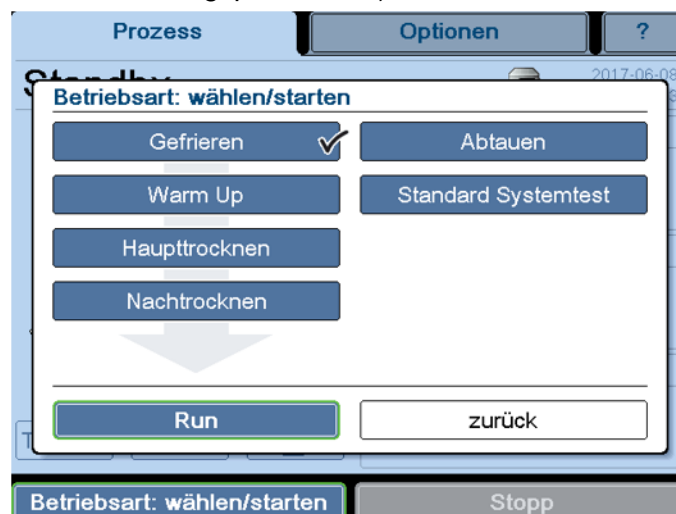


Abb. 27: Dialogfenster "Betriebsart wählen / starten"  
(Anzeige variiert je nach Ausstattung der Gefriertrocknungsanlage)

### Schaltfläche "Standard Systemtest"

Neben den Prozessphasen des Gefriertrocknungsprozesses ("Gefrieren", "Warm Up", "Haupttrocknen", "Nachtrocknen") und der Betriebsart "Abtauen" steht die Schaltfläche "Standard Systemtest" zur Verfügung. In dieser Auswahl sind Tests mit festgelegten Parametern hinterlegt, die nach Rücksprache mit dem Hersteller zur Funktions- und Prozesskontrolle der Gefriertrocknungsanlage durchgeführt werden können.



Abb. 28: Dialogfenster "Standard Systemtest"

#### Leistungstest (1)

Mit diesem Test werden folgende Leistungsparameter einer Anlage bestimmt:

- Vakuumabsenkrate,
- Endvakuum,
- minimale Eiskondensatortemperatur.



Zur Durchführung des Tests muss die Kammer trocken und unbeladen und der Eiskondensator abgetaut sein!

#### Durchführung:

- Aus dem Hauptfenster "Prozess" unter "Betriebsart: wählen / starten" die Schaltfläche "Standard Systemtest" auswählen.
- "Leistungstest" auswählen und über die Schaltfläche "Run" starten.

Der Test wird ausgeführt. Die einzelnen Parameter werden zu definierten Zeitpunkten erfasst, ausgewertet und über ein Dialogfenster angezeigt (siehe folgende Abbildung).

## 6 Betrieb

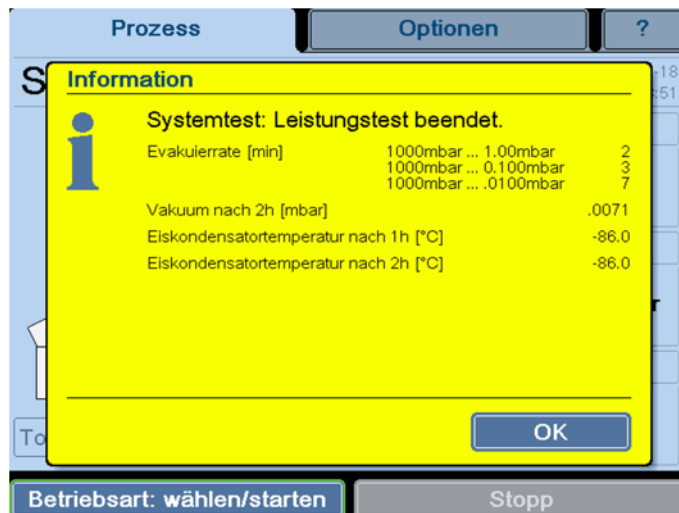


Abb. 29: Ergebnisse des Leistungstests

### Auswertung:

Zur Bewertung der Ergebnisse setzen Sie sich bitte mit der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH in Verbindung.

### Option: Lecktest (2)

Der Lecktest ist ein Prüfverfahren, mit dem die Kammer der Gefriertrocknungsanlage auf Dichtheit gegenüber gasförmigen oder flüssigen Medien getestet wird. Da es grundsätzlich keine absolut dichten Teile gibt, wird eine Leckrate bestimmt.

### Durchführung:

- Aus dem Hauptfenster "Prozess" über die Schaltfläche "Soll" das Dialogfenster "Sollwerte: Ansicht / Ändern" aufrufen und die Schaltfläche "Lecktest" auswählen.
- Testzeit (Wert zwischen 10 min und 18 h) und Kammervolumen (Wert siehe technische Daten) eingeben, Eingaben übernehmen und zum Hauptfenster zurückkehren.
- Aus dem Hauptfenster "Prozess" unter "Betriebsart: wählen / starten" die Schaltfläche "Standard Systemtest" auswählen.
- "Lecktest" auswählen und über die Schaltfläche "Run" starten.

Die Parameter für den Lecktest wurden von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen speziell für die Gefriertrocknungsanlagen entwickelt. In einem ersten Schritt müssen diese Parameter (Vakuuum, Eiskondensatortemperatur) erreicht werden. Erst wenn die Bedingungen erfüllt sind, schließt das Drucksteuerventil, und in einem zweiten Schritt wird die eigentliche Dichtheitsprüfung durchgeführt. Das Ergebnis wird per Dialogfenster angezeigt.

### Auswertung:

Die nach Testende errechnete Leckrate gibt Aufschluss über die Dichtheit des Systems: ist der Schwellenwert unterschritten, gilt der Test als bestanden; bei Überschreiten des Wertes gilt der Test als fehlgeschlagen.

**Schaltfläche "Stopp" (8)**

Durch Drücken dieser Schaltfläche wird der aktuelle Prozess gestoppt. Die Anlage wechselt in den Standby-Status.

## 6 Betrieb

### 6.5.1.2 Hauptfenster "Optionen"

Im Hauptfenster "Optionen" können grundsätzliche Einstellungen der Anlagensteuerung vorgenommen werden. So soll eine optimale Anpassung an den Einsatzbereich der Gefriertrocknungsanlage erreicht werden.

#### Allgemein

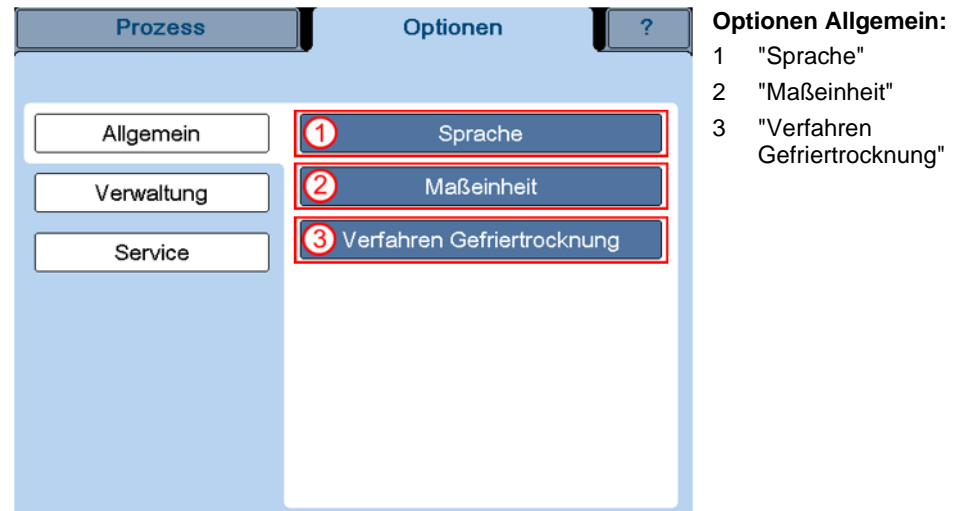


Abb. 30: Übersicht Hauptfenster "Optionen/Allgemein"

#### Sprache (1)

Die Anlagensteuerung kann in diversen Sprachen bedient werden, die über das Dialogfenster ausgewählt werden.

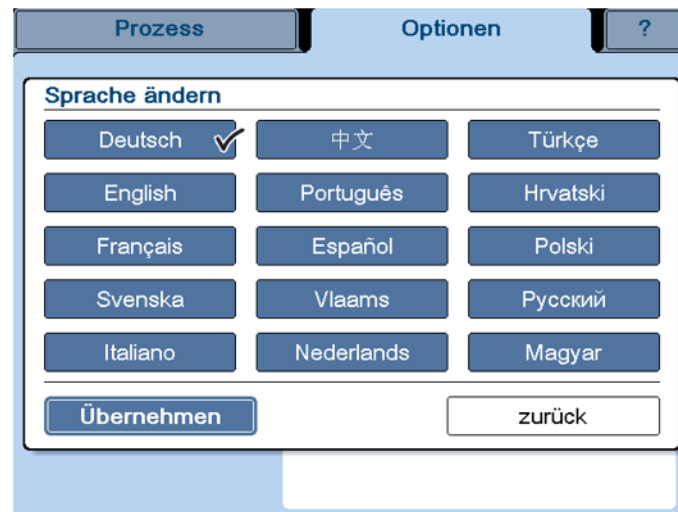


Abb. 31: Dialogfenster "Sprache ändern"

### Maßeinheit (2)

In diesem Dialogfenster können die Maßeinheiten für Temperatur und Vakuum verändert werden.

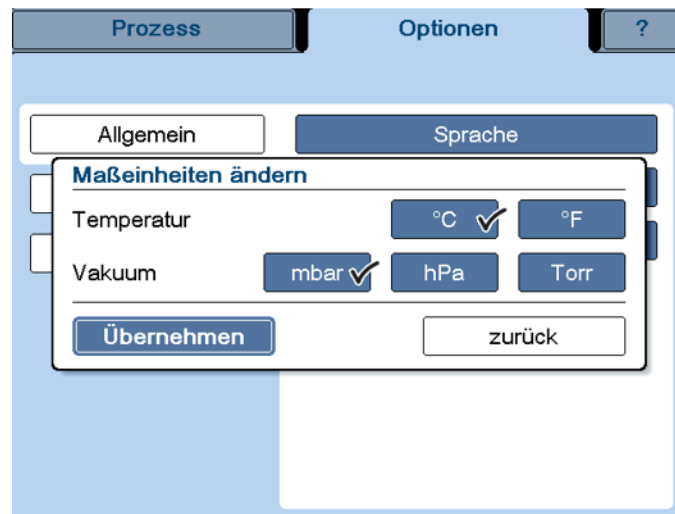


Abb. 32: Dialogfenster "Maßeinheiten ändern"

### Verfahren Gefriertrocknung (3)



Diese Funktion ist abhängig vom Gerätetyp und deshalb nicht in allen Gefriertrocknungsanlagen verfügbar.

Vor Prozessbeginn muss das korrekte Verfahren ausgewählt werden. Es kann gewählt werden zwischen

- → *Kühlfallenbetrieb*<sup>2</sup>: Einsatz der Gefriertrocknungsanlage als Kühlfalle
- → *Zweikammer-Verfahren*: Trocknung außerhalb der Eiskondensator-kammer
- *Zweikammer-Verfahren – LyoCube*<sup>3</sup>: Trocknung außerhalb der Eiskondensator-kammer, mit CHRIST LyoCube<sup>®</sup> (rechteckige, von vorn zu beladende Trocknungskammer)

<sup>2</sup> Nicht verfügbar für Alpha 3-4 LSCbasic.

<sup>3</sup> Nicht verfügbar für Alpha 3-4 LSCbasic.

## 6 Betrieb

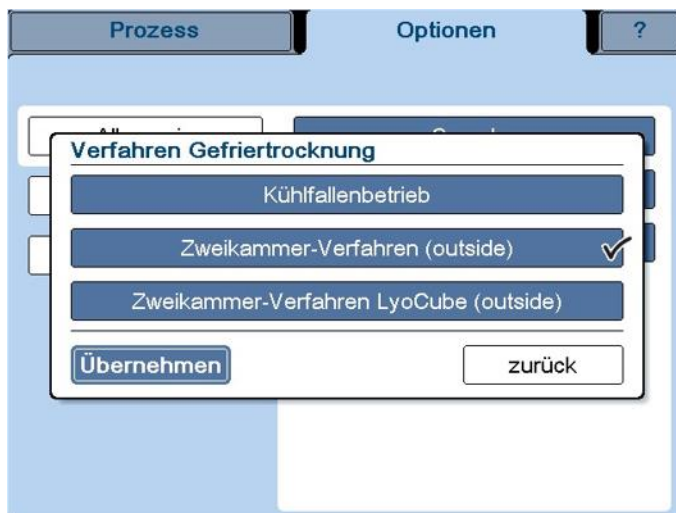
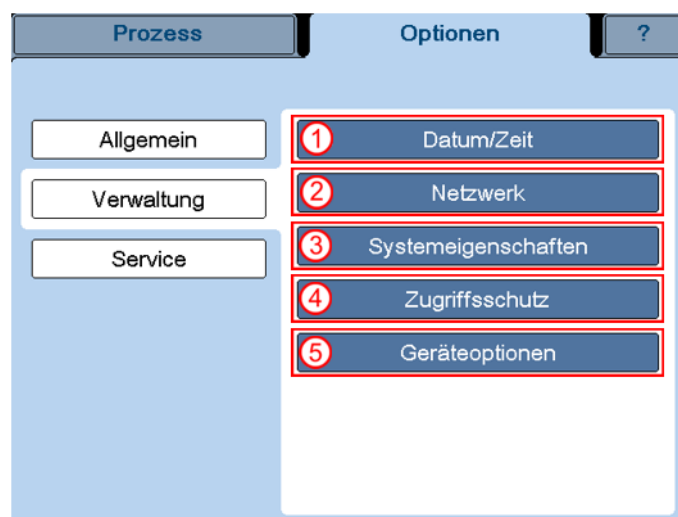


Abb. 33: Dialogfenster "Verfahren Gefriertrocknung"

### Verwaltung



#### Optionen Verwaltung:

- 1 "Datum/Zeit"
- 2 "Netzwerk"
- 3 "Systemeigenschaften"
- 4 "Zugriffsschutz"
- 5 "Geräteoptionen"

Abb. 34: Dialogfenster "Optionen" / Verwaltung



### Datum / Zeit (1)

Die Anlagensteuerung verfügt über eine eingebaute batteriegepufferte Uhr. Nach Ausfall der Pufferbatterie müssen Datum und Uhrzeit neu eingestellt werden.

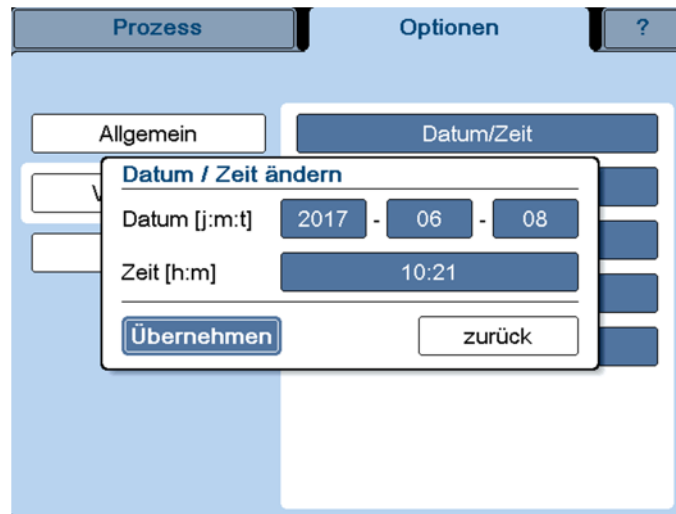


Abb. 35: Dialogfenster "Datum/Zeit ändern"

### Netzwerk (2)

In diesem Dialogfenster können Netzwerkeinstellungen geändert werden.

i

Die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Anlage übernommen.

**HINWEIS**

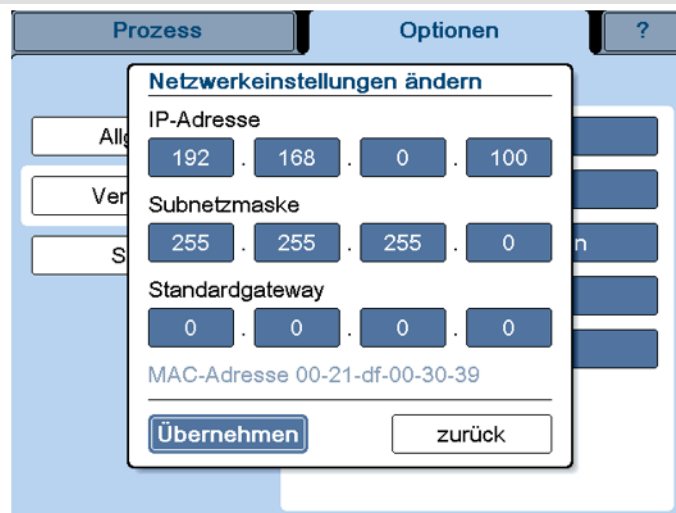


Abb. 36: Dialogfenster "Netzwerkeinstellungen ändern"

## 6 Betrieb

### Systemeigenschaften (3)

In diesem Dialogfenster können verschiedene Systemeigenschaften verändert werden.

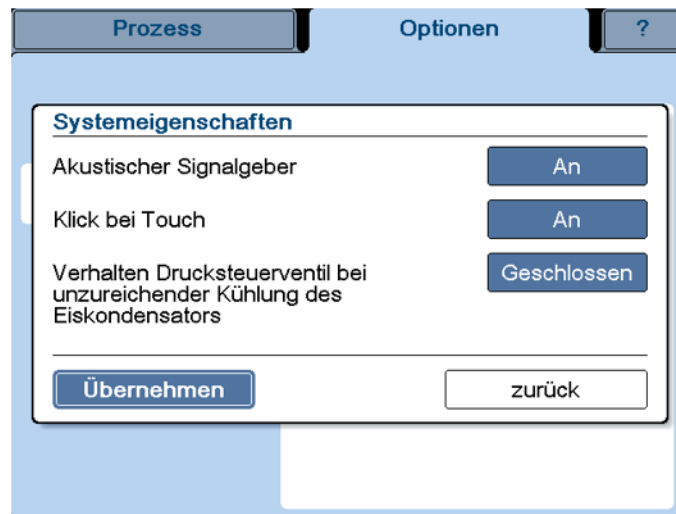


Abb. 37: Dialogfenster "Systemeigenschaften"

**Akustischer Signalgeber:** Ein akustisches Signal ertönt zum Beispiel beim Auftreten einer Störung.

- Bei der Einstellung "An" ertönt das akustische Signal im Abstand von einigen Sekunden solange, bis die Meldung quittiert wird.
- Bei der Einstellung "Ruhe" ertönt das akustische Signal einmalig beim Auftreten des Fehlers.
- Bei der Einstellung "Aus" ertönt kein akustisches Signal.

**Klick bei Touch:** Ist diese Funktion aktiviert, ertönt bei jeder registrierten Berührung einer Schaltfläche ein Klicklaut.

**Verhalten Drucksteuerventil bei unzureichender Kühlung des Eiskondensators:** Ist diese Funktion aktiviert (Schaltfläche "Geschlossen"), schließt das Drucksteuerventil bei einer Eiskondensatortemperatur von  $\geq 20^{\circ}\text{C}$  während der Trocknung, um Schäden an der Vakuumpumpe durch das Absaugen kondensierbarer Gase zu verhindern. Durch nochmaliges Betätigen der Schaltfläche wird die Funktion deaktiviert (Schaltfläche "Geregelt").

### Zugriffsschutz (4)

In diesem Dialogfenster können die Zugriffsrechte in mehreren Ebenen geregelt und mit einem Passwort geschützt werden.

In der Werkseinstellung bei aktiviertem Zugriffsschutz können Daten zwar angesehen, aber nicht geändert werden.



Abb. 38: Dialogfenster "Zugriffsschutz"

**i**  
**HINWEIS**

Nur bei aktiviertem Zugriffsschutz können die weiteren Schaltfelder aktiviert werden.

*Laufzeit Passworttimer:* Um einen unautorisierten Zugriff zu verhindern, wechselt das System nach einer vorgegebenen Zeit automatisch zurück in die Grundeinstellung.

In der Statuszeile erscheint ein kleines Schlosssymbol, darunter wird die verbleibende Zeit bis zur Sperrung heruntergezählt. Gleichzeitig erscheint unter der Statuszeile eine Schaltfläche mit einem großen Schlosssymbol.



Abb. 39: Countdown Passworttimer und Schaltfläche "Schloss"

- Mit der Schaltfläche "Schloss" wird der Zugriff sofort gesperrt, das System wechselt in die Grundeinstellung.



Abb. 40: Zugriff gesperrt, keine Änderungen möglich

## 6 Betrieb

*Passwort Bediener / Service / Administrator:* Für jede dieser Ebenen sind bestimmte Änderungsrechte definiert, die mit dem jeweiligen Passwort freigegeben werden.

Die Rechte der einzelnen Ebenen sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Aktion	Bediener	Service	Administrator
Daten des aktuellen Prozessablaufs bearbeiten (z.B. Betriebsart wählen, Sollwerte ändern)	✓	✓	✓
Servicefunktionen bearbeiten (z.B. Ölwechsel Vakuumpumpe)	--	✓	✓
Grundeinstellungen bearbeiten (z.B. Zugriffsschutz ändern, Programme erstellen und bearbeiten, Systemeinstellungen bearbeiten)	--	--	✓

### Geräteoptionen (5)

In diesem Dialogfenster sind alle Geräteoptionen aufgeführt, die für diese Anlage verfügbar sind. Eine Aufstellung der möglichen Optionen ist unter Kapitel 6.6 - "Optionale Erweiterungen" zu finden. Optionen, für die ein seriennummerngebundener Freischaltcode benötigt wird, sind mit dem Symbol "🔒" gekennzeichnet.

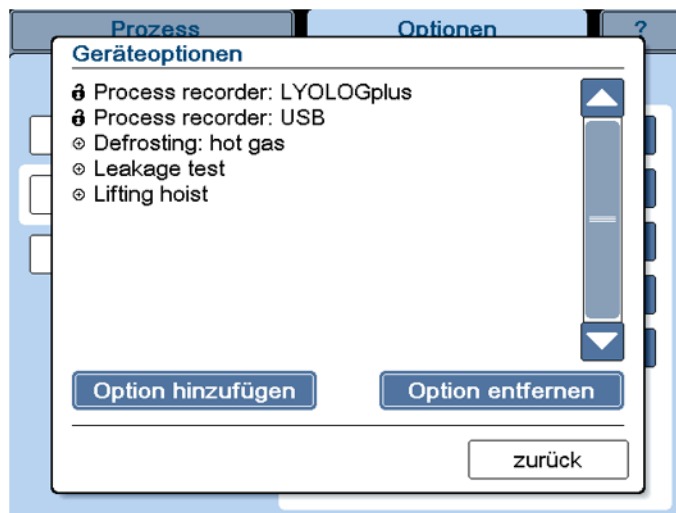


Abb. 41: Dialogfenster Geräteoptionen – Beispiel

Soll die Gefriertrocknungsanlage um eine Option erweitert werden, erfolgt die Freigabe ebenfalls über dieses Dialogfenster.

- Schaltfläche "Option hinzufügen" drücken. Es erscheint ein Eingabefenster.
- Den sechsstelligen CHRIST Freischaltcode eingeben, der für diese Option geliefert wurde, dabei auf Groß- und Kleinschreibung achten.

In gleicher Weise werden Optionen entfernt.



Die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Anlage übernommen.

### Nachträgliche Installation einer Vakuummesssonde

Bei Gefriertrocknungsanlagen, die ohne Vakuummesssonde ausgeliefert werden, ist werksseitig die Geräteoption "Sensor: vacuum not installed" aktiviert, um Fehlermeldungen beim Betrieb zu unterbinden.

Wird nachträglich eine Vakuummesssonde installiert, muss diese Option wie oben beschrieben deaktiviert werden.

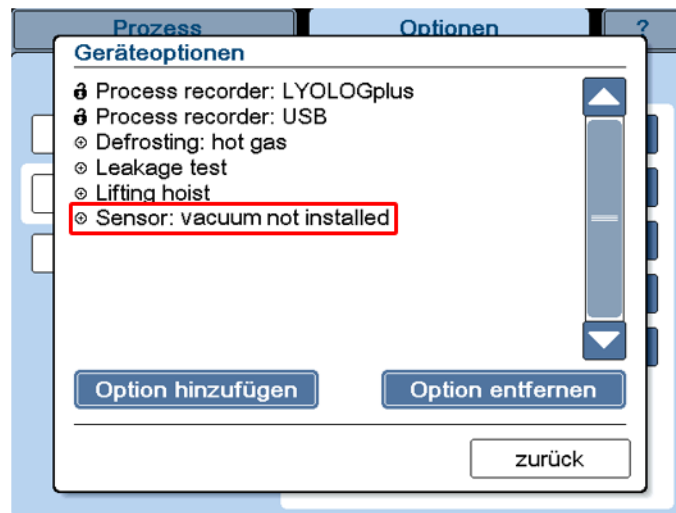
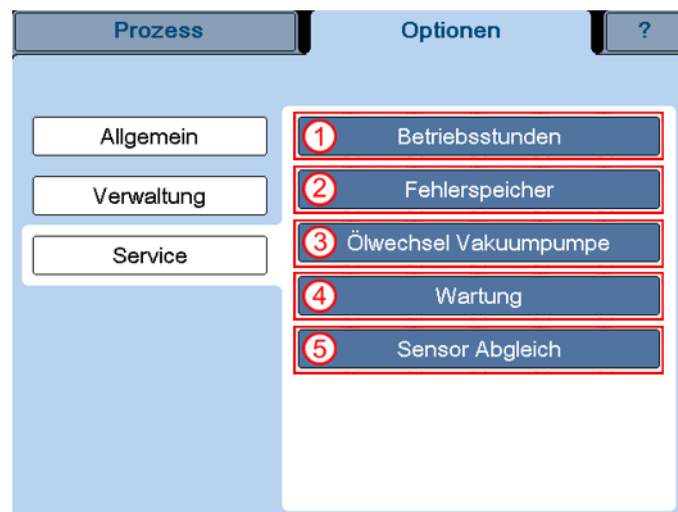


Abb. 42: Geräteoption "Sensor: vacuum not installed"

### Service



#### Optionen Service:

- 1 "Betriebsstunden"
- 2 "Fehlerspeicher"
- 3 "Ölwechsel Vakuumpumpe"
- 4 "Wartung"
- 5 "Sensor Abgleich"

Abb. 43: Dialogfenster "Service" (variiert je nach Anlagentyp)

## 6 Betrieb

### Betriebsstunden (1)

In diesem Fenster können die Betriebsstunden einzelner Komponenten der Gefriertrocknungsanlage, wie z.B. Kühlmaschine, Vakuumpumpe oder Drucksteuerventil abgefragt werden. Zusätzlich zur Bezeichnung wird das → *Betriebsmittelkennzeichen* angegeben.

Diese Daten dienen ausschließlich der Information; eine Änderung ist nicht möglich.

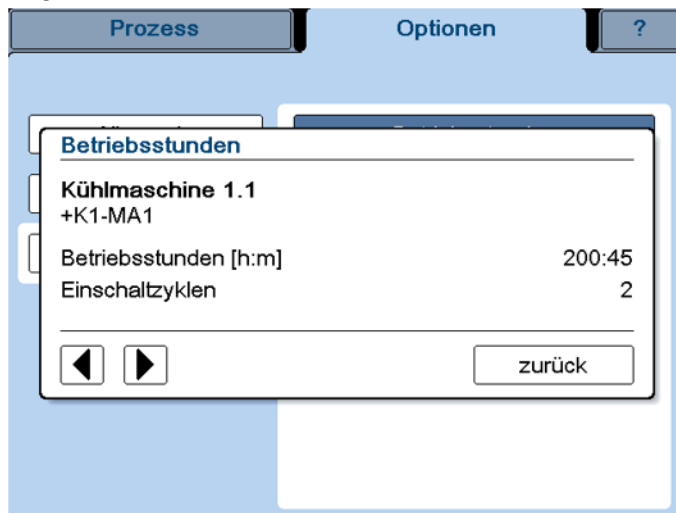


Abb. 44: Dialogfenster "Betriebsstunden", hier: Kältemaschine 1.1

### Fehlerspeicher (2)

Im Fehlerspeicher werden die zuletzt aufgetretenen Meldungen des Prozess- und Anlageninformationssystems gespeichert. Sie können über dieses Dialogfenster eingesehen werden. Der Fehlerspeicher umfasst die letzten 32 Meldungen; bei Überschreitung der Anzahl wird die älteste Meldung gelöscht.

Die einzelnen Meldungen werden durch Betätigen der Pfeiltasten aufgerufen.

Hinter dem Text jeder Fehlermeldung wird ein Fehlercode angezeigt.



Bei Rückfragen oder Serviceanforderungen stets den Fehlercode angeben!

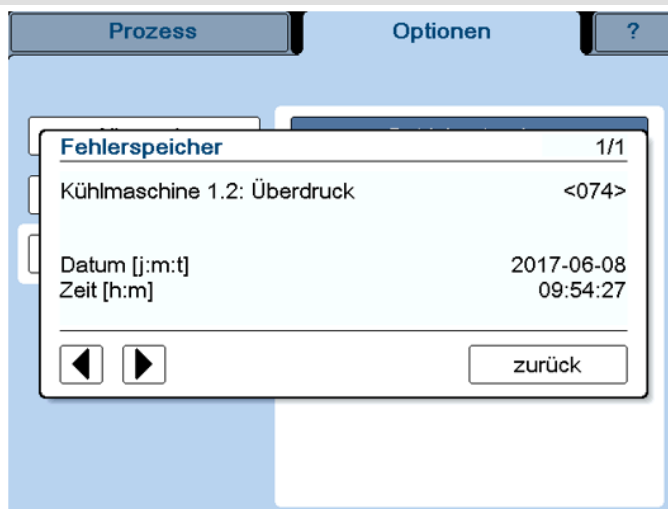


Abb. 45: Dialogfenster "Fehlerspeicher"

### Ölwechsel Vakuumpumpe (3)

Das System überwacht das Ölwechselintervall der Vakuumpumpe. Je nach Fabrikat und Nutzung kann das Intervall angepasst werden.

Wenn das Ende eines Ölwechselintervalls erreicht ist, wird eine entsprechende Meldung angezeigt.

- Meldung quittieren.
- Ölwechsel an der Vakuumpumpe vornehmen.
- Betriebsstundenzähler im Dialogfenster "Ölwechsel Vakuumpumpe" durch Drücken der Schaltfläche "reset" zurücksetzen.



Abb. 46: Dialogfenster "Ölwechsel Vakuumpumpe"

### Wartung (4)

Das Wartungsintervall für die Anlage ist mit 3000 Betriebsstunden, mindestens 1x jährlich, festgelegt.

Wenn das Ende eines Wartungsintervalls erreicht ist, wird eine entsprechende Meldung angezeigt.

- Meldung quittieren.
- Einen Termin zur Wartung Ihrer Gefriertrocknungsanlage vereinbaren.
- Der Betriebsstundenzähler im Dialogfenster "Wartung" wird durch unsere Servicetechniker nach erfolgter Wartung zurückgesetzt.

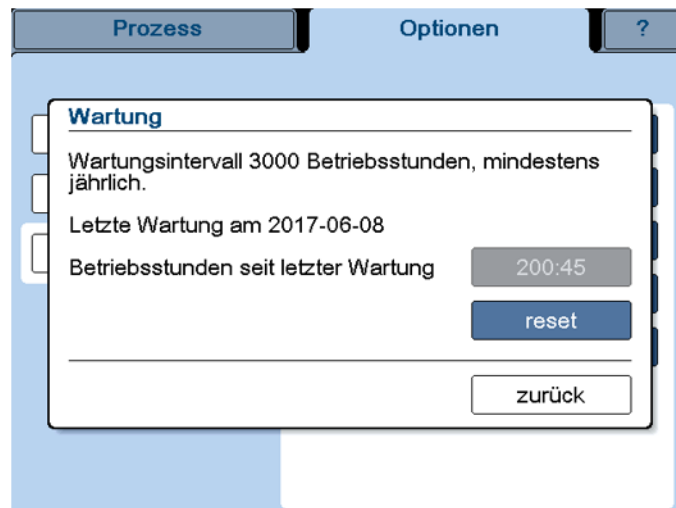


Abb. 47: Dialogfenster "Wartung"

## 6 Betrieb

---

### Sensor Abgleich (5)

In diesem Dialogfenster werden die einzelnen Sensoren mit einem vorgegebenen Referenzwert abgeglichen.



**VORSICHT**

Falsch abgeglichene Sensoren führen zu falschen Messwerten, die keine einwandfreie Prozesssteuerung ermöglichen.



**HINWEIS**

Der Sensorabgleich muss von autorisiertem Fachpersonal durchgeführt werden.



### 6.5.1.3 Hauptfenster "?"

In diesem Hauptfenster sind die wichtigsten Informationen zu Ihrer Gefriertrocknungsanlage hinterlegt:



Abb. 48: Anlageninformationen (Beispiel)



Bitte geben Sie bei Rückfragen im Werk die hier aufgeführten Daten an.

### 6.5.2 Durchführung eines Gefriertrocknungsprozesses

Ein Gefriertrocknungsprozess wird im Hauptfenster "Prozess" gestartet.



Vor Beginn eines Gefriertrocknungsprozesses muss das richtige Verfahren gewählt werden (siehe Kapitel 6.5.1.2 - "Hauptfenster "Optionen", "Verfahren Gefriertrocknung (3)").

Für die einzelnen Prozessphasen ("Gefrieren", "Warm Up", "Haupttrocknen", "Nachtrocknen") werden vor Prozessbeginn die Sollwerte festgelegt (s. Kap. 6.5.2.1 - "Eingabe der Sollwerte"). Anschließend wird der Gefriertrocknungsprozess über das Dialogfenster "Betriebsart: wählen / starten" gestartet.



Soll der Gefriertrocknungsprozess direkt mit der Phase "Haupttrocknen" gestartet werden, muss die Vakuumpumpe ca. 15 Minuten vor Prozessbeginn warmlaufen. Geschieht dies nicht, erscheint eine entsprechende Warnung beim Starten des Prozesses.

## 6 Betrieb



Ist für eine Phase als Abschnittszeit " $\infty$ " (unendlich) vorgewählt, muss manuell über die Schaltfläche "Betriebsart: wählen / starten" die nächste Phase angewählt werden.

Es ist möglich, während des Betriebs die Sollwerte der aktiven Phase zu ändern. Die Steuerung regelt die Anlage in diesem Fall auf schnellstem Wege auf die neuen Sollwerte.

Nach Ablauf einer Phase wird zur nächsten gewechselt, ohne dabei die Anlage in Standby zu versetzen. Der Übergang von "Gefrieren" zu "Warm Up" erfolgt automatisch. Nach Ablauf der "Warm Up"-Phase erscheint ein Dialogfenster:

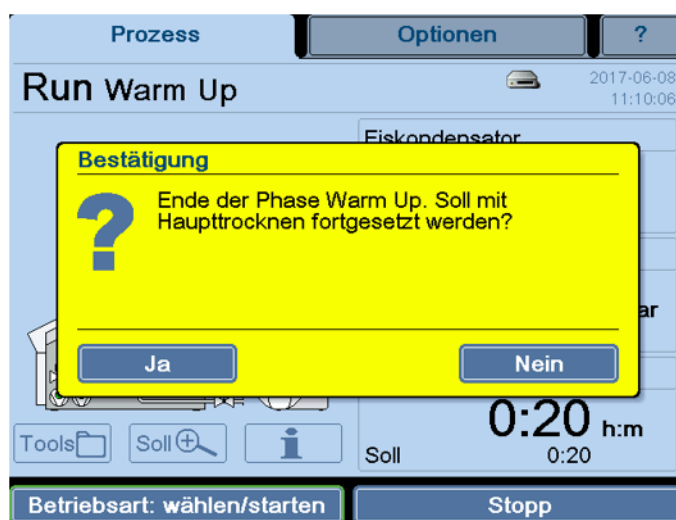


Abb. 49: Dialogfenster nach Ablauf der Warm Up-Phase

Bis zur Bestätigung bleibt die Anlage in der "Warm Up"-Phase.

Der Übergang von "Haupttrocknen" zu "Nachtrocknen" erfolgt normalerweise automatisch.

Nach Ablauf der Phase "Nachtrocknen" erfolgt eine weitere Abfrage, mit der der Gefriertrocknungsprozess beendet wird. Bis zur Bestätigung der Abfrage bleibt die Anlage im "Run"-Modus.

Der Prozess kann jederzeit durch Drücken der Schaltfläche "Stopp" beendet werden. In diesem Fall geht die Anlage in den Standby-Status über.

### 6.5.2.1 Eingabe der Sollwerte

Für jede Phase sind Sollwerte hinterlegt. Für jeden Wert gibt es definierte Wertebereiche, die im jeweiligen Dialogfenster durch Drücken auf die Schaltflächen "min" oder "max." ermittelt werden können.

Zum Schutz des Produktes kann in jedem Trocknungsabschnitt ein → *Sicherheitsdruck* eingegeben werden.

Anzeigen oder Ändern der Sollwerte:

- Schaltfläche "Soll" auswählen (s. Kap. 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Prozess"). Es erscheint folgendes Dialogfenster:



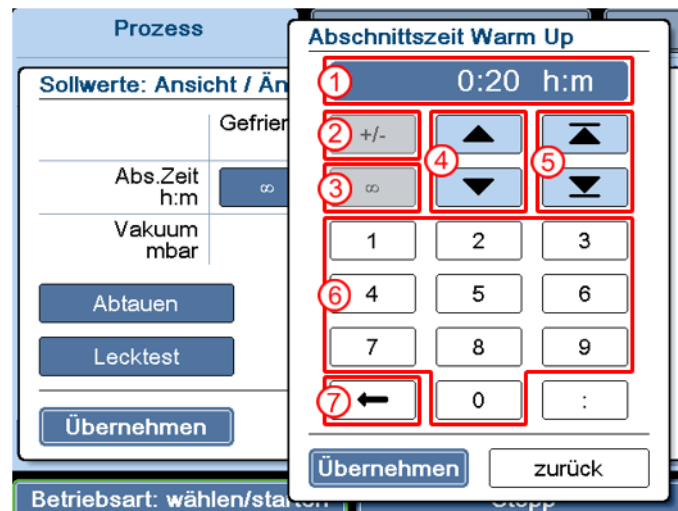
- 1 Schaltfläche "Abtauen"
- 2 Schaltfläche "Lecktest" (optional)

Abb. 50: Dialogfenster "Sollwerte Ansicht / Ändern"

Alle Felder, die als Schaltflächen gekennzeichnet sind, können bearbeitet werden.

- Abtauen (1): Mit Hilfe dieser Schaltfläche werden Abtauzeit und Abtau-temperatur vorgewählt.
- Lecktest (2): Bei Betätigen der Schaltfläche werden die Parameter angezeigt, mit denen der Lecktest durchgeführt wird. Zusätzlich müssen Testzeit und Kammervolumen angegeben werden (abhängig vom verwendeten Zubehör).

Alle numerischen Werte können über eine Zahlentastatur bearbeitet werden:



- 1 Sollwertanzeige
- 2 Vorzeichen ändern (z.B. bei der Eingabe von Temperaturwerten)
- 3 "∞" (unendlich)
- 4 Verändern des Wertes in definierten Schritten
- 5 Auswahl des maximal bzw. minimal möglichen Wertes
- 6 Eingabe eines Wertes über die Zahlentastatur
- 7 Löschen des angezeigten Wertes

Abb. 51: Sollwerte ändern

- Mit der Schaltfläche "Übernehmen" den neuen Wert bestätigen und die Zahlentastatur verlassen.
- Dialogfenster mit "Übernehmen" verlassen. Die Daten werden übernommen.



Wird das Dialogfenster über die Schaltfläche "zurück" verlassen, werden die Änderungen verworfen.

## 6 Betrieb

---

### 6.6 Optionale Erweiterungen

Die Grundanlage ist mit folgenden optionalen Funktionen erweiterbar:

#### **Lecktest**

siehe auch Kapitel 6.5.2.1 - "Eingabe der Sollwerte" und Kapitel 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Prozess"", Dialogfenster "Betriebsart: wählen/ starten" (7), Schaltfläche Standard Systemtest

Der Lecktest ist ein Prüfverfahren, mit dem die Kammer der Gefriertrocknungsanlage auf Dichtheit gegenüber gasförmigen oder flüssigen Medien getestet wird. Da es grundsätzlich keine absolut dichten Teile gibt, wird eine Leckrate bestimmt. Die Parameter für den Lecktest wurden von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen speziell für die Gefriertrocknungsanlagen entwickelt. In einem ersten Schritt müssen diese Parameter (Vakuum, Eiskondensatortemperatur) erreicht werden. Erst wenn die Bedingungen erfüllt sind, schließt das Drucksteuerventil, und in einem zweiten Schritt wird die eigentliche Dichtheitsprüfung durchgeführt. Die nach Testende errechnete Leckrate gibt Aufschluss über die Dichtheit des Systems.

#### **USB-Prozessaufzeichnung**

siehe auch Kapitel 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Prozess"", Absatz "Dialogfenster "Tools"

Diese Funktion ermöglicht die Aufzeichnung des laufenden Prozesses auf ein USB Speichermedium. Prozessdaten können nach Beenden der Prozessaufzeichnung auf dem PC mit LyoLogplus betrachtet und ausgedruckt werden. Es ist ebenfalls möglich, die Daten direkt in eine Excel-Datei zu importieren.

#### **LyoLogplus Messdatenerfassung**

LyoLogplus ist eine von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH entwickelte Software zur Messdatenaufzeichnung, die speziell auf die Anforderungen der Gefriertrocknung zugeschnitten ist. Neben der graphischen Darstellung der Messwerte des aktuellen wie auch bereits abgeschlossener Prozesse ist auch der Datenexport für weitere Auswertungen möglich.

### 6.7 Ausschalten

Die Gefriertrocknungsanlage muss sich im Standby-Status befinden.

- Gefriertrocknungsanlage am Netzschalter ausschalten.

## 7 Störungen und Fehlersuche

Störungen werden im Dialogfenster "Prozess & Anlagenmeldungen" angezeigt (s. Kap. 7.2 - "Prozess- und Anlagenmeldungen"). Ein akustisches Signal ertönt mit Erscheinen der Fehlermeldung.

- Fehlerquelle beheben (siehe folgende Kapitel).
- Fehlermeldungen quittieren.

### 7.1 Allgemeine Störungen

Fehlerart	mögliche Ursache	Behebung
Keine Anzeige auf dem Display	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzausfall (s. Kap. 7.1.1 - "Netzausfall")</li> <li>• Netzstecker steckt nicht</li> <li>• Sicherungen haben ausgelöst</li> <li>• Netzschalter aus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzsicherung überprüfen</li> <li>• Netzstecker fest einstecken</li> <li>• Überprüfen der bauseitigen Sicherungen</li> <li>• Netzschalter einschalten</li> </ul>
Touch panel reagiert nicht oder nicht korrekt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilität des Panels ist verstellt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Service verständigen (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall")</li> </ul>
Passworteingabe schlägt fehl	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falsches Passwort eingegeben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrator verständigen</li> <li>• Bei Verlust des Administratorkennworts: Service verständigen (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall")</li> </ul>
Kein ausreichendes Vakuum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleinflanschverbindung(en) nicht korrekt verbunden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindung lösen, Zentrierring mit innenliegendem Dichtring zentrisch zwischen die Flanschanschlüsse setzen und mit dem Spannring verbinden. Der Zentrierring darf nicht verrutschen oder verkanten</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verunreinigungen oder Beschädigungen an der Deckel-/Türdichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deckel-/Türdichtung reinigen und ggf. austauschen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schliffstopfen der aufgesetzten Trocknungskammer ist nicht korrekt eingesetzt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schliffstopfen gleichmäßig und auf die gesamte Dichtfläche verteilt mit Vakuumfett einfetten</li> </ul>
Undichtigkeit im Medienablaufventil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Medienablaufventil ist mit Trocknungsrückständen oder Wollteilchen von Putztüchern verunreinigt</li> <li>• Die O-Ringe sind verschlissen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medienablaufventil reinigen (s. Kap. 8.1.3 - "Belüftungsventil, Medienablaufventil"), ggf. austauschen.</li> <li>• O-Ringe austauschen.</li> </ul>
Undichtigkeit in einem Gummiventil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verunreinigungen im Ventil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventile einzeln prüfen (s. Kap. 7.1.2.4 - "Gummiventile")</li> </ul>

## 7 Störungen und Fehlersuche

Fehlerart	mögliche Ursache	Behebung
<b>Angezeigter Vakuumwert nicht korrekt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgleich fehlerhaft</li> <li>• Vakuummesssonde verunreinigt (z.B. durch Wasserrückstände)</li> <li>• Vakuummesssonde defekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vakuummesssonde abgleichen (siehe separate Betriebsanleitung der Vakuummesssonde)</li> <li>• Vakuummesssonde reinigen</li> <li>• Vakuumanzeige mit einem Vergleichsgerät kontrollieren (wenn vorhanden)</li> <li>• siehe (s. Kap. 7.1.2.5 - "Vakuummesssonde")</li> </ul>
<b>Vakuumpumpe schaltet nicht zu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe separate Betriebsanleitung der Vakuumpumpe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe separate Betriebsanleitung der Vakuumpumpe</li> </ul>
<b>Keine ausreichende Eiskondensator- oder Stellflächentemperatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überdruckschalter des Kälteaggregats hat ausgelöst</li> <li>• Thermischer Motorschutz hat ausgelöst</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlage abkühlen lassen</li> <li>• Für ausreichende Luftzirkulation sorgen (s. Kap. 7.1.3 - "Keine ausreichende Eiskondensatortemperatur")</li> </ul>
<b>Meldung "Kühlmaschine x.x Überdruck" erscheint während eines Prozesses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leck auf der Niederdruckseite (Saugseite) des Kältesystems führt zu einem Druckanstieg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meldung quittieren. Falls die Meldung wiederholt erscheint, Service verständigen (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall")</li> </ul>



### HINWEIS

Sollten sich die Fehler nicht beheben lassen: Christ Service verständigen!

### 7.1.1 Netzausfall

Die Anlagensteuerung setzt den Prozess nach einem Netzausfall fort. Die vorgewählten Bedingungen bleiben auch beim Prozessablauf gespeichert. Durch einen Netzausfall während der Trocknung kann die eingesetzte Charge unbrauchbar werden. Ob dies der Fall ist, hängt davon ab, in welcher Trocknungsphase sich das Produkt zum Zeitpunkt des Netzausfalls befindet.

- Befindet sich das Gut in der Nachtrocknung, hat der Restwassergehalt einen Wert von 5% erreicht. Unterhalb dieses Wertes wird das Produkt auch bei längerem Stromausfall im Allgemeinen nicht mehr geschädigt.
- Befindet sich das Gut in der Haupttrocknung, sollte die Anlage belüftet und das Gut entnommen und in eine Kühltruhe umgesetzt werden. Vor der weiteren Inbetriebnahme muss das angetaute Kondensat abgelassen werden.

## 7.1.2 Kein ausreichendes Vakuum



Vakuumkontrollen sind bei tiefgekühltem Eiskondensator durchzuführen.

### 7.1.2.1 Kleinflanschverbindungen

Ursachen für Undichtigkeiten sind häufig unkorrekt sitzende Kleinflanschverbindungen zwischen Aggregaten und Schlauchverbindungen oder Undichtigkeiten in den Ventilen.

- Verbindungen lösen und den Zentrierring (mit innenliegendem Dicht-ring) erneut zentrisch zwischen die zu verbindenden Flanschanschlüsse setzen.
- Verbindung mit dem Spannring durch Festziehen der Flügelmutter schließen.
- Der Zentrierring darf dabei nicht verrutschen oder verkanten!

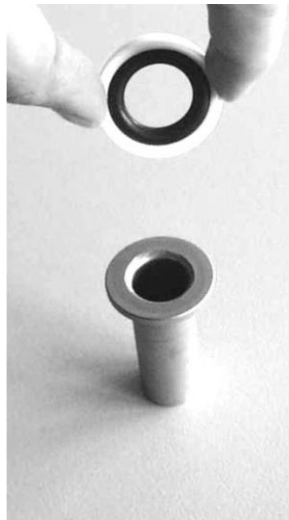


Abb. 52: Kleinflansch und Zentrierring

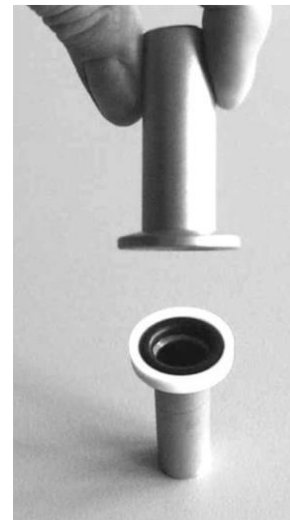


Abb. 53: Kleinflansch und Zentrierring mit Kleinflansch



Abb. 54: Ansetzen des Spannrings

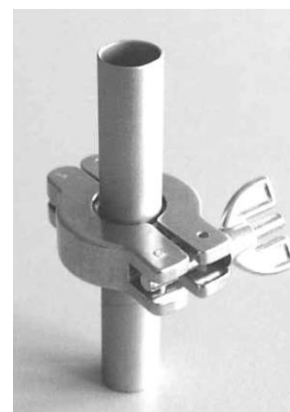


Abb. 55: Festziehen des Spannrings

## 7 Störungen und Fehlersuche

### 7.1.2.2 Belüftungsventil, Medienablaufventil



**WARNUNG**

#### **Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch Kondensat (Abtauwasser)**

Das Kondensat kann gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeiteten Produkt enthalten.

Durch Kontakt mit dem Kondensat kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Bei Wartungsarbeiten am Medienablaufventil (insbesondere bei der Reinigung des Ventils und beim Dichtungswechsel) geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Atemschutzmaske tragen!

Eine Fehlfunktion des Belüftungs- oder Medienablaufventils kann diverse Ursachen haben. Eine mögliche Ursache sind Verunreinigungen durch Produktrückstände o.ä.

- Gefriertrocknungsanlage ausschalten und Netzstecker ziehen.
- Ventil reinigen (s. Kap. 8.1.3 - "Belüftungsventil, Medienablaufventil").
- Anlage wieder in Betrieb nehmen.

Liegt weiterhin eine Undichtigkeit vor, muss die Gefriertrocknungsanlage von autorisiertem Fachpersonal überprüft werden (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").

### 7.1.2.3 Drucksteuerventil

Eine Fehlfunktion des Drucksteuerventils kann diverse Ursachen haben.



**HINWEIS**

Die Überprüfung des Ventils muss durch autorisiertes Fachpersonal erfolgen (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").

### 7.1.2.4 Gummiventile

Um ein undichtes Gummiventil zu finden, muss jedes Ventil einzeln überprüft werden:

- Gummiventil abziehen und Anschluss an der Trocknungskammer mit einem Gummistopfen verschließen.
- Dichtigkeit unter Vakuum prüfen, bis das undichte Ventil lokalisiert ist.
- Ventil reinigen und ggf. austauschen.

### 7.1.2.5 Vakuummesssonde

Vakuummesssonden besitzen nur eine begrenzte Lebensdauer und sind als Ersatzteil erhältlich.

#### **Kapazitive Vakuummesssonden**

Durch Langzeitbetrieb, Verschmutzung oder schlagartiges Belüften kann es bei kapazitiven Vakuummesssonden zu Messwertverschiebungen kommen. In diesem Fall muss die Vakuummesssonde justiert werden (s. Kap. 8.1.9 - "Vakuummesssonde").



### 7.1.3 Keine ausreichende Eiskondensatortemperatur

**VORSICHT**

Auf ausreichende Belüftung achten. Keine Papiere, Tücher oder ähnliches hinter oder unter das Gerät schieben, da sonst die Luftzirkulation nicht gewährleistet ist.

Das Kälteaggregat ist mit einer Schutzeinrichtung gegen Überdruck im Kältesystem und einem thermischen Motorschutz ausgerüstet.

Die Schutzeinrichtungen lösen aus

- bei zu hohen Umgebungstemperaturen
- bei unzureichender Luftzirkulation durch den Kälteanlagenwärmetauscher
- bei Überlastung des Kältesystems.

Das Kälteaggregat wird in diesen Fällen automatisch abgeschaltet. Werden nach einigen Minuten Abkühlzeit die zulässigen Betriebsbedingungen wieder erreicht, schaltet das Kälteaggregat selbständig wieder ein.

Die Störungen werden über das Prozess- und Anlagen Info-Fenster angezeigt.

Die minimale Eiskondensatortemperatur von ca.  $-55^{\circ}\text{C}$  bzw. ca.  $-85^{\circ}\text{C}$  (je nach Anlagentyp) wird erreicht, wenn der Eiskondensator unbelastet und die Eiskondensatorkammer evakuiert ist.

## 7.2 Prozess- und Anlagenmeldungen

Alle angezeigten Texte der Prozess- und Anlagenmeldungen der Steuerung werden in vollem Umfang durch die Steuerung angezeigt (siehe Kapitel 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Prozess"", Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen") und sind dieser Betriebsanleitung deshalb nicht beigefügt.

Sie können diese Unterlagen über unsere Serviceabteilung anfordern.

## 7 Störungen und Fehlersuche

---

### 7.3 Kontakt im Servicefall

Bei Rückfragen, bei Störungen oder Ersatzteilanfragen:

**aus Deutschland:**

Setzen Sie sich in Verbindung mit  
Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH  
An der Unteren Söse 50  
37520 Osterode  
Tel. +49 (0) 55 22 / 50 07-44 44  
E-Mail: [support.lab@martinchrist.de](mailto:support.lab@martinchrist.de)

**außerhalb Deutschlands:**

Setzen Sie sich mit unserer Vertretung Ihres Landes in Verbindung. Die Adresse finden Sie unter [www.martinchrist.de](http://www.martinchrist.de) → [Vertriebspartner].



**HINWEIS**

Bei Inanspruchnahme des Kundendienstes stets den Gerätetyp und die Fabriknummer angeben.

## 8 Wartung und Instandhaltung

Gefriertrocknungsanlage und Zubehör sind hohen mechanischen und ggf. chemischen Belastungen ausgesetzt. Eine sorgfältige Pflege durch den Benutzer verlängert die Lebensdauer und verhindert den vorzeitigen Ausfall.



**VORSICHT**

Kommt es wegen mangelnder Pflege zu Korrosionsbildung oder Folgeschäden, kann beim Hersteller kein Garantieanspruch und keine Haftung geltend gemacht werden.

- Gefriertrocknungsanlage sofort nach Verwendung gründlich reinigen, um eine Schädigung der Konstruktionswerkstoffe zu verhindern oder zumindest deutlich zu reduzieren (siehe auch Kapitel 1.2 - "Bestimmungsgemäße Verwendung", Absatz "Trocknung lösungsmittelhaltiger Ausgangsprodukte").
- Zur Reinigung der Gefriertrocknungsanlage und des Zubehörs Seifenwasser oder andere wasserlösliche, milde Reinigungsmittel verwenden.
- Keine ätzenden und aggressiven Stoffe verwenden.
- Keine Lösungsmittel verwenden.
- Keine Mittel mit Scheuer- oder Schürfbestandteilen verwenden.
- Gefriertrocknungsanlage und Zubehör dürfen keiner intensiven UV-Strahlung (z.B. Sonneneinstrahlung) sowie thermischen Belastungen (z.B. durch Wärmeerzeuger) ausgesetzt werden.
- Die Anlage darf zum Reinigen nicht auf den Kopf gestellt werden.

### 8.1 Wartungsarbeiten

#### 8.1.1 Allgemeines

Der allgemeine Zustand der Gefriertrocknungsanlage ist in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren. Mängel umgehend beheben! Insbesondere ist auf folgende Punkte zu achten:

- Verschmutzung,
- Lecks,
- Korrosion,
- verbogene Anlagenteile,
- lose Schraub- und Flanschverbindungen,
- erhöhte Geräusentwicklung,
- lose Kabel,
- offene Kabelkanäle,
- fehlende oder schlecht lesbare Sicherheits- und Gefahrenhinweise,
- fehlende oder schlecht lesbare Beschriftung an Komponenten, Schlauch- oder Rohrleitungen (z.B. Fließrichtung) und Kabeln,
- usw.

## 8 Wartung und Instandhaltung

### Reinigung der Gefriertrocknungsanlage



**WARNUNG**

#### Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen

Nach einem Trocknungsprozess können die Oberflächen im Inneren der Kammer heiß sein.

Bei Berührung der Oberflächen kann es zu Verbrennungen kommen.

- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!
- Die Oberflächen nicht vorsätzlich berühren!
- Vor Wartungsarbeiten die Kammer abkühlen lassen!



**GEFAHR**

#### Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch die Ausgangsprodukte

Bei Wartungsarbeiten an produktberührten Teilen (z.B. alle Teile im Inneren der Kammer) kann das Personal Produktrückständen ausgesetzt sein.

Durch Kontakt mit der Haut oder Einatmen von Partikeln kann es produktabhängig zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Vor Beginn von Wartungsarbeiten geeignete Maßnahmen zur Dekontamination durchführen!
- Geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und ggf. Atemschutzmaske tragen!

- Vor der Reinigung der Gefriertrocknungsanlage Gerät am Netzschalter ausschalten und den Netzstecker ziehen.
- Innenraum der Gefriertrocknungsanlage bei einer Kontamination durch toxische, radioaktive oder pathogene Substanzen sofort mit einem geeigneten Dekontaminationsmittel reinigen (abhängig von der Art der Verunreinigung, siehe auch Kapitel 8.2 - "Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör".
- Produktrückstände sorgfältig mit einem Tuch entfernen.
- Deckel oder Beladetür bei Nichtgebrauch des Gerätes öffnen, damit eventuell vorhandene Feuchtigkeit entweichen kann.

### 8.1.2 Eiskondensatorkammer

Vor jeder Inbetriebnahme muss dafür gesorgt werden, dass sich kein Wasser in der Eiskondensatorkammer befindet.

- Medienablaufventil öffnen, um eventuell angesammelte Flüssigkeit abzulassen, und wieder verschließen.
- Falls erforderlich, Eiskondensatorkammer mit einem Tuch auswischen.

### 8.1.3 Belüftungsventil, Medienablaufventil



**WARNUNG**

#### Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch Kondensat (Abtauwasser)

Das Kondensat kann gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeiteten Produkt enthalten.

Durch Kontakt mit dem Kondensat kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Bei Wartungsarbeiten am Medienablaufventil (insbesondere bei der Reinigung des Ventils und beim Dichtungswechsel) geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Atemschutzmaske tragen!

Verunreinigungen wie festgesetzte Produktrückstände o.ä. können Ursache für ein unzureichendes Vakuum sein. In diesem Fall müssen das Belüftungsventil und/oder das Medienablaufventil gereinigt werden.

- Gefriertrocknungsanlage ausschalten und Netzstecker ziehen.
- Ventileinsatz herausschrauben.
- Verunreinigungen am Ventileinsatz und in der Ventilöffnung mit einem Papiertuch entfernen.
- O-Ringe reinigen und auf Beschädigungen untersuchen. Beschädigte O-Ringe müssen ausgetauscht werden.

- 1 Ventilöffnung
- 2 Ventileinsatz
- 3 O-Ringe

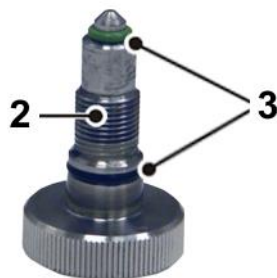
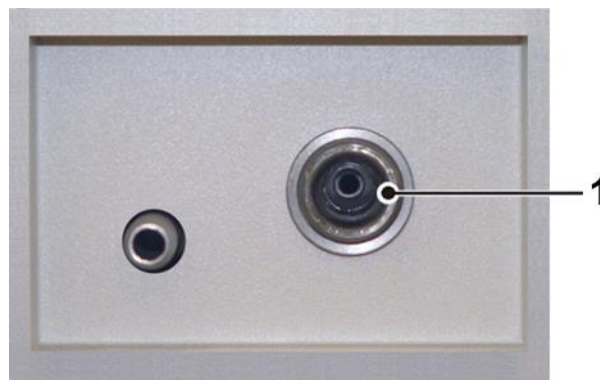


Abb. 56: Ventilöffnung und Ventileinsatz mit O-Ringen  
(Beispielabbildung, variiert je nach Anlagentyp)

- Ventileinsatz wieder einsetzen.
- Gefriertrocknungsanlage wieder in Betrieb nehmen.

Wird weiterhin nur ein unzureichendes Vakuum erreicht, muss die Gefriertrocknungsanlage von autorisiertem Fachpersonal überprüft werden (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").

## 8 Wartung und Instandhaltung

---

### 8.1.4 Wärmetauscher (nur bei luftgekühlten Gefriertrocknungsanlagen)

Um das von der Kälteanlage komprimierte Kältemittel abzukühlen, wird ein lamellierter Wärmetauscher eingesetzt. Er befindet sich auf der Geräte-rückseite (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente") und wird mit Luft gekühlt.

Staub und Schmutz behindern die Kühlung durch den Luftstrom. Staubbelag auf den Lamellen verhindert den Wärmeaustausch und damit die Leistungsfähigkeit der Kälteanlage. Größere Verunreinigungen können einen Ausfall der Anlage verursachen.

Der gewählte Aufstellungsort sollte deshalb möglichst sauber sein.

- Wärmetauscher mindestens einmal monatlich auf Verschmutzungen überprüfen und gegebenenfalls reinigen.
- Setzen Sie sich bei Fragen mit dem Christ Service in Verbindung (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").

### 8.1.5 Elektrisches System



**GEFAHR**

#### **Lebensgefahr durch elektrischen Schlag**

Bei Berührung stromführender Bauteile besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags.

Es kann zu Herzkammerflimmern, Herzstillstand oder Atemlähmung kommen.

- Arbeiten am elektrischen System der Anlage nur von einer Elektrofachkraft durchführen lassen!

Die elektrische Ausrüstung der Anlage ist in regelmäßigen Abständen durch eine Elektrofachkraft zu überprüfen. Mängel wie lose Verbindungen bzw. angeschmorte Kabel sofort beseitigen.

### 8.1.6 Vakuumpumpe



Separate Betriebsanleitung der Vakuumpumpe beachten!

Die Belastung der Vakuumpumpe in Verbindung mit einer Gefriertrocknungsanlage ist in der Regel nicht besonders hoch. Deshalb können die Empfehlungen in dieser Betriebsanleitung von den Angaben der Pumpenhersteller abweichen.

Unter normalen Betriebsbedingungen müssen an der Vakuumpumpe regelmäßig folgende Wartungsarbeiten durchgeführt werden:

- Ölstand der Vakuumpumpe einmal wöchentlich kontrollieren, gegebenenfalls fehlendes Öl nachfüllen.
- Während des Betriebs der Pumpe auf Laufgeräusche achten.
- Ölwechsel sind grundsätzlich bei betriebswarmer Pumpe durchzuführen.
- Der erste Ölwechsel ist nach ca. 100 Betriebsstunden vorzunehmen.
- Die weiteren Ölwechsel richten sich nach den Betriebsbedingungen. Im Allgemeinen ist ein Intervall von 500 bis 1.000 Betriebsstunden ausreichend.
- Setzen Sie sich bei Fragen mit dem Christ Service in Verbindung (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").

### 8.1.7 Ölnebelabscheider (Auspufffilter)



Separate Betriebsanleitung der Vakuumpumpe / des Abgasfilters beachten!

Der austretende Ölnebel, der von der Vakuumpumpe je nach Arbeitsdruck in mehr oder weniger großen Mengen ausgestoßen wird, muss ins Freie oder in einen Abzug geleitet werden. Ist dies nicht möglich, muss die Pumpe mit einem Abgasfilter (Ölnebelabscheider) ausgerüstet sein.

- Flüssigkeitsstand im Auffangbehälter des Filters beobachten.
- Kondensat rechtzeitig entfernen (siehe Angaben des Herstellers in der separaten Betriebsanleitung).

## 8 Wartung und Instandhaltung

### 8.1.8 Kältesystem



**WARNUNG**

#### **Explosionsgefahr durch Kältemittel (natürliche, brennbare Kältemittel)**

Die verwendeten natürlichen Kältemittel sind hochentzündlich und können bei entsprechender Konzentration in der Raumluft ein explosionsfähiges Gemisch bilden.

Es besteht Explosionsgefahr.

- Arbeiten an den Kältesystem der Anlage nur von qualifiziertem Fachpersonal durchführen lassen, das für den Umgang mit brennbaren Kältemitteln ausgebildet ist!
- Für gute Belüftung sorgen und sicherstellen, dass keinerlei Zündquellen (z.B. Lötkolben, Schweißgerät) vorhanden sind!



**WARNUNG**

#### **Gefahr von Kaltverbrennungen bzw. Erfrierungen durch Kältemittel**

Bei Arbeiten am Kältesystem der Anlage kann Kältemittel in flüssigem oder gasförmigem Zustand und unter hohem Druck austreten.

Bei Kontakt von flüssigem Kältemittel mit der Haut kann es zu Kaltverbrennungen bzw. Erfrierungen kommen.

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!



**WARNUNG**

#### **Vergiftungsgefahr durch Kältemittel (nicht brennbare Kältemittel)**

Bei Zersetzung (z.B. durch offene Flammen oder heiße Oberflächen) werden gefährliche Gase frei.

Durch Kontakt mit den Zersetzungsprodukten kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!
- Während der Arbeiten am Kältesystem nicht essen, trinken oder rauchen!

Der Kältemittel-Kreislauf ist ein geschlossenes System. Alle Arbeiten an den Kältesystemen dürfen nur durch zertifiziertes Fachpersonal durchgeführt werden.

### 8.1.9 Vakuummesssonde



**HINWEIS**

Separate Betriebsanleitung des Herstellers für die Vakuummesssonde beachten!

Die Vakuummesssonde hat nur eine begrenzte Lebensdauer. Insbesondere kohlenstoffhaltige Substanzen wie z.B. alkoholische Verbindungen verkürzen die Lebensdauer extrem.

- Die Vakuummesssonde ist wartungsfrei.
- Äußere Verschmutzungen mit einem Tuch entfernen.



**Kapazitive Vakuummesssonden**

Durch Langzeitbetrieb, Verschmutzung oder schlagartiges Belüften kann es zu Messwertverschiebungen kommen.

- Die kapazitive Vakuummesssonde mindestens einmal jährlich justieren. Abhängig von den Einsatzbedingungen können kürzere Intervalle für die Justierung erforderlich sein.

**8.1.10 Zubehör****VORSICHT**

Die besonderen Vorsichtsmaßnahmen bei der Pflege des Zubehörs sind unbedingt zu beachten.

Es handelt sich hierbei um Maßnahmen zur Wahrung der Betriebssicherheit!

Chemische Reaktionen sowie Druckkorrosion (Kombination von wechselndem Druck und chemischer Reaktion) können das Gefüge der Metalle und Kunststoffteile angreifen bzw. zerstören. Kaum nachweisbare Risse an der Oberfläche vergrößern sich und schwächen das Material, ohne deutlich sichtbare Anzeichen dafür zu hinterlassen.

- Das Material muss daher regelmäßig (mindestens einmal monatlich) überprüft werden auf
  - Rissbildung
  - sichtbare Gefügezerstörungen an der Oberfläche
  - Druckstellen
  - Korrosionserscheinungen
  - sonstige Veränderungen.
- Beschädigte Teile im Interesse der eigenen Sicherheit unverzüglich austauschen.
- Flüssigkeiten, die Korrosion verursachen können, müssen unverzüglich von den Zubehörteilen abgespült werden.
- Zubehör außerhalb der Gefriertrocknungsanlage reinigen; am besten nach jedem Gebrauch, mindestens aber einmal wöchentlich.

## 8 Wartung und Instandhaltung

### 8.2 Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör



**GEFAHR**

Bei Verwendung von Gefahrenstoffen (z.B. infektiöse und pathogene Substanzen) besteht die Pflicht zur Desinfektion der Gefriertrocknungsanlage und des Zubehörs.

- Handelsübliche Desinfektionsmittel, wie z.B. Incidur<sup>®</sup>, Meliseptol<sup>®</sup>, Sagrotan<sup>®</sup>, Buraton<sup>®</sup> oder Terralin<sup>®</sup> (im Laborfachhandel erhältlich) verwenden.
- Die Gefriertrocknungsanlage und das Zubehör bestehen aus unterschiedlichen Materialien. Mögliche Unverträglichkeiten sind zu beachten.
- Bevor andere als die von uns empfohlenen Reinigungs- und Desinfektionsmittel angewendet werden, hat sich der Anwender beim Hersteller zu vergewissern, dass das Verfahren das Gerät nicht schädigt.
- Fragen Sie im Zweifelsfall beim Hersteller an (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall").

### 8.3 Instandhaltungsarbeiten



**GEFAHR**

Bei Instandhaltungsarbeiten, die die Entfernung der Verkleidung erfordern, besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags oder mechanischer Verletzungen. Solche Arbeiten sind ausschließlich qualifiziertem Fachpersonal vorbehalten.

Die Gefriertrocknungsanlage ist hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Um der starken Beanspruchung standzuhalten, werden bei der Fertigung hochwertige Bauteile eingesetzt. Trotzdem kann es zu Verschleißerscheinungen kommen, die von außen nicht sichtbar sind.

Wir empfehlen daher, die Gefriertrocknungsanlage im Rahmen einer Inspektion durch den Hersteller einmal jährlich im Betriebszustand und im Dreijahresrhythmus im zerlegten Zustand prüfen zu lassen.

Diese Dienstleistung kann auch im Rahmen eines Wartungsvertrages vereinbart werden (siehe unten).

#### **Informationen und Terminabsprachen:**

##### **in Deutschland:**

Setzen Sie sich in Verbindung mit  
Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH  
An der Unteren Söse 50  
37520 Osterode  
Tel. +49 (0) 55 22 / 50 07-44 44  
E-Mail: [support.lab@martinchrist.de](mailto:support.lab@martinchrist.de)

**außerhalb Deutschlands:**

Setzen Sie sich mit unserer Vertretung Ihres Landes in Verbindung. Die Adresse finden Sie unter [www.martinchrist.de](http://www.martinchrist.de) → [Vertriebspartner].

**HINWEIS**

Bei Inanspruchnahme des Kundendienstes stets den Gerätetyp und die Fabriknummer angeben.

**Wartungsvertrag für Christ Gefriertrocknungsanlagen**

Mit dem Wartungsvertrag bietet die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH eine Dienstleistung an, die über die normale Pflege und Wartung des Anwenders hinaus einen zuverlässigen Betrieb der Gefriertrocknungsanlage gewährleistet.

Eine vertragliche Wartung durch einen unserer Servicetechniker beinhaltet die Inspektion der Christ Gefriertrocknungsanlage gemäß folgender Spezifizierung:

- Prüfung gemäß DGUV Vorschrift 3 (elektrische Anlagen und Betriebsmittel)
- Prüfung des allgemeinen Zustands
- Prüfung von mechanischen Funktionen
- Prüfung des Kältesystems
- Prüfung des Vakuumsystems inkl. Vakuummesssonde und Vakuumanzeige
- Prüfung der Kompressor- und Vakuumpumpenaufhängung
- Prüfung der Betriebsmittel-Füllstände
- Prüfung des Zubehörs
- Durchführung eines Probelaufs
- Ausfertigung eines Serviceberichts

Die Terminverfolgung wird durch die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH organisiert.

Weitere Informationen zu diesem Thema erhalten Sie bei der Christ Serviceleitung (Kontakt siehe oben).

Dieses Angebot gilt nur für Deutschland. Aus dem Ausland setzen Sie sich bitte mit unserer Vertretung Ihres Landes in Verbindung (siehe oben).

**8.4 Rücksendung defekter Teile**

Trotz aller Sorgfalt bei der Fertigung unserer Produkte ist es hin und wieder notwendig, das Gerät oder ein Zubehörteil an den Hersteller zurückzusenden.

Um eine Rücksendung von Gefriertrocknungsanlagen, Rotations-Vakuum-Konzentratoren, Ersatzteilen oder Zubehör zügig und wirtschaftlich bearbeiten zu können, benötigen wir vollständige und umfassende Angaben zum Vorgang. Füllen Sie deshalb die nachfolgend aufgeführten

## 8 Wartung und Instandhaltung

Formulare komplett und sorgfältig aus und senden Sie sie zusammen mit dem Produkt zurück an:

Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH  
An der Unteren Söse 50  
37520 Osterode (Deutschland)

### 1. Unbedenklichkeitsbescheinigung des Betreibers (Dekontaminationserklärung)

Als zertifiziertes Unternehmen und aufgrund gesetzlicher Vorschriften zum Schutz unserer Mitarbeiter und der Umwelt sind wir verpflichtet, für alle Wareneingänge die Unbedenklichkeit zu dokumentieren. Zu diesem Zweck benötigen wir eine Dekontaminationserklärung.

- Das Formular muss von autorisiertem Fachpersonal vollständig ausgefüllt und abgezeichnet werden.
- Bringen Sie das Original gut sichtbar außen an der Verpackung an.



#### HINWEIS

Bei Nichtvorlage einer Dekontaminationserklärung senden wir das Teil/Gerät zu unserer Entlastung zurück!

### 2. Formular zur Rücksendung defekter Teile

Auf diesem Formular werden die produktbezogenen Daten eingetragen. Sie erleichtern die Zuordnung und ermöglichen eine zügige Abwicklung der Rücksendung. Werden mehrere Teile in einem Paket zurückgeschickt, sollte zu jedem defekten Teil eine separate Fehlerbeschreibung beigefügt werden.

- Eine ausführliche Fehlerbeschreibung ist notwendig, um die Reparatur zügig und wirtschaftlich durchzuführen.
- Auf Wunsch erstellen wir einen Kostenvoranschlag vor Durchführung der Reparatur. Wir bitten diesen spätestens nach 14 Tagen zu bestätigen. Falls nach 4 Wochen keine Bestätigung des Kostenvoranschlags erfolgt, senden wir das defekte Teil/Gerät zu unserer Entlastung zurück. Die entstandenen Kosten müssen wir in Rechnung stellen.

### 3. Abholauftrag (nur innerhalb Deutschlands)

Auf Ihren Wunsch beauftragen wir eine Spedition mit der Abholung des Gerätes. In diesem Fall füllen Sie den Abholauftrag aus und senden das Formular per E-Mail oder Fax an uns zurück.



#### HINWEIS

Das defekte Teil/Gerät muss transportsicher verpackt werden, das Gerät am besten in der Originalverpackung.

Wird das Produkt in einer ungeeigneten Verpackung an uns gesendet, erfolgt die Neuverpackung für den Rücktransport zu Ihren Lasten.

Die Formulare stehen online als Formular-Download zur Verfügung:  
[www.martinchrist.de](http://www.martinchrist.de) → [Service] → [Instandsetzung und Reparatur].

## **9 Entsorgung**

### **9.1 Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage**

Die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH ist als Hersteller von Elektro- und Elektronikgeräten registriert, die ausschließlich für den gewerblichen Gebrauch bestimmt sind.

- Die nationalen Vorschriften sind zu beachten.

### **9.2 Entsorgung der Verpackung**

- Die Verpackung muss nach Werkstoffen getrennt entsorgt werden.
- Die nationalen Vorschriften sind zu beachten.

## 10 Technische Daten

### 10 Technische Daten

Hersteller	Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH An der Unteren Söse 50 37520 Osterode (Deutschland)	
Gerätetyp	<b>Beta 1-8 LSCbasic</b>	<b>Beta 2-8 LSCbasic</b>
Bestellnummer	102420	102421
<b>Leistungsdaten</b>	<b>Beta 1-8 LSCbasic</b>	<b>Beta 2-8 LSCbasic</b>
<u>Eiskondensator</u>		
- Kapazität	max. 8 kg	max. 8 kg
- Leistung	max. 6 kg / 24 h	max. 6 kg / 24 h
- Temperatur	ca. -55°C	ca. -85°C
- Kammervolumen	ca. 11 l	ca. 11 l
<u>Heißgasabtauung</u>		
- mit nicht brennbaren Kältemitteln	ca. 5 h	ca. 5 h
- mit brennbaren Kältemitteln	ca. 10 h	--
<b>Anschlussdaten (ohne Vakuumpumpe und Zubehör)</b>	<b>Beta 1-8 LSCbasic</b>	<b>Beta 2-8 LSCbasic</b>
Elektrischer Anschluss	1 x 230 V / 50 Hz (andere Anschlusswerte auf Anfrage)	1 x 230 V / 50 Hz (andere Anschlusswerte auf Anfrage)
Schutzklasse	I	I
IP-Schutzart gemäß DIN 60529	11	11
Scheinleistung	0,9 kVA	1,3 kVA
Nennstrom	4,0 A	6,0 A
Netzsicherung	10 A	12 A
Anschluss Drucksteuerventil	230 V, 50/60 Hz, max. 20 VA	230 V, 50/60 Hz, max. 20 VA
Anschluss Vakuumpumpe	230 V, 50/60 Hz, max. 4,0 A	230 V, 50/60 Hz, max. 4,5 A
<b>Füllmengen</b>	<b>Beta 1-8 LSCbasic</b>	<b>Beta 2-8 LSCbasic</b>
Nicht brennbare Kältemittel:	Füllmenge $\triangleq$ CO <sub>2</sub> -Äquivalent	Füllmenge $\triangleq$ CO <sub>2</sub> -Äquivalent
- Isceon 89	600 g $\triangleq$ 2,28 t	--
oder	oder	
- R290	--	8 g $\triangleq$ < 0,01 t
- R404A	400 g $\triangleq$ 1,51 t	230 g $\triangleq$ 0,87 t
- R508B	10 g $\triangleq$ 0,13 t	76 g $\triangleq$ 1,02 t
Brennbare Kältemittel:	Füllmenge $\triangleq$ CO <sub>2</sub> -Äquivalent	
- R1270:	80 g $\triangleq$ < 0,01 t	--
- R170:	10 g $\triangleq$ < 0,01 t	--

## 10 Technische Daten

Physikalische Daten (ohne Vakuumpumpe und Zubehör)	Beta 1-8 LSCbasic	Beta 2-8 LSCbasic
<u>Abmessungen</u>		
- Höhe	415 mm	415 mm
- Breite	780 mm	780 mm
- Tiefe	555 mm + 80 mm Vakuumananschluss	555 mm + 80 mm Vakuumananschluss
Gewicht	ca. 63 kg	ca. 78 kg
Geräuschpegel gemäß DIN 45635	54 dB(A)	54 dB(A)
Funkentstört gemäß EN 55011	Klasse B	Klasse B
Wärmeabgabe	min. 0,6 kW max. 1,1 kW	min. 1,1 kW max. 1,6 kW
Betriebsmittelanschlüsse	Beta 1-8 LSCbasic	Beta 2-8 LSCbasic
Belüftung	Schlauchtülle DN6 (max. Außendurchmesser 10 mm)	Schlauchtülle DN6 (max. Außendurchmesser 10 mm)
Ablauf	Schlauchtülle DN10 (Außendurchmesser 12 mm)	Schlauchtülle DN10 (Außendurchmesser 12 mm)
Vakuumananschluss	Kleinflanschverbindung DN25KF (ISO 28403, DIN 2861)	Kleinflanschverbindung DN25KF (ISO 28403, DIN 2861)
Vakuummesssonde	SUB D-9 VCP 63	SUB D-9 VCP 63
Option Datenschnittstelle (LAN)	RJ 45	RJ 45
Sonderausstattung: Wasserkühlung	Beta 1-8 LSCbasic	Beta 2-8 LSCbasic
Bestellnummer	102422	102423
Kühlwasserverbrauch	max. 0,16 m <sup>3</sup> /h	max. 0,20 m <sup>3</sup> /h
Mittels Kühlwasser abgeführte Wärme	1,1 kW	1,6 kW
Anschluss Kühlwasserzulauf	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13
Anschluss Kühlwasserrücklauf	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13

### 10.1 Umgebungsbedingungen

- Verwendung in Innenräumen;
- Höhenlage bis 2.000 m;
- Umgebungstemperatur von +5°C bis +25°C;
- Maximale relative Luftfeuchte 80%;
- Schwankungen in der Netzversorgungsspannung bis zu ± 10% der Nennspannung.

### 10.2 Technische Dokumentation

Die technische Dokumentation dieser Gefriertrocknungsanlage (z.B. Stromlaufpläne, Kälteschema) sowie die Sicherheitsdatenblätter der Hersteller (z.B. für Kältemittel) sind dieser Betriebsanleitung nicht beigelegt.

Die Unterlagen können über unsere Serviceabteilung angefordert werden.

## 11 Anhang

# 11 Anhang

## 11.1 Kurzbedienungsanleitung

### Funktions- und Bedienelemente:

- 1 Eiskondensator-kammer
- 2 LSCplus-Bedienoberfläche
- 3 Steuerung ein/aus (Netzschalter)



Abb. 57: Gesamtansicht der Gefriertrocknungsanlage

- 4 Vakuummesssonde
- 5 Rohranschluss für die Vakuumpumpe (hinter Prellblech)
- 6 Eiskondensator

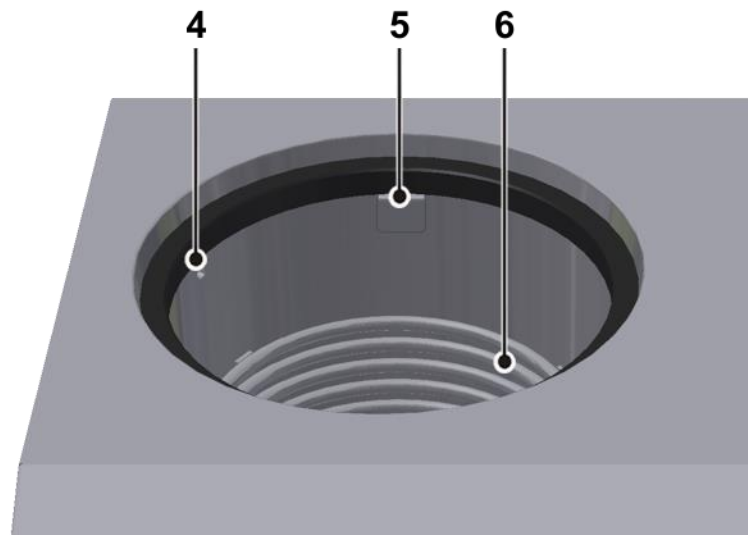


Abb. 58: Eiskondensatorkammer



- 7 Belüftungsventil
- 8 Medienablaufventil

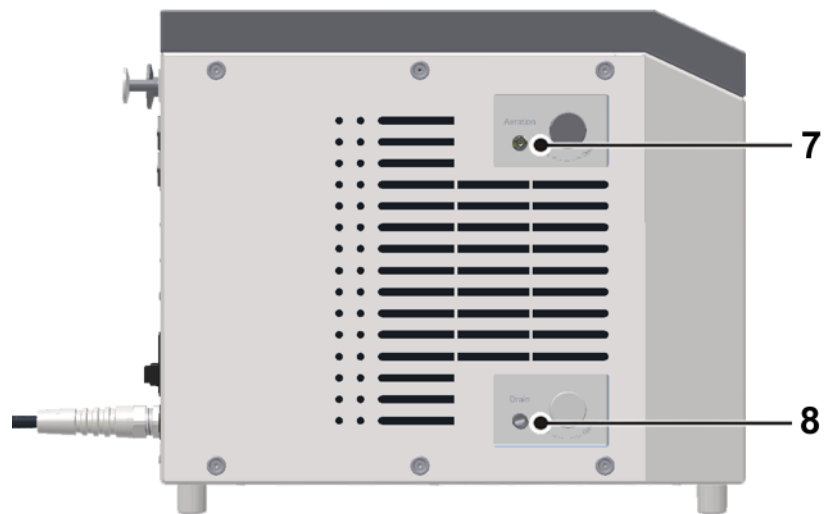


Abb. 59: linke Seite der Gefriertrocknungsanlage

- 9 Touch panel



Abb. 60: Bedienoberfläche mit Touch panel

## 11 Anhang

- 10 Wärmetauscher
- 11 Typenschild
- 12 Vakuumanschluss
- 13 Serielle Schnittstelle
- 14 Elektr. Anschluss für Vakuummesssonde
- 15 Anschluss Vakuummesssonde
- 16 Spannungsversorgung Drucksteuerventil
- 17 Spannungsversorgung Vakuumpumpe
- 18 USB-Anschluss
- 19 Netzabsicherung
- 20 Netzkabel
- 21 Potentialausgleichsschraube

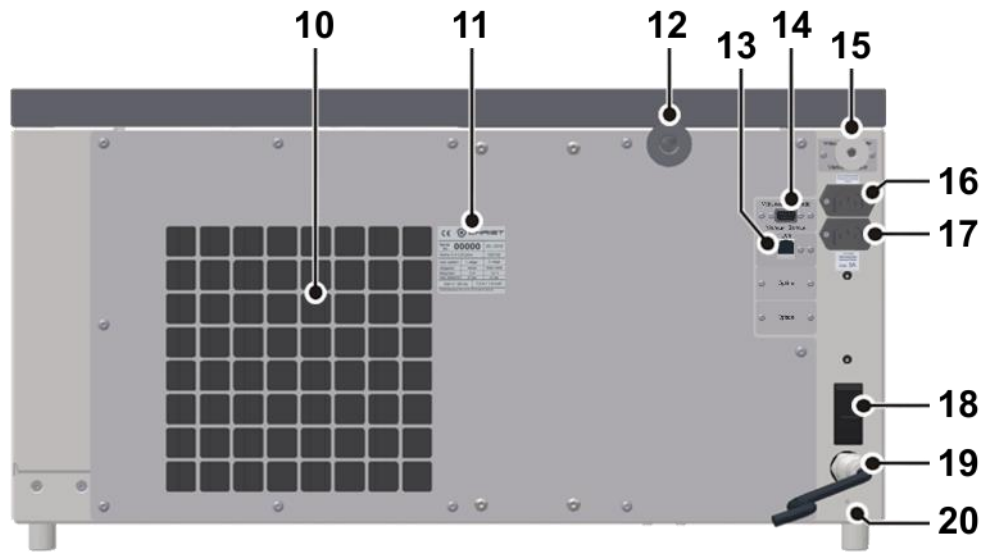


Abb. 61: Rückseite der Gefriertrocknungsanlage

- 1 Statuszeile
- 2 Anlagenschema
- 3 Wertefenster
- 4 Schaltfläche "Tools"
- 5 Schaltfläche "Soll" (Sollwerte)
- 6 Schaltfläche "Prozess- und Anlagenmeldungen"
- 7 Schaltfläche "Betriebsart / Start"
- 8 Schaltfläche "Stopp"

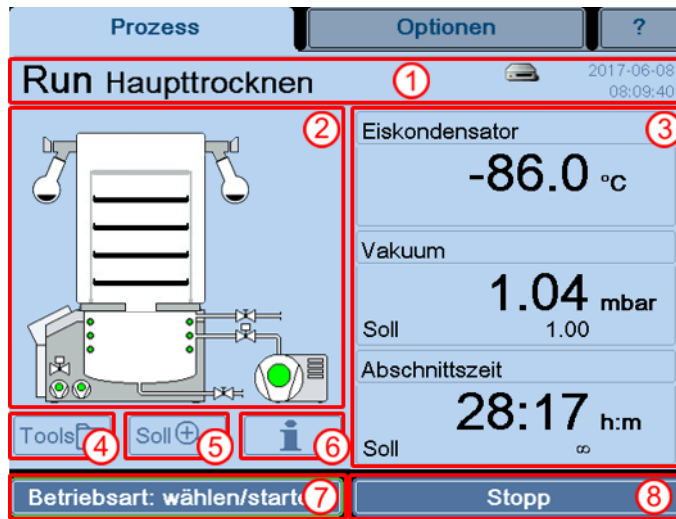


Abb. 62: Bedienoberfläche LSCbasic

**Schritt für Schritt – Stellflächentrocknung**

- 1 Probe separat, z.B. in einer Tiefkühltruhe, gefrieren.

**HINWEIS**

Die Schichtdicke von 1 – 2 cm sollte nicht überschritten werden, da sonst die Trocknungsdauer verlängert wird.

- 2 Die Eiskondensatorkammer prüfen, sie darf keine Wasserrückstände aufweisen.
- 3 Das Medienablaufventil schließen und die Bodenplatte auflegen.
- 4 Anlage 20 – 30 min vor Trocknungsbeginn einschalten, damit die Vakuumpumpe warmläuft.
- 5 Das Plattengestell auf die Bodenplatte stellen.
- 6 Gefrorene Proben schnellstens aus der Tiefkühltruhe zur Gefriertrocknungsanlage transportieren und auf die Stellflächen stellen.

**HINWEIS**

Empfehlung: Produktbehälter auf den Aluminium-Stellflächen oder besser das gesamte Tragegestell mit Stellflächen in der Tiefkühltruhe lagern; der Vorteil: durch die hohe Kältespeicher-Kapazität des Aluminium-Materials bleibt das Produkt längere Zeit gefroren, somit erfolgt kein Auftauen der Probe.

- 7 Trocknungskammer aufsetzen; vorher prüfen ob sich keine Schmutzpartikel auf dem O-Ring befinden. Der Schliffstopfen der Acrylglasglocke muss mit Hochvakuumfett eingefettet sein.
- 8 Prüfen, ob sämtliche Ventile an der Acrylglasglocke geschlossen sind.
- 9 Prüfen, ob das Belüftungsventil geschlossen ist.
- 10 Prüfen, ob das Medienablaufventil geschlossen ist.
- 11 Die Haupttrocknung starten, indem entweder das Handabsperrentil geöffnet wird oder das elektromagnetische Ventil sich öffnet. An die Kammer wird Vakuum angelegt, und die Gefriertrocknung startet.

**HINWEIS**

Die Vakuumpumpe arbeitet immer mit max. Leistung. Es ist keine Regelung bei dieser Anlage möglich.

- 12 Auf dem Bedienfeld wird angezeigt, welches Vakuum sich einstellt, welche Temperatur der Eiskondensator hat und in welchem Modus gearbeitet wird.
- 13 Das Ende ist erreicht, wenn der Eiskondensator nicht mehr belastet wird und wieder eine Endtemperatur von ca.  $-50^{\circ}\text{C}$  bis  $-54^{\circ}\text{C}$  erreicht. Der Druck sinkt entsprechend der Eiskondensatortemperatur.
- 14 Die Vakuumpumpe abschalten und die Trocknungskammer über das Medienablaufventil oder ein Gummiventil belüften.
- 15 Anlage am Netzschalter ausschalten und das Produkt entnehmen.
- 16 Anlage wieder einschalten und Abtauvorgang starten (Schaltfläche "Betriebsart: wählen / starten – Abtauen").

## 11 Anhang



### VORSICHT

Es darf kein Wasser in den Rohranschluss für die Vakuumpumpe oder Vakuummesssonde gelangen.

- 17 Über das Medienablaufventil an der linken Seite der Anlage das Abtauwasser ablassen. Dazu einen Schlauch auf die Schlauchtülle ziehen und das Abtauwasser in einem Behälter auffangen.
- 18 Anlage bei Nichtgebrauch geöffnet stehen lassen (ohne Deckel oder Trocknungskammer), damit evtl. Feuchtigkeit entweichen kann. Dies erhöht die Lebensdauer der Vakuummesssonde.

### Schritt für Schritt – Kolbentrocknung

- 1 Probe separat, z.B. in einer Tiefkühltruhe, gefrieren.



### HINWEIS

Die Schichtdicke von 1 – 2 cm sollte nicht überschritten werden, da sonst die Trocknungsdauer verlängert wird.

- 2 Die Eiskondensatorkammer prüfen, sie darf keine Wasserrückstände aufweisen.
- 3 Trocknungskammer aufsetzen; vorher prüfen ob sich keine Schmutzpartikel auf dem O-Ring befinden. Der Schliffstopfen der Acrylglasglocke muss mit Hochvakuumfett eingefettet sein.
- 4 Prüfen, ob sämtliche Ventile geschlossen sind.
- 5 Vakuumpumpe 20 – 30 min vor der Gefriertrocknung warmlaufen lassen.
- 6 Eine gefrorene Probe an ein Ventil anschließen.



### VORSICHT

Nachdem ein Druck von 1,030 mbar unterschritten ist, kann eine gefrorene Probe an ein Ventil angeschlossen werden. Erst wenn der Druck wieder kleiner als 1,030 mbar ist, kann die nächste gefrorene Probe an ein weiteres Ventil angeschlossen werden.



### HINWEIS

- Die Vakuumpumpe arbeitet die ganze Zeit weiter.
- Die Vakuumpumpe arbeitet immer mit max. Leistung. Es ist keine Regelung bei dieser Anlage möglich.

- 7 Auf dem Bedienfeld wird angezeigt, welches Vakuum sich einstellt, welche Temperatur der Eiskondensator hat und in welchem Modus gearbeitet wird.

- 8 Das Ende ist erreicht, wenn der Eiskondensator nicht mehr belastet wird und die Endtemperatur von ca.  $-50^{\circ}\text{C}$  bis  $-54^{\circ}\text{C}$  erreicht. Der Druck sinkt entsprechend der Eiskondensatortemperatur.



Die Trocknungszeit ist abhängig von der Schichtdicke der Probe, des Feststoffgehaltes der Probe und der Wärme, die während der Trocknung zugeführt wird. Bei einer Schichtdicke von 1 cm dauert die Gefriertrocknung in der Regel 24 h.

- 9 Die Vakuumpumpe abschalten und die Trocknungskammer über das Medienablaufventil oder ein Gummiventil belüften.
- 10 Anlage am Netzschalter ausschalten und das Produkt entnehmen.
- 11 Anlage wieder einschalten und Abtauvorgang starten (Schaltfläche "Betriebsart: wählen / starten – Abtauen").



Es darf kein Wasser in den Rohranschluss für die Vakuumpumpe oder Vakuummesssonde gelangen.

- 12 Über das Abtauwasserventil an der linken Seite der Anlage das Abtauwasser ablassen. Dazu einen Schlauch auf die Schlauchtülle ziehen und das Abtauwasser in einem Behälter auffangen.
- 13 Anlage bei Nichtgebrauch geöffnet stehen lassen (ohne Deckel oder Trocknungskammer), damit evtl. Feuchtigkeit entweichen kann. Dies erhöht die Lebensdauer der Vakuummesssonde

## 11 Anhang

---

## 11.2 EG-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie



### EG – KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, Anhang II, Teil 1, Abschnitt A

Das nachfolgend bezeichnete Produkt wurde entwickelt, konstruiert und gefertigt in  
 Übereinstimmung mit den einschlägigen grundlegenden Sicherheits- und  
 Gesundheitsanforderungen der aufgeführten EG-Richtlinien.

Bei einer nicht mit uns abgestimmten Änderung oder einer nicht bestimmungsgemäßen  
 Anwendung verliert diese Erklärung ihre Gültigkeit.

<i>Produktbezeichnung:</i>	Gefriertrocknungsanlage
<i>Produkttyp:</i>	Beta 1-8 LSCbasic Beta 2-8 LSCbasic
<i>Bestellnummer:</i>	102420, 102422, 102424, 102426, 102428, 102430 102421, 102423, 102425, 102427, 102429, 102431
<i>Richtlinien:</i>	2006/42/EG Maschinenrichtlinie 2014/35/EU Niederspannungsrichtlinie 2014/30/EU EMV-Richtlinie

**Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH**

An der Unteren Söse 50  
37520 Osterode

CE-Dokumentationsbeauftragter:  
S. Krippendorff

Osterode, 07.03.2018



M. Christ, Geschäftsführer

## 11 Anhang

---



### 11.3 EG-Konformitätserklärung gemäß Druckgeräterichtlinie



## EG – KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

im Sinne der EG-Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU

Die nachfolgend bezeichneten Kälteanlagen wurden entwickelt, konstruiert und gefertigt in Übereinstimmung mit den einschlägigen grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der aufgeführten EG-Richtlinien und Normen.

Bei einer nicht mit uns abgestimmten Änderung oder einer nicht bestimmungsgemäßen Anwendung verliert diese Erklärung ihre Gültigkeit.

<i>Produktbezeichnung:</i>	Kälteanlage in Gefriertrocknungsanlage
<i>Relevante Gerätetypen:</i>	Alle Laborgeräte der Typen: Alpha, Beta Gamma, Delta Pilotanlagen der Typen: Epsilon 1-4, Epsilon 2-4 Epsilon 2-6D, Epsilon 2-10D
<i>max. zulässiger Druck:</i> <i>max. zulässige Temperatur:</i>	25 bar 120°C
<i>Richtlinien:</i>	2014/68/EU Druckgeräterichtlinie
<i>Zu Grunde gelegte Normen:</i>	AD 2000 EN 378
<i>Angewandte Konformitätsverfahren:</i>	Modul A Kategorie I

**Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH**

An der Unteren Söse 50  
37520 Osterode

CE-Dokumentationsbeauftragter:  
S. Krippendorff

Osterode, 23.08.2016



F. Harms, Geschäftsführer

## 11 Anhang

---

## 11.4 Tabelle der Sublimationsdruckkurve

°C	= mbar	°C	= mbar	°C	= mbar	°C	= mbar
28	37,79	1	6,57	-26	0,57	-53	0,025
27	35,64	0	6,11	-27	0,52	-54	0,024
26	33,60	-1	5,62	-28	0,47	-55	0,021
25	31,66	-2	5,17	-29	0,42	-56	0,018
24	29,83	-3	4,76	-30	0,37	-57	0,016
23	28,08	-4	4,37	-31	0,34	-58	0,014
22	26,43	-5	4,02	-32	0,31	-59	0,012
21	24,86	-6	3,69	-33	0,28	-60	0,011
20	23,37	-7	3,39	-34	0,25	-61	0,009
19	21,96	-8	3,01	-35	0,22	-62	0,008
18	20,63	-9	2,84	-36	0,20	-63	0,007
17	19,37	-10	2,56	-37	0,18	-64	0,006
16	18,17	-11	2,38	-38	0,16	-65	0,0054
15	17,05	-12	2,17	-39	0,14	-66	0,0047
14	15,98	-13	1,98	-40	0,12	-67	0,0041
13	14,97	-14	1,81	-41	0,11	-68	0,0035
12	14,02	-15	1,65	-42	0,10	-69	0,0030
11	13,12	-16	1,51	-43	0,09	-70	0,0026
10	12,27	-17	1,37	-44	0,08	-71	0,0023
9	11,47	-18	1,25	-45	0,07	-72	0,0019
8	10,72	-19	1,14	-46	0,06	-73	0,0017
7	10,01	-20	1,03	-47	0,055	-74	0,0014
6	9,35	-21	0,94	-48	0,050	-75	0,0012
5	8,72	-22	0,85	-49	0,045	-76	0,0010
4	8,13	-23	0,77	-50	0,040	-77	
3	7,58	-24	0,70	-51	0,035	-78	
2	7,06	-25	0,63	-52	0,030	-79	

## Index

---

## 12 Glossar

### **Betriebsmittelkennzeichen**

Innerhalb des Lebenslaufes industrieller Anlagen wird für Planung, Entwurf, Realisation, Betrieb, Instandhaltung und Demontage ein einheitliches Betriebsmittelkennzeichensystem benötigt, um alle Objekte innerhalb des Systems jederzeit eindeutig identifizieren zu können. Die Betriebsmittelkennzeichen (auch Referenzkennzeichen) werden am Betriebsmittel angebracht und in der technischen Dokumentation (z.B. Stromlaufplan) eingetragen.

### **Desorption**

Als Desorption (von lat. de-sorbere, sorbere = (auf-)saugen) bezeichnet man den Vorgang, bei dem Moleküle die Oberfläche eines Festkörpers verlassen. Um desorbieren zu können, muss das Teilchen genügend Energie zur Überwindung der Bindungsenergie besitzen oder zugeführt bekommen.

### **Einkammer-Verfahren**

(nicht verfügbar für Gefriertrocknungsanlagen mit LSCbasic-Steuerung)

Beim Einkammer-Verfahren wird sowohl das Gefrieren als auch die anschließende Trocknung des Produktes im Eiskondensatorraum durchgeführt. Das Gefrieren der Probe wird durch die niedrige Temperatur des Eiskondensators ( $-55^{\circ}\text{C}$  bei einstufigen Anlagen bzw.  $-85^{\circ}\text{C}$  bei zweistufigen Anlagen) bewirkt. Dabei kann der Innenraum bis auf ca.  $-20^{\circ}\text{C}$  bzw.  $-40^{\circ}\text{C}$  abgekühlt werden. Die in der Haupttrocknungsphase notwendige moderate Energiezufuhr zur gefrorenen Probe wird durch beheizbare Stellflächen geleistet, auf denen sich das Produkt befindet.

### **Eutektischer Punkt**

Der eutektische Punkt bezeichnet den Punkt, in dem eine homogene Mischphase (z.B. eine eutektische Legierung) direkt vom flüssigen in den festen Zustand übergeht, also kein aus verschiedenen Phasen bestehendes Kristallgemisch entsteht.

### **Kühlfallenbetrieb**

Kühlfallen werden zum Auskondensieren von Feuchtigkeit oder Lösungsmittel in Verbindung mit Vakuumpumpen eingesetzt. CHRIST Gefriertrocknungsanlagen können als Kühlfalle eingesetzt werden.

### **Sicherheitsdruck**

In Kenntnis des dominierenden Einflusses des Vakuums auf die Produkttemperatur hat die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH eine so genannte Sicherheitsdruck-Funktion als Produktschutz in ihre Anlagen integriert: Wenn der Druck in der Trocknungskammer zu stark – über die Sicherheitsgrenze hinaus – ansteigt, wird die Energieversorgung der Stellflächen unterbrochen und der Sublimationsprozess verlangsamt sich. So wird ein Schmelzen des Produktes verhindert.

Als Sicherheitsdruck sollte der Wert eingesetzt werden, der auf der Dampfdruckkurve für Eis und Wasser einer Temperatur  $5^{\circ}\text{C}$  unter dem Schmelzpunkt des Produktes entspricht.

### **Sublimation**

Als Sublimation, seltener auch Sublimierung (von lat. "sublimis" = hoch in der Luft befindlich, erhaben), bezeichnet man in der Thermodynamik den Prozess des unmittelbaren Übergangs eines Stoffes vom festen in den gasförmigen Aggregatzustand.

### **Zweikammer-Verfahren**

Die Trocknung auf Stellflächen außerhalb des Eiskondensatorraums wird als Zwei-Kammer-System bezeichnet. Der Vorteil gegenüber dem → *Einkammer-Verfahren*) besteht in der wesentlich größeren Produktkapazität. Außerdem kann durch ein Zwischenventil die Produktkammer vom Eiskondensatorraum abgesperrt werden, um einen so genannten → *Druckanstiegstest* zur Bestimmung des Trocknungsendes durchzuführen. Bei Anlagen ohne aktive Stellflächenkühlung müssen die Proben allerdings zuvor extern, z.B. in einer Kühltruhe oder einem Gefrierschrank, vorgefroren werden. Nach Überführung des Produkts in die Gefriertrocknungsanlage wird dann die eigentliche → *Sublimation* gestartet.

## 13 Index

### A

Abgasfilter (Ölnebelabscheider) .....	81
Abholauftrag (nur innerhalb Deutschlands)	86
Ablauf (Anschluss) .....	89
Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses..	19
Abmessungen .....	34
Abtauen .....	67
Abtauen mit Heißgas .....	21
Abtauwasser, kontaminiert (Gefahren).....	
.....	30, 39, 73, 78
Akustischer Signalgeber .....	59
Allgemeine Arbeiten (Wartung) .....	76
Allgemeine Störungen.....	70
Allgemeinen Geschäftsbedingungen.....	11
Angezeigter Vakuumwert nicht korrekt.....	71
Anlagenschema .....	47
Anschluss .....	32
Anschluss (Gefahren) .....	26
Anschluss Ablauf .....	89
Anschluss Belüftung .....	89
Anschluss Drucksteuerventil .....	88
Anschluss für Vakuummesssonde .....	15
Anschluss Kühlwasserrücklauf.....	89
Anschluss Kühlwasserzulauf.....	89
Anschluss Vakuummesssonde .....	15
Anschluss Vakuumpumpe.....	88
Anschlussart .....	38
Anschlussdaten .....	88
Anzeigen oder Ändern der Sollwerte.....	67
Artikelnummer.....	15
Aufbau der Gefriertrocknungsanlage.....	13
Auffüllen von Betriebsmitteln.....	31
Aufstellort.....	37
Aufstellung .....	32
Aufstellung (Gefahren) .....	26
Aufstellung und Anschluss .....	37
Ausgangsprodukte, säurehaltig.....	11
Ausschalten .....	69

### B

Baujahr (Monat/Jahr) .....	15
Bedienoberfläche .....	45

Bedienpersonal .....	24, 25
Belüften bei Trocknungsende .....	20
Belüftung .....	37, 74
Belüftung (Anschluss) .....	89
Belüftungsventil .....	14, 38, 73
Belüftungsventil (Wartung).....	78
Beschilderung des Geräts.....	22
Bestellnummer .....	88, 89
Bestimmungsgemäße Verwendung .....	9
Betriebsart: wählen / starten .....	51
Betriebsmittelanschlüsse .....	89
Betriebsmittelkennzeichen .....	50, 63, 103
Betriebssicherheit .....	82
Betriebsspannung.....	38
Betriebsstunden.....	63
Betriebszustand .....	46
Brandschutz.....	32

### C

CE-Zeichen gemäß Richtlinie 2006/42/EG.	22
Chemische Reaktionen .....	82

### D

Dampfdruckkurve für Eis und Wasser.....	
.....	16, 17, 48
Datenschnittstelle (LAN) .....	89
Datum / Zeit .....	58
Dekontaminationserklärung .....	86
Dekontaminationsmittel.....	77
Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör.....	83
Desinfektionsmittel.....	83
Desorption .....	103
Detailinformationen .....	50
Detailinformationen zu Software-Versionen	66
DGUV Vorschrift 3 .....	85
Dialogfenster "Anlagenschema".....	47
Dialogfenster "Betriebsart: wählen / starten"	
.....	51
Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" .....	49
Dialogfenster "Tools" .....	48
Druckkorrosion siehe auch Korrosion.....	82

## Index

Druckstellen .....	82	Gefahren (kontaminiertes Kondensat).....	
Drucksteuerventil .....	42	.....	30, 39, 73, 78
Drucksteuerventil (Fehlfunktion).....	73	Gefahren (Lösungsmittel).....	29
Durchführung eines		Gefahren (Oberflächen, heiß) .....	30, 77
Gefriertrocknungsprozesses.....	66	Gefahren (Oberflächen, kalt).....	30
<b>E</b>		Gefahren (Produkte, gesundheitsschädlich	29
EG-Konformitätserklärung.....	12, 97	Gefahren (Säuren) .....	29
EG-Konformitätserklärung		Gefahren (Transport) .....	26
Druckgeräterichtlinie.....	99	Gefahrenhinweise .....	9, 11, 25
Eingabe der Sollwerte .....	67	Gefahrenstoffe .....	83
Einhaltung der EG-Richtlinien zum		Gefahrstoffe, Umgang.....	33
Arbeitsschutz.....	24	Gefrieren.....	19
Einkammer-Verfahren .....	103	Gefriertrocknung allgemein .....	16
Einschalten .....	44	Gefriertrocknungsanlage (Entsorgung) .....	87
Eiskondensator .....	88	Gefriertrocknungsanlage vorbereiten .....	44
Eiskondensatorkammer, Reinigung .....	77	Gefriertrocknungsanlage, Reinigung .....	77
Elektrischer Anschluss .....	88	Gefriertrocknungsprozess durchführen .....	66
Elektrisches System (Wartung) .....	79	Gefügezerstörungen .....	82
Elektrizität (Gefahren) .....	27, 38, 79	Geräteoptionen .....	61
Energieversorgung.....	38	Gerätetyp .....	15, 75, 84, 88
Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage...	87	Geräuschpegel .....	89
Entsorgung der Verpackung .....	87	Gewährleistung und Haftung.....	11
Ersatzteilanfragen .....	75	Gewicht.....	34, 89
Erste Inbetriebnahme.....	44	Gummiventile.....	43, 73
Eutektischer Punkt.....	103	<b>H</b>	
externer Datenträger.....	46	Haftung .....	76
<b>F</b>		Hauptfenster "Info" .....	66
Fabriknummer.....	15, 66, 75, 84	Hauptfenster "Optionen" .....	55
Fachpersonal .....	73, 78, 84, 86	Hauptfenster "Prozess" .....	46
Fehlerbeschreibung .....	86	Haupttrocknung .....	20
Fehlerspeicher .....	63	Heißgasabtauung.....	21
Fehlersuche .....	70	Hersteller .....	76, 88
Fehlfunktion (Drucksteuerventil).....	73	<b>I</b>	
Formular zur Rücksendung defekter Teile .	86	Inbetriebnahme .....	12
Füllmengen .....	88	infektiöse Substanzen .....	83
Funktions- und Bedienelemente.....	13	Informelle Sicherheitshinweise.....	25
<b>G</b>		Inspektion durch den Hersteller.....	84
Gefahren (allgemein, Transport bis		Installation des Zubehörs .....	44
Inbetriebnahme) .....	26	Instandhaltungsarbeiten.....	84
Gefahren (Anschluss) .....	26	IP-Schutzart gemäß DIN 60529 .....	88
Gefahren (Aufstellung) .....	26	<b>K</b>	
Gefahren (Elektrizität) .....	27, 38, 79	Kältemittel .....	88
Gefahren (Kältesystem) .....	27	Kältemitteldaten .....	15
Gefahren (kontaminiertes Abtauwasser) .....		Kälteprobleme	
.....	30, 39, 73, 78		



Bedingungen am Aufstellort.....	37	LSCbasic Anlagensteuerung.....	45
Kälteschema .....	89	Luftfeuchte .....	89
Kältesystem (Gefahren) .....	27	Lüftungsöffnungen .....	37
Kein ausreichendes Vakuum .....	70, 72	LyoLogplus Messdatenerfassung.....	69
Keine Anzeige auf dem Display .....	70	<b>M</b>	
Keine ausreichende Eiskondensator- oder Stellflächentemperatur.....	71	Maßeinheit.....	56
Keine ausreichende Eiskondensatortemperatur .....	74	Maßnahmen zum sicheren Betrieb .....	32
Kleinflanschverbindungen .....	72	Max. Luftfeuchte .....	89
Klick bei Touch .....	59	Maximalstrom für die Vakuumpumpe .....	41
Kondensat, kontaminiert (Gefahren) .....		Medienablaufventil.....	14, 39, 73
.....	30, 39, 73, 78	Medienablaufventil (Wartung) .....	78
Konformitätserklärung.....	12, 97	mögliche drohende Gefahr.....	23
Konformitätserklärung Druckgeräterichtlinie .....	99	mögliche gefährliche Situation .....	23
Konstruktionswerkstoffe, Schädigung .....	76	<b>N</b>	
Kontakt im Servicefall .....	75	Nachtrocknung.....	20
Kontakt zum Hersteller.....	66	Nennspannung .....	15
Kontamination.....	77	Nennstrom .....	15, 88
Kontaminiertes Abtauwasser (Gefahren) .....		Netzabsicherung.....	15
.....	30, 39, 73, 78	Netzausfall.....	71
Kontaminiertes Kondensat (Gefahren).....		Netzkabel.....	15
.....	30, 39, 73, 78	Netzlaufwerk.....	46
Korrosion .....	76, 82	Netzsicherung.....	88
Kostenvoranschlag .....	86	Netzwerk.....	58
Kühlfallenbetrieb .....	56	Nichtgebrauch.....	77
Kühlwasserrücklauf.....	89	Normen und Vorschriften .....	12
Kühlwasserverbrauch .....	89	<b>O</b>	
Kühlwasserzulauf.....	89	Oberflächen, heiß (Gefahren) .....	30, 77
Kurzbedienungsanleitung.....	90	Oberflächen, kalt (Gefahren).....	30
<b>L</b>		Ölnebelabscheider (Abgasfilter).....	81
Lagerbedingungen.....	34	Ölwechsel Vakuumpumpe .....	64
Lagerung .....	34	Option: Lecktest.....	53
Lagerung und Transport.....	34	Option: USB-Prozessaufzeichnung .....	49
Laufzeit Passworttimer.....	60	Optionale Erweiterungen.....	69
Laugen.....	31	<b>P</b>	
Lebensdauer.....	76	Passwort Bediener / Service / Administrator .....	61
Lecktest .....	53, 67, 69	Passworteingabe schlägt fehl.....	70
Leistungsdaten .....	88	pathogene Substanzen .....	77, 83
Leistungstest.....	52	Pflege durch den Benutzer.....	76
Lieferumfang.....	12	Phasen der Gefriertrocknung .....	18
Lösungsmittel.....	31, 76	Physikalische Daten.....	89
Lösungsmittel (Gefahren).....	29	Potentialausgleichsschraube .....	15, 30, 38
Lösungsmittelhaltige Ausgangsprodukte.....	9	Produkte, gesundheitsschädlich (Gefahren) .....	29
Lösungsmittelrocknung .....	24		

## Index

Produktrückstände entfernen .....	77	Sicherheitshinweise zum Transport .....	25
Prozess Sollwerte .....	49	Sicherheitshinweise zur Inbetriebnahme .....	25
Prozess- und Anlagenmeldungen .....	49, 74	Sicherungen bauseits .....	38
Prozessdaten.....	46	Sollwerte anzeigen oder ändern.....	67
<b>R</b>		Sonderausstattung: Wasserkühlung.....	89
radioaktive Substanzen.....	77	Spannungsversorgung Drucksteuerventil... ..	15
Referenzkennzeichen .....	103	Spannungsversorgung Vakuumpumpe .....	15
Reinigung .....	31	Sprache .....	55
Reinigung (Wärmetauscher) .....	79	Standard Systemtest.....	52
Reinigung der Gefriertrocknungsanlage.....	76	Statuszeile .....	46
Reinigungsmittel .....	76, 83	Stellenwert der Betriebsanleitung.....	9
Restrisiken .....	33	Störungen .....	33, 70
Risikobetrachtung .....	24	Störungen und Fehlersuche .....	70
Rissbildung .....	82	Stromlaufpläne.....	89
Rücksendung defekter Teile .....	85	Sublimation .....	104
Rücksendung von Gefriertrocknungsanlagen, Rotations-Vakuum-Konzentratoren, Ersatzteilen oder Zubehör .....	85	Sublimationsdruckkurve .....	16
<b>S</b>		Symbol- und Hinweiserklärungen.....	23
Säurehaltige Ausgangsprodukte .....	11	Systemeigenschaften.....	59
Säuren .....	31	Systemkontrolle .....	30
Säuren (Gefahr) .....	29	<b>T</b>	
Schädigung der Konstruktionswerkstoffe ...	76	Tabelle der Sublimationsdruckkurve .....	101
Schaltfläche "Standard Systemtest" .....	52	Technische Daten .....	88
Schaltfläche "Stopp" .....	54	Technische Dokumentation.....	89
Scheinleistung .....	15, 88	Thermische Belastungen .....	37, 76
Schmelzdruckkurve.....	16	Tools.....	48
Schutzklasse.....	88	Touch panel.....	14, 45
Schutzleiterprüfung .....	30	Touch panel reagiert nicht oder nicht korrekt .....	70
Sensor Abgleich.....	65	toxische Substanzen .....	77
Serielle Schnittstelle.....	15	Transport .....	34
Seriennummer .....	66	Transport (Gefahren) .....	26
Service.....	62	Transport bis Inbetriebnahme (Gefahren, allgemein).....	26
Sicherer Betrieb (Maßnahmen) .....	32	Transporthinweise.....	35
Sicherheits- und Gefahrenhinweise . 9, 11, 25		Transportsicherungen .....	36
Sicherheitsabstand .....	37	Tripelpunkt.....	16
Sicherheitsbereich .....	26, 32	Trocknung lösungsmittelhaltiger Ausgangsprodukte .....	9
sicherheitsbewusstes Arbeiten.....	24	Trocknung säurehaltiger Ausgangsprodukte .....	11
Sicherheitsdatenblätter der Hersteller für Kältemittel und Wärmeträger .....	89	Trocknung von lösungsmittelhaltigen Ausgangsprodukten .....	24
Sicherheitsdruck .....	103	Trocknungsende und Belüften .....	20
Sicherheitseinrichtungen.....	30	Typ der Anlagensteuerung.....	66
Sicherheitshinweise zu Aufstellung und Anschluss.....	25	Typ der Gefriertrocknungsanlage.....	66
Sicherheitshinweise zum Betrieb .....	27	Typenschild.....	15

**U**

Umgang mit Gefahrstoffen .....	33
Umgebungsbedingungen .....	89
Umgebungstemperatur .....	37, 89
Umweltschutz .....	25
Unbedenklichkeitsbescheinigung des Betreibers .....	86
Undichtigkeit im Medienablaufventil .....	70
Undichtigkeit in einem Gummiventil .....	70
Undichtigkeiten .....	72
Unfallverhütung.....	9, 25
Unfallverhütungsvorschriften.....	24
unmittelbare drohende Gefahr .....	23
Urheberrecht.....	12
USB-Prozessaufzeichnung .....	49, 69
UV-Strahlung .....	37, 76

**V**

Vakuumanschluss.....	15, 89
Vakuummesssonde .....	39, 73, 89
Vakuummesssonde (Wartung).....	82
Vakuumpumpe.....	41
Vakuumpumpe schaltet nicht zu .....	71
Vakuumpumpe, Reinigung.....	80
Verantwortung des Betreibers.....	24
Verfahren Gefriertrocknung.....	56
Verhalten bei Gefahren und Unfällen .....	31
Verhalten Drucksteuerventil bei unzureichender Kühlung des Eiskondensators.....	59
Verpackung.....	36
Verpackung (Entsorgung) .....	87
Verschleißerscheinungen.....	84

Versorgungsspannung.....	26, 38
Verträglichkeitsprüfung .....	24
Verwaltung.....	57
Vorbereitung .....	19
Vorbereitung der Gefriertrocknungsanlage.	44
Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung .....	24, 25

**W**

Wärmeabgabe .....	89
Wärmetauscher .....	15
Wärmetauscher (Reinigung) .....	79
Wartung .....	31, 65
Wartung (Allgemeine Arbeiten) .....	76
Wartung (Belüftungsventil).....	78
Wartung (Elektrisches System) .....	79
Wartung (Vakuummesssonde).....	82
Wartung und Instandhaltung .....	76
Wartungsarbeiten.....	76
Wartungsvertrag für Christ Gefriertrocknungsanlagen .....	85
Wechsel von Betriebsmitteln.....	31
Wertefenster .....	47
wichtige Sachverhalte .....	23
Wirkungsweise.....	16

**Z**

Zeichenerklärung .....	12
Zubehör .....	12, 32, 76
Zubehör (Installation) .....	44
Zubehör (Pflege).....	82
Zugriffschutz .....	60
Zweikammer-Verfahren.....	56, 104
Zweikammer-Verfahren – LyoCube.....	56