



# Gamma 1-16 LSCplus

Best.-Nr. 102210, 102212, 102214, 102216, 102218, 102220, 102226

# Gamma 2-16 LSCplus

Best.-Nr. 102211, 102213, 102215, 102217, 102219, 102221, 102227



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 .....	16
2.2	Wirkungsweise.....	17
2.2.1	Gefriertrocknung allgemein.....	17
2.2.2	Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses.....	20
2.2.2.1	Vorbereitung .....	20
2.2.2.2	Gefrieren.....	20
2.2.2.3	Haupttrocknung.....	21
2.2.2.4	Nachtrocknung.....	21
2.2.2.5	Trocknungsende und Belüften .....	21
2.2.2.6	Abtauen .....	22
<b>3</b>	<b>Sicherheit .....</b>	<b>23</b>
3.1	Beschilderung des Geräts.....	23
3.2	Symbol- und Hinweiserklärungen.....	24
3.3	Verantwortung des Betreibers.....	25
3.4	Bedienpersonal.....	26
3.5	Informelle Sicherheitshinweise.....	26
3.6	Sicherheitshinweise zu Transport, Aufstellung und Anschluss und Inbetriebnahme.....	27
3.6.1	Allgemeine Gefahren .....	27
3.6.2	Gefahren durch unsachgemäßen Transport .....	27
3.6.3	Gefahren durch unsachgemäße Aufstellung .....	27
3.6.4	Gefahren durch unsachgemäßen Anschluss .....	28
3.7	Sicherheitshinweise zum Betrieb .....	28
3.7.1	Gefahren durch Elektrizität .....	28
3.7.2	Gefahren durch das Kältesystem (nicht brennbare Kältemittel).....	29
3.7.3	Gefahren durch gesundheitsschädliche Ausgangsprodukte.....	29
3.7.4	Gefahren durch Lösungsmittel in den Ausgangsprodukten .....	30
3.7.5	Gefahren durch säurehaltige Ausgangsprodukte .....	30
3.7.6	Gefahren durch kontaminiertes Kondensat (Abtauwasser) .....	30
3.7.7	Gefahren durch heiße Oberflächen.....	30
3.7.8	Gefahren durch kalte Oberflächen .....	31

## Inhaltsverzeichnis

3.8	Sicherheitseinrichtungen.....	31
3.8.1	Systemkontrolle .....	31
3.8.2	Schutzleiterprüfung.....	31
3.9	Verhalten bei Gefahren und Unfällen .....	32
3.10	Wartung und Reinigung der Gefriertrocknungsanlage.....	32
3.11	Maßnahmen zum sicheren Betrieb der Gefriertrocknungsanlage.....	33
3.12	Restrisiken.....	34
<b>4</b>	<b>Lagerung und Transport .....</b>	<b>35</b>
4.1	Abmessungen und Gewicht .....	35
4.2	Lagerbedingungen.....	35
4.3	Transporthinweise .....	36
4.4	Verpackung .....	37
4.5	Transportsicherungen.....	37
<b>5</b>	<b>Aufstellung und Anschluss.....</b>	<b>38</b>
5.1	Aufstellort.....	38
5.2	Energieversorgung .....	39
5.2.1	Anschlussart.....	39
5.2.2	Sicherungen bauseits .....	39
5.3	Belüftungsventil .....	39
5.4	Medienablaufventil.....	40
5.5	Vakuummesssonde .....	40
5.6	Vakuumpumpe.....	41
5.7	Drucksteuerventil .....	42
5.8	Gummiventile.....	43
<b>6</b>	<b>Betrieb .....</b>	<b>44</b>
6.1	Erste Inbetriebnahme.....	44
6.2	Installation des Zubehörs .....	44
6.3	Vorbereitung der Gefriertrocknungsanlage .....	44
6.4	Einschalten .....	44
6.5	LSCplus Anlagensteuerung .....	45
6.5.1	Bedienoberfläche.....	45
6.5.1.1	Hauptfenster "Manuell" .....	46
6.5.1.2	Hauptfenster "Programm" .....	56
6.5.1.3	Hauptfenster "Optionen" .....	57
6.5.1.4	Hauptfenster "?" .....	68
6.5.2	Gefriertrocknung manuell.....	68
6.5.2.1	Sollwerteingaben im manuellen Modus.....	69
6.5.3	Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus.....	71
6.5.3.1	Programm erstellen.....	75
6.5.3.2	Programm bearbeiten .....	80
6.5.3.3	Programm kopieren .....	81
6.5.3.4	Programm laden .....	81
6.5.3.5	Programm löschen.....	82

---

6.6	Optionale Erweiterungen .....	83
6.7	Ausschalten .....	84
<b>7</b>	<b>Störungen und Fehlersuche .....</b>	<b>85</b>
7.1	Allgemeine Störungen.....	85
7.1.1	Netzausfall.....	86
7.1.2	Kein ausreichendes Vakuum .....	87
7.1.2.1	Kleinflanschverbindungen .....	87
7.1.2.2	Belüftungsventil, Medienablaufventil .....	88
7.1.2.3	Drucksteuerventil .....	88
7.1.2.4	Gummiventile .....	88
7.1.2.5	Vakuummesssonde .....	88
7.1.3	Keine ausreichende Eiskondensatortemperatur.....	89
7.2	Prozess- und Anlagenmeldungen .....	89
7.3	Kontakt im Servicefall .....	90
<b>8</b>	<b>Wartung und Instandhaltung .....</b>	<b>91</b>
8.1	Wartungsarbeiten .....	91
8.1.1	Allgemeines .....	91
8.1.2	Eiskondensatorkammer .....	92
8.1.3	Belüftungsventil, Medienablaufventil.....	93
8.1.4	Wärmetauscher (nur bei luftgekühlten Gefriertrocknungsanlagen).....	94
8.1.5	Elektrisches System .....	94
8.1.6	Vakuumpumpe .....	94
8.1.7	Ölnebelabscheider (Auspufffilter).....	95
8.1.8	Kältesystem .....	95
8.1.9	Vakuummesssonde .....	96
8.1.10	Zubehör .....	96
8.2	Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör .....	97
8.3	Instandhaltungsarbeiten.....	97
8.4	Rücksendung defekter Teile .....	98
<b>9</b>	<b>Entsorgung.....</b>	<b>100</b>
9.1	Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage.....	100
9.2	Entsorgung der Verpackung .....	100
<b>10</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>101</b>
10.1	Umgebungsbedingungen.....	103
10.2	Technische Dokumentation.....	103
<b>11</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>104</b>
11.1	Mathematische Zusammenhänge .....	104
11.2	Kurzbedienungsanleitung .....	105
11.3	EG-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie.....	111
11.4	EG-Konformitätserklärung gemäß Druckgeräterichtlinie .....	113
11.5	Tabelle der Sublimationsdruckkurve .....	115
<b>12</b>	<b>Glossar .....</b>	<b>117</b>
<b>13</b>	<b>Index .....</b>	<b>119</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	Silikon- kautschuk	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!

**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. 11.3 - "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")



Abb. 1: Gesamtansicht der Gefriertrocknungsanlage

- 3 Touch panel



Abb. 2: Bedienoberfläche mit Touch panel

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

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



Abb. 3: Eiskondensatorkammer

- 8 Steuerung ein/aus (Netzschalter)



Abb. 4: rechte Seite der Gefriertrocknungsanlage

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

- 9 Belüftungsventil
- 10 Medienablaufventil



Abb. 5: linke Seite der Gefriertrocknungsanlage

- 11 Serielle Schnittstelle
- 12 Elektr. Anschluss für Vakuummesssonde
- 13 Typenschild (s. Kap. 2.1.2 - "Typenschild")
- 14 Wärmetauscher des Kälteaggregats (hinter der Verkleidung)
- 15 Vakuummesssonde
- 16 Option: Anschluss für Hebevorrichtung
- 17 Spannungsversorgung Vakuumpumpe
- 18 Vakuumanschluss
- 19 Netzabsicherung
- 20 Netzkabel
- 21 Potentialausgleichsschraube

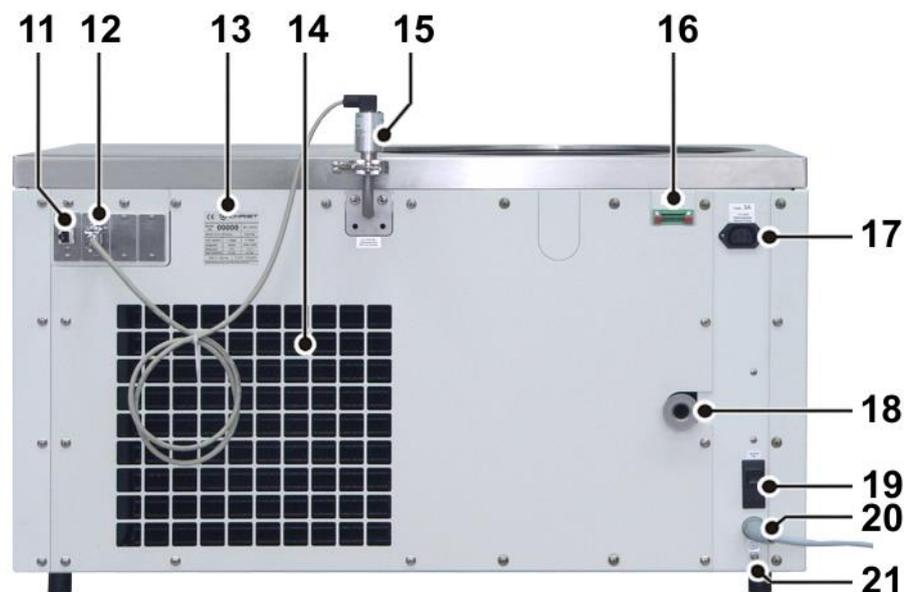


Abb. 6: Rückseite der Gefriertrocknungsanlage

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

### 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	05 / 2016	5
2	Gamma 2-16 LSCplus		102211	6
3	cool. system	1. stage	2. stage	7
	refrigerant	R404A	R290 / R508	
	filling	240g	10g / 86g	
	max. pressure	25 bar	25 bar	
	max. temp.	120°C	120°C	
4	230 V / 50 Hz		6.5 A / 1.4 kVA	8
<small>D-37520 Osterode am Harz, An der Unteren Söse 50, Germany</small>				

Abb. 7: Typenschild (Beispiel)

## 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

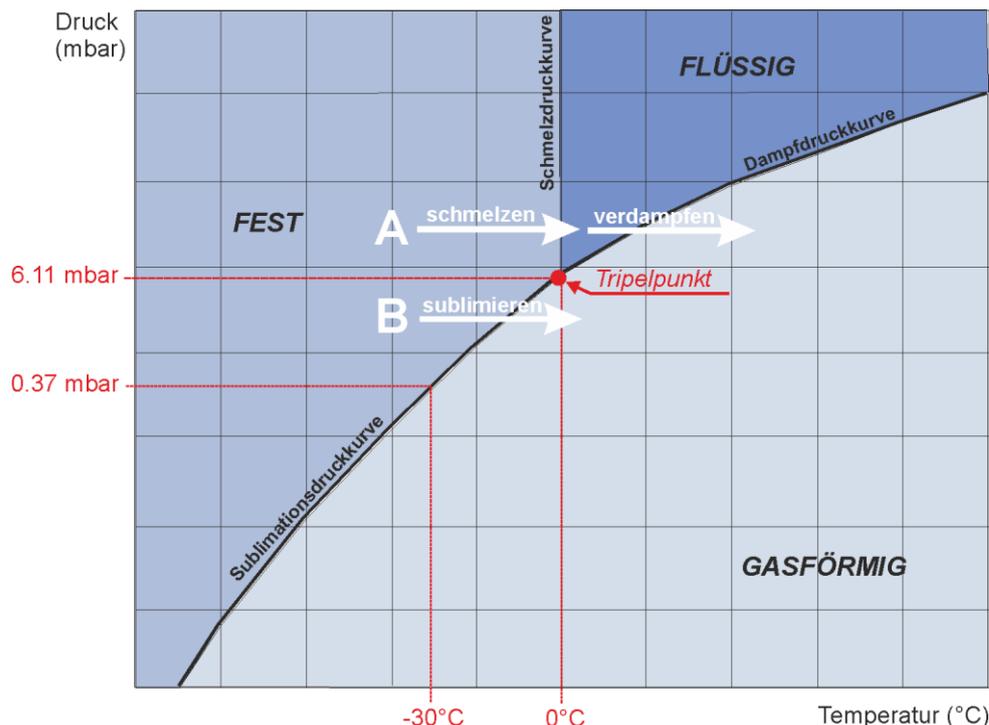


Abb. 8: Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

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

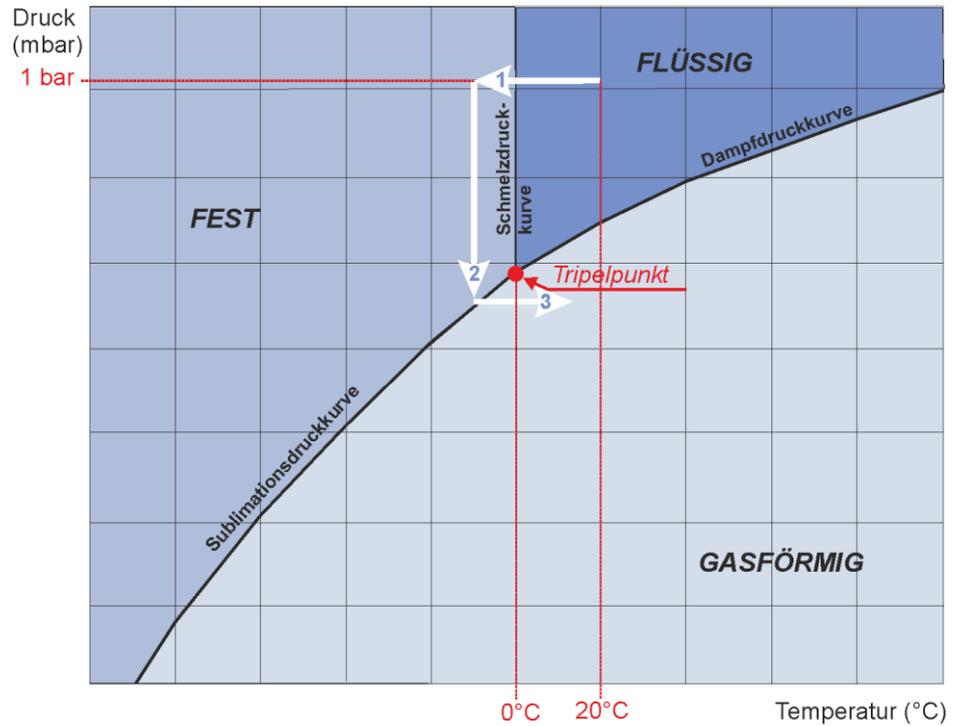


Abb. 9: Phasen der Gefriertrocknung



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 Aufbau und Wirkungsweise

---

### 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.

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

#### 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.

### 2.2.2.4 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 Stellflächentemperatur 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 Aufbau und Wirkungsweise

### 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.

#### Sonderausstattung: Abtauen mit Warmwasser



Für die Warmwasser-Abtauung muss die Gefriertrocknungsanlage an einen Warmwasserzulauf angeschlossen sein.

Das Abtauen des Eiskondensators erfolgt über das Einleiten von Warmwasser in die Eiskondensatorkammer. Das warme Wasser wird durch feine Düsen an der Unterseite des Abtaurings auf den Eiskondensator gesprüht, bis die maximale Füllhöhe in der Eiskondensatorkammer erreicht ist. Der Zulauf wird automatisch abgeschaltet und der Ablauf wird geöffnet, bis ein bestimmter Pegel in der Eiskondensatorkammer unterschritten wird. Dieser Vorgang wird intervallweise wiederholt, bis die vorgewählte Abtauzeit abgelaufen ist.

Um Schäden zu vermeiden, müssen letzte Wasserrückstände sofort nach Ende des Abtauvorgangs mit einem Tuch aus der Eiskondensatorkammer entfernt werden.

1 Abtauring



Abb. 10: Eiskondensatorkammer mit Warmwasserabtauung

### 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 (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!

### 3.7.3 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 Sicherheit

#### 3.7.4 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!

#### 3.7.5 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!

#### 3.7.6 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!

#### 3.7.7 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!

### 3.7.8 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 "Manuell", 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.

	<b>Gamma 1-16 LSCplus</b>	<b>Gamma 2-16 LSCplus</b>
Höhe:	495 mm	495 mm
Breite:	860 mm	860 mm
Tiefe:	675 mm + 80 mm Vakuumanchluss	675 mm + 80 mm Vakuumanchluss
Gewicht:	ca. 135 kg	ca. 160 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").
- Gefriertrocknungsanlage grundsätzlich mit einer Hubeinrichtung anheben.
- Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage seitlich ansetzen. Auf keinen Fall am Kunststoff-Bedienpult angreifen.



**VORSICHT**

Die Gefriertrocknungsanlage **Gamma 1-16 LSCplus** wiegt ca. 135 kg!  
Die Gefriertrocknungsanlage **Gamma 2-16 LSCplus** wiegt ca. 160 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. 11: 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 mit einer Hubeinrichtung vom Kistenboden abheben. Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage seitlich ansetzen.



**VORSICHT**

Die Gefriertrocknungsanlage **Gamma 1-16 LSCplus** wiegt ca. 135 kg!  
Die Gefriertrocknungsanlage **Gamma 2-16 LSCplus** wiegt ca. 160 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 Nachtabenkung 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



#### **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.



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.



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



Bei der Belüftung mit Gasen unter Überdruck ist bauseits eine Schutzvorrichtung zu installieren.

## 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 Flüssigkeitsspiegels 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.

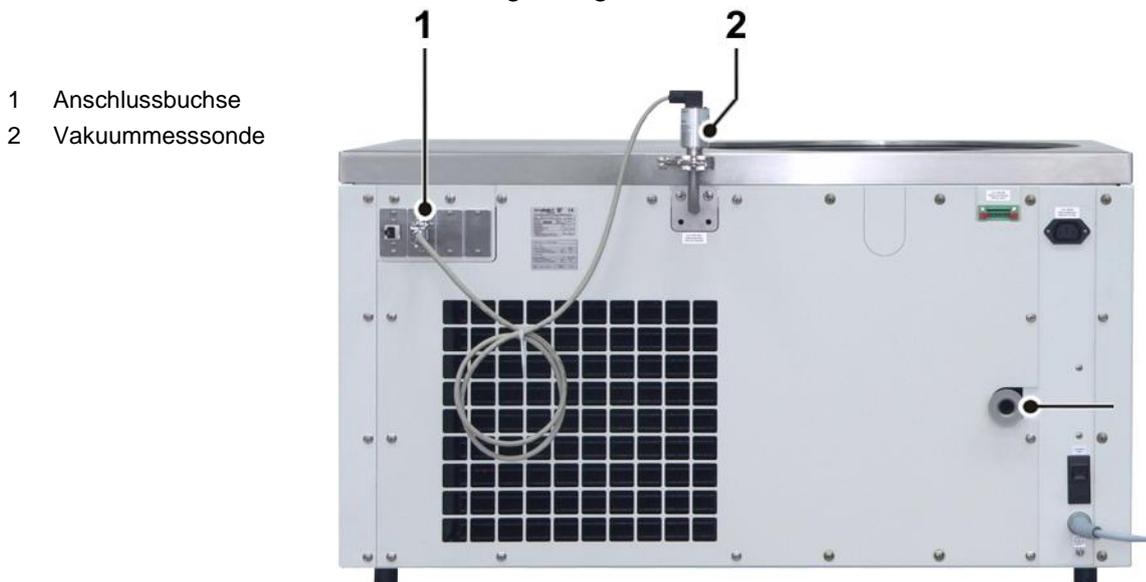


Abb. 12: Position der Vakuummesssonde und der Anschlussbuchse

## 5 Aufstellung und Anschluss

- Anlage am Netzschalter ausschalten.
- Vakuummesssonde aus der Originalverpackung entnehmen und mit einem Spannring DN16KF und einem Zentrierring (beides 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.

### **i** HINWEIS

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

Thyracont VCP63 (Pirani)



Pfeiffer CMR 363 (kapazitiv)



Abb. 13: Vakuummesssonden verschiedener Hersteller

### **i** HINWEIS

Die Vakuummesssonde wird im abgeglichenen Zustand ausgeliefert.

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

## 5.6 Vakuumpumpe

### **i** HINWEIS

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 Anlagenrückwand angeschlossen (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente").

## 5 Aufstellung und Anschluss

### **i** **HINWEIS**

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. 14: 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 den 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 ist 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 ist in der Anlage integriert. Eine Wartung oder Reparatur muss durch autorisiertes Fachpersonal durchgeführt werden.

## 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)

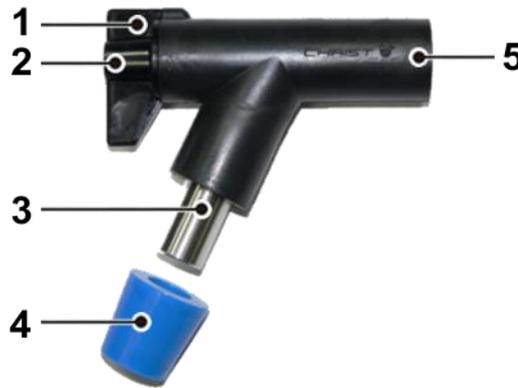


Abb. 15: Gummiventil



Die Gummiventile werden ungefettet ausgeliefert. Vor der ersten Inbetriebnahme müssen sie daher am Anschluss zur Gefriertrocknungsanlage und am Gefäßanschluss mit Vakuumm fett 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.

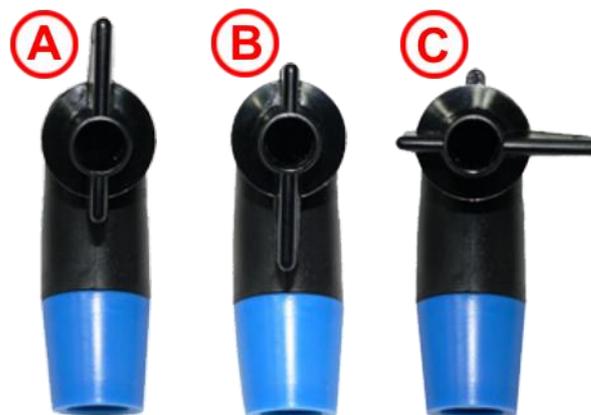


Abb. 16: mögliche Positionen des Absperrknebels

## **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")!

## 6.5 LSCplus Anlagensteuerung

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



Abb. 17: Startbildschirm der LSCplus 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: Schaltflächen sind mit einem Rahmen gekennzeichnet

## 6 Betrieb

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

### Manuell

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

### Programm

In diesem Bereich werden Programme erstellt und ausgeführt, die den Gefriertrocknungsprozess automatisieren und reproduzierbar machen. Diese Funktion ist nur mit der Option Programmgeber PGMplus verfügbar.

### 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 "Manuell"

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



The screenshot shows the 'Manuell' control interface with the following elements:

- 1** Statuszeile: Run Haupttrocknen
- 2** Prozess-Sollwerte: Haupttrocknen
- 3** Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern"
- 4** Istwerte aktueller Prozess: 1:33 h:m Gesamtzeit
- 5** Schaltfläche "Tools"
- 6** Schaltfläche "Anlagenschema"
- 7** Schaltfläche "Prozess- und Anlagenmeldungen"
- 8** Schaltfläche "Betriebsart / Start"
- 9** Schaltfläche "Stopp"

Process parameters shown in the 'Soll' column:

- 20.0 °C Stellfläche
- 1.0 mbar Vakuum
- Off mbar Sicher. Druck

Process parameters shown in the 'Ist' column:

- 0:10 h:m Abs. Zeit
- 20.0 °C Eiskondens.
- 1000 mbar Vakuum
- 20.0 °C Stellfläche 1

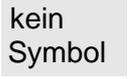
Abb. 19: Übersicht Hauptfenster "Manuell"

### 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 6.5.1.3 - "Hauptfenster "Optionen", Absatz Verwaltung").

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

	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. LPCplus, LyoLogplus)
	Netzlaufwerk verbunden und Prozessaufzeichnung aktiv

### Prozess Sollwerte (2)

Im Manuell-Modus 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 - "Sollwerteingaben im manuellen Modus").

### Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern" (3)

Mit dieser Schaltfläche werden die einzelnen Parameter zur Änderung aufgerufen.

## 6 Betrieb

### Istwerte aktueller Prozess (4)

In diesem Bereich werden die aktuellen Prozessdaten angezeigt. Jedes Feld ist frei konfigurierbar:

- Schaltfläche des Feldes auswählen, das angepasst werden soll.  
Es erscheint ein Dialogfenster:



Abb. 20: 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" (5)

In diesem Dialogfenster können verschiedene Hilfsmittel aufgerufen werden.

#### Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

Über eine Grafik wird der Zusammenhang zwischen dem Druck und der Proben temperatur 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.

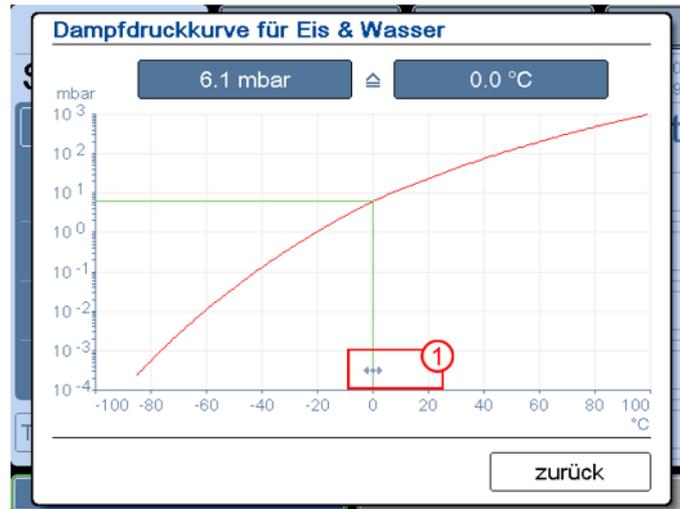


Abb. 21: Dialogfenster Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

### Option: USB Prozessaufzeichnung

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

- Im Dialogfenster "Tools" die Funktion "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.

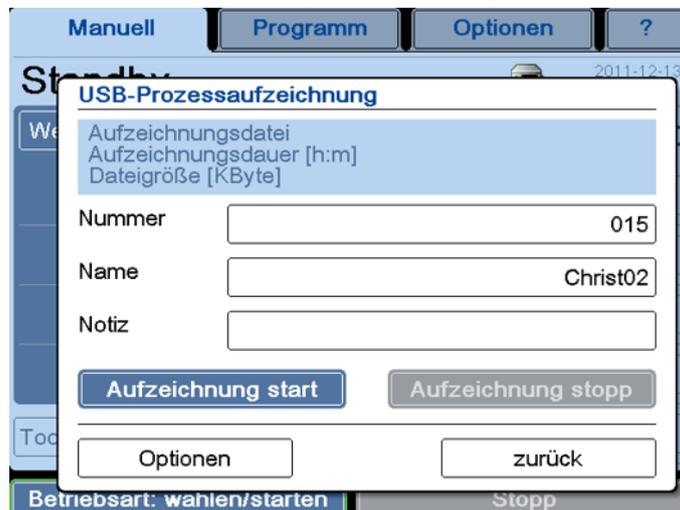


Abb. 22: Dialogfenster Prozessaufzeichnung

## 6 Betrieb

### Option: Druckanstiegstest (nur beim → Zweikammer-Verfahren)

Der → *Druckanstiegstest* kann nur dann ausgeführt werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage mit einem Zwischenventil ausgerüstet ist. Die manuelle Ausführung ist sowohl im manuellen Modus als auch im Programmmodus möglich. Zusätzlich kann der Druckanstiegstest automatisch als Teil eines Programms ausgeführt werden (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").

- Im Dialogfenster "Tools" die Funktion "Druckanstiegstest" auswählen.
- Sollwerte für Dauer und max. Druckanstieg über die Schaltflächen eingeben.
- Druckanstiegstest starten. Die Testzeit wird angezeigt. Nach Testende erscheint eine Statusmeldung (Druckanstieg erfolgreich oder fehlgeschlagen), und die ermittelten Werte werden angezeigt:



Abb. 23: Dialogfenster Druckanstiegstest

- Durch Betätigen der Schaltfläche "Stopp Test" wird der Druckanstiegstest abgebrochen.

### **Dialogfenster "Anlagenschema" (6)**

Durch Auswahl der Schaltfläche "Anlagenschema" wird auf der linken Seite eine schematische Darstellung der Anlage inkl. aller Komponenten eingblendet. Aktive Komponenten werden dabei grün dargestellt. Durch Anklicken kann die Bezeichnung des jeweiligen Elements und sein → *Betriebsmittelkennzeichen* aufgerufen werden.



Abb. 24: Darstellung eines Anlagenschemas mit Bezeichnung und Betriebsmittelkennzeichen

### Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" (7)

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.

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.

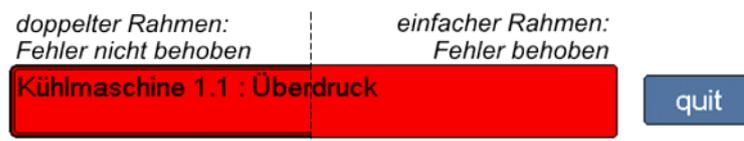


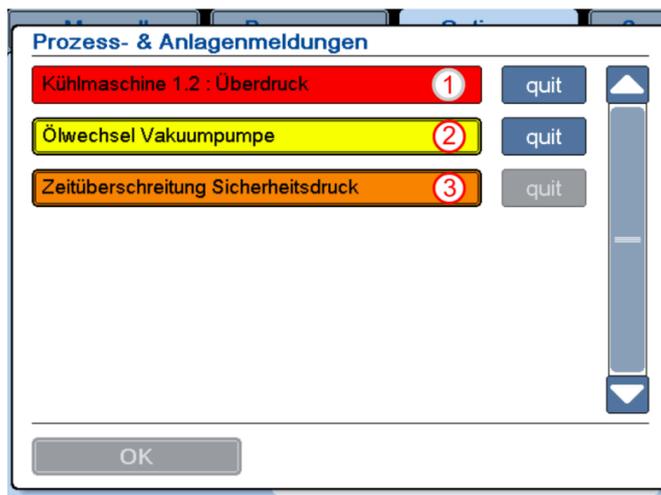
Abb. 25: Darstellung einer Fehlermeldung

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.

## 6 Betrieb



- 1 Die Störung ist behoben, Meldung ist noch nicht quittiert
- 2 Die Störung ist noch nicht behoben, die Meldung ist noch nicht quittiert
- 3 Die Störung ist noch nicht behoben, aber die Meldung ist quittiert

Abb. 26: Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen"

### Detailinformationen

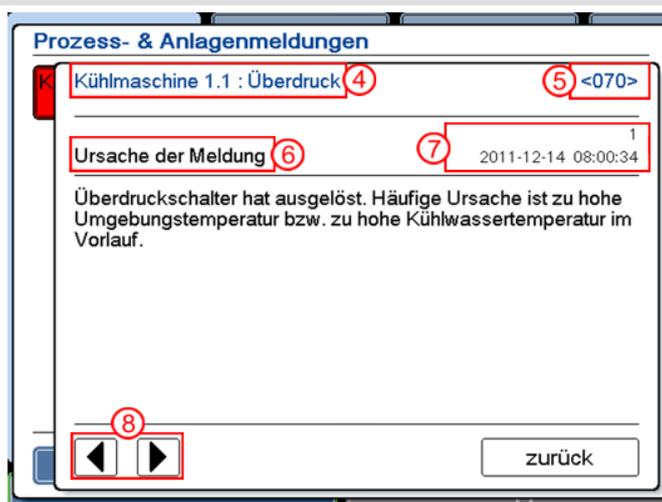
Durch Berühren der Meldung können Details zu den Fehlermeldungen eingesehen werden:

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

Die einzelnen Fenster werden durch Betätigen der Pfeiltasten aufgerufen.

## **i** 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. 27: Detailinformationen zu einer Fehlermeldung

## **i** 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" (8)

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



Abb. 28: 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 ist ein Test mit festgelegten Parametern hinterlegt, der nach Rücksprache mit dem Hersteller zur Funktions- und Prozesskontrolle der Gefriertrocknungsanlage durchgeführt werden können.



Abb. 29: Dialogfenster Standard Systemtest

## 6 Betrieb

### Leistungstest (1)

Mit diesem Programm 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 "Manuell" die Schaltfläche "Betriebsart wählen/starten" - "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).

Verfügt die Gefriertrocknungsanlage über die SCADA-Software LPCplus, werden die Ergebnisse dort in der Ereignisliste dokumentiert.

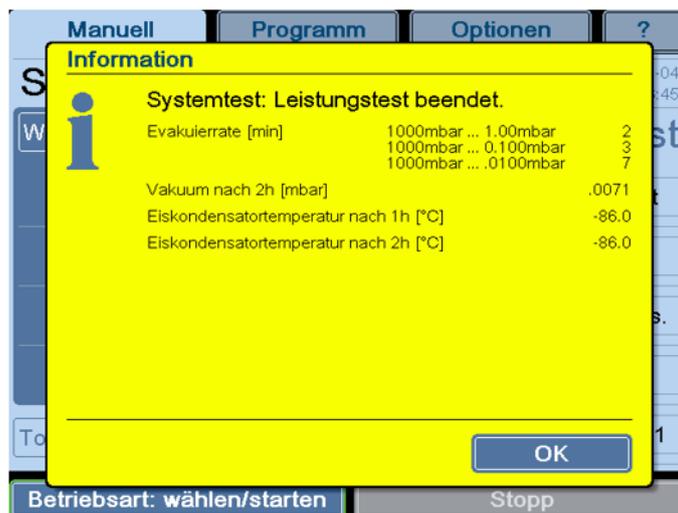


Abb. 30: Ergebnisse des Leistungstests

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 (Vakuum, 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" (9)**

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

## 6 Betrieb

### 6.5.1.2 Hauptfenster "Programm"

Im Hauptfenster "Programm" werden mit Hilfe des Programmgebers PGMplus programmierte Gefriertrocknungsprozesse geladen, geändert und neue Programme erstellt. Für diese Funktionen muss der Programmgeber PGMplus verfügbar sein.



Der Programmgeber PGMplus ist eine Option, die nicht standardmäßig verfügbar ist (s. Kap. 6.5.3 - "Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus"). Ist der Programmgeber nicht freigeschaltet, können Programme nur zu Demonstrationszwecken erstellt und bearbeitet werden.

Das Ausführen eines Programms ist aber nicht möglich!



- 1 Programmliste
- 2 Schaltfläche "Neues Programm"
- 3 Schaltflächen "Laden"

Abb. 31: Übersicht Hauptfenster "Programm"

#### Programmliste (1)

Nach Auswahl des Hauptfensters "Programm" erscheint zunächst eine Übersicht über die bereits gespeicherten Programme. Über die Schaltfläche "Laden" (3) hinter dem Programmnamen werden die Programmdateien übernommen. Alle Programme können geladen, bearbeitet, kopiert oder gelöscht werden (s. Kap. 6.5.3 - "Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus").

#### "Dialogfenster "Neues Programm" (2)

In diesem Dialogfenster können neue Programme auf Basis eines bereits bestehenden Programms oder ganz ohne Vorgabe erstellt werden (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").

### 6.5.1.3 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. 32: Übersicht Hauptfenster "Optionen"

#### Sprache (1)

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

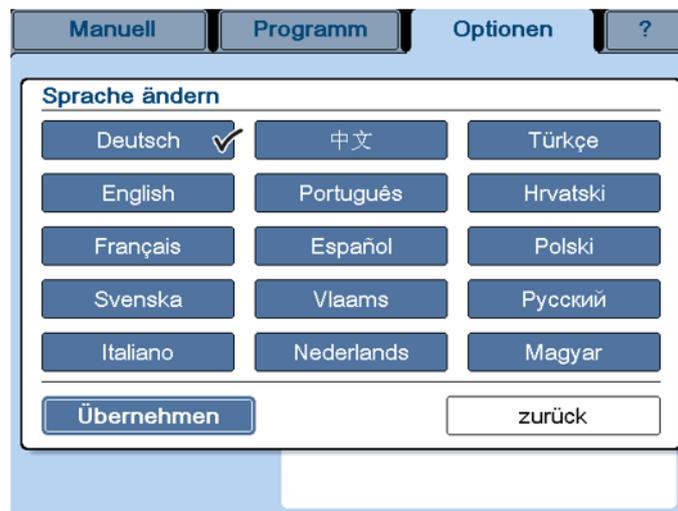


Abb. 33: Dialogfenster "Sprache ändern"

## 6 Betrieb

### Maßeinheit (2)

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

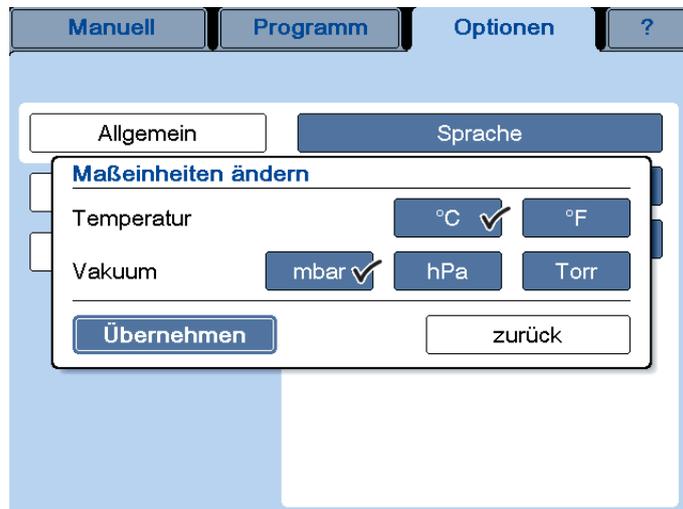


Abb. 34: Dialogfenster "Maßeinheit"

### 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

- → *Einkammer-Verfahren*: Trocknung innerhalb der Eiskondensatorkammer
- → *Zweikammer-Verfahren*: Trocknung außerhalb der Eiskondensatorkammer
- *Zweikammer-Verfahren – LyoCube*: Trocknung außerhalb der Eiskondensatorkammer, mit CHRIST LyoCube® (rechteckige, von vorn zu beladende Trocknungskammer)

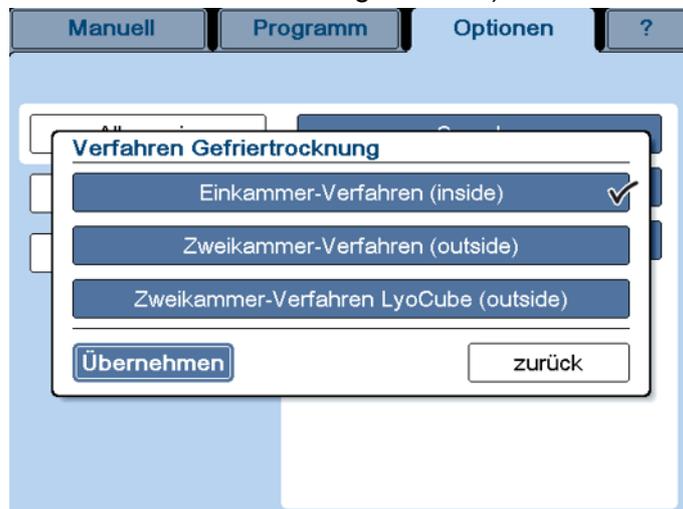


Abb. 35: Dialogfenster "Verfahren Gefriertrocknung"

**Verwaltung**

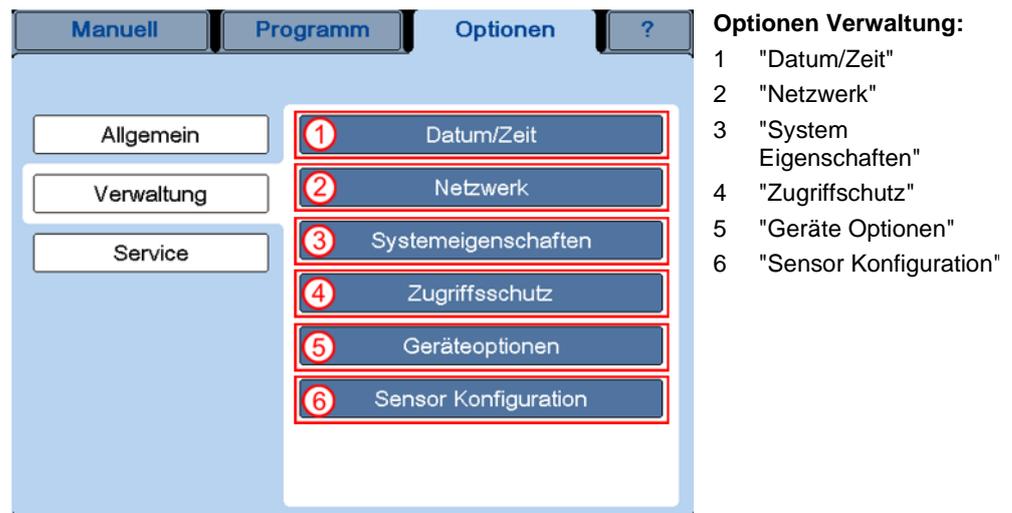


Abb. 36: Dialogfenster "Optionen" / Verwaltung

Datum / Zeit (1)

Die LSCplus Anlagensteuerung verfügt über eine eingebaute batterie-gepufferte Uhr. Nach Ausfall der Pufferbatterie müssen Datum und Uhrzeit neu eingestellt werden.

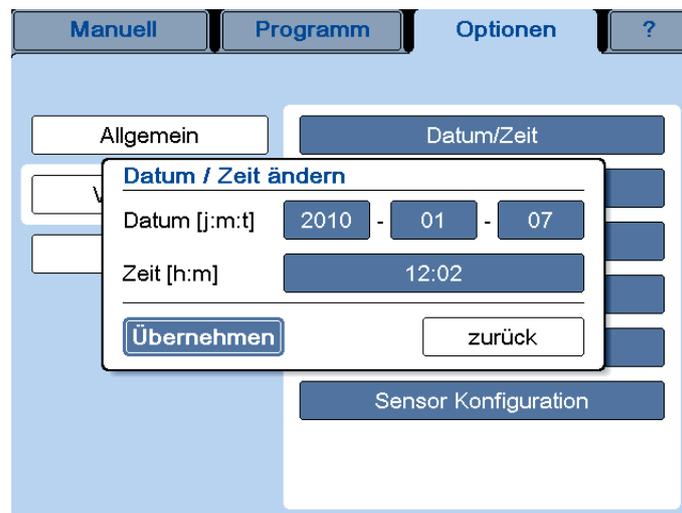


Abb. 37: Dialogfenster Datum/Zeit

## 6 Betrieb

### Netzwerk (2)

In diesem Dialogfenster können Netzwerkeinstellungen geändert werden.



Die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Anlage übernommen.

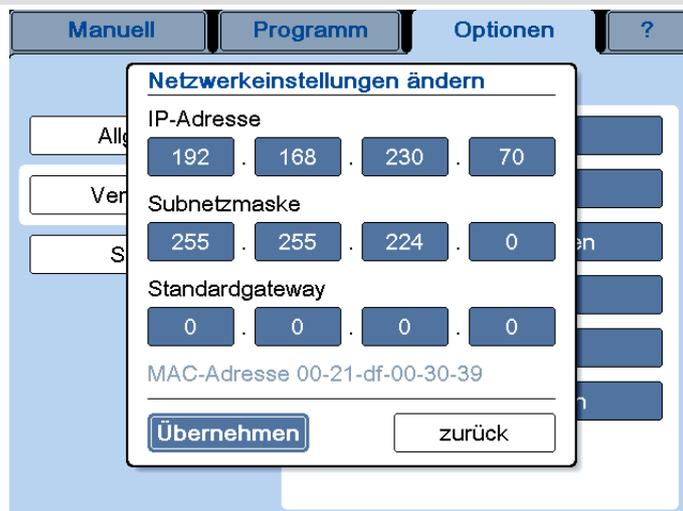


Abb. 38: Dialogfenster "Netzwerk"

### Systemeigenschaften (3)

In diesem Dialogfenster können verschiedene Systemeigenschaften verändert werden.

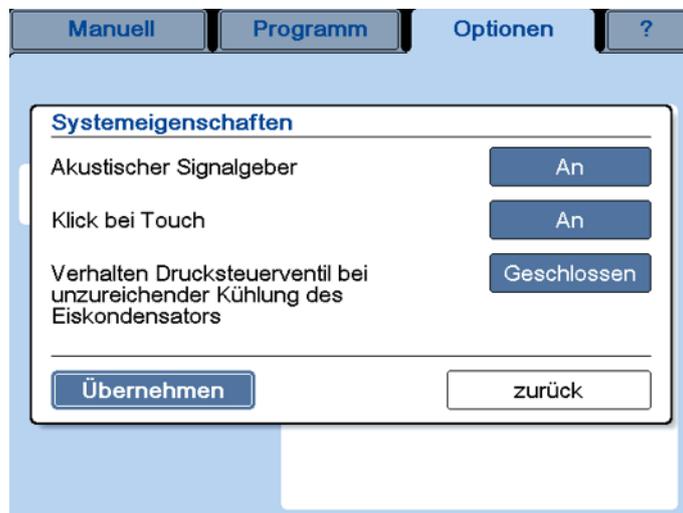


Abb. 39: Dialogfenster "Systemeigenschaften"

**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").

#### Zugriffschutz (4)

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

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



Abb. 40: Dialogfenster "Zugriffschutz"

## **i** HINWEIS

Nur bei aktiviertem Zugriffschutz 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 im Feld der Ist-Daten eine Schaltfläche mit einem großen Schlosssymbol.



Abb. 41: Countdown Passworttimer und Schaltfläche "Schloss"

## 6 Betrieb

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



Abb. 42: Zugriff gesperrt, keine Änderungen möglich

**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.

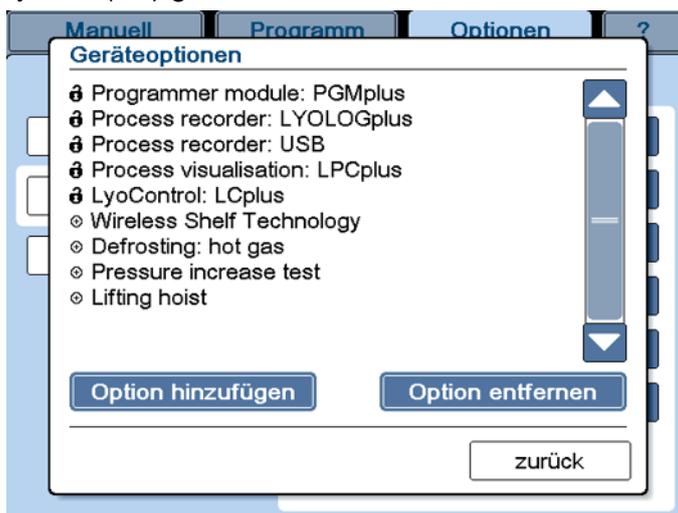


Abb. 43: Dialogfenster Geräteoptionen - Beispiel

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.



**HINWEIS**

Die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Anlage übernommen.

Sensor Konfiguration (6)



**VORSICHT**

Die Sensorkonfigurationen sind von der Ausstattung der Anlage abhängig. Bei falscher Konfiguration ist die korrekte Funktion der Anlage nicht gewährleistet.

In diesem Dialogfenster werden die vorhandenen Sonden für Vakuum und Druck konfiguriert. Für Vakuum und Druck sind jeweils zwei Messverfahren aufgeführt, für die unterschiedliche Sonden ausgewählt werden können.

- Zum Ändern der Sonde die Schaltfläche mit dem Sondennamen drücken. Nacheinander erscheinen alle möglichen Fabrikate.

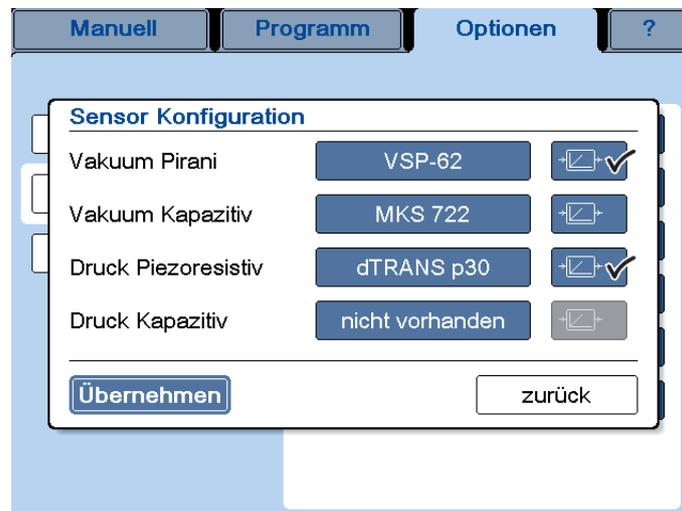


Abb. 44: Dialogfenster "Sensor Konfiguration"

Die rechte Schaltfläche hinter jeder Sonde zeigt ein Regelsymbol. Das Häkchen an einer Schaltfläche kennzeichnet die Regelsonde, d.h. diese Sonde ist maßgeblich für das Vakuum in der Anlage. Ist eine zweite Sonde vorhanden, dienen deren Daten lediglich als Vergleichswert.

## 6 Betrieb

### Service



Abb. 45: Dialogfenster "Service" (variiert je nach Anlagentyp)

#### Betriebsstunden (1)

In diesem Dialogfenster 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.

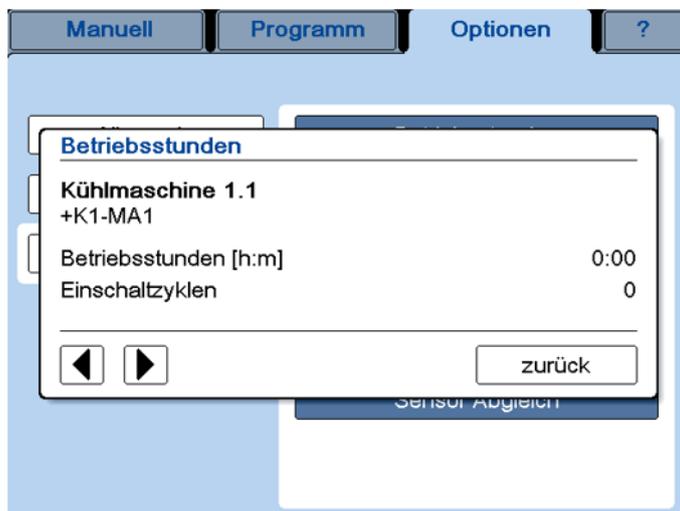


Abb. 46: Dialogfenster "Betriebsstunden", hier: Kühlmaschine 1.1

### 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!

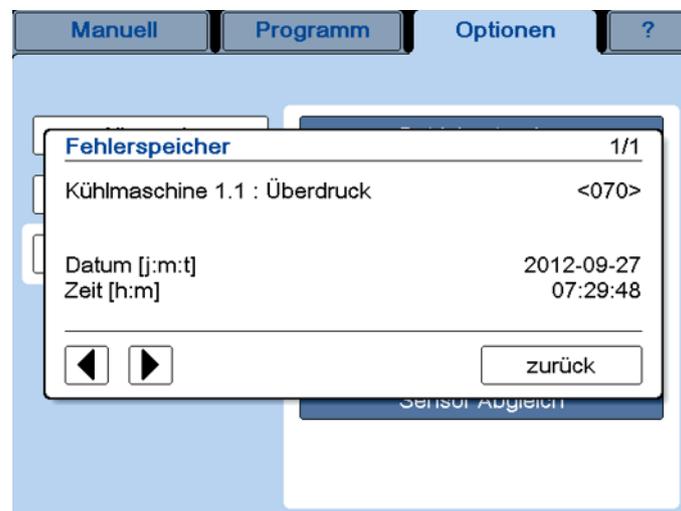


Abb. 47: Dialogfenster "Fehlerspeicher"

### Wireless Shelf Technology (3)



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

Die → *Wireless Shelf Technology* ermöglicht die drahtlose Regelung und Überwachung der Stellflächentemperatur. Dazu muss dem WST-Modul jeder Stellfläche eine Adresse zugewiesen werden. Die Anzahl der verfügbaren Adressen ist anlagenspezifisch festgelegt.

## 6 Betrieb



Abb. 48: Wireless Shelf Technology – Zuordnung der Stellflächenadressen

- Zum Zuweisen einer Adresse das Dialogfenster "Wireless Shelf Technology" aufrufen.
- Es darf nur das WST-Modul eingesteckt sein, dem die Adresse zugewiesen werden soll. Sind mehrere Module eingesteckt, bekommen alle die gleiche Adresse, und ein Kommunikationskonflikt tritt auf.
- Schaltfläche "Adresse zuweisen" drücken, Rückfrage beachten und bestätigen.

### Ölwechsel Vakuumpumpe (4)

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. 49: Dialogfenster "Ölwechsel Vakuumpumpe"

### Wartung (5)

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.

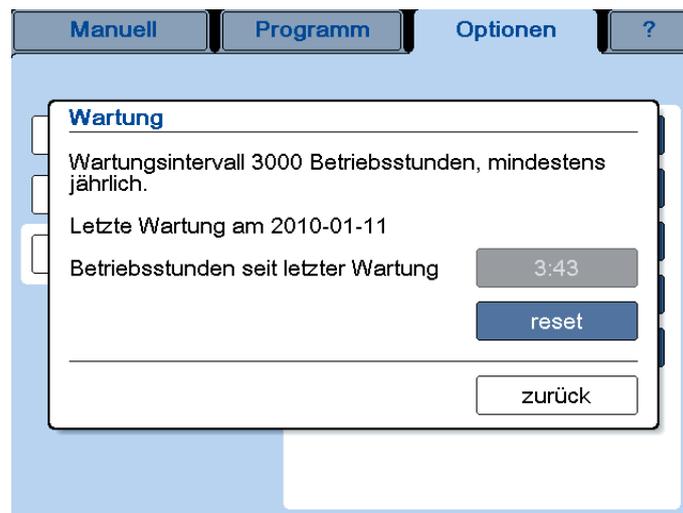


Abb. 50: Dialogfenster "Wartung"

### Sensor Abgleich (6)

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 Betrieb

### 6.5.1.4 Hauptfenster "?"

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



- 1 Typ der Gefriertrocknungsanlage
- 2 Typ der Anlagensteuerung
- 3 Fabriknummer (Seriennummer)
- 4 Kontakt zum Hersteller
- 5 Detailinformationen zu Software-Versionen

Abb. 51: Anlageninformationen (Beispiel)



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

### 6.5.2 Gefriertrocknung manuell

Im manuellen Modus geschieht das Weiterschalten von einer zur nächsten Gefriertrocknungsphase manuell durch den Benutzer. Der manuelle Modus wird durch Aufrufen des Hauptfensters "Manuell" aktiviert.



Vor Beginn eines Gefriertrocknungsprozesses muss das richtige Verfahren gewählt werden (siehe Kapitel 6.5.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Verfahren Gefriertrocknung (3)).

Für die einzelnen Prozessphasen ("Gefrieren", "Warm Up", "Haupttrocknen", "Nachtrocknen") werden vor Prozessbeginn die Sollwerte festgelegt. 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.



**HINWEIS**

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

Im manuellen Modus ist es 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. 52: 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 Sollwerteingaben im manuellen Modus

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.

## 6 Betrieb

### Anzeigen oder Ändern der Sollwerte:

- Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern" auswählen (s. Kap. 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Manuell"). Es erscheint folgendes Dialogfenster:

Sollwerte: Ansicht / Ändern				
	Gefrieren	Warm Up	Haupt-trocknen	Nach-trocknen
Abs. Zeit h:m	∞	0:20	∞	∞
Stellfläche °C	-20.0	-20.0	20.0	30.0
Vakuum mbar			1.00	.0010
Sicher. Druck mbar			off	off
1 Belüften    2 Abtauen    3 Medienablauf				
4 Lecktest				
Übernehmen		zurück		

- 1 Schaltfläche "Belüften"
- 2 Schaltfläche "Abtauen"
- 3 Schaltfläche "Medienablauf" (Sonderausstattung)
- 4 Schaltfläche "Lecktest" (optional)

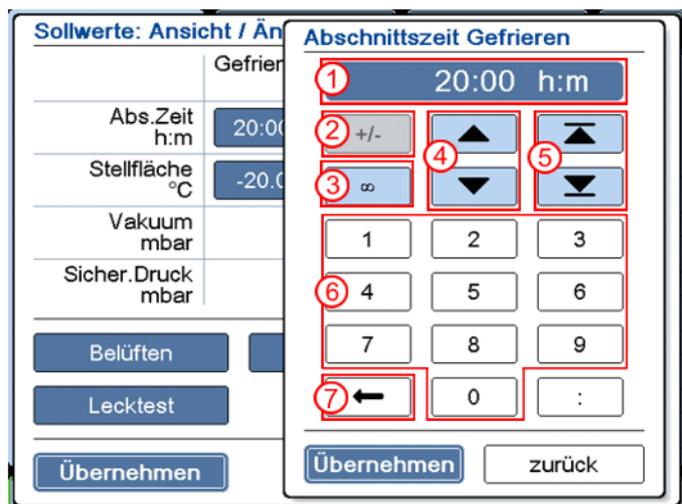
Abb. 53: Dialogfenster "Sollwerte Ansicht / Ändern"

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

- Belüften (1)  
Ist die Gefriertrocknungsanlage mit einem automatischen Belüftungsventil ausgestattet, wird über dieses Fenster der Druck vorgewählt, bis zu dem belüftet werden soll.
- Abtauen (2)  
Mit Hilfe dieser Schaltfläche werden Abtauzeit und Abtautemperatur<sup>1</sup> vorgewählt. Außerdem wird hier festgelegt, ob nach dem Abtauvorgang die Betriebsart Medienablauf (Sonderausstattung, siehe unten) automatisch gestartet wird.
- Medienablauf (3)  
Ist die Gefriertrocknungsanlage mit einem automatischen Medienablauf für Kondensat oder ein anderes Medium ausgestattet, wird über diese Schaltfläche die Öffnungsdauer für den Medienablauf vorgewählt.
- Lecktest (4)  
Diese Funktion ist ebenfalls optional (s. Kap. 6.6 - "Optionale Erweiterungen"). 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).

<sup>1</sup> nicht bei Warmwasser-Abtauung

Alle numerischen Werte können über eine Zahlentastatur bearbeitet werden:



Sollwerte: Ansicht / Änderung	
Abs. Zeit h:m	20:00
Stellfläche °C	-20.0
Vakuum mbar	
Sicher. Druck mbar	

- 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. 54: 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.

### 6.5.3 Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus

Im Gegensatz zum manuellen Modus kann mit dem Programmgeber PGMplus ein kompletter Gefriertrocknungsprozess vollständig automatisch und unter reproduzierbaren Bedingungen ablaufen.



#### HINWEIS

Der Programmgeber PGMplus ist eine Option, die nicht standardmäßig verfügbar ist. Ist der Programmgeber **nicht** freigeschaltet, können Programme nur zu Demonstrationszwecken erstellt und bearbeitet werden.

Das Ausführen eines Programms ist aber nicht möglich!

Ein Gefriertrocknungsprogramm ist in Abschnitte (1) gegliedert. Jedem Abschnitt im Programm werden bestimmte Sollwerte (2) zugewiesen. Ein Programm muss mindestens zwei Abschnitte und kann höchstens 64 Abschnitte haben. Insgesamt stehen 32 Programmplätze zur Verfügung. In jedem Programm werden immer vier aufeinanderfolgende Abschnitte angezeigt, um den Zusammenhang darzustellen.

## 6 Betrieb

Manuell		Programm				Optionen		?
01. Christ Standard		Dauer 22:00		Abschnitte 14				
①	◀	Beladen	Gefrieren					▶
		Abs.01	Abs.02	Abs.03	Abs.04			
②	Zeit h:m		1:00	1:00	0:30	Abs.einfügen		
	Stellfläche °C	20.0	-20.0	-20.0	-15.0	Abs.löschen		
	Vakuum mbar					>> mehr		
	Sicher.Druck mbar							
	ΔT Stellfläche °C		off	off	off	Prog.kopieren		
	ΔT Produkt °C		off	off	off	Prog.löschen		
	LyoControl-Fx %		off	off	off	Speichern		

Abb. 55: Darstellung eines Gefriertrocknungsprogramms

### Programmabschnitte

Der Programmgeber führt bei der Abarbeitung eines Gefriertrocknungsprogramms die erstellten Abschnitte der Reihe nach aus, bis der letzte Abschnitt beendet ist.

In den einzelnen Abschnitten werden dabei für Temperatur und Vakuum lineare Rampen berechnet, die mit dem Sollwert des vorhergehenden Abschnitts beginnen und mit dem Sollwert des aktuellen Abschnitts enden.

Von Abschnitt zu Abschnitt findet also kein Sprung des Sollwertes statt, sondern eine ständige Anpassung, so dass am Ende der eingestellten Zeit die vorgewählte Stellflächentemperatur erreicht ist.

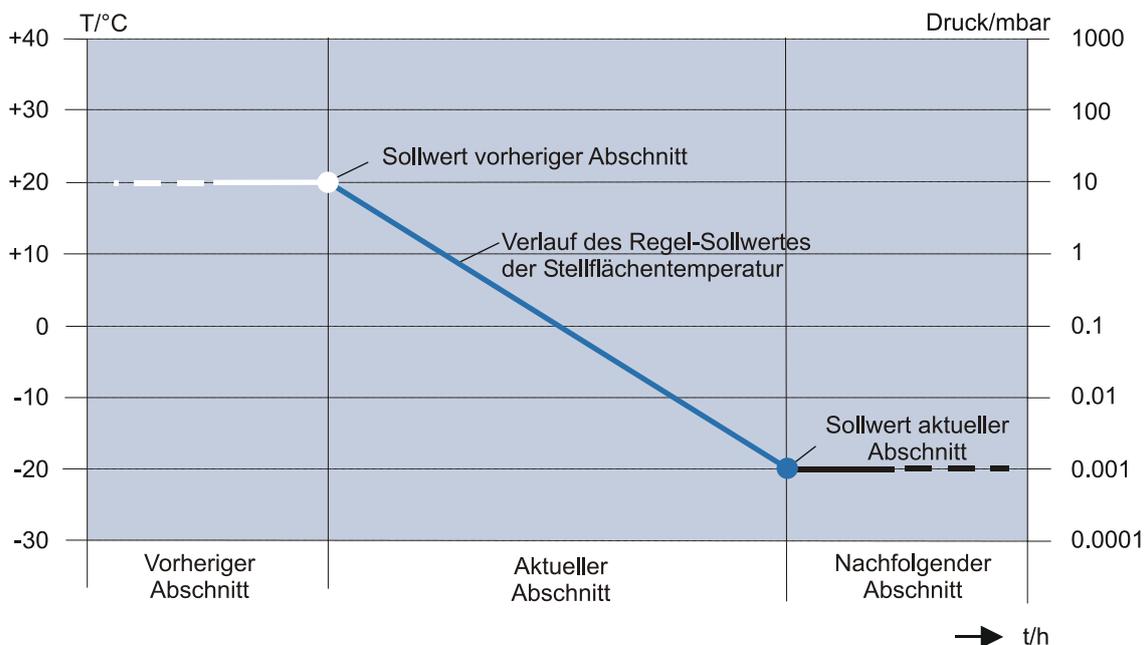


Abb. 56: Grafische Darstellung der Veränderung des Regelsollwertes

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

### Weiterschaltbedingungen

Damit alle Programmabschnitte automatisch abgearbeitet werden können, müssen am Ende jeden Abschnitts bestimmte Weiterschaltbedingungen erfüllt werden. Ist dies nicht der Fall – z.B. durch fehlerhafte Sollwertvorgaben – erscheint eine entsprechende Prozessmeldung, und der Abschnitt wird verlängert.

Eiskondensatortemperatur: Dieser Wert wird nur beim Übergang von Gefrieren (Beladen) zum Trocknen überprüft. Die Eiskondensatortemperatur muss  $\leq -40^{\circ}\text{C}$  betragen.

Vakuum: Dieser Wert wird nur während der Trocknungsphase überprüft. Das tatsächliche Vakuum darf max. 20% vom Sollwert abweichen. Bei einem Sollwert von 0,001 mbar (Endvakuum) erfolgt keine Überprüfung. Um das Vakuum schnellstmöglich zu erreichen, kann eine Abschnittszeit von 1 min vorgewählt werden. Da dies in der Praxis nicht realisierbar ist, wird eine Prozessmeldung in diesem Fall erstmals nach 15 Minuten ausgegeben.

$\Delta T$  Stellfläche: Dieser Wert definiert die zulässige Abweichung der Stellflächentemperatur von der Sollwertvorgabe. Am Abschnittsende wird die tatsächliche Temperatur der Stellflächen (bei WST Stellfläche 1) mit dem Sollwert verglichen. Liegt die Stellflächentemperatur außerhalb des gültigen Bereichs, wird der Abschnitt verlängert, bis die Abweichung in einem zulässigen Bereich ist.

$\Delta T$  Produkt: Dieser Wert gibt die zulässige Abweichung der Produkttemperatur (gemessen an Produkt-Sensor 1) von der Sollwertvorgabe an. In der Phase "Gefrieren" darf die Produkttemperatur um den definierten Wert nach oben abweichen; in der Trocknungsphase wird die Überschreitung der zulässigen Abweichung nach unten gemeldet.

LyoControl-Rx (optional bei Lyo Control LCplus): Der Wert LyoRx definiert den minimal zulässigen Wert des LyoControl-Sensors (gemessen an LyoControl-Sensor 1) während der Trocknung. Wird dieser Grenzwert unterschritten, wird die Stellflächenheizung abgeschaltet, um so ein Auftauen des Produktes durch zuviel Energiezufuhr durch die Stellflächentemperierung zu verhindern. Die Überprüfung des LyoControl-Wertes erfolgt nur während der Trocknungsphasen Haupttrocknen und Nachrocknen.

$\Delta p$  Druckanstiegstest (optional): Je nach gewähltem Modus kann der Druckanstiegstest ebenfalls als Weiterschaltbedingung herangezogen werden (siehe Kapitel 6.5.3.1 - "Programm erstellen", Option: Druckanstiegstest). Im letzten Trocknungsabschnitt werden zwei Druckanstiegstests durchgeführt und ausgewertet. Sind beide Werte nicht größer als der vorgegebene Parameter "Druckanstieg", ist die Weiterschaltbedingung erfüllt. Ist dies nicht der Fall, wird der Abschnitt verlängert. Überschreitet der Istwert vor Ablauf der vorgewählten Zeit den Sollwert, wird der Test abgebrochen, um ein Antauen des Produktes zu verhindern.

$\Delta T$  Komparativ (optional): Dieser Wert gibt die Differenz zwischen Pirani- und kapazitiver Vakuummesssonde prozentual auf den Istwert der kapazitiven Vakuummesssonde bezogen an. Mit abnehmender Sublimationsrate verringert sich die Differenz; der Wert dient somit als Indikator zur Bestimmung des Trocknungsendes der Haupttrocknung. Ist der Sollwert zum Ende der Haupttrocknung nicht erreicht, wird der Abschnitt verlängert.

## 6 Betrieb

### Warm-up Phase der Vakuumpumpe

Neben der Abarbeitung der einzelnen Abschnitte steuert der Programmgeber PGM<sub>plus</sub> noch weitere Aufgaben, die während des Prozesslaufs durchgeführt werden sollen. Dazu gehört zum Beispiel das automatische Zuschalten der Vakuumpumpe.

Die WarmUp-Phase für die Vakuumpumpe wird vom Programmgeber PGM<sub>plus</sub> bei geschlossenem Drucksteuerventil direkt **vor** den ersten Trocknungsabschnitt in die Phase "Gefrieren" verlagert. Während des Warmlaufens der Vakuumpumpe bleibt das Drucksteuerventil geschlossen, so dass weder die Phase "Gefrieren" noch der Druck in der Trocknungskammer beeinflusst wird.

Die Dauer der WarmUp-Phase kann für jedes Programm separat festgelegt werden (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").

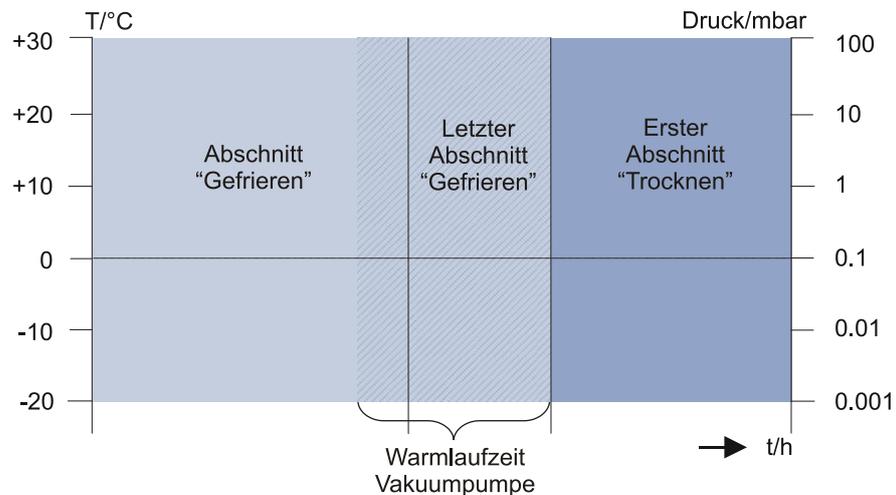


Abb. 57: Die WarmUp-Phase der Vakuumpumpe wird direkt vor den ersten Trocknungsabschnitt in die Phase "Gefrieren" vorgelagert

### 6.5.3.1 Programm erstellen

Um ein neues Programm zu erstellen:

- Im Hauptfenster "Programm" die Schaltfläche "Neues Programm" drücken. Es erscheint ein Dialogfenster, das verschiedene Programmvorlagen zur Auswahl anbietet. Die Bildlaufleiste am rechten Rand ermöglicht das Blättern in der Liste.

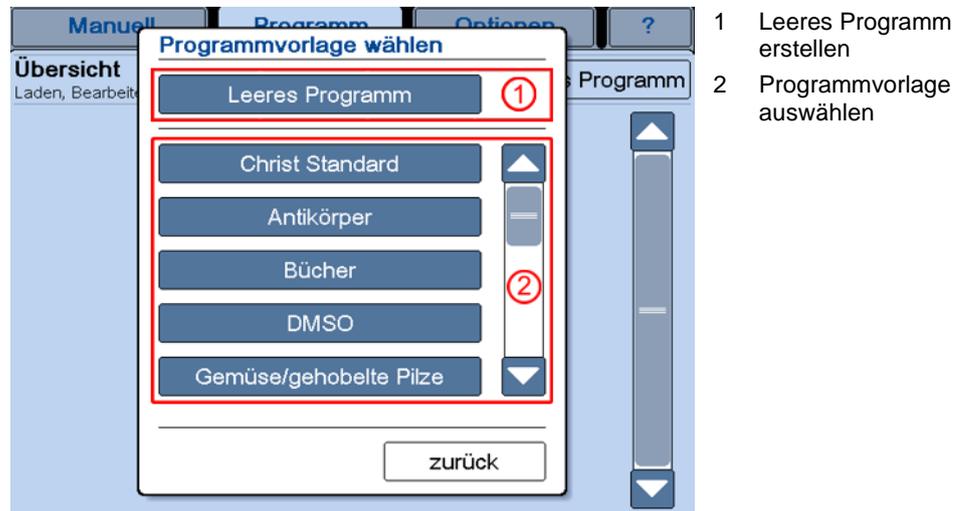


Abb. 58: Dialogfenster Programmvorlage

#### Leeres Programm erstellen (1)

Mit dieser Schaltfläche wird eine leere Programmvorlage aufgerufen. Lediglich Abschnitt 1 ist fest definiert als "Beladen". In dieser Phase werden die Startbedingungen des Programms festgelegt. Standardmäßig ist hier Raumtemperatur (20°C) vorgegeben.



Wird das Produkt außerhalb der Gefriertrocknungsanlage eingefroren (Zweikammer-Verfahren), muss in Abschnitt 1 die Stellflächentemperatur angepasst werden.

Für alle weiteren Abschnitte müssen die Sollwerte definiert werden (siehe folgende Abbildung):

- Schaltfläche "Abschnitt einfügen" (4) drücken und die Position des Abschnitts und die Gefriertrocknungsphase auswählen. Der Abschnitt wird an der definierten Stelle eingefügt.
- Parameter des eingefügten Abschnitts anpassen. Nicht alle Werte sind in allen Gefriertrocknungsphasen verfügbar.
- Nächsten Abschnitt einfügen und bearbeiten.



Beim Erstellen eines Programms muss die Reihenfolge der einzelnen Gefriertrocknungsphasen beibehalten werden. So ist es z.B. nicht möglich, einen Abschnitt "Gefrieren" nach einem Abschnitt "Haupttrocknen" einzufügen.

## 6 Betrieb

Manuell		Programm ①		Optionen		?	
01. Test 01 ②		Dauer 2:00		Abschnitte 3		③ 	
Beladen	Abs.01	Gefrieren	Abs.02	Abs.03			
Zeit h:m		1:00	1:00		④ Abs.einfügen		
Stellfläche °C	20.0	-20.0	-20.0		⑤ Abs.löschen		
Vakuum mbar					⑥ >> mehr		
Sicher.Druck mbar					Prog.kopieren		
ΔT Stellfläche °C		off	off		Prog.löschen		
ΔT Produkt °C		off	off				
LyoControl-Rx %		off	off		⑦ Speichern		

**Schaltflächen "Programm":**

- "Programm"
- "Programmname"
- "Diagramm zeigen"
- "Abschnitt einfügen"
- "Abschnitt löschen"
- weitere Funktionen und Sollwerte aufrufen
- "Speichern"

Abb. 59: Leere Programmvorlage bearbeiten

- Mit der Schaltfläche "Abschnitt löschen" (5) können Abschnitte wieder entfernt werden.
- Über die Schaltfläche ">>mehr" (6) können abhängig vom Anlagentyp weitere Funktionen und Sollwerte programmbezogen eingegeben werden (siehe nachfolgende Abschnitte unten).
- Auf diese Weise ein komplettes Programm nach individuellen Vorgaben erstellen.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Diagramm" (3) wird das Programm grafisch dargestellt.
- Durch Drücken auf die Schaltfläche "Programmname" (2) erscheint ein Fenster, mit dem der Name verändert werden kann.
- Mit der Schaltfläche "Speichern" (7) kann das Programm jederzeit zwischendurch und nach beendeter Eingabe gesichert werden.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Programm" (1) wird zurück in das Hauptfenster gewechselt. Falls noch nicht geschehen, erfolgt noch eine Abfrage, ob das Programm gespeichert werden soll.

Dem Programm wird automatisch der erste freie Programmplatz zugewiesen. Es ist nun erstellt und kann geladen werden.

### Schaltfläche ">>mehr"

Über die Schaltfläche ">>mehr" eines Programms können verschiedene Funktionen und Sollwerte programmbezogen eingegeben werden.

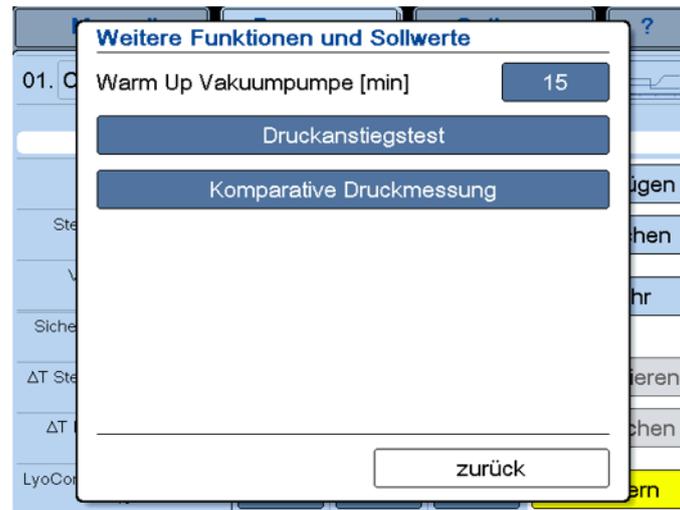


Abb. 60: Auswahl programmbezogener Funktionen und Sollwerte

### WarmUp Vakuumpumpe

siehe Kapitel 6.6 - "Optionale Erweiterungen"

*Option: Druckanstiegstest (nur bei → Zweikammer-Verfahren, siehe Kapitel 6.6 - "Optionale Erweiterungen")*

Der → *Druckanstiegstest* kann nur dann ausgeführt werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage mit einem Zwischenventil ausgerüstet ist.



Die Anzeige des Messwertes "dp Test" kann im Kapitel 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Manuell"" unter "Istwerte aktueller Prozess" im Dialogfenster "Auswahl Istwert" konfiguriert werden.

Im Gegensatz zum Druckanstiegstest im manuellen Modus kann im Programmmodus durch mehrmaliges Drücken der Schaltfläche zwischen verschiedenen Ausführungsvarianten gewählt werden.

- **Periodischer Druckanstiegstest:**  
Der Test wird periodisch während der gesamten Haupt- bzw. Nachtrocknung ausgeführt. Es gelten die Parameter "Testzeit" und "Zeit zwischen den Tests". Der maximale Druckanstieg wird auf 100 %, bezogen auf den Istwert zu Beginn der Messung, begrenzt. Wird der Wert überschritten, erfolgt ein Abbruch des Druckanstiegstests, um ein Antauen des Produkts zu verhindern.
- **Weiterschaltbedingung:**  
Im letzten Haupttrocknungs- bzw. Nachtrocknungsabschnitt werden zwei Druckanstiegstests durchgeführt und ausgewertet. Der Startzeitpunkt wird von der Anlagensteuerung automatisch berechnet, es gelten die Parameter "Testzeit" und "Zeit zwischen den Tests". Sind die Werte des Druckanstiegs bei beiden Tests nicht größer als der vorgegebene Parameter "Druckanstieg", gilt der Trocknungsprozess unter den aktuellen Bedingungen als abgeschlossen. Somit ist die

## 6 Betrieb

Weiterschaltbedingung erfüllt und der nächste Abschnitt wird eingeleitet.

Ist die Weiterschaltbedingung nicht erfüllt, wird eine Prozessmeldung ausgegeben, der aktuelle Abschnitt wird verlängert und weitere Druckanstiegstests periodisch ausgeführt, bis die Weiterschaltbedingung erfüllt ist. Überschreitet der Istwert vor Ablauf der vorgewählten Zeit den Sollwert, wird der Test abgebrochen, um ein Antauen des Produktes zu verhindern.

- **Periodisch & Weiterschaltbedingung:**  
Diese Variante ist eine Kombination der vorher beschriebenen Möglichkeiten. Der Test wird periodisch während der gesamten Haupt- bzw. Nachtrocknung ausgeführt. Der maximale Druckanstieg wird auf 100 %, bezogen auf den Istwert zu Beginn der Messung, begrenzt. Überschreitet der Istwert vor Ablauf der vorgewählten Zeit den Sollwert, wird der Test abgebrochen, um ein Antauen des Produktes zu verhindern.  
Sind die Werte des Druckanstiegs bei beiden Tests nicht größer als der vorgegebene Parameter "Druckanstieg", gilt der Trocknungsprozess unter den aktuellen Bedingungen als abgeschlossen. Somit ist die Weiterschaltbedingung erfüllt und der nächste Abschnitt wird eingeleitet.  
Ist die Weiterschaltbedingung nicht erfüllt, wird eine Prozessmeldung ausgegeben, der aktuelle Abschnitt wird verlängert und weitere Druckanstiegstests periodisch ausgeführt, bis die Weiterschaltbedingung erfüllt ist.
- **Deaktiviert:**  
Es wird kein Druckanstiegstest während der Haupt- bzw. Nachtrocknung durchgeführt. Eine Auswertung findet nicht statt.

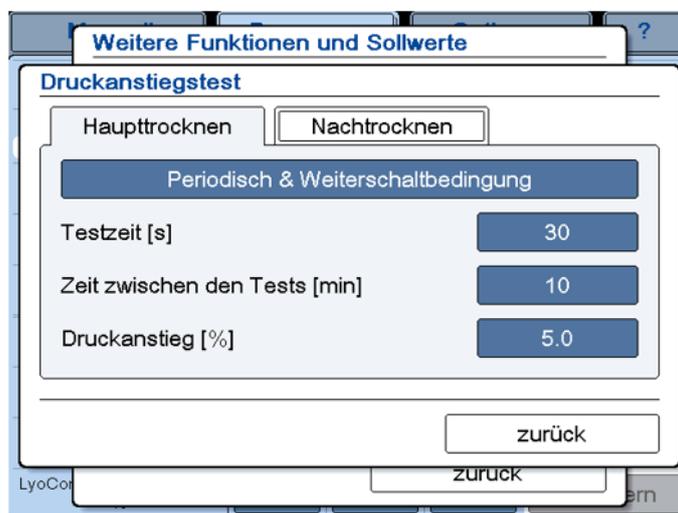


Abb. 61: Dialogfenster "Druckanstiegstest" im Programmmodus

Option: Komparative Druckmessung (s. Kap. 6.6 - "Optionale Erweiterungen")

**i**  
**HINWEIS**

Die Anzeige des Messwertes "dp Komp" kann im Kapitel 6.5.1.1 - "Hauptfenster "Manuell"" unter "Istwerte aktueller Prozess" im Dialogfenster "Auswahl Istwert" konfiguriert werden.

Durch Drücken der Schaltfläche im Dialogfenster kann die komparative Druckmessung aktiviert bzw. deaktiviert werden.

- Weberschaltbedingung:  
 Liegt der Differenzwert zwischen Pirani- und kapazitiver Vakuummesssonde am Ende des letzten Haupttrocknungsabschnitts unter der Sollwert " $\Delta p$  Komparativ", gilt der Trocknungsprozess unter den aktuellen Bedingungen als abgeschlossen. Somit ist die Weberschaltbedingung erfüllt, und der nächste Abschnitt wird eingeleitet. Ist die Weberschaltbedingung nicht erfüllt, wird eine Prozessmeldung ausgegeben, der aktuelle Abschnitt wird verlängert und weitere Druckanstiegstests periodisch ausgeführt, bis die Weberschaltbedingung erfüllt ist.
- Deaktiviert:  
 Es wird keine komparative Druckmessung während der Haupttrocknung durchgeführt. Eine Auswertung findet nicht statt.

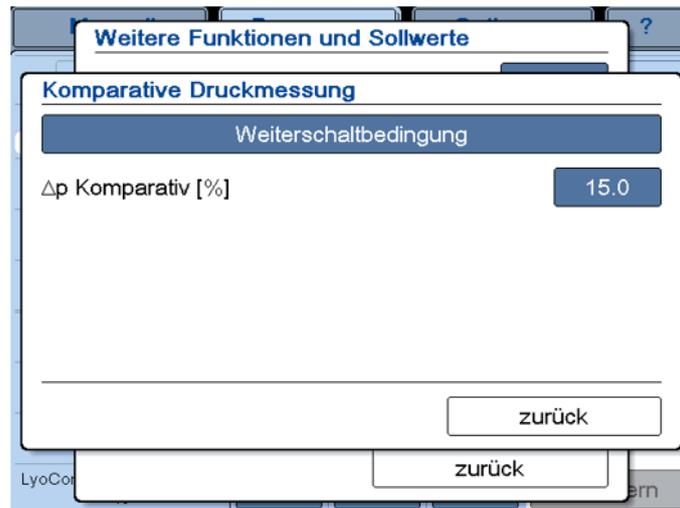


Abb. 62: Dialogfenster "Komparative Druckmessung"

## 6 Betrieb

### Programmvorlagen (2)

Der Programmgeber PGMplus bietet außerdem 14 verschiedene Programmvorlagen, die Rezepte für die unterschiedlichsten Anwendungen der Gefriertrocknung beinhalten. Sie dienen als Orientierungsvorschlag und müssen dem individuellen Einsatzbereich angepasst werden.

Nach Auswahl einer Programmvorlage erscheint ein Fenster mit Informationen zum Trocknungsverfahren.

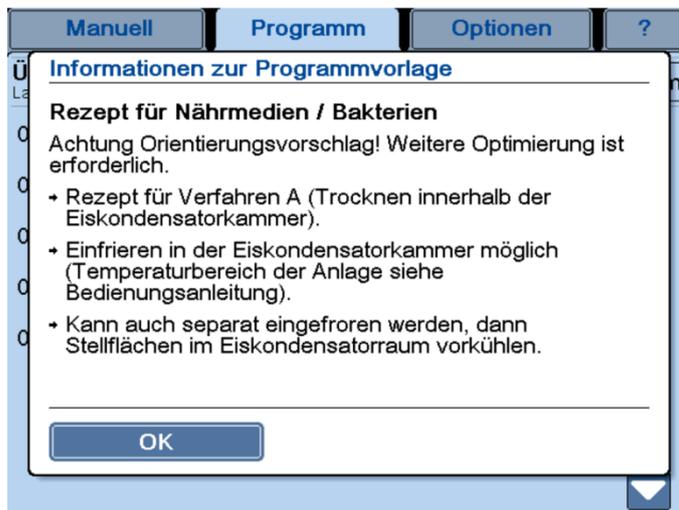


Abb. 63: Informationen zur Programmvorlage, hier: Rezept für Nährmedien / Bakterien

Nach Bestätigen der Information wird die Programmvorlage angezeigt.

- Wie bei einem leeren Programm können Abschnitte hinzugefügt oder gelöscht und die Sollwerte entsprechend angepasst werden.

#### 6.5.3.2 Programm bearbeiten

Ein bestehendes Programm kann modifiziert werden, solange es nicht geladen ist.

- Im Hauptfenster "Programm" aus der Liste das Programm auswählen, das bearbeitet werden soll.
- Durch Drücken der Schaltfläche mit dem Programmnamen öffnet sich das Fenster mit den Programmdateien zur Bearbeitung.
- Änderungen durchführen und speichern (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").
- Dialogfenster durch Drücken der Schaltfläche "Programm" verlassen. Das Programm ist jetzt auf dem bestehenden Programmplatz geändert.



Es ist möglich, während eines Programmlaufs in den manuellen Modus zu wechseln, z.B. um ein Programm während der Laufzeit zu ändern. Durch Anwählen des gewünschten Startabschnitts und einer Startzeit kann der Zeitpunkt des Programms bestimmt werden, an dem der Lauf fortgesetzt wird.

### 6.5.3.3 Programm kopieren

Soll ein neues Programm auf der Basis eines bereits bestehenden Programms erstellt werden, kann das bereits vorhandene Programm kopiert werden. Voraussetzung ist ein freier Programmplatz.

- Im Hauptfenster "Programm" aus der Liste das Programm auswählen, das kopiert werden soll.
- Durch Drücken der Schaltfläche mit dem Programmnamen öffnet sich das Fenster mit den Programmdateien.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Programm kopieren" wird eine Kopie des Programms erstellt.
- Kopie bearbeiten und speichern (s. Kap. 6.5.3.1 - "Programm erstellen").
- Dialogfenster durch Drücken der Schaltfläche "Programm" verlassen. Dem Programm wird automatisch der erste freie Programmplatz zugewiesen.

### 6.5.3.4 Programm laden

Soll ein Gefriertrocknungsprozess programmgesteuert ausgeführt werden, muss dazu ein Programm geladen werden.

- Das Hauptfenster "Programm" aufrufen. Dort wird die Liste mit allen gespeicherten Programmen angezeigt.
- Schaltfläche "Laden" hinter dem Programmnamen drücken. Es erscheint ein Dialogfenster, in dem Startabschnitt, Startzeit oder Starttemperatur individuell angepasst werden können. Über die Schaltfläche "Info" kann eine Programminformation zu dem aktiven Programm aufgerufen werden, die Angaben zu Restlaufzeit und Programmende beinhaltet und eine grafische Darstellung des Prozessablaufs ermöglicht.



Abb. 64: Dialogfenster "Programm laden"

- Durch Drücken der Schaltfläche "Laden" werden die Programmdateien übernommen. Das Display wechselt in die Standard-Bedienoberfläche.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Programm starten" wird der Gefriertrocknungsprozess in Gang gesetzt.

## 6 Betrieb



Abb. 65: Mit "Programm starten" wird der Gefriertrocknungsprozess in Gang gesetzt.

- Während des Gefriertrocknungsprozesses kann über das Hauptfenster "Programm" und die Schaltfläche "Info" die Programminformation zu dem aktiven Programm ebenfalls aufgerufen werden.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Stopp" wechselt die Anlage in den Betriebszustand Standby – Manuell Gefrieren.



Standardmäßig wird das Programm mit dem Abschnitt 02 "Gefrieren" begonnen. Soll das Programm mit Abschnitt 01 "Beladen" gestartet werden, muss dieser Abschnitt manuell ausgewählt werden. In diesem Fall erscheint nach dem Starten des Programms die Schaltfläche "Programm weiterschalten". Ist der Beladevorgang abgeschlossen, wird das Programm durch Betätigen dieser Schaltfläche fortgesetzt.

### 6.5.3.5 Programm löschen

Im Programmgeber PGMplus stehen 32 Programmplätze zur Verfügung. Sind alle belegt, muss ein Programm gelöscht werden, bevor ein neues erstellt werden kann.

- Im Hauptfenster "Programm" aus der Liste das Programm auswählen, das gelöscht werden soll.
- Durch Drücken der Schaltfläche mit dem Programmnamen öffnet sich das Fenster mit den Programmdateien.
- Schaltfläche "Programm löschen" drücken. Es erscheint ein Dialogfenster mit einer Rückfrage.
- Nach Bestätigen der Rückfrage wird das Programm gelöscht.

Der Programmplatz in der Liste ist jetzt frei. Die Nummer wird nicht mehr aufgeführt.

## 6.6 Optionale Erweiterungen

Die Grundanlage ist mit folgenden optionalen Funktionen erweiterbar:

### **Druckanstiegstest**

siehe auch Kapitel 6.5.3.1 - "Programm erstellen", Schaltfläche ">>mehr"

Der Druckanstiegstest kann nur beim → *Zweikammer-Verfahren* durchgeführt werden. Während des Druckanstiegstests verhindert das Zwischenventil den Dampffluss von der Trocknungskammer zum Eiskondensator, so dass der Wasserdampf der → *Sublimation* nicht abströmen kann. Die Folge ist ein mehr oder weniger starker Druckanstieg, der in der Produktkammer gemessen wird. Der Druckanstiegstest wird als automatisches Umschaltkriterium zwischen Haupt- und Nachtrocknung sowie zur Erkennung des Prozessendes herangezogen.

### **Komparative Druckmessung**

siehe auch Kapitel 6.5.3.1 - "Programm erstellen", Schaltfläche ">>mehr"

Die gasartabhängige Vakuummesssonde der Trocknungskammer nach "Pirani" (z.B. Thyracont VSP62/63) zeigt während der Sublimation, also bei höher Konzentration bei Wasserdampfmolekülen in der Atmosphäre, eine Abweichung gegenüber einer kapazitiven Vakuummesssonde (z.B. MKS 722B). Nimmt der Anteil an Wasserdampfmolekülen zum Ende der Haupttrocknung ab, gleichen sich die Sensoren einander an. Diese Differenz wird ausgewertet und als Indikator zur Erkennung des Trocknungsendes der Haupttrocknung genutzt.

### **Lecktest**

siehe auch Kapitel 6.5.2.1 - "Sollwerteingaben im manuellen Modus"

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.

### **Programmgeber PGMplus**

siehe auch Kapitel 6.5.3 - "Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus"

Mit dem Programmgeber PGMplus kann ein kompletter Gefriertrocknungsprozess vollständig automatisch und unter reproduzierbaren Bedingungen ablaufen.

## 6 Betrieb

---

### **USB Prozessaufzeichnung**

siehe auch Kapitel 6.5.2 - "Gefriertrocknung manuell", 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.

### **LyoControl Messsystem**

Mit Hilfe des LyoControl Messsystems ist es möglich, den Kristallationszustand des Produktes zu bestimmen. Im flüssigen Zustand ist der elektrische Widerstand sehr gering. Während des Gefrierens steigt der Widerstand an. Der LyoControl-Sensor misst diesen elektrischen Widerstand.

### **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.

### **LPCplus SCADA System**

Das LPCplus System besteht aus der von der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH entwickelten SCADA-Software (Supervisory Control And Data Acquisition) LPCplus und einem dazugehörigen PC. Dieses Prozessleitsystem ist mit der LSCplus-Steuerungseinheit der Gefriertrocknungsanlage via Ethernet verbunden und erlaubt sowohl die Bedienung aller Gefriertrocknungsfunktionen wie auch die Prozessaufzeichnung (Messdaten und Ereignisse), Prozessdokumentation und Datensicherung. Weiterhin ermöglicht das System die komfortable Verwaltung von Gefriertrocknungsprogrammen /-rezepten sowie die Benutzerverwaltung.

## 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 Kapitel 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



Vakuump Kontrollen 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!

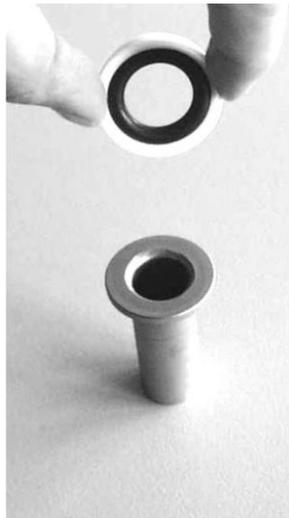


Abb. 66: Kleinflansch und Zentrierring

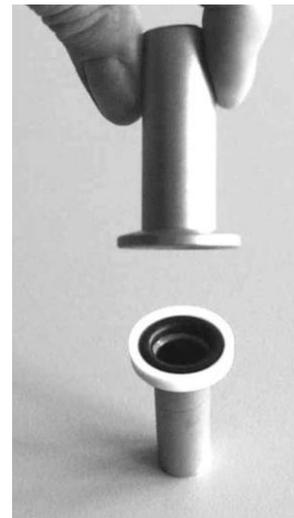


Abb. 67: Kleinflansch und Zentrierring mit Kleinflansch



Abb. 68: Ansetzen des Spannrings

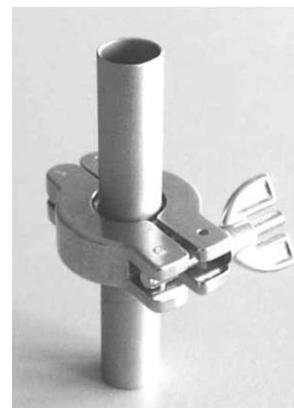


Abb. 69: Festziehen des Spannrings

## 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 "Manuell", 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 Geräuschentwicklung,
- 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 herausdrehen.
- 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

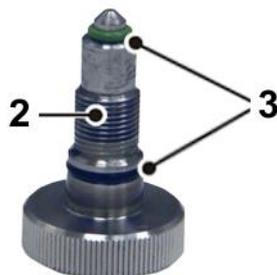
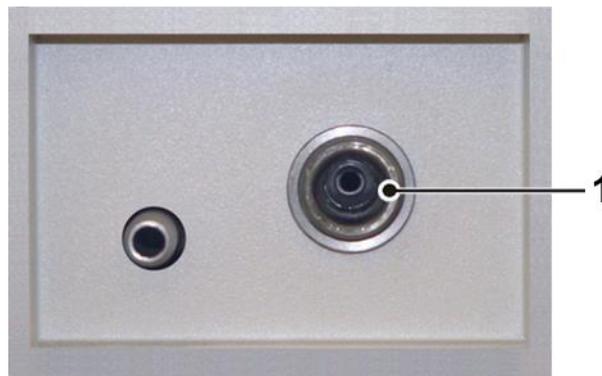


Abb. 70: Ventilöffnung und Ventileinsatz mit O-Ringen  
 (Beispielabbildung, variiert je nach Anlagentyp)

- 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. 7.1.2.2 - "Belüftungsventil, Medienablaufventil").

## 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. Staub-belag 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 Elektro-fachkraft 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



**HINWEIS**

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 Ölnelabscheider (Auspufffilter)****HINWEIS**

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 (Ölnelabscheider) ausgerüstet sein.

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

**8.1.8 Kältesystem****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!
- Während der Arbeiten am Kältesystem nicht essen, trinken oder rauchen!

**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!

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

## 8 Wartung und Instandhaltung

### 8.1.9 Vakuummesssonde



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



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.

## 8.2 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)

## 8 Wartung und Instandhaltung

---

### **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].



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

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 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

Hersteller:	Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH An der Unteren Söse 50 37520 Osterode (Deutschland)	
Gerätetyp:	<b>Gamma 1-16 LSCplus</b>	<b>Gamma 2-16 LSCplus</b>
Bestellnummer:	102210	102211
<b>Leistungsdaten</b>	<b>Gamma 1-16 LSCplus</b>	<b>Gamma 2-16 LSCplus</b>
<u>Eiskondensator</u>		
- Kapazität:	max. 16 kg	max. 16 kg
- Leistung:	max. 12 kg / 24 h	max. 12 kg / 24 h
- Temperatur:	ca. -60°C	ca. -85°C
- Kammervolumen:	ca. 30 l	ca. 30 l
<u>Stellflächentemperierung:</u> Gefrieren und bei Trocknung innerhalb der Eiskondensatorkammer (→ <i>Einkammer-Verfahren</i> )	ca. -40°C bis +60°C	ca. -50°C bis +60°C
<u>Stellflächentemperierung:</u> Trocknung außerhalb der Eiskondensatorkammer (→ <i>Zweikammer-Verfahren</i> )	Raumtemperatur bis +60°C	Raumtemperatur bis +60°C
<u>Max. Stellfläche:</u> (→ <i>Einkammer-Verfahren</i> )		
- Trocknung innerhalb der Eiskondensatorkammer	5 Stellflächen à Ø 200 mm $A_{ges}=0,155 \text{ m}^2$	5 Stellflächen à Ø 200 mm $A_{ges}=0,155 \text{ m}^2$
- bei Trocknung in Injektionsflaschen mit Verschließen unter Vakuum oder Stickstoffatmosphäre innerhalb der Eiskondensatorkammer	2 Stellflächen à Ø 250 mm, $A_{ges}=0,09 \text{ m}^2$	2 Stellflächen à Ø 250 mm, $A_{ges}=0,09 \text{ m}^2$
<u>Max. Stellfläche:</u> (→ <i>Zweikammer-Verfahren</i> ):		
- Trocknung außerhalb der Eiskondensatorkammer	8 Stellflächen à Ø 375 mm $A_{ges}=0,88 \text{ m}^2$	8 Stellflächen à Ø 375 mm $A_{ges}=0,88 \text{ m}^2$
- bei Trocknung in Injektionsflaschen mit Verschließen unter Vakuum oder Stickstoffatmosphäre außerhalb der Eiskondensatorkammer	4 Stellflächen à Ø 250 mm, $A_{ges}=0,18 \text{ m}^2$	4 Stellflächen à Ø 200 mm, $A_{ges}=0,18 \text{ m}^2$
- bei Trocknung in Rundkolben	12 Stück bzw. 24 oder 36 Stück	12 Stück bzw. 24 oder 36 Stück
<b>Anschlussdaten (ohne Vakuumpumpe und Zubehör)</b>	<b>Gamma 1-16 LSCplus</b>	<b>Gamma 2-16 LSCplus</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:	1,1 kVA	1,4 kVA
Nennstrom:	4,5 A	6,5 A
Netzsicherung:	14 A	14 A

## 10 Technische Daten

<b>Anschlussdaten (ohne Vakuumpumpe und Zubehör)</b>	<b>Gamma 1-16 LSCplus</b>	<b>Gamma 2-16 LSCplus</b>
Anschluss Vakuumpumpe:	230 V, 50/60 Hz, max. 6,5 A	230 V, 50/60 Hz, max. 4,5 A

<b>Füllmengen</b>	<b>Gamma 1-16 LSCplus</b>	<b>Gamma 2-16 LSCplus</b>
<u>Nicht brennbare Kältemittel</u>	Füllmenge $\triangleq$ CO <sub>2</sub> -Äquivalent	Füllmenge $\triangleq$ CO <sub>2</sub> -Äquivalent
- Isceon 89:	900 $\triangleq$ 3,42 t	--
oder	oder	
- R290:	--	10 g $\triangleq$ <0,01 t
- R404A:	750 g $\triangleq$ 2,84 t	240 g $\triangleq$ 0,91 t
- R508B:	12 g $\triangleq$ 0,16 t	86 g $\triangleq$ 1,15 t
<u>Brennbare Kältemittel</u>	Füllmenge $\triangleq$ CO <sub>2</sub> -Äquivalent	
- R1270:	70 g $\triangleq$ <0,01 t	--
- R170:	16 g $\triangleq$ <0,01 t	--

<b>Physikalische Daten (ohne Vakuumpumpe und Zubehör)</b>	<b>Gamma 1-16 LSCplus</b>	<b>Gamma 2-16 LSCplus</b>
Abmessungen der Anlage		
- Höhe:	495 mm	495 mm
- Breite:	860 mm	860 mm
- Tiefe:	675 mm + 80 mm Vakuumanschluss	675 mm + 80 mm Vakuumanschluss
Gewicht:	ca. 135 kg	ca. 160 kg
Geräuschpegel nach DIN 45635:	54 dB(A)	54 dB(A)
Funkentstört gemäß EN 55011:	Klasse B	Klasse B
Wärmeabgabe:	min. 0,75 kW max. 1,3 kW	min. 1,6 kW max. 2,2 kW

<b>Betriebsmittelanschlüsse</b>	<b>Gamma 1-16 LSCplus</b>	<b>Gamma 2-16 LSCplus</b>
Belüftung:	Schlauchtülle DN6 (max. Außendurchmesser 10 mm)	Schlauchtülle DN6 (max. Außendurchmesser 10 mm)
Ablauf:	Schlauchtülle DN10 (Außendurchmesser 12 mm)	Schlauchtülle DN10 (Außendurchmesser 12 mm)
Vakuumanschluss:	Kleinflanschverbindung DN25KF (ISO 28403, DIN 2861)	Kleinflanschverbindung DN25KF (ISO 28403, DIN 2861)
Vakuummesssonde:	SUB D-9 VCP 63	SUB D-9 VCP 63
Datenschnittstelle (LAN):	RJ 45	RJ 45

<b>Sonderausstattung: Wasserkühlung</b>	<b>Gamma 1-16 LSCplus</b>	<b>Gamma 2-16 LSCplus</b>
Bestellnummer:	102211	102212
Kühlwasserverbrauch:	max. 0,17 m <sup>3</sup> /h	max. 0,27 m <sup>3</sup> /h
Mittels Kühlwasser abgeführte Wärme:	1,3 kW	2,2 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  $\pm 10\%$  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 Mathematische Zusammenhänge

Den unter dem Menüpunkt "Programmgeber" (s. Kap. 6.5.3 - "Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus") ablaufenden automatischen Vorgängen liegen folgende Überlegungen zugrunde:

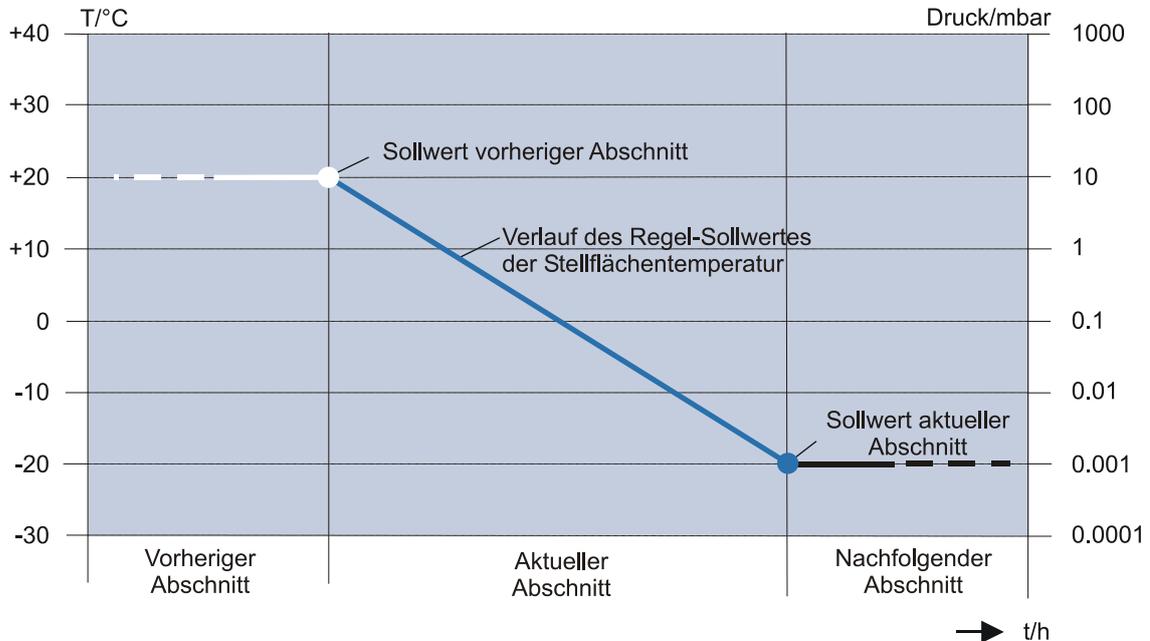


Abb. 71 Grafische Darstellung der Veränderung des Regelsollwertes

#### Berechnung des Regelsollwertes und der Steigung für Temperatur:

$$\text{Steigung} = \frac{\text{Sollwert aktueller Abschnitt} - \text{Sollwert vorheriger Abschnitt}}{\text{Abschnittszeit des aktuellen Abschnitt}} \quad [^{\circ}\text{C}/\text{min}]$$

$$\text{Regelsollwert} = \text{Soll.vorherigerAbs} + \text{verstricheneAbschnittszeit} \cdot \text{Steigung} [^{\circ}\text{C}]$$

Beispiel:

Abschnitt	Sollwerte	
	Abschnittszeit [h:min]	Temperatur [°C]
vorheriger	...	30
aktueller	1:00	60

$$\text{Steigung} = \frac{60^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}}{60 \text{ min}} = \frac{30^{\circ}\text{C}}{60 \text{ min}} = 0,5^{\circ}\text{C} / \text{min}$$

Somit ergibt sich z.B. nach 30 Minuten verstrichener Abschnittszeit ein Regelsollwert für die Temperatur von:

$$\text{Regelsoll}_{(t=30\text{min})} = 30^{\circ}\text{C} + 30 \text{ min} \cdot 0,5^{\circ}\text{C} / \text{min} = 45^{\circ}\text{C}$$

#### Berechnung des Regelsollwertes für Vakuum:

$$\text{Regelsoll} = 10^{\text{LOG10}(\text{Soll.vorh.Abs}) + \left( \frac{\text{LOG10}(\text{Soll.akt.Abs}) - \text{LOG10}(\text{Soll.vorh.Abs})}{\text{Abschnittszeit des aktuellen Abschnitt}} \right) \cdot \text{verstrichene Abschnittszeit}} \quad [\text{mbar}]$$

## 11.2 Kurzbedienungsanleitung

### Funktions- und Bedienelemente:

- 1 Eiskondensator-kammer
- 2 LSCplus-Bedienoberfläche



Abb. 72: Gesamtansicht der Gefriertrocknungsanlage

- 3 Touch panel



Abb. 73: Bedienoberfläche mit Touch panel

## 11 Anhang

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

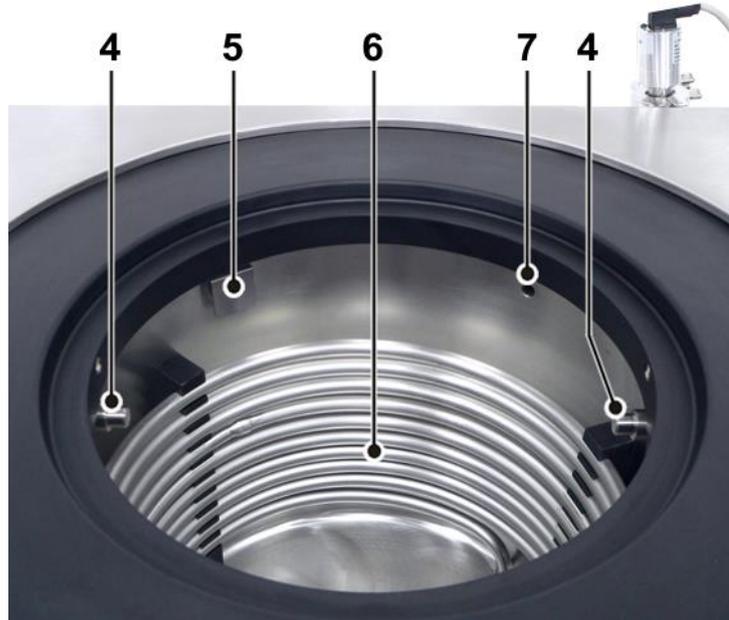


Abb. 74: Eiskondensatorkammer

- 8 Steuerung ein/aus (Netzschalter)



Abb. 75: rechte Seite der Gefriertrocknungsanlage

- 9 Belüftungsventil
- 10 Medienablaufventil



Abb. 76: linke Seite der Gefriertrocknungsanlage

- 11 Serielle Schnittstelle
- 12 Elektr. Anschluss für Vakuummesssonde
- 13 Typenschild
- 14 Wärmetauscher des Kälteaggregats (hinter der Verkleidung)
- 15 Vakuummesssonde
- 16 Option: Anschluss für Hebevorrichtung
- 17 Spannungsversorgung Vakuumpumpe
- 18 Vakuumanschluss
- 19 Netzabsicherung
- 20 Netzkabel
- 21 Potentialausgleichsschraube

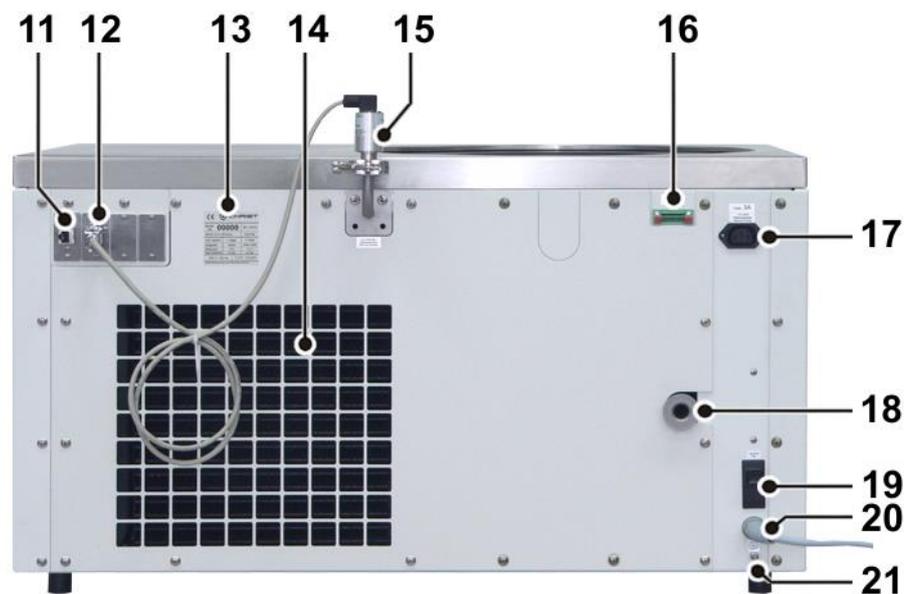


Abb. 77: Rückseite der Gefriertrocknungsanlage

## 11 Anhang

- 1 Statuszeile
- 2 Prozess-Sollwerte
- 3 Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern"
- 4 Istwerte aktueller Prozess
- 5 Schaltfläche "Tools"
- 6 Schaltfläche "Anlagenschema"
- 7 Schaltfläche "Prozess- und Anlagenmeldungen"
- 8 Schaltfläche "Betriebsart / Start"
- 9 Schaltfläche "Stopp"



Abb. 78: Bedienoberfläche LSCplus

### Schritt für Schritt – Stellflächentrocknung

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



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.



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").

**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.

## 11 Anhang



### 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.



### HINWEIS

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").



### VORSICHT

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.

### 11.3 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>	Gamma 1-16 LSCplus Gamma 2-16 LSCplus
<i>Bestellnummer:</i>	102210, 102212, 102214, 102216, 102218, 102220, 102226 102211, 102213, 102215, 102217, 102219, 102221, 102227
<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, 18.02.2016



M. Christ, Geschäftsführer

CE\_Masch\_RLGamma1-16\_2-16\_LSCplus\_2015-12-14\_de.docx

## 11 Anhang

---

## 11.4 EG-Konformitätserklärung gemäß Druckgeräterichtlinie



### EG – KONFORMITÄTSEKTLÄRUNG

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

---

## 11.5 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	

## 11 Anhang

---

## 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.

### **Druckanstiegstest**

Der Druckanstiegstest kann nur beim → *Zweikammer-Verfahren* durchgeführt werden. Während des Druckanstiegstests verhindert das Zwischenventil den Dampffluss von der Trocknungskammer zum Eiskondensator, so dass der Wasserdampf der → *Sublimation* nicht abströmen kann. Die Folge ist ein mehr oder weniger starker Druckanstieg, der in der Produktkammer gemessen wird. Bei vollständig getrocknetem Produkt verschlechtert sich das Vakuum nicht oder nur sehr gering.

Der Druckanstiegstest wird häufig als automatisches Umschaltkriterium zwischen Haupt- und Nachtrocknung sowie zur Erkennung des Prozessendes herangezogen.

### **Einkammer-Verfahren**

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.

### **Komparative Druckmessung**

Die gasartabhängige Vakuummesssonde der Trocknungskammer nach "Pirani" (z.B. Thyracont VCP63) zeigt während der Sublimation, also bei höherer Konzentration bei Wasserdampfmolekülen in der Atmosphäre, eine Abweichung gegenüber einer kapazitiven Vakuummesssonde (z.B. MKS 722B). Nimmt der Anteil an Wasserdampfmolekülen zum Ende der Haupt-

## 12 Glossar

---

trocknung ab, gleichen sich die Sensorren einander an. Diese Differenz wird ausgewertet.

Die komparative Druckmessung wird häufig als automatisches Umschaltkriterium zwischen Haupt- und Nachtrocknung sowie zur Erkennung des Prozessendes herangezogen.

### **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 über Eis einer Temperatur 5°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.

### **Wireless Shelf Technology**

Die Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH hat mit Wireless Shelf Technology (WST) ein System für Laboranlagen entwickelt, das Kabelverbindungen an den einzelnen elektrisch beheizbaren Stellflächen und anderen Zubehörteilen überflüssig macht. Ein Anschlussblech mit zwei elektrischen Kontakten wird zwischen der Eiskondensatorkammer und der externen Trocknungskammer platziert. Sie bildet die zentrale Ebene, an der die Zubehörteile angeschlossen werden. Jedes elektronisch gesteuerte Zubehörteil ist mit einem separaten Modul ausgestattet. Mit Hilfe dieser Module können verschiedenste Teile miteinander kombiniert werden.

### **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) .....	95
Abholauftrag (nur innerhalb Deutschlands)	99
Ablauf (Anschluss) .....	102
Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses..	20
Abmessungen .....	35
Abtauen .....	70
Abtauen mit Heißgas .....	22
Abtauen mit Warmwasser .....	22
Abtauwasser, kontaminiert (Gefahren) .....	30, 40, 88, 93
Akustischer Signalgeber .....	60
Allgemeine Arbeiten (Wartung) .....	91
Allgemeine Störungen .....	85
Allgemeinen Geschäftsbedingungen .....	11
Angezeigter Vakuumwert nicht korrekt .....	86
Anlagenschema .....	50
Anschluss .....	33
Anschluss (Gefahren) .....	28
Anschluss Ablauf .....	102
Anschluss Belüftung .....	102
Anschluss für Vakuummesssonde .....	15, 107
Anschluss Kühlwasserrücklauf .....	102
Anschluss Kühlwasserzulauf .....	102
Anschluss Vakuumpumpe .....	102
Anschlussart .....	39
Anschlussdaten .....	101
Anzeigen oder Ändern der Sollwerte .....	70
Artikelnummer .....	16
Aufbau der Gefriertrocknungsanlage .....	13
Auffüllen von Betriebsmitteln .....	32
Aufstellort .....	38
Aufstellung .....	33
Aufstellung (Gefahren) .....	27
Aufstellung und Anschluss .....	38
Ausgangsprodukte, säurehaltig .....	11
Ausschalten .....	84

### B

Baujahr (Monat/Jahr) .....	16
Bedienoberfläche .....	45
Bedienpersonal .....	25, 26

Belüften .....	70
Belüften bei Trocknungsende .....	21
Belüftung .....	38, 89
Belüftung (Anschluss) .....	102
Belüftungsventil .....	15, 39, 88, 107
Belüftungsventil (Wartung) .....	93
Berechnung des Regelsollwertes für Vakuum .....	104
Berechnung des Regelsollwertes und der Steigung für Temperatur .....	104
Beschilderung des Geräts .....	23
Bestellnummer .....	101, 102
Bestimmungsgemäße Verwendung .....	9
Betriebsart wählen / starten .....	53
Betriebsmittelanschlüsse .....	102
Betriebsmittelkennzeichen .....	52, 64, 117
Betriebssicherheit .....	96
Betriebsspannung .....	39
Betriebsstunden .....	64
Betriebszustand .....	47
Brandschutz .....	33

### C

CE-Zeichen gemäß Richtlinie 2006/42/EG .....	23
Chemische Reaktionen .....	96

### D

Dampfdruckkurve für Eis und Wasser .....	17, 18, 48
Datenschnittstelle (LAN) .....	102
Datum / Zeit .....	59
Dekontaminationserklärung .....	99
Dekontaminationsmittel .....	92
delta p Druckerhöhungstest (optional) .....	73
deltaT Komparativ .....	73
deltaT Produkt .....	73
deltaT Stellfläche .....	73
Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör .....	97
Desinfektionsmittel .....	97
Desorption .....	117
Detailinformationen .....	52
Detailinformationen zu Software-Versionen .....	68

## Index

DGUV Vorschrift 3 .....	98	<b>G</b>	
Dialogfenster "Anlagenschema" .....	50	Gefahren (allgemein, Transport bis Inbetriebnahme) .....	27
Dialogfenster "Betriebsart wählen / starten" .....	53	Gefahren (Anschluss) .....	28
Dialogfenster "Neues Programm" .....	56	Gefahren (Aufstellung) .....	27
Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" .....	51	Gefahren (Elektrizität) .....	28, 39, 94
Dialogfenster "Tools" .....	48	Gefahren (kontaminiertes Abtauwasser) .....	30, 40, 88, 93
Druckanstiegstest .....	50, 77, 83, 117	Gefahren (kontaminiertes Kondensat) .....	30, 40, 88, 93
Druckkorrosion siehe auch Korrosion .....	96	Gefahren (Lösungsmittel) .....	30
Druckmessung, komparative .....	83	Gefahren (Oberflächen, heiß) .....	30, 92
Druckstellen .....	96	Gefahren (Oberflächen, kalt) .....	31
Drucksteuerventil .....	42	Gefahren (Produkte, gesundheitsschädlich) .....	29
Drucksteuerventil (Fehlfunktion) .....	88	Gefahren (Säuren) .....	30
<b>E</b>		Gefahren (Transport) .....	27
EG-Konformitätserklärung .....	12, 111	Gefahrenhinweise .....	9, 11, 26
EG-Konformitätserklärung Druckgeräterichtlinie .....	113	Gefahrenstoffe .....	97
Einhaltung der EG-Richtlinien zum Arbeitsschutz .....	25	Gefahrstoffe, Umgang .....	34
Einkammer-Verfahren .....	58, 117	Gefrieren .....	20
Einschalten .....	44	Gefriertrocknung allgemein .....	17
Eiskondensator .....	101	Gefriertrocknung manuell .....	68
Eiskondensatorkammer, Reinigung .....	92	Gefriertrocknungsanlage (Entsorgung) .....	100
Eiskondensatortemperatur .....	73	Gefriertrocknungsanlage vorbereiten .....	44
Elektrischer Anschluss .....	101	Gefriertrocknungsanlage, Reinigung .....	92
Elektrisches System (Wartung) .....	94	Gefügezerstörungen .....	96
Elektrizität (Gefahren) .....	28, 39, 94	Geräteoptionen .....	62
Energieversorgung .....	39	Gerätetyp .....	16, 90, 98, 101
Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage .....	100	Geräuschpegel .....	102
Entsorgung der Verpackung .....	100	Gewährleistung und Haftung .....	11
Ersatzteilanfragen .....	90	Gewicht .....	35, 102
Erste Inbetriebnahme .....	44	Gummiventile .....	43, 88
Eutektischer Punkt .....	117	<b>H</b>	
externer Datenträger .....	47	Haftung .....	91
<b>F</b>		Hauptfenster "?" .....	68
Fabriknummer .....	16, 68, 90, 98	Hauptfenster "Manuell" .....	46
Fachpersonal .....	88, 93, 97, 99	Hauptfenster "Optionen" .....	57
Fehlerbeschreibung .....	99	Hauptfenster "Programm" .....	56
Fehlerspeicher .....	65	Haupttrocknung .....	21
Fehlersuche .....	85	Heißgasabtauung .....	22
Fehlfunktion (Drucksteuerventil) .....	88	Hersteller .....	91, 101
Formular zur Rücksendung defekter Teile .....	99	<b>I</b>	
Füllmengen .....	102	Inbetriebnahme .....	12
Funktions- und Bedienelemente .....	13, 105	infektiöse Substanzen .....	97
		Informelle Sicherheitshinweise .....	26

Inspektion durch den Hersteller.....	97	Laugen.....	32
Installation des Zubehörs .....	44	Lebensdauer.....	91
Instandhaltungsarbeiten.....	97	Lecktest .....	55, 70, 83
IP-Schutzart gemäß DIN 60529 .....	101	Leeres Programm erstellen.....	75
Istwerte aktueller Prozess .....	48	Leistungsdaten .....	101
<b>K</b>		Leistungstest.....	54
Kältemittel.....	102	Lieferumfang.....	12
Kältemitteldaten .....	16	Lösungsmittel.....	32, 91
Kälteprobleme		Lösungsmittel (Gefahren).....	30
Bedingungen am Aufstellort.....	38	Lösungsmittelhaltige Ausgangsprodukte.....	9
Kälteschema .....	103	Lösungsmittel Trocknung .....	25
Kein ausreichendes Vakuum .....	85, 87	LPCplus SCADA System .....	84
Keine Anzeige auf dem Display .....	85	LSCplus Anlagensteuerung .....	45
Keine ausreichende Eiskondensator- oder		Luffeuchte.....	103
Stellflächentemperatur.....	86	Lüftungsöffnungen .....	38
Keine ausreichende		LyoControl Messsystem.....	84
Eiskondensatortemperatur .....	89	LyoControl-Rx.....	73
Kleinflanschverbindungen .....	87	LyoLogplus Messdatenerfassung.....	84
Klick bei Touch .....	61	<b>M</b>	
Komparative Druckmessung .....	79, 83, 117	Maßeinheit.....	58
Kondensat, kontaminiert (Gefahren) .....		Maßnahmen zum sicheren Betrieb .....	33
.....	30, 40, 88, 93	Mathematische Zusammenhänge .....	104
Konformitätserklärung.....	12, 111	Max. Luffeuchte .....	103
Konformitätserklärung Druckgeräterichtlinie		Maximalstrom für die Vakuumpumpe.....	42
.....	113	Medienablauf .....	70
Konstruktionswerkstoffe, Schädigung .....	91	Medienablaufventil.....	15, 40, 88, 107
Kontakt im Servicefall .....	90	Medienablaufventil (Wartung) .....	93
Kontakt zum Hersteller.....	68	mögliche drohende Gefahr.....	24
Kontamination.....	92	mögliche gefährliche Situation .....	24
Kontaminiertes Abtauwasser (Gefahren) .....		<b>N</b>	
.....	30, 40, 88, 93	Nachtrocknung.....	21
Kontaminiertes Kondensat (Gefahren) .....		Nennspannung .....	16
.....	30, 40, 88, 93	Nennstrom .....	16, 101
Korrosion .....	91, 96	Netzabsicherung.....	15, 107
Kostenvoranschlag .....	99	Netzausfall.....	86
Kühlwasserrücklauf.....	102	Netzkabel.....	15, 107
Kühlwasserverbrauch .....	102	Netzlaufwerk.....	47
Kühlwasserzulauf.....	102	Netzschalter .....	14, 106
Kurzbedienungsanleitung.....	105	Netzsicherung.....	101
<b>L</b>		Netzwerk.....	60
Laboranlagen, Systemtest .....	53	Neues Programm.....	56
Lagerbedingungen.....	35	Nichtgebrauch.....	92
Lagerung .....	35	Normen und Vorschriften .....	12
Lagerung und Transport.....	35		
Laufzeit Passworttimer.....	61		

## Index

### O

Oberflächen, heiß (Gefahren) .....	30, 92
Oberflächen, kalt (Gefahren).....	31
Ölnebelabscheider (Abgasfilter) .....	95
Ölwechsel Vakuumpumpe .....	66
Option: Druckanstiegstest .....	50, 77
Option: Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus .....	71
Option: Komparative Druckmessung.....	79
Option: Lecktest.....	55
Option: USB Prozessaufzeichnung .....	49
Optionale Erweiterungen.....	83

### P

Passwort Bediener / Service / Administrator .....	62
Passworteingabe schlägt fehl.....	85
pathogene Substanzen .....	92, 97
Pflege durch den Benutzer.....	91
Phasen der Gefriertrocknung .....	19
Physikalische Daten.....	102
Potentialausgleichsschraube . 15, 31, 39, 107	
Produkte, gesundheitsschädlich (Gefahren) .....	29
Produktrückstände entfernen .....	92
Programm bearbeiten .....	80
Programm erstellen.....	75
Programm kopieren .....	81
Programm laden .....	81
Programm löschen.....	82
Programmabschnitte.....	72
Programmgeber PGMplus .....	83
Programmliste.....	56
Programmvorlagen .....	80
Prozess Sollwerte .....	47
Prozess- und Anlagenmeldungen .....	51, 89
Prozessdaten.....	46

### R

radioaktive Substanzen.....	92
Referenzkennzeichen .....	117
Reinigung .....	32
Reinigung (Wärmetauscher) .....	94
Reinigung der Gefriertrocknungsanlage.....	91
Reinigungsmittel .....	91, 97
Restrisiken.....	34
Risikobetrachtung .....	25

Rissbildung .....	96
Rücksendung defekter Teile .....	98
Rücksendung von Gefriertrocknungsanlagen, Rotations-Vakuum-Konzentratoren, Ersatzteilen oder Zubehör .....	98

### S

Säurehaltige Ausgangsprodukte .....	11
Säuren .....	32
Säuren (Gefahr).....	30
Schädigung der Konstruktionswerkstoffe ...	91
Schaltfläche "Stopp" .....	55
Schaltfläche "Systemtest" .....	53
Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern" .....	47
Scheinleistung .....	16, 101
Schmelzdruckkurve.....	17
Schutzklasse.....	101
Schutzleiterprüfung.....	31
Sensor Abgleich.....	67
Sensor Konfiguration .....	63
Serielle Schnittstelle.....	15, 107
Seriennummer .....	68
Service.....	64
Sicherer Betrieb (Maßnahmen) .....	33
Sicherheits- und Gefahrenhinweise . 9, 11, 26	
Sicherheitsabstand .....	38
Sicherheitsbereich .....	28, 33
sicherheitsbewusstes Arbeiten.....	25
Sicherheitsdatenblätter der Hersteller für Kältemittel und Wärmeträger .....	103
Sicherheitsdruck .....	118
Sicherheitseinrichtungen.....	31
Sicherheitshinweise zu Aufstellung und Anschluss.....	27
Sicherheitshinweise zum Betrieb .....	28
Sicherheitshinweise zum Transport .....	27
Sicherheitshinweise zur Inbetriebnahme....	27
Sicherungen bauseits .....	39
Sollwerteingaben im manuellen Modus.....	69
Sonderausstattung: Abtauen mit Warmwasser .....	22
Sonderausstattung: Wasserkühlung.....	102
Sprache .....	57
Statuszeile .....	47
Stellenwert der Betriebsanleitung.....	9
Stellflächentemperierung .....	101
Steuerung ein/aus (Netzschalter).....	14, 106

Störungen ..... 34, 85  
 Störungen und Fehlersuche ..... 85  
 Stromlaufpläne ..... 103  
 Sublimation ..... 118  
 Sublimationsdruckkurve ..... 17  
 Symbol- und Hinweiserklärungen ..... 24  
 Systemeigenschaften ..... 60  
 Systemkontrolle ..... 31  
 Systemtest ..... 53  
 Systemtest Laboranlagen ..... 53

**T**

Tabelle der Sublimationsdruckkurve ..... 115  
 Technische Daten ..... 101  
 Technische Dokumentation ..... 103  
 Thermische Belastungen ..... 38, 91  
 Tools ..... 48  
 Touch panel ..... 13, 45, 105  
 Touch panel reagiert nicht oder nicht korrekt  
 ..... 85  
 toxische Substanzen ..... 92  
 Transport ..... 35  
 Transport (Gefahren) ..... 27  
 Transport bis Inbetriebnahme (Gefahren,  
 allgemein) ..... 27  
 Transporthinweise ..... 36  
 Transportsicherungen ..... 37  
 Tripelpunkt ..... 17  
 Trocknung lösungsmittelhaltiger  
 Ausgangsprodukte ..... 9  
 Trocknung säurehaltiger Ausgangsprodukte  
 ..... 11  
 Trocknung von lösungsmittelhaltigen  
 Ausgangsprodukten ..... 25  
 Trocknungsende und Belüften ..... 21  
 Typ der Anlagensteuerung ..... 68  
 Typ der Gefriertrocknungsanlage ..... 68  
 Typenschild ..... 16

**U**

Umgang mit Gefahrstoffen ..... 34  
 Umgebungsbedingungen ..... 103  
 Umgebungstemperatur ..... 38, 103  
 Umweltschutz ..... 26  
 Unbedenklichkeitsbescheinigung des  
 Betreibers ..... 99  
 Undichtigkeit im Medienablaufventil ..... 85

Undichtigkeit in einem Gummiventil ..... 85  
 Undichtigkeiten ..... 87  
 Unfallverhütung ..... 9, 26  
 Unfallverhütungsvorschriften ..... 25  
 unmittelbare drohende Gefahr ..... 24  
 Urheberrecht ..... 12  
 USB Prozessaufzeichnung ..... 49, 84  
 UV-Strahlung ..... 38, 91

**V**

Vakuum ..... 73  
 Vakuumanschluss ..... 15, 102, 107  
 Vakuummesssonde ..... 15, 40, 88, 102, 107  
 Vakuummesssonde (Wartung) ..... 96  
 Vakuumpumpe ..... 41  
 Vakuumpumpe schaltet nicht zu ..... 86  
 Vakuumpumpe, Reinigung ..... 94  
 Verantwortung des Betreibers ..... 25  
 Verfahren Gefriertrocknung ..... 58  
 Verhalten bei Gefahren und Unfällen ..... 32  
 Verhalten Drucksteuerventil bei  
 unzureichender Kühlung des  
 Eiskondensators ..... 61  
 Verpackung ..... 37  
 Verpackung (Entsorgung) ..... 100  
 Verschleißerscheinungen ..... 97  
 Versorgungsspannung ..... 28, 39  
 Verträglichkeitsprüfung ..... 25  
 Verwaltung ..... 59  
 Vorbereitung ..... 20  
 Vorbereitung der Gefriertrocknungsanlage ..... 44  
 Vorschriften über Arbeitssicherheit und  
 Unfallverhütung ..... 25, 26

**W**

Wärmeabgabe ..... 102  
 Wärmetauscher (Reinigung) ..... 94  
 Warm-up Phase der Vakuumpumpe ..... 74  
 Warmwasserabtauung ..... 22  
 Wartung ..... 32, 67  
 Wartung (Allgemeine Arbeiten) ..... 91  
 Wartung (Belüftungsventil) ..... 93  
 Wartung (Elektrisches System) ..... 94  
 Wartung (Vakuummesssonde) ..... 96  
 Wartung und Instandhaltung ..... 91  
 Wartungsarbeiten ..... 91

## Index

---

Wartungsvertrag für Christ	
Gefriertrocknungsanlagen .....	98
Wechsel von Betriebsmitteln .....	32
Weiterschaltbedingungen.....	73
Werte Ansicht/Ändern .....	47
wichtige Sachverhalte .....	24
Wireless Shelf Technology.....	65, 118
Wirkungsweise.....	17

## Z

Zeichenerklärung .....	12
Zubehör .....	12, 33, 91
Zubehör (Installation) .....	44
Zubehör (Pflege) .....	96
Zugriffschutz .....	61
Zweikammer-Verfahren.....	58, 118
Zweikammer-Verfahren – LyoCube.....	58