



# Epsilon 2-10D LSCplus

Best.-Nr. 110825, 110827



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	Mitgeltende Dokumente .....	9
1.3	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	9
1.4	Gewährleistung und Haftung.....	12
1.5	Urheberrecht.....	12
1.6	Zeichenerklärung .....	13
1.7	Normen und Vorschriften .....	13
1.8	Lieferumfang.....	13
<b>2</b>	<b>Aufbau und Wirkungsweise .....</b>	<b>14</b>
2.1	Aufbau der Gefriertrocknungsanlage .....	14
2.1.1	Funktions- und Bedienelemente .....	14
2.1.2	Typenschild .....	19
2.2	Wirkungsweise.....	20
2.2.1	Gefriertrocknung allgemein.....	20
2.2.2	Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses.....	22
2.2.2.1	Vorbereitung .....	22
2.2.2.2	Gefrieren.....	23
2.2.2.3	Haupttrocknung.....	23
2.2.2.4	Nachtrocknung.....	24
2.2.2.5	Trocknungsende und Belüften .....	24
2.2.2.6	Abtauen .....	24
<b>3</b>	<b>Sicherheit .....</b>	<b>25</b>
3.1	Beschilderung des Geräts.....	25
3.2	Symbol- und Hinweiserklärungen.....	26
3.3	Verantwortung des Betreibers.....	27
3.4	Bedienpersonal.....	28
3.5	Informelle Sicherheitshinweise.....	29
3.6	Sicherheitshinweise zu Transport, Aufstellung und Anschluss und Inbetriebnahme.....	29
3.6.1	Allgemeine Gefahren .....	29
3.6.2	Gefahren durch unsachgemäßen Transport .....	29
3.6.3	Gefahren durch unsachgemäße Aufstellung .....	30
3.6.4	Gefahren durch unsachgemäßen Anschluss .....	30
3.6.5	Gefahren bei der ersten Inbetriebnahme .....	30
3.7	Sicherheitshinweise zum Betrieb .....	31
3.7.1	Gefahren durch Elektrizität .....	31
3.7.2	Gefahren durch das Kältesystem.....	31
3.7.3	Gefahren durch das Hydrauliksystem .....	32
3.7.4	Gefahren durch Stickstoff .....	32
3.7.5	Gefahren durch gesundheitsschädliche Ausgangsprodukte.....	33
3.7.6	Gefahren durch Lösungsmittel in den Ausgangsprodukten .....	33
3.7.7	Gefahren durch säurehaltige Ausgangsprodukte .....	33
3.7.8	Gefahren durch Azide in den Ausgangsprodukten.....	34

## Inhaltsverzeichnis

3.7.9	Gefahren durch kontaminiertes Kondensat (Abtauwasser) .....	34
3.7.10	Gefahren durch kontaminierte Vakuumpumpenabgase .....	35
3.7.11	Gefahren durch heißes und kontaminiertes Vakuumpumpenöl .....	35
3.7.12	Gefahren durch die Beladetür .....	35
3.7.13	Gefahren durch Stellflächen .....	36
3.7.14	Gefahren durch heiße Oberflächen .....	36
3.7.15	Gefahren durch kalte Oberflächen .....	36
3.7.16	Gefahren durch Überdruck in der Kammer .....	37
3.8	Sicherheitseinrichtungen .....	38
3.9	Verhalten bei Gefahren und Unfällen .....	39
3.10	Wartung und Reinigung der Gefriertrocknungsanlage .....	40
3.11	An- und Umbauten an der Gefriertrocknungsanlage .....	40
3.12	Maßnahmen zum sicheren Betrieb der Gefriertrocknungsanlage .....	41
3.13	Restrisiken .....	42
<b>4</b>	<b>Lagerung und Transport .....</b>	<b>43</b>
4.1	Abmessungen und Gewicht .....	43
4.2	Lagerbedingungen .....	43
4.3	Auspacken .....	43
4.4	Transport .....	44
4.4.1	Transportsicherungen .....	45
<b>5</b>	<b>Aufstellung und Anschluss .....</b>	<b>46</b>
5.1	Aufstellort .....	46
5.2	Ver- und Entsorgungsanschlüsse .....	47
5.2.1	Energieversorgung .....	47
5.2.1.1	Anschlussart .....	47
5.2.1.2	Sicherungen bauseits .....	47
5.2.2	Belüftung .....	48
5.2.2.1	Sonderausstattung: Feinregel-Nadelventil .....	48
5.2.3	Ablauf .....	49
5.2.4	Sonderausstattung Wasserkühlung: Kühlwasser-Zulauf und -Rücklauf .....	49
5.2.5	Vakuumpumpe .....	51
5.2.6	Drucksteuerventil .....	52
5.2.7	Vakuummesssonde .....	53
5.2.8	Trocknerpatrone (Adsorptionsfilter) .....	54
<b>6</b>	<b>Betrieb .....</b>	<b>55</b>
6.1	Erste Inbetriebnahme .....	55
6.2	Installation des Zubehörs .....	55
6.3	Vorbereitung der Gefriertrocknungsanlage .....	55
6.4	Einschalten .....	55
6.5	Beladetür .....	56

**Inhaltsverzeichnis**

---

6.6	Hydraulik.....	57
6.6.1	Verfahren der Stellflächen .....	57
6.6.2	Sonderausstattung: Edelstahlbalg für Hydraulikzylinder .....	58
6.6.3	Sonderausstattung: Änderung des Stellflächenabstands .....	59
6.7	LSCplus Anlagensteuerung .....	61
6.7.1	Bedienoberfläche.....	61
6.7.1.1	Hauptfenster "Manuell" .....	62
6.7.1.2	Hauptfenster "Programm" .....	75
6.7.1.3	Hauptfenster "Optionen" .....	76
6.7.1.4	Hauptfenster "?" .....	90
6.7.2	Gefriertrocknung manuell.....	90
6.7.2.1	Sollwerteingaben im manuellen Modus.....	91
6.7.3	Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus .....	93
6.7.3.1	Programm erstellen.....	97
6.7.3.2	Programm bearbeiten .....	105
6.7.3.3	Programm kopieren .....	106
6.7.3.4	Programm laden .....	106
6.7.3.5	Programm löschen.....	107
6.8	Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen .....	108
6.9	Ausschalten .....	110
<b>7</b>	<b>Störungen und Fehlersuche .....</b>	<b>111</b>
7.1	Allgemeine Störungen.....	111
7.1.1	Netzausfall.....	112
7.1.2	Kein ausreichendes Vakuum .....	113
7.1.2.1	Kleinflanschverbindungen .....	113
7.1.2.2	Belüftungsventil, Medienablaufventil .....	114
7.1.2.3	Drucksteuerventil .....	114
7.1.2.4	Vakuummesssonde .....	114
7.1.3	Eiskondensator- und Stellflächentemperatur.....	115
7.2	Prozess- und Anlagenmeldungen .....	115
7.3	Kontakt im Servicefall .....	116
<b>8</b>	<b>Wartung und Instandhaltung .....</b>	<b>117</b>
8.1	Wartungsarbeiten .....	117
8.1.1	Allgemeines .....	117
8.1.2	Eiskondensatorkammer .....	119
8.1.3	Trocknungskammer.....	119
8.1.3.1	Folienbeschichtung der Beladetür .....	119
8.1.3.2	Sonderausstattung: Türverschlussriegel aus Edelstahl .....	120
8.1.4	Belüftungsventil, Medienablaufventil .....	121
8.1.5	Wärmetauscher (nur bei luftgekühlten Gefriertrocknungsanlagen).....	122
8.1.6	Elektrisches System .....	122
8.1.7	Vakuumsystem .....	123
8.1.8	Kältesystem .....	124
8.1.9	Wärmeträgersystem .....	125

## Inhaltsverzeichnis

---

8.1.10	Hydrauliksystem .....	125
8.1.11	Vakuummesssonde .....	125
8.1.12	Zubehör .....	126
8.2	Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör .....	126
8.3	Wartungsplan .....	127
8.4	Instandhaltungsarbeiten.....	129
8.5	Rücksendung defekter Teile .....	130
<b>9</b>	<b>Entsorgung.....</b>	<b>132</b>
9.1	Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage.....	132
9.2	Entsorgung der Verpackung .....	132
<b>10</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>133</b>
10.1	Umgebungsbedingungen.....	135
10.2	Technische Dokumentation.....	135
<b>11</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>136</b>
11.1	Mathematische Zusammenhänge .....	136
11.2	EG-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie.....	137
11.3	EG-Konformitätserklärung gemäß Druckgeräterichtlinie .....	139
11.4	Tabelle der Sublimationsdruckkurve .....	141
<b>12</b>	<b>Glossar .....</b>	<b>143</b>
<b>13</b>	<b>Index .....</b>	<b>145</b>



# 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 Mitgeltende Dokumente

Folgende Dokumente sind zusätzlich zu dieser Betriebsanleitung zu beachten, wenn die Gefriertrocknungsanlage über die entsprechende Funktionalität verfügt:

- Bedienungsanleitung der CHRIST SCADA Software LPCplus (Anleitung für den Betrieb der Gefriertrocknungsanlage mit dem SCADA-System)

## 1.3 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Gefriertrocknungsanlage wurde ausschließlich zur Gefriertrocknung von festen oder flüssigen Ausgangsprodukten in Ampullen, Fläschchen oder Schalen konzipiert und ist somit auch nur für diesen Verwendungszweck bestimmt.

Es können alle zur Gefriertrocknung erforderlichen Verfahrensschritte in der Anlage durchgeführt werden:

- Gefrieren der Produkte bei beliebig vorgewählten Zeit- und Temperatursollwerten,
- Haupttrocknen der Produkte bei beliebig vorgewählten Zeit-, Temperatur- und Drucksollwerten (Sublimation),
- Nachtrocknen der Produkte bei beliebig vorgewählten Zeit- und Temperatursollwerten und hohem Endvakuum zur Entfernung des kapillar und molekular gebundenen Wassers (Desorption).

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.

## 1 Allgemeine Informationen

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.

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

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

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

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

## 1 Allgemeine Informationen

Folgende Ausstattungsmerkmale müssen entfallen oder deaktiviert werden:

- Entfall bzw. Ausbau von Produkttemperaturfühlern PT100 und LyoRx oder speziell geschaltete PT100 (kabelgebunden),
- Entfall bzw. Ausbau von WTMplus,
- Entfall des LyoCoN-Verfahrens bzw. Deinstallation des LyoCoN-Behälters und Verschluss der Zugangsöffnung.



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!

### **Trocknung von Ausgangsprodukten, die Azide enthalten**

Ausgangsprodukte, die Azide enthalten, dürfen nur nach Einzelfalluntersuchung und schriftlicher Genehmigung der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH getrocknet werden, da Azide explosionsfähige Staub-Luft-Gemische bilden können und in Verbindung mit Buntmetallen (z. B. Kupfer, Messing, Bronze) explosionsfähige Metallazide bilden!

### **Dekontamination mit Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

Eine Dekontamination der Gefriertrocknungsanlage mit Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) in Verbindung mit einem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Dampfgenerator darf nur durchgeführt werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage über folgende Ausstattungsmerkmale verfügt:

- Schlüsselschalter für H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Betrieb,
- abnehmbare Bedienteile,
- Flanschverbindungen mit speziell gesicherten Verschlüssen an der Kammer,
- angepasste Anlagensteuerung.

Folgende Ausstattungsmerkmale müssen entfallen oder deaktiviert werden:

- Entfall des LyoCoN-Verfahrens bzw. Deinstallation des LyoCoN-Behälters und gesicherter Verschluss der Zugangsöffnung,

Anderenfalls besteht die Gefahr von Personenschäden. Eine Klärung der erforderlichen Maßnahmen mit der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH ist zwingend erforderlich!

## 1 Allgemeine Informationen

---

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 gehört 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 von Ausgangsprodukten, die Materialschäden an Kammerwänden, Stellflächen, Leitungen oder Dichtungen verursachen und die mechanische Festigkeit beeinträchtigen können.

### 1.4 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.

### 1.5 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.

## 1.6 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*).

## 1.7 Normen und Vorschriften

EG-Konformitätserklärungen gemäß Maschinenrichtlinie und Druckgeräte-richtlinie (siehe Kapitel 11.2 - "EG-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie", Kapitel 11.3 - "EG-Konformitätserklärung gemäß Druckgeräte-richtlinie")

## 1.8 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

Bei Sonderausstattung mit einem Türverschlussriegel aus Edelstahl an der Beladetür:

- 1 Gleitauflage für Türverschlussriegel  
(Best.-Nr. 177270, Kapitel 8.1.3.2 - "Sonderausstattung:  
Türverschlussriegel aus Edelstahl")

### **Zubehör und Inbetriebnahme**

gemäß Ihrer Bestellung, unserer Auftragsbestätigung und unserem Lieferschein.

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

# 2 Aufbau und Wirkungsweise

## 2.1 Aufbau der Gefriertrocknungsanlage

### 2.1.1 Funktions- und Bedienelemente

- 1 Anlagensteuerung
- 2 Trocknungskammer mit Beladetür

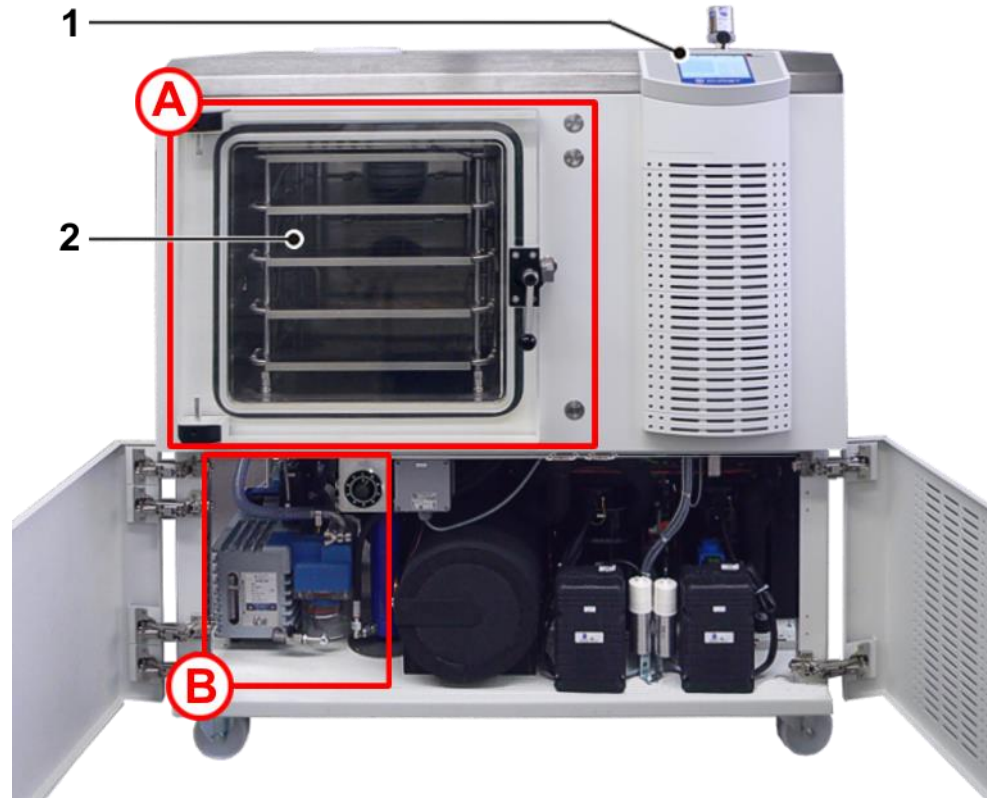


Abb. 1: Front der Gefriertrocknungsanlage

- 3 Anschlüsse für Produktsensoren
- 4 Anschluss Zwischenventil
- 5 Zwischenventil
- 6 Stellflächen
- 7 Hydraulikdom mit Faltenbalg
- 8 Taster "Heben" (Hydraulik)
- 9 Taster "Senken" (Hydraulik)
- 10 Türverschlussriegel
- 11 Taster "Freigabe" (Zweihandbedienung Hydraulik)



Abb. 2: Detailansicht A – Trocknungskammer

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

- 12 Option: Feinregel-Nadelventil
- 13 Drucksteuerventil
- 14 Vakuumpumpe
- 15 Auspufffilter (Ölnebelabscheider)

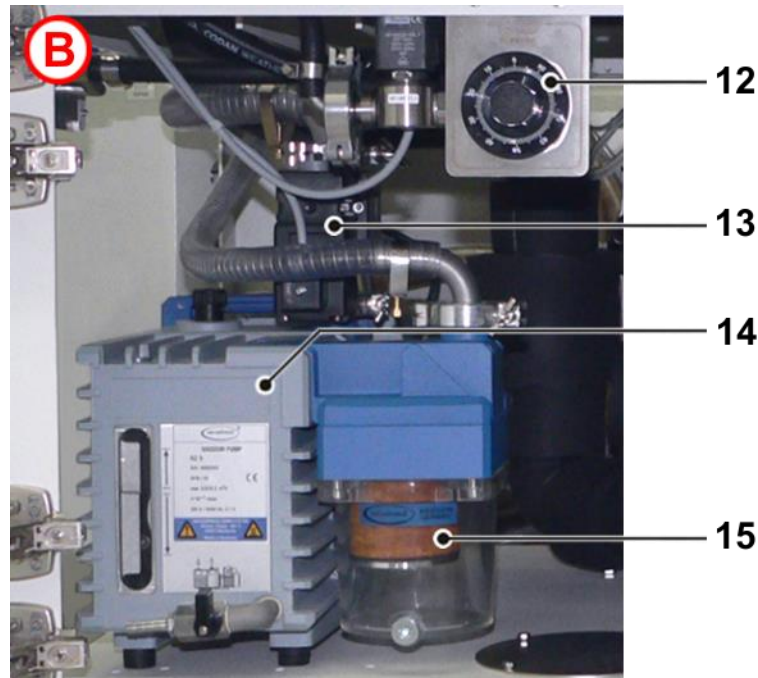


Abb. 3: Detailansicht B – Vakuumpumpe

- 16 Schaltschrank (hinter der Seitenverkleidung)
- 17 Netzschalter
- 18 Schauglas für die Wärmeträgerflüssigkeit
- 19 Lenkrollen

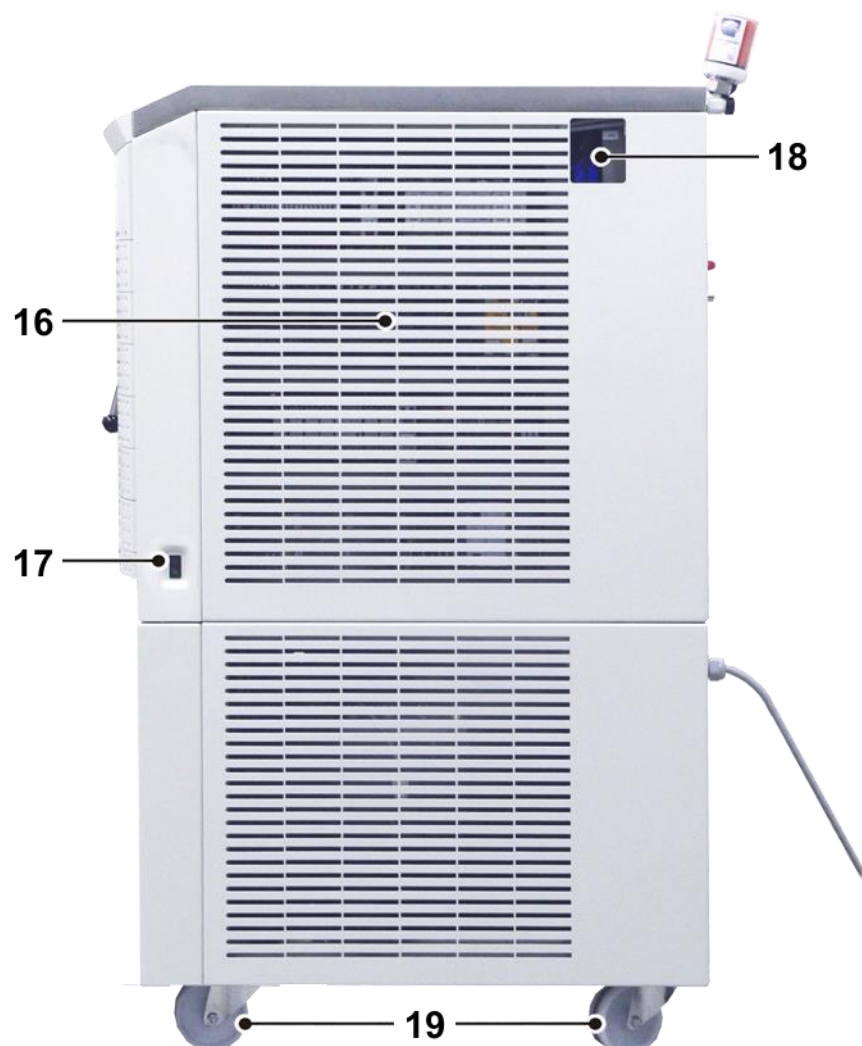


Abb. 4: rechte Seite der Gefriertrocknungsanlage

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

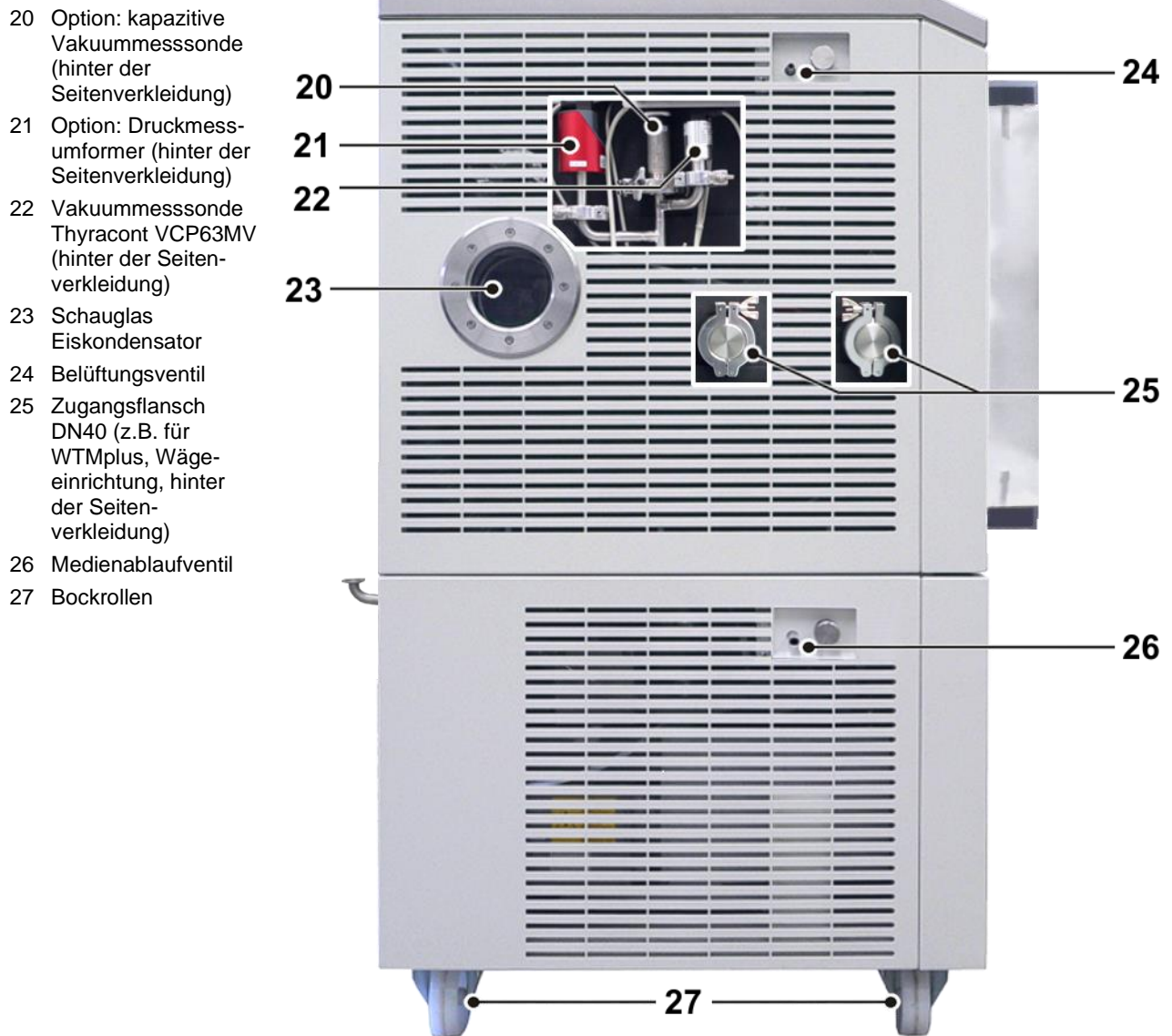


Abb. 5: linke Seite der Gefriertrocknungsanlage



## 2 Aufbau und Wirkungsweise

### Gefriertrocknungsanlage mit Luftkühlung:

- 28 Einfüllstutzen für Adsorptionsfilter
- 29 Hauptschalter
- 30 Ethernet-Anschluss
- 31 Option: serielle Schnittstelle
- 32 Wärmetauscher der Wärmeträgerflüssigkeit (hinter der Verkleidung)
- 33 Netzkabel
- 34 Wärmetauscher des Einkondensators (hinter der Verkleidung)
- 35 Typenschild
- 36 Option: Zugangsflansch
- 37 Vakuumananschluss

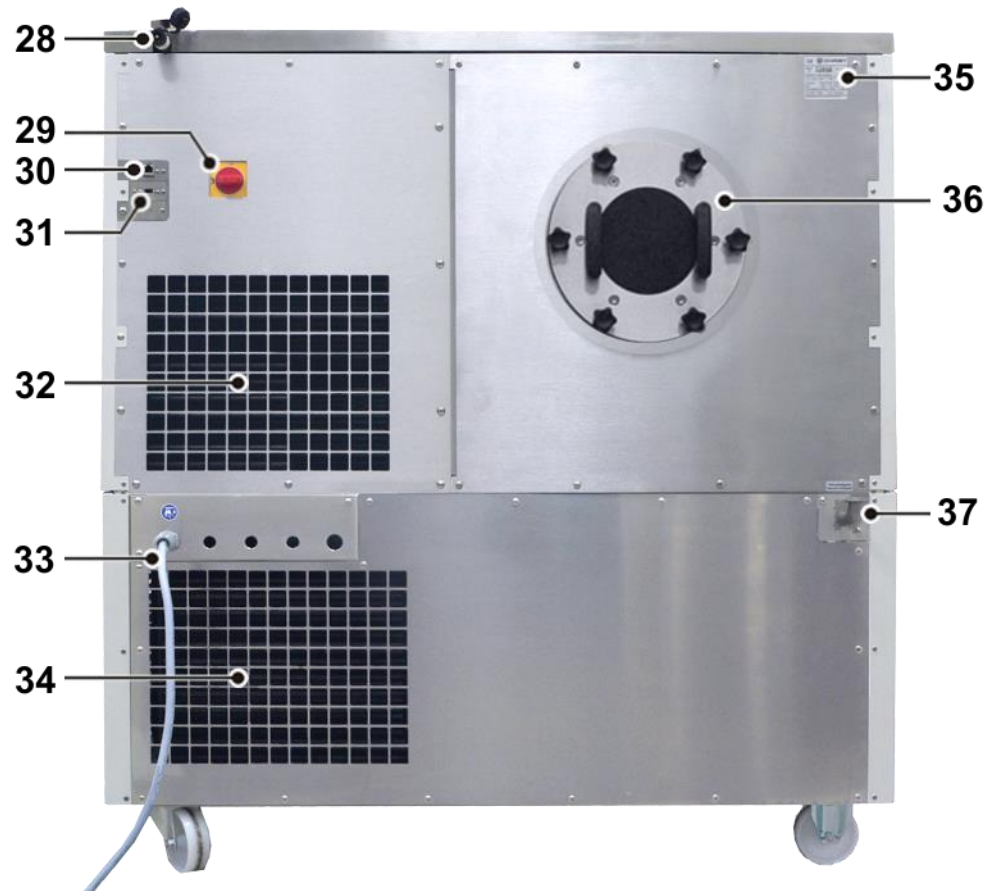


Abb. 6: Rückseite einer luftgekühlten Gefriertrocknungsanlage

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

### Gefriertrocknungsanlage mit Wasserkühlung:

- 38 Manometer  
Kältesystem 2
- 39 Medienanschluss-  
leiste
- 40 Manometer  
Kältesystem 1

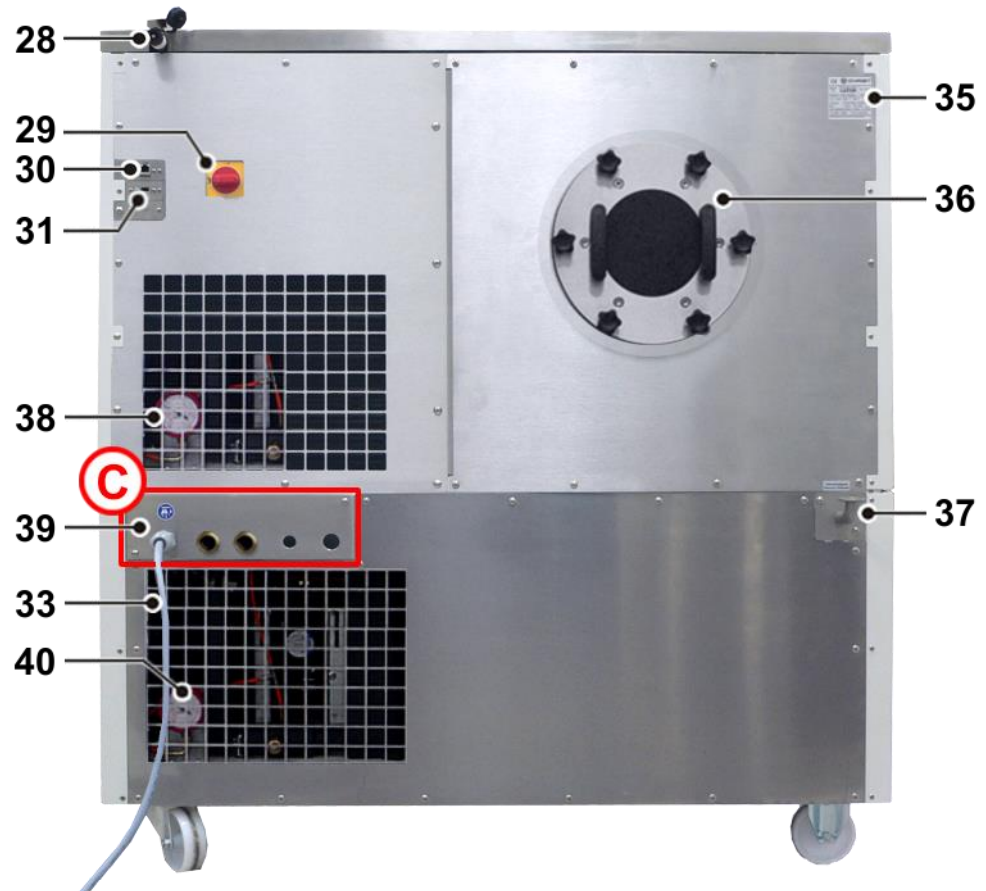


Abb. 7: Rückseite einer wassergekühlten Gefriertrocknungsanlage

- 41 Anschluss für  
Kühlwasserzulauf
- 42 Anschluss für  
Kühlwasserrücklauf
- 43 Medienablaufventil  
für die  
Eiskondensator-  
kammer (alternativ zu  
Pos. 23)

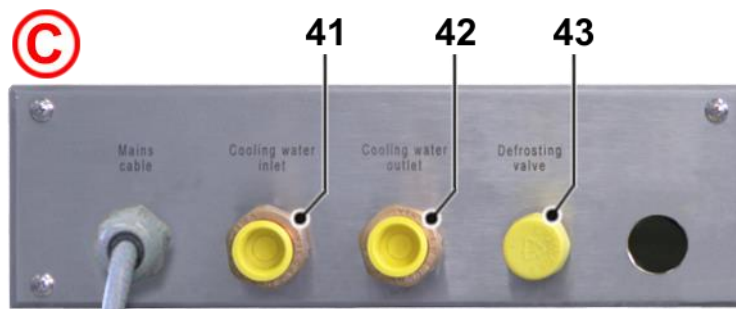


Abb. 8: Detailansicht C - Medienanschlussleiste

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

### 2.1.2 Typenschild

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

CE		CHRIST	
1	Serial No.	00000	05/2019
2	Epsilon 2-10D LSCplus	110825	7
3	cool. system	RM 1.1	RM 1.2
4	refrigerant	R1270	R170
	filling	130g	100g
	max. pressure	25 bar	25 bar
	max. temp.	120°C	120°C
5	3x 400 V / 50Hz	12 A / 6.8 kVA	9
D-37520 Osterode am Harz, An der Unteren Söse 50, Germany			

Abb. 9: Typenschild (Beispiel)

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

---

### 2.2 Wirkungsweise

#### 2.2.1 Gefriertrocknung allgemein

##### Was ist Gefriertrocknung?

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

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

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

##### Wie funktioniert Gefriertrocknung?

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

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

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

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

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

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

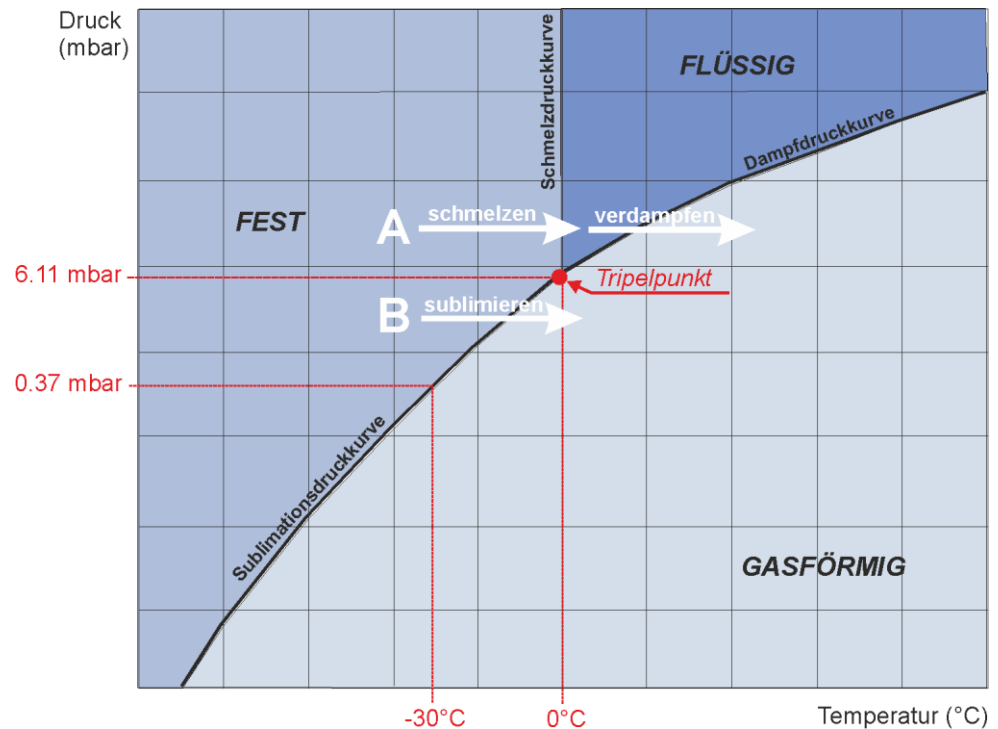


Abb. 10: Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

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.  $10^{\circ}\text{C}$  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  $\rightarrow$  *Desorption*. Diese Trocknungsphase wird als Nachtrocknung bezeichnet.

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

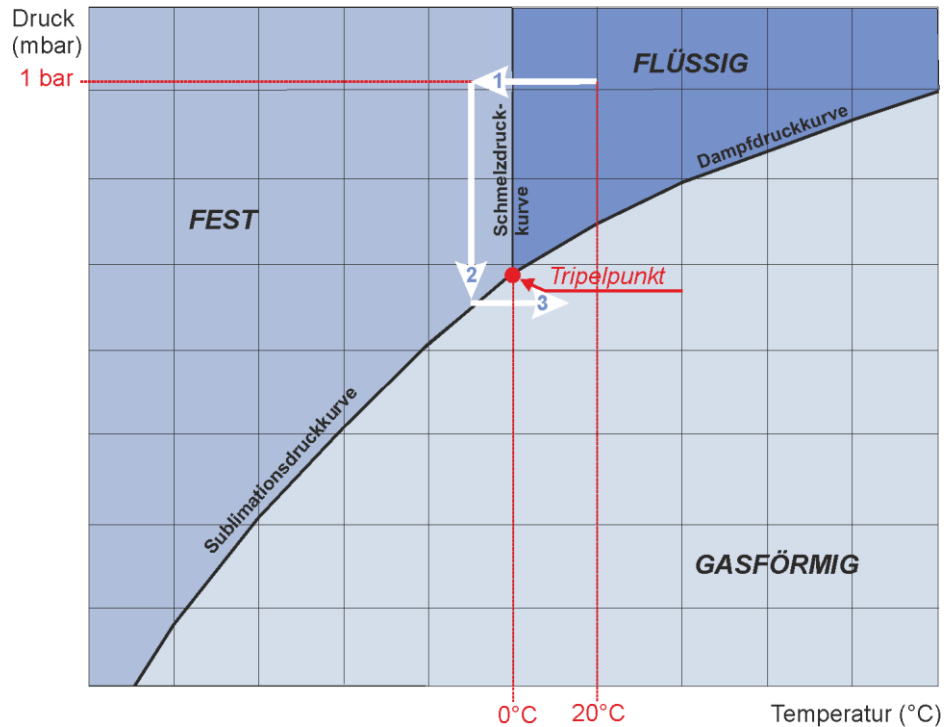


Abb. 11: Phasen der Gefriertrocknung



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

### 2.2.2 Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses

Die Grundkomponenten einer Gefriertrocknungsanlage sind:

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

#### 2.2.2.1 Vorbereitung

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

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

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

---

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

### 2.2.2.2 Gefrieren

Das zu trocknende Produkt wird zunächst eingefroren. Dies kann entweder direkt in der Gefriertrocknungsanlage oder in einem separaten Gefrierschrank erfolgen. 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 Dampfvolmen. Die Sublimationsgeschwindigkeit erhöht sich, und die Trocknungszeit wird verkürzt.

## 2 Aufbau und Wirkungsweise

---

### 2.2.2.4 Nachrocknung

Die Nachrocknung 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 Nachrocknung 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.

### 2.2.2.6 Abtauen

#### Abtauen mit Heißgas

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

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


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



### 3 Sicherheit

#### 3.1 Beschilderung des Geräts

An Christ Gefriertrocknungsanlagen werden folgende Symbole verwendet:

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

**i**  
HINWEIS

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

**i**  
HINWEIS

An diesem Anlagentyp werden nicht alle Beschilderungen verwendet.

### 3 Sicherheit

#### 3.2 Symbol- und Hinweiserklärungen

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



**GEFAHR**

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

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



**GEFAHR**

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

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



**WARNUNG**

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

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



**VORSICHT**

Dieses Symbol bedeutet eine mögliche gefährliche Situation.

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



**HINWEIS**

Dieses Symbol deutet auf wichtige Sachverhalte hin.

### 3.3 Verantwortung des Betreibers

#### **Bedienpersonal**

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

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

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

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

#### Sonderausstattung H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Dekontamination: Zusätzliche Punkte für die Dekontamination mit Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Der Betreiber verpflichtet sich, die Dekontamination der Anlage nur von Personal durchführen zu lassen, das

- vom Betreiber hierzu speziell beauftragt und basierend auf der Betriebsanleitung/SOP mit den Gefahren, die von Wasserstoffperoxid ausgehen, sowie mit dem sicheren Umgang mit Wasserstoffperoxid vertraut gemacht wurde,
- durch Fachpersonal in die Bedienung des eingesetzten Wasserstoffperoxid-Dampfgenerators und der Gefriertrocknungsanlage, insbesondere des Betriebsmodus "H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Dekontamination", eingewiesen wurde.

#### **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 ist regelmäßig warten lassen (s. Kap. 8 - "Wartung und Instandhaltung").
- die Sicherheitseinrichtungen regelmäßig auf korrekte Funktion überprüfen lassen (s. Kap. 3.8 - "Sicherheitseinrichtungen")

### 3 Sicherheit

---

Anlagenteile in nicht einwandfreiem Zustand sind sofort auszutauschen.

#### Sonderausstattung Lösungsmittelrocknung: 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

- hinsichtlich der Deaktivierung bestimmter Ausstattungsmerkmale wie WTMplus, LyoCoN, PT100 enthält (siehe Kapitel 1.3 - "Bestimmungsgemäße Verwendung", Absatz "Trocknung lösungsmittelhaltiger Ausgangsprodukte"),
- hinsichtlich des Kammerdrucks und der Stellflächentemperaturen für jedes zu verarbeitende Produkt enthält (siehe Tabelle in Kapitel 1.3 - "Bestimmungsgemäße Verwendung"),
- hinsichtlich der Überprüfung der Gefriertrocknungsanlage auf Schädigungen durch das verwendete Lösungsmittel enthält (siehe Kapitel 1.3 - "Bestimmungsgemäße Verwendung", Absatz "Trocknung lösungsmittelhaltiger Ausgangsprodukte").

#### Sonderausstattung H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Dekontamination: Zusätzliche Punkte für die Dekontamination mit Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Der Betreiber stellt sicher, dass im Raum, in dem die Anlage betrieben wird, Detektoren für Wasserstoffperoxiddampf installiert sind und dass deren korrekte Funktion regelmäßig überprüft wird.

Der Betreiber muss eine Betriebsanweisung/SOP erstellen, die exakte Anweisungen hinsichtlich

- der Dekontamination der Anlage mittels Wasserstoffperoxid enthält,
- hinsichtlich der Deaktivierung bestimmter Ausstattungsmerkmale wie WTMplus, LyoCoN, PT100 enthält (siehe Kapitel 1.3 - "Bestimmungsgemäße Verwendung", Absatz "Dekontamination mit Wasserstoffperoxid").

### 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 oder Zubehörteile können z.B. verrutschen oder umstürzen.

Es kann zu schwerwiegenden Gesundheitsschäden bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Den Schwerpunkt der Gefriertrocknungsanlage beachten (außerhalb der Mitte)!
- Vor dem Transport der Gefriertrocknungsanlage Kapitel 4 - "Lagerung und Transport" aufmerksam lesen!

### 3 Sicherheit

#### 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!

#### 3.6.4 Gefahren durch unsachgemäßen Anschluss



**WARNUNG**

##### **Verletzungsgefahr durch Medienaustritt oder andere Folgen unsachgemäß ausgeführter Anschlüsse**

Nicht ordnungsgemäß ausgeführte Anschlüsse können zu einem späteren Zeitpunkt beim Betrieb der Anlage zu einem elektrischen Störfall oder zum Austritt von Medien (je nach Ausstattung der Anlage z.B. heißes Wasser, Stickstoff, Wasserstoffperoxid) führen.

Es kann zu schwerwiegenden Gesundheitsschäden bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Die Ver- und Entsorgungsanschlüsse durch fachkundiges Personal unter Beachtung der entsprechenden Anschlusspezifikationen herstellen lassen (siehe Hinweise in Kapitel 5.2 - "Ver- und Entsorgungsanschlüsse" und Kapitel 10 - "Technische Daten")!
- Anschlüsse zu den bauseitigen Rohrleitungen kraft- und momentenfrei ausführen!

#### 3.6.5 Gefahren bei der ersten Inbetriebnahme



**WARNUNG**

##### **Verletzungsgefahr durch Folgen von Transportschäden oder unsachgemäß ausgeführten Anschlüssen (z.B. Medienaustritt).**

Undichtigkeiten nach Transport, Aufstellung und Anschluss der Anlage können bei der ersten Inbetriebnahme z. B. zum Austritt von Medien führen (je nach Ausstattung der Anlage z. B. Kältemittel, Wärmeträgermedium, Hydrauliköl, Stickstoff, Wasserstoffperoxid).

Es kann zu schweren Gesundheitsschäden bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Vor der ersten Inbetriebnahme müssen alle Ver- und Entsorgungsanschlüsse durch fachkundiges Personal auf Dichtigkeit geprüft 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



GEFAHR

##### Erstickungsgefahr durch Kältemittel

Bei Arbeiten am Kältesystem der Anlage kann Kältemittel in flüssigem oder gasförmigem Zustand und unter hohem Druck austreten. Gasförmiges Kältemittel ist schwerer als Luft und kann sich am Boden und in Gruben in höheren Konzentrationen sammeln.

Hohe Konzentrationen können Ersticken verursachen. Symptome können Verlust der Bewegungsfähigkeit und des Bewusstseins sein. Betroffene bemerken das Ersticken nicht.

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!
- Für gute Belüftung/Absaugung sorgen, wenn 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!



WARNUNG

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

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

Es besteht Explosionsgefahr.

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

### 3 Sicherheit



**WARNUNG**

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

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

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

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

#### 3.7.3 Gefahren durch das Hydrauliksystem



**GEFAHR**

#### **Gefahr einer Hochdruckinjektion durch Hydrauliköl**

Bei Arbeiten am Hydrauliksystem der Anlage oder durch Alterung der Schlauchleitungen kann Hydrauliköl unter hohem Druck austreten.

Aufgrund des hohen Drucks kann das Öl die Haut durchdringen. Es kann zu schweren Verletzungen kommen; dabei besteht die Gefahr einer Embolie.

- Arbeiten am Hydrauliksystem der Anlage nur von qualifiziertem Fachpersonal durchführen lassen!
- Hydraulik-Schlauchleitungen in angemessenen Zeitabständen (abhängig von den Betriebsbedingungen und unter Berücksichtigung der Herstellervorgaben und -empfehlungen) auswechseln lassen, auch wenn keine sicherheitsrelevanten Mängel erkennbar sind!

#### 3.7.4 Gefahren durch Stickstoff



**GEFAHR**

#### **Erstickengefahr durch Stickstoff**

Bei der Belüftung der Kammer mit Stickstoff kann das Gas durch Öffnungen im System (z.B. nicht korrekt angeschlossene Zuleitung, nicht korrekt geschlossene Beladetür) austreten. Verfügt die Gefriertrocknungsanlage über eine automatische türgesteuerte Inertisierungssequenz, wird nach dem Schließen der Beladetür die Kammer für eine voreingestellte Zeitdauer mit Stickstoff gespült. Beim erneuten Öffnen der Tür wird eine laufende Inertisierungssequenz abgebrochen. Der Anwender ist einer Stickstoffmenge ausgesetzt, die dem Kammervolumen entspricht. Häufiges Öffnen und Schließen der Beladetür erhöht die Stickstoffmenge entsprechend.

Hohe Konzentrationen können Ersticken verursachen. Symptome können Verlust der Bewegungsfähigkeit und des Bewusstseins sein. Betroffene bemerken das Ersticken nicht.

- Die Gefriertrocknungsanlage darf nur mit fachgerecht installierten Stickstoff-Anschlüssen betrieben werden!
- Arbeiten an den Stickstoffleitungen nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!



### 3.7.5 Gefahren durch gesundheitsschädliche Ausgangsprodukte



**GEFAHR**

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

Beim Be- und Entladen der Stellflächen 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 ggf. Atemschutzmaske tragen  
oder
- ein Isolatorsystem an der Anlage verwenden!



**GEFAHR**

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

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

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

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

### 3.7.6 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 1.3 - "Bestimmungsgemäße Verwendung" aufgeführt sind, oder die aufgeführten Lösungsmittel in einer höheren Konzentration als 10 Vol-%, dürfen nicht verwendet werden!
- Sicherheitsdatenblätter der eingesetzten Stoffe beachten!

### 3.7.7 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 Sicherheit

#### 3.7.8 Gefahren durch Azide in den Ausgangsprodukten



**GEFAHR**

##### **Explosionsgefahr durch Azide in den Ausgangsprodukten**

Azide bilden in Verbindung mit Buntmetallen (z. B. Kupfer, Messing, Bronze), die in Leitungssystemen oder z.B. der Vakuumpumpe verbaut sein können, explosionsfähige Metallazide. Zudem können sich beim Belüften nach Trocknungsende explosionsfähige Staub-Luft-Gemische bilden.

Es besteht Explosionsgefahr.

- Ausgangsprodukte, die Azide enthalten, dürfen nicht ohne besondere Schutzmaßnahmen und apparative Vorkehrungen (z.B. spezielle Vakuumpumpe) und nur nach Einzelfalluntersuchung und schriftlicher Genehmigung der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH getrocknet werden!



**GEFAHR**

##### **Vergiftungsgefahr durch Azide in den Ausgangsprodukten**

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

Durch Kontakt mit der Haut oder Einatmen von Partikeln kann es produktabhängig zu schweren Gesundheitsschäden kommen. Beim Einatmen besteht die Gefahr eines Lungenödems.

- Geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und ggf. Atemschutzmaske tragen  
oder
- ein Isolatorsystem an der Anlage verwenden!



**GEFAHR**

##### **Vergiftungsgefahr durch Azide in den Ausgangsprodukten**

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. Beim Einatmen besteht die Gefahr eines Lungenödems.

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

#### 3.7.9 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!

### 3.7.10 Gefahren durch kontaminierte Vakuumpumpenabgase



WARNUNG

#### Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch kontaminierte Vakuumpumpenabgase

Die Vakuumpumpenabgase können gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeiteten Produkt enthalten.

Durch Einatmen kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Die Gefriertrocknungsanlage darf nur mit einer fachgerecht an den Ausgang der Vakuumpumpe bzw. des Ölnebelabscheiders angeschlossenen und über Dach ins Freie geführten Rohrleitung betrieben werden!
- Abhängig vom verarbeiteten Produkt ggf. eine geeignete Filtereinrichtung in der Abgasleitung installieren!
- Die örtlichen Bestimmungen zum Umweltschutz beachten!

### 3.7.11 Gefahren durch heißes und kontaminiertes Vakuumpumpenöl



WARNUNG

#### Verbrühungsgefahr durch Vakuumpumpenöl

Bei Arbeiten an der Vakuumpumpe und am Abgasfilter (insbesondere beim Öl- und Filterwechsel) ist das Personal dem heißen Vakuumpumpenöl ausgesetzt.

Bei Kontakt mit der Haut kann es zu Verbrühungen kommen.

- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!
- Geeignetes Auffanggefäß verwenden!



WARNUNG

#### Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch Vakuumpumpenöl

Bei Arbeiten an der Vakuumpumpe und am Abgasfilter (insbesondere beim Öl- und Filterwechsel) ist das Personal dem Vakuumpumpenöl ausgesetzt, das gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeiteten Produkt enthalten kann. Synthetische Öle können zudem beim Erhitzen über 300°C und beim Anzünden giftige Gase freisetzen.

Durch das Einatmen von Dämpfen, die aus dem Öl austreten, oder durch Kontakt mit der Haut kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Atemschutzmaske tragen!
- Öl unter Beachtung der örtlichen Bestimmungen umweltgerecht entsorgen!
- Öl nicht mit Tabakwaren in Berührung bringen!

### 3.7.12 Gefahren durch die Beladetür



GEFAHR

#### Quetschgefahr durch Bewegung der Beladetür

Die Beladetür ist aufgrund ihrer Masse relativ träge.

Es besteht die Gefahr einer Quetschung von Körperteilen zwischen Tür und Kammerfront.

- Zum Schließen der Beladetür den Knebelgriff anfassen und das Türblatt langsam bewegen. Beladetür nicht an der Kante anfassen!
- Tür durch Drehen des Knebelgriffs verriegeln!

### 3 Sicherheit

#### 3.7.13 Gefahren durch Stellflächen



**GEFAHR**

##### **Quetschgefahr durch Bewegung der Stellflächen**

Die Stellflächen können hydraulisch auf- und abwärts bewegt werden. Zudem können die Stellflächen bei einem Schaden am Hydrauliksystem unkontrolliert absacken.

Es besteht die Gefahr einer Quetschung von Körperteilen unter und zwischen den Stellflächen.

- Während des Verfahrens nicht in die Kammer greifen!
- Die Zwei-Hand-Steuerung der Stellflächenverfahreneinrichtung und die Türkontaktschalter (wenn vorhanden) nicht manipulieren, entfernen oder anderweitig außer Funktion setzen!

#### 3.7.14 Gefahren durch heiße Oberflächen



**WARNUNG**

##### **Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen des Anlagengehäuses**

Während des Betriebs der Anlage und eine halbe Stunde danach können die äußeren Oberflächen der Anlage (insbesondere Aggregate und Leitungen) heiß sein.

Bei Berührung der Oberflächen kann es zu Verbrennungen kommen.

- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!
- Die Oberflächen nicht vorsätzlich berühren!
- Vor Wartungsarbeiten insbesondere an der Vakuumpumpe oder dem Ölnebelfilter die Komponenten abkühlen lassen!



**WARNUNG**

##### **Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen innerhalb der Kammer**

Nach einem Trocknungsprozess können die Oberflächen im Inneren der Kammer (Kammerwände, Stellflächen, Zwischenventil usw.) heiß sein.

Bei Berührung der Oberflächen kann es zu Verbrennungen kommen.

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

#### 3.7.15 Gefahren durch kalte Oberflächen



**WARNUNG**

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

Stellflächen und 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!

**3.7.16 Gefahren durch Überdruck in der Kammer****GEFAHR****Verletzungsgefahr durch Bersten der Kammer**

Die Kammer der Gefriertrocknungsanlage ist für Vakuum ausgelegt. Sie ist kein Druckgefäß! Im Störfall kann sich in der Kammer ein unzulässiger Überdruck aufbauen, der zum Bersten der Kammer führen kann.

Es kann zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Die Gefriertrocknungsanlage darf niemals mit Überdruck betrieben werden!
- Die bauseitige Installation einer ausreichend dimensionierten Druckabsicherung (z.B. über ein Sicherheitsventil oder eine Berstscheibe) wird dringend empfohlen.

## 3 Sicherheit

### 3.8 Sicherheitseinrichtungen



**WARNUNG**

Die Sicherheitseinrichtungen wurden installiert, um das Bedienpersonal vor Verletzungen zu schützen.

Sind nicht alle Sicherheitseinrichtungen voll funktionsfähig **und** alle Bedienelemente frei zugänglich, kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Die sicherheitsrelevanten Bedienelemente (Hauptschalter, Steuerungsschalter, Standby-Schaltfläche) jederzeit frei zugänglich halten!
- Die Sicherheitseinrichtungen nicht manipulieren, entfernen oder anderweitig außer Betrieb setzen!
- Die Sicherheitseinrichtungen entsprechend den jeweils geltenden nationalen und internationalen Gesetzen, Vorschriften und Regeln zur Unfallverhütung und zum Arbeitsschutz regelmäßig auf korrekte Funktion überprüfen!

#### **Hauptschalter (Netztrennschalter) und Steuerungsschalter**

Position siehe Kapitel 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente"

Der Hauptschalter ermöglicht es, die Gefriertrocknungsanlage von der Netzspannung zu trennen. Alle automatischen Ventile werden geschlossen, alle Aggregate werden ausgeschaltet. Ein laufender Prozess wird pausiert und kann später fortgesetzt werden.

Durch Betätigen des Steuerungsschalters wird der Steuerstromkreis spannungsfrei geschaltet.

#### **Zwei-Hand-Bedienung der Stellflächenverfahreneinrichtung**

siehe auch Kapitel 6.6.1 - "Verfahren der Stellflächen"

Bei offener Beladetür ist zum Bewegen der Stellflächen der Verfahrtaster "Auf" oder "Ab" zusammen mit dem Sicherheitstaster "Freigabe" gedrückt zu halten, um die Gefahr einer Quetschung durch die Stellflächen auszuschließen (Zwei-Hand-Bedienung). Die Verfahrbewegung stoppt sofort, wenn der Verfahrtaster oder der "Freigabe"-Taster losgelassen wird.

#### **Sonderausstattung: Türkontaktschalter**

Diese Sicherheitseinrichtung wird in Verbindung mit der Betriebsart "Inertisieren" (s. Kap. 6.7.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"") oder "Belüften, Verschließen, Lagern" (s. Kap. 6.7.3.1 - "Programm erstellen") installiert.

Der Status der Beladetür wird von den Türkontaktschaltern überwacht. So wird sichergestellt, dass bei der Betriebsart "Inertisieren" beim Öffnen der Tür die Stickstoffzufuhr gestoppt wird. Bei der Betriebsart "Belüften, Verschließen, Lagern" wird das automatische Verfahren der Stellflächen unterbrochen, sobald die Tür geöffnet wird.

### 3.9 Verhalten bei Gefahren und Unfällen

**Gefährlicher elektrischer Störfall:**

- Hauptschalter **und** Steuerungsschalter der Anlagensteuerung auf "OFF" bzw. "0" stellen, um die Spannungsversorgung komplett zu unterbrechen.

**Feuer:**

- Brand im elektrischen System mit CO<sub>2</sub>-Löscher löschen!
- Brennendes Öl mit CO<sub>2</sub>-Löscher oder Pulverlöscher löschen!

**Verletzungen durch unter hohem Druck austretende Flüssigkeiten (z.B. Hydrauliköl):**

- Unter hohem Druck austretende Flüssigkeiten wie z.B. Hydrauliköl können die Haut durchdringen und schwere Verletzungen verursachen. **Sofort einen Arzt hinzuziehen, es besteht Emboliegefahr!**

**Bewusstlosigkeit/Bewegungsunfähigkeit durch Stickstoff oder Kältemittel:**

- Unter Beachtung des **Selbstschutzes** (z.B. umluftunabhängiges Atemgerät) Betroffene an die frische Luft bringen, warm und ruhig halten. **Sofort einen Arzt hinzuziehen!** Bei Atemstillstand künstlich beatmen.

**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-Wiederbelebung 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.

### 3 Sicherheit

---

#### Verätzungen (z.B. durch H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>):

- Augen:  
Mindestens 15 Minuten lang bei geöffnetem Lidspalt mit reichlich Wasser spülen (Augenspülflasche). **Sofort einen Augenarzt hinzuziehen**, auch wenn keine unmittelbaren Symptome auftreten. Beim Transport zum Augenarzt möglichst weiter spülen.
- Atemwege:  
Betroffene unter Benutzung eines **geeigneten Atemschutzes** an die frische Luft bringen, warm und ruhig halten. **Sofort einen Arzt hinzuziehen!** Bei unregelmäßiger Atmung oder Atemstillstand künstlich beatmen.
- Haut:  
Mit reichlich Wasser abwaschen. Kontaminierte Kleidung entfernen. Betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. **Sofort einen Arzt hinzuziehen!**
- Mund und Speiseröhre:  
Niemals einer ohnmächtigen Person etwas durch den Mund einflößen. Mund mit Wasser ausspülen. Bei erhaltenem Bewußtsein: Viel Wasser trinken lassen (maximal 2 Trinkgläser). Kein Erbrechen auslösen. Bei Spontanerbrechen den Kopf des Betroffenen in Bauchlage tief halten, um das Eindringen von Flüssigkeiten in die Luftwege zu verhüten. **Sofort einen Arzt hinzuziehen!**

**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 Lösungsmitteln, Laugen und Säuren,
- beim Wechseln und Auffüllen von Betriebsmitteln.

Die nationalen Vorschriften sind zu beachten.

#### 3.11 An- und Umbauten an der Gefriertrocknungsanlage

Alle An- und Umbauten an der Anlage bedürfen einer schriftlichen Genehmigung der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH.



### **3.12 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.

### 3.13 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. 1.3 - "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

Epsilon 2-10D LSCplus	
Höhe:	1.303 mm
Breite:	1.190 mm
Tiefe:	866 mm + 90 mm Vakuumanschluss
Gewicht:	ca. 665 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.

### 4.3 Auspacken



**WARNUNG**

#### Allgemeine Verletzungsgefahr

Zu den allgemeinen Gefahren beim Auspacken und während des Transports 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)!



**GEFAHR**

#### Verletzungsgefahr durch sich unkontrolliert bewegende Lasten

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

- Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage den Schwerpunkt beachten (außerhalb der Mitte)!
- Vor dem Transport der Gefriertrocknungsanlage dieses Kapitel der Betriebsanleitung aufmerksam lesen!

## 4 Lagerung und Transport



**VORSICHT**

Die Gefriertrocknungsanlage Epsilon 2-10D LSCplus wiegt ca. 665 kg!

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.
- Verpackung für evtl. späteren Transport der Gefriertrocknungsanlage aufbewahren.

### 4.4 Transport



**WARNUNG**

#### Allgemeine Verletzungsgefahr

Zu den allgemeinen Gefahren während des Transports 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)!



**GEFAHR**

#### Verletzungsgefahr durch sich unkontrolliert bewegende Lasten

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

- Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage den Schwerpunkt beachten (außerhalb der Mitte)!
- Vor dem Transport der Gefriertrocknungsanlage dieses Kapitel der Betriebsanleitung aufmerksam lesen!



**VORSICHT**

Die Gefriertrocknungsanlage Epsilon 2-10D LSCplus wiegt ca. 665 kg!



**HINWEIS**

Gefriertrocknungsanlagen vom Typ Epsilon 2-10D LSCplus, die mit natürlichen, brennbaren Kältemitteln gefüllt sind, sind nicht als Luftfracht zugelassen!

- Die Gefriertrocknungsanlage in einer geeigneten Verpackung transportieren, am besten in der Originalverpackung.
- Alle Transportsicherungen montieren (s. Kap. 4.4.1 - "Transportsicherungen").

**Innerbetrieblicher Transport**

Die Gefriertrocknungsanlage ist standardmäßig mit Rollen ausgerüstet und kann über kurze Strecken von einer geeigneten Anzahl von Personen geschoben werden. Über längere Strecken ist ein Transport mit einer geeigneten Hubeinrichtung (z.B. Gabelstapler) sinnvoll.

**Sonderausstattung: Edelstahlbalg für Hydraulikzylinder**

Bei Gefriertrocknungsanlagen, die mit einem Edelstahlbalg am Hydraulikzylinder ausgestattet sind, befindet sich an der Unterseite ein Unterfahrschutz für die Hydraulik Kapitel 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente". Dieser Unterfahrschutz muss zwischen den Gabeln der Hubeinrichtung platziert werden.

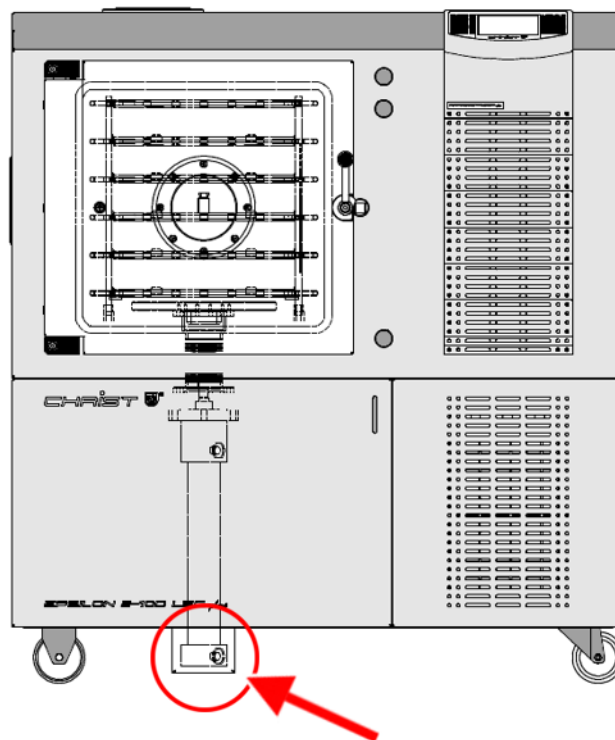


Abb. 12: Unterfahrschutz des Hydraulikzylinders

**4.4.1 Transportsicherungen**

Vor der Inbetriebnahme müssen folgende Transportsicherungen entfernt werden:

- Styroporblöcke zwischen den Stellflächen entfernen.
- Verschlusskappe des Ausdehnungsgefäßes der Wärmeträgerflüssigkeit entfernen und Trocknerpatrone (Adsorptionsfilter) montieren (s. Kap. 5.2.8 - "Trocknerpatrone (Adsorptionsfilter)").
- Vakuummesssonde installieren (s. Kap. 5.2.7 - "Vakuummesssonde").



Vor jedem Transport müssen die Transportsicherungen wieder installiert werden.

## 5 Aufstellung und Anschluss

### 5 Aufstellung und Anschluss



**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!



**WARNUNG**

#### Verletzungsgefahr durch Medienaustritt oder andere Folgen unsachgemäß ausgeführter Anschlüsse

Nicht ordnungsgemäß ausgeführte Anschlüsse können zu einem späteren Zeitpunkt beim Betrieb der Anlage zu einem elektrischen Störfall oder zum Austritt von Medien (je nach Ausstattung der Anlage z.B. heißes Wasser, Stickstoff, Wasserstoffperoxid) führen.

Es kann schwerwiegende Gesundheitsschäden bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Die Ver- und Entsorgungsanschlüsse durch fachkundiges Personal unter Beachtung der entsprechenden Anschlusspezifikationen herstellen lassen (siehe Hinweise in diesem Kapitel und Kapitel 10 - "Technische Daten")!
- Anschlüsse zu den bauseitigen Rohrleitungen kraft- und momentenfrei ausführen!

#### 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!

- 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 Nachabsenkung der Klimaanlage berücksichtigen.
- Ein mögliches Ansteigen der Raumtemperatur z.B. durch über Nacht geschlossene Türen ausschließen.
- Gefriertrocknungsanlage keinen thermischen Belastungen z.B. durch Wärmeerzeuger aussetzen.

## 5 Aufstellung und Anschluss

- Einen thermischen Kurzschluss z.B. durch weitere in unmittelbarer Nähe aufgestellte Geräte ausschließen.
- Die Vakuumpumpe darf nicht direkt neben dem Wärmetauscher (Verflüssiger) aufgestellt werden.
- Sicherstellen, dass bei wassergekühlten Anlagen der Wasserkreislauf ausreichend Kühlwasser zur Verfügung stellt.
- Direkte Sonneneinstrahlung (UV-Strahlung) vermeiden.

## 5.2 Ver- und Entsorgungsanschlüsse

### 5.2.1 Energieversorgung

#### 5.2.1.1 Anschlussart



**GEFAHR**

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

Bei Berührung stromführender Bauteile besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags.

Es kann zu Herzkammerflimmern, Herzstillstand oder Atemlähmung kommen.

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



**GEFAHR**

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

Christ Gefriertrocknungsanlagen sind Geräte der Schutzklasse I. Die Geräte des Typs Epsilon 2-10D LSCplus sind mit einer fünfadrigen Netzanschlussleitung mit 5poligem CEE-Stecker zum Herstellen des Netzanschlusses ausgerüstet (s. Kap. 10 - "Technische Daten").



**VORSICHT**

Vor dem Herstellen der Verbindung muss die Drehfeldrichtung an der Versorgungssteckdose mit einem entsprechenden Messgerät geprüft werden:

**Das Drehfeld muss rechtsdrehend sein!**

#### 5.2.1.2 Sicherungen bauseits

Die Gefriertrocknungsanlage muss bauseits typisch mit 16 A abgesichert werden.

## 5 Aufstellung und Anschluss

### 5.2.2 Belüftung



**GEFAHR**

#### Verletzungsgefahr durch Bersten der Kammer

Die Kammer der Gefriertrocknungsanlage ist für Vakuum ausgelegt. Sie ist kein Druckgefäß. Im Störfall kann sich in der Kammer ein unzulässiger Überdruck aufbauen, der zum Bersten der Kammer führen kann.

Es kann zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Die Gefriertrocknungsanlage darf niemals mit Überdruck betrieben werden!
- Die bauseitige Installation einer ausreichend dimensionierten Druckabsicherung (z.B. über ein Sicherheitsventil oder eine Berstscheibe) wird dringend empfohlen.

Die Gefriertrocknungsanlage ist mit einem Belüftungsventil ausgestattet (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente").

Nach Abschluss eines Gefriertrocknungsprozesses dient das Belüftungsventil zur Belüftung der Kammer auf Atmosphärendruck, so dass anschließend die Beladetür geöffnet und das Produkt entnommen werden kann.

In der Regel erfolgt die Belüftung mit Raumluft. Über die Schlauchtülle des Belüftungsventils kann die Kammer wahlweise auch mit einem Inertisierungsmedium (z.B. Stickstoff) belüftet werden.

#### 5.2.2.1 Sonderausstattung: Feinregel-Nadelventil

Zusätzlich zum Belüftungsventil ist ein Feinregel-Nadelventil installiert (Position siehe Kapitel 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente"). Das Feinregel-Nadelventil dient der Voreinstellung des Volumenstroms. Bei Unterschreiten des vorgewählten Vakuumwertes öffnet diese Leitung kurzzeitig und sorgt dadurch für ein konstantes Vakuum in der Gefriertrocknungsanlage.



**HINWEIS**

Die Voreinstellung des Feinregel-Nadelventils erfolgt im Werk.

Abhängig vom gewünschten Druck für den Gefriertrocknungsprozess innerhalb der Trocknungskammer muss der am Präzisions-Nadelventil eingestellte Volumenstrom angepasst werden. Je niedriger der gewünschte Druck, umso geringer muss der Volumenstrom gewählt werden, um ein Schwingen des Vakuums oder regelmäßig auftretende Vakuumspitzen zu verhindern.

#### Anpassung des Volumenstroms

Wir empfehlen folgende Vorgehensweise:

1. Das Präzisions-Nadelventil durch Drehen des Einstellknopfes im Uhrzeigersinn vollständig schließen (ggf. sind mehrere Umdrehungen erforderlich).
2. Als Vakuumsollwert einen Wert einstellen, der eine Dekade unter dem gewünschten Trocknungsvakuum liegt (Beispiel: Bei einem gewünschten Trocknungsvakuum von 1,0 mbar ist ein Vakuumsollwert von 0,1 mbar einzustellen).
3. Die Evakuierung der Kammer starten.



## 5 Aufstellung und Anschluss

4. Sobald das eingestellte Vakuum erreicht ist, als neuen Vakuumsollwert nun das gewünschte Trocknungsvakuum einstellen. Nach Bestätigung des neuen Wertes öffnet die Steuerung das Magnetventil in der Gasinjektionsleitung.
5. Das Präzisions-Nadelventil durch Drehen des Einstellknopfes gegen den Uhrzeigersinn langsam öffnen, dabei die Vakuumanzeige beobachten. Wenn die Messwerte beginnen, sich dem neuen Vakuumsollwert zu nähern (nach ca. 1 ½ bis 2 ½ Umdrehungen; abhängig von der Größe der Gefriertrocknungsanlage), ist das Präzisions-Nadelventil korrekt eingestellt. Wird das Nadelventil geringfügig weiter geöffnet, nähern sich die Messwerte schneller dem Vakuumsollwert. Der Vakuumsollwert darf aber keinesfalls überschritten werden (ggf. ist die Einstellprozedur zu wiederholen).

### 5.2.3 Ablauf



**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!

Die Gefriertrocknungsanlage ist mit einem Medienablaufventil ausgestattet (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente").

Über das Medienablaufventil wird das Kondensat- und Abtauwasser abgelassen.

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

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

### 5.2.4 Sonderausstattung Wasserkühlung: Kühlwasser-Zulauf und -Rücklauf

Die Kältekreisläufe benötigen eine ausreichende Kühlwasserversorgung. Der Anschluss für Kühlwasser-Zulauf (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente") wird über einen Filter an das Wasserversorgungsnetz oder den entsprechenden Anschluss eines Rückkühlsystems angeschlossen. Der Anschluss für Kühlwasser-Rücklauf wird an das Abwassersystem oder den entsprechenden Anschluss des Rückkühlsystems angeschlossen.

## 5 Aufstellung und Anschluss

### **i** HINWEIS

Kühlwasser-Zulauf und –Rücklauf müssen korrekt mit dem Wasserversorgungsnetz oder dem Rückkühlsystem verbunden werden (gemäß Beschriftung an der Anlage). Werden die Anschlüsse vertauscht, ist kein Durchfluss möglich.

### **i** HINWEIS

Beim Anschluss der Kühlwasser-Versorgung ist zu beachten, dass das Wasser bedingt durch die Kühlwassermengenregler keinen freien Durchfluss hat oder nur in geringem Maße durch das Kältesystem gelangt. Erst beim Betrieb der Anlage wird der Durchfluss freigegeben. In der kundenseitigen Kühlwasser-Zulaufleitung muss ein Absperrventil installiert werden, da die Kühlwassermengenregler, je nach Einstellung, bei abgeschalteter Anlage nicht vollständig schließen.

Optional kann an einem potentialfreien Kontakt im Schaltschrank das Kühlwasseranforderungssignal zur Steuerung des kundenseitigen Absperrventils zur Verfügung gestellt werden.

Der Kühlwasserbedarf wird während des Betriebs über die Kühlwassermengenregler entsprechend der Belastung der Kältemaschinen automatisch geregelt. Für die Voreinstellung sind die Kühlwassermengenregler mit einem Stellknopf versehen, der mit einem Schlitzschraubendreher verstellt werden kann. Die Voreinstellung muss so erfolgen, dass bei den gegebenen Kühlwasserbedingungen (Druck und Temperatur) der Druck auf der Hochdruckseite des Kältekreislaufs ohne Belastung bei ca. 13 bar liegt. Die Druckdifferenz ( $\Delta p$ ) muss mindestens 1,5 bar betragen (s. Kap. 10 - "Technische Daten").

- 1 Manometer
- 2 Kühlwasserregler

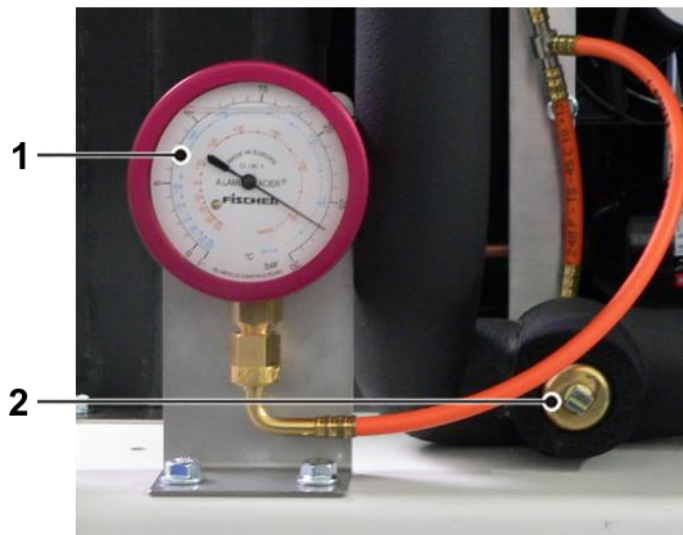


Abb. 13: Einstellung eines Kühlwassermengenreglers

Bei unzureichender Versorgung mit Kühlwasser steigt der Druck im Kältesystem und die Kältemaschine schaltet über den Überdruckschalter ab. Die Störung wird von der Anlagensteuerung angezeigt.

Bei Kühlwassertemperaturen über +20°C wenden Sie sich bitte an unser Fachpersonal.

**5.2.5 Vakuumpumpe****WARNUNG****Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch kontaminierte Vakuumpumpenabgase**

Die Vakuumpumpenabgase können gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeiteten Produkt enthalten.

Durch Einatmen kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Die Gefriertrocknungsanlage darf nur mit einer fachgerecht an den Ausgang der Vakuumpumpe bzw. des Abgasfilters (Ölnebelabscheiders) angeschlossenen und über Dach ins Freie geführten Rohrleitung betrieben werden!
- Abhängig vom verarbeiteten Produkt ggf. eine geeignete Filtereinrichtung in der Abgasleitung installieren!
- Die örtlichen Bestimmungen zum Umweltschutz beachten!

**HINWEIS**

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

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

- Wir empfehlen unbedingt die Verwendung eines Abgasfilters. Der Filter verhindert Luftverschmutzung durch Ölnebel, der von der Pumpe je nach Arbeitsdruck in mehr oder weniger großen Mengen ausgestoßen wird.
- Die Gefriertrocknungsanlage darf nur mit einer fachgerecht an den Ausgang der Vakuumpumpe bzw. des Abgasfilters angeschlossenen und über Dach ins Freie geführten Rohrleitung betrieben werden. 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 Aufstellung und Anschluss

### 5.2.6 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 muss in Richtung des Volumenstroms in der gekennzeichneten Einbaurichtung installiert sein (siehe Abbildung).

1 Einbaurichtung des Drucksteuerventils

1

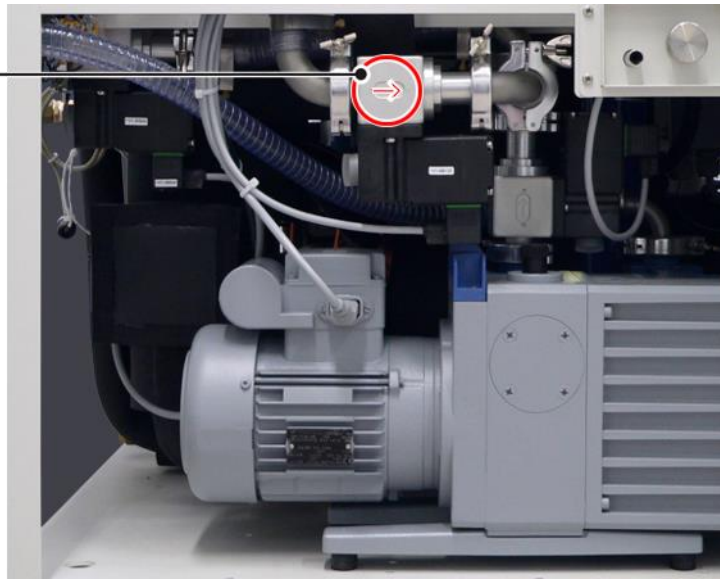


Abb. 14: Vakuumpumpe mit Drucksteuerventil (Beispiel, Ansicht von der linken Seite)

**5.2.7 Vakuummesssonde**

Unbedingt die separate Betriebsanleitung des Herstellers der Vakuummesssonde beachten!

Die Gefriertrocknungsanlage ist standardmäßig mit einer Vakuummesssonde nach Pirani ausgestattet (z. B. Thyracont VCP63, Position siehe Kapitel 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente").

Sollen lösungsmittelhaltige Ausgangsprodukte getrocknet werden, muss die Anlage neben anderen speziellen Ausstattungsmerkmalen über kapazitive Vakuummesssonden (z. B. Pfeiffer CMR 363) und Drucksensoren (z.B. Jumo dTrans p30) verfügen.



Beim Einsatz ausschließlich kapazitiver Messsonden ist die Durchführung einer komparativen Druckmessung nicht möglich.

**Installation der Vakuummesssonde**

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

- Anlage am Netzschalter ausschalten.
- Die Schrauben für die linke Seitenverkleidung befinden sich an der Rückseite der Anlage. Schrauben lösen und Verkleidung nach schräg hinten abnehmen.
- Vakuummesssonde aus der Originalverpackung entnehmen und mit einem Spannring DN16KF und einem Zentrierring (beides im Lieferumfang enthalten) auf dem Anschluss befestigen.
- Den Stecker (an der Anlage installiert) auf die Vakuummesssonde stecken und die Schraube auf dem Stecker handfest anziehen.



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



Die Vakuummesssonde wird im abgeglichenen Zustand ausgeliefert.

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

## 5 Aufstellung und Anschluss

### 5.2.8 Trocknerpatrone (Adsorptionsfilter)

Die Trocknerpatrone verhindert die Aufnahme der Luftfeuchtigkeit durch den Wärmeträger.

Während des Transports der Gefriertrocknungsanlage ist die Trocknerpatrone am Einfüllstutzen der Wärmeträgerflüssigkeit demontiert. Vor Inbetriebnahme der Anlage muss sie installiert werden.

- Verschlusskappe (1) vom Einfüllstutzen abschrauben.
- Das mitgelieferte Anschlussstück (5) zusammen mit der Trocknerpatrone (4) auf dem Einfüllstutzen (1) befestigen.
- Ventil (2) durch Drehen gegen den Uhrzeigersinn bis zum Anschlag öffnen.

- 1 Einfüllstutzen mit Verschlusskappe
- 2 Ventil
- 3 Rohrstutzen des Ausdehnungsgefäßes (innerhalb der Anlage)

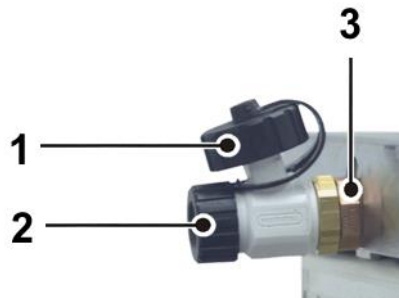


Abb. 15: Ventil mit Verschlusskappe für den Transport

- 4 Trocknerpatrone (Adsorptionsfilter)
- 5 Anschlussstück

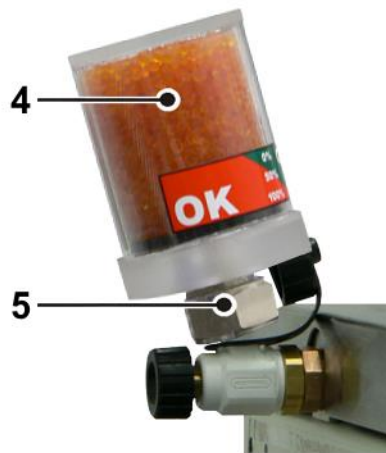


Abb. 16: Ventil mit Trocknerpatrone (Adsorptionsfilter)

#### Sonderausstattung: Edelstahlbalg am Hydraulikzylinder

Ist die Gefriertrocknungsanlage mit einem Edelstahlbalg am Hydraulikzylinder ausgestattet, befindet sich eine zweite Trocknerpatrone unterhalb der Trocknungskammer (s. Kap. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente"). Diese Trocknerpatrone muss für den Transport nicht demontiert werden.



Das Silicagel in den Trocknerpatronen hat eine begrenzte Aufnahmefähigkeit.

Verändert sich die Farbe des Silicagels von orange zu grün (siehe Aufkleber an der Trocknerpatrone), muss die Trocknerpatrone ausgetauscht werden (Best.-Nr. 610 993).

## 6 Betrieb

### 6.1 Erste Inbetriebnahme



**WARNUNG**

#### **Verletzungsgefahr durch Folgen von Transportschäden oder unsachgemäß ausgeführten Anschlüssen (z.B. Medienaustritt).**

Undichtigkeiten nach Transport, Aufstellung und Anschluss der Anlage können bei der ersten Inbetriebnahme z. B. zum Austritt von Medien führen (je nach Ausstattung der Anlage z. B. Kältemittel, Wärmeträgermedium, Hydrauliköl, Stickstoff, Wasserstoffperoxid).

Es kann zu schweren Gesundheitsschäden bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen kommen.

- Vor der ersten Inbetriebnahme müssen alle Ver- und Entsorgungsanschlüsse durch fachkundiges Personal auf Dichtigkeit geprüft werden.

### 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



**HINWEIS**

Die Gefriertrocknungsanlage ist mit einem Hauptschalter und einem Steuerungsschalter ausgerüstet (s. Kap. 3 - "Sicherheit"). Der Hauptschalter stellt die Netzspannungsversorgung her; der Steuerungsschalter versorgt die Anlagensteuerung mit Spannung.

- Hauptschalter betätigen.
- Steuerungsschalter betätigen.

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

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

## 6 Betrieb

### 6.5 Beladetür



**GEFAHR**

#### Quetschgefahr durch Bewegung der Beladetür

Die Beladetür ist aufgrund ihrer Masse relativ träge.

Es besteht die Gefahr einer Quetschung von Körperteilen zwischen Tür und Kammerfront.

- Zum Schließen der Beladetür den Knebelgriff anfassen und das Türblatt langsam bewegen. Beladetür nicht an der Kante anfassen!
- Tür durch Drehen des Knebelgriffs verriegeln.

Nach dem Beladen der Trocknungskammer wird die Beladetür geschlossen und mit Hilfe des Knebelgriffs fest gegen den Flansch der Trocknungskammer gepresst. Der Griff steht jetzt senkrecht zur Türkante (siehe folgende Abb.). Wird während des Trocknungsprozesses ein Vakuum in der Trocknungskammer aufgebaut, wird die Beladetür dichter an den Flansch der Trocknungskammer gezogen; als Folge hängt der Knebelgriff lose nach unten.



**HINWEIS**

Steht der Knebelgriff beim Verschließen der Beladetür nicht senkrecht nach unten, kann er neu eingestellt werden. Dazu die Innensechskantschraube (SW 8) lösen, den Griff neu justieren und die Schraube wieder festziehen.



**VORSICHT**

Der Knebelgriff darf niemals festgezogen werden, während in der Trocknungskammer ein Vakuum anliegt. Bei der Belüftung steigt der Druck auf den Knebelgriff so stark, dass es zu irreparablen Schäden an der Beladetür kommen kann!



Abb. 17: Türverschluss einer Beladetür; hier: Türanschlag links (Beispiel)



### Radiation Shield Folienbeschichtung für Beladetüren aus Acrylglas

Beladetüren aus Acrylglas sind generell mit einer speziellen transparenten Folienbeschichtung auf der Außenseite der Acrylglasür ausgestattet. Diese Folienbeschichtung reduziert die Wärmeeinstrahlung auf das Produkt und sorgt für homogene Trocknungsergebnisse, vermindert Antaeffekte und ermöglicht eine sichere und schnelle Trocknung nahe des Gefrierpunktes.



#### HINWEIS

Reinigungshinweise für die Folienbeschichtung beachten (s. Kap. 8.1.3.1 - "Folienbeschichtung der Beladetür")!

### Sonderausstattung: Solvent Shield Folienbeschichtung für Beladetüren aus Acrylglas

Die Acrylglasür der Gefriertrocknungsanlage kann zusätzlich mit einer speziellen transparenten und chemiebeständigen Folienbeschichtung ausgestattet sein, die die Innenseite der Acrylglasür vor chemischen Angriffen schützt. In der Gefriertrocknung übliche Lösungsmittel wie Acetonitril oder Alkohole können somit ohne Notwendigkeit einer Edelstahlür verwendet werden. Das Produkt bleibt während der Gefriertrocknung großflächig sichtbar und kann beobachtet werden.



#### HINWEIS

Reinigungshinweise für die Folienbeschichtung beachten (s. Kap. 8.1.3.1 - "Folienbeschichtung der Beladetür")!

## 6.6 Hydraulik

### 6.6.1 Verfahren der Stellflächen



#### GEFAHR

#### Quetschgefahr durch Bewegung der Stellflächen

Die Stellflächen können hydraulisch auf- und abwärts bewegt werden. Zudem können die Stellflächen bei einem Schaden am Hydrauliksystem unkontrolliert absacken.

Es besteht die Gefahr einer Quetschung von Körperteilen unter und zwischen den Stellflächen.

- Während des Verfahrens nicht in die Kammer greifen!
- Die Zwei-Hand-Steuerung der Stellflächenverfahreneinrichtung und die Türkontaktschalter (wenn vorhanden) nicht manipulieren, entfernen oder anderweitig außer Funktion setzen!

Zur Be- und Entladung der Gefriertrocknungsanlage, zum manuellen Verschließen von Produktfläschchen nach der Trocknung sowie für Inspektions- und Wartungsarbeiten können die Stellflächen über die beiden Taster "Auf" (1) und "Ab" (2) hydraulisch verfahren werden. Um Verletzungen zu verhindern, ist das Verfahren der Stellflächen nur möglich,

## 6 Betrieb

wenn gleichzeitig (< 0,5 sec) mit dem entsprechenden Verfahrstaster der Taster "Freigabe" (3) betätigt wird ("Zwei-Hand-Bedienung").



Abb. 18: Stellflächen-Verfahrstaster (Beispielabbildung)

Zum Verfahren sind der "Auf" oder "Ab"-Taster zusammen mit dem "Freigabe"-Taster gedrückt zu halten. Die Stellflächen werden kontinuierlich auf- bzw. abwärts bewegt, bis entweder einer der Taster losgelassen wird oder die obere oder untere Endposition erreicht ist.



**CAUTION**

Für das Verschließen müssen die Stellflächen **vollständig und mit gleichen Gefäßen** beladen sein, um Beschädigungen der Stellflächen und der Führungsstangen sowie Bruch der Fläschchen zu vermeiden. Bei nur teilweise beladenen Stellflächen sind leere Gefäße mit eingedrücktem Stopfen oder Abstandhalter (in Höhe der Gefäße mit eingedrücktem Stopfen) auf den Stellflächen zu platzieren, um die Kraft gleichmäßig zu verteilen.

### 6.6.2 Sonderausstattung: Edelstahlbalg für Hydraulikzylinder

Der Edelstahlbalg schirmt die Trocknungskammer gegen den Hydraulikzylinder ab. Besonders bei der Trocknung in Schalen können sich nach dem Trocknungsprozess Probenrückstände in der Kammer befinden. Der Edelstahlbalg verhindert, dass diese Rückstände sich auf dem Ölfilm des Hydraulikzylinders absetzen.

### 6.6.3 Sonderausstattung: Änderung des Stellflächenabstands

Wenn sich die Stellflächen in der Trocknungsposition befinden, liegen sie mit ihren seitlichen Fortsätzen auf den verschiedenen Stufen der treppenförmigen Kulissenbleche links und rechts der Stellflächen auf. Bei den fest mit den Führungsstangen des Stellflächensystems verbundenen Kulissenblechen (siehe folgende Abb., Pos. 1) ergibt sich dabei ein Abstand von 59 mm zwischen den Stellflächen. Durch Montage von Kulissenblechen mit einem anderen Stufenabstand (Pos. 2) an den fest montierten Blechen kann der Stellflächenabstand verändert werden. Durch die Änderung der Stufenabstände verändert sich auch die Zahl der nutzbaren Stellflächen (siehe Kapitel 10 - "Technische Daten", Tabelle Stellflächen).

#### Wechsel der Kulissenbleche

Zur Montage bzw. zum Wechseln der Kulissenbleche müssen die Stellflächen zunächst bis zur oberen Endposition verfahren werden, um den Innenraum der Trocknungskammer freizugeben (s. Kap. 6.6.1 - "Verfahren der Stellflächen").



**GEFAHR**

#### Quetschgefahr durch Bewegung der Stellflächen

Die Stellflächen können hydraulisch auf-/abwärts bewegt werden. Zudem können die Stellflächen bei einem Schaden am Hydrauliksystem (z.B. defekte Schlauchleitung) unkontrolliert absacken.

Es besteht die Gefahr einer Quetschung von Körperteilen unter und zwischen den Stellflächen.

- Während des Verfahrens der Stellflächen nicht in die Kammer greifen!
- Die Zwei-Hand-Steuerung der Stellflächenverfahreinrichtung und die Türkontaktschalter (wenn vorhanden) nicht manipulieren, entfernen oder anderweitig außer Funktion setzen!

- 1 Kulissenbleche, fest installiert
- 2 Kulissenbleche mit anderen Stufenabstand

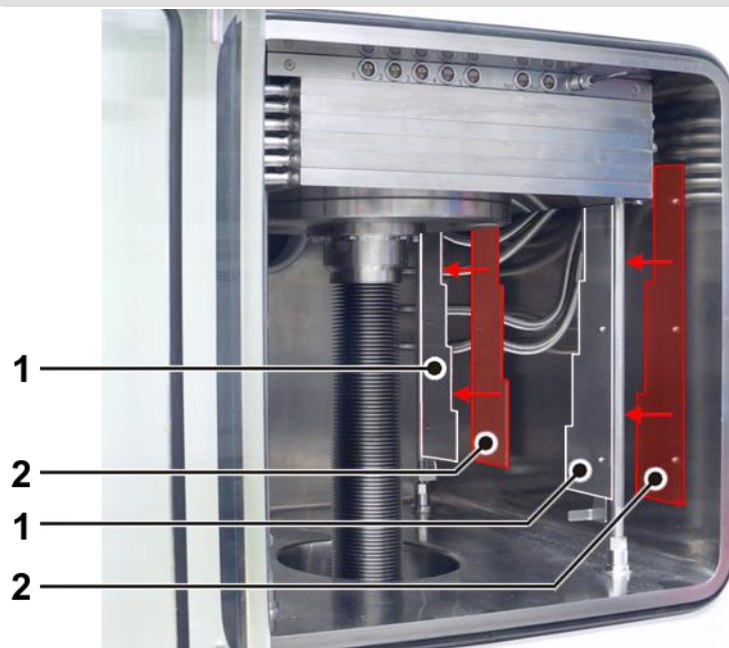


Abb. 19: Installation der Kulissenbleche (Beispielabbildung)

- Prüfen, ob vier Kulissenbleche desselben Satzes vorliegen (Beschriftung prüfen).

## 6 Betrieb



### VORSICHT

Die Installation von Kulissenblechen aus unterschiedlichen Sätzen führt beim Verfahren zu Beschädigungen von Stellflächen, Führungsstangen und Kulissenblechen!

- Stellflächen bis zur oberen Endposition verfahren.
- Außerhalb der Kammer: Alle vier Kulissenbleche eines Satzes durch Entfernen der Muttern von den Gewindebolzen für die Montage vorbereiten.
- Ein Kulissenblech (Pos. 2) so an die Außenseite des entsprechenden fest installierten Kulissenblechs (Pos. 1) anlegen, dass die Gewindebolzen und Passsstifte durch die entsprechenden Bohrungen führen.
- Kulissenblech durch Aufschrauben der unteren Mutter auf den Gewindebolzen sichern.
- Mit den anderen Kulissenblechen ebenso verfahren.
- Stellflächen bis zur unteren Endposition verfahren, so dass die mittleren und oberen Gewindebolzen der Kulissenbleche zugänglich sind.
- Kulissenbleche mit den Muttern vollständig befestigen und den festen Sitz der Muttern überprüfen.

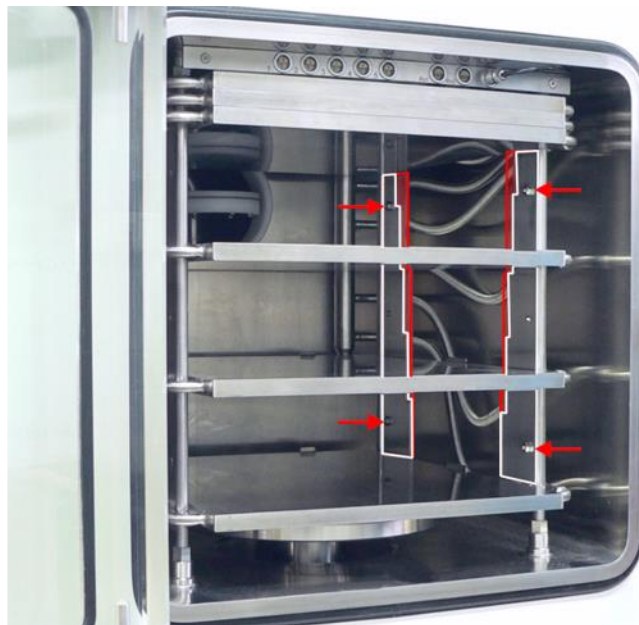


Abb. 20: Positionen der Muttern zur Befestigung der Kulissenbleche

Die Demontage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

## 6.7 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. 21: Startbildschirm der LSCplus Anlagensteuerung (Beispiel)

### 6.7.1 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. 22: 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.

#### 6.7.1.1 Hauptfenster "Manuell"

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



Element	Wert / Funktion
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. 23: 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 6.7.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Abschnitt "Verwaltung").

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

kein Symbol	Kein USB Datenträger oder LAN Netzwerk angeschlossen
	USB Datenträger angeschlossen
	Prozessaufzeichnung auf USB Datenträger aktiv
	Netzwerk angeschlossen, aber kein Netzlaufwerk verbunden
	Netzlaufwerk verbunden (z.B. 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. 6.7.2.1 - "Sollwerteingaben im manuellen Modus").

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

Mit dieser Schaltfläche werden die einzelnen Parameter zur Änderung aufgerufen.

### 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:

## 6 Betrieb

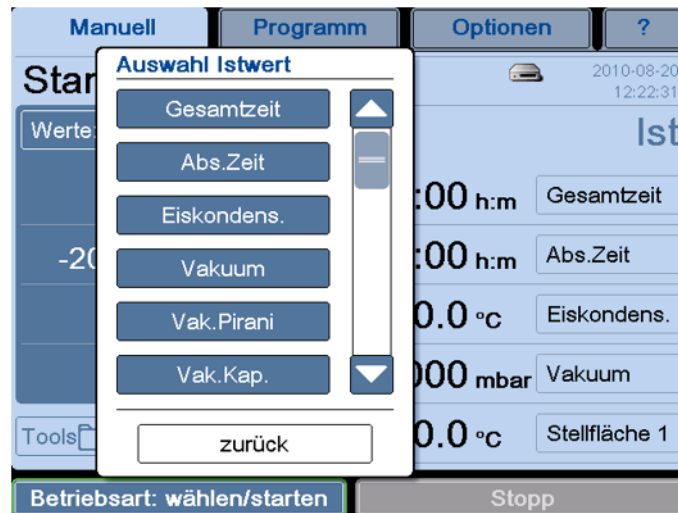


Abb. 24: Dialogfenster "Auswahl Istwert"

- 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.

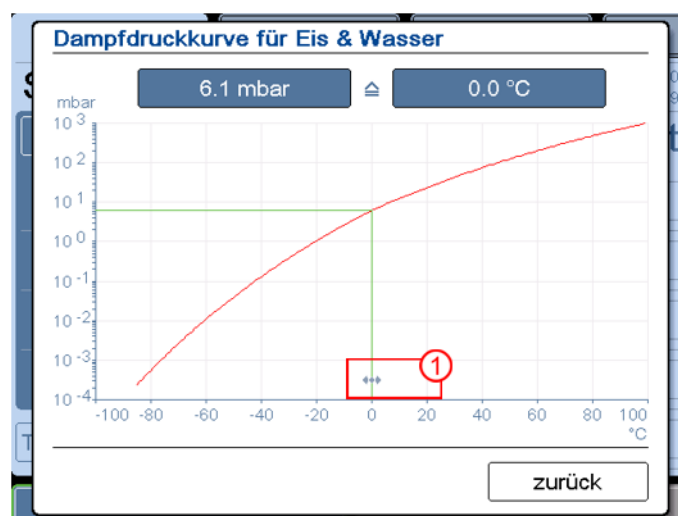


Abb. 25: Dialogfenster Dampfdruckkurve für Eis und Wasser



Option: USB Prozessaufzeichnung

(s. Kap. 6.8 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen").

- 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.

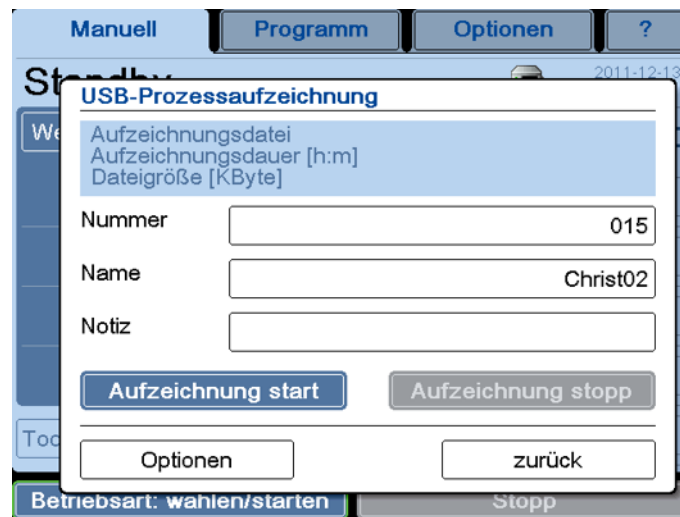


Abb. 26: Dialogfenster Prozessaufzeichnung

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. 6.7.3.1 - "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:

## 6 Betrieb

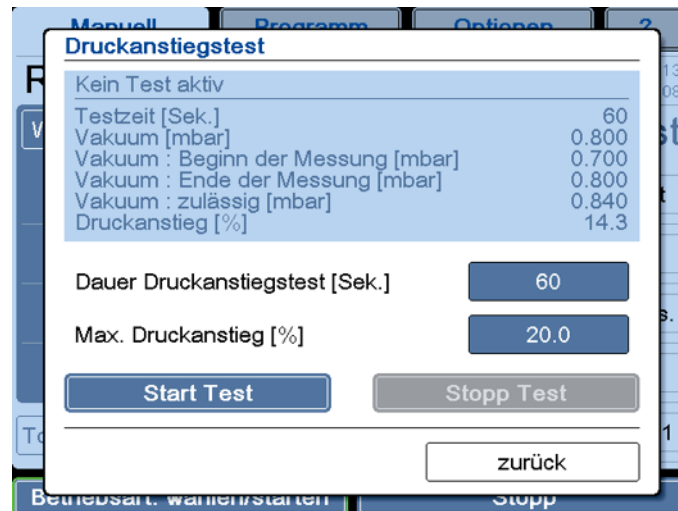


Abb. 27: Dialogfenster Druckanstiegstest

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

### Option: Wägesystem LyoBalance

Ist die Gefriertrocknungsanlage mit dem Wägesystem LyoBalance ausgerüstet (s. Kap. 6.8 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen"), werden die Parameter in diesem Dialogfenster konfiguriert.



Separate Bedienungsanleitung des Wägesystems beachten!

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

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



Abb. 28: 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 quitiert 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 quitiert wird.



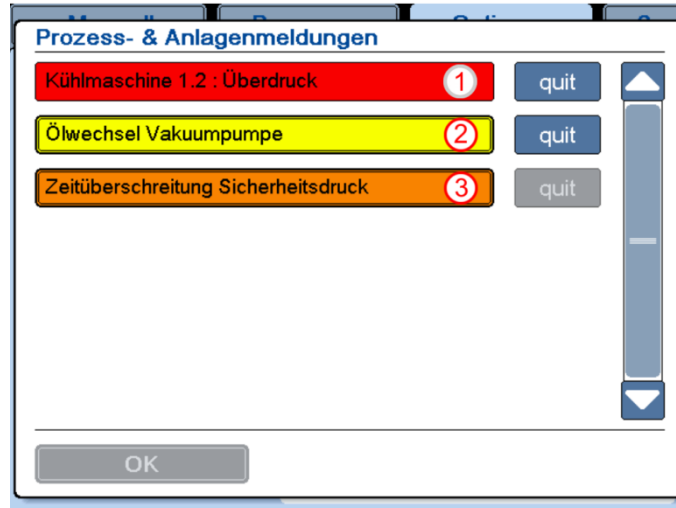
Abb. 29: Darstellung einer Fehlermeldung

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 quitiert wurden.

Ist eine Meldung quitiert, 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. 30: Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen"

Detailinformationen

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

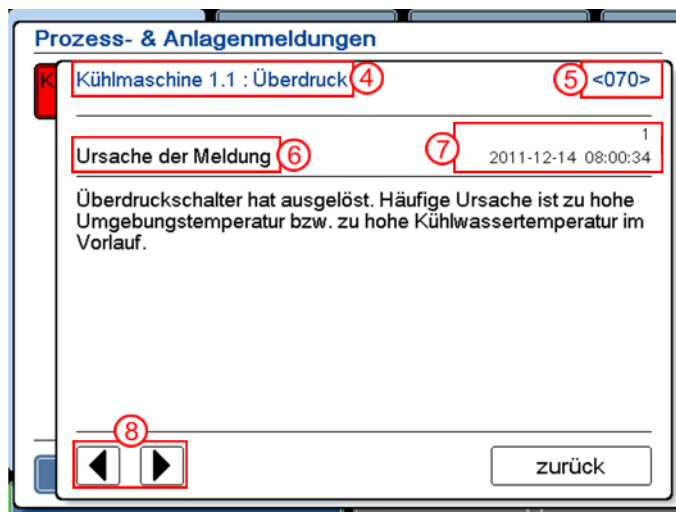
- Ursache der Meldung,
- Auswirkung der Meldung,
- Maßnahmen zur Fehlerbehebung,
- → Betriebsmittelkennzeichen,
- Fehlerzähler (gibt an, wie oft dieser Fehler aufgetreten ist) und Zeitstempel der letzten Fehlermeldung.

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. 31: Detailinformationen zu einer Fehlermeldung



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)

Über dieses Dialogfenster werden die einzelnen Phasen eines Trocknungsprozesses manuell gestartet (s. Kap. 6.7.2 - "Gefriertrocknung manuell").



Abb. 32: Dialogfenster "Betriebsart wählen / starten"  
(Anzeige variiert je nach Ausstattung der Gefriertrocknungsanlage)

### Schaltfläche "Standard Systemtest"

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



Einige der Systemtests sind auch als Programmvorlage verfügbar (s. Kap. 6.7.3.1 - "Programm erstellen").

## 6 Betrieb



Abb. 33: mögliche Systemtests

### Leistungstest (1)

Der Leistungstest dient der Ermittlung der folgenden Leistungsparameter:

- Vakuumabsenkrate,
- Endvakuum,
- minimale Eiskondensatortemperatur,
- Stellflächen-Abkühlrate,
- minimale Stellflächentemperatur,
- Stellflächen-Aufheizrate.



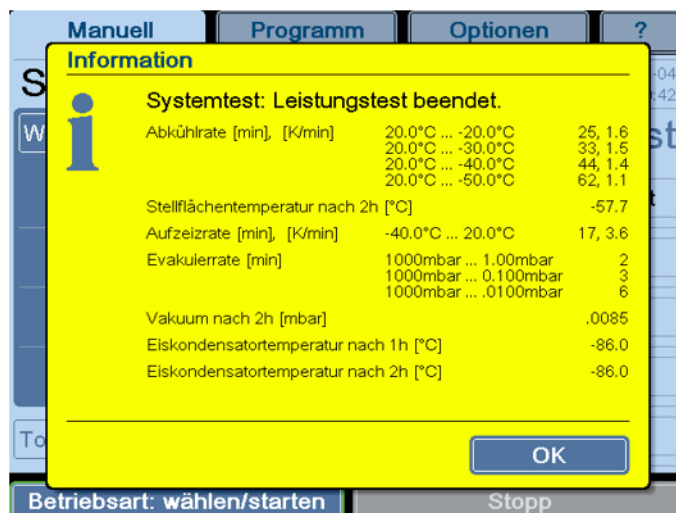
Zur Durchführung des Tests muss die Kammer trocken und unbeladen sein.

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 nachfolgende Abbildung).

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



Information			
<b>Systemtest: Leistungstest beendet.</b>			
Abkühlrate [min], [K/min]	20.0°C ... -20.0°C		25, 1,6
	20.0°C ... -30.0°C		33, 1,5
	20.0°C ... -40.0°C		44, 1,4
	20.0°C ... -50.0°C		62, 1,1
Stellflächentemperatur nach 2h [°C]			
-57.7			
Aufheizrate [min], [K/min]	-40.0°C ... 20.0°C		17, 3,6
Evakuierrate [min]	1000mbar ... 1.00mbar		2
	1000mbar ... 0.100mbar		3
	1000mbar ... .0100mbar		6
Vakuum nach 2h [mbar]			
.0085			
Eiskondensatortemperatur nach 1h [°C]			
-86.0			
Eiskondensatortemperatur nach 2h [°C]			
-86.0			
OK			

Abb. 34: Ergebnisse des Leistungstests

#### Auswertung:

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

#### 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 "Manuell" über die Schaltfläche "Werte: Ansicht/Ändern" das Dialogfenster "Sollwerte: Ansicht/Ändern" aufrufen und dort die Schaltfläche "Leckstest" 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 "Manuell" die Schaltfläche "Betriebsart wählen/starten" - "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.

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

#### 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.

## 6 Betrieb

### *Kapazitätstest -30°C (3)*



#### HINWEIS

Der "Kapazitätstest -30°C" ist für Anlagen mit einem einstufigen und einem zweistufigen Kältesystem vorgesehen.

Der "Kapazitätstest -30°C" ist ein Trocknungsprogramm zur Überprüfung der Eiskondensatorkapazität (bei Kühlung der Stellflächen auf -30°C in der "Gefrieren"-Phase).

Durchführung:

- Schalen mit Wasser füllen und auf die Stellflächen stellen. Die Wassermenge muss 2/3 der maximalen Eiskondensatorkapazität entsprechen.
- Aus dem Hauptfenster "Manuell" die Schaltfläche "Betriebsart wählen/starten" - "Standard Systemtest" auswählen.
- "Kapazitätstest -30°C" auswählen und über die Schaltfläche "Run" starten.

In der "Gefrieren"-Phase werden die Stellflächen zunächst auf -30°C gekühlt. Die Parameter für die folgenden "Haupttrocknen"- und "Nachtrocknen"-Abschnitte sind so gewählt, dass das Wasser nach 24 Stunden vollständig aus den Schalen sublimiert und am Eiskondensator gebunden sein soll.

Nach Prozessende öffnet sich ein Dialogfenster mit einer Sicherheitsabfrage. Nach Bestätigung dieser Abfrage wird die Anlage in Standby geschaltet.

Auswertung:

Der Test gilt als erfolgreich, wenn die Schalen nach Prozessende kein Wasser/Eis mehr enthalten.

### *Kapazitätstest -50°C (4)*



#### HINWEIS

Der "Kapazitätstest -50°C" ist für Anlagen mit mindestens zwei zweistufigen Kältesystemen vorgesehen.

Der "Kapazitätstest -50°C" ist ein Trocknungsprogramm zur Überprüfung der Eiskondensatorkapazität (bei Kühlung der Stellflächen auf -50°C in der "Gefrieren"-Phase).



Durchführung:

- Schalen mit Wasser füllen und auf die Stellflächen stellen. Die Wassermenge muss 2/3 der maximalen Eiskondensatorkapazität entsprechen.
- Aus dem Hauptfenster "Manuell" die Schaltfläche "Betriebsart wählen/starten" - "Standard Systemtest" auswählen.
- "Kapazitätstest -50°C" auswählen und über die Schaltfläche "Run" starten.

In der "Gefrieren"-Phase werden die Stellflächen zunächst auf -50°C gekühlt. Die Parameter für die folgenden "Haupttrocknen"- und "Nachtrocknen"-Abschnitte sind so gewählt, dass das Wasser nach 24 Stunden vollständig aus den Schalen sublimiert und am Eiskondensator gebunden sein soll.

Nach Prozessende öffnet sich ein Dialogfenster mit einer Sicherheitsabfrage. Nach Bestätigung dieser Abfrage wird die Anlage in Standby geschaltet.

Auswertung:

Der Test gilt als erfolgreich, wenn die Schalen nach Prozessende kein Wasser/Eis mehr enthalten.

#### *Stellflächenkühlungstest (5)*



#### **HINWEIS**

Der Test ist ausschließlich für Gefriertrocknungsanlagen des Typs Epsilon 2-6D LSCplus und Epsilon 2-10D LSCplus geeignet.

Der Stellflächenkühlungstest dient zur Überprüfung der Leistung der Stellflächenkühlung (Kältemaschine 2) während der "Haupttrocknen"-Phase.

Für den Test müssen die Stellflächen leer sein.

Durchführung:

- Aus dem Hauptfenster "Manuell" die Schaltfläche "Betriebsart wählen/starten" - "Standard Systemtest" auswählen.
- "Stellflächenkühlungstest" auswählen und über die Schaltfläche "Run" starten.

Die Parameter für die "Haupttrocknen"-Abschnitte sind so gewählt, dass das Kältesystem 1 ausschließlich auf den Eiskondensator wirkt, während die Stellflächenkühlung nur durch das Kältesystem 2 erfolgt.

Nach Prozessende öffnet sich ein Dialogfenster mit einer Sicherheitsabfrage. Nach Bestätigung dieser Abfrage wird die Anlage in Standby geschaltet.

Auswertung:

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

## 6 Betrieb

---

### *Temperaturverteilungstest (Shelf Mapping) (6)*

Der Temperaturverteilungstest ist ein Trocknungsprogramm/-rezept, das nur dazu dient, die Stellflächen jeweils für eine bestimmte Zeit auf +20°C, -40°C und +40°C zu temperieren, um bei jeder dieser drei Temperaturen mit Hilfe eines externen Shelf-Mapping-Systems die Temperaturverteilung auf den Stellflächen ermitteln zu können.

Für den Test müssen die Thermoblöcke des Shelf-Mapping-Systems mit eingesetzten Temperatursensoren gleichmäßig auf den Stellflächen verteilt und mit dem externen Messwertschreiber verbunden werden.

Durchführung:

- Aus dem Hauptfenster "Manuell" die Schaltfläche "Betriebsart wählen/starten" - "Standard Systemtest" auswählen.
- "Temperaturverteilungstest" auswählen und über die Schaltfläche "Run" starten.
- Gleichzeitig die externe Messwertaufzeichnung starten.

Während des Tests werden die verschiedenen Stellflächentemperaturen angefahren und jeweils für eine bestimmte Zeit konstant gehalten, um die Temperaturverteilung im statischen Zustand zu erhalten.

Nach Prozessende öffnet sich ein Dialogfenster mit einer Sicherheitsabfrage. Nach Bestätigung dieser Abfrage wird die Anlage in Standby geschaltet.

Die externe Messwertaufzeichnung kann nun beendet werden.

Auswertung:

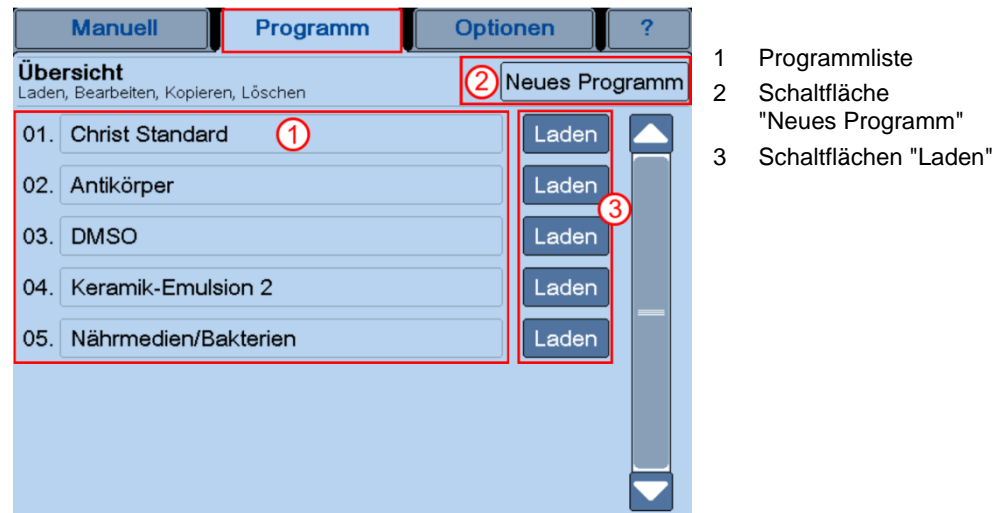
Zur Bewertung der Ergebnisse setzen Sie sich bitte mit dem Support der Firma Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH in Verbindung.

### **Schaltfläche "Stopp" (9)**

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

### 6.7.1.2 Hauptfenster "Programm"

Im Hauptfenster "Programm" werden mit Hilfe des Programmgebers PGMplus programmierte Gefriertrocknungsprozesse geladen, geändert und neue Programme erstellt.



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

Abb. 35: 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. 6.7.3 - "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. 6.7.3.1 - "Programm erstellen").

## 6 Betrieb

### 6.7.1.3 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



#### Optionen Allgemein:

- 1 "Sprache"
- 2 "Maßeinheit"
- 3 Sonderausstattung: "Vorwahl Belüftungsmedium"
- 4 Sonderausstattung: "Gasinjektion"
- 5 Sonderausstattung: "Inertisierung"

Abb. 36: Übersicht Hauptfenster "Optionen / Allgemein"

#### Sprache (1)

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

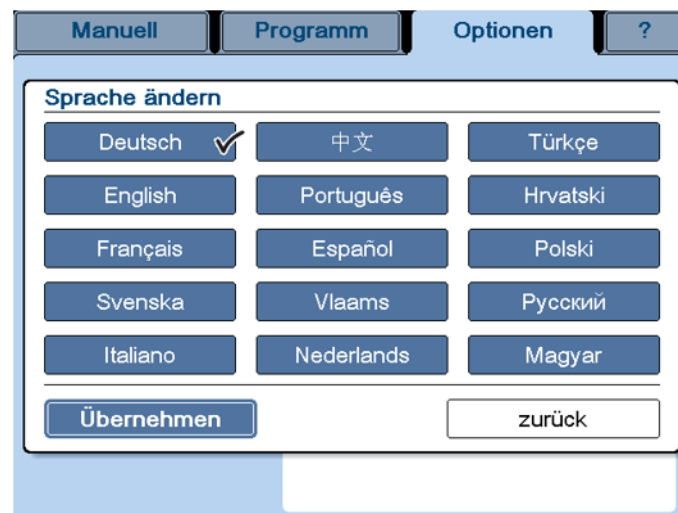


Abb. 37: Dialogfenster "Sprache ändern"

### Maßeinheit (2)

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

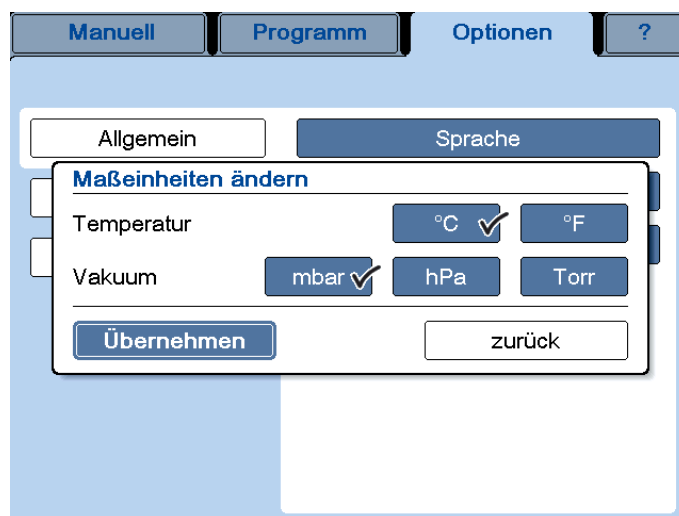


Abb. 38: Dialogfenster "Maßeinheit"

### Sonderausstattung: Vorwahl Belüftungsmedium (3)

Diese Funktion kann sowohl im manuellen Modus ausgeführt als auch in einem Programm hinterlegt werden (s. Kap. 6.7.3.1 - "Programm erstellen").

Bei der Ausstattung der Anlage mit einem automatischen Belüftungsventil und automatischen Ventilen zur Medienvorwahl wird über dieses Dialogfenster das Medium eingestellt, das für alle Belüftungsmedium-Anforderungen im manuellen Modus (ab Beginn der Haupttrocknung) und während des Abschnitts "Belüften" genutzt wird. In den Phasen "Gefrieren" und "Warm up" im manuellen Modus sowie den Betriebsarten "Abtauen", "Lecktest" und "Medienablauf" ist grundsätzlich Luft vorgewählt.



Abb. 39: Dialogfenster "Vorwahl Belüftungsmedium"

Falls die Vakuumregelung mit kontrolliertem Gaseinlass (Gasinjektion) arbeitet, erfolgt diese mit dem vorgewählten Medium.

## 6 Betrieb

Die folgenden Medienvorwahl-Einstellungen sind möglich:

- Luft: wählt den Medienanschluss "Luft" vor.
- Inertgas: wählt den Medienanschluss "Inertgas" vor.
- Automatik: automatische Medienanschlussvorwahl, abhängig vom Kammerdruck und Verschlussstatus der Produktfläschchen:
  - Kammerdruck  $\geq$  950 mbar: Vorwahl des Medienanschlusses "Luft".
  - Kammerdruck  $<$  950 mbar: Vorwahl des Medienanschlusses "Inertgas".

### Sonderausstattung: Gasinjektion mit Proportionalventil (4)

Diese Funktion kann sowohl im manuellen Modus ausgeführt als auch in einem Programm hinterlegt werden (s. Kap. 6.7.3.1 - "Programm erstellen").

Über das Dialogfenster wird das zu verwendende Verfahren zur Vakuumregelung vorgewählt, sofern die Anlage mit einem Proportional-Gasinjektionsventil ausgestattet ist.

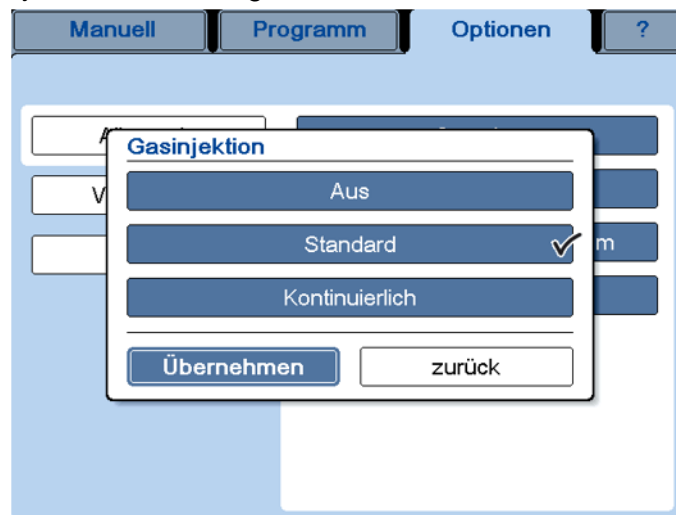


Abb. 40: Dialogfenster "Gasinjektion"

Folgende Verfahren sind möglich:

- Schaltfläche "Aus": Die Gasinjektion ist deaktiviert. Die Vakuumregelung erfolgt ausschließlich durch Öffnen und Schließen des Drucksteuerventils in der Saugleitung der Vakuumpumpe.
- Schaltfläche "Standard": Die Vakuumregelung erfolgt durch die Kombination von Evakuierung und Gasinjektion. Das elektromagnetische Gasinjektionsventil, das in Reihe mit dem Proportionalventil geschaltet ist, ist ständig geöffnet. Ist das aktuelle Vakuum besser als der Sollwert, wird durch Öffnen des Proportionalventils Gas injiziert. Die Durchlassöffnung des Ventils wird automatisch geregelt. Ist es schlechter als der Sollwert, erfolgt die Evakuierung durch das Öffnen des Drucksteuerventils in der Saugleitung der Vakuumpumpe.
- Schaltfläche "Kontinuierlich": Im Bereich von 6 mbar bis zum Endvakuum erfolgt die Vakuumregelung bei ständig geöffnetem Drucksteuerventil und elektromagnetischem Gasinjektionsventil ausschließlich durch Variieren des Injektionsdurchflusses mittels Proportionalventil. Zunächst wird das Proportionalventil geschlossen. Über 6 mbar erfolgt die Regelung wie unter "Aus" beschrieben.

### Sonderausstattung: Inertisierung (5)

(s. Kap. 6.8 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen")

Ist die Option "Inertisierung" aktiviert und die Anlage befindet sich im Modus "Standby", "Manuell-Gefrieren", "Programm-Beladen" oder "Programm-Gefrieren", wird nach Schließen der Beladetür für die Dauer der vorgewählten Inertisierungszeit eine automatische Inertisierung der Trocknungskammer vorgenommen. Die Betriebsart wechselt zu "Run Inertisieren".



Abb. 41: Dialogfenster "Inertisierung"

Eine erfolgreiche Inertisierung ist Voraussetzung für die Fortsetzung des Prozesses in den Betriebsarten

- Manuell
- Programm
- Abtauen
- Medienablauf.

Eine Inertisierung kann durch Drücken der Schaltfläche "Stopp" abgebrochen werden.



#### HINWEIS

Wurde die Inertisierung im Modus "Manuell-Gefrieren", "Programm-Beladen" oder "Programm-Gefrieren" ausgelöst, wird durch "Stopp" auch der Gefriertrocknungsprozess abgebrochen!

Fällt der Volumenstrom in der Inertisierungsleitung für mehr als 5 Sekunden unter einen bestimmten Schwellenwert (Voreinstellung am Durchflussmesser), oder wird die Beladetür während einer Inertisierungssequenz geöffnet, wird der Vorgang ebenfalls abgebrochen.



#### WARNUNG

Um einen unauthorisierten Zugriff auf das Dialogfenster "Inertisierung" zu verhindern, empfehlen wir unbedingt, den Zugriff auf die Steuerung per Passwort zu schützen (siehe Kapitel 6.7.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Absatz: "Verwaltung"/"Zugriffschutz" (4)).

## 6 Betrieb

### Verwaltung

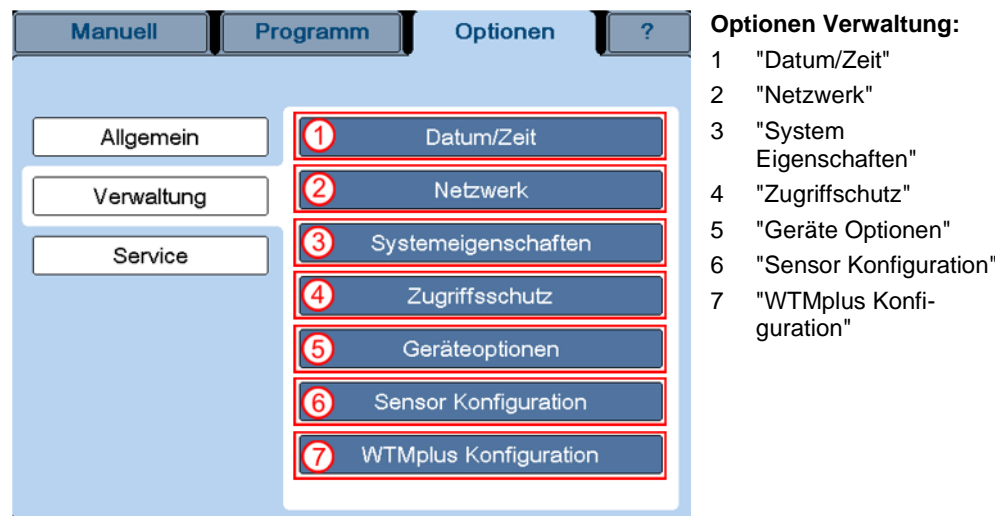


Abb. 42: Dialogfenster "Optionen / Verwaltung"

#### Datum / Zeit (1)

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

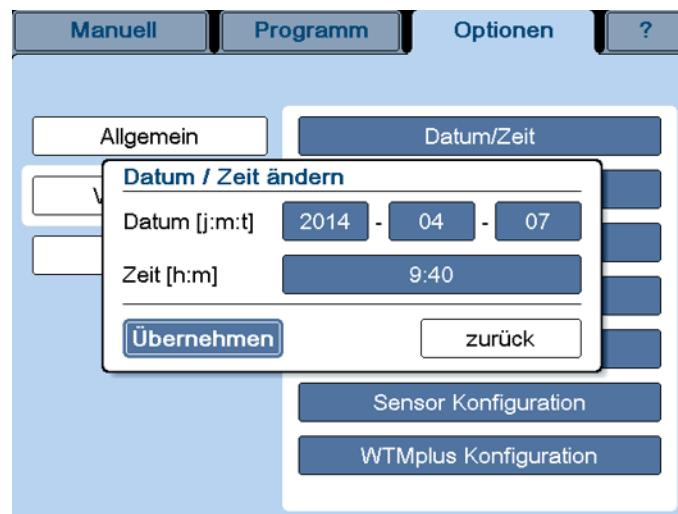


Abb. 43: Dialogfenster Datum/Zeit



### Netzwerk (2)

In diesem Dialogfenster können Netzwerkeinstellungen geändert werden.



#### HINWEIS

Die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Anlage übernommen.

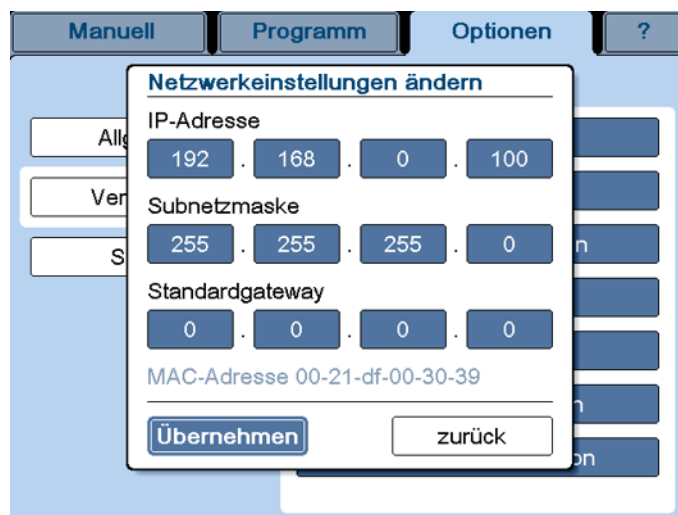


Abb. 44: Dialogfenster "Netzwerk"

### Systemeigenschaften (3)

In diesem Dialogfenster können verschiedene Systemeigenschaften verändert werden.

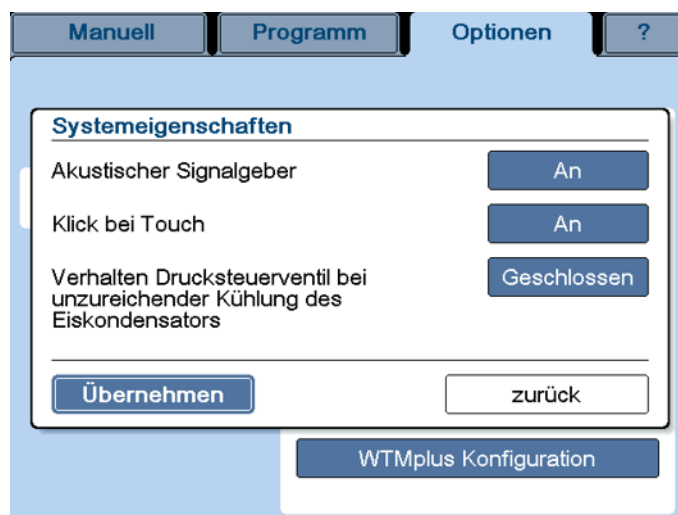


Abb. 45: Dialogfenster "Systemeigenschaften"

**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.

## 6 Betrieb

*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. Eine entsprechende Fehlermeldung wird angezeigt. Durch nochmaliges Betätigen der Schaltfläche wird die Funktion deaktiviert (Schaltfläche "Geregelt").

### Zugriffsschutz (4)

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

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



Abb. 46: Dialogfenster "Zugriffsschutz"



Nur bei aktiviertem Zugriffsschutz können die weiteren Schaltfelder aktiviert werden.

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

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

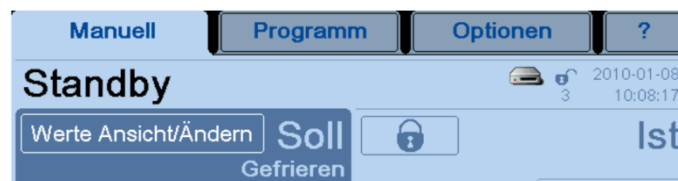


Abb. 47: Countdown Passworttimer und Schaltfläche "Schloss"

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



Abb. 48: 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. Zugriffschutz 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 6.8 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen" zu finden. Optionen, für die ein seriennummerngebundener Freischaltcode benötigt wird, sind mit dem Symbol ("🔒") gekennzeichnet.

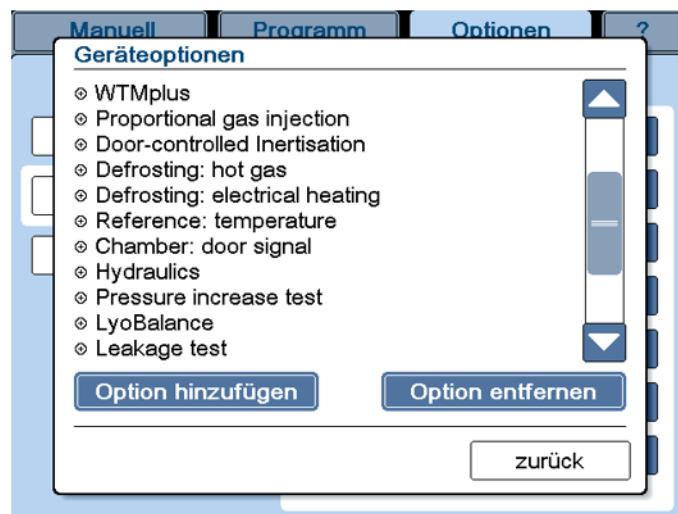


Abb. 49: Dialogfenster Geräteoptionen - Beispiel

## 6 Betrieb

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

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

In gleicher Weise werden Optionen entfernt.



Die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Anlage übernommen.

### Sensor Konfiguration (6)



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 Sensoren konfiguriert.

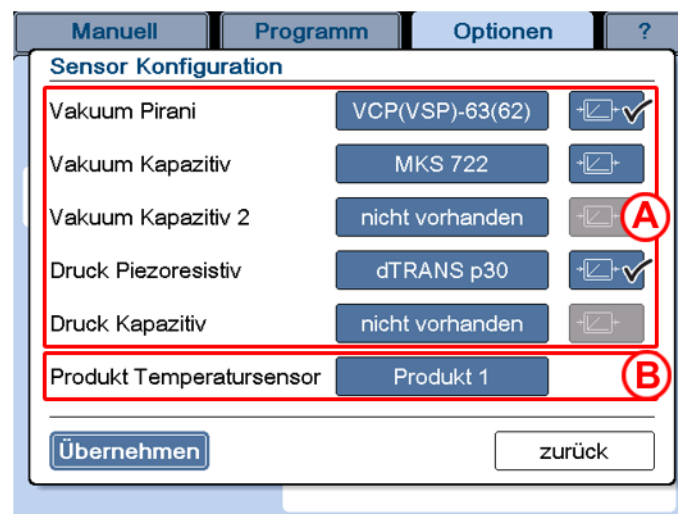


Abb. 50: Dialogfenster "Sensor Konfiguration" (Beispiel)

*Vakuummesssonden (siehe Abb. oben, Pos. A)*

Für Vakuum und Druck sind jeweils zwei Messverfahren aufgeführt, für die unterschiedliche Sonden ausgewählt werden können.

- Zum Ändern die Schaltfläche mit dem Namen der Messsonde drücken. Nacheinander erscheinen alle möglichen Fabrikate.

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.

*Produkttemperatursensor (siehe Abb. oben, Pos. B)*

*Nur für Anlagen mit WTMplus-System*

Standardmäßig wird zur Bestimmung des Wertes "ΔT Produkt" der kabelgebundene Produkttemperatursensor 1 verwendet (siehe Kapitel 6.7.3 - "Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus", Abschnitt "Weiterschaltbedingungen").

Verfügt die Gefriertrocknungsanlage über das drahtlose Temperatursystem WTMplus, kann an dieser Stelle auch ein anderer kabelgebundener Produkttemperatursensor oder ein WTMplus-Sensor ausgewählt werden:

- Schaltfläche des Produkttemperatursensors betätigen. Ein Drop-Down-Menü mit allen verfügbaren Sensoren wird angezeigt.
- Den Sensor auswählen, der zur Bestimmung von "ΔT Produkt" verwendet werden soll.
- Drop-Down-Menü verlassen. Durch Betätigen der Schaltfläche "Übernehmen" wird das Dialogfenster geschlossen und die Auswahl gespeichert.

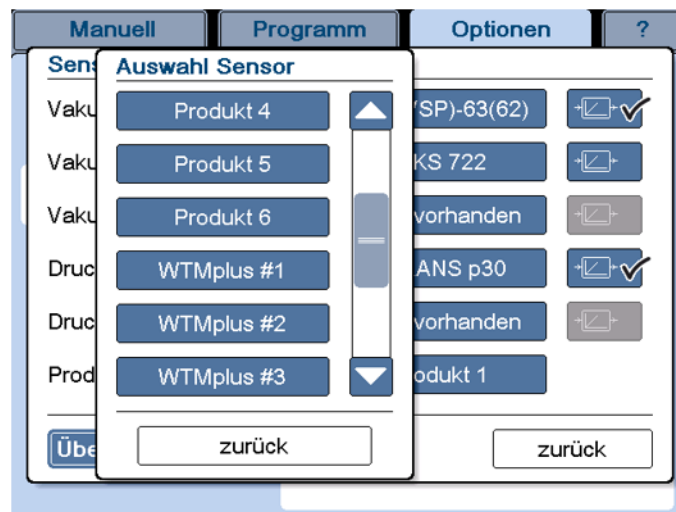


Abb. 51: Auswahl des Produkttemperatursensors (nur bei Anlagen mit WTMplus-System)

6 Betrieb

WTMplus Konfiguration (7)



Das Dialogfenster dient lediglich der Information.  
 Änderungen an der Konfiguration können ausschließlich über die  
 LPCplus-Benutzeroberfläche vorgenommen werden.

In diesem Dialogfenster werden alle vorhandenen WTMplus-Temperatur-  
 messsensoren aufgeführt. Jeder Sensor ist über seine Seriennummer  
 einem Kanal zugeordnet. Neben der Messkanal- und Seriennummer des  
 Sensors wird die jeweilige Temperatur sowie ein Signal-Qualitäts-Index  
 (SQI) angezeigt. Hier zeigt ein Balken in jedem Feld die Signalqualität an:

- Grün: gute Signalqualität
- Gelb: mäßige Signalqualität
- Rot: unzureichendes Signal

Kanal	Nummer	Temperatur [°C]	SQI
#1	0118	20.1	23
#2	0146	20.7	16
#3			
#4	0137	20.2	23
#5	0153	20.5	10
#6	0132	20.8	43
#7			
#8	0165	20.2	27

zurück

Abb. 52: Dialogfenster "WTMplus Konfiguration"

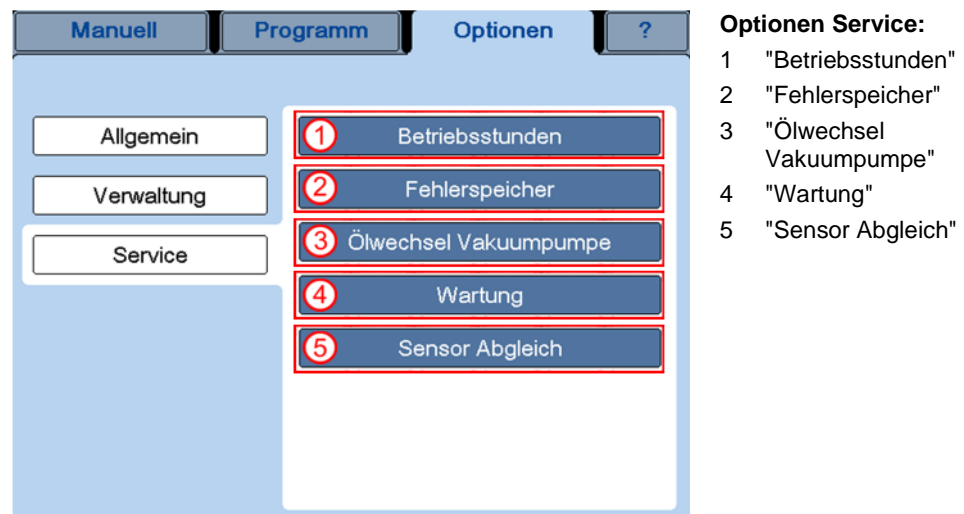
**Service**


Abb. 53: 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.

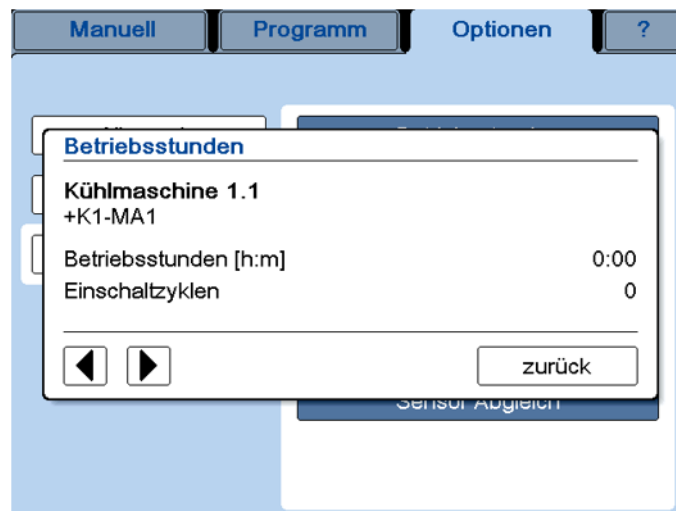


Abb. 54: Dialogfenster "Betriebsstunden", hier: Kühlmaschine 1.1

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.

## 6 Betrieb



Bei Rückfragen oder Serviceanforderungen stets den Fehlercode angeben!

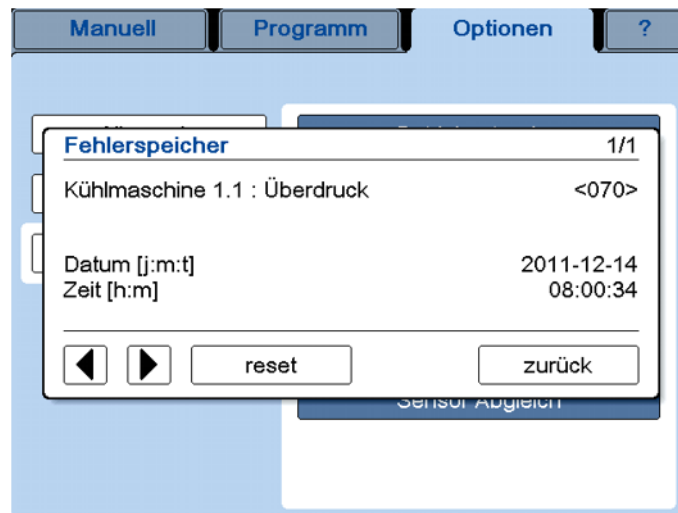


Abb. 55: Dialogfenster "Fehlerspeicher"

### Ölwechsel Vakuumpumpe (3)

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

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

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



Abb. 56: Dialogfenster "Ölwechsel Vakuumpumpe"



#### Wartung (4)

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

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

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

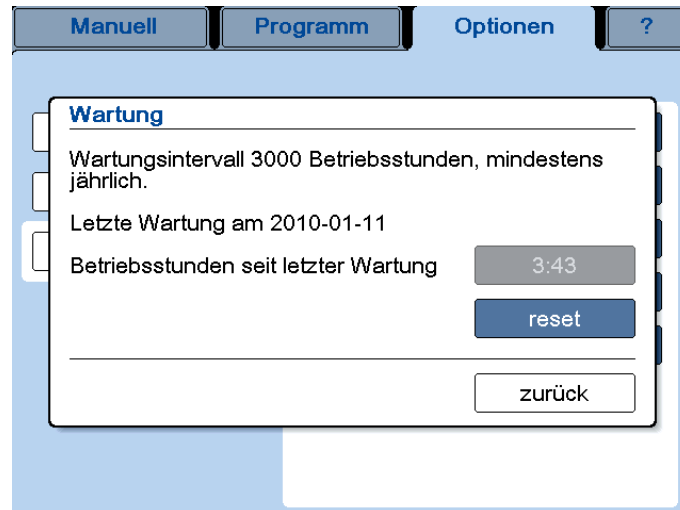


Abb. 57: Dialogfenster "Wartung"

#### Sensor Abgleich (5)

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



#### **VORSICHT**

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



#### **HINWEIS**

Der Sensorabgleich muss von autorisiertem Fachpersonal durchgeführt werden.

## 6 Betrieb

### 6.7.1.4 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. 58: Anlageninformationen (Beispiel)



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

### 6.7.2 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.

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.



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:

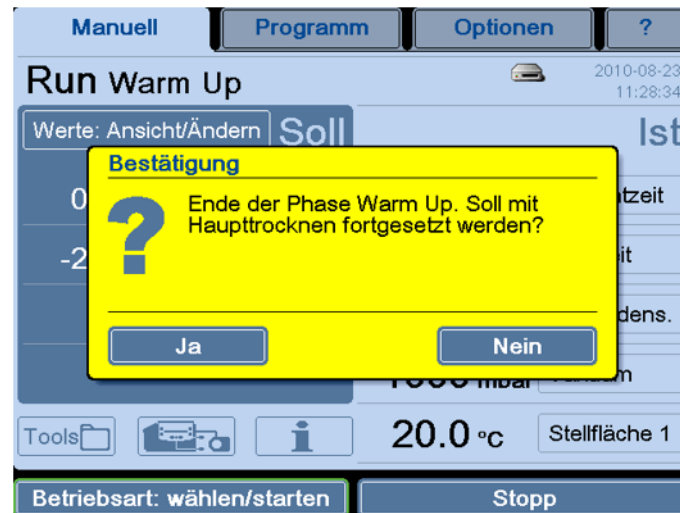


Abb. 59: Dialogfenster nach Ablauf der Warm Up-Phase

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-Modus über.

### 6.7.2.1 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. 6.7.1.1 - "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
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 2px solid red; padding: 2px;">① Belüften</div> <div style="border: 2px solid red; padding: 2px;">② Abtauen</div> <div style="border: 2px solid red; padding: 2px;">③ Medienablauf</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 2px solid red; padding: 2px;">④ Lecktest</div> </div>				
Übernehmen		zurück		

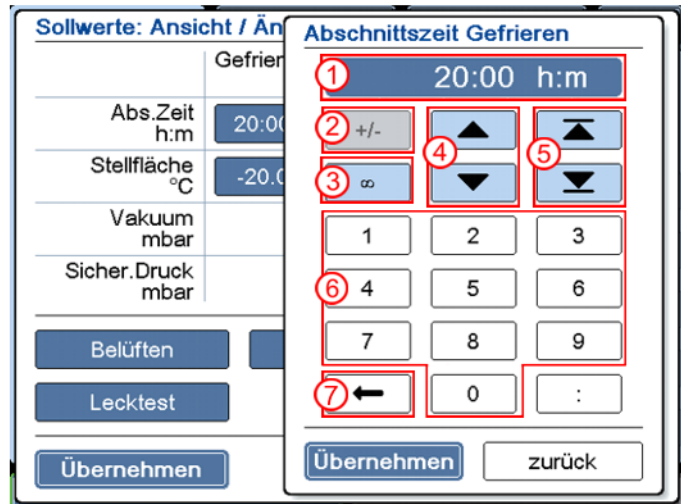
- 1 Schaltfläche "Belüften"
- 2 Schaltfläche "Abtauen"
- 3 Schaltfläche "Medienablauf" (Sonderausstattung)
- 4 Schaltfläche "Lecktest"

Abb. 60: 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 (nicht bei Warmwasser-Abtauung) 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)**  
Bei Betätigen der Schaltfläche werden die Parameter angezeigt, mit denen der Lecktest durchgeführt wird. Zusätzlich müssen Testzeit und Kammervolumen angegeben werden (abhängig vom verwendeten Zubehör).

Alle numerischen Werte können über eine Zahlentastatur bearbeitet werden:



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

Abb. 61: 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.

### 6.7.3 Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus

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

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		
	LyoRx Control %		off	off	off	Speichern		

Abb. 62: 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.

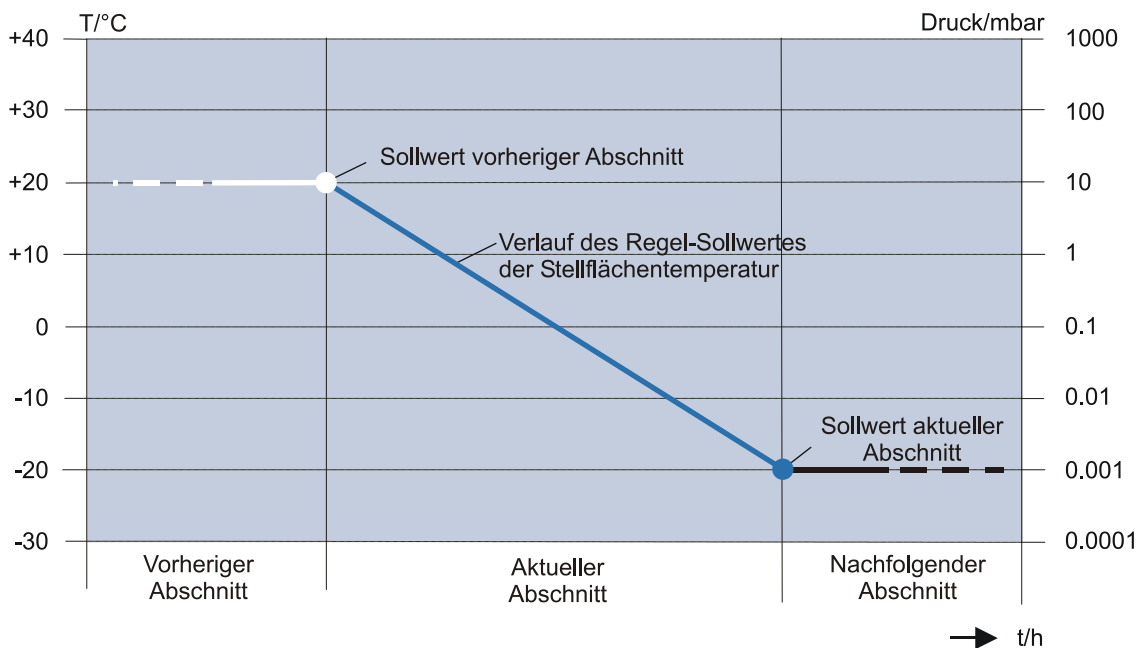


Abb. 63: Grafische Darstellung der Veränderung des Regelsollwertes

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 von der Sollwertvorgabe an. Standardmäßig wird der kabelgebundene Produkttemperatursensor 1 verwendet. Verfügt die Gefriertrocknungsanlage über das drahtlose Temperatormesssystem WTMplus, kann auch ein anderer kabelgebundener Produkttemperatursensor oder ein WTMplus-Sensor ausgewählt werden (siehe Kapitel 6.7.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Abschnitt "Verwaltung"/"Sensorconfiguration").

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 Nachtrocknen.

$\Delta p$  Druckanstiegstest (optional): Je nach gewähltem Modus kann der Druckanstiegstest ebenfalls als Weiterschaltbedingung herangezogen werden (siehe Kapitel 6.7.3.1 - "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 Auftauen des Produktes zu verhindern.

## 6 Betrieb

$\Delta T$  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.

### **i** HINWEIS

Dürfen ausschließlich kapazitive Messsonden eingesetzt werden (z.B. bei der Trocknung von lösungsmittelhaltigen Produkten), ist die Durchführung einer komparativen Druckmessung nicht möglich.

### Warm-up Phase der Vakuumpumpe

Neben der Abarbeitung der einzelnen Abschnitte steuert der Programmgeber PGMplus 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 PGMplus 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. 6.7.3.1 - "Programm erstellen").

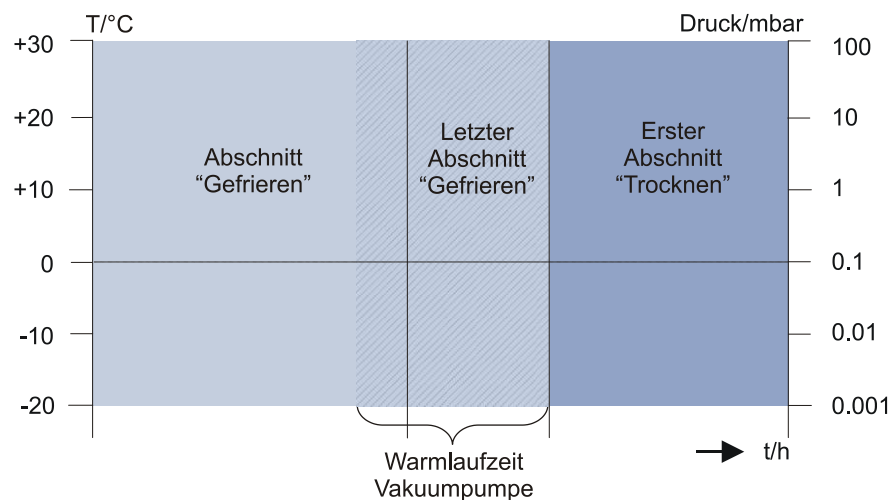


Abb. 64: Die WarmUp-Phase der Vakuumpumpe wird direkt vor den ersten Trocknungsabschnitt in die Phase "Gefrieren" vorgelagert



### 6.7.3.1 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.

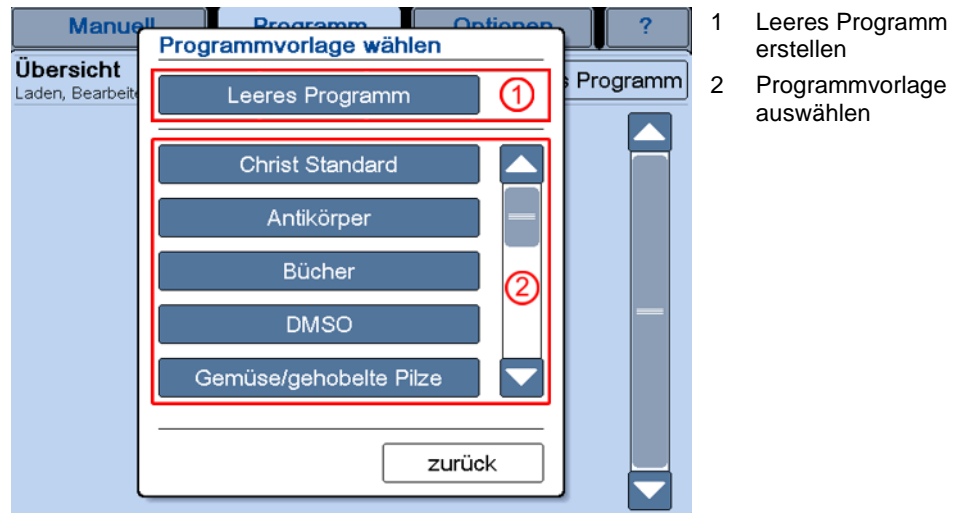


Abb. 65: Dialogfenster Programmvorlage

#### 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, 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. 66: 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.

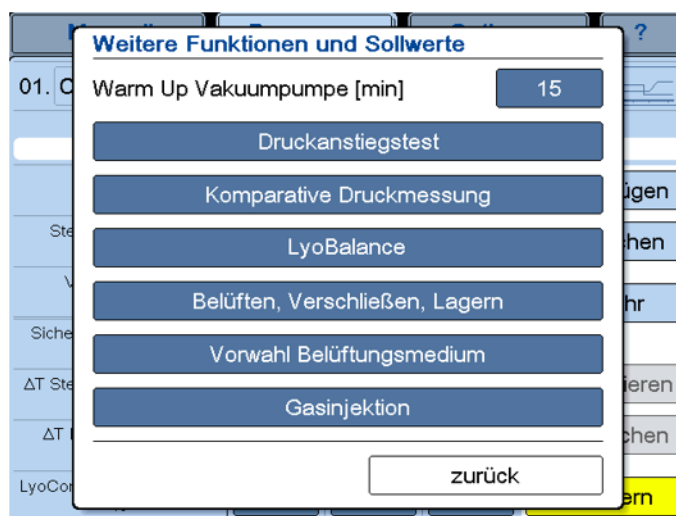


Abb. 67: Auswahl programmbezogener Funktionen und Sollwerte

### WarmUp Vakuumpumpe

siehe Kapitel 6.7.3 - "Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus"

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

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



Die Anzeige des Messwertes "dp Test" kann im Kapitel 6.7.1.1 - "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 aktuell eingestellten Werten für Stellflächentemperatur und Kammervakuum als abgeschlossen. Somit ist die Weiterschalt-

## 6 Betrieb

bedingung 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 aktuell eingestellten Werten für Stellflächentemperatur und Kammervakuum 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.

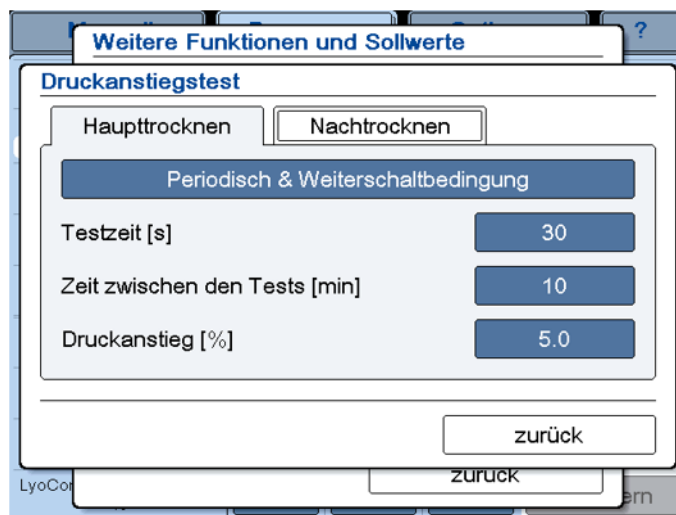


Abb. 68: Dialogfenster "Druckanstiegstest" im Programmmodus

Option: Komparative Druckmessung  
(s. Kap. 6.8 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen")

**i**  
HINWEIS

Die Anzeige des Messwertes "dp Komp" kann im Kapitel 6.7.1.1 - "Hauptfenster "Manuell"" unter "Istwerte aktueller Prozess" im Dialogfenster "Auswahl Istwert" konfiguriert werden.

**i**  
HINWEIS

Dürfen ausschließlich kapazitive Messsonden eingesetzt werden (z.B. bei der Trocknung von lösungsmittelhaltigen Produkten), ist die Durchführung einer komparativen Druckmessung nicht möglich.

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

- Weiterschaltbedingung:  
Liegt der Differenzwert zwischen Pirani- und kapazitiver Vakuummesssonde am Ende des letzten Haupttrocknungsabschnitts unter dem Sollwert " $\Delta p$  Komparativ", gilt der Trocknungsprozess unter den aktuell eingestellten Werten für Stellflächentemperatur und Kammervakuum 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 keine komparative Druckmessung während der Haupttrocknung durchgeführt. Eine Auswertung findet nicht statt.

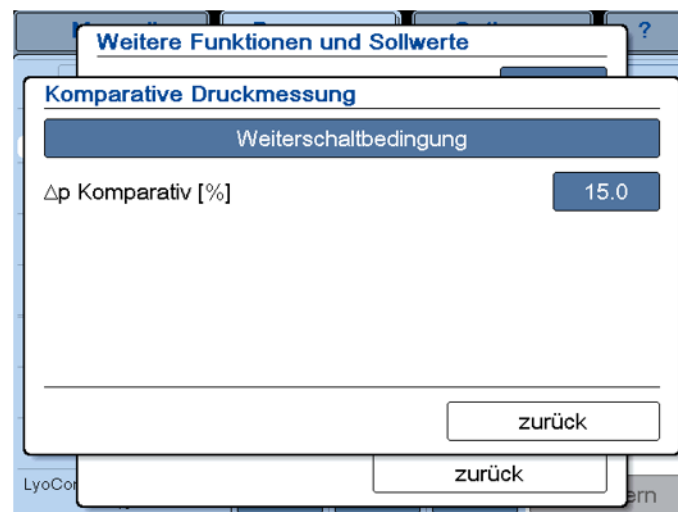


Abb. 69: Dialogfenster "Komparative Druckmessung"

## 6 Betrieb

### Option: Wägesystem "LyoBalance"

Ist die Gefriertrocknungsanlage mit dem Wägesystem "LyoBalance" ausgerüstet (s. Kap. 6.8 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen"), werden die Parameter in diesem Dialogfenster konfiguriert.



Separate Bedienungsanleitung des Wägesystems beachten!

### Option: Belüften, Verschließen, Lagern

(s. Kap. 6.8 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen")

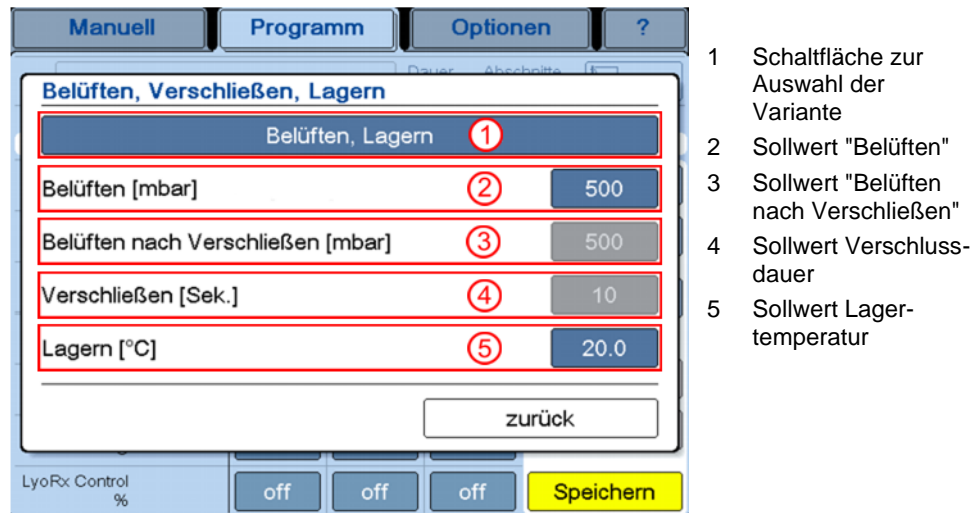


Abb. 70: Dialogfenster "Belüften, Verschließen, Lagern"

Durch mehrmaliges Betätigen der Schaltfläche kann zwischen folgenden Varianten gewählt werden:

- deaktiviert
- Belüften (auf den Wert "Belüften") mit anschließendem Lagern
- Verschließen (bei Trocknungsvakuum gefolgt von Belüften auf Atmosphärendruck) mit anschließendem Lagern
- Belüften (auf den Wert "Belüften"), Verschließen (gefolgt von Belüften auf Atmosphärendruck) mit anschließendem Lagern

Die Sollwerte der einzelnen Parameter können durch Betätigen der jeweiligen Schaltfläche angepasst werden, wenn die Schaltfläche blau hinterlegt ist.



Ein Sollwert für Belüften  $\leq 10$  mbar kann nur dann erreicht werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage mit einem Feinregel-Nadelventil zur Gasinjektion ausgestattet ist.

Ablauf der Belüften-(Verschließen)-Lagern-Prozedur:

1. Belüften auf das gewünschte Partialvakuum (Wert "Belüften"): Nachdem der eigentliche Gefriertrocknungsprozess beendet ist, wird der Eiskondensator weiterhin gekühlt, und die Stellflächen werden auf der Temperatur des letzten Trocknungsabschnittes gehalten. Die Anlage wird bis zum Erreichen des gewünschten Partialvakuums (Wert "Belüften", siehe Abbildung oben, Pos. 2) belüftet.



Das Verschließen ist bei einem Kammerdruck unterhalb 900 mbar durchzuführen, um zu verhindern, dass später bei niedrigem Umgebungs-Luftdruck die Stopfen aus den Fläschchen gedrückt werden.



Liegt der Sollwert für Belüften unter dem aktuellen Kammerdruck, wird die Belüftungsphase übersprungen. Der aktuelle Kammerdruck wird beibehalten.

2. Verschließen gefolgt von Belüften auf Atmosphärendruck Während der Eiskondensator weiterhin gekühlt und die Stellflächen-temperatur beibehalten wird, fahren die Stellflächen zusammen, um die Lyo-Stopfen in die Produktfläschchen zu drücken. Der Einpressdruck wird über die spezifische Dauer "Verschließen" (Abbildung oben, Pos.4) aufrechterhalten. Die anschließende Endbelüftung geschieht in zwei Stufen. Zunächst wird bis auf das unter "Belüften nach Verschließen" (Abbildung oben, Pos. 3) angegebene Partialvakuum belüftet. Danach werden die Stellflächen wieder in die Trocknungsposition auseinander gefahren. Erst dann wird bis auf Atmosphärendruck belüftet. Dieses Verfahren verhindert einerseits ein Herausspringen der Stopfen (wenn die Stellflächen ohne vorherige Belüftung auseinander gefahren werden), und andererseits ein Anhaften der Stopfen an den Stellflächen (wenn die Stellflächen erst nach vollständiger Belüftung bis auf Atmosphärendruck auseinander gefahren werden).
3. Lagern unter definierten Bedingungen Die Stellflächen werden auf die eingestellte Lagerungstemperatur "Lagern" (siehe Abbildung oben, Pos. 5) geregelt, um das Produkt unter optimalen Bedingungen zu lagern. Diese Bedingungen werden konstant gehalten, bis die Anlage zum Entladen manuell in den Standby-Modus geschaltet wird.



Wurde die Variante "Belüften, Lagern" gewählt, erfolgt das Lagern unter dem Druck "Belüften". In diesem Fall muss die Anlage vor dem Öffnen der Beladetür manuell auf Atmosphärendruck belüftet werden.

Parameter	Nr.	Wertebereich	Standardeinstellung
Belüften	2	0,001 mbar...900 mbar	500 mbar
Belüften nach Verschließen	3	0,001 mbar...900 mbar	500 mbar
Verschließen	4	1 Sek....999 Sek	10
Lagern	5	-99,9°C...60,0°C	20°C

## 6 Betrieb

### Sonderausstattung: Vorwahl Belüftungsmedium

Bei der Ausstattung der Anlage mit einem automatischen Belüftungsventil und automatischen Ventilen zur Medienvorwahl wird über dieses Dialogfenster das Belüftungsmedium vorgewählt, das dann während der Ausführung eines Programms für alle Belüftungsmedium-Anforderungen verwendet wird.

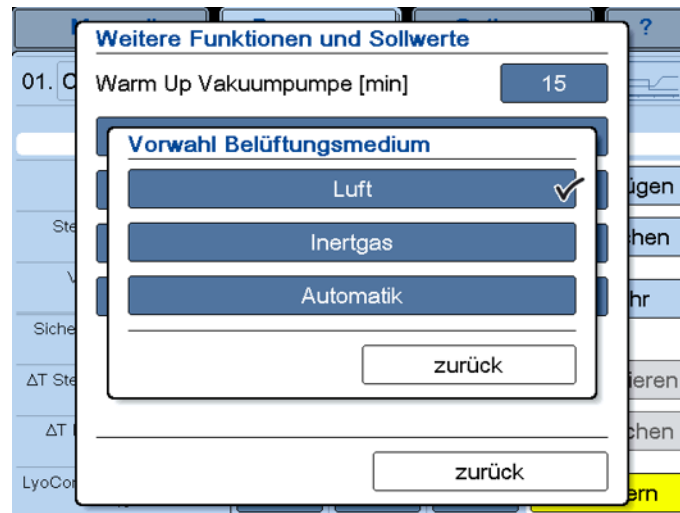


Abb. 71: Dialogfenster "Vorwahl Belüftungsmedium"

Falls die Vakuumregelung mit kontrolliertem Gaseinlass (Injektion) arbeitet, erfolgt diese mit dem vorgewählten Medium. Falls die Anlage mit der Option "Belüften, Verschließen, Lagern" ausgestattet ist, wird auch hierbei das vorgewählte Medium sowohl für das Belüften bis zum Verschließen (Rückbefüllung) als auch für das abschließende Belüften auf Atmosphärendruck verwendet.

Die folgenden Medienvorwahl-Einstellungen sind möglich:

- Luft: wählt den Medienanschluss "Luft" vor.
- Inertgas: wählt den Medienanschluss "Inertgas" vor.
- Automatik: automatische Medienanschlussvorwahl, abhängig vom Kammerdruck und Verschlussstatus der Produktfläschchen:
  - Kammerdruck  $\geq 950$  mbar oder Produktfläschchen bereits mittels BVL verschlossen: Vorwahl des Medienanschlusses "Luft".
  - Kammerdruck  $< 950$  mbar und Produktfläschchen noch nicht mittels BVL verschlossen: Vorwahl des Medienanschlusses "Inertgas".

Damit können beim automatischen "Belüften, Verschließen, Lagern" (BVL) die Rückbefüllung mit Inertgas und das anschließende Belüften der Kammer auf Atmosphärendruck automatisch mit Luft ausgeführt werden.

### Sonderausstattung: Gasinjektion mit Proportionalventil

siehe Kapitel 6.7.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"" / Sonderausstattung: Gasinjektion mit Proportionalventil



### Programmvorlagen (2)

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



Einige der in Kapitel 6.7.1.1 - "Hauptfenster "Manuell", "Betriebsart wählen / starten" beschriebenen Systemtests sind auch als Programmvorlage verfügbar.

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

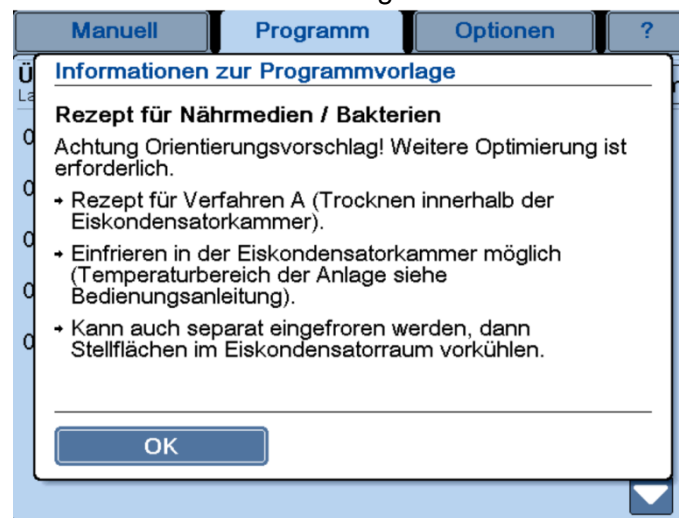


Abb. 72: Informationen zur Programmvorlage, hier: Rezept für Nährmedien / Bakterien

Nach Bestätigen der Information wird die Programmvorlage angezeigt.

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

#### 6.7.3.2 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 Programmdaten zur Bearbeitung.
- Änderungen durchführen und speichern (s. Kap. 6.7.3.1 - "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 Betrieb

### 6.7.3.3 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 Programmdaten.
- Durch Drücken der Schaltfläche "Programm kopieren" wird eine Kopie des Programms erstellt.
- Kopie bearbeiten und speichern (s. Kap. 6.7.3.1 - "Programm erstellen").
- Dialogfenster durch Drücken der Schaltfläche "Programm" verlassen. Dem Programm wird automatisch der erste freie Programmplatz zugewiesen.

### 6.7.3.4 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.

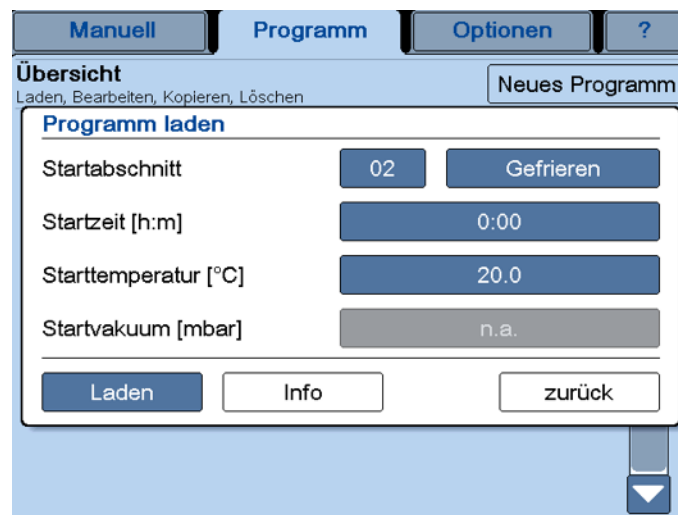


Abb. 73: Dialogfenster "Programm laden"

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



Abb. 74: 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.

### 6.7.3.5 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 Programmdaten.
- 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.

## 6.8 Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen

### **Belüften, Verschließen, Lagern**

siehe auch Kapitel 6.7.3.1 - "Programm erstellen", Schaltfläche ">>mehr"

Diese Option ist nur in Verbindung mit dem Programmgeber PGMplus und für Anlagen mit automatischem Belüftungsventil und hydraulisch verfahrbaren Stellflächen einsetzbar. Sie ermöglicht das automatische Verschließen der Produktfläschchen mit vorher eingesetzten Gummistopfen unter Partialvakuum sowie das anschließende Lagern auf den Stellflächen unter definierten Bedingungen als integraler Bestandteil eines Trocknungsprogramms.

### **Druckanstiegstest**

siehe auch Kapitel 6.7.3.1 - "Programm erstellen", Schaltfläche ">>mehr"

Der Druckanstiegstest kann nur beim → *Zweikammer-Verfahren* durchgeführt werden. Während des Druckanstiegstests verhindert das Zwischenventil den Dampfstrom 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.

### **Gasinjektion mit Proportionalventil**

siehe auch Kapitel 6.7.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Absatz "Allgemein"

Verfügt die Gefriertrocknungsanlage über ein Proportional-Gasinjektionsventil, kann das zu verwendende Verfahren zur Vakuumregelung vorgewählt werden. Das Verfahren kann rezeptbezogen abgelegt werden.

### **Improved cooling rate (Schnelles Einfrieren)**

Das Kälteaggregat 1 wird für die Kühlung des Eiskondensators genutzt, das Kälteaggregat 2 kühlt die zur Temperierung der Stellflächen genutzte Wärmeträgerflüssigkeit. Ist die Geräteoption "Improved cooling rate" aktiviert (siehe Kapitel 6.7.1.3 - "Hauptfenster "Optionen""/Verwaltung/Geräteoptionen), wird das Kälteaggregat des Eiskondensators während der Prozessphase "Gefrieren" zur unterstützenden Kühlung der Wärmeträgerflüssigkeit eingesetzt. Dadurch ist eine Steigerung der Einfriergeschwindigkeit möglich.

Diese Option ist für nur Gefriertrocknungsanlagen des Typs Epsilon 2-6D LSCplus und Epsilon 2-10D LSCplus verfügbar.

### **Inertisierung**

siehe auch Kapitel 6.7.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Absatz "Allgemein"

Das Trocknen von lösungsmittelhaltigen Ausgangsprodukten mit hoher Lösungsmittelkonzentration kann in sauerstoffhaltiger Atmosphäre zur Bildung zündfähiger Gemische führen. Für die Trocknung solcher Produkte muss die Gefriertrocknungsanlage mit einer türgesteuerten Inertisierung durch Stickstoff oder ein anderes Inertgas ausgestattet sein.

### **Komparative Druckmessung**

siehe auch Kapitel 6.7.3.1 - "Programm erstellen", Schaltfläche ">>mehr"

Die gasartabhängige Vakuummesssonde der Trocknungskammer nach "Pirani" (z.B. Thyracont VCP 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.

### **USB Prozessaufzeichnung**

siehe auch Kapitel 6.7.2 - "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.

### **Vorwahl Belüftungsmedium**

siehe auch Kapitel 6.7.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Absatz "Allgemein"

Bei Ausstattung der Gefriertrocknungsanlage mit einem automatischen Belüftungsventil sowie automatischen Ventilen zur Medienvorwahl kann ein spezielles, für alle Belüftungsmedium-Anforderungen zu verwendendes Medium vorgewählt werden, das vom Beginn der Haupttrocknung an eingesetzt wird.

### **Wägesystem LyoBalance**

siehe auch Kapitel 6.7.1.1 - "Hauptfenster "Manuell"", Dialogfenster "Tools"

Das Wägesystem "LyoBalance" bietet die Möglichkeit, den Gewichtsverlust eines Produktes während einer Gefriertrocknung zu ermitteln. Die aus dem Gewichtsverlust resultierende Trocknungsrate gibt Auskunft über den Fortschritt der Trocknung und unterstützt den Anwender bei der Trocknungsendebestimmung bzw. der Optimierung der Prozessparameter

### **Drahtlose Produkttemperaturmessung WTMplus**

Die drahtlose Produkttemperaturmessung WTMplus wurde in erster Linie für Gefriertrocknungsanlagen im Produktionsbereich entwickelt. Die Sensoren werden direkt im Produkt platziert und übermitteln die Messwerte an eine in der Trocknungskammer integrierte Antenne. So ist eine kontinuierliche Überwachung in allen Phasen der Gefriertrocknung möglich.

### **Kameraüberwachung LyoCam**

Die Kameraüberwachung LyoCam ermöglicht die Überwachung und Analyse von Gefriertrocknungsprozessen. Eine hochwertige Kamera fotografiert das Produkt je nach Prozessabschnitt in variablen Abständen von Sekunden bis zu Minuten. Dabei werden die Bilder mit dem LPCplus SCADA System zur Prozessvisualisierung verknüpft und mit einem identischen Zeitstempel zu anderen aufgezeichneten Prozessparametern versehen.

## 6 Betrieb

---

### **Controlled Nucleation LyoCoN**

Das LyoCoN-Verfahren ermöglicht das zeitgleiche Einfrieren aller Vials in der Trocknungskammer. Dazu werden auf dem kalten Eiskondensator Eiskristalle akkumuliert. Gleichzeitig wird das flüssige Produkt nahe am Gefrierpunkt abgekühlt. Dann wird in der Gefriertrocknungsanlage ein leichtes Vakuum erzeugt. Ein extern installierter Behälter bleibt dabei unter Atmosphärendruck. Durch Öffnen eines Ventils wird zwischen dem externen Behälter und der Eiskondensatorkammer ein Druckausgleich herbeigeführt. Das am Eiskondensator vorbeigeführte Gas erzeugt einen sehr feinen Eisnebel in der Trocknungskammer, der in alle Vials eindringt und sofort das homogene Einfrieren auslöst.

### **LyoControl Messsystem**

Mit Hilfe des Lyo Control Messsystems ist es möglich, den Kristallisationszustand des Produktes zu bestimmen. Im flüssigen Zustand ist der elektrische Widerstand sehr gering. Während des Gefrierens steigt der Widerstand an. Der LyoRx Control 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.

## 6.9 Ausschalten

Die Gefriertrocknungsanlage muss sich im Standby-Status befinden.

- Anlagensteuerung am Steuerungsschalter ausschalten.
- Hauptschalter betätigen, um die Gefriertrocknungsanlage vom Stromnetz zu trennen.

## 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
<b>Keine Anzeige auf dem Display</b>	<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>• Steuerungsschalter aus</li> <li>• Hauptschalter 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>• Steuerungsschalter einschalten</li> <li>• Hauptschalter einschalten</li> </ul>
<b>Touch panel reagiert nicht oder nicht korrekt</b>	<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>
<b>Passworteingabe schlägt fehl</b>	<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 Administrator-kennworts: Service verständigen (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall")</li> </ul>
<b>Kein ausreichendes Vakuum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleinflanschverbindung(en) nicht korrekt verbunden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindung lösen, Zentrierung mit innenliegendem Dichtring zentrisch zwischen die Flanschanschlüsse setzen und mit dem Spanning verbinden. Der Zentrierung darf nicht verrutschen oder verkanten</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verunreinigungen oder Beschädigungen an der Türdichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Türdichtung reinigen und ggf. austauschen</li> </ul>
<b>Undichtigkeit im Medienablaufventil</b>	<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. 8.1.4 - "Belüftungsventil, Medienablaufventil"), ggf. austauschen.</li> <li>• O-Ringe austauschen.</li> </ul>
<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 7.1.2.4 - "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>

## 7 Störungen und Fehlersuche

Fehlerart	mögliche Ursache	Behebung
<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 - "Eiskondensator- und Stellflächentemperatur")</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>



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



## 7.1.2 Kein ausreichendes Vakuum



Vakuumkontrollen sind bei tiefgekühltem Eiskondensator durchzuführen.

### 7.1.2.1 Kleinflanschverbindungen

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

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

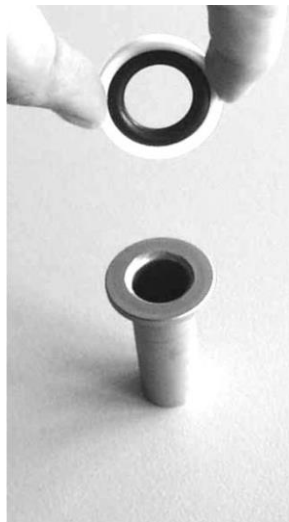


Abb. 75: Kleinflansch und Zentrierring

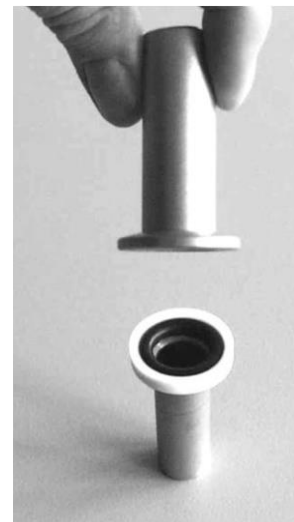


Abb. 76: Kleinflansch und Zentrierring mit Kleinflansch



Abb. 77: Ansetzen des Spannrings



Abb. 78: 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 Medienablaufsystem (insbesondere bei der Reinigung der Ventile 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. 8.1.4 - "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 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. 8.1.11 - "Vakuummesssonde").

### 7.1.3 Eiskondensator- und Stellflächentemperatur



#### VORSICHT

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



#### HINWEIS

Die Kältemaschinen werden zeitversetzt eingeschaltet. Kältemaschine 2 wirkt ausschließlich auf den Wärmetauscher und regelt die Stellflächentemperatur über das Wärmeträgermedium. Kältemaschine 1 dient primär der Kühlung des Eiskondensators, wird jedoch bei höherer Kälteanforderung auf den Stellflächen (insbesondere während des Einfrierens) temporär auf den Wärmetauscher umgeschaltet. Dadurch steigt die Eiskondensatortemperatur an.

Der Anstieg der Eiskondensatortemperatur während des Gefrierens ist normaler Bestandteil des Gefriertrocknungsprozesses.

Jede Kältemaschine 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.

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

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

Die minimale Eiskondensatortemperatur von ca.  $-85^{\circ}\text{C}$  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 6.7.1.1 - "Hauptfenster "Manuell", Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen") und sind dieser Betriebsanleitung deshalb nicht beigelegt.

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 07-33 33  
E-mail: [support.epsilon@martinchrist.de](mailto:support.epsilon@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 1.3 - "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.

### 8.1 Wartungsarbeiten

#### 8.1.1 Allgemeines

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

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

## 8 Wartung und Instandhaltung

### Reinigung der Gefriertrocknungsanlage



**WARNUNG**

#### Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen

##### Anlagengehäuse

Während des Betriebs der Anlage und eine halbe Stunde danach können die äußeren Oberflächen der Anlage (insbesondere Aggregate und Leitungen) heiß sein.

##### Innerhalb der Kammer:

Nach einem Trocknungsprozess können die Oberflächen im Inneren der Kammer (Kammerwände, Stellflächen, Zwischenventil usw.) heiß sein.

Bei Berührung der Oberflächen kann es zu Verbrennungen kommen.

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



**GEFAHR**

#### Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch die Ausgangsprodukte

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

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

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

- Vor der Reinigung der Gefriertrocknungsanlage Gerät 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.
- Beladetür bei Nichtgebrauch des Gerätes öffnen, damit eventuell vorhandene Feuchtigkeit entweichen kann.

**8.1.2 Eiskondensatorkammer****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 Medienablaufsystem (insbesondere bei der Reinigung der Ventile und beim Dichtungswechsel) geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Atemschutzmaske tragen!

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 Trocknungskammer**

Um Korrosion (insbesondere an den Buchsen der Produkttemperatursensoren und des LyoControl-Sensors) zu vermeiden und einen nachfolgenden Trocknungsprozess nicht negativ zu beeinflussen, muss vor jeder Inbetriebnahme dafür gesorgt werden, dass sich kein Wasser mehr in der Kammer befindet.

- Falls erforderlich, Trocknungskammer mit einem Tuch auswischen.

**8.1.3.1 Folienbeschichtung der Beladetür**

Gefriertrocknungsanlagen mit Acrylglastür sind mit der speziellen Folienbeschichtung Radiation Shield auf der Außenseite der Acrylglastür ausgestattet, zusätzlich kann auf der Innenseite die Folienbeschichtung Solvent Shield angebracht sein (s. Kap. 6.5 - "Beladetür").

**HINWEIS**

Technisch bedingt sind Einschlüsse möglich, die die Funktion der Folierung jedoch nicht beeinflussen.

**HINWEIS**

Bei Acrylglastüren mit einer Radiation Shield-Folienbeschichtung sind sichtbare Lichtreflexionen möglich. Dies ist kein Defekt, sondern die natürliche Folge der verwendeten Hochleistungsbeschichtung.

## 8 Wartung und Instandhaltung

Damit die Folienbeschichtung nicht beschädigt wird, müssen bei der Reinigung folgende Punkte beachtet werden:

- Bei einer Kontamination durch toxische, radioaktive oder pathogene Substanzen sofort mit einem geeigneten Dekontaminationsmittel reinigen (s. Kap. 8.2 - "Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör").
- Unmittelbar nach Gebrauch mit reichlich Wasser reinigen, damit Verunreinigungen weggespült und nicht weggerieben werden.



**VORSICHT**

Die Folienbeschichtung darf niemals trocken gereinigt werden.

- Zur Reinigung ein weiches Tuch, einen weichen synthetischen Schwamm oder einen Gummiwischer und ein handelsübliches Reinigungsmittel (Glasreiniger) ohne Scheuer- oder Schürfbestandteile verwenden.
- Niemals mit harten Schwämmen, Tüchern oder Bürsten reinigen.
- Starke mechanische Belastungen bei der Reinigung vermeiden.

### 8.1.3.2 Sonderausstattung: Türverschlussriegel aus Edelstahl

Bei Anlagen, die mit einer Edelstahltür oder einer Acrylglastür mit Türverschlussriegel aus Edelstahl ausgerüstet sind, befindet sich auf dem Türverschlussriegel eine Gleitauflage. Sie ist bei diesen Anlagen als Ersatzteil im Lieferumfang enthalten. Die Gleitauflage muss regelmäßig auf Verschleiß überprüft und ggf. ausgetauscht werden.

- 1 Türverschlussriegel
- 2 Gleitauflage (Best.-Nr. 177270)
- 3 Torx-Schrauben

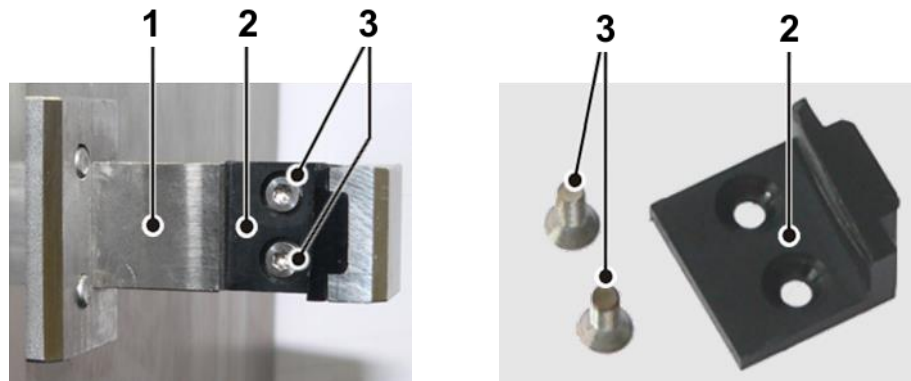


Abb. 79: Türverschlussriegel und Gleitauflage

#### Austausch der Gleitauflage:

Die beiden Schrauben der Gleitauflage mit einem Schraubendreher Torx® TX10 lösen, die alte Gleitauflage abnehmen und die neue Gleitauflage befestigen.



**8.1.4 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 Medienablaufsystem (insbesondere bei der Reinigung der Ventile und beim Dichtungswechsel) geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Atemschutzmaske tragen!

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

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

- 1 Ventilöffnung
- 2 Ventileinsatz
- 3 O-Ringe

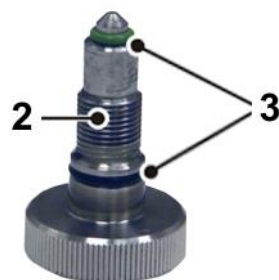
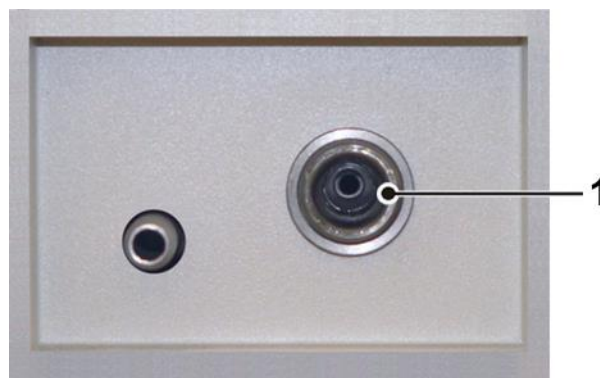


Abb. 80: Ventilöffnung und Ventileinsatz mit O-Ringen  
(Beispielabbildung, variiert je nach Anlagentyp)

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

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

## 8 Wartung und Instandhaltung

---

### 8.1.5 Wärmetauscher (nur bei luftgekühlten Gefriertrocknungsanlagen)

Um das von der Kälteanlage komprimierte Kältemittel abzukühlen, wird ein lamellierter Wärmetauscher (Verflüssiger) eingesetzt. Er befindet sich auf der Geräterückseite (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall") und wird mit Luft gekühlt.

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

Der gewählte Aufstellungsort sollte deshalb möglichst sauber sein.

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

### 8.1.6 Elektrisches System



**GEFAHR**

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

Bei Berührung stromführender Bauteile besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags.

Es kann zu Herzkammerflimmern, Herzstillstand oder Atemlähmung kommen.

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

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

## 8.1.7 Vakuumsystem

**HINWEIS**

Wartungshinweise des Herstellers in der separaten Betriebsanleitung der Vakuumpumpe und ggf. des Abgasfilters beachten!

**WARNUNG****Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen**

Während des Betriebs der Anlage und eine halbe Stunde danach können die äußeren Oberflächen der Vakuumpumpe heiß sein.

Bei Berührung der Oberflächen kann es zu Verbrennungen kommen.

- Vor Arbeiten an der Vakuumpumpe und am Abgasfilter die Pumpe abkühlen lassen!
- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!

**WARNUNG****Verbrühungsgefahr durch Vakuumpumpenöl**

Bei Arbeiten an der Vakuumpumpe und am Abgasfilter (insbesondere beim Öl- und Filterwechsel) ist das Personal dem heißen Vakuumpumpenöl ausgesetzt.

Bei Kontakt mit der Haut kann es zu Verbrühungen kommen.

- Geeignete Schutzkleidung und Schutzhandschuhe tragen!
- Geeignetes Auffanggefäß verwenden!

**WARNUNG****Vergiftungsgefahr/Infektionsgefahr durch Vakuumpumpenöl**

Bei Arbeiten an der Vakuumpumpe und am Abgasfilter (insbesondere beim Öl- und Filterwechsel) ist das Personal dem Vakuumpumpenöl ausgesetzt, das gesundheitsschädliche Stoffe aus dem verarbeiteten Produkt enthalten kann. Synthetische Öle können zudem beim Erhitzen über 300°C und beim Anzünden giftige Gase freisetzen.

Durch das Einatmen von Dämpfen, die aus dem Öl austreten, oder durch Kontakt mit der Haut kann es zu schweren Gesundheitsschäden kommen.

- Geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Atemschutzmaske tragen!
- Öl unter Beachtung der örtlichen Bestimmungen umweltgerecht entsorgen!
- Öl nicht mit Tabakwaren in Berührung bringen!

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:

- Während des Betriebs der Pumpe auf Laufgeräusche achten.
- Ölstand der Vakuumpumpe einmal wöchentlich kontrollieren, gegebenenfalls fehlendes Öl nachfüllen. Bei Trübheit, Verschmutzung oder Farbveränderungen einen Ölwechsel vornehmen.
- Ölwechsel sind grundsätzlich bei betriebswarmer Pumpe durchzuführen.
- Der erste Ölwechsel ist nach ca. 100 Betriebsstunden vorzunehmen.

## 8 Wartung und Instandhaltung

- 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").

### 8.1.8 Kältesystem



**WARNUNG**

#### **Erstickungsgefahr durch Kältemittel**

Bei Arbeiten am Kältesystem der Anlage kann Kältemittel in flüssigem oder gasförmigem Zustand und unter hohem Druck austreten. Gasförmiges Kältemittel ist schwerer als Luft und kann sich am Boden und in Gruben in höheren Konzentrationen sammeln.

Hohe Konzentrationen können Ersticken verursachen. Symptome können Verlust der Bewegungsfähigkeit und des Bewusstseins sein. Betroffene bemerken das Ersticken nicht.

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!
- Bei Arbeiten am Kältesystem für gute Belüftung/Absaugung sorgen!



**WARNUNG**

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

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

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

- Arbeiten am Kältesystem nur von qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen!



**WARNUNG**

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

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

Es besteht Explosionsgefahr.

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



**WARNUNG**

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

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

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

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

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

### 8.1.9 Wärmeträgersystem

Der Füllstand des Wärmeträgermediums zur Temperierung der Stellflächen kann am Schauglas kontrolliert werden (Position siehe Kapitel 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente"). Diese Kontrolle ist nur einmal im Monat erforderlich. Auch bei mehrjährigem Betrieb ist ein Nachfüllen des Wärmeträgermediums allgemein nicht notwendig.

Die Umwälzpumpe für das Wärmeträgermedium ist wartungsfrei.

### 8.1.10 Hydrauliksystem



**GEFAHR**

#### **Gefahr einer Hochdruckinjektion durch Hydrauliköl**

Bei Arbeiten am Hydrauliksystem der Anlage oder durch Alterung der Schlauchleitungen kann Hydrauliköl unter hohem Druck austreten.

Aufgrund des hohen Drucks kann das Öl die Haut durchdringen. Es kann zu schweren Verletzungen kommen; dabei besteht die Gefahr einer Embolie.

- Arbeiten am Hydrauliksystem der Anlage nur von qualifiziertem Fachpersonal durchführen lassen!

Schläuche und Verschraubungen sind regelmäßig durch eine Fachkraft auf Undichtigkeit zu überprüfen und bei Beschädigung umgehend zu ersetzen. Hydraulik-Schlauchleitungen in angemessenen Zeitabständen (abhängig von den Betriebsbedingungen und unter Berücksichtigung der Herstellerangaben und -empfehlungen) auszuwechseln, auch wenn keine sicherheitsrelevanten Mängel erkennbar sind.

### 8.1.11 Vakuummesssonde



**HINWEIS**

Separate Betriebsanleitung des Herstellers für die Vakuummesssonde beachten!

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

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

#### **Kapazitive Vakuummesssonden**

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

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

## 8 Wartung und Instandhaltung

### 8.1.12 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



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. 8.4 - "Instandhaltungsarbeiten").

**8.3 Wartungsplan**

System/ Baugruppe	Position / Bauteil	Inspektion		Wartung				Instandsetzung
		vor Beginn der Trocknung	täglich (Arbeitstag)	Inspektion	Austausch	Funktion	Kalibrierung	
<b>Trocknungs- kammer Be- / Entladeseite</b>	Trocknungskammer: trocken und sauber	X		X				
	Faltenbalg: sauber und unbeschädigt	X		X		ruckfreie Bewegung		
	Soleschlauche und Durchführung	X		X		Dichtheit		
	Zwischenventildichtung	X		X	nach ca. 50 Sterilisationen			
	Stellflächen: Gestänge	X		gratfrei		gleichmäßige Bewegung		
	Stellflächen: Oberfläche sauber und unbeschädigt	X						
	Stellflächen: Begrenzungen	X						
	Acrylglastür: Oberfläche sauber und unbeschädigt	X		Schlieren, Risse				
	Türdichtung: sauber und unbeschädigt	X		ersetzen	nach ca. 50 Sterilisationen			Ein- / Ausbau
	Turriegel	X		gratfrei		X		Ein- / Ausbau
	Scharniere	--		X		X		Bei Wechsel der Türdichtung neu justieren
	Türverkleidung: fest	X		X				
	Schauglas: sauber, Beleuchtung ok	X		X				
<b>Maschinenraum - allgemein</b>	Schaltschrank		X	X				
	Leckagen		X	X				
	Geräusche im Betrieb		X	X				
	Dynamische Dichtungen: Ventilmembranen				nach ca. 100 Sterilisationen			
	Statische Dichtungen: Clamp, KF, O-Ring etc.				nach ca. 100 Sterilisationen			
	Lose Kabel			X				
	Kabelkanäle geschlossen			X				
	Rahmengestell			Korrosion				Korrosion beseitigen
<b>Belüftungssystem</b>	Belüftungsfilter				nach ca. 50 Sterilisationen			
<b>Vakuumsystem</b>	Pumpe: Ölstand	X	X	X				
	Pumpe: Öl-Zustand (Farbe, Kontamination)	X	X	X	Ölwechsel			
	Olnebelfilter: Olnebelaustritt		X	X		X		
	Olnebelfilter: Ölstand		X			reinigen		
	Endvakuum					X		
	Ablagerungen im Gehäuse - Öl-Kreislauf			X				
	Öl-Leckage unter Pumpe	X		X	nach 10 Jahren			GLRD, Lager, Flügelzellen, Federn: 10 J. Lebensdauer
	Vakuum-Lecktest					X		

## 8 Wartung und Instandhaltung

System/ Baugruppe	Position / Bauteil	Inspektion		Wartung				Instandsetzung
		vor Beginn der Trocknung	täglich (Arbeitstag)	Inspektion	Austausch	Funktion	Kalibrierung	
<b>Kältesystem</b>	Eisbildung			X				
	Lecktest gem. EG 842/2006 (bei mehr als 3 kg Kältemittel)							
	Wärmetauscher			X		reinigen		
	Betriebsdruck unter Volllast					X		
	Mechanische Geräusche			X				
	Magnetventile					X		
	Eiskondensator: tiefste Temperatur					X		
	Regelventile Kühlwasser			X		X		Ventile reinigen
<b>Wärmeträger- kreislauf</b>	Füllstand Ausgleichsbehälter		X	X		X		
	Leckagen / Isolierung vollgesogen		X	X				
	Auslöseschwelle Übertemperatur					X		
	Temperaturfühler: Befestigung			X				
	Zustand Trocknerpatrone (Adsorptionsfilter)			X				
<b>Mess- und Regelorgane</b>	Vakuummesssonde(n)						X	
	Temperaturmesspunkte GT-Anlage						X	
	Druckmessung Kammer						X	
	Produkttemperatur					X	X	Austausch Steckerverbindung
	Niveauschalter					X		
	Magnetventile			X		X		
<b>Hydrauliksystem</b>	Leckagen an Komponenten		X	X				
	Maximaldruck-Einstellung					X		
	Öl im Vorlagebehälter	X		X				
	Schläuche: Zustand			X	nach 5 Jahren			
	Verfahrgeschwindigkeit Verschlusszylinder					X		
<b>Elektrotechnik</b>	Schaltschrank: Wärmeentwicklung			X		X		
	Schaltschrank: Zustand Bauteile			X				
	Schaltschrank: Kühlung			X	Filter nach 1 Jahr			
	Feldverkabelung			X				
	Leistungsaufnahme Komponenten					X		
	Pufferbatterie der Steuerung				2 Jahre			
	Signallampe / Signalhorn					X		



## 8.4 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 07-33 33  
E-mail: [support.epsilon@martinchrist.de](mailto:support.epsilon@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

---

### 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).

### 8.5 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>Epsilon 2-10D LSCplus</b>
Bestellnummer:	110825
<b>Physikalische Daten</b>	
<u>Abmessungen der Anlage</u>	
- Höhe:	1 303 mm
- Breite:	1 190 mm
- Tiefe:	866 mm + 100 mm Vakuumanschluss
Gewicht:	ca. 665 kg
Geräuschpegelnach DIN 45635:	64 dB (A)
Funkentstört gemäß EN 55011:	Klasse B
Wärmeabgabe:	min. 3,0 kW max. 5,6 kW
<b>Kältesystem</b>	
Eiskondensator:	Kaskadensystem, bestehend aus 2 Kompressoren mit je 1,2 kW
Regelung der Stellflächentemperatur:	1 Kompressor mit 0,9 kW
<b>Füllmengen</b>	
<u>Natürliche, brennbare Kältemittel</u>	
Kältesystem 1	
- R1270:	140 g / < 0,01 t
- R170:	116 g / < 0,01 t
Kältesystem 2	
- R1270:	100 g / < 0,01 t
<u>Nicht brennbare Kältemittel</u>	
Kältesystem 1	
- R290:	16 g / < 0,01 t
- R404A:	650 g / 2,46 t
- R508B:	270 g / 3,62 t
Kältesystem 2	
- R404A:	1.200 g / 4,54 t
<u>Wärmeträger</u>	
- Fragoltherm X-T15:	ca. 15 l
<b>Leistungsdaten</b>	
<u>Eiskondensatorkammer</u>	
- Abmessungen (B x H x T):	460 mm x 470 mm x 231 mm
- Volumen:	ca. 50 l
<u>Eiskondensator</u>	
- Kapazität:	max. 10 kg
- Leistung:	max. 10 kg / 24 h
- Temperatur:	ca. -85°C
<u>Trocknungskammer</u>	
- Abmessungen (B x H x T):	460 mm x 470 mm x 470 mm
- Volumen:	ca. 100 l

## 10 Technische Daten

<b>Leistungsdaten</b>	
<u>Stellflächen</u>	
- Abmessungen (B x T):	350 mm x 400 mm
- Nutzbare Stellfläche:	siehe unten
- Freier Stellflächenabstand:	siehe unten
- Stellflächentemperatur:	ca. -55°C bis +60°C
- Stellflächentemperaturgenauigkeit:	max. ±1°C auf einer Stellfläche und von Stellfläche zu Stellfläche
<u>Vakuum</u>	
- Endvakuum 2stufig:	5 x 10 <sup>-3</sup> mbar
- Leckrate (Testzeit 12-15 h):	5 x 10 <sup>-3</sup> mbar / sec
<b>Anschlussdaten</b>	
Elektrischer Anschluss:	3 x 400 V / 50 Hz (andere Anschlusswerte auf Anfrage)
Schutzklasse:	I
IP-Schutzart gemäß DIN 60529:	11
Scheinleistung	
- mit Vakuumpumpe Vacuubrand RZ 9 (1ph):	6,8 kVA
Nennstrom:	12,0 A
Netzsicherung:	16,0 A
<b>Betriebsmittelanschlüsse</b>	
Belüftung:	Schlauchtülle DN6 (Außendurchmesser 10 mm)
Ablauf (Standard):	Schlauchtülle DN10 (Außendurchmesser 12 mm)
Sonderausstattung: Ablauf in der Anschlussleiste:	R3/4"
Vakuumananschluss:	Edelstahlrohr Ø 20 mm
Netzeingang:	CEE Stecker (16 A 3ph)
Datenschnittstelle (LAN):	RJ 45
<b>Sonderausstattung: Wasserkühlung</b>	
Temperatur Wasservorlauf:	+15°C bis +20°C
Temperatur Wasserrücklauf:	max. 25°C
Wassertemperatur-Differenz:	max. 10K bei Vorlauf-Temp. +15°C max. 5K bei Vorlauf-Temp. +20°C
Kühlwasserdruck:	min. 2 bar max. 10 bar Δp min. 1,5 bar
Volumenstrom:	max. 0,7 m <sup>3</sup> /h (≈ 11,7 l/min)
Mittels Kühlwasser abgeführte Wärme:	5,6 kW
Anschluss Kühlwasserzulauf:	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13
<b>ACHTUNG!</b> Der Wasserzulauf ist bei abgeschalteter Anlage bauseitig abzusperrnen!	
Anschluss Kühlwasserrücklauf:	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13
Option Kühlwassermengenregler (Werkseinstellung):	12 bar (Hochdruckseite Kälteanlage)

**10 Technische Daten**

Stellflächen														
Stellflächenbreite:		350	R-Flaschen		2R	4R	6R	8R	10R	15R	20R	25R	30R	
Stellflächenlänge:		400	↑ mm		35	45	40	45	45	60	55	65	75	
Stellfläche ↓		15	Ø mm		16	16	22	22	24	24	30	30	30	
Anz. Stellflächen		Area	Abstand		Die Zahlen geben die Maximalbeladung an. Beim Einsatz von Rahmen 10% abziehen!									
1	+	1	0,14	354		613	613	326	326	266	266	165	165	165
2	+	1	0,28	169		1226	1226	652	652	532	532	330	330	330
3	+	1	0,42	108		1839	1839	978	978	798	798	495	495	495
4	+	1	0,56	77		2452	2452	1304	1304	1064		660		
5	+	1	0,70	59	Standard	3065								
6	+	1	0,84	47	nur Schale									
7	+	1	0,98	38	nur Schale									

H-Flaschen															
				H-Flaschen		5H	7H	8H	10H	15H	20H	25H	30H	50H	100H
				↑ mm		41	41	47	54	59	58	58	63	73	95
				Ø mm		21	22	23	25,5	27	32	36	36	43	52
Anz. Stellflächen		Area	Abstand		Die Zahlen geben die Maximalbeladung an. Beim Einsatz von Rahmen 10% abziehen!										
1	+	1	0,14	354		363	326	290	243	218	147	117	117	83	54
2	+	1	0,28	169		726	652	580	486	436	294	234	234	166	108
3	+	1	0,42	108		1089	978	870	729	654	441	351	351	249	
4	+	1	0,56	77		1452	1304	1160	972	872	588	468			
5	+	1	0,70	59	Standard	3065									
6	+	1	0,84	47	nur Schale										
7	+	1	0,98	38	nur Schale										

### 10.1 Umgebungsbedingungen

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

### 10.2 Technische Dokumentation

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

Die Unterlagen können über unsere Serviceabteilung angefordert werden.

11 Anhang

11 Anhang

11.1 Mathematische Zusammenhänge

Den unter dem Menüpunkt "Programmgeber" (s. Kap. 6.7.3 - "Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus") ablaufenden automatischen Vorgängen liegen folgende Überlegungen zugrunde:

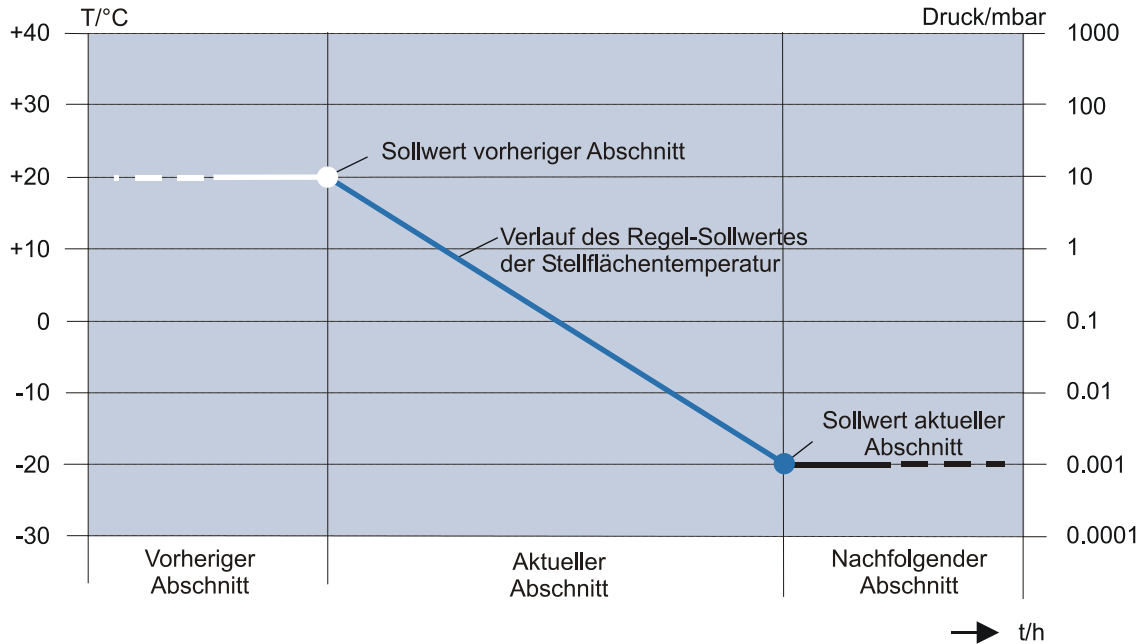


Abb. 81 Grafische Darstellung der Veränderung des Regelsollwertes

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

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

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

Beispiel:

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

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

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

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

**Berechnung des Regelsollwertes für Vakuum:**

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



## 11.2 EG-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie



### EG – KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

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

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

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

Produktbezeichnung:	Gefriertrocknungsanlage
Produkttyp:	Epsilon 2-10D LSCplus
Bestellnummer:	110825, 110826, 110827, 110828, 110837, 110839
Richtlinien:	2006/42/EG Maschinenrichtlinie 2014/35/EU Niederspannungsrichtlinie 2014/30/EU EMV-Richtlinie 2014/68/EU Druckgeräterichtlinie
Zu Grunde gelegte Normen:	DIN EN ISO 12100:2011-03 DIN EN 378-1 bis 378-4:2012-08 DIN EN ISO 13849-1:2008-12 DIN EN 61010-1:2011-07 DIN EN 60204-1:2011-01 DIN EN 61000-6-2:2006-03 DIN EN 61000-6-4:2011-09
- bei Ausstattung mit WTMplus:	DIN EN 55011:2011-04 DIN EN 62311:2008-9

#### Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH

An der Unteren Söse 50  
37520 Osterode

CE-Dokumentationsbeauftragter:  
S. Krippendorff

Osterode, 18.02.2016



M. Christ, Geschäftsführer

CE\_Masch\_RLEpsilon2-10D\_LSCplus\_2015-12-14\_de.docx

## 11 Anhang

---

### 11.3 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

---

## 11.4 Tabelle der Sublimationsdruckkurve

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

## 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.

### **Belüften, Verschließen, Lagern**

Die Option "Belüften, Verschließen, Lagern" beinhaltet das automatische Verschließen der Produktfläschchen mit vorher eingesetzten Gummistopfen unter Partialvakuum sowie die anschließende Lagerung auf den Stellflächen unter definierten Bedingungen als integraler Bestandteil eines Trocknungsprogramms. Aus diesem Grund ist die Option nur in Verbindung mit dem Programmgeber und bei Anlagen mit automatischem Belüftungsventil und Hydraulik einsetzbar.

### **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 Dampfstrom 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 auf separat temperaturgeregelten Stellflächen innerhalb der Eiskondensatorkammer durchgeführt.

### **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**

## 12 Glossar

---

Die gasartabhängige Vakuummesssonde der Trocknungskammer nach "Pirani" (z.B. Thyracont VCP 63) 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 Haupttrocknung 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.

### **Lecktest**

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.

### **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.

### **Zweikammer-Verfahren**

Das Gefrieren und Trocknen des Produkts auf temperierten Stellflächen in einer separaten Trocknungskammer wird als Zweikammer-Verfahren 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.



## 13 Index

### A

Abgase (Gefahren) .....	35, 51
Abholauftrag (nur innerhalb Deutschlands) .....	131
Ablauf (Standard, Anschluss).....	134
Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses..	42
Ablauf in der Anschlussleiste (Sonderausstattung).....	134
Abmessungen.....	43
Abtauen .....	92
Abtauen mit Heißgas .....	24
Abtauwasser, kontaminiert (Gefahren) 34, 49, 114, 119, 121	
Adsorptionsfilter .....	54
Akustischer Signalgeber .....	81
Allgemeine Arbeiten (Wartung) .....	117
Allgemeine Störungen.....	111
Allgemeinen Geschäftsbedingungen.....	12
Anbauten .....	40
Änderung des Stellflächenabstands.....	59
Angezeigter Vakuumwert nicht korrekt.....	111
Anlagenschema .....	66
Anschluss .....	41
Anschluss (Gefahren) .....	30, 46
Anschluss Ablauf (Standard).....	134
Anschluss Belüftung .....	134
Anschluss Kühlwasserrücklauf.....	134
Anschluss Kühlwasserzulauf.....	134
Anschlussart .....	47
Anschlussdaten .....	134
Anzeigen oder Ändern der Sollwerte.....	92
Artikelnummer.....	19
Aufbau der Gefriertrocknungsanlage.....	14
Auffüllen von Betriebsmitteln.....	40
Aufstellort.....	46
Aufstellung .....	41
Aufstellung (Gefahren) .....	30, 46
Ausgangsprodukte, die Azide enthalten .....	11
Ausgangsprodukte, säurehaltig.....	11
Auspacken .....	43
Ausschalten .....	110

Automatisches Belüften, Verschließen, Lagern.....	108
Azide.....	11
Azide (Gefahren).....	34
<b>B</b>	
Baujahr (Monat/Jahr) .....	19
Bedienelemente .....	14
Bedienoberfläche .....	61
Bedienpersonal.....	27, 28
Beladetür (Bedienung) .....	56
Beladetür (Folienbeschichtung).....	119
Beladetür (Gefahren) .....	35, 56
Belüften .....	92
Belüften bei Trocknungsende .....	24
Belüften, Verschließen, Lagern 102, 108, 143	
Belüftung .....	46, 48, 115
Belüftung (Anschluss) .....	134
Belüftungsmedium vorwählen .....	77
Belüftungsmedium, Vorwahl .....	109
Belüftungsventil .....	114
Belüftungsventil (Wartung).....	121
Berechnung des Regelsollwertes für Vakuum .....	136
Berechnung des Regelsollwertes und der Steigung für Temperatur.....	136
Beschilderung des Geräts.....	25
Bestellnummer .....	133
Bestimmungsgemäße Verwendung .....	9
Betriebsart wählen / starten .....	69
Betriebsmittelanschlüsse .....	134
Betriebsmittelkennzeichen .....	68, 87, 143
Betriebssicherheit .....	126
Betriebsspannung.....	47
Betriebsstunden .....	87
Betriebszustand .....	63
Brandschutz.....	41
<b>C</b>	
CE-Zeichen gemäß Richtlinie 2006/42/EG .....	25
Chemische Reaktionen .....	126

## Index

### D

Dampfdruckkurve für Eis und Wasser .....	20, 21, 64
Datenschnittstelle (LAN) .....	134
Datum / Zeit .....	80
Dekontamination mit Wasserstoffperoxid (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ).....	11, 27, 28
Dekontaminationserklärung .....	131
Dekontaminationsmittel.....	118
delta p Druckanstiegstest (optional) .....	95
deltaT Komparativ.....	95
deltaT Produkt .....	95
deltaT Stellfläche .....	95
Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör.....	126
Desinfektionsmittel.....	126
Desorption .....	143
Detailinformationen .....	68
Detailinformationen zu Software-Versionen	90
DGUV Vorschrift 3 .....	130
Dialogfenster "Anlagenschema" .....	66
Dialogfenster "Betriebsart wählen / starten"	69
Dialogfenster "Neues Programm" .....	75
Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" .....	67
Dialogfenster "Tools" .....	64
Differenz Wassertemperatur .....	134
Drahtlose Produkttemperaturmessung WTMplus.....	109
Druckanstiegstest .....	65, 99, 108, 143
Druckkorrosion siehe auch Korrosion.....	126
Druckmessung, komparative.....	109
Druckstellen .....	126
Drucksteuerventil .....	52
Drucksteuerventil (Fehlfunktion).....	114

### E

EG-Konformitätserklärung Druckgeräterichtlinie.....	139
EG-Konformitätserklärung Maschinenrichtlinie .....	137
Einhaltung der EG-Richtlinien zum Arbeitsschutz.....	27
Einkammer-Verfahren.....	143
Einschalten .....	55
Eiskondensator .....	133
Eiskondensatorkammer, Reinigung .....	119

Eiskondensatortemperatur .....	95
Elektrischer Anschluss .....	134
Elektrisches System (Wartung) .....	122
Elektrizität (Gefahren) .....	31, 47, 122
Energieversorgung.....	47
Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage.	132
Entsorgung der Verpackung .....	132
Ersatzteilanfragen.....	116
Eutektischer Punkt.....	143
explosive Substanzen .....	34
externer Datenträger.....	63

### F

Fabriknummer.....	19, 90, 116, 129
Fachpersonal.....	114, 129, 131
Fehlerbeschreibung .....	131
Fehlerspeicher .....	87
Fehlersuche .....	111
Fehlfunktion (Drucksteuerventil).....	114
Feinregel-Nadelventil .....	48
Feuer .....	39
Folienbeschichtung der Beladetür (Reinigung).....	119
Folienbeschichtung Radiation Shield .	57, 119
Folienbeschichtung Solvent Shield ....	57, 119
Formular zur Rücksendung defekter Teile	131
Füllmengen .....	133
Funktions- und Bedienelemente.....	14

### G

Gasinjektion mit Proportionalventil .....	78, 108
Gefahren.....	39
Gefahren (allgemein, Transport bis Inbetriebnahme) .....	29
Gefahren (allgemein, Transport) .....	43, 44
Gefahren (Anschluss) .....	30, 46
Gefahren (Aufstellung) .....	30, 46
Gefahren (Azide).....	34
Gefahren (Beladetür) .....	35, 56
Gefahren (Elektrizität) .....	31, 47, 122
Gefahren (Hydraulik).....	32, 125
Gefahren (Inbetriebnahme).....	30, 55
Gefahren (Kältesystem) .....	31, 124
Gefahren (kontaminiertes Abtauwasser) .....	34, 49, 114, 119, 121
Gefahren (kontaminiertes Kondensat).....	34, 49, 114, 119, 121

Gefahren (Lösungsmittel).....	33
Gefahren (Oberflächen, heiß) ....	36, 118, 123
Gefahren (Oberflächen, kalt).....	36
Gefahren (Produkte, gesundheitsschädlich .....	33, 118
Gefahren (Säuren) .....	33
Gefahren (Stellflächen) .....	36, 57
Gefahren (Stickstoff) .....	32
Gefahren (Transport) .....	29, 43, 44
Gefahren (Überdruck) .....	37, 48
Gefahren (Vakuumpumpenabgase) ....	35, 51
Gefahren (Vakuumpumpenöl).....	35, 123
Gefahrenhinweise .....	9, 12, 29
Gefahrenstoffe .....	126
Gefahrstoffe, Umgang.....	42
Gefrieren.....	23
Gefriertrocknung allgemein .....	20
Gefriertrocknung manuell.....	90
Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus .....	93
Gefriertrocknungsanlage (Entsorgung) ....	132
Gefriertrocknungsanlage vorbereiten .....	55
Gefriertrocknungsanlage, Reinigung.....	118
Gefügezerstörungen .....	126
Geräteoptionen .....	83
Gerätetyp .....	19, 116, 129, 133
Geräuschpegel .....	133
Gewährleistung und Haftung.....	12
Gewicht.....	43, 133
<b>H</b>	
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	11
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Dekontamination (Sonderausstattung) .....	27, 28
Haftung .....	117
Hauptfenster "?" .....	90
Hauptfenster "Manuell" .....	62
Hauptfenster "Optionen" .....	76
Hauptfenster "Programm" .....	75
Hauptschalter (Netztrennschalter).....	38
Haupttrocknung .....	23
heiße Oberflächen (Gefahren) .....	36
Heißgasabtauung.....	24
Hersteller .....	117, 133
Hydraulik (Gefahren).....	32, 125

**I**

Inbetriebnahme.....	13
Inbetriebnahme (Gefahren).....	30, 55
Inertisierung .....	79, 108
infektiöse Substanzen .....	126
Informelle Sicherheitshinweise.....	29
Innerbetrieblicher Transport .....	45
Inspektion durch den Hersteller.....	129
Installation des Zubehörs .....	55
Instandhaltungsarbeiten.....	129
IP-Schutzart gemäß DIN 60529 .....	134
Istwerte aktueller Prozess .....	63

**K**

kalte Oberflächen (Gefahren).....	36
Kältemittel .....	133
Kältemitteldaten .....	19
Kälteprobleme Bedingungen am Aufstellort.....	46
Kälteschema .....	135
Kältesystem .....	133
Kältesystem (Gefahren) .....	31, 124
Kältesystem (Wartung).....	124
Kameraüberwachung LyoCam.....	109, 110
Kapazitätstest -30°C .....	72
Kapazitätstest -50°C .....	72
Kein ausreichendes Vakuum .....	111, 113
Keine Anzeige auf dem Display .....	111
Keine ausreichende Eiskondensator- oder Stellflächentemperatur.....	112
Kleinflanschverbindungen .....	113
Klick bei Touch .....	82
Komparative Druckmessung ....	101, 109, 143
Kondensat, kontaminiert (Gefahren) .....	34, 49, 114, 119, 121
Konformitätserklärung.....	13
Konformitätserklärung Druckgeräterichtlinie .....	139
Konformitätserklärung Maschinenrichtlinie	137
Konstruktionswerkstoffe, Schädigung .....	117
Kontakt im Servicefall .....	116
Kontakt zum Hersteller.....	90
Kontamination.....	118
Kontaminiertes Abtauwasser (Gefahren) .....	34, 49, 114, 119, 121

## Index

Kontaminiertes Kondensat (Gefahren) .....	34, 49, 114, 119, 121	Messdatenerfassung LyoLogplus.....	110
Korrosion .....	117, 126	Messsystem LyoControl.....	110
Kostenvoranschlag .....	131	Mitgeltende Dokumente .....	9
Kühlwasserdruck.....	134	mögliche drohende Gefahr.....	26
Kühlwassermengenregler .....	134	mögliche gefährliche Situation .....	26
Kühlwasserrücklauf.....	134	Montage/Wechsel der Kulissenbleche .....	59
Kühlwasser-Rücklauf .....	49	<b>N</b>	
Kühlwasserzulauf.....	134	Nachtrocknung.....	24
Kühlwasser-Zulauf .....	49	Nennspannung .....	19
Kulissenbleche (Montage/Wechsel) .....	59	Nennstrom .....	19, 134
<b>L</b>		Netzausfall.....	112
Lagerbedingungen.....	43	Netzeingang.....	134
Lagerung .....	43	Netzlaufwerk.....	63
Lagerung und Transport.....	43	Netzsicherung.....	134
Laufzeit Passworttimer.....	82	Netztrennschalter.....	38
Laugen.....	40	Netzwerk.....	81
Lebensdauer.....	117	Neues Programm.....	75
Lecktest .....	71, 92, 144	Nichtgebrauch.....	118
Leeres Programm erstellen.....	97	Normen und Vorschriften .....	13
Leistungsdaten .....	133	Notsituationen.....	39
Leistungstest.....	70	<b>O</b>	
Lieferumfang.....	13	Oberflächen, heiß (Gefahren) ....	36, 118, 123
Lösungsmittel.....	40, 117	Oberflächen, kalt (Gefahren).....	36
Lösungsmittel (Gefahren).....	33	Ölwechsel Vakuumpumpe .....	88
Lösungsmittelhaltige Ausgangsprodukte.....	9	Option: Belüften, Verschließen, Lagern....	102
Lösungsmitteltrocknung (Sonderausstattung)	28	Option: Druckanstiegstest.....	65, 99
LPCplus SCADA System .....	110	Option: Komparative Druckmessung.....	101
LSCplus Anlagensteuerung .....	61	Option: Wägesystem.....	102
Luftfeuchte .....	135	Option: Wägesystem LyoBalance .....	66
Lüftungsöffnungen .....	46	Option:USB Prozessaufzeichnung .....	65
LyoBalance Wägesystem.....	109	Optionale Erweiterungen.....	108
LyoCam Kameraüberwachung.....	109, 110	<b>P</b>	
LyoControl Messsystem.....	110	Passwort Bediener / Service / Administrator	83
LyoControl-Rx.....	95	.....	
LyoLogplus Messdatenerfassung.....	110	Passworteingabe schlägt fehl.....	111
<b>M</b>		pathogene Substanzen .....	118, 126
Maßeinheit.....	77	Pflege durch den Benutzer.....	117
Maßnahmen zum sicheren Betrieb .....	41	Phasen der Gefriertrocknung .....	22
Mathematische Zusammenhänge .....	136	Pilot- und Produktionsanlagen, Systemtest	69
Max. Luftfeuchte .....	135	Produkte, gesundheitsschädlich (Gefahren)	33, 118
Medienablauf .....	92	.....	
Medienablaufventil .....	49, 114	Produktrückstände entfernen.....	118
Medienablaufventil (Wartung) .....	121	Produkttemperaturmessung WTMplus ....	109
		Programm bearbeiten .....	105

Programm erstellen.....	97	sicherheitsbewusstes Arbeiten.....	27
Programm kopieren .....	106	Sicherheitsdatenblätter der Hersteller für Kältemittel und Wärmeträger .....	135
Programm laden .....	106	Sicherheitsdruck .....	144
Programm löschen.....	107	Sicherheitseinrichtungen.....	38
Programmabschnitte.....	94	Sicherheitshinweise zu Aufstellung und Anschluss.....	29
Programmliste.....	75	Sicherheitshinweise zum Betrieb .....	31
Programmvorlagen .....	105	Sicherheitshinweise zum Transport .....	29
Prozess Sollwerte .....	63	Sicherheitshinweise zur Inbetriebnahme....	29
Prozess- und Anlagenmeldungen .....	67, 115	Sicherungen bauseits .....	47
Prozessdaten.....	62	Sollwerteingaben im manuellen Modus.....	91
<b>R</b>		Solvent Shield Folienbeschichtung ...	57, 119
Radiation Shield Folienbeschichtung .	57, 119	Sonderausstattung H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Dekontamination ...	27, 28
radioaktive Substanzen.....	118	Sonderausstattung Lösungsmittel-trocknung	28
Referenzkennzeichen .....	143	Sonderausstattung Wasserkühlung: Kühlwasser-Zulauf und -Rücklauf.....	49
Reinigung .....	40	Sonderausstattung: Ablauf in der Anschlussleiste.....	134
Reinigung (Wärmetauscher) .....	122	Sonderausstattung: Feinregel-Nadelventil .	48
Reinigung der Gefriertrocknungsanlage...	117	Sonderausstattung: Gasinjektion mit Proportionalventil.....	78
Reinigungsmittel .....	117, 126	Sonderausstattung: Inertisierung .....	79
Restrisiken.....	42	Sonderausstattung: Solvent Shield Folienbeschichtung .....	57
Risikobetrachtung .....	27	Sonderausstattung: Türverschlussriegel aus Edelstahl .....	120
Rissbildung .....	126	Sonderausstattung: Vorwahl Belüftungsmedium.....	77
Rücksendung defekter Teile .....	130	Sonderausstattung: Wasserkühlung.....	134
Rücksendung von Gefriertrocknungsanlagen, Rotations-Vakuum-Konzentratoren, Ersatzteilen oder Zubehör .....	130	Sonderausstattungen.....	108
<b>S</b>		Sprache .....	76
Säurehaltige Ausgangsprodukte .....	11	Statuszeile .....	63
Säuren.....	40	Stellenwert der Betriebsanleitung.....	9
Säuren (Gefahr).....	33	Stellflächen .....	57
Schädigung der Konstruktionswerkstoffe .	117	Stellflächen (Gefahren) .....	36, 57
Schaltfläche "Stopp" .....	74	Stellflächenabstand (Änderung) .....	59
Schaltfläche "Systemtest" .....	69	Stellflächenkühlungstest .....	73
Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern" .....	63	Stellflächenverfahrenrichtung, Zwei-Hand- Bedienung.....	38
Scheinleistung .....	19, 134	Steuerungsschalter .....	38
Schmelzdruckkurve.....	20	Stickstoff (Gefahren) .....	32
Schutzklasse.....	134	Störungen .....	42, 111
Sensor Abgleich.....	89	Störungen und Fehlersuche.....	111
Sensor Konfiguration .....	84	Stromlaufpläne.....	135
Seriennummer .....	90		
Service.....	87		
Shelf Mapping (Temperaturverteilungstest)	74		
Sicherer Betrieb (Maßnahmen).....	41		
Sicherheits- und Gefahrenhinweise .	9, 12, 29		
Sicherheitsabstand .....	46		
Sicherheitsbereich .....	41		

## Index

Sublimation .....	144	Umgang mit Gefahrstoffen .....	42
Sublimationsdruckkurve .....	20	Umgebungsbedingungen .....	135
Symbol- und Hinweiserklärungen.....	26	Umgebungstemperatur .....	46, 135
Systemeigenschaften.....	81	Umweltschutz .....	29
Systemtest.....	69	Unbedenklichkeitsbescheinigung des Betreibers.....	131
Systemtest Pilot- und Produktionsanlagen.	69	Undichtigkeit im Medienablaufventil .....	111
<b>T</b>		Undichtigkeiten .....	113
Tabelle der Sublimationsdruckkurve .....	141	Unfälle .....	39
Technische Daten .....	133	Unfallverhütung.....	9, 29
Technische Dokumentation.....	135	Unfallverhütungsvorschriften.....	27
Temperatur Wasserrücklauf.....	134	unmittelbare drohende Gefahr .....	26
Temperatur Wasservorlauf:.....	134	Urheberrecht.....	12
Temperaturverteilungstest (Shelf Mapping)	74	USB Prozessaufzeichnung .....	65, 109
Thermische Belastungen .....	46, 117	UV-Strahlung .....	47, 117
Tools.....	64	<b>V</b>	
Touch panel .....	61	Vakuum .....	95
Touch panel reagiert nicht oder nicht korrekt .....	111	Vakuumanschluss.....	134
toxische Substanzen.....	118	Vakuummesssonde .....	53, 114
Transport .....	43	Vakuummesssonde (Wartung).....	125
Transport (Gefahren) .....	29, 43, 44	Vakuumpumpe.....	51
Transport (Gefahren, allgemein) .....	43, 44	Vakuumpumpe schaltet nicht zu .....	111
Transport bis Inbetriebnahme (Gefahren, allgemein).....	29	Vakuumpumpenabgase (Gefahren) .....	35, 51
Transportsicherungen .....	45	Vakuumpumpenöl (Gefahren) .....	35, 123
Tripelpunkt.....	20	Vakuumsystem (Wartung).....	123
Trocknerpatrone (Adsorptionsfilter) .....	54	Verantwortung des Betreibers.....	27
Trocknung lösungsmittelhaltiger Ausgangsprodukte .....	9	Verätzungen .....	39
Trocknung säurehaltiger Ausgangsprodukte .....	11	Verbrennungen.....	39
Trocknung von Ausgangsprodukten, die Azide enthalten.....	11	Verfahren der Stellflächen.....	57
Trocknung von lösungsmittelhaltigen Ausgangsprodukten .....	28	Verhalten Drucksteuerventil bei unzureichender Kühlung des Eiskondensators.....	82
Trocknungsende und Belüften .....	24	Verletzungen.....	39
Trocknungskammer, .....	119	Verpackung (Entsorgung) .....	132
Türkontaktschalter .....	38	Verschleißerscheinungen.....	129
Türverschlussriegel aus Edelstahl.....	120	Versorgungsspannung .....	47
Typ der Anlagensteuerung.....	90	Verträglichkeitsprüfung .....	27
Typ der Gefriertrocknungsanlage.....	90	Verwaltung.....	80
Typenschild.....	19	Volumenstrom.....	134
<b>U</b>		Vorbereitung .....	22
Überdruck (Gefahren) .....	37, 48	Vorbereitung der Gefriertrocknungsanlage.	55
Umbauten .....	40	Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung .....	27, 28
		Vorwahl Belüftungsmedium .....	77, 109

**W**

Wägesystem .....	102	Wasserrücklauf-Temperatur.....	134
Wägesystem LyoBalance.....	66, 109	Wasserstoffperoxid .....	11
Wärmetauscher (Reinigung) .....	122	Wassertemperatur-Differenz .....	134
<u>Wärmeträger</u> .....	133	Wasservorlauf-Temperatur .....	134
Wärmeträgersystem (Wartung) .....	125	Wechsel von Betriebsmitteln .....	40
Warm-up Phase der Vakuumpumpe .....	96	Weiterschaltbedingungen.....	95
Wartung .....	40, 89	Werte Ansicht/Ändern .....	63
Wartung (Allgemeine Arbeiten) .....	117	wichtige Sachverhalte .....	26
Wartung (Belüftungsventil).....	121	Wirkungsweise.....	20
Wartung (Elektrisches System) .....	122	WTMplus Drahtlose	
Wartung (Kältesystem).....	124	Produkttemperaturmessung .....	109
Wartung (Vakuummesssonde).....	125	WTMplus Konfiguration.....	86
Wartung (Vakuumsystem).....	123	<b>Z</b>	
Wartung (Wärmeträgersystem) .....	125	Zeichenerklärung .....	13
Wartung und Instandhaltung .....	117	Zubehör .....	13, 41, 117
Wartungsarbeiten.....	117	Zubehör (Installation) .....	55
Wartungsplan.....	127	Zubehör (Pflege).....	126
Wartungsvertrag für Christ		Zugriffschutz .....	82
Gefriertrocknungsanlagen .....	130	Zwei-Hand-Bedienung,	
Wasserkühlung .....	134	Stellflächenverfahreinrichtung .....	38
Wasserkühlung: Kühlwasser-Zulauf und -		Zweikammer-Verfahren.....	144
Rücklauf .....	49		