



Epsilon 1-4 LSCplus

Best.-Nr. 112991, 112993, 112999

Epsilon 2-4 LSCplus

Best.-Nr. 112992, 112994, 113000



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
E-Mail: info@martinchrist.de

1	Allgemeine Informationen	9
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
2	Aufbau und Wirkungsweise	14
2.1	Aufbau der Gefriertrocknungsanlage	14
2.1.1	Funktions- und Bedienelemente	14
2.1.2	Typenschild	18
2.2	Wirkungsweise	19
2.2.1	Gefriertrocknung allgemein	19
2.2.2	Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses	21
2.2.2.1	Vorbereitung	21
2.2.2.2	Gefrieren	22
2.2.2.3	Haupttrocknung	22
2.2.2.4	Nachtrocknung	23
2.2.2.5	Trocknungsende und Belüften	23
2.2.2.6	Abtauen	23
3	Sicherheit	24
3.1	Beschilderung des Geräts	24
3.2	Symbol- und Hinweiserklärungen	25
3.3	Verantwortung des Betreibers	26
3.4	Bedienpersonal	27
3.5	Informelle Sicherheitshinweise	28
3.6	Sicherheitshinweise zu Transport, Aufstellung und Anschluss und Inbetriebnahme	28
3.6.1	Allgemeine Gefahren	28
3.6.2	Gefahren durch unsachgemäßen Transport	28
3.6.3	Gefahren durch unsachgemäße Aufstellung	29
3.6.4	Gefahren durch unsachgemäßen Anschluss	29
3.6.5	Gefahren bei der ersten Inbetriebnahme	29
3.7	Sicherheitshinweise zum Betrieb	30
3.7.1	Gefahren durch Elektrizität	30
3.7.2	Gefahren durch das Kältesystem	30
3.7.3	Gefahren durch Stickstoff	31
3.7.4	Gefahren durch gesundheitsschädliche Ausgangsprodukte	31
3.7.5	Gefahren durch Lösungsmittel in den Ausgangsprodukten	32
3.7.6	Gefahren durch säurehaltige Ausgangsprodukte	32
3.7.7	Gefahren durch Azide in den Ausgangsprodukten	33
3.7.8	Gefahren durch kontaminiertes Kondensat (Abtauwasser)	33

Inhaltsverzeichnis

3.7.9	Gefahren durch kontaminierte Vakuumpumpenabgase	34
3.7.10	Gefahren durch heißes und kontaminiertes Vakuumpumpenöl	34
3.7.11	Gefahren durch die Beladetür	34
3.7.12	Gefahren durch heiße Oberflächen.....	35
3.7.13	Gefahren durch kalte Oberflächen	35
3.7.14	Gefahren durch Überdruck in der Kammer	35
3.8	Sicherheitseinrichtungen.....	36
3.9	Verhalten bei Gefahren und Unfällen	37
3.10	Wartung und Reinigung der Gefriertrocknungsanlage.....	38
3.11	An- und Umbauten an der Gefriertrocknungsanlage	38
3.12	Maßnahmen zum sicheren Betrieb der Gefriertrocknungsanlage.....	39
3.13	Restrisiken.....	40
4	Lagerung und Transport	41
4.1	Abmessungen und Gewicht	41
4.2	Lagerbedingungen.....	41
4.3	Auspacken.....	42
4.4	Transport.....	43
4.4.1	Transportsicherungen.....	44
5	Aufstellung und Anschluss.....	45
5.1	Aufstellort.....	45
5.2	Ver- und Entsorgungsanschlüsse	46
5.2.1	Energieversorgung	46
5.2.1.1	Anschlussart	46
5.2.1.2	Sicherungen bauseits.....	46
5.2.2	Belüftung	46
5.2.3	Sonderausstattung Wasserkühlung: Kühlwasser-Zulauf und -Rücklauf	47
5.2.4	Vakuumpumpe	48
5.2.5	Drucksteuerventil.....	49
5.2.6	Vakuummesssonde	50
5.2.7	Gummiventile.....	51
6	Betrieb	52
6.1	Erste Inbetriebnahme.....	52
6.2	Installation des Zubehörs.....	52
6.3	Vorbereitung der Gefriertrocknungsanlage	52
6.4	Einschalten	52
6.5	Beladetür	53

6.6	LSCplus Anlagensteuerung	55
6.6.1	Bedienoberfläche.....	55
6.6.1.1	Hauptfenster "Manuell"	56
6.6.1.2	Hauptfenster "Programm"	69
6.6.1.3	Hauptfenster "Optionen"	70
6.6.1.4	Hauptfenster "?"	84
6.6.2	Gefriertrocknung manuell.....	84
6.6.2.1	Sollwerteingaben im manuellen Modus.....	85
6.6.3	Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus	87
6.6.3.1	Programm erstellen.....	91
6.6.3.2	Programm bearbeiten	99
6.6.3.3	Programm kopieren	100
6.6.3.4	Programm laden	100
6.6.3.5	Programm löschen.....	101
6.7	Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen	102
6.8	Ausschalten	104
7	Störungen und Fehlersuche	105
7.1	Allgemeine Störungen.....	105
7.1.1	Netzausfall.....	106
7.1.2	Kein ausreichendes Vakuum	107
7.1.2.1	Kleinflanschverbindungen	107
7.1.2.2	Belüftungsventil.....	108
7.1.2.3	Drucksteuerventil	108
7.1.2.4	Gummiventile.....	108
7.1.2.5	Vakuummesssonde	108
7.1.3	Eiskondensator- und Stellflächentemperatur.....	109
7.2	Prozess- und Anlagenmeldungen	109
7.3	Kontakt im Servicefall	110
8	Wartung und Instandhaltung	111
8.1	Wartungsarbeiten	111
8.1.1	Allgemeines	111
8.1.2	Kammer.....	112
8.1.3	Trocknungskammer.....	113
8.1.3.1	Folienbeschichtung der Beladetür	113
8.1.3.2	Sonderausstattung: Türverschlussriegel aus Edelstahl	114
8.1.4	Belüftungsventil	114
8.1.5	Wärmetauscher (nur bei luftgekühlten Gefriertrocknungsanlagen).....	115
8.1.6	Elektrisches System	115
8.1.7	Vakuumsystem	116
8.1.8	Kältesystem.....	117
8.1.9	Vakuummesssonde	118
8.1.10	Zubehör	118

Inhaltsverzeichnis

8.2	Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör	119
8.3	Wartungsplan	120
8.4	Instandhaltungsarbeiten.....	121
8.5	Rücksendung defekter Teile	122
9	Entsorgung.....	124
9.1	Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage.....	124
9.2	Entsorgung der Verpackung	124
10	Technische Daten	125
10.1	Umgebungsbedingungen.....	127
10.2	Technische Dokumentation.....	127
11	Anhang	128
11.1	Mathematische Zusammenhänge	128
11.2	EG-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie.....	129
11.3	EG-Konformitätserklärung gemäß Druckgeräterichtlinie	131
11.4	Tabelle der Sublimationsdruckkurve	133
12	Glossar	135
13	Index	137

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).

1 Allgemeine Informationen

Trocknung lösungsmittelhaltiger Ausgangsprodukte (nicht wässrige Medien)

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

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

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

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

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

1 Allgemeine Informationen

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

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

Folgende Ausstattungsmerkmale müssen entfallen oder deaktiviert werden:

- Entfall 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.



HINWEIS

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 (H₂O₂)

Eine Dekontamination der Gefriertrocknungsanlage mit Wasserstoffperoxid (H₂O₂) in Verbindung mit einem H₂O₂-Dampfgenerator darf nur durchgeführt werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage über folgende Ausstattungsmerkmale verfügt:

- Schlüsselschalter für H₂O₂-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.

Zuwiderhandlungen 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 Druckgeräterichtlinie (siehe Kapitel 11.2 - "EG-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie", Kapitel 11.3 - "EG-Konformitätserklärung gemäß Druckgeräterichtlinie")

1.8 Lieferumfang

Zum Lieferumfang gehören:

- 1 Tube Hochvakuumfett
- 1 Betriebsanleitung

zusätzlich bei mitgelieferter Vakuumpumpe:

- 1 Liter Vakuumpumpenöl
- 1 Silikonschlauch, Länge 0,5 m
- 1 Innensechskant- oder Maulschlüssel
(abhängig vom Fabrikat der Pumpe)

zusätzlich bei Sonderausstattung mit einem Edelstahl-Türverschlussriegel:

- 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 Option: Verschlussvorrichtung mit Trockenrechen
- 2 Anlagensteuerung
- 3 Trocknungskammer mit Beladetür und Türverschlussriegel

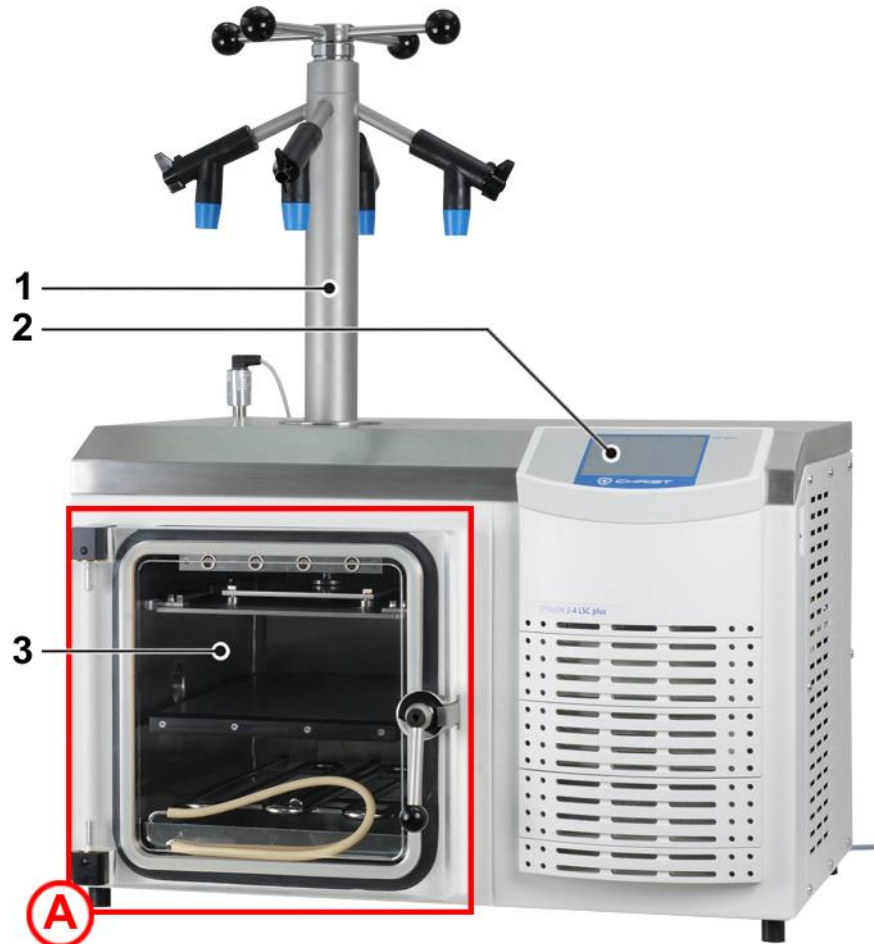


Abb. 1: Übersicht über die Gefriertrocknungsanlage

2 Aufbau und Wirkungsweise

- 4 Anschlussleiste für Produktsensoren und LyoRx-Sensor
- 5 Stellfläche
- 6 Eiskondensator
- 7 Auffangschale für Abtauwasser

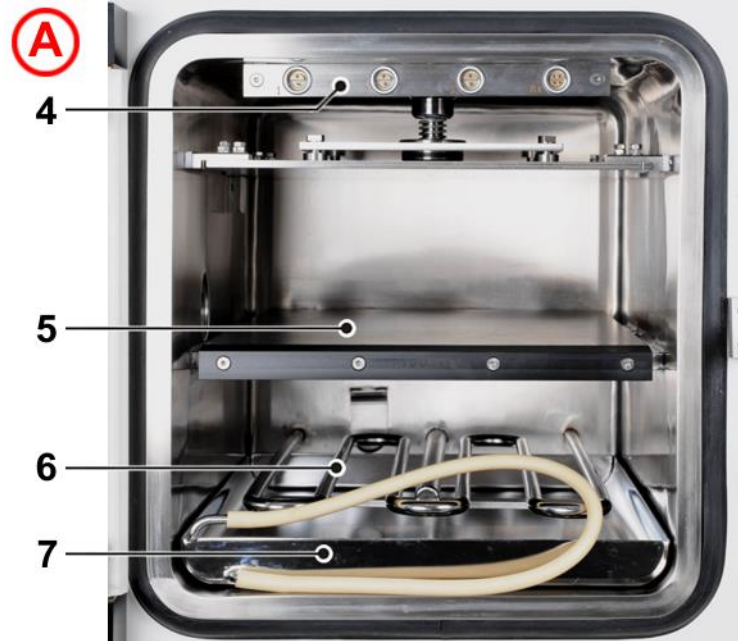


Abb. 2: Detailansicht A - Kammer

- 8 Netzschalter



Abb. 3: Rechte Seite der Gefriertrocknungsanlage

2 Aufbau und Wirkungsweise

- 9 Belüftungsventil
- 10 Zugangsflansch DN40 (z.B. für Wägeeinrichtung, hinter der Seitenverkleidung)

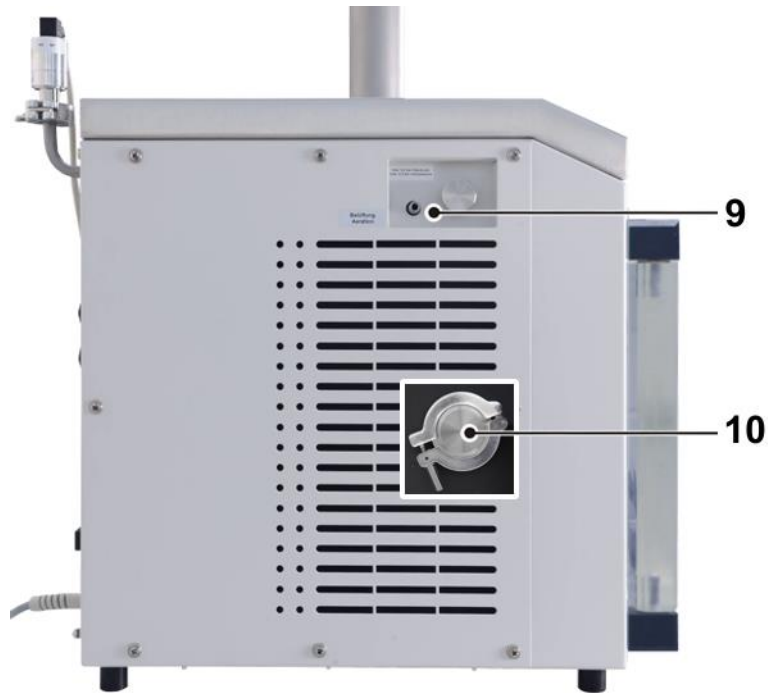


Abb. 4: Linke Seite der Gefriertrocknungsanlage

- 11 Typenschild
- 12 Elektr. Anschluss der Vakuummesssonde
- 13 Ethernet-Anschluss
- 14 Wärmetauscher (hinter dem Lüftungsgitter)
- 15 Vakuumananschluss

Standard:

Gefriertrocknungsanlage mit Luftkühlung

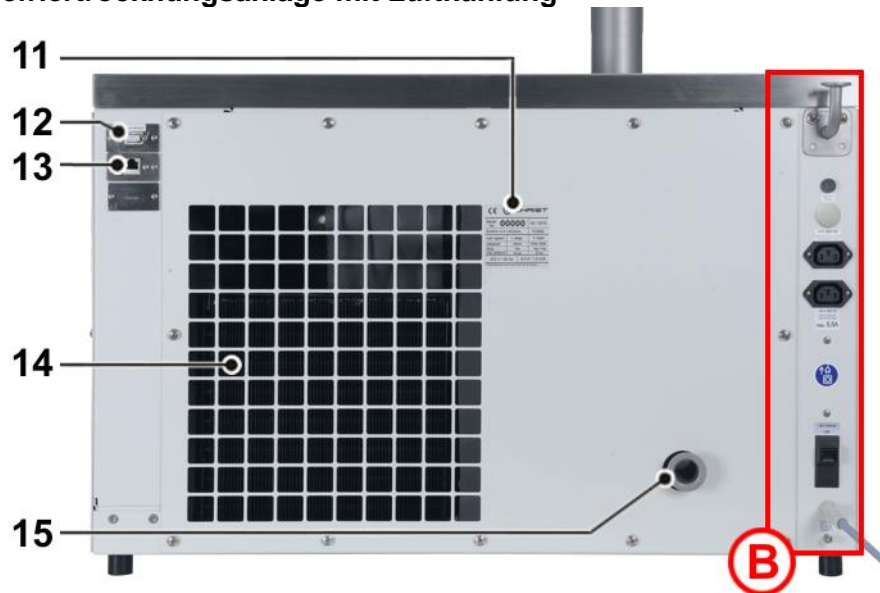


Abb. 5: Rückseite einer luftgekühlten Gefriertrocknungsanlage

**Sonderausstattung:
 Gefriertrocknungsanlage mit Wasserkühlung**

- 16 Anschluss für Kühlwasserrücklauf
- 17 Anschluss für Kühlwasservorlauf



Abb. 6: Rückseite einer wassergekühlten Gefriertrocknungsanlage

- 18 Anschluss für Vakuummesssonde
- 19 interne Sicherung
- 20 Spannungsversorgung Drucksteuerventil
- 21 Spannungsversorgung Vakuumpumpe
- 22 Sicherungsautomat 1F1
- 23 Potentialausgleichsschraube



Abb. 7: Detailansicht B – Anschlussleiste an der Rückseite

2 Aufbau und Wirkungsweise

2.1.2 Typenschild

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

CE		CHRIST	
1	Serial No.	00000	01/2020
2	Epsilon 2-4 LSCplus		112992
3	cool. system	1. stage	2. stage
	refrigerant	R1270	R170
	filling	60g	64g
	max. pressure	25 bar	25 bar
	max. temp.	120°C	120°C
4	230 V / 50 Hz	8.5 A / 1.4 kVA	
D-37520 Osterode am Harz, An der Unteren Söse 50, Germany			

Abb. 8: Typenschild (Beispiel)

2.2 Wirkungsweise

2.2.1 Gefriertrocknung allgemein

Was ist Gefriertrocknung?

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

In welchen Bereichen wird die Gefriertrocknung angewendet?

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

Wie funktioniert Gefriertrocknung?

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

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

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

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

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

2 Aufbau und Wirkungsweise

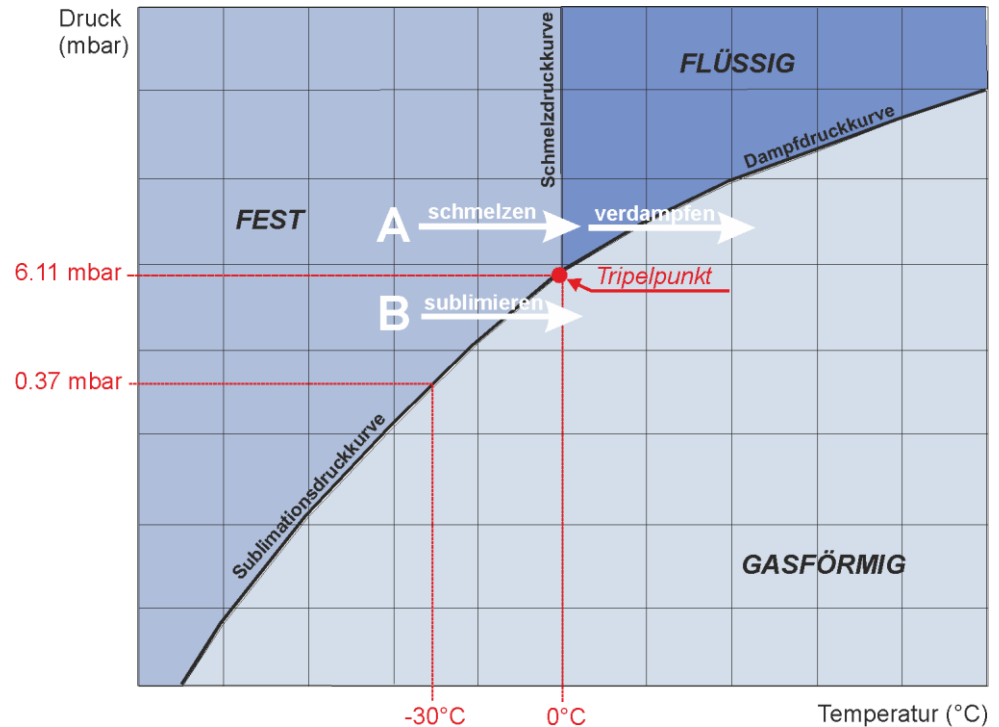


Abb. 9: Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

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

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

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

2 Aufbau und Wirkungsweise

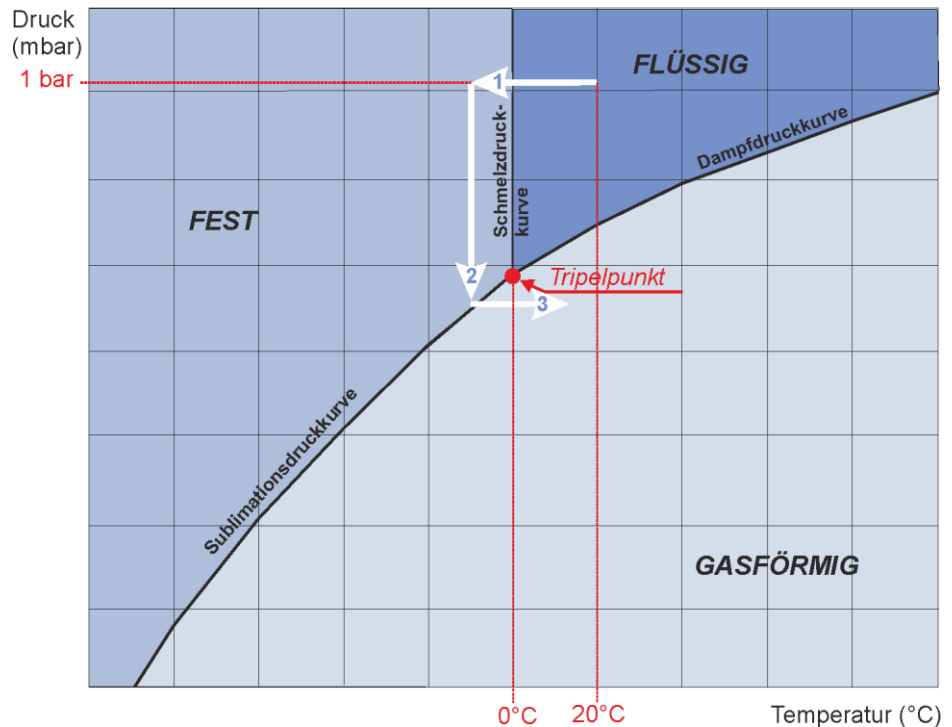


Abb. 10: Phasen der Gefriertrocknung



Weitere Informationen zu Grundlagen, optimierter Prozessführung und Anwendungen enthält die Broschüre "Gefriertrocknung mit System", die als Download unter 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.

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

2 Aufbau und Wirkungsweise

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 vor zu kühlen, 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 m³ Dampf ein, bei 0,1 mbar ein Volumen von 10 m³ Dampf, bei 0,001 mbar aber ein Volumen von 100 m³. Je näher das Vakuum dem Erstarrungspunkt ist, desto geringer ist das anfallende Dampfvolument. Die Sublimationsgeschwindigkeit erhöht sich, und die Trocknungszeit wird verkürzt.

2.2.2.4 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 Stellflächen-temperatur deutlich im positiven Bereich sind (+15 bis + 20°C) und nicht mehr als 5K voneinander abweichen.

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

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

Anschließend kann das Produkt entnommen werden.

2.2.2.6 Abtauen**Abtauen mit Heißgas**

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

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

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

3 Sicherheit

3 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.

3.2 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 Sicherheit

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 H₂O₂-Dekontamination: Zusätzliche Punkte für die Dekontamination mit Wasserstoffperoxid (H₂O₂)

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 "H₂O₂ 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")

Anlagenteile in nicht einwandfreiem Zustand sind sofort auszutauschen.

Sonderausstattung Lösungsmittel Trocknung: 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 H₂O₂-Dekontamination: Zusätzliche Punkte für die Dekontamination mit Wasserstoffperoxid (H₂O₂)

Der Betreiber stellt sicher, dass im Raum, in dem die Anlage betrieben wird, Detektoren für Wasserstoffperoxyddampf 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 Sicherheit

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!

3.6.3 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 Sicherheit

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!
- 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

Vergiftungsgefahr durch Kältemittel

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

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

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

3.7.3 Gefahren durch Stickstoff



GEFAHR

Erstickungsgefahr 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!

3.7.4 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 Sicherheit

3.7.5 Gefahren durch Lösungsmittel in den Ausgangsprodukten



GEFAHR

Explosionsgefahr durch Lösungsmittel in den Ausgangsprodukten

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

Es besteht Explosionsgefahr.

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

3.7.6 Gefahren durch säurehaltige Ausgangsprodukte



GEFAHR

Verletzungsgefahr durch säurehaltige Ausgangsprodukte

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

Es besteht die Gefahr von Gesundheitsschäden.

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

3.7.7 Gefahren durch 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!

3.7.8 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 Sicherheit

3.7.9 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!

3.7.10 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!

3.7.11 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!

3.7.12 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!

3.7.13 Gefahren durch kalte Oberflächen

**WARNUNG**

Gefahr des Anfrierns an kalten Oberflächen

Stellflächen und Eiskondensatorschlangen können während der Beladung bereits kalt sein.

Bei Berührung der Oberflächen kann die Haut daran anfriern.

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

3.7.14 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 (Netzschalter, 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!

Netzschalter

Position siehe Kapitel 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente"

Durch Betätigen des Steuerungsschalters wird der Steuerstromkreis spannungsfrei geschaltet.

Potentialausgleichsschraube zur Schutzleiterprüfung

Zur Schutzleiterprüfung befindet sich an der Rückseite der Gefriertrocknungsanlage eine Potentialausgleichsschraube. Mit einem entsprechenden Messgerät kann eine Schutzleiterprüfung durchgeführt werden.

Sonderausstattung: Türkontaktschalter

Diese Sicherheitseinrichtung wird in Verbindung mit der Betriebsart "Inertisieren" (s. Kap. 6.6.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"") oder "Belüften, Verschließen, Lagern" (s. Kap. 6.6.3.1 - "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:

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

Feuer:

- Brand im elektrischen System mit CO₂-Löscher löschen!
- Brennendes Öl mit CO₂-Löscher oder Pulverlöscher löschen!

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.

Verätzungen (z.B. durch H₂O₂):

- 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!**

3 Sicherheit

- 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 1-4 LSCplus Basisanlage	EPSILON 2-4 LSCplus Basisanlage
Höhe:	520 mm + 276 mm Verschlussvorrichtung	520 mm + 276 mm Verschlussvorrichtung
Breite:	780 mm	780 mm
Tiefe:	547 mm + 51 mm Vakuumanschluss	547 mm + 51 mm Vakuumanschluss
Gewicht:	ca. 110 kg (ohne Vakuumpumpe)	ca. 140 kg (ohne Vakuumpumpe)

	EPSILON 1-4 LSCplus Anlage inkl. Untergestell (Art.-Nr. 112452)	EPSILON 2-4 LSCplus Anlage inkl. Untergestell (Art.-Nr. 112452)
Höhe:	1.420 mm + 276 mm Verschlussvorrichtung	1.420 mm + 276 mm Verschlussvorrichtung
Breite:	810 mm	810 mm
Tiefe:	810 mm	810 mm
Gewicht:	ca. 164 kg (ohne Vakuumpumpe)	ca. 194 kg (ohne Vakuumpumpe)

4.2 Lagerbedingungen

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

Insbesondere hat die Lagerung

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

zu erfolgen.

4 Lagerung und Transport

4.3 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)!



VORSICHT

Die Gefriertrocknungsanlage Epsilon 1-4 LSCplus wiegt ca. 110 kg ohne Untergestell und ca. 164 kg mit Untergestell!

Die Gefriertrocknungsanlage Epsilon 2-4 LSCplus wiegt ca. 140 kg ohne Untergestell und ca. 194 kg mit Untergestell!

Die Gefriertrocknungsanlage ist in einer Holzkiste verpackt.

- Nach dem Öffnen der Kiste Zubehör entnehmen.
- Verpackungsmaterial herausnehmen.
- Seitenwände der Kiste demontieren.
- Gefriertrocknungsanlage mit einer Hubeinrichtung vom Kistenboden abheben. Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage seitlich ansetzen.
- 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)!



VORSICHT

Die Gefriertrocknungsanlage Epsilon 1-4 LSCplus wiegt ca. 110 kg ohne Untergestell und ca. 164 kg mit Untergestell!

Die Gefriertrocknungsanlage Epsilon 2-4 LSCplus wiegt ca. 140 kg ohne Untergestell und ca. 194 kg mit Untergestell!

- Die Gefriertrocknungsanlage in einer geeigneten Verpackung transportieren, am besten in der Originalverpackung.
- Alle Transportsicherungen montieren (s. Kap. 4.4.1 - "Transportsicherungen").
- Gefriertrocknungsanlage grundsätzlich mit einer Hubeinrichtung anheben.
- Beim Heben der Gefriertrocknungsanlage seitlich ansetzen. Auf keinen Fall am Kunststoff-Bedienpult angreifen.
- Beim Abstellen des Gerätes darauf achten, dass die Gerätefüße gerade stehen (siehe folgende Abbildungen).

richtig



falsch



Abb. 11: Gerätefüße

4 Lagerung und Transport

4.4.1 Transportsicherungen

Vor der Inbetriebnahme müssen folgende Transportsicherungen entfernt werden:

- Vakuummesssonde installieren (s. Kap. 5.2.6 - "Vakuummesssonde").
- Verpackungsmaterial um die Auffangschale in der Trocknungskammer entfernen.
- Bei Gefriertrocknungsanlagen mit Verschlussvorrichtung:
Styroporblöcke zwischen Verschlussvorrichtung und Stellfläche entfernen.



HINWEIS

Vor jedem Transport müssen die Transportsicherungen wieder installiert werden.

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 Wärmeezeuger 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

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

Christ Gefriertrocknungsanlagen sind Geräte der Schutzklasse I. Die Geräte des Typs Epsilon 1-4 LSCplus und Epsilon 2-4 LSCplus sind mit einer dreidradigen Netzanschlussleitung mit Kaltgerätestecker ausgerüstet (s. Kap. 10 - "Technische Daten").

5.2.1.2 Sicherungen bauseits

Die Gefriertrocknungsanlage muss bauseits typisch mit 16 A abgesichert werden.

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.

5.2.3 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.

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 (Δp) muss mindestens 1,5 bar betragen (s. Kap. 10 - "Technische Daten").

- 1 Manometer
- 2 Kühlwasserregler

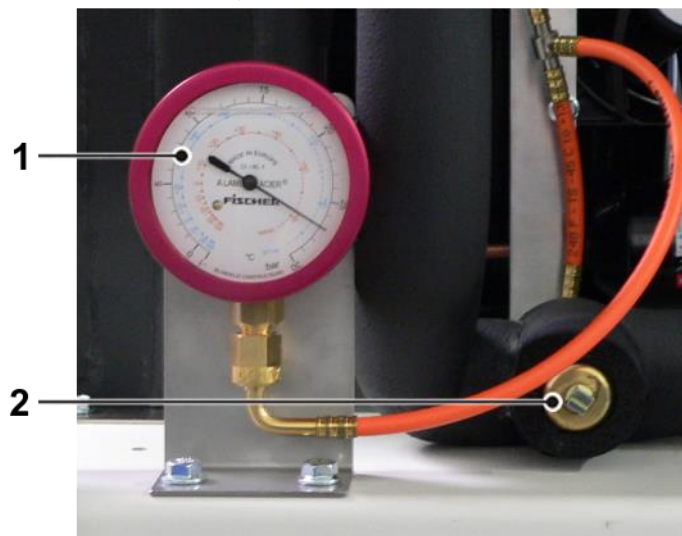


Abb. 12: Einstellung eines Kühlwassermengenreglers

5 Aufstellung und Anschluss

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.

5.2.4 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. Ölnebelabscheider beachten!

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



HINWEIS

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

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

- 1 Aufkleber mit Angabe des Maximalstroms



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

5 Aufstellung und Anschluss

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).

5.2.5 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 Drucksteuerventil
- 2 Anschluss Vakuumpumpe

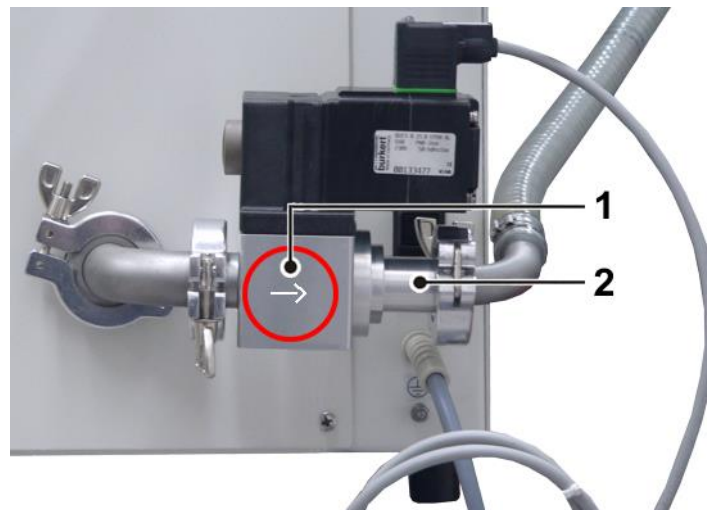


Abb. 14 Installation des Drucksteuerventils

5 Aufstellung und Anschluss

5.2.6 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.

5.2.7 Gummiventile

Mit den Gummiventilen (Best.-Nr. 121860) können Rundkolben, Weithalsfilterverschlussflaschen oder Verteilerstücke für Ampullen an einen Trockenrechen oder eine Trocknungskammer angeschlossen werden. Je nach Anschluss des Zubehörteils kann der blaue Stopfen entfernt werden.

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

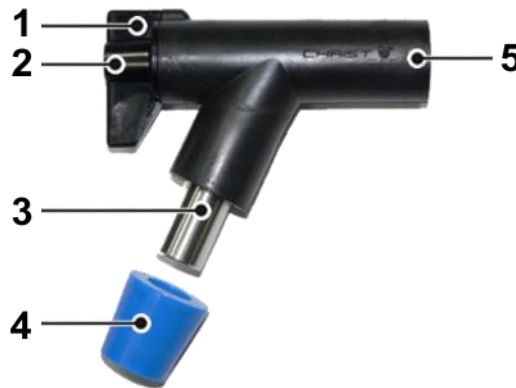


Abb. 15: Gummiventil



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

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

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

In Position C sind sowohl Belüftungsanschluss als auch Gefäßanschluss geschlossen.

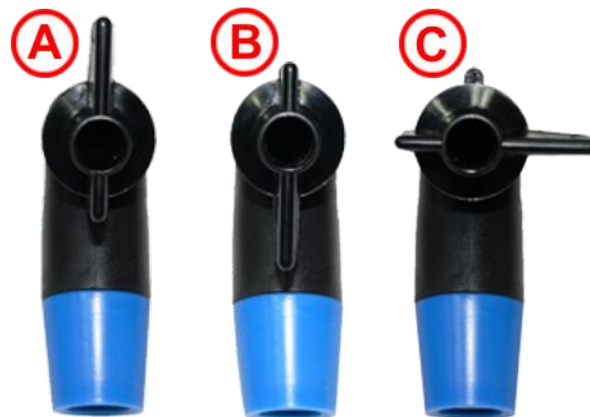


Abb. 16: mögliche Positionen des Absperrknebels

6 Betrieb

6.1 Erste Inbetriebnahme



WARNUNG

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

- Netzschalter betätigen.

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

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

6.5 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)

6 Betrieb

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 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. 18: Startbildschirm der LSCplus Anlagensteuerung (Beispiel)

6.6.1 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. 19: 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.

6.6.1.1 Hauptfenster "Manuell"

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



Tab	Element	Value / Label
Manuell	1	Statuszeile
Soll (Haupttrocknen)	2	Prozess-Sollwerte
	3	Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern"
	4	Istwerte aktueller Prozess
	5	Schaltfläche "Tools"
Ist	6	Schaltfläche "Anlagenschema"
	7	Schaltfläche "Prozess- und Anlagenmeldungen"
	8	Schaltfläche "Betriebsart / Start"
Bottom Bar	9	Schaltfläche "Stopp"



Abb. 20: 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 6.6.1.3 - "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. 6.6.2.1 - "Sollwerteingaben im manuellen Modus").

Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern" (3)

Mit dieser Schaltfläche werden die einzelnen Parameter zur Änderung aufgerufen.

6 Betrieb

Istwerte aktueller Prozess (4)

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

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

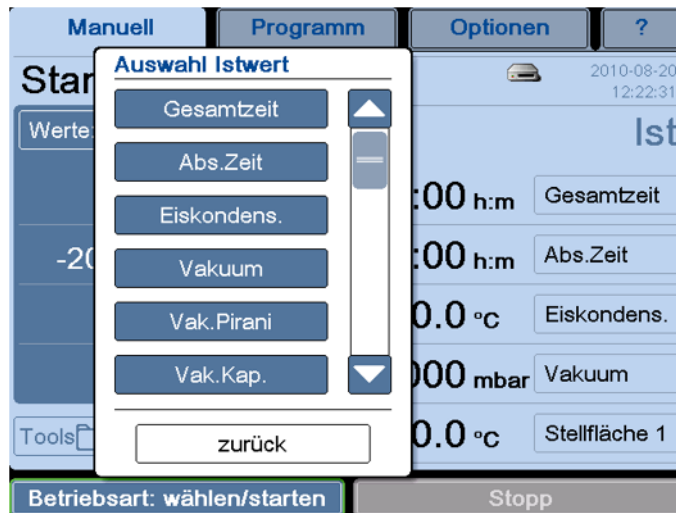


Abb. 21: Dialogfenster "Auswahl Istwert"

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

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

Dialogfenster "Tools" (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 Proben­temperatur dargestellt. Durch Auswahl der Schaltflächen oder durch Bewegen der Pfeile (siehe Abbildung, Pos. 1) können die Werte für Druck oder Temperatur verändert werden. Der jeweils andere Wert wird dann automatisch angepasst.

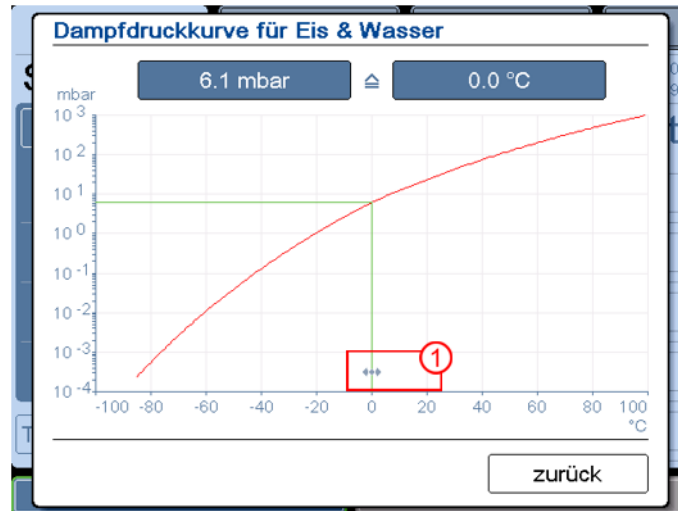


Abb. 22: Dialogfenster Dampfdruckkurve für Eis und Wasser

Option: USB Prozessaufzeichnung

(s. Kap. 6.7 - "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.

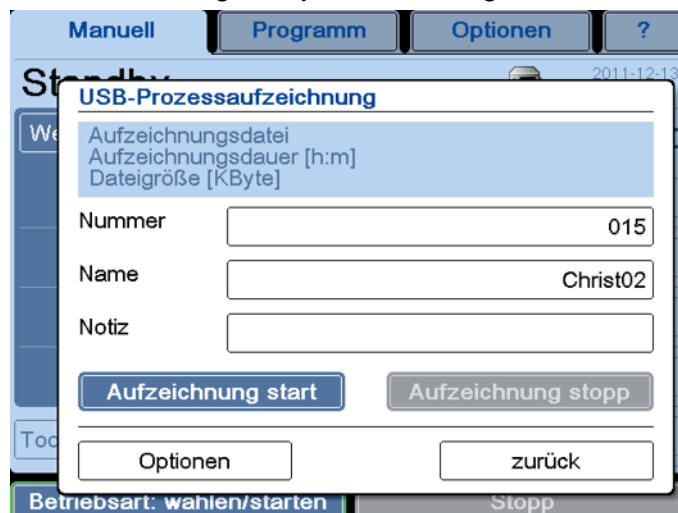


Abb. 23: Dialogfenster Prozessaufzeichnung

6 Betrieb

Option: Druckanstiegstest (nur beim → Zweikammer-Verfahren)

Der → *Druckanstiegstest* kann nur dann ausgeführt werden, wenn die Gefriertrocknungsanlage mit einem Zwischenventil ausgerüstet ist. Die manuelle Ausführung ist sowohl im manuellen Modus als auch im Programmmodus möglich. Zusätzlich kann der Druckanstiegstest automatisch als Teil eines Programms ausgeführt werden (s. Kap. 6.6.3.1 - "Programm erstellen").

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

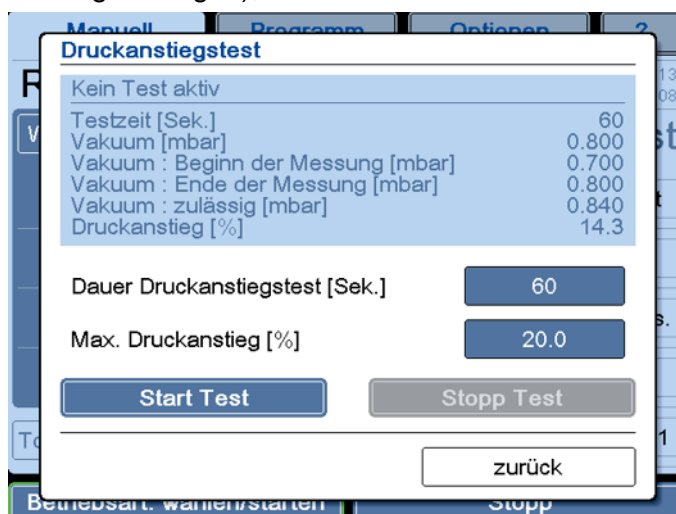


Abb. 24: Dialogfenster Druckanstiegstest

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

Option: Wägesystem LyoBalance

Ist die Gefriertrocknungsanlage mit dem Wägesystem LyoBalance ausgerüstet (s. Kap. 6.7 - "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. 25: Darstellung eines Anlagenschemas mit Bezeichnung und Betriebsmittelkennzeichen

Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen" (7)

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

Die Störungen werden in drei Kategorien eingeteilt:

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

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

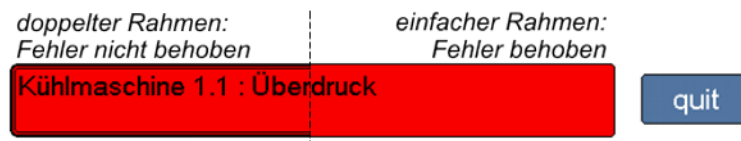


Abb. 26: Darstellung einer Fehlermeldung

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

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

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

6 Betrieb



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

Abb. 27: Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen"

Detailinformationen

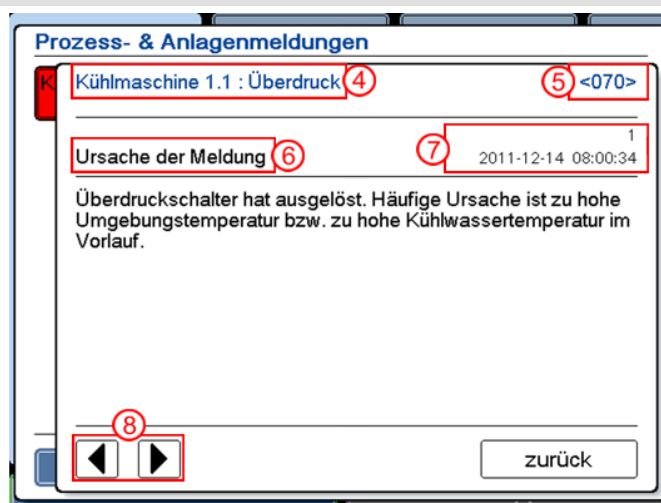
Durch Berühren der Meldung können Details zu den Fehlermeldungen eingesehen werden:

- 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.



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. 28: 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. 6.6.2 - "Gefriertrocknung manuell").



Abb. 29: 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. 6.6.3.1 - "Programm erstellen").

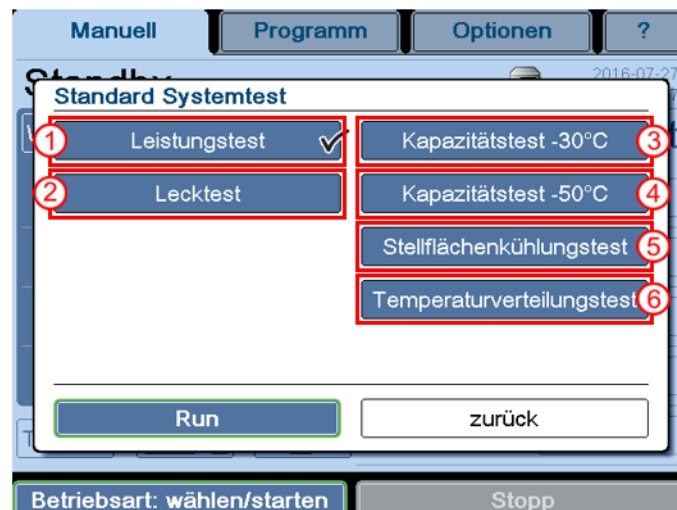


Abb. 30: mögliche Systemtests

6 Betrieb

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.

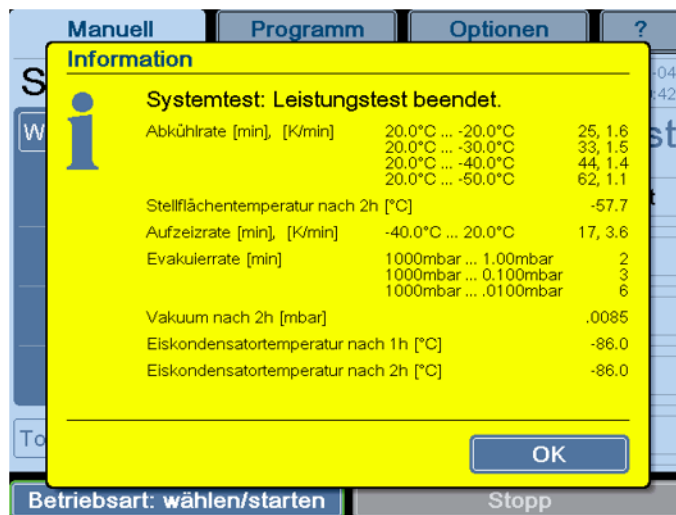


Abb. 31: Ergebnisse des Leistungstests

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.

Kapazitätstest -30°C (3)



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.

6 Betrieb

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 zwei-stufigen 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.

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.

6 Betrieb

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.

6.6.1.2 Hauptfenster "Programm"

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

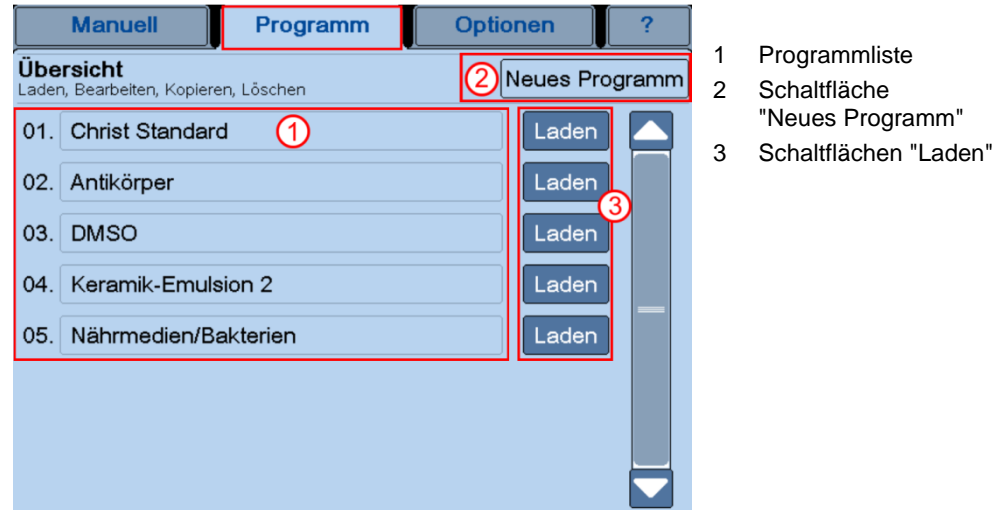


Abb. 32: Übersicht Hauptfenster "Programm"

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. 6.6.3 - "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. 6.6.3.1 - "Programm erstellen").

6 Betrieb

6.6.1.3 Hauptfenster "Optionen"

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

Allgemein

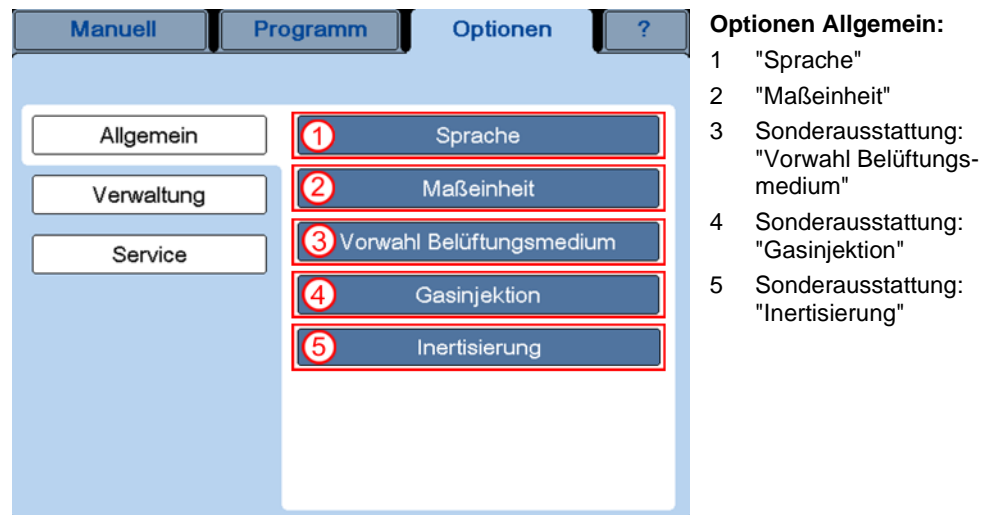


Abb. 33: Übersicht Hauptfenster "Optionen / Allgemein"

Sprache (1)

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

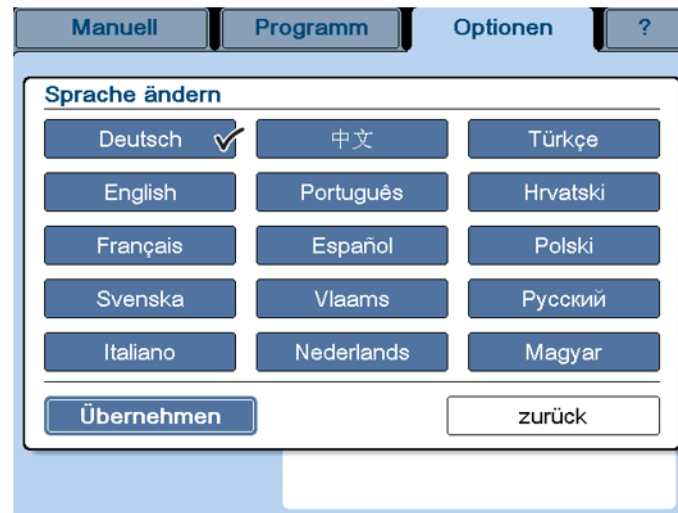


Abb. 34: Dialogfenster "Sprache ändern"

Maßeinheit (2)

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

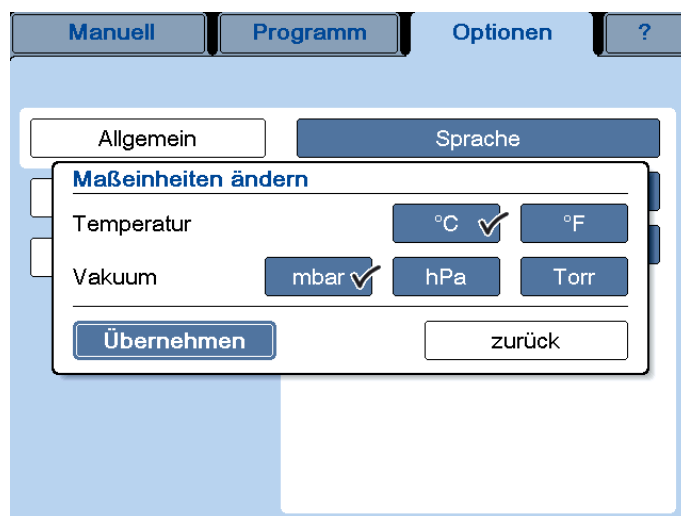


Abb. 35: Dialogfenster "Maßeinheit"

Sonderausstattung: Vorwahl Belüftungsmedium (3)

Diese Funktion kann sowohl im manuellen Modus ausgeführt als auch in einem Programm hinterlegt werden (s. Kap. 6.6.3.1 - "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. 36: 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 ≥ 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. 6.6.3.1 - "Programm erstellen").

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

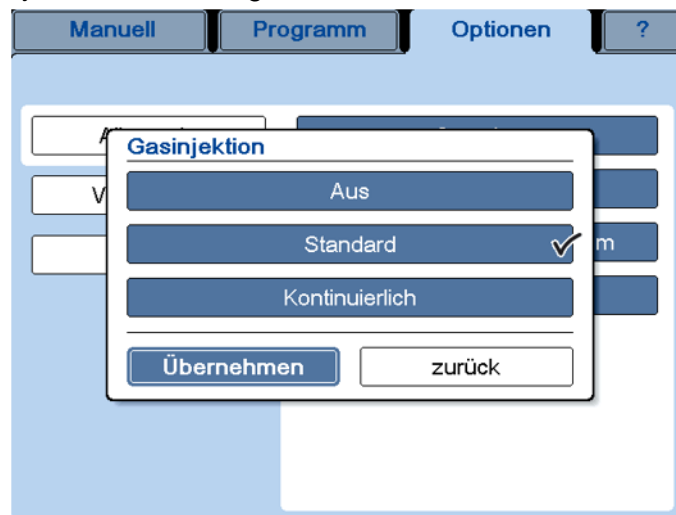


Abb. 37: Dialogfenster "Gasinjektion"

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. 6.7 - "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".

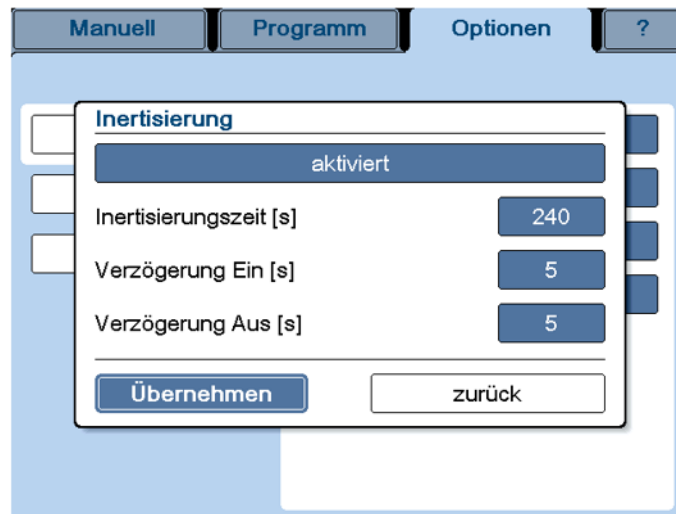


Abb. 38: Dialogfenster "Inertisierung"

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.



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.



Um einen unauthorisierten Zugriff auf das Dialogfenster "Inertisierung" zu verhindern, empfehlen wir unbedingt, den Zugriff auf die Steuerung per Passwort zu schützen (siehe Kapitel 6.6.1.3 - "Hauptfenster "Optionen"", Absatz: "Verwaltung"/"Zugriffschutz" (4)).

6 Betrieb

Verwaltung

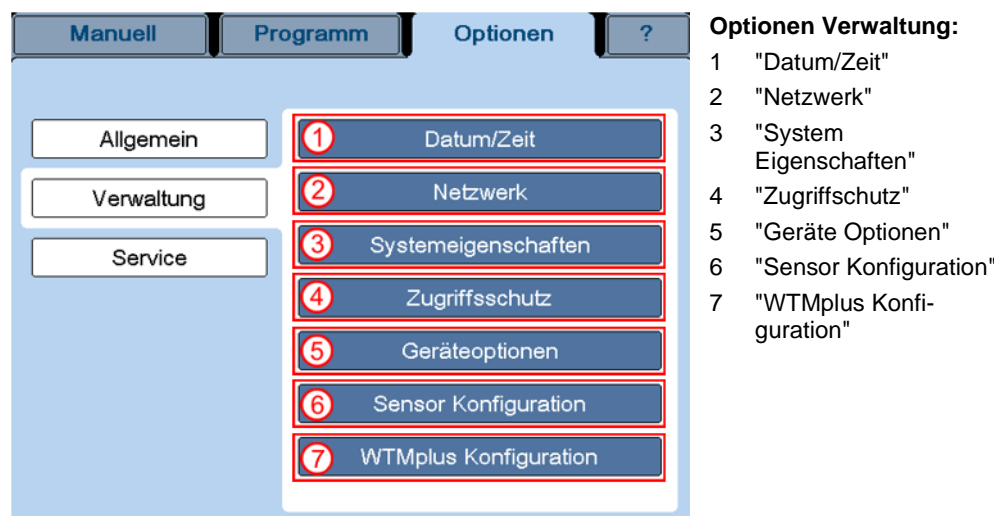


Abb. 39: Dialogfenster "Optionen / Verwaltung"

Datum / Zeit (1)

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

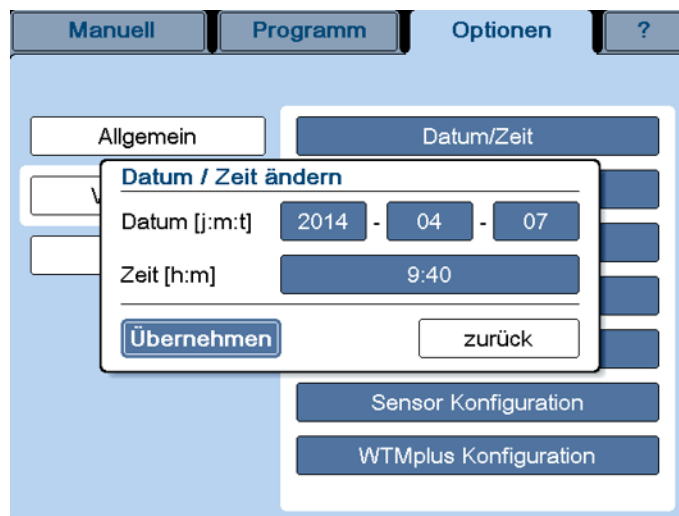


Abb. 40: Dialogfenster Datum/Zeit

Netzwerk (2)

In diesem Dialogfenster können Netzwerkeinstellungen geändert werden.



Die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Anlage übernommen.

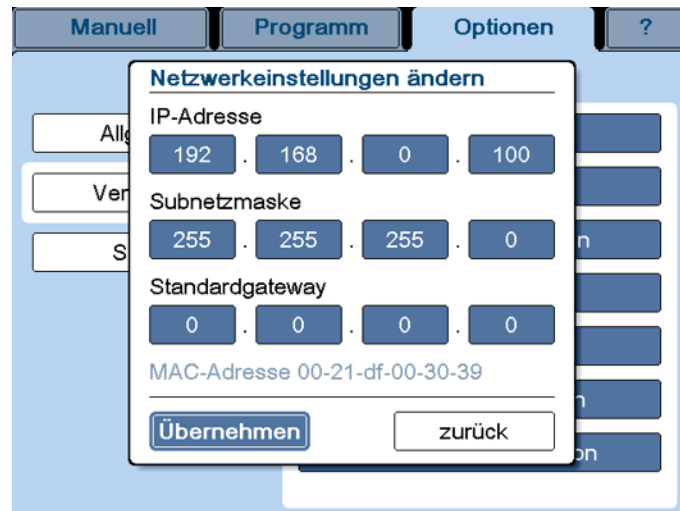


Abb. 41: Dialogfenster "Netzwerk"

Systemeigenschaften (3)

In diesem Dialogfenster können verschiedene Systemeigenschaften verändert werden.

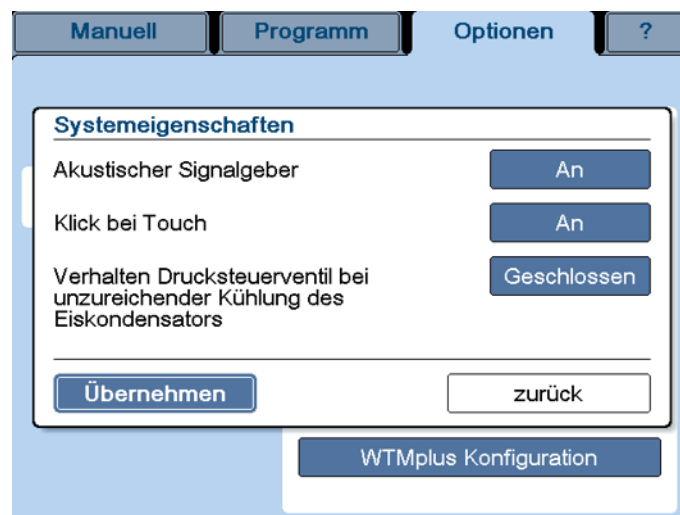


Abb. 42: Dialogfenster "Systemeigenschaften"

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

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

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

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

6 Betrieb

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. 43: Dialogfenster "Zugriffsschutz"

HINWEIS

Nur bei aktiviertem Zugriffsschutz können die weiteren Schaltfelder aktiviert werden.

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

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



Abb. 44: Countdown Passworttimer und Schaltfläche "Schloss"

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



Abb. 45: Zugriff gesperrt, keine Änderungen möglich

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

Die Rechte der einzelnen Ebenen sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

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

Geräteoptionen (5)

In diesem Dialogfenster sind alle Geräteoptionen aufgeführt, die für diese Anlage verfügbar sind. Eine Aufstellung der möglichen Optionen ist unter Kapitel 6.7 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen" zu finden. Optionen, für die ein seriennummerngebundener Freischaltcode benötigt wird, sind mit dem Symbol ("Ⓢ") gekennzeichnet.

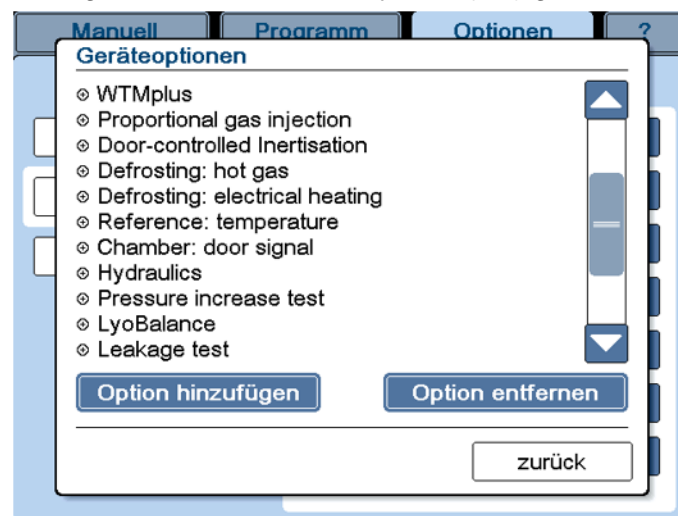


Abb. 46: Dialogfenster Geräteoptionen - Beispiel

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

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

In gleicher Weise werden Optionen entfernt.



Die Änderungen werden erst nach einem Neustart der Anlage übernommen.

6 Betrieb

Sensor Konfiguration (6)



VORSICHT

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

In diesem Dialogfenster werden die vorhandenen Sensoren konfiguriert.

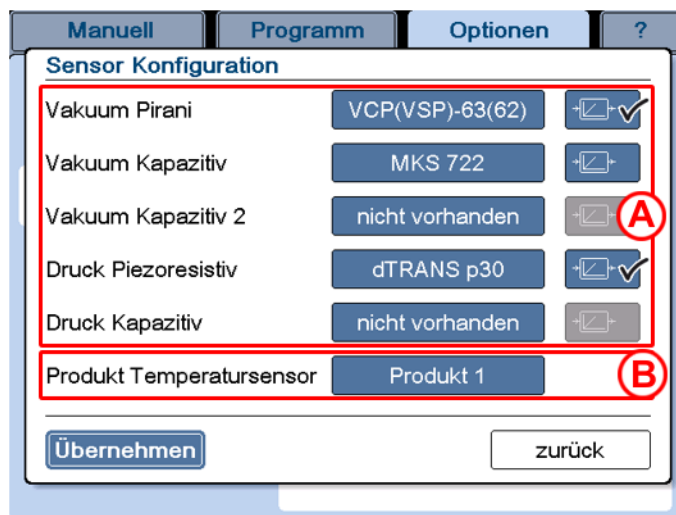


Abb. 47: Dialogfenster "Sensor Konfiguration" (Beispiel)

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 6.6.3 - "Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus", Abschnitt "Weiterschaltbedingungen").

Verfügt die Gefriertrocknungsanlage über das drahtlose Temperaturmesssystem 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.

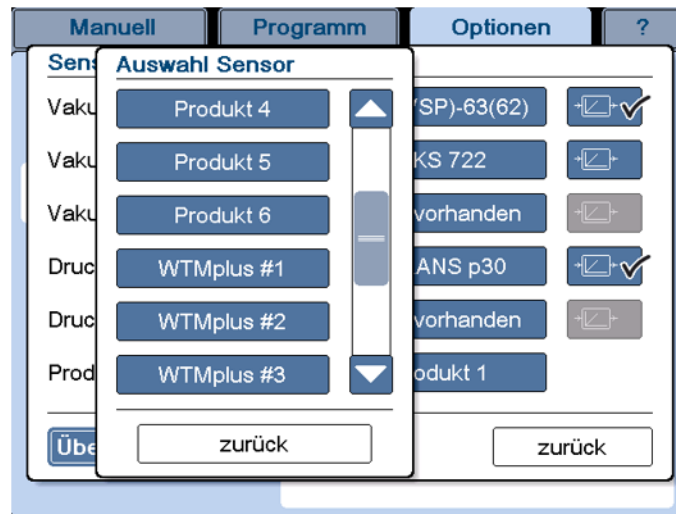


Abb. 48: Auswahl des Produkttemperatursensors (nur bei Anlagen mit WTMplus-System)

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-Temperaturmesssensoren 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:

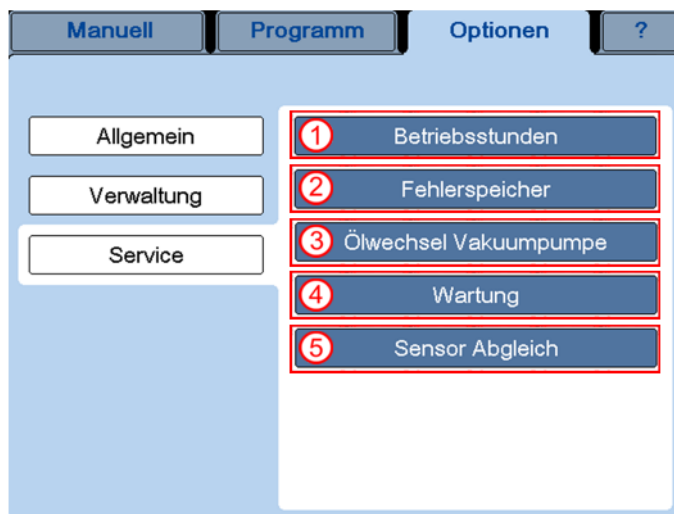
- Grün: gute Signalqualität
- Gelb: mäßige Signalqualität
- Rot: unzureichendes Signal

WTMplus Konfiguration			
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

Abb. 49: Dialogfenster "WTMplus Konfiguration"

6 Betrieb

Service



Optionen Service:

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

Abb. 50: 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.

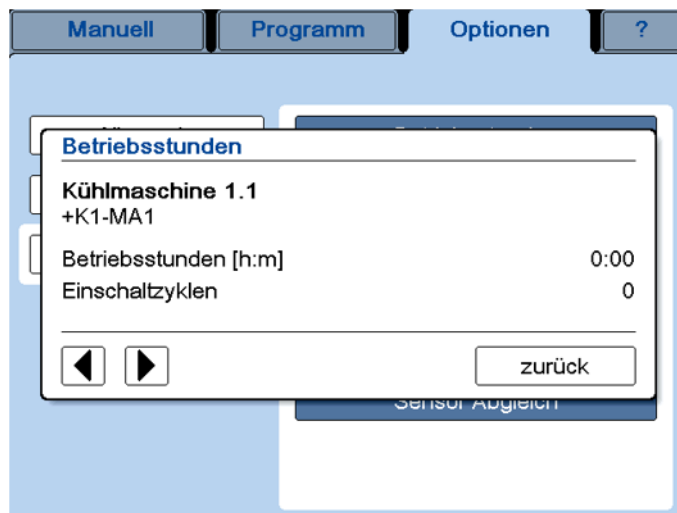


Abb. 51: Dialogfenster "Betriebsstunden", hier: Kühlmaschine 1.1

Fehlerspeicher (2)

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

Die einzelnen Meldungen werden durch Betätigen der Pfeiltasten aufgerufen.

Hinter dem Text jeder Fehlermeldung wird ein Fehlercode angezeigt.



Bei Rückfragen oder Serviceanforderungen stets den Fehlercode angeben!

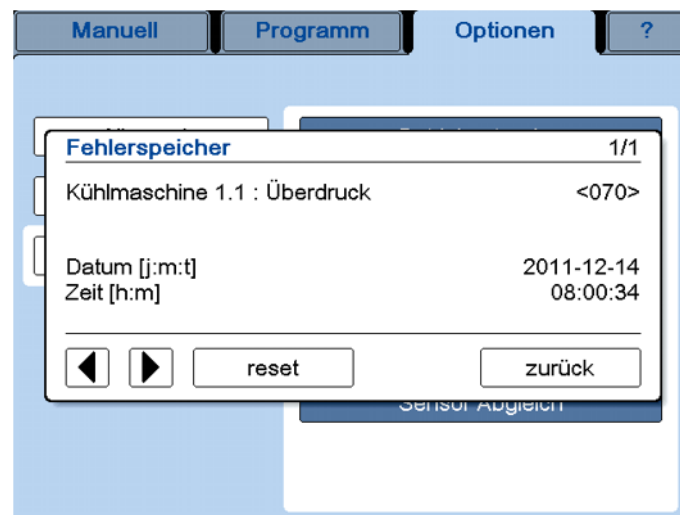


Abb. 52: Dialogfenster "Fehlerspeicher"

6 Betrieb

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. 53: 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.

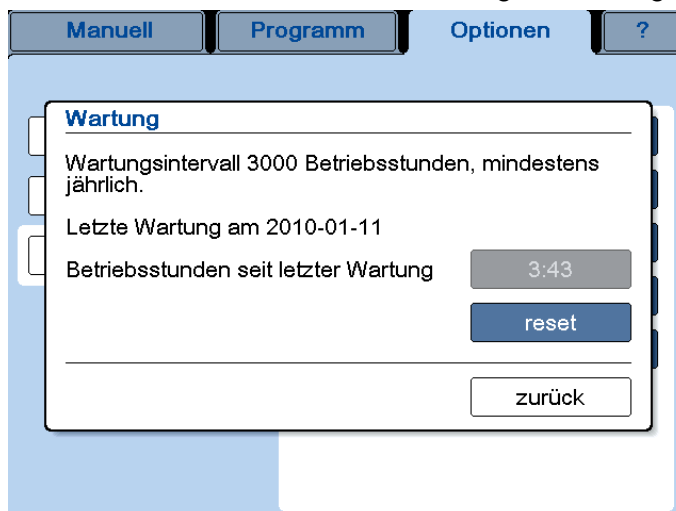


Abb. 54: Dialogfenster "Wartung"

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

6.6.1.4 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. 55: Anlageninformationen (Beispiel)



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

6.6.2 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 " ∞ " (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:

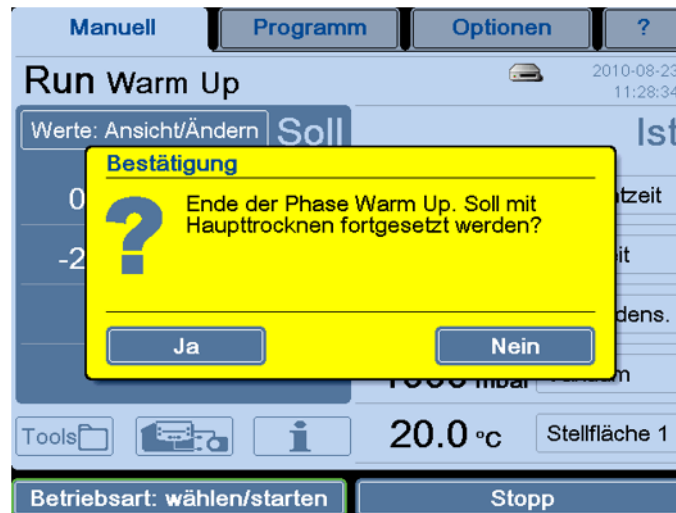


Abb. 56: Dialogfenster nach Ablauf der Warm Up-Phase

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.

6.6.2.1 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. 6.6.1.1 - "Hauptfenster "Manuell"). Es erscheint folgendes Dialogfenster:

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

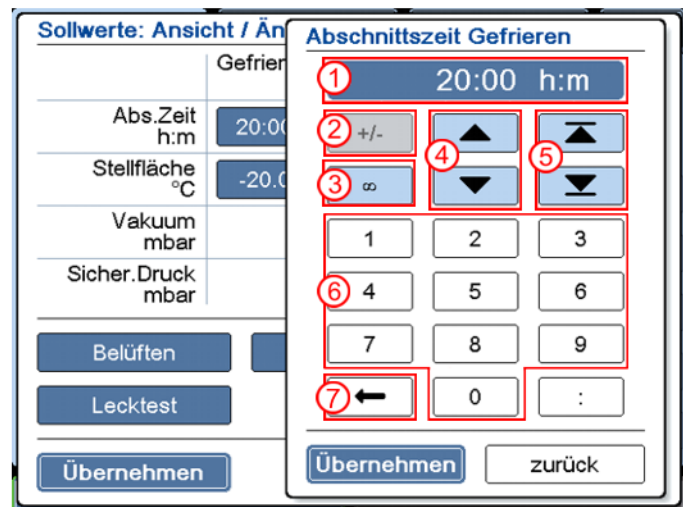
- 1 Schaltfläche "Belüften"
- 2 Schaltfläche "Abtauen"
- 3 Schaltfläche "Medienablauf" (Sonderausstattung)
- 4 Schaltfläche "Lecktest"

Abb. 57: 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. 58: 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.

6.6.3 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 Abs.01	Gefrieren 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. 59: 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.

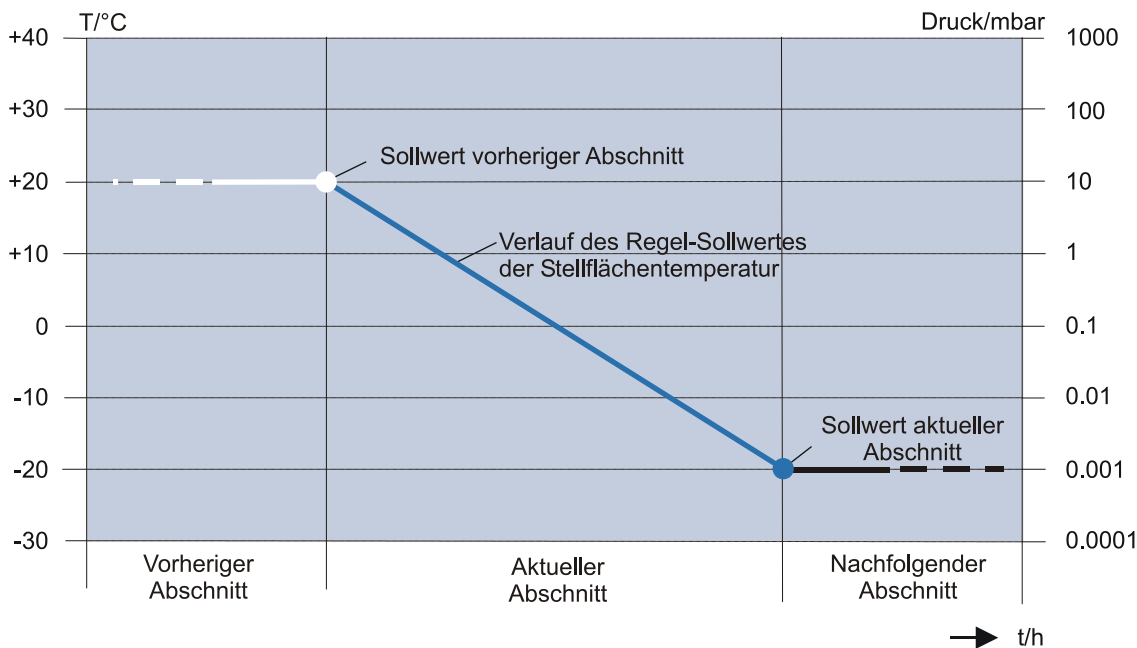


Abb. 60: Grafische Darstellung der Veränderung des Regelsollwertes

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.

ΔT 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.

ΔT 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 Temperaturmesssystem WTMplus, kann auch ein anderer kabelgebundener Produkttemperatursensor oder ein WTMplus-Sensor ausgewählt werden (siehe Kapitel 6.6.1.3 - "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.

Δp Druckanstiegstest (optional): Je nach gewähltem Modus kann der Druckanstiegstest ebenfalls als Weiterschaltbedingung herangezogen werden (siehe Kapitel 6.6.3.1 - "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

ΔT 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.



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. 6.6.3.1 - "Programm erstellen").

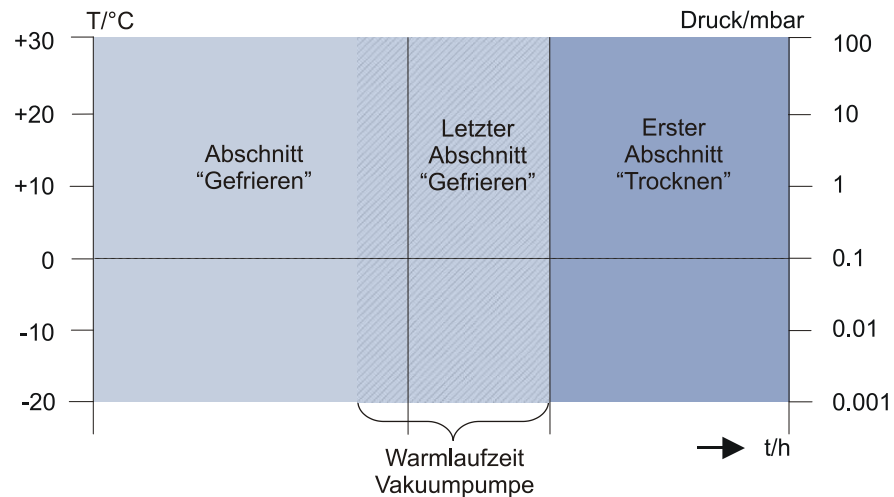


Abb. 61: Die WarmUp-Phase der Vakuumpumpe wird direkt vor den ersten Trocknungsabschnitt in die Phase "Gefrieren" vorgelagert

6.6.3.1 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.

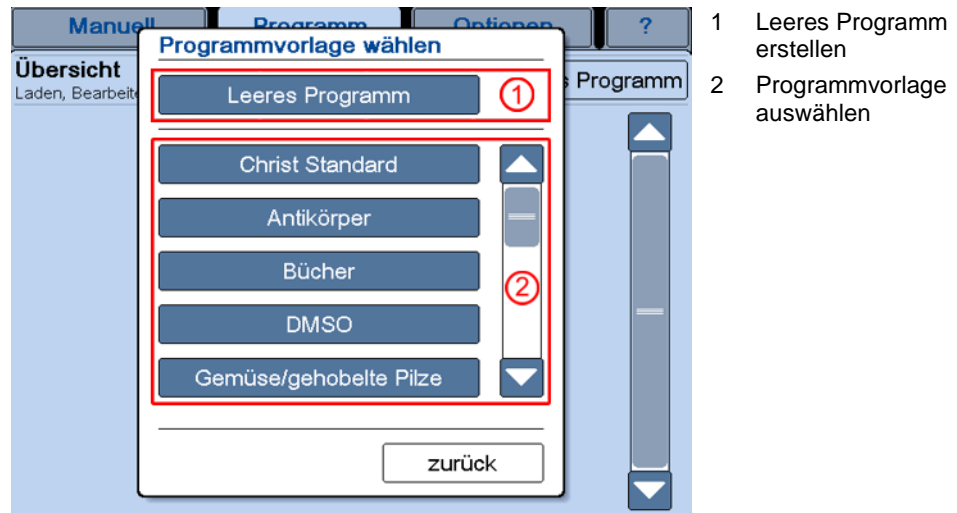


Abb. 62: Dialogfenster Programmvorlage

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":

- 1 "Programm"
- 2 "Programmname"
- 3 "Diagramm zeigen"
- 4 "Abschnitt einfügen"
- 5 "Abschnitt löschen"
- 6 weitere Funktionen und Sollwerte aufrufen
- 7 "Speichern"

Abb. 63: 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.

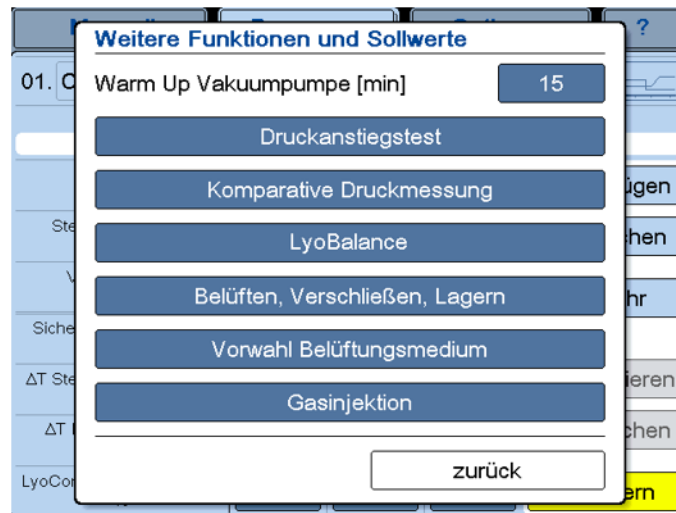


Abb. 64: Auswahl programmbezogener Funktionen und Sollwerte

WarmUp Vakuumpumpe

siehe Kapitel 6.6.3 - "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 6.6.1.1 - "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.

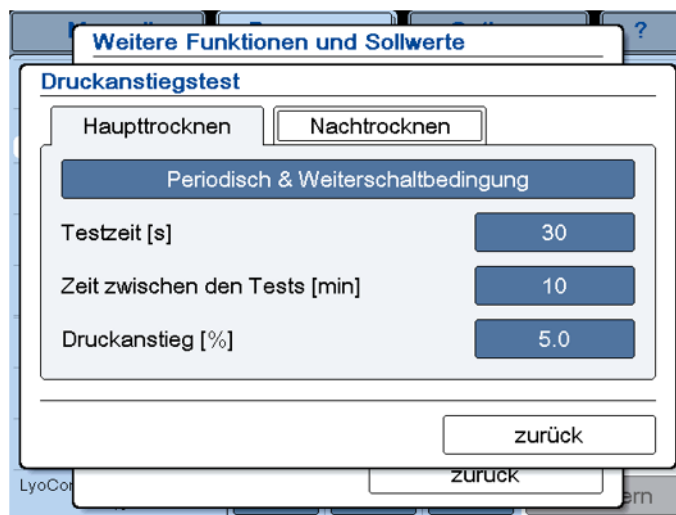


Abb. 65: Dialogfenster "Druckanstiegstest" im Programmmodus

Option: *Komparative Druckmessung*
(s. Kap. 6.7 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen")

i
HINWEIS

Die Anzeige des Messwertes "dp Komp" kann im Kapitel 6.6.1.1 - "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.

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

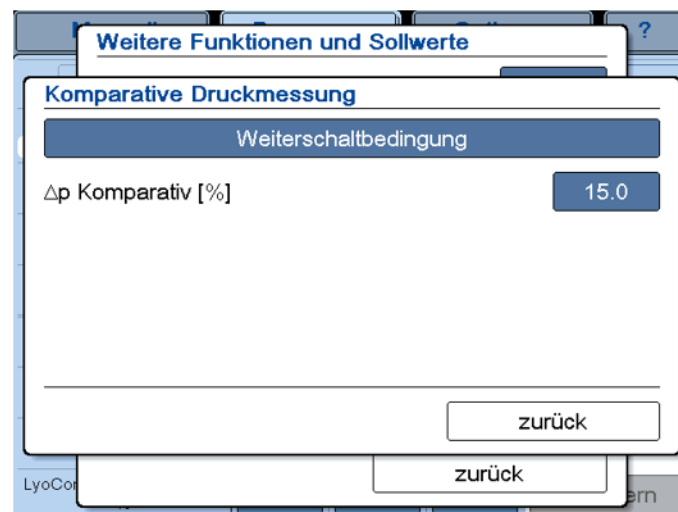


Abb. 66: Dialogfenster "Komparative Druckmessung"

6 Betrieb

Option: Wägesystem "LyoBalance"

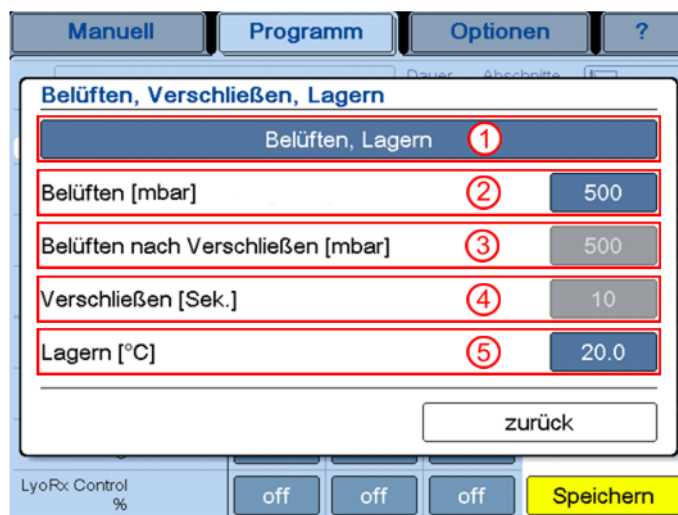
Ist die Gefriertrocknungsanlage mit dem Wägesystem "LyoBalance" ausgerüstet (s. Kap. 6.7 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen"), werden die Parameter in diesem Dialogfenster konfiguriert.



Separate Bedienungsanleitung des Wägesystems beachten!

Option: Belüften, Verschließen, Lagern

(s. Kap. 6.7 - "Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen")



- 1 Schaltfläche zur Auswahl der Variante
- 2 Sollwert "Belüften"
- 3 Sollwert "Belüften nach Verschließen"
- 4 Sollwert Verschlussdauer
- 5 Sollwert Lager-temperatur

Abb. 67: 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 ≤ 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.

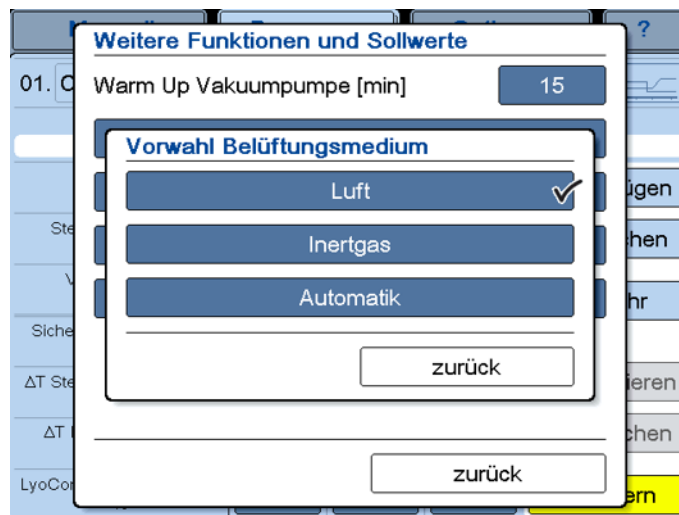


Abb. 68: Dialogfenster "Vorwahl Belüftungsmedium"

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 ≥ 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 6.6.1.3 - "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 6.6.1.1 - "Hauptfenster "Manuell", "Betriebsart wählen / starten" beschriebenen Systemtests sind auch als Programmvorlage verfügbar.

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

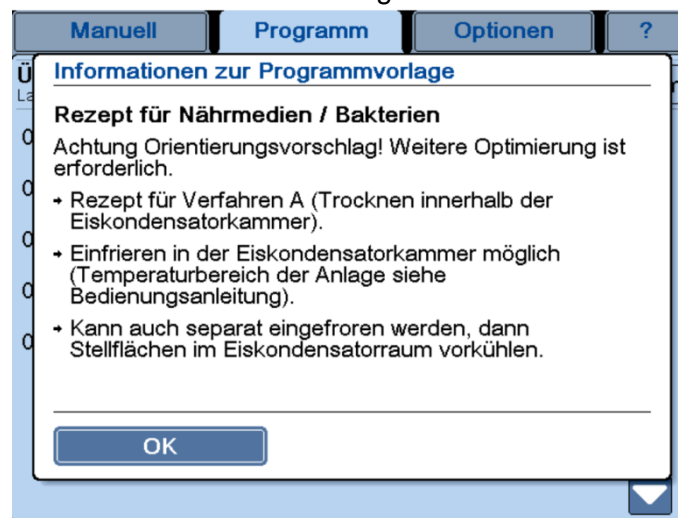


Abb. 69: Informationen zur Programmvorlage, hier: Rezept für Nährmedien / Bakterien

Nach Bestätigen der Information wird die Programmvorlage angezeigt.

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

6.6.3.2 Programm bearbeiten

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

- Im Hauptfenster "Programm" aus der Liste das Programm auswählen, das bearbeitet werden soll.
- Durch Drücken der Schaltfläche mit dem Programmnamen öffnet sich das Fenster mit den Programmdateien zur Bearbeitung.
- Änderungen durchführen und speichern (s. Kap. 6.6.3.1 - "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

6.6.3.3 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. 6.6.3.1 - "Programm erstellen").
- Dialogfenster durch Drücken der Schaltfläche "Programm" verlassen. Dem Programm wird automatisch der erste freie Programmplatz zugewiesen.

6.6.3.4 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. 70: 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. 71: 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.

6.6.3.5 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.

6.7 Optionale Erweiterungen und Sonderausstattungen

Belüften, Verschließen, Lagern

siehe auch Kapitel 6.6.3.1 - "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 6.6.3.1 - "Programm erstellen", Schaltfläche ">>mehr"

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

Gasinjektion mit Proportionalventil

siehe auch Kapitel 6.6.1.3 - "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 6.6.1.3 - "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 6.6.1.3 - "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 6.6.3.1 - "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 6.6.2 - "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 6.6.1.3 - "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 6.6.1.1 - "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.

6.8 Ausschalten

- Die Gefriertrocknungsanlage muss sich im Standby-Status befinden.
- Gefriertrocknungsanlage am Netzschalter ausschalten.

7 Störungen und Fehlersuche

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

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

7.1 Allgemeine Störungen

Fehlerart	mögliche Ursache	Behebung
Keine Anzeige auf dem Display	<ul style="list-style-type: none"> • Netzausfall (s. Kap. 7.1.1 - "Netzausfall") • Netzstecker steckt nicht • Sicherungen haben ausgelöst • Netzschalter aus 	<ul style="list-style-type: none"> • Netzsicherung überprüfen • Netzstecker fest einstecken • Überprüfen der bauseitigen Sicherungen • Netzschalter einschalten
Touch panel reagiert nicht oder nicht korrekt	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilität des Panels ist verstellt 	<ul style="list-style-type: none"> • Service verständigen (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall")
Passworteingabe schlägt fehl	<ul style="list-style-type: none"> • Falsches Passwort eingegeben 	<ul style="list-style-type: none"> • Administrator verständigen • Bei Verlust des Administratorkennworts: Service verständigen (s. Kap. 7.3 - "Kontakt im Servicefall")
Kein ausreichendes Vakuum	<ul style="list-style-type: none"> • Kleinflanschverbindung(en) nicht korrekt verbunden 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbindung lösen, Zentrierring mit innenliegendem Dichtring zentrisch zwischen die Flanschanschlüsse setzen und mit dem Spannring verbinden. Der Zentrierring darf nicht verrutschen oder verkanten
	<ul style="list-style-type: none"> • Verunreinigungen oder Beschädigungen an der Deckel-/Türdichtung 	<ul style="list-style-type: none"> • Deckel-/Türdichtung reinigen und ggf. austauschen
	<ul style="list-style-type: none"> • Schliffstopfen der aufgesetzten Trocknungskammer ist nicht korrekt eingesetzt 	<ul style="list-style-type: none"> • Schliffstopfen gleichmäßig und auf die gesamte Dichtfläche verteilt mit Vakuumfett einfetten
Undichtigkeit im Medienablaufventil	<ul style="list-style-type: none"> • Das Medienablaufventil ist mit Trocknungsrückständen oder Wollteilchen von Putztüchern verunreinigt • Die O-Ringe sind verschlissen 	<ul style="list-style-type: none"> • Medienablaufventil reinigen (s. Kap. 8.1.4 - "Belüftungsventil"), ggf. austauschen. • O-Ringe austauschen.
Undichtigkeit in einem Gummiventil	<ul style="list-style-type: none"> • Verunreinigungen im Ventil 	<ul style="list-style-type: none"> • Ventile einzeln prüfen (s. Kap. 7.1.2.4 - "Gummiventile")

7 Störungen und Fehlersuche

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



HINWEIS

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

7.1.1 Netzausfall

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

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

7.1.2 Kein ausreichendes Vakuum



Vakuumkontrollen sind bei tiefgekühltem Eiskondensator durchzuführen.

7.1.2.1 Kleinflanschverbindungen

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

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



Abb. 72: Kleinflansch und Zentrierring



Abb. 73: Kleinflansch und Zentrierring mit Kleinflansch



Abb. 74: Ansetzen des Spannrings

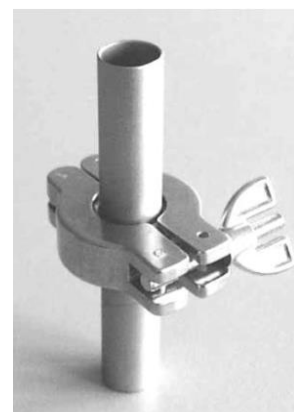


Abb. 75: Festziehen des Spannrings

7 Störungen und Fehlersuche

7.1.2.2 Belüftungsventil

Eine Fehlfunktion des Belüftungsventils 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").
- Anlage wieder in Betrieb nehmen.

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

7.1.2.3 Drucksteuerventil

Eine Fehlfunktion des Drucksteuerventils kann diverse Ursachen haben.



HINWEIS

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

7.1.2.4 Gummiventile

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

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

7.1.2.5 Vakuummesssonde

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

Kapazitive Vakuummesssonden

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

7.1.3 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°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 6.6.1.1 - "Hauptfenster "Manuell", Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen") und sind dieser Betriebsanleitung deshalb nicht beigefügt.

Sie können diese Unterlagen über unsere Serviceabteilung anfordern.

7 Störungen und Fehlersuche

7.3 Kontakt im Servicefall

Bei Rückfragen, bei Störungen oder Ersatzteilanfragen:

aus Deutschland:

Setzen Sie sich in Verbindung mit
Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH
An der Unteren Söse 50
37520 Osterode
Tel. +49 (0) 55 22 / 50 07-33 33
E-mail: support.epsilon@martinchrist.de

außerhalb Deutschlands:

Setzen Sie sich mit unserer Vertretung Ihres Landes in Verbindung. Die Adresse finden Sie unter 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.
- Die Anlage darf zum Reinigen nicht auf den Kopf gestellt werden.

8.1 Wartungsarbeiten

8.1.1 Allgemeines

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

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

8 Wartung und Instandhaltung

Reinigung der Gefriertrocknungsanlage



WARNUNG

Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen

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 Kammer

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.

- Auffangschale entleeren und abtrocknen.
- Falls erforderlich, Kammer 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.

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 Wartung und Instandhaltung

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.

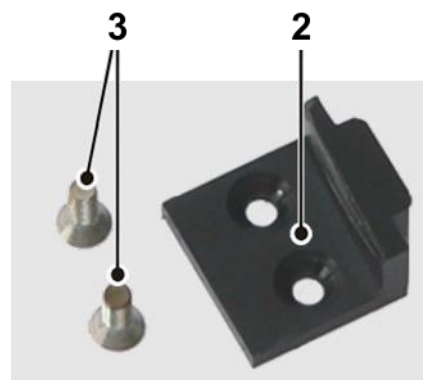
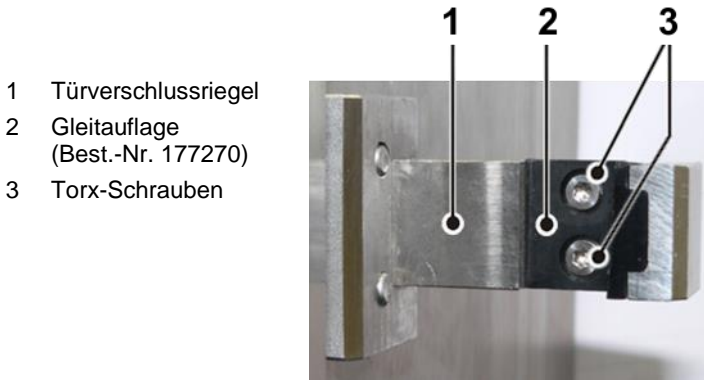


Abb. 76: Türverschlussriegel und Gleitauflage

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

Verunreinigungen wie festgesetzte Produktrückstände o.ä. können Ursache für ein unzureichendes Vakuum sein. In diesem Fall muss das Belüftungsventil 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.



Abb. 77: 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").

8.1.5 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. 2.1.1 - "Funktions- und Bedienelemente") und wird mit Luft gekühlt.

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

Der gewählte Aufstellungsort sollte deshalb möglichst sauber sein.

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

8.1.6 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 Wartung und Instandhaltung

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.

- 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 Wartung und Instandhaltung

8.1.9 Vakuummesssonde



HINWEIS

Separate Betriebsanleitung des Herstellers für die Vakuummesssonde beachten!

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

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

Kapazitive Vakuummesssonden

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

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

8.1.10 Zubehör



VORSICHT

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

Es handelt sich hierbei um Maßnahmen zur Wahrung der Betriebssicherheit!

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

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

8.2 Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör



GEFAHR

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

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

8 Wartung und Instandhaltung

8.3 Wartungsplan

System/ Baugruppe	Position / Bauteil	Inspektion		Wartung				Bemerkungen
		vor Beginn der Trocknung	täglich (Arbeitstag)	Inspektion	Austausch	Funktion	Kalibrierung	
Trocknungs- kammer Be- / Entladeseite	Türdichtung: sauber und unbeschädigt	X		ersetzen	jährlich			
	Turriegel, Scharniere: gratfrei	X		X		X		
	Stellflächen: Oberfläche sauber und unbeschädigt	X		X				
	Turscheibe, Schauglas: sauber	X		X				
	Trocknungskammer: trocken und sauber	X		X				
	Türverkleidung bei Edelstahl-tür: fest			X				
Maschine Allgemein	Leckagen		X	X				
	Geräusche im Betrieb		X	X				
	Statische Dichtungen: Clamp, KF, O-Ring etc.			X	jährlich			
	Lose Kabel			X				
	Rahmengestell: Korrosion			X				Korrosion beseitigen
Vakuumsystem	Pumpe: Ölstand	X	X	X				
	Pumpe: Öl-Zustand (Farbe, Kontamination)	X	X	X	Ölwechsel			
	Olnebefilter: Olnebelaustritt		X	X		X		
	Olnebefilter: Ölstand		X			reinigen		
	Endvakuum					X		
	Ablagerungen im Gehäuse-Öl Kreislauf			X				
	Öl Leckage unter Pumpe	X		X	ggf. Dichtung nach 10 Jahren			
	Vakuum Lecktest					X		
Kältesystem	Eisbildung			X				
	Wärmetauscher (luftgekühlte Anlage)	X		X		reinigen		
	Mechanische Geräusche			X				
	Magnetventile					X		
	Eiskondensator: tiefste Temperatur					X		
	Regelventile Kühlwasser			X		X		
Flaschen- verschluss- system	Mechanische Komponenten: Funktion			X				
	Hydraulik: Max. Druckeinstellung					X		
	Hydraulik: Öl im Vorlagebehälter			X				
	Hydraulik: Zustand Schläuche (Leckage)			X	nach 5 Jahren			Elastomerschlauche sollten nach 6 Jahren getauscht werden
	Hydraulik: Verfahrgeschwindigkeit Verschlusszylinder					X		
	Elektrotechnik	Temperatursensoren			X			jährlich
Vakuumsensoren				X			jährlich	
Drucksensoren				X			jährlich	
Elektrochassis: Zustand Bauteile				X				
Maschinenverkabelung				X				
Leistungsaufnahme Komponenten						X		
Signalpieper						X		
Pufferbatterie der Steuerung (LSCplus)					nach 5 Jahren			

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

außerhalb Deutschlands:

Setzen Sie sich mit unserer Vertretung Ihres Landes in Verbindung. Die Adresse finden Sie unter 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 → [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:	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
Bestellnummer:	112991	112992
Leistungsdaten	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
<u>Kammer</u>		
- Abmessungen (B x H x T):	300 mm x 320 mm x 432 mm	300 mm x 320 mm x 432 mm
- Volumen:	ca. 41 l	ca. 41 l
<u>Eiskondensator</u>		
- Kapazität:	max. 4 kg	max. 4 kg
- Leistung:	max. 3,0 kg / 24 h	max. 3,0 kg / 24 h
- Temperatur:	ca. -55°C	ca. -85°C
<u>Stellflächen</u>		
- Anzahl der Stellflächen:	1	1
- Abmessungen (B x T):	270 mm x 400 mm	270 mm x 400 mm
- Nutzbare Stellfläche:	0,108 m ²	0,108 m ²
- Lichter Stellflächenabstand mit Verschlussvorrichtung:	140 mm	140 mm
ohne Verschlussvorrichtung:	172 mm	172 mm
- Stellflächentemperatur:	ca. -45°C bis +60°C	ca. -70°C bis +60°C
Anschlussdaten	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
Elektrischer Anschluss:	1 x 230 V / 50 Hz (andere Anschlusswerte auf Anfrage)	1 x 230 V / 50 Hz (andere Anschlusswerte auf Anfrage)
Schutzklasse:	I	I
IP-Code:	21	21
Scheinleistung:	1,0 kVA	1,9 kVA
Nennstrom (ohne Vakuumpumpe):	4,5 A	8,5 A
Netzsicherung:	12 A	14 A
Anschluss Vakuumpumpe:	230 V / 50-60 Hz, max. 9,5 A	230 V / 50-60 Hz, max. 5,5 A
Physikalische Daten (ohne Vakuumpumpe)	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
<u>Abmessungen</u>		
<u>Basisanlage</u>		
- Höhe:	520 mm + 276 mm Verschlussvorr.	520 mm + 276 mm
- Breite:	780 mm	Verschlussvorr.
- Tiefe:	547 mm + 51 mm Vakuumanschl.	780 mm
Anlage inkl. Untergestell (Art.-Nr. 112452)		547 mm + 51 mm Vakuumanschl.
- Höhe:	1.420 mm + 276 mm Verschlussvorr.	
- Breite:	810 mm	1.420 mm + 276 mm
- Tiefe:	810 mm	Verschlussvorr.
		810 mm
		810 mm
<u>Gewicht (ohne Vakuumpumpe)</u>		
- Basisanlage:	ca. 110 kg	ca. 140 kg
- Anlage inkl. Untergestell (Art.-Nr. 112452):	ca. 164 kg	ca. 194 kg
Geräuschpegel nach DIN 45635:	___ dB(A)	51 dB(A)

10 Technische Daten

Physikalische Daten (ohne Vakuumpumpe)	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
Funktentstört gemäß EN 55011:	Klasse B	Klasse B
Wärmeabgabe:	min. 620 W max. 1.100 W	min. 1.100 W max. 1.600 W
Füllmengen	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
<u>Natürliche, brennbare Kältemittel</u>	Füllmenge \triangleq CO ₂ -Äquivalent	Füllmenge \triangleq CO ₂ -Äquivalent
- R1270:	62 g \triangleq < 0,01 t	60 g \triangleq < 0,01 t
- R170:	6 g \triangleq < 0,01 t	64 g \triangleq < 0,01 t
<u>Nicht brennbare Kältemittel</u>	Füllmenge \triangleq CO ₂ -Äquivalent	Füllmenge \triangleq CO ₂ -Äquivalent
- Isceon 89:	600 g \triangleq 2,28 t	--
- R290:	--	10 g \triangleq < 0,01 t
- R404A:	--	130 g \triangleq 0,49 t
- R508B:	--	130 g \triangleq 1,74 t
Betriebsmittelanschlüsse	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
Belüftung:	Schlauchtülle DN6 (max. Außendurchmesser 10 mm) max. 0,2 bar Überdruck	Schlauchtülle DN6 (max. Außendurchmesser 10 mm) max. 0,2 bar Überdruck
Vakuumanschluss:	Kleinflanschverbindung DN25KF (ISO 28403, DIN 2861)	Kleinflanschverbindung DN25KF (ISO 28403, DIN 2861)
Netzeingang:	Kaltgerätestecker	Kaltgerätestecker
Datenschnittstelle (LAN):	RJ 45	RJ 45
Sonderausstattung: Wasserkühlung	EPSILON 1-4 LSCplus	EPSILON 2-4 LSCplus
Bestellnummer:	112993	112994
Temperatur Wasservorlauf:	+15°C bis +20°C	+15°C bis +20°C
Temperatur Wasserrücklauf:	max. 25°C	max. 25°C
Wassertemperatur-Differenz:	max. 10K bei Vorlauf-Temp. +15°C max. 5K bei Vorlauf-Temp. +20°C	max. 10K bei Vorlauf-Temp. +15°C max. 5K bei Vorlauf-Temp. +20°C
Kühlwasserdruck:	max. 10 bar	max. 10 bar
Differenzdruck zwischen Vorlauf und Rücklauf:	max. 1,5 bar	max. 1,5 bar
Volumenstrom:	max. 0,13 m ³ /h	max. 0,20 m ³ /h
Mittels Kühlwasser abgeführte Wärme:	1,1 kW	1,6 kW
Anschluss Kühlwasserzulauf:	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13
Anschluss Kühlwasserrücklauf:	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13	R3/4" mit Schlauchtülle DN 13
Option Kühlwassermengenregler (Werkseinstellung):	12 bar (Hochdruckseite Kälteanlage)	12 bar (Hochdruckseite Kälteanlage)

10.1 Umgebungsbedingungen

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

10.2 Technische Dokumentation

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

Die Unterlagen können über unsere Serviceabteilung angefordert werden.

11 Anhang

11 Anhang

11.1 Mathematische Zusammenhänge

Den unter dem Menüpunkt "Programmgeber" (s. Kap. 6.6.3 - "Gefriertrocknung mit Programmgeber PGMplus") ablaufenden automatischen Vorgängen liegen folgende Überlegungen zugrunde:

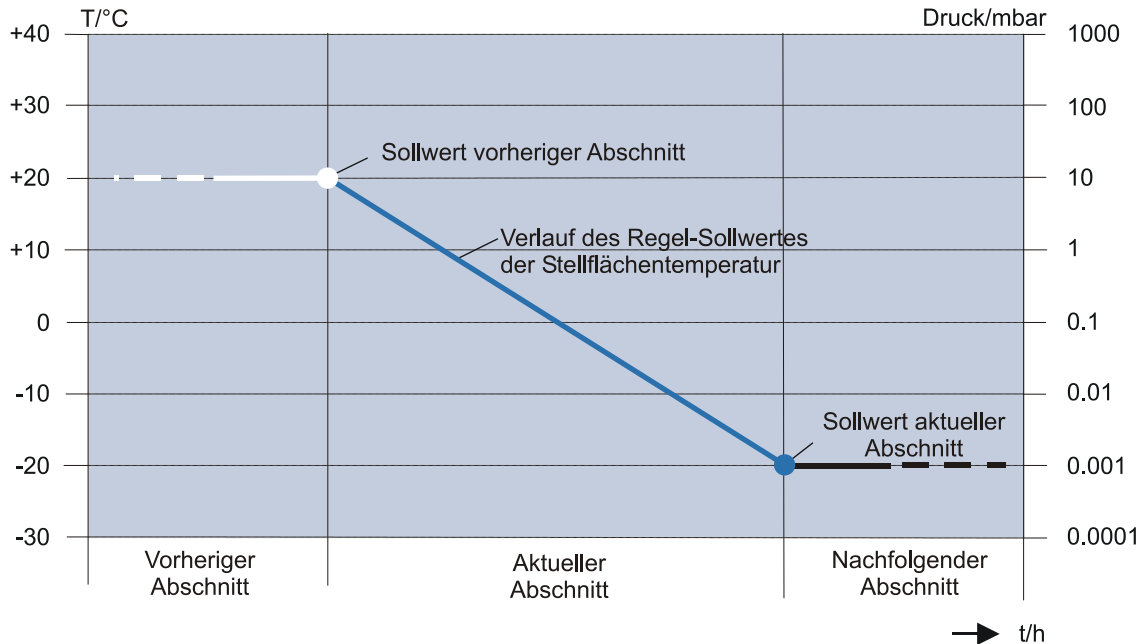


Abb. 78 Grafische Darstellung der Veränderung des Regel-Sollwertes

Berechnung des Regel-Sollwertes und der Steigung für Temperatur:

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

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

Beispiel:

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

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

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

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

Berechnung des Regel-Sollwertes für Vakuum:

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

11.2 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 1-4 LSCplus Epsilon 2-4 LSCplus
Bestellnummer:	112991, 112993, 112999 112992, 112994, 113000
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_MaschRL_Epsilon1-4_2-4_LSCplus_2015-12-14_de.docx

11 Anhang

11.3 EG-Konformitätserklärung gemäß Druckgeräterichtlinie



EG – KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

im Sinne der EG-Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU

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

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

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

Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH

An der Unteren Söse 50
37520 Osterode

CE-Dokumentationsbeauftragter:
S. Krippendorff

Osterode, 23.08.2016



F. Harms, Geschäftsführer

11 Anhang

11.4 Tabelle der Sublimationsdruckkurve

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

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

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 Sensoren 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)	34, 48
Abholauftrag (nur innerhalb Deutschlands)	123
Ablauf eines Gefriertrocknungsprozesses..	21
Abmessungen	41
Abtauen	86
Abtauen mit Heißgas	23
Abtauwasser, kontaminiert (Gefahren).....	33
Akustischer Signalgeber	75
Allgemeine Arbeiten (Wartung)	111
Allgemeine Störungen.....	105
Allgemeinen Geschäftsbedingungen.....	12
Anbauten	38
Angezeigter Vakuumwert nicht korrekt.....	106
Anlagenschema	60
Anschluss	39
Anschluss (Gefahren)	29, 45
Anschluss Kühlwasserrücklauf.....	126
Anschluss Kühlwasserzulauf.....	126
Anschluss Vakuumpumpe.....	125
Anschlussart	46
Anschlussdaten	125
Anzeigen oder Ändern der Sollwerte.....	86
Artikelnummer.....	18
Aufbau der Gefriertrocknungsanlage.....	14
Auffüllen von Betriebsmitteln.....	38
Aufstellort.....	45
Aufstellung	39
Aufstellung (Gefahren)	29, 45
Ausgangsprodukte, die Azide enthalten	11
Ausgangsprodukte, säurehaltig.....	11
Auspacken	42
Ausschalten	104
Automatisches Belüften, Verschließen, Lagern.....	102
Azide.....	11
Azide (Gefahren).....	33
B	
Baujahr (Monat/Jahr)	18

Bedienelemente	14
Bedienoberfläche	55
Bedienpersonal.....	26, 27
Beladetür (Bedienung)	53
Beladetür (Folienbeschichtung).....	113
Beladetür (Gefahren)	34, 53
Belüften	86
Belüften bei Trocknungsende	23
Belüften, Verschließen, Lagern..	96, 102, 135
Belüftung	45, 46, 109, 126
Belüftungsmedium vorwählen	71
Belüftungsmedium, Vorwahl	103
Belüftungsventil	108
Belüftungsventil, Reinigung.....	114
Berechnung des Regelsollwertes für Vakuum	128
Berechnung des Regelsollwertes und der Steigung für Temperatur.....	128
Beschilderung des Geräts.....	24
Bestellnummer	125, 126
Bestimmungsgemäße Verwendung	9
Betriebsart wählen / starten	63
Betriebsmittelanschlüsse	126
Betriebsmittelkennzeichen	62, 80, 135
Betriebssicherheit	118
Betriebsspannung.....	46
Betriebsstunden.....	80
Betriebszustand	57
Brandschutz.....	39

C

CE-Zeichen gemäß Richtlinie 2006/42/EG.	24
Chemische Reaktionen	118

D

Dampfdruckkurve für Eis und Wasser	19, 20, 58
Datenschnittstelle (LAN)	126
Datum / Zeit	74
Dekontamination mit Wasserstoffperoxid (H ₂ O ₂).....	11, 26, 27
Dekontaminationserklärung	123

Index

Dekontaminationsmittel.....	112	Ersatzteilanfragen.....	110
delta p Druckanstiegstest (optional)	89	Eutektischer Punkt.....	135
deltaT Komparativ.....	89	explosive Substanzen	33
deltaT Produkt	89	externer Datenträger.....	57
deltaT Stellfläche	89	F	
Desinfektion von Trocknungskammer und Zubehör.....	119	Fabriknummer.....	18, 84, 110, 121
Desinfektionsmittel.....	119	Fachpersonal	108, 121, 123
Desorption	135	Fehlerbeschreibung	123
Detailinformationen	62	Fehlerspeicher	81
Detailinformationen zu Software-Versionen	84	Fehlersuche	105
DGUV Vorschrift 3	122	Fehlfunktion (Drucksteuerventil).....	108
Dialogfenster "Anlagenschema".....	60	Feuer	37
Dialogfenster "Betriebsart wählen / starten"	63	Folienbeschichtung der Beladetür (Reinigung).....	113
Dialogfenster "Neues Programm"	69	Folienbeschichtung Radiation Shield .	54, 113
Dialogfenster "Prozess- und Anlagenmeldungen"	61	Folienbeschichtung Solvent Shield ...	54, 113
Dialogfenster "Tools"	58	Formular zur Rücksendung defekter Teile	123
Differenz Wassertemperatur	126	Füllmengen	126
Differenzdruck zwischen Vorlauf und Rücklauf	126	Funktions- und Bedienelemente.....	14
Drahtlose Produkttemperaturmessung WTMplus.....	103	G	
Druckanstiegstest	60, 93, 102, 135	Gasinjektion mit Proportionalventil	72, 102
Druckkorrosion siehe auch Korrosion.....	118	Gefahren.....	37
Druckmessung, komparative.....	103	Gefahren (allgemein, Transport bis Inbetriebnahme)	28
Druckstellen	118	Gefahren (Anschluss)	29, 45
Drucksteuerventil	49	Gefahren (Aufstellung)	29, 45
Drucksteuerventil (Fehlfunktion).....	108	Gefahren (Azide).....	33
E		Gefahren (Beladetür)	34, 53
EG-Konformitätserklärung		Gefahren (Elektrizität)	30, 115
Druckgeräterichtlinie.....	131	Gefahren (Inbetriebnahme).....	29, 52
EG-Konformitätserklärung		Gefahren (Kältesystem)	30, 117
Maschinenrichtlinie	129	Gefahren (kontaminiertes Abtauwasser) ...	33
Einhaltung der EG-Richtlinien zum Arbeitsschutz.....	26	Gefahren (kontaminiertes Kondensat).....	33
Einkammer-Verfahren.....	135	Gefahren (Lösungsmittel).....	32
Einschalten	52	Gefahren (Oberflächen, heiß) ...	35, 112, 116
Eiskondensator	125	Gefahren (Oberflächen, kalt).....	35
Eiskondensatortemperatur	89	Gefahren (Produkte, gesundheitsschädlich	31, 112
Elektrischer Anschluss.....	125	Gefahren (Säuren).....	32
Elektrisches System (Wartung)	115	Gefahren (Stickstoff)	31
Elektrizität (Gefahren)	30, 115	Gefahren (Transport)	28, 42, 43
Energieversorgung.....	46	Gefahren (Überdruck)	35, 46
Entsorgung der Gefriertrocknungsanlage.	124	Gefahren (Vakuumpumpenabgase)	34, 48
Entsorgung der Verpackung	124	Gefahren (Vakuumpumpenöl).....	34, 116
		Gefahrenhinweise	9, 12, 28

Gefahrenstoffe	119	Kältemitteldaten	18
Gefahrstoffe, Umgang	40	Kälteprobleme	
Gefrieren	22	Bedingungen am Aufstellort	45
Gefriertrocknung allgemein	19	Kälteschema	127
Gefriertrocknung manuell	84	Kältesystem (Gefahren)	30, 117
Gefriertrocknung mit Programmgeber		Kältesystem (Wartung)	117
PGMplus	87	Kameraüberwachung LyoCam	103, 104
Gefriertrocknungsanlage (Entsorgung)	124	Kammer, Reinigung	112
Gefriertrocknungsanlage vorbereiten	52	Kapazitätstest -30°C	65
Gefriertrocknungsanlage, Reinigung	112	Kapazitätstest -50°C	66
Gefügezerstörungen	118	Kein ausreichendes Vakuum	105, 107
Geräteoptionen	77	Keine Anzeige auf dem Display	105
Gerätetyp	18, 110, 121, 125	Keine ausreichende Eiskondensator- oder Stellflächentemperatur	106
Geräuschpegel	125	Kleinflanschverbindungen	107
Gewährleistung und Haftung	12	Klick bei Touch	75
Gewicht	41, 125	Komparative Druckmessung	95, 103, 136
Gummiventile	51, 108	Kondensat, kontaminiert (Gefahren)	33
H		Konformitätserklärung	13
H ₂ O ₂	11	Konformitätserklärung Druckgeräterichtlinie	131
H ₂ O ₂ -Dekontamination (Sonderausstattung)	26, 27	Konformitätserklärung Maschinenrichtlinie	129
Haftung	111	Konstruktionswerkstoffe, Schädigung	111
Hauptfenster "?"	84	Kontakt im Servicefall	110
Hauptfenster "Manuell"	56	Kontakt zum Hersteller	84
Hauptfenster "Optionen"	70	Kontamination	112
Hauptfenster "Programm"	69	Kontaminiertes Abtauwasser (Gefahren) ...	33
Haupttrocknung	22	Kontaminiertes Kondensat (Gefahren)	33
heiße Oberflächen (Gefahren)	35	Korrosion	111, 118
Heißgasabtauung	23	Kostenvoranschlag	123
Hersteller	111, 125	Kühlwasserdruck	126
I		Kühlwassermengenregler	126
Inbetriebnahme	13	Kühlwasserrücklauf	126
Inbetriebnahme (Gefahren)	29, 52	Kühlwasser-Rücklauf	47
Inertisierung	73, 102	Kühlwasserzulauf	126
infektiöse Substanzen	119	Kühlwasser-Zulauf	47
Informelle Sicherheitshinweise	28	L	
Inspektion durch den Hersteller	121	Lagerbedingungen	41
Installation des Zubehörs	52	Lagerung	41
Instandhaltungsarbeiten	121	Lagerung und Transport	41
IP-Code	125	Laufzeit Passworttimer	76
Istwerte aktueller Prozess	58	Laugen	38
K		Lebensdauer	111
kalte Oberflächen (Gefahren)	35	Lecktest	65, 86, 136
Kältemittel	126	Leeres Programm erstellen	91

Index

Leistungsdaten	125
Leistungstest.....	64
Lieferumfang.....	13
Lösungsmittel.....	38, 111
Lösungsmittel (Gefahren).....	32
Lösungsmittelhaltige Ausgangsprodukte....	10
Lösungsmitteltrocknung (Sonderausstattung)	27
LPCplus SCADA System	104
LSCplus Anlagensteuerung	55
Luftfeuchte	127
Lüftungsöffnungen	45
LyoBalance Wägesystem.....	103
LyoCam Kameraüberwachung.....	103, 104
LyoControl Messsystem.....	104
LyoControl-Rx.....	89
LyoLogplus Messdatenerfassung.....	104
M	
Maßeinheit.....	71
Maßnahmen zum sicheren Betrieb	39
Mathematische Zusammenhänge	128
Max. Luftfeuchte	127
Maximalstrom für die Vakuumpumpe	48
Medienablauf	86
Messdatenerfassung LyoLogplus.....	104
Messsystem LyoControl.....	104
Mitgeltende Dokumente	9
Mittels Kühlwasser abgeführte Wärme....	126
mögliche drohende Gefahr.....	25
mögliche gefährliche Situation	25
N	
Nachtrocknung.....	23
Nennspannung	18
Nennstrom	18, 125
Netzausfall	106
Netzlaufwerk	57
Netzschalter.....	36
Netzsicherung.....	125
Netzwerk.....	74
Neues Programm.....	69
Nichtgebrauch.....	112
Normen und Vorschriften	13
Notsituationen.....	37

O

Oberflächen, heiß (Gefahren)	35, 112, 116
Oberflächen, kalt (Gefahren).....	35
Ölwechsel Vakuumpumpe	82
Option: Belüften, Verschließen, Lagern.....	96
Option: Druckanstiegstest	60, 93
Option: Komparative Druckmessung.....	95
Option: Wägesystem.....	96
Option: Wägesystem LyoBalance	60
Option:USB Prozessaufzeichnung	59
Optionale Erweiterungen.....	102

P

Passwort Bediener / Service / Administrator	77
Passworteingabe schlägt fehl.....	105
pathogene Substanzen	112, 119
Pflege durch den Benutzer.....	111
Phasen der Gefriertrocknung	21
Physikalische Daten.....	125
Pilot- und Produktionsanlagen, Systemtest	63
Potentialausgleichsschraube	36
Produkte, gesundheitsschädlich (Gefahren)	31, 112
Produktrückstände entfernen	112
Produkttemperaturmessung WTMplus	103
Programm bearbeiten	99
Programm erstellen.....	91
Programm kopieren	100
Programm laden	100
Programm löschen.....	101
Programmabschnitte.....	88
Programmliste.....	69
Programmvorlagen	99
Prozess Sollwerte	57
Prozess- und Anlagenmeldungen	61, 109
Prozessdaten.....	56

R

Radiation Shield Folienbeschichtung .	54, 113
radioaktive Substanzen.....	112
Referenzkennzeichen	135
Reinigung	38
Reinigung (Wärmetauscher)	115
Reinigung der Gefriertrocknungsanlage...	111
Reinigungsmittel	111, 119

Restrisiken	40	Sonderausstattung Wasserkühlung:	
Risikobetrachtung	26	Kühlwasser-Zulauf und -Rücklauf	47
Rissbildung	118	Sonderausstattung: Gasinjektion mit	
Rücksendung defekter Teile	122	Proportionalventil.....	72
Rücksendung von Gefriertrocknungsanlagen,		Sonderausstattung: Inertisierung	73
Rotations-Vakuum-Konzentratoren,		Sonderausstattung: Solvent Shield	
Ersatzteilen oder Zubehör	122	Folienbeschichtung	54
S		Sonderausstattung: Türverschlussriegel aus	
Säurehaltige Ausgangsprodukte	11	Edelstahl	114
Säuren	38	Sonderausstattung: Vorwahl	
Säuren (Gefahr).....	32	Belüftungsmedium.....	71
Schädigung der Konstruktionswerkstoffe .	111	Sonderausstattung: Wasserkühlung.....	126
Schaltfläche "Stopp"	68	Sonderausstattungen.....	102
Schaltfläche "Systemtest"	63	Sprache	70
Schaltfläche "Werte Ansicht/Ändern"	57	Statuszeile	57
Scheinleistung	18, 125	Stellenwert der Betriebsanleitung.....	9
Schmelzdruckkurve.....	19	Stellflächen	125
Schutzklasse.....	125	Stellflächenkühlungstest	67
Schutzleiterprüfung.....	36	Stickstoff (Gefahren)	31
Sensor Abgleich.....	83	Störungen	40, 105
Sensor Konfiguration	78	Störungen und Fehlersuche.....	105
Seriennummer	84	Stromlaufpläne.....	127
Service.....	80	Sublimation	136
Shelf Mapping (Temperaturverteilungstest)	67	Sublimationsdruckkurve	19
Sicherer Betrieb (Maßnahmen)	39	Symbol- und Hinweiserklärungen.....	25
Sicherheits- und Gefahrenhinweise .	9, 12, 28	Systemeigenschaften.....	75
Sicherheitsabstand	45	Systemtest.....	63
Sicherheitsbereich	39	Systemtest Pilot- und Produktionsanlagen .	63
sicherheitsbewusstes Arbeiten.....	26	T	
Sicherheitsdatenblätter der Hersteller für		Tabelle der Sublimationsdruckkurve	133
Kältemittel und Wärmeträger	127	Technische Daten.....	125
Sicherheitsdruck	136	Technische Dokumentation.....	127
Sicherheitseinrichtungen.....	36	Temperatur Wasserrücklauf.....	126
Sicherheitshinweise zu Aufstellung und		Temperatur Wasservorlauf:.....	126
Anschluss.....	28	Temperaturverteilungstest (Shelf Mapping)	67
Sicherheitshinweise zum Betrieb	30	Thermische Belastungen	45, 111
Sicherheitshinweise zum Transport	28	Tools.....	58
Sicherheitshinweise zur Inbetriebnahme....	28	Touch panel.....	55
Sicherungen bauseits	46	Touch panel reagiert nicht oder nicht korrekt	
Sollwerteingaben im manuellen Modus.....	85	105
Solvent Shield Folienbeschichtung	54, 113	toxische Substanzen.....	112
Sonderausstattung H ₂ O ₂ -Dekontamination	26, 27	Transport	41, 43
Sonderausstattung Lösungsmittelrocknung		Transport (Gefahren)	28, 42, 43
.....	27	Transport bis Inbetriebnahme (Gefahren,	
		allgemein).....	28
		Transportsicherungen	44

Index

Tripelpunkt	19	Verantwortung des Betreibers.....	26
Trocknung lösungsmittelhaltiger Ausgangsprodukte	10	Verätzungen	37
Trocknung säurehaltiger Ausgangsprodukte	11	Verbrennungen	37
Trocknung von Ausgangsprodukten, die Azide enthalten.....	11	Verhalten Drucksteuerventil bei unzureichender Kühlung des Eiskondensators.....	75
Trocknung von lösungsmittelhaltigen Ausgangsprodukten	27	Verletzungen.....	37
Trocknungsende und Belüften	23	Verpackung (Entsorgung)	124
Trocknungskammer,	113	Verschleißerscheinungen.....	121
Türkontaktschalter	36	Versorgungsspannung.....	46
Türverschlussriegel aus Edelstahl.....	114	Verträglichkeitsprüfung	26
Typ der Anlagensteuerung.....	84	Verwaltung.....	74
Typ der Gefriertrocknungsanlage	84	Volumenstrom.....	126
Typenschild.....	18	Vorbereitung	21
U		Vorbereitung der Gefriertrocknungsanlage.	52
Überdruck (Gefahren)	35, 46	Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung	26, 27
Umbauten	38	Vorwahl Belüftungsmedium	71, 103
Umgang mit Gefahrstoffen	40	W	
Umgebungsbedingungen	127	Wägesystem	96
Umgebungstemperatur	45, 127	Wägesystem LyoBalance.....	60, 103
Umweltschutz	28	Wärmeabgabe	126
Unbedenklichkeitsbescheinigung des Betreibers.....	123	Wärmetauscher (Reinigung)	115
Undichtigkeit im Medienablaufventil	105	Warm-up Phase der Vakuumpumpe	90
Undichtigkeit in einem Gummiventil	105	Wartung	38, 82
Undichtigkeiten	107	Wartung (Allgemeine Arbeiten)	111
Unfälle	37	Wartung (Elektrisches System)	115
Unfallverhütung.....	9, 28	Wartung (Kältesystem).....	117
Unfallverhütungsvorschriften.....	26	Wartung (Vakuummesssonde).....	118
unmittelbare drohende Gefahr	25	Wartung (Vakuumsystem).....	116
Urheberrecht.....	12	Wartung und Instandhaltung	111
USB Prozessaufzeichnung	59, 103	Wartungsarbeiten.....	111
UV-Strahlung	46, 111	Wartungsplan.....	120
V		Wartungsvertrag für Christ Gefriertrocknungsanlagen	122
Vakuum	89	Wasserkühlung: Kühlwasser-Zulauf und - Rücklauf	47
Vakuumanschluss.....	126	Wasserrücklauf-Temperatur.....	126
Vakuummesssonde	50, 108	Wasserstoffperoxid	11
Vakuummesssonde (Wartung).....	118	Wassertemperatur-Differenz	126
Vakuumpumpe.....	48	Wasservorlauf-Temperatur	126
Vakuumpumpe schaltet nicht zu	106	Wechsel von Betriebsmitteln	38
Vakuumpumpenabgase (Gefahren)	34, 48	Weiterschaltbedingungen.....	89
Vakuumpumpenöl (Gefahren).....	34, 116	Werte Ansicht/Ändern	57
Vakuumsystem (Wartung).....	116	wichtige Sachverhalte	25
		Wirkungsweise.....	19

WTMplus Drahtlose		Zubehör	13, 39, 111
Produkttemperaturmessung	103	Zubehör (Installation)	52
WTMplus Konfiguration.....	79	Zubehör (Pflege).....	118
Z		Zugriffschutz	76
Zeichenerklärung	13	Zweikammer-Verfahren.....	136