

Grundsätze

Unabhängig von den in dieser technischen Dokumentation aufgeführten Sicherheitshinweisen gelten die gesetzlichen "Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften".

Jede Person, welche vom Betreiber mit der Bedienung, der Wartung und der Instandsetzung der Anlage beauftragt ist, muß vor Arbeitsaufnahme die entsprechende Dokumentation, insbesondere das Kapitel "Sicherheit" gelesen und verstanden haben.

Grundsätzlich ist das Bedienungs-, Wartungs- und Instandsetzungspersonal der Anlage für die Arbeitssicherheit selbst verantwortlich,

Die Beachtung aller geltenden Sicherheitsvorschriften und gesetzlichen Auflagen ist Voraussetzung, um Schäden an Personen und an der Anlage bei Inbetriebnahme, Wartung und Instandsetzung zu vermeiden.

Die sachgemäße Bedienung, Wartung und Instandsetzung der Anlage setzt entsprechend geschultes Fachpersonal voraus. Die Pflicht der Schulung und Einweisung obliegt dem Betreiber.

Dokumentation

Allgemein

Für jede Anlage, welche von KOCH INTERNATIONAL GMBH konstruiert, gebaut und geliefert wurde, wird vertragsgemäß eine umfangreiche, anlagenbezogene technische Dokumentation erstellt und an den Betreiber ausgeliefert.

Die technische Dokumentation entspricht in ihrer Ausführung den einschlägigen Normen und Vorschriften, sowie dem europäischen Produkthaftungsgesetz.

Die technische Dokumentation ist anwenderorientiert aufgebaut. Die Zuordnung des entsprechenden Dokumentationsteils zur richtigen Zielgruppe obliegt dem Betreiber. Er hat dafür Sorge zu tragen, daß zumindest ein Exemplar der technischen Dokumentation in unmittelbarer Nähe der Anlage aufbewahrt wird und der betroffenen Zielgruppe zugänglich ist.



SICHERHEITSHINWEISE

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	1
GRUNDSÄTZE.....	2
DOKUMENTATION	2
<i>Allgemein</i>	2
<i>Kennzeichnung von Sicherheitshinweisen</i>	3
BESTIMMUNGSGEMÄßE VERWENDUNG	3
<i>Betriebssicherheit</i>	3
<i>Technischer Zustand</i>	3
<i>Verwendungszweck</i>	4
ORGANISATORISCHE MAßNAHMEN.....	4
<i>Einhaltung der Vorschriften</i>	4
<i>Kontrolle des Verhaltens</i>	4
<i>Schutzeinrichtungen</i>	5
<i>Persönliche Schutzausrüstung</i>	5
<i>Gefahrenhinweise</i>	5
<i>Veränderungen</i>	6
<i>Programmänderungen</i>	6
<i>Ersatzteile</i>	6
<i>Schlauchleitungen</i>	6
<i>Prüfungen / Inspektion</i>	7
<i>Geeignetes Werkzeug</i>	7
PERSONALAUSWAHL.....	7
BETRIEBSPHASE	8
<i>Automatik- Handbetrieb</i>	8
<i>Inspektions, Wartungs, Instandsetzungs und Reinigungsarbeiten</i>	9
HINWEISE AUF BESONDERE GEFAHRENARTEN	11
<i>Elektrische Energie</i>	11
<i>Pneumatik</i>	12
<i>Öle, Fette und chemische Substanzen</i>	12
UMWELTSCHUTZ.....	13

Kennzeichnung von Sicherheitshinweisen

Neben den allgemeinen Sicherheitsbestimmungen wird in der technischen Dokumentation durchgängig auf die unterschiedlichen Gefährdungspotentiale hingewiesen.

Hierzu wird folgendes Bildzeichen verwendet, welches unbedingt beachtet werden muß:



Bestimmungsgemäße Verwendung

Betriebssicherheit

Die Betriebssicherheit der Anlage ist bei bestimmungsgemäßer Verwendung unter Beachtung der einschlägigen Sicherheitsbestimmungen soweit als vorhersehbar gewährleistet. Bei unsachgemäßem Gebrauch der Anlage bzw. einzelner Anlagenteile können

- Gefahren für Leib und Leben von Bedienungs-, Wartungs- und Instandsetzungspersonal
- Gefahren für die Anlage und weiterer Vermögenswerte des Betreibers oder Dritter
- Gefahren für die effiziente Arbeit der Anlage

entstehen.

Technischer Zustand

Die Anlage darf nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß, sicherheits- und gefahrenbewußt unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften betrieben werden.

Erkannte Störungen, insbesondere solche, welche die Sicherheit beeinträchtigen **können**, müssen umgehend beseitigt werden.

Verwendungszweck

Die Anlage dient ausschließlich dem zwischen Hersteller/Lieferer und Betreiber vertraglich vereinbarten Verwendungszweck. Eine andere oder darüber hinausgehende Benutzung gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für hieraus resultierende Schäden haftet der Hersteller/Lieferer nicht. Das Risiko trägt allein der Betreiber.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch die Beachtung der einschlägigen Bedienungs- und Wartungsanleitung sowie die Einhaltung der Inspektion- und Wartungsbedingungen.

Organisatorische Maßnahmen

Einhaltung der Vorschriften

Der Betreiber muß durch geeignete Organisations- und Instruktionsmaßnahmen sicherstellen, daß die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und Unfallverhütungsvorschriften von den Personen, welche mit der Bedienung, Wartung und Instandsetzung der Anlage betraut sind, beachtet werden.

Der Betreiber hat dafür Sorge zu tragen, daß die Anlage sachgerecht bedient, überprüft und gewartet wird. Die Zuständigkeitsbereiche und Kompetenzen für diese Maßnahmen müssen klar festgelegt sein. Das Bedienungspersonal muß durch entsprechende Schulung mit den Sicherheitseinrichtungen der Anlage sowie mit deren sachgemäßer Handhabung vertraut sein.

Kontrolle des Verhaltens

Der Betreiber muß gelegentlich das sicherheits-, umwelt- und gefahrenbewußte Verhalten des Personals kontrollieren.

Schutzeinrichtungen

Der Betreiber hat dafür zu sorgen, daß die Anlage und ihre Schutzeinrichtungen je nach Beanspruchung, mindestens jedoch einmal jährlich durch einen von ihm beauftragten Sachkundigen auf sicheren Zustand geprüft wird.

Das Ergebnis dieser Prüfungen muß vom Sachkundigen in das Prüfbuch oder in die Maschinenkartei eingetragen werden.

Die Schutzeinrichtungen an der Anlage sind so ausgelegt, daß eine Gefährdung des Bedienungspersonals bei bestimmungsgemäßer Verwendung ausgeschlossen ist. Der Betreiber muß darauf achten, daß die Schutzeinrichtungen nicht umgangen werden.

Persönliche Schutzausrüstung

Soweit dies durch Vorschrift oder vom Betreiber der Anlage gefordert, muß das Bedienungs-, Wartungs- und Instandsetzungspersonal die persönliche Schutzausrüstung benutzen.

Der Betreiber muß die Einhaltung der Vorschrift kontrollieren.

Gefahrenhinweise

Der Betreiber hat darauf zu achten, daß die Sicherheits- und Gefahrenhinweise an der Anlage beachtet werden und das sich die Hinweisschilder in gut lesbarem Zustand befinden.
Störungen

Treten an der Anlage sicherheitsrelevante Störungen auf, oder läßt das Arbeitsverhalten auf solche schließen, ist die Anlage sofort stillzulegen und zwar solange, bis die Störung gefunden und beseitigt ist.

Das Bedienungspersonal ist verpflichtet, eingetretene Störungen unverzüglich dem Betreiber zu melden.

Störungen nur durch sachkundiges Fachpersonal beheben lassen.

Veränderungen

Ohne Zustimmung des Herstellers dürfen an der Anlage keine Veränderungen, An- oder Umbauten durchgeführt werden, welche die Sicherheit beeinträchtigen. Die vorgeschriebenen Energie-Anschlußwerte dürfen nicht verändert werden.

Dies gilt auch für den Einbau von Sicherheitseinrichtungen, Membranen und Ventilen, sowie bei Schweißarbeiten an tragenden Teilen.

Programmänderungen

Keine Programmänderung (Software) an programmierten Steuerungssystemen vornehmen.

Ersatzteile

Nur Ersatzteile verwenden, die den vom Hersteller festgelegten Anforderungen entsprechen.

Dies ist bei Originalersatzteilen immer gewährleistet.

Unsachgemäße, sowie improvisierte Instandsetzungen und falsche Ersatzteile führen zum Garantieverlust und schließen eine Produkthaftung des Herstellers für daraus resultierende Schäden aus.

Schlauchleitungen

Die Verbindungen, Kupplungen und Anschlüsse der Pneumatikleitungen wöchentlich auf Blas- und Pfeifgeräusche überprüfen. Ist eine Leckage hör- oder sichtbar oder liegen Beschädigungen am Außenmantel wie Risse, Knicke, **Ablösungen**, Scheuerstellen oder Versprödungen vor, Pneumatiksystem druckentlasten und defekte Bauteile austauschen.

Pneumatikschlauchleitungen in angegebenen Zeitabständen auswechseln, auch wenn keine sicherheitsrelevanten Mängel erkennbar sind.

Prüfungen / Inspektion

Vorgeschriebene bzw. im Wartungskapitel angegebene Fristen für wiederkehrende Prüfungen und Inspektionen einhalten.

Geeignetes Werkzeug

Zur Durchführung von Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten nur geeignetes Werkzeug einsetzen, keine improvisierten Hilfsmittel verwenden, ggf. Hersteller befragen.

Personalauswahl

Arbeiten an/mit der Anlage dürfen nur von zuverlässigem Personal durchgeführt werden, hierbei ist das gesetzliche Mindestalter zu beachten.

An der Anlage nur geschultes und entsprechend eingewiesenes Personal einsetzen, ggf. Schulungsangebote oder Einweisungslehrgänge der Hersteller nutzen.

Personal, welches sich in der Schulungs-, Einweisungs-, Ausbildungs- oder Einlernphase befindet, nur unter ständiger Aufsicht durch sachkundiges Fachpersonal tätig werden lassen.

Arbeiten an elektrischen Ausrüstungen der Anlage dürfen nur von ausgebildeten Elektrofachkräften durchgeführt werden.

Arbeiten an pneumatischen Einrichtungen nur von Personal mit entsprechenden Kenntnissen und Erfahrungen in der Pneumatik durchführen lassen.

Betriebsphase

Automatik- Handbetrieb

Jede sicherheitsbedenkliche Arbeitsweise unterlassen.

Anlagen nur betreiben, wenn alle Schutzeinrichtungen eingebaut und funktionsfähig sind.

Mindestens einmal täglich Anlage auf äußerlich erkennbare Schäden und Mängel prüfen.

Eingetretene Veränderungen einschließlich des Betriebsverhaltens sofort den zuständigen Stellen/Personen melden, Anlage ggf. sofort stillsetzen und gegen unbefugte Benutzung sichern. Bei Funktionsstörungen Anlage sofort stillsetzen und gegen unbefugte Benutzung sichern.

Anlage erst dann wieder anfahren, wenn die Störungsursache beseitigt ist.

Ein- und Ausschaltvorgänge gemäß Bedienerhandbuch durchführen, Kontrollanzeigen beachten.

Vor dem Einschalten/Ingangsetzen der Anlage sicherstellen, daß niemand durch die anlaufende Anlage gefährdet werden kann.

Vorwahlschalter - "Betriebsarten" muß auf der für den Anlagenbetrieb notwendigen Stellung stehen und abgeschlossen sein.

Inspektions, Wartungs, Instandsetzungen und Reinigungsarbeiten

Die im Bedienerhandbuch vorgeschriebenen Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten sind sach- und termingerecht auszuführen. Notwendige Instandsetzungsarbeiten an der Anlage nur durchführen, wenn für diese Tätigkeit die notwendige Sachkenntnis bzw. Fachkompetenz vorhanden ist, sonst Spezialisten des Herstellers hinzuziehen.

Die vorgenannten Arbeiten dürfen nur von Fachpersonal ausgeführt werden, welches durch Ausbildung und Schulung über die notwendige Sachkunde zur Ausführung dieser Tätigkeit verfügt.

Vor Beginn der Arbeiten ist das Bedienungspersonal der Anlage über die geplanten Arbeiten zu informieren, die verantwortliche Aufsichtsperson ist zu benennen.

Der Instandhaltungsbereich ist, soweit erforderlich, weiträumig abzusichern.

Wird die Anlage für Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen stillgesetzt, dann sind unbedingt Maßnahmen gegen unbefugtes Wiedereinschalten zu treffen, z. B. durch Abschließen des Haupt- bzw. Steuerungsschalters mittels persönlicher Sicherungsschlösser. Schlüssel unbedingt persönlich aufbewahren.

Durch Anbringen entsprechender Hinweisschilder ist darauf hinzuweisen, daß an der Anlage Wartungs-, Instandhaltungs- bzw. Reinigungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Vor Beginn der Wartungs-, Instandsetzungs- und Reinigungsarbeiten unbedingt die erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen treffen. Bei einer manuellen Reinigung muß das Reinigungspersonal, soweit dies durch Vorschrift gefordert, persönliche Schutzausrüstung benutzen. Eine Aufsichtsperson muß über die Reinigungsarbeiten informiert werden.

Beim Ausbau von Einzelteilen und Baugruppen unbedingt darauf achten, daß von diesen Ausbaumaßnahmen keine Gefährdung des Instandsetzungspersonals ausgehen kann, z. B. durch unerwartete Bewegungen von Ventilen, Pumpen, Klappen usw. Ist eine solche Gefährdung nicht auszuschließen, dann sind vorsorglich geeignete Sicherungsmaßnahmen z. B. durch Unterbauten oder Befestigungen zu treffen.

Einzelteile und Baugruppen der Anlage nur dann ausbauen, wenn sichergestellt ist, daß die mit diesen Arbeiten betrauten Personen über das notwendige Fachwissen verfügen, um diese Arbeiten fach- und sicherheitsgerecht durchzuführen. Im Zweifelsfall Informationen bzw. Spezialisten des Herstellers anfordern.

Ist beim Austausch von Einzelteilen oder Baugruppen der Einsatz von Hebezeugen erforderlich, dann ist unbedingt darauf zu achten, daß die Teile mittels Anschlagmittel sicher befestigt sind und die Lastaufnahmemittel über die notwendige Tragfähigkeit verfügen.

Nur geeignete und technisch einwandfreie Hebezeuge verwenden.

Nicht unter schwebenden Lasten aufhalten oder arbeiten.

Bei Montagearbeiten über Körperhöhe dafür vorgesehene oder sonstige geeignete Aufstiegshilfen und Arbeitsbühnen verwenden! Anlagenteile nicht als Aufstiegshilfe benutzen. Alle Griffe, Tritte, Geländer, Podeste, Leitern usw. frei von Verschmutzungen halten.

Vor dem Reinigen der Anlage mit Hochdruckreinigern oder anderen Reinigungsmitteln alle Öffnungen abdecken/zukleben, in die aus Sicherheits- und/oder Funktionsgründen kein Reinigungsmittel eindringen darf.

Dies gilt insbesondere für Elektromotoren, Schaltgeräte, Verteilerkästen und Schaltschränke.

Nach dem Reinigen sämtliche Abdeckungen/Verklebungen wieder entfernen.

Bei Arbeiten an Rohr- bzw. Schlauchleitungen und Armaturen, die Flüssigkeiten oder Dämpfe führen bzw. enthalten, unbedingt darauf achten, daß die Pumpen abgestellt sind. Die Rohr- bzw. Schlauchleitungen und Armaturen müssen völlig abgekühlt und drucklos sein. Vor und hinter den betreffenden Leitungsteilen und Armaturen müssen die dazugehörigen Absperrventile geschlossen und gegen unbeabsichtigtes Öffnen gesichert werden. Das Fördermedium ist nach Möglichkeit abzulassen.

Hinweise auf besondere Gefahrenarten

Elektrische Energie

Nur Originalsicherungen mit vorgeschriebener Stromstärke verwenden! Bei Störungen an der elektrischen Energieversorgung Anlage sofort abschalten.

Arbeiten an Schaltschränken oder elektrischen Betriebsmitteln dürfen nur von Elektrofachkräften oder von unterwiesenen Personen unter Leitung und Aufsicht von Elektrofachkräften entsprechend den elektrotechnischen Regeln vorgenommen werden. Die entsprechenden VDE-Vorschriften sind jeweils zu beachten.

Anlagen und Anlagenteile, an denen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten durchgeführt werden, müssen, falls vorgeschrieben, spannungsfrei geschaltet werden.

Die freigeschalteten Anlagenteile zuerst auf Spannungsfreiheit prüfen, dann erden und kurzschließen. Benachbarte, unter Spannung stehende Anlagenteile isolieren!

Die elektrische Ausrüstung der Anlage ist regelmäßig zu prüfen. Mängel, wie beschädigte Kabel, Kabelverbindungen usw., müssen sofort beseitigt werden.

Sind Arbeiten an spannungsführenden Anlagenteilen notwendig, unbedingt eine zweite Person hinzuziehen, welche im Notfall den Hauptschalter zur Stromunterbrechung betätigt.

Nur spannungsisoliertes Werkzeug verwenden!
Bei Arbeitsunterbrechungen immer den sicheren Zustand wieder herstellen,
z.B. Schaltschrank schließen.

Bei Arbeiten an Hochspannungsteilen und/oder Hochspannungsbaugruppen nach dem Freischalten der Spannung das Versorgungskabel an Masse anschließen und die Bauteile z. B. Kondensatoren, mit einem Erdungsstab kurzschließen.

Für Arbeiten an spannungsführenden Teilen gelten die betreffenden Sicherheitsvorschriften.

VBG 4 "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel"
DIN/VDE 0105T1 "Betrieb von Starkstromanlagen"

Pneumatik

Arbeiten an pneumatischen Einrichtungen dürfen nur von sachkundigem Fachpersonal mit speziellen Kenntnissen und Erfahrung in der Pneumatik durchgeführt werden.

Alle Leitungen, Schläuche, Verschraubungen, Flansche, Ventile usw. regelmäßig auf Dichtheit und äußerlich erkennbare Beschädigungen überprüfen! Sondervorschriften (ZH1/76) für Schlauchleitungen beachten!

Undichtigkeiten und Beschädigungen umgehend beseitigen!

Verschraubungen, Flansche, Verschlußschrauben, Ventilbefestigungen usw. im Pneumatiksystem nur öffnen, wenn der betreffende Systemabschnitt zuvor druckentlastet wurde!
Kontrolle durch Prüfmanometer!

Bei Pneumatiksystemen, in denen Druckspeicher und Druckbehälter integriert sind, ist unbedingt darauf zu achten, daß diese vor dem Öffnen von Leitungsteilen druckentlastet wurden. Gefahr durch gespeicherte Energie!

Druckspeicher und Druckbehälter, welche der Druckbehälterverordnung unterliegen, sind entsprechend dieser Sondervorschrift zu überprüfen.

Öle, Fette und chemische Substanzen

Beim Umgang mit Ölen, Fetten und anderen chemischen Substanzen stets die für das Produkt geltenden Sicherheitsvorschriften beachten.

Beim Umgang mit Säuren und Laugen ist besondere Vorsicht geboten.

Siehe Sicherheitsdatenblätter.

Sicherheitsdatenblätter werden vom Hersteller zur Verfügung gestellt.

Umweltschutz

Bei allen Betriebsphasen, sowie bei allen Wartungs-, Instandsetzungs- und Reinigungsarbeiten sind die gültigen Umweltschutzbestimmungen einzuhalten. Bei Verwendung von Reinigungs- bzw Lösemitteln muß das DIN-Sicherheitsdatenblatt (DIN 52900) beachtet werden. Hier sind die Bezeichnungen der

- besonderen Gefahren = R-Sätze
- Sicherheitsratschläge = S-Sätze
- Abfallschlüsselnummern usw. aufgelistet.

Der Lieferant dieser Reinigungs- bzw. Lösemittel muß die Datenblätter dem Betreiber der Anlage zur Verfügung stehen.



BEDIENUNGSHANDBUCH

UF-Anlage

Proj. Nr.12Q3.00.2292.ONS00

INHALTSVERZEICHNIS

1.	<u>Einführung</u>	Seite 6
1.1	Einleitung.	Seite 6
1.2	Begriffe	Seite 7
1.3	Ultrafiltration	Seite 8
1.4	Membranmodulbeschreibung	Seite 8
1.5	Leistungsdaten der Module (HFK 131)	Seite 9
1.6	Umgang mit Membranen	Seite 9
1.7	Prozeßbeschreibung	Seite 9
2.	<u>Aufbau der Anlage</u>	Seite 10
2.1	Bezeichnung der Komponenten und Ventile	Seite.11
2.1.1	Ventilliste	Seite 11
2.1.2.	Pumpenliste	Seite 12
2.1.3	Meß- und Anzeigergeräte	Seite 13
2.1.4	Schaltschrankaufbau und Funktion	Seite 14
2.1.4.1	Regler und Reglerbedienung	Seite 14

3.	<u>Anlagenbedienung</u>	Seite 16
3.1	Bedienabläufe zur Reinigung	Seite 16
3.1.1	Blitzspülung	Seite 16
3.1.2	Umwälzung Start	Seite 18
3.1.3	Umwälzung Stop	Seite 18
3.1.4	Wasserfluxmessung	Seite 19
3.2	Bedienabläufe zur Produktion	Seite 20
3.2.1	Start Produktion	Seite 20
3.2.2	Start Konzentratabfuhr	Seite 21
3.2.3	Start Permeatabfuhr	Seite 21
3.2.4	Produktionsende	Seite 22
4.	<u>Reinigung</u>	Seite 23
4.1	Reinigungsschritte	Seite 23
4.1.1	Blitzspülung	Seite 23
4.1.2	Lauge-Schritt	Seite 23
4.1.3	Lauge-Chlor-Schritt	Seite 24
4.1.4	Säure-Schritt	Seite 24
4.1.5	Wasserfluxmessung	Seite 24
4.2	Empfohlene Reinigungen	Seite 25

5.	<u>Verfahrenshinweise</u>	Seite 26
5.1	Einflußfaktoren auf dem Flux	Seite 26
5.2	Wasserflux als Parameter für die Reinigung	Seite 27
5.3	Protokollführung	Seite 28
6.	<u>Alarme/Fehlersuche/Fehlerbeseitigung</u>	Seite 29
6.1	Alarme	Seite 29
6.1.1	Hochtemperaturalarm Stufen	Seite 29
6.1.2	Unterdruck Basisleitung	Seite 29
6.1.3	Hochdruck Basisleitung	Seite 29
6.2	Fehlerbehebung	Seite 30
7.	<u>Modulhandhabung</u>	Seite 31
7.1	Membranwechsel	Seite 31
7.2	Orten undichter Module	Seite 32
7.2.1	Orten des Gehäuse	Seite 32
7.2.2	Orten des Modules	Seite 32
	<u>Anhänge</u>	Seite 33

ANHÄNGE

- ABCOR Wasser-Spezifikation
- Tabelle für Temperaturkorrekturfaktor Z
- Analysenvorschrift zur Bestimmung von aktivem Chlor
- Einlagerungsvorschrift für Module
- Reinigungsprotokoll
- Produktionsprotokoll
- Modulbestückungsplan
- Gehäusesprengzeichnungen
- Permeate-Separation-Device
- Fließschema

1. Einführung

1.1 Einleitung

Sinn und Zweck dieses Handbuches ist es, die notwendigen technischen Unterlagen für den Betrieb Ihrer 3-stufigen ABCOR-Ultrafiltrationsanlage zur Verfügung zu stellen.

Sobald die Anlage kontinuierlich mit Verhältnisregelung läuft, sind für die Produktion des UF-Konzentrates grundsätzlich keine manuellen Eingriffe mehr nötig. Für eine optimale Produktion konstanter Qualität ist jedoch die strikte Einhaltung verschiedener Vorbedingungen zu beachten, z.B. hinsichtlich der Reinigung.

Des weiteren sollte das System während der Produktion in regelmäßigen Abständen auf Veränderungen einzelner Parameter überprüft und ggf. nachjustiert werden.

Alle Betriebsangehörigen, welche die UF-Anlage bedienen, sollten sich sowohl mit den theoretischen Grundlagen der Ultrafiltration als auch dem praktischen Umgang mit der Anlage vertraut machen. Das Verstehen grundsätzlicher Vorgänge in einer Ultrafiltrationsanlage ermöglicht dem Bediener ein schnelles Erkennen eventueller Fehler sowie deren Beseitigung.

Die Bedeutung der Schulung des Bedienungspersonales kann nicht genügend betont werden. Dieses Handbuch legt die wichtigsten Betriebsparameter dar, im Hinblick auf Produktionsablauf, Anlagenfunktion und Reinigung.

1.2 Begriffe

Flux: Menge der Flüssigkeit, welche durch die Membrane hindurchtritt, ausgedrückt in l/mh (Liter pro Quadratmeter Membranfläche und Stunde).

Fouling: Anlagerung von Stoffen auf der Membranoberfläche, wodurch der Flux reduziert wird.

Gehäuse: Edelstahlrohre, welche die Membranmodule enthalten.

Konzentrat: Diejenigen Teilchen eines Flüssigkeitsstromes, welche von den Membranen zurückgehalten werden; dieser Flüssigkeitsstrom hat einen höheren Anteil an hochmolekularen Stoffen als der Zufuhrstrom.

Konzentrationsfaktor: Dimensionslose Kenngröße zur Charakterisierung der Aufkonzentrierung des Zufuhrstromes.

$$CF = \frac{\text{Zufuhrmenge}}{\text{Konzentratmenge}} = \frac{C_{\text{Konz.}} - C_{\text{Perm.}}}{C_{\text{Zufuhr}} - C_{\text{Perm.}}}$$

Permeat: Diejenigen Teilchen des Zufuhrstromes welche die Ultrafiltrationsmembrane passieren können (Wasser und niedermolekulare Feststoffe wie Salze oder Laktose).

Retentat: siehe Konzentrat

Rückhaltung: Prozentualer Anteil einer Komponente (z.B. Eiweiß aus dem Zufuhrstrom, der von der Membrane zurückgehalten wird.

$$R[\%] = 1 - \frac{C_{\text{Permeat}}}{C_{\text{Zufuhr}}} \times 100$$

Semipermeabel: Durchlässig für Teilchen bestimmter Größe.

Ultrafiltration (UF): Verfahren zur Trennung von Teilchen mit hohem Molekulargewicht und kolloidal gelösten Teilchen durch Filtration mit semipermeablen Membranen.

Wasserflux: Anfallende Permeatmenge während der Umwälzung von sauberem Wasser. Dieser Wert kennzeichnet den Reinigungserfolg der Anlage bzw. den Verschmutzungsgrad der Membranoberfläche.

1.3 Ultrafiltration

Die Ultrafiltration ist ein Trennverfahren, welches kolloide und hochmolekulare Bestandteile unter Druckeinwirkung aus Lösungen separiert und konzentriert. Eine selektive, halbdurchlässige Membrane ermöglicht diesen Trennvorgang.

Hochmolekulare Bestandteile werden dabei an der Membranfläche zurückgehalten, während die niedermolekularen Bestandteile und Lösemittel durch die Membranen hindurchtreten. Die Anströmung der Membranen durch das zu filtrierende Medium erfolgt, im Gegensatz zur herkömmlichen Filtration, parallel zur Membranoberfläche. Die zurückgehaltenen hochmolekularen Bestandteile bilden daher keinen Filterkuchen, sondern werden durch die turbulente Strömung weggespült. Dies ermöglicht hohe Filtrationsleistungen ohne Rückspülungen.

1.4 Membranmodulbeschreibung

ABCOR-Spiralmodule für Ultrafiltration bestehen aus dünnen Membranen, die beidseitig um eine poröse Zwischenschicht (Permeataufnahme) angeordnet sind. Die einzelnen Membranschichten sind durch Abstandshalter voneinander getrennt. In diesem Kanal fließt das zu konzentrierende Medium. Mehrere Membranschichten sind spiralförmig auf das Permeatsammelrohr aufgewickelt. (siehe Abb.)

ABCOR-Ultrafiltrationsmembranen bestehen aus feinen Polymerschichten, hergestellt aus einer Vielzahl geeigneter und sorgfältig geprüfter Materialien. Die Porendurchmesser liegen $< 0,005$ Mikron (5×10^{-9} m), sind also wesentlich kleiner als die Moleküle des zu konzentrierenden Mediums.

Die Module sind in Edelstahlgehäuse eingebaut. Jedes Gehäuse enthält zwei oder drei Module, deren Permeatsammelrohre untereinander über ein ATD (Antiteleskopierstern) verbunden sind. Das Gehäuse wird von Endkappen abgeschlossen, die auf die Enden des Permeatsammelrohres aufgesteckt sind. Die Endkappen sind an die Permeatabfuhrleitung angeschlossen. (siehe Sprengzeichnungen im Anhang)

1.5 Leistungsdaten der Module (HFK 131)

- Trenngrenze : Molekulargewicht 5.000 (bezogen auf globuläres Standardmolekül).
- Drücke : Eingangdruck : bis 10 bar
Basisdruck : bis 4,0 bar
- Temperaturen : max. 55 oC
- pH-Bereich : beständig im Bereich pH 1,5 - 12
- Wasserflux : 80 - 160 l/mh bei sauberer Membrane
- Chlorbleichlauge : 200 ppm freies Chlor bei pH 11

1.6 Umgang mit Membranen

- neue Membranen sind frostfrei zu lagern.
- Membranen dürfen auf keinen Fall austrocknen (irreversibler Vorgang).
- Anlage muß nach dem Abstellen mit Wasser gefüllt sein.
- Pumpen dürfen nur gegen geschlossene Ventile gestartet werden. Stehen Produktreste über längere Zeit in den Modulen, so kann dies zu irreversiblen Belägen auf der Membrane führen.

1.7 Prozeßbeschreibung

Die installierten ABCOR-UF-Membranen können für viele Anwendungsgebiete zur Konzentrierung bzw. Fraktionierung von flüssigen Medien eingesetzt werden.

Das zu konzentrierende Medium wird der 1. Stufe zugeführt und dort umgewälzt. Ein Teilstrom des umgewälzten Volumens verläßt die Stufe vorkonzentriert und gelangt in die 2. Stufe zur weiteren Konzentrierung. Von dort gelangt das vorkonzentrierte Produkt in die 3. Stufe, wo die Endkonzentration erreicht wird.

Von hier wird dann das Konzentrat über die Konzentratpumpe zur Kühlung gefördert.

Das Permeat wird druckfrei in den CIP/Permeat-Tank abgeführt, bevor es über eine Pumpe in den Permeatsammeltank gefördert wird.

Ein vollständiges Fließschema befindet sich in der Dokumentation der UF-Anlage.

2. Aufbau der Anlage

Die Anlage ist auf einer Rahmenkonstruktion aufgebaut.

Die Abmessungen betragen (L x B x H) ca. 8.300 x 4.150 x 2.500 mm.

Die Bedienung der Anlage erfolgt manuell über fernbediente Ventile.

Die Kontrolle von Basisdruck bzw. Zufuhrmenge erfolgt wahlweise über eine kontinuierliche automatische Regelung.

Die Konzentrationsregelung erfolgt automatisch mittels einer Verhältnisregelung von Konzentrat- und Zufuhrmenge.

Die Ultrafiltration erfolgt in 3 Stufen. In den einzelnen Stufen sind S2 bzw. S3-Gehäuse mit den folgenden Membranen eingesetzt.

1. Stufe: 4 Stück S3 mit Standard Flow Membranen (max 6 St.)
2. Stufe: 4 Stück S2 mit High Flow Membranen (max 6 St.)
3. Stufe: 4 Stück S2 mit High Flow Membranen (max 6 St.)

2.1 Bezeichnung der Komponenten und Stellung der Ventile

2.1.1 Ventilliste

Einlaßklappen Vorfilter	V 4, V 6
Auslaßklappen Vorfilter	V 5, V 7
Vorlaufbehälterentleerungsklappe	V 8
Zufuhrumschaltventil	V 10
Zufuhrmengenregelventil	V 11
CIP-Hilfsventil	V 13
Permeatregelventil	V 21
Permeatumschaltventil	V 22
Ventilsitzspülung	V 22.2
Wasserzufuhrventil	V 23
Konzentratbypassventil	V 30
Konzentratabfuhrventil	V 32
Konzentratrücklaufventil	V 33
Reinigungshilfsklappe	V 34
Konzentrat-Reinigungsklappe	V 35
Permeatrücklaufventil	V 41
Stufeneingangsventil Stufe 1	V 101
Absperrklappe Ausgang Stufe 1	V 102
Kühlwassermagnetventil Stufe 1	V 103, autom.
Probenahmeventil Konzentrat Stufe 1	V 106
Spülklappe Stufe 1	V 112
Permeatbypass	V 113
Stufeneingangsventil Stufe 2	V 201
Absperrklappe Ausgang Stufe 2	V 202
Kühlwassermagnetventil Stufe 2	V 203, autom.
Probenahmeventil Konzentrat Stufe 2	V 206
Spülklappe Stufe 2	V 212
Permeatbypass	V 213
Stufeneingangsventil Stufe 3	V 301
Absperrklappe Ausgang Stufe 3	V 302
Kühlwassermagnetventil Stufe 3	V 303, autom.
Probenahmeventil Konzentrat Stufe 3	V 304
Spülklappe Stufe 3	V 312
Permeatbypass Stufe 3	V 313
Sperrwasserzufuhr	V 70
Sperrwassereinstellventile	V 71 - V 76

In Grundstellung sind alle Ventile, bis auf die unten aufgeführten Ausnahmen geschlossen.
 Die Klappenventile V 113, V 213, und V 313 werden nur geschlossen um die Permeatleistung der einzelnen Stufen zu messen.
 Die Kühlwassserventile öffnen reglungsabhängig.
 Alle Wechselventile sind in Ruhestellung in Position "UF-Kreislauf"

2.1.2 Pumpenliste

Produktzufuhrpumpe	P 1
Permeatpumpe	P 2
CIP/Hilfspumpe	P 3
Umwälzpumpe Stufe 1	P 101
Umwälzpumpe Stufe 2	P 201
Umwälzpumpe Stufe 3	P 301
Konzentratabfuhrpumpe	P 31

- Pumpen können nur gestartet werden, wenn V 70 eingeschaltet ist (Sperrwasser)
- Alle Pumpen sind in Grundstellung abgeschaltet.
- Start der Stufenpumpen ist nur möglich, wenn die Stufeneintrittsventile geschlossen sind.
- Die Regelung der Konzentratabfuhr erfolgt über die Mohnopumpe P31 mittels Frequenzumrichter und Verhältnisregelung. Zur Drehzahleinstellung von Hand muß der Regler auf Hand genommen werden.
- P 31 läuft nur wenn P1 gestartet ist.
- Wenn CIP/Permeattank leer ist(Leersonde) schalten alle Pumpen ab.



Die Pumpen dürfen nicht trockenlaufen.

Die Spülwasserversorgung ist regelmäßig zu kontrollieren.

2.1.3 Meß- und Anzeigergeräte

Druck vor Vorfilter	PI 1
Basisdruck	PIT
Eintrittsdruck Stufe 1	PI 101
Eintrittsdruck Stufe 2	PI 201
Eintrittsdruck Stufe 3	PI 301
Produktzufuhrmenge	FI 11
Konzentratmenge	FI 31
Permeatdurchflußmesser Stufe 1	FI 100
Permeatdurchflußmesser Stufe 2	FI 200
Permeatdurchflußmesser Stufe 3	FI 300
Temperaturregelung Stufe 1	TT 101
Temperaturregelung Stufe 2	TT 201
Temperaturregelung Stufe 3	TT 301

Die aufgeführten Meß- und Anzeigergeräte dienen zur Erfassung der erforderlichen Betriebsparameter. Die Signale der Temperaturnehmmer, der Durchflußmesser für Zufuhr und Konzentrat sowie Basisdruck, werden von im Schaltschrank installierten Reglern und Anzeigen verarbeitet.

2.1.4 Schaltschrankaufbau und Funktion

Im Schaltschrank befinden sich folgende Einbauten:

Rechte Türe:

- 2 rückstellbare Summenzähler für Zufuhr- und Konzentratmenge
- 3 Digitalanzeigen für Basisdruck, Zufuhrmenge und Konzentratmenge
- 4 Regler für Zufuhrmenge, Basisdruck, Verhältnis und Niveau Permeattank
- 1 Bedienfeld mit den Tastern für Pumpen EIN/AUS
- 1 Hauptschalter
- 1 Schalterleiste mit folgenden Schaltern:
 - Hupe EIN/AUS
 - Umschaltung Druck-/Mengenregelung
 - Verhältnisregelung/P31 EIN/AUS
 - Automatik P 3/V13 EIN/AUS
 - Wasserzufuhrautomatik V 23 EIN/AUS
 - Umschaltung CIP/Produktion

Linke Türe:

- 3 Digitalanzeigen mit 2 Schaltpunkten für Stufentemperatur und Temperaturalarm
- 1 Bedienfeld zur Ventilansteuerung mit je einer Meldeleuchte für Ansteuerungsanzeige im Taster integriert.

2.1.4.1 Regler und Reglerbedienung

Mengenregler:

Der Mengenregler dient zur Regelung einer konstanten Zufuhrmenge. Eingangssignal (4-20 mA) ist der FI 11. Das Ausgangssignal (4-20 mA) geht auf das Zufuhrregelventil V 11.

Der Mengenregler kann wahlweise betrieben werden.

Basisdruckregler:

Der Basisdruckregler dient zur Regelung eines konstanten Basisdruckes. Eingangssignal (4-20 mA) ist der PI 11. Das Ausgangssignal (4-20 mA) geht auf das Zufuhrregelventil V 11. Der Basisdruckregler kann wahlweise betrieben werden. Die Alarmpunkte A1, A2 dienen zur Steuerung der Automatik P3, V13 EIN/AUS.

Verhältnisregler:

Der Verhältnisregler dient zur Regelung eines konstanten Verhältnisses von Konzentrat- zu Zufuhrmenge. Eingangssignal (4-20 mA) vom FI 11. Das Ausgangssignal(4-20mA) geht auf den Frequenzumrichter der Konzentratpumpe P 31. Die Einstellung des Reglers ist auf ein Verhältnis von 1,8 bis 5,0 möglich.

Permeatregler:

Der Permeatregler dient zur Regelung eines konstanten Permeatniveaus im Permeattank. Eingangssignal (4-20 mA) ist der LT. Das Ausgangssignal(4-20mA) geht auf das Permeatregelventil. Die Alarmpunkte A1, A2 dienen zur Steuerung von V 23.

Reglerbedienung:

Zur Bedienung der Regler sind nur wenige Eingriffe erforderlich. Detailliertere Informationen zur Parametrierung und Alarmpunktverstellung sind den Handbüchern in der Dokumentation zu entnehmen.

Zufuhrmenge, Basisdruck- und Niveauregler:

Durch Betätigung der Taste  wird die Anzeige im Digitalfeld des Reglers aufgerufen:

SP-W = Sollwert

SP-X = Istwert

A1 = oberer Grenzwert

A2 = unterer Grenzwert,

es muß $A1 > A2$ sein

Der Sollwert des Reglers kann nur verändert werden, wenn:

1. die grüne LED SP-W über Taste  angewählt ist
2. obere grüne LED an ist (Schaltung durch danebenliegende grüne Taste)

Durch betätigen der gelben Taste mit Handsymbol wird der Regler auf Hand genommen. (gelbe LED leuchtet). Jetzt ist es möglich das Ausgangssignal auf das Stellglied mit den gelben Pfeiltasten zu verändern.

Die Digitalanzeige zwischen den Pfeiltasten zeigt das Ausgangssignal in [%] oder falls angewählt "A1" bzw. "A2" an. Die zugehörigen Werte werden in der großen Digitalanzeige angezeigt.

Die senkrechte Balkenanzeige gibt die Abweichung vom Sollwert an. Bei Erreichen von A1 bzw. A2 leuchten die zugehörigen Felder.



Bevor zwischen Basisdruck und Mengenregler umgeschaltet wird, muß das Ausgangssignal des nicht aktiven Reglers von Hand auf den gleichen Wert wie der des aktiven Reglers gebracht werden.

Verhältnisregler:

Der Sollwert SP-W des Verhältnisreglers wird permanent im oberen grünen Digitaldisplay angezeigt und kann jederzeit durch die grünen Pfeiltasten verändert werden, wenn die obere grüne Taste betätigt ist (grüne LED an). Der mögliche Sollwertbereich ist auf 1,8 bis 5,0 begrenzt.

Umschaltung auf Hand erfolgt mittels gelber Taste. Die Drehzahl von P 31 ist in Stellung Hand durch die gelben Pfeiltasten einstellbar.

Das Ausgangssignal zu P31 wird im gelben Digitalfeld angezeigt.

Im roten Digitalfeld erfolgt die Anzeige des Istwertes SP-X.

Bevor der Verhältnisregler wirksam ist muß er mit dem Schalter "Verhältnisregelung/P31 EIN/AUS" in der Schalteiste eingeschaltet werden.

3. Anlagenbedienung

3.1. Bedienabläufe zur Reinigung



ALLE BEDIENTUNGEN AUS DER GRUNDSTELLUNG

- Basisdruckregler aktiv und auf Hand,
- Verhältnisregler auf Hand,
- Schalter Verhältnisregelung AUS
- Niveauregler Permeattank auf Hand, V 21 auf 30 %
- Wahlschalter Produktion/CIP auf CIP
- Schalter Niveauekontrolle V 23 EIN
- Vor Reinigungsbeginn Vorfilter manuell reinigen

3.1.1 Blitzspülung

3.1.1.1 Spülen Permeatleitung und Tank

1. Wenn Tank gefüllt, V 23 aus(automatisch),
2. Start P 2,
3. V 22.2 ein
4. nach ca. 30 Sek. P 2 aus, V 22.2 aus
5. V 08 auf bis Tank leer
6. V 23 ein bis Tank gefüllt
7. V 08 auf bis Tank leer, und Schritt 1 bis 7 wiederholen

3.1.1.2 Spülen Basisleitung

1. CIP-Tank füllen
2. Vorfilterventile V 4 - V 7 auf
3. V 33 ein (auf Kanal)
4. V34 ein
5. V 35 ein
6. V 30 ein
7. P 1 ein
8. V 11 über Basisdruckregler auf 30 %
9. nach ca. 15 Sek. P 1 aus, V 11 zu
10. Start P 3
11. V 13 auf
12. Start P 31, mit Verhältnisregler auf 40 %
11. nach ca. 15 Sek. bzw. wenn an V 33 neutrales Wasser austritt, P 31, P 3 aus, V 13 aus
12. V30, V 33, V 34, V35 aus

3.1.1.3 Spülen Stufen

1. Überprüfen ob V 113, 213, 313 offen sind
2. V 41 ein (auf Kanal)

STUFE 3:

3. V 312 auf
4. P 3 ein
5. V 13 ein
6. P 301 ein, wenn Stern/Dreieck da
7. V 301 ein, nach ca. 20 Sek.
8. P 301 aus, V 312 aus
9. V 302 ein, nach weiteren 40 Sek. bzw. wenn Permeat neutral ist,
10. V 301, V 302 aus

STUFE 2:

11. V 212 auf
12. P 201 ein, wenn Stern/Dreieck da
13. V 201 ein, nach ca. 20 Sek.
14. P 201 aus, V 212 aus
15. V 202 ein, nach weiteren 40 Sek. bzw. wenn Permeat neutral ist,
16. V 201, V 202 aus

STUFE 1:

17. V 112 auf
18. P 101 ein, wenn Stern/Dreieck da
19. V 101 ein, nach ca. 20 Sek.

- 20. P 101 aus, V 112 aus
- 21. V 102 ein, nach weiteren 40 Sek. bzw. wenn Permeat neutral ist,
- 22. V 101, V 102 aus

- 23. P 3 aus, V 13 aus

3.1.2 Umwälzung Start

- 1. V 30, V 34, V 35 ein
- 2. P 3 ein, V 13 ein
- 3. P 1 ein, V 11 mit Basisdruckregler auf 30 %
- 4. V 301 ein, V 302 ein
- 5. V 301 aus
- 6. P 301 ein, wenn Stern/Dreieck da
- 7. V 301 ein
- 8. V 201 ein, V 202 ein
- 9. V 201 aus
- 10. P 201 ein, wenn Stern/Dreieck da
- 11. V 201 ein
- 12. V 101 ein, V 102 ein
- 13. V 101 aus
- 14. P 101 ein, wenn Stern/Dreieck da
- 15. V 101 ein

Einstellung von V 11, V 34 und V 35 so, daß Basisdruck ca. 1,0 bis 1,5 bar ist.

Während der Umwälzung zeitweise P 31 mitlaufen lassen

Während der Umwälzung zeitweise P 2 bei 30 % Öffnung von V 21 laufen lassen und in dieser Zeit mehrfach für ca. 20 Sek. V 22.2 zur Ventilsitzreinigung von V 10, 22 und 33 öffnen.

Im Umwälzmodus erfolgt die Zudosierung der Reinigungsmittel.

Die Probenahmeventile sind von Hand in jedem Reinigungsschritt durchzuspülen.

3.1.3 Umwälzung Stop

Zuerst alle Pumpen aus, dann alle Ventile in Grundstellung
Regler auf 0 %

3.1.4 Wasserfluxmessung

V41 ein korrigiert 10.4.16 Baumg.

1. Start P 1
2. Basisdruckregler auf Automatik, 1,5 bar

STUFE 3

3. V 301 ein
4. V 302 ein

wenn Druck eingeregelt ist Wasserflux auf FIC ablesen und nach Druck und Temperatur korrigiert im Reinigungsprotokoll festhalten

5. V 301, V 302 aus

STUFE 2

6. V 201 ein
7. V 202 ein

wenn Druck eingeregelt ist, Wasserflux auf FIC ablesen und nach Druck und Temperatur korrigiert im Reinigungsprotokoll festhalten

8. V 201, V 202 aus

STUFE 1

9. V 101 ein
10. V 102 ein

wenn Druck eingeregelt ist Wasserflux auf FIC ablesen und nach Druck und Temperatur korrigiert im Reinigungsprotokoll festhalten

11. V 101, V 102 aus

12. P 1 aus, V 11 aus

3.2. Bedienabläufe zur Produktion

Das Anfahren der Anlage erfolgt mit fliegendem Start, d. h. zunächst wird Stufe 3 mit Wasser in Umwälzung gebracht und dann auf Produkt umgeschaltet. Anschließend werden nacheinander Stufe 2 und 1 hinzugenommen. Die Konzentratabfuhr wird gestartet, wenn der gewünschte Trockenmassegehalt fast (ca. 0,5-1 % unter Sollwert) erreicht ist.



Es ist darauf zu achten, daß beim Anfahren nicht überkonzentriert wird! Die gewünschte Endtrockenmasse soll, nach Start der Konzentratabfuhr, von unten angefahren werden.

3.2.1. Start Produktion

CIP/Permeattank gefüllt

1. Start P 1, P 3
2. V 13 ein
3. V 11 auf Mengenregelung ca. 1.400 l/h über Mengenregler FIC.
4. V 301, V 302 ein
5. V 301 aus
6. P 301 ein, wenn Stern/Dreieck da
7. V 301 ein
8. Start externe Produktzufuhrpumpe
9. V 10 ein

Jetzt läuft Produkt in die Anlage

Basisdruckanzeige beobachten und wenn Basisdruck auf < 1,8 bar ansteigt umschalten auf Druckregelung 1,9 bar. Nach ca. 15 Min., bzw wenn die Trockensubstanz deutlich angestiegen ist,

Von Druck auf Mengenregelung umschalten, dabei Sollwert Menge auf Zulaufmenge unter Druckregelung einstellen, dann

10. V 201, V 202 ein
11. V 201 aus
12. P 201 ein, wenn Stern/Dreieck da
13. V 201 ein

Zufuhrmenge auf ca. 2000 l/h hochsetzen, Basisdruckanzeige beobachten und wenn Basisdruck auf < 1,8 bar ansteigt umschalten auf Druckregelung 1,9 bar Nach weiteren ca. 5 Min., von Druck auf Mengenregelung umschalten, dabei Sollwert Menge auf Zulaufmenge unter Druckregelung einstellen, dann

14. V 101, V 102 ein
15. V 101 aus
16. P 101 ein, wenn Stern/Dreieck da
17. V 101 ein

Mengenregelung auf gewünschte Zufuhrmenge (ca. 2.800 l/h) einstellen.

Die Anlage läuft jetzt mit Produkt auf Umwälzung. Die Trockenmasse wird jetzt an PV 306 kontrolliert, wenn der Sollwert bis auf ca. 0,5 - 1% erreicht ist, wird die Konzentratabfuhr gestartet.

3.2.2. Start Konzentratabfuhr

1. V 32 ein
 2. P 31 ein
 3. Verhältnisregler auf Hand und Drehzahl von P 31 langsam steigern bis Istwert-Verhältnis gleich Sollwert-Verhältnis. Dann Verhältnisregler auf Automatik umschalten
- Die Anlage läuft jetzt in Produktion.
 - Die Konzentration muß nun überprüft und die Verhältnisregelung entsprechend nachgeregelt werden.
 - Sämtliche Produktionsparameter sollten mindesten einmal pro Stunde im Produktionsprotokoll festgehalten werden.
 - Der Vorfilterdruck muß überwacht werden. Bei einem **Differenzdruck > 1 bar** sollte der Vorfilter gewechselt werden. Hierzu sind zunächst die Klappenventile des sauberen Filters vorsichtig und langsam zu öffnen, bevor die Ventile des verschmutzten Filters geschlossen werden. Der verschmutzte Filter ist sofort zu reinigen, damit er wieder zur Verfügung steht.
 - Wenn der Basisdruck > 1,9 bar ist, kann P3 ausgeschaltet werden. Zur Sicherheit sollte jetzt die Automatik P 3/V 13 eingeschaltet werden.

3.2.3. Start Permeatabfuhr

Der Start der Permeatabfuhr erfolgt in Abhängigkeit von der anfallenden Permeatmenge, spätestens jedoch nach Start der Konzentratabfuhr.

1. V 22 ein
 2. Permeatniveaugler auf Hand und 0 %
 3. Start P 02
 4. Umschalten des Permeatniveauglers auf Automatik, Sollwert ca. 70 %
- Das Niveau im Permeattank wird nun automatisch konstant gehalten.
 - Die Permeatleistung der einzelnen Stufen kann an den Durchflußmessern FI 100, 200 und 300 abgelesen werden. Hierzu sind die entsprechenden Bypassklappen jeweils zu schließen.



Nach Ablesung sollten sie sofort wieder geöffnet werden.

3.2.4 Produktionsende

Zur Beendigung der Produktion empfiehlt es sich den Produktweg vom Reifetank aus mit Wasser bis in die UF-Anlage auszufahren. Alternativ ist es auch möglich die UF-Anlage mit Permeat aus dem Permeat/CIP-Tank abzufahren. In diesem Fall wird V 10 ausgeschaltet und die wasserzufuhrautomatik V23 eingeschaltet (Schalter CIP/Produktion auf CIP), sobald kein Produkt mehr vorhanden ist. Anderenfalls wird vom Reifetank aus Wasser nachgefahren. Sobald Wasser bzw. Permeat in die Anlage läuft, ist die Konzentration in Stufe 3 zu kontrollieren. Der Verhältnisregler wird auf Hand genommen und die Abfuhrmenge entsprechend dem Konzentrationsabfall zurückgeregelt.

Ist die Konzentration nicht mehr aufrechtzuerhalten, so bestehen mehrere Möglichkeiten:

1. Der Konzentratweg wird durch die UF-Anlage gespült. Hierzu wird die Mohnpumpe von Hand auf volle Leistung hochgefahren. Eine Umschaltung von Produkt auf Wasser erfolgt am Quarksilo. Nach Umschaltung wird die UF-Anlage in Grundstellung gebracht, d. h. zunächst alle Pumpen aus, dann alle Ventile aus.
2. Der Konzentratweg wird extern ausgeschoben. Die UF-Anlage in Grundstellung gebracht, wenn die Konzentration nicht mehr aufrecht erhalten werden kann. Die Spülung der Anlage erfolgt dann mit der Blitzspülung vor der Reinigung.

Möglichkeit 1 ist in normaler Weise vorzuziehen, da damit eine größtmögliche Produktausbeute erreicht wird und zusätzlich die Möglichkeit besteht einen Teil Spülmischphase separat aufzufangen.



Nach Beendigung der Produktion sollte die UF-Anlage möglichst sofort gereinigt werden.

4. Reinigung

Die nachfolgend aufgeführten Reinigungsverfahren sind Standardreinigungen. Die dort angegebenen Zeiten sind Richtwerte, die je nach Verschmutzungsgrad variieren können.

Weiterhin ist die Anzahl der Reinigungsschritte nicht bindend. Wenn die Anlage gering verschmutzt ist, können Zeiten und/oder Anzahl der Schritte verringert werden können.

Ebenso kann es nötig sein, die Zeiten zu verlängern und Schritte hinzufügen, falls die Anlage stark verschmutzt ist.

Die in den Schritten aufgeführten pH-Werte und Chlorkonzentrationen sind unbedingt einzuhalten. Desweiteren sollte bei der Reinigung eine Temperatur von max. 55°C nicht überschritten werden.

Von jeder Reinigung ist ein Protokoll zu führen.

4.1 Reinigungsschritte

Jede Reinigung setzt sich aus einer Kombination von Blitzspülung und Umwälzung zusammen. Die Blitzspülung dient zur Freispülung der Anlage von Produkt- oder Reinigungsmittelresten. In der Umwälzung erfolgt die Zudosierung der einzelnen Reinigungsmittel.

Die Reinigungsschritte im einzelnen:

4.1.1 Blitzspülung (Pkt. 3.1.1.)

- Temperatur 50°C
- weiches Wasser, in ausreichender Menge
- Sichtkontrolle nach Produktion bzw. pH-Messung nach jedem Reinigungsschritt
- Vorfilter ausbauen, mit Hand reinigen und wieder einbauen.

4.1.2 Lauge-Schritt

Ausgangsposition	: Umwälzung (siehe 3.1.2.)
Kochkleen WA	: pH 11
Ultraclean II	: 0,05%
Temperatur	: 50 - 55 °C
Schrittdauer	: 20 Minuten

4.1.3 Lauge-Chlor-Schritt

Ausgangsposition	: Umwälzung (siehe 3.1.2.)
Kochkleen WA	: pH 11
Temperatur	: 50 - 55 °C

wenn der pH-Wert eingestellt ist:

Chlorbleichlauge NaOCl : 200 ppm aktives Chlor.

Während der Reinigung Chlorgehalt regelmäßig überprüfen und Chlorkonzentration durch nachdosieren bei 200 ppm halten.

Schrittdauer : letzte Chlorzugabe plus 20 Min.

Achtung

- Chlorkonzentration von 200 ppm freies Chlor nicht überschreiten
- sorgfältige Überprüfung nach Blitzspülung auf aktives Chlor
- "erst Lauge, dann Chlor"

4.1.4 Säure-Schritt

Ausgangsposition	: Umwälzung (siehe 3.1.2.)
Salpetersäure	: pH 1,5 - 2
Temperatur	: 50 - 55 °C
Schrittdauer	: 20 Minuten

Dieser Reinigungsschritt ist nach Bedarf durchzuführen. Bei sauren Milchprodukten kann er, je nach vorhandener Wasserqualität ganz entfallen.

4.1.5 Wasserfluxmessung

Jede Reinigung ist mit einer Wasserfluxmessung (siehe Pkt. 3.1.4.) abzuschließen um den Erfolg der Reinigung zu kontrollieren.

4.2 Empfohlene Reinigungen

Reinigungsschritt	Nicht gesäuerte Milchprodukte	gesäuerte Milchprodukte
Blitzspülung	X	X
Lauge-Schritt	X	X
Blitzspülung	X	X
Lauge-Chlor-Schritt	X	X
Blitzspülung	X	X
Säure-Schritt	X	
Blitzspülung	X	
Wasserflux-Messung	X	X

5. Verfahrenshinweise

5.1. Einflußfaktoren auf den Flux

Die anfallende Permeatmenge pro Quadratmeter Membranfläche und Stunde (Flux) wird von vier Parametern beeinflusst:

- Überströmungsgeschwindigkeit
- mittlerer Transmembrandruck der Anlage
- Feststoffkonzentration
- Prozeßtemperatur.

Der wichtigste Parameter ist die Überströmgeschwindigkeit. Bei höherer Überströmung (Umwälzmenge) steigt der Flux, jedoch sind hier, aufgrund der mechanischen Modulbelastbarkeit, Grenzen gesetzt. Die Umwälzpumpen sind für eine Durchflußrate von ca. 20.000 l/h pro Modul (2. u. 3. Stufe) bzw. 8.000 l/h (1. Stufe) bei 1,5 bar Druckverlust/Modul ausgelegt.

Innerhalb gewisser Grenzen ist der Flux dem mittleren Transmembrandruck proportional. Ein System, das bei einem Basisdruck von 3 bar arbeitet, hat einen höheren Flux als eines, das bei 1 bar arbeitet. Aus diesem Grunde läßt sich die Leistung der Anlage über den Basisdruck in weiten Grenzen regeln.

In dem Maße, wie die Proteinkonzentration in den Stufen zunimmt, vermindert sich die anfallende Permeatmenge. Ganz allgemein fällt der Flux in dem Maße, wie die Fraktion der zurückgehaltenen Teilchen zunimmt.

Höhere Prozeßtemperatur bedingt höheren Flux. Der molekulare Diffusionskoeffizient und die Viskosität werden mit steigender Temperatur kleiner und damit der Flux höher.

Weitere Faktoren, die den Flux beeinflussen:

- ungenügende Reinigung
- Die Milch zur UF-Anlage muß ein 160 µ Sieb(Vorfilter) frei passieren. Andernfalls können größere Partikel den Fließkanal der Spiralmodule blockieren und die effektive Membranfläche des Systems vermindern.

5.2 Wasserflux als Parameter für den Reinigungserfolg

Während der Umwälzung von Wasser dringt ein Teil des Wassers durch die Membrane hindurch. Diese Permeatmenge wird in l/m²h gemessen (=lmh) und ist ein Parameter für die Sauberkeit der Membranen.

Der Wasserflux verhält sich proportional zum Druck und der Temperatur des umgewälzten Wassers. Um die Meßwerte miteinander vergleichen zu können (nicht immer wird man bei der gleichen Temperatur messen), müssen diese deshalb korrigiert werden.

Zur Berechnung des Wasserfluxes wird ein Temperaturkorrekturfaktor Z benötigt, der aus der Tabelle im Anhang ersichtlich ist.

Der korrigierte Wasserflux berechnet sich nach folgender Formel:

$$\text{Flux}_{\text{corr.}} [\text{lmh}] = \frac{\text{Flux}_{\text{uncorr.}} \times 7,1 \times Z}{2 \times \text{Basisdruck}}$$

dabei sind:

Flux uncorr = unkorrigierter Wasserflux [l/m²h = lmh]

Z = Temperaturkorrekturfaktor lt. Tabelle im Anhang

Basisdruck abgelesen an Anzeige im Schaltschrank

Ferner muß die installierte Filterfläche bekannt sein. Das sind:

Stufe 1:	72 m ²
Stufe 2:	28 m ²
Stufe 3:	28 m ²

Eine gut gereinigte Membran hat einen Wasserflux von 80 -120 lmh (VYV) bzw. 130 - 180 lmh (FYV).



Der Wasserflux ist von den örtlichen Gegebenheiten, wie Wasserqualität,

Reinigungsmittel etc. abhängig. Wichtig ist, daß möglichst immer unter gleichen Bedingungen gemessen wird und daß der Wasserwert der neuen Module immer wieder annähernd erreicht wird. Eine ständige Abnahme des Wasserfluxes ist ein Alarmsignal. Es sollte dann sofort Kontakt mit KOCH INTERNATIONAL aufgenommen werden.

Beispiel:

Es werden an der Stufe 1 folgende Werte abgelesen:

PIT-1 = 1,5 bar
 T = 48 °C
 Flux = 6340 l/h

Damit ergibt sich der nicht korrigierte Wasserflux zu:

$$\text{Flux}_{\text{uncorr.}} = \frac{4610 \text{ l/h}}{72 \text{ m}^2} = 64,0 \text{ l/mh}$$

Aus der Tabelle im Anhang ergibt sich für T = 48°C ein Temperaturkorrekturfaktor von

Z = 0,636

Es errechnet sich ein so ein korrigierter Wasserflux von

$$\text{Flux}_{\text{corr.}} = \frac{64,0 \times 7,1 \times 0,636}{2 \times 1,5} = 96,3 \text{ l/mh}$$

5.3 Protokollführung



Um einen konstanten und reproduzierbaren Produktionsprozeß zu erreichen und im Fall von Garantieansprüchen eine korrekte Anlagenbedienung zu dokumentieren, ist es unbedingt erforderlich, die einzelnen Prozeßparameter in regelmäßigen Abständen zu überprüfen und sorgfältig in entsprechenden Protokollen festzuhalten. Protokollvordrucke befinden sich im Anhang. Nur so ist es möglich, Fehler gezielt zu erkennen und schnelle Abhilfe zu schaffen!

6. Alarme, Fehlersuche und deren Beseitigung

6.1. Alarme

Die Anlage ist mit folgenden Alarmen versehen:

6.1.1. Hochtemperaturalarm Stufen:

Die Temperaturanzeigen im Schaltschrank haben zwei Schaltpunkte

Pkt. 1 Kühlwasser EIN/AUS	52 °C
Pkt. 2 Hochtemperatur	56 °C

Bei Hochtemperatur erfolgt ein akustischer Alarm.

6.1.2. Unterdruckalarm Basisleitung:

Wird ein Druck von 0,8 bar in der Basisleitung unterschritten und ist der Schalter "Automatik P3/V13" EIN, so erfolgt akustischer Alarm, P3/V13 werden automatisch eingeschaltet und ein Timer(300 Sek.) wird aktiviert. Steht nach Ablauf des Timers der Unterdruck immer noch an, wird die Anlage abgeschaltet.

Steht der Unterdruck nicht mehr an so werden Hupe, P3 und V13 abgeschaltet.

6.1.3. Hochdruckalarm Basisleitung:

Bei einem Druck von mehr als 3,6 bar erfolgt ein akustisches Signal.
Die Anlage ist dann manuell auf Druckregelung umzuschalten.

Wurde eine oder mehrere Umwälzpumpen durch einen Alarm gestoppt, so ist wie folgt vorzugehen:

1. Alarm quittieren
2. Die Stufeneingangsventil schließen.
3. Pumpe starten
4. Die Stufeneingangsventile wieder öffnen

6.2. Fehlerbehebung

Die folgenden Ausführungen sollen als Orientierungshilfe bei der Fehlersuche dienen.

<u>Problem</u>	<u>Mögliche Ursache</u>	<u>Problemlösung</u>
geringer Flux	belegte Membranen	Reinigung mit Überprüfung der Chemikalienkonzentration, Membranwechsel
	zu niedriger Druck	Ein- und Auslaßventile prüfen, Pumpen prüfen
	zu niedrige Temperatur	Anheben auf empfohlene Betriebstemperatur
zu niedriger Druck	Produktzufuhr unterbrochen	Auf neuen Tank umstellen, Anlage abfahren
	Permeatbehälter leer	Stellung V 41 prüfen, Niveauregelung prüfen
	Vorfilter belegt	ausbauen und reinigen
	Vorfilter geschlossen	öffnen
	V 11 geschlossen	Ventil und Regelung überprüfen
zu hoher Druck	fehlerhafte Pumpe	reparieren oder austauschen
	zu hohe Pumpenleistung	Basisdruck senken
	Membranen belegt	reinigen, Umschalten auf Druckregelung
	Konzentratabfuhr gestört	P 31, FIC 31 und Peripherie überprüfen
Hochtemperatur	zu hohe Produktzufuhrtemperatur	abstellen und kühlen
	Stufenkühlung falsch eingestellt	Neueinstellung
	Kühlwassertemperatur zu hoch	Neueinstellung
trübes Permeat	Kein Kühlwasser	Kühlwasserversorgung instandsetzen
	Druck zu hoch	erniedrigen
	Dichtung/Modul defekt	orten und austauschen

7. Modulhandhabung

7.1. Membranwechsel

1. Öffnen der Klemmverschlüsse an den Gehäuseenden und Abnehmen der Endkappen.
2. Montage der O-Ringe in die Endkappen auf der Stufeneingangsseite (Hochdruck)
3. Montage der Dichtungen auf den A.T.D. (Kupplungsstücke). Jedes A.T.D. benötigt zwei Dichtungen (auf jeder Seite eine), mit Ausnahme des geraden End-A.T.D., welches nur eine Dichtung benötigt. Die Dichtungen sollen so montiert werden, daß die auf der A.T.D. befindliche Lippe in den Recess der Dichtung eingreift, um somit ein axiales Verschieben der Dichtung bei der Montage des A.T.D. zu verhindern.
Pro S-3-Kit werden 3 A.T.D. mit je 2 Dichtungen und 1 A.T.D. mit einer Dichtung benötigt.
Pro S-2-Kit werden 2 A.T.D. mit je 2 Dichtungen und 1 A.T.D. mit einer Dichtung benötigt.
4. Montage der Membranen
 - Setze ein A.T.D. in ein Modul ein. Dieses Modul wird mit dem A.T.D. voran in das Gehäuse von der Hochdruckseite her soweit eingeschoben, daß das nächste ebenso vorbereitete Modul noch montiert werden kann. Dabei darf das A.T.D. nicht durch das Gewicht der Membrane belastet werden (Bruchgefahr). Weiterhin ist darauf zu achten, daß bei der Montage der Membrane sich die Dichtungen auf dem A.T.D. nicht verschieben bzw. die Dichtungslippe umklappt. Ggf. Dichtung auswechseln.
 - Das letzte Modul wird noch zusätzlich mit dem geraden End-A.T.D. versehen und montiert. Das heißt, die Membrane wird in die vordere gesteckt und bis zum End-A.T.D. in das Rohr geschoben.
 - Wenn nun alle Module im Rohr sind, werden diese soweit zur Niederdruckseite durchgeschoben, daß die Endkappe montiert werden kann. Die Membranen werden dann wieder mit der Endkappe (4" Dichtung nicht vergessen) in Richtung Hochdruckseite geschoben und der Klemmverschluß angebracht.
 - Anschließend wird auf der Hochdruckseite die Endkappe montiert (4" Dichtung nicht vergessen).
 - Wenn alle anderen Teile der Anlage ordnungsgemäß installiert sind, müssen die Module mit einer kurzen Reinigung von dem Feuchthaltemittel befreit werden.
 - Der Austausch von defekten Modulen erfolgt in der gleichen Weise, wie die Installation neuer Membranen. Die Membranen werden normalerweise von Hand ausgeschoben.
 - Bei einem Membranwechsel sollten die Dichtungen erneuert werden.
 - - Die ausgetauschten und neu eingebauten Module sind zu registrieren mit:
 - Datum des Wechsels
 - Nummern der ausgewechselten Module
 - Platzierung der neu eingebauten Module

Ein entsprechender Vordruck ist im Anhang beigelegt.



Beim Austausch von Membranen ist darauf zu achten, daß der gleiche Membrantyp wieder eingebaut wird.

7.2. Orten undichter Module

Bei erhöhtem Proteingehalt oder Trübung im Permeat sind entweder Module oder O-Ring-Dichtungen defekt.

Um die Quelle der Leckage genau zu orten, wird folgendermaßen vorgegangen :

7.2.1. Orten des Gehäuses

An den Niederdruckenden der Stufen die Permeatschläuche beobachten, um festzustellen, in welchem das Permeat trüb ist. Im Zweifelsfall die Schelle lockern und den Schlauch vom Gehäuse entfernen, so daß das Permeat frei auslaufen kann. Eventuell eine Menge davon in einem Glas sammeln, um zu sehen ob das Permeat klar oder trüb ist, bzw. eine Probe auf Proteingehalt untersuchen.

Falls das undichte Gehäuse somit noch nicht geortet worden ist, den Vorgang für das andere Ende (Hochdruckende) wiederholen.

7.2.2 Orten des Modules

Während die Anlage mit Produkt läuft, werden die beiden Permeatschläuche von dem undichten Gehäuse entfernt.

Die Permeatsonde wird in ein Ende des Permeatrohres bis ca. 1.100 mm hineingeschoben, bis ein Widerstand merkbar wird, dann noch etwa 10 - 20 mm hineinschieben.

Das Permeat, das jetzt abläuft, stammt nur vom 1. Modul auf dieser Gehäuseseite, da der Permeatkanal zum anderen Modul blockiert ist. Bleibt das Permeat jetzt trüb, so ist dieses Modul undicht, andernfalls ist das defekte Modul hinten.

ABCOR Wasser-Spezifikation

Für alle Reinigungs- bzw. Spülhasen ist weiches Wasser mit einer Temperatur von 50 °C - 55°C und folgender Qualität zu benutzen:

- | | | | |
|----|---------|-------------|----------|
| 1. | Trübung | weniger als | 1,0 NTU |
| 2. | FE | weniger als | 0,3 ppm |
| 3. | Al | weniger als | 1,0 ppm |
| 4. | Mn | weniger als | 0,05 ppm |
| 5. | Ca | weniger als | 10,0 ppm |
| 6. | Silica | weniger als | 10,0 ppm |
7. keine Schwebestoffe wie Rost, Schuppen, Sand
Schlamm, Flocken, Algen.
 8. Mikrobiologisch : keine lebenden oder toten Materialien.

Enthärtetes Wasser oder Verdampferkondensat erfüllen diese Anforderung im allgemeinen.

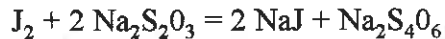
Temperaturkorrekturfaktor Z

Temperatur			Temperatur		
°C	°F	Z	°C	°F	Z
5	41.0	1.699	33	91.4	0.842
6	42.8	1.648	34	93.2	0.852
7	44.6	1.598	35	95.0	0.808
8	46.4	1.551	36	96.8	0.793
9	48.2	1.506	37	98.6	0.777
10	50.0	1.463	38	100.4	0.762
11	51.8	1.422	39	102.2	0.748
12	53.6	1.383	40	104.0	0.734
13	55.4	1.346	41	105.8	0.720
14	57.2	1.310	42	107.6	0.707
15	59.0	1.276	43	109.4	0.694
16	60.8	1.243	44	111.2	0.682
17	62.6	1.212	45	113.0	0.670
18	64.4	1.181	46	114.8	0.658
19	66.2	1.152	47	116.6	0.647
20	68.0	1.125	48	118.4	0.636
21	69.8	1.098	49	120.2	0.625
22	71.6	1.072	50	122.0	0.615
23	73.4	1.047	51	123.8	0.605
24	75.2	1.028	52	125.6	0.595
25	77.0	1.000	53	127.4	0.583
26	78.8	0.978	54	129.2	0.574
27	80.6	0.956	55	131.0	0.565
28	82.4	0.935	56	132.8	0.556
29	84.2	0.915	57	134.6	0.547
30	86.0	0.896	58	136.4	0.539
31	87.8	0.877	59	138.2	0.531
32	89.6	0.859	60	140.0	0.523

Analysenvorschrift zur Bestimmung von aktivem Chlor

Prinzip / Chemismus

Durch aktivchlorhaltige Desinfektionsmittel, z.B. Hypochlorit, wird Jodid zu Jod oxidiert, welches mit Thiosulfat titriert und auf Aktivchlor umgerechnet wird



Reagenzien

Kalium- oder Natriumjodid, fest oder
Kalium- oder Natriumjodid, 10%ig

Natriumthiosulfat 0,1 N

Schwefel- oder Phosphorsäure, 1 : 2 mit Wasser verdünnt

Stärke 1 %ig

Ausführung

- 100 ml Untersuchungslösung mit 10 ml 10 %iger Kalium- oder Natriumjodidlösung oder ca. 1 g Festsubstanz versetzen (bei Anwesenheit von Aktivchlor färbt sich die Probe schwach gelb)
- mit verdünnter Phosphor- oder Schwefelsäure ansäuern
- mit 0,1 Natriumthiosulfat auf hellgelb titrieren
- 1 ml 1 %ige Stärkelösung zusetzen
- mit Natriumthiosulfat auf farblos weitertitrieren

Berechnung

$$\text{Aktivchlor (mg/l)} = a \times 35,5$$

a = Verbrauch an 0,1 N Natriumthiosulfat in ml

Einlagerung von Modulen

a) Für einen Zeitraum von weniger als einen Monat:

Die Anlage nach der Reinigungsvorschrift gründlich reinigen. Dann die Module in der Anlage eingebaut, in sauberen, mikrobiologisch einwandfreiem Wasser lagern.

Reinigung wöchentlich einmal wiederholen.

b) Für einen Zeitraum von mehr als einen Monat:

Die Module nach der Reinigungsvorschrift gründlich reinigen. Die Module ausbauen und mit einer 70 %igen Glycerinlösung tränken.

Die Module kurz abtropfen lassen und in den Originalplastikbeuteln verpacken. Die Module müssen so gelagert werden, daß sie vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt sind.

Sie dürfen auch keinem Frost ausgesetzt werden.

[illegible]

PRODUKTIONSPROTOKOLL VOM: _____

START: _____

PRODUKT: _____

GESAMTZUFUHR:

STOP:_____

GESAMTKONZ.:_____

[illegible]

REINIGUNGSPROTOKOLL VOM:


	pH-Wert	Konz. NaOCl [ppm]	DRUCK [bar]				TEMPERATUR [°C]				Bemerkungen
			Basisdr.	St 1	St 2	St 3	Basisitg.	St 1	St 2	St 3	
SCHRITT 1											
START:											
ENDE:											
SCHRITT 2											
START:											
ENDE:											
SCHRITT 3											
START:											
ENDE:											
SCHRITT 4											
START:											
ENDE:											
WASSERFLUX				St 1	St 2	St 3					
			DRUCK				FAKTOR Z				
			FLUX GEMESSEN								
			FLUX KORRIGIERT								

