

LABORFERMENTER  
AWILAB DIGESTER  
SERIE 01  
TEIL C: BETRIEBSHINWEISE



Originalbetriebsanleitung  
(Version 00.00)

## Kontakt und Impressum

Neueste Informationen können Sie im Internet unter [www.awite.de](http://www.awite.de) abrufen. Für Anfragen, Anregungen, Verbesserungsvorschläge bitten wir Sie, eine Email an [info@awite.de](mailto:info@awite.de) zu schreiben.

### **Awite Bioenergie GmbH**

Grünseiboldsdorfer Weg 5  
D-85416 Langenbach/Niederhummel

Tel +49 (0)8761 / 72 162 - 0  
Fax +49 (0)8761 / 72 162 - 11

Email [info@awite.de](mailto:info@awite.de)  
[http:// www.awite.de](http://www.awite.de)

© 2018 AWITE Bioenergie GmbH  
Irrtümer und Änderungen vorbehalten

# Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	5
2	Identifizierung.....	6
3	Sicherheitshinweise .....	7
3.1	Explosionsschutz und Zoneneinteilung.....	9
3.2	Freisetzung potentiell giftiger und schädlicher Gase .....	9
4	Hinweise.....	10
4.1	Ersteinrichtung des Laborfermenters zu Versuchsbeginn.....	10
4.1.1	Laborfermenter.....	10
4.1.2	Einbauten im Deckel.....	11
4.1.3	Rührwerk.....	12
4.1.4	Befüllen des Laborfermenters.....	12
4.1.5	Anschlüsse.....	15
4.1.6	Überdrucksicherung.....	17
4.1.7	Gasbeutel.....	18
4.1.8	Gasmengenmessung.....	19
4.1.9	Drucktest.....	19
4.2	Betrieb.....	19
4.2.1	Fütterung.....	19
4.2.2	Rührwerk.....	20
4.2.3	Gasbeutel.....	21
4.2.4	Gasmengenmessung.....	22
4.2.5	Probenahme .....	22
4.3	Entleerung Fermenter.....	22
5	Reinigung .....	24
5.1	Fermenter.....	24
5.2	Rührwerk.....	24
5.3	Gasmengenmessung.....	25
5.4	Überdrucksicherung.....	25
5.5	Gasanalyzesystem, Schaltschrank, Steuerschrank .....	25
6	Kontrollen und Instandhaltung .....	26
6.1	Instandhaltung.....	28
6.1.1	Sicherung wechseln Gasanalyzesystem .....	28
6.1.1.1	Spezifikation Sicherung F1 (Eingangsspannung 230 VAC).....	29
6.1.1.2	Spezifikation Sicherung F2 (Netzteil-Ausgangsspannung 24 VDC) .....	29

6.1.2	Sicherung wechseln Steuerschrank.....	29
6.1.2.1	Sicherungsautomaten.....	29
6.1.2.2	Spezifikation Sicherung F10 (Netzteil-Ausgangsspannung 24 VDC) .....	29
6.1.2.3	Spezifikation Sicherung F21 (SPS-Vorsicherung 24 VDC) .....	30
6.1.2.4	Spezifikation Sicherung F22 (Motor-Vorsicherung 24 VDC).....	30
6.1.2.5	Spezifikation Sicherung F23 (Motor-Logik-Vorsicherung 24 VDC).....	30
6.1	Technische Daten .....	30
6.2	Entsorgung.....	30
7	Literaturverzeichnis.....	31
8	Dokument- und Änderungshistorie.....	32

## 1 Vorwort



### **VOR INBETRIEBNAHME BETRIEBSANLEITUNG UND SICHERHEITSHINWEISE LESEN UND BEACHTEN!**

Mit dieser Betriebsanleitung geben wir Ihnen Informationen, die Ihnen den Umgang mit dem AwiLAB Digester erleichtern sollen. Die Betriebsanleitung ist Teil des Produkts und muss während der Lebensdauer des Produkts aufbewahrt werden. Auch bei späterer Weitergabe des Systems oder Teilkomponenten durch den Kunden muss die Betriebsanleitung mitgegeben werden und der Übernehmer muss unter Hinweis auf die genannten Vorschriften eingeschult werden. Sollten Sie zu einem späteren Zeitpunkt eine Ergänzung der Betriebsanleitung erhalten, gehört diese Ergänzung auch zur Betriebsanleitung.

Das System darf nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß, sicherheits- und gefahrenbewusst unter Beachtung der Betriebsanleitung benutzt werden. Bedienen und Warten Sie den AwiLAB Digester entsprechend dieser Betriebsanleitung.

Die Betriebsanleitung für den AwiLAB Digester besteht aus drei Teilen:

Teil A: Produktbeschreibung, Montage und Betrieb

Teil B: Bedienung

Teil C: Betriebshinweise

## 2 Identifizierung

Diese Betriebsanleitung gilt für das System AwilAB Digester der Serie 01 der Firma Awite Bioenergie GmbH.

Die Anschrift des Herstellers lautet:

*Awite Bioenergie GmbH  
Grünseiboldsdorfer Weg 5  
D-85416 Langenbach/Niederhummel*

*Tel +49 (0)8761 / 72 162 - 0  
Fax +49 (0)8761 / 72 162 - 11*

*Email [info@awite.de](mailto:info@awite.de)  
[http:// www.awite.de](http://www.awite.de)*

### 3 Sicherheitshinweise

Das System ist nur auf die Situationen der bestimmungsgemäßen Verwendung ausgelegt. Eine nicht-bestimmungsgemäße Verwendung kann zu Personen- und Sachschäden führen. Setzen Sie das System nur bestimmungsgemäß ein.

Das System erzeugt und misst brennbares oder explosives Gas. Potentiell besteht die Gefahr einer Verschleppung oder Zündung einer gefährlichen Atmosphäre. Beachten Sie die Regeln hinsichtlich Explosionsschutz sowie die entsprechenden Sicherheitshinweise.

Beim Zerlegen des Fermenters liegt das Rührwerk frei. Ein Anlaufen kann zu Verletzungen führen. Den Fermenter nur im stromlosen Zustand (Hauptschalter) zerlegen.

Substrate und Mikroorganismen können bei Kontakt gesundheitsschädlich sein. Bei gefährlichen Substraten und Mikroorganismen geeignete Vorsorgemaßnahmen ergreifen.

Im Fermenter kann durch Mikroorganismen Methan und Wasserstoff entstehen. Beim Anfahren und beim Entleeren kann sich deshalb eine gefährliche Atmosphäre bilden (Ex Zone 1 IIA T1 bei Methan, Ex Zone 1 IIC T1 bei Wasserstoff).

Der Stopfer besteht aus Kunststoff. Schnell bewegte Kunststoffteile können zu Entladungen mit Funkenbildung führen. Stopfer nur verwenden, wenn der Mindestfüllstand erreicht ist oder keine gefährliche Atmosphäre im Fermenter vorliegt.

Beim Leeren kann Luftsauerstoff in den Fermenter gelangen und bei Vorhandensein von Brenngas kann sich dadurch ein explosives Gemisch bilden. Ohne weitere Maßnahmen kann dieser Zustand länger andauern (resultierend Ex-Zone 1). Arbeitsanweisung für das Leeren erstellen, wobei folgender Grob-Ablauf für das Entleeren vorgeschlagen wird:

- Stromlosschalten der Anlage
- Abnehmen des Stopfers
- Entleeren des Fermenters durch Öffnen des Kugelhahns
- Schließen des Kugelhahns
- Füllen mit Wasser
- Herausheben des Rührers

Teile im Inneren der Teilsysteme stehen unter gefährlicher elektrischer Spannung. Lebensgefahr durch Stromschlag! ALLE Montage-/Reparatur-/Instandhaltungsarbeiten am System nur im elektrisch spannungslosen Zustand und bei stillgelegter Anlage durchführen. Elektrische Sicherheitsregeln berücksichtigen.

Das integrierte Gasanalysensystem fördert brennbares Gas. Bei dauerhaftem Aufenthalt in der unmittelbaren Nähe des Systems kann es zu einem statistisch erhöhten Risiko durch Explosion kommen. Deshalb dürfen sich Personen nicht dauerhaft in der unmittelbaren Nähe des Systems aufhalten.

Um die sichere und korrekte Funktion des Systems zu gewährleisten, ist eine regelmäßige Wartung unerlässlich, da dabei Verschleißteile (z.B. Dichtungen) ausgetauscht werden und das komplette System überprüft wird. Bei Nichteinhaltung wird das Risiko durch Gasaustritt erhöht (Explosionsgefahr im Inneren des Analysengeräteschranks). Das Wartungsintervall muss daher eingehalten werden.

Durch den Ablasshahn der Kondensatabscheider kann es zu einer Gefährdung durch Gasaustritt kommen. Deshalb ist unbedingt darauf zu achten, dass nach einer Leerung der Kondensatabscheider der Ablasshahn wieder verschlossen wird.

Auf dem System befinden sich Symbole mit folgender Bedeutung:



Achtung, allgemeine Gefahrenstelle. Dokumentation zu Rate ziehen. Eine Nichtbeachtung kann zu Tod, schweren Personen- oder Sachschäden führen.



Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung

*Sicherheitshinweise im Teil A & Teil B ebenfalls beachten!*

### 3.1 Explosionsschutz und Zoneneinteilung



GEFAHR

Im Betrieb des Fermenters kann brennbares Gas entstehen welches in Verbindung mit Luftsauerstoff zu einer Explosion führen kann. Für einen sicheren Betrieb ist die Einhaltung von Arbeitsabläufen notwendig. Beachten Sie alle Hinweise in dieser Beschreibung.

Im Fermenter kann durch Mikroorganismen Methan und Wasserstoff entstehen. Beim Anfahren und beim Entleeren kann sich eine gefährliche Atmosphäre für eine bestimmte Zeit bilden (Ex Zone 1 IIA T1 bei Methan, Ex Zone 1 IIC T1 bei Wasserstoff. Beim Substratzugeben kann sich lokal brennbares Gas mit Luftsauerstoff mischen.

Eine Zoneneinteilung bezüglich Explosionsschutz hängt von den Gegebenheiten vor Ort ab.

### 3.2 Freisetzung potentiell giftiger und schädlicher Gase

Bei Biogas stellt Schwefelwasserstoff die gefährlichste toxische Komponente dar.

Der Arbeitsplatzgrenzwert beträgt 5 ppm. Bei einer hohen Gasproduktionsrate/Leckagerate von 0,2 m<sup>3</sup> Biogas pro Stunde, einer Schwefelwasserstoffkonzentration von 1.000 ppm und 1 Raumlufwechsels pro Stunde beträgt das Grenzvolumen des Raumes 40 m<sup>3</sup>.

Bei sehr hohen Schwefelwasserstoffkonzentrationen oder sehr kleinen Raumvolumina besteht jedoch die Gefahr einer Vergiftung bei Undichtigkeit. Dieses Risiko kann durch Arbeitsanweisungen (Verhalten bei Geruch nach Schwefelwasserstoff), hohe Zuverlässigkeit der Dichtigkeit, durch Verdünnung nach Austritt (Lüftung oder großes Raumvolumen) oder durch Detektion vermindert werden.

## 4 Hinweise

Auf den nachfolgenden Seiten sind Hinweise für das Anfahren, den Betrieb und das Entleeren des Fermenters aufgeführt, sowie zu den wichtigsten Teilkomponenten des Systems. Es sind zum Teil Richtwerte vorgegeben wie z.B. TS-Gehalt im Fermenter oder Rührwerkseinstellungen oder Beachtung bei der Probeentnahme.

Weitere wichtige Angaben und Hinweise zur Durchführung von kontinuierlichen Gärversuchen und Berechnungen zum Betrieb sind in [Lit. 1] beschrieben.

### 4.1 Ersteinrichtung des Laborfermenters zu Versuchsbeginn

In diesem Kapitel befinden sich Hinweise und Informationen zur Ersteinrichtung des AwiLAB Digester zu Versuchsbeginn sowie Angaben zu möglichen Einbauten.

#### 4.1.1 Laborfermenter

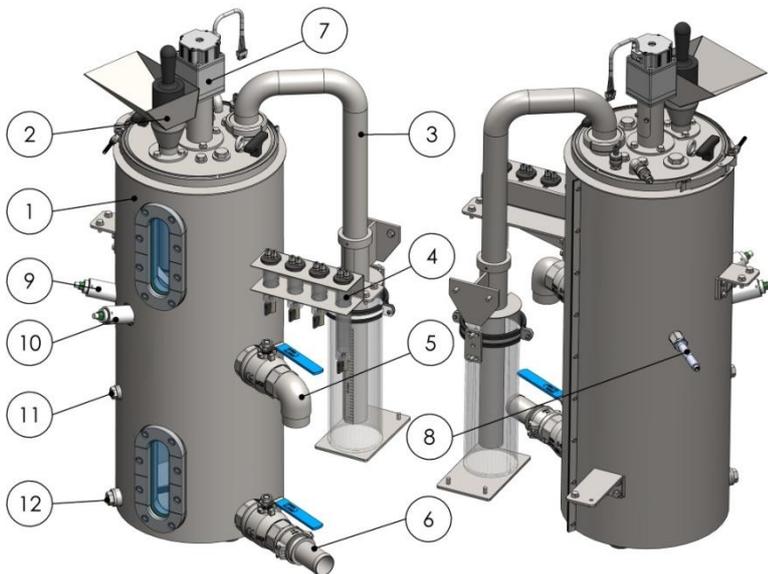


Abbildung 1: Laborfermenter AwiLAB Digester

Im Laborfermenter befinden sich neben dem Temperatursensor (Abbildung 1, Pos. 8) mehrere Anschlüsse, die für optionale Einbauten (wie z.B. Sonden, Rezirkulationsweg) genutzt werden können (Abbildung 1, Pos. 9 – 12).

Diese haben folgende **Anschlussgrößen und maximale Einbautiefen**:

- Pos. 8: G1/2", 165 mm ab Dichtfläche
- Pos. 9 & 10: G3/4", 165 mm ab Dichtfläche
- Pos. 11: G3/4", 165 mm ab Dichtfläche
- Pos. 12: G1", 45 mm ab Dichtfläche

#### 4.1.2 Einbauten im Deckel

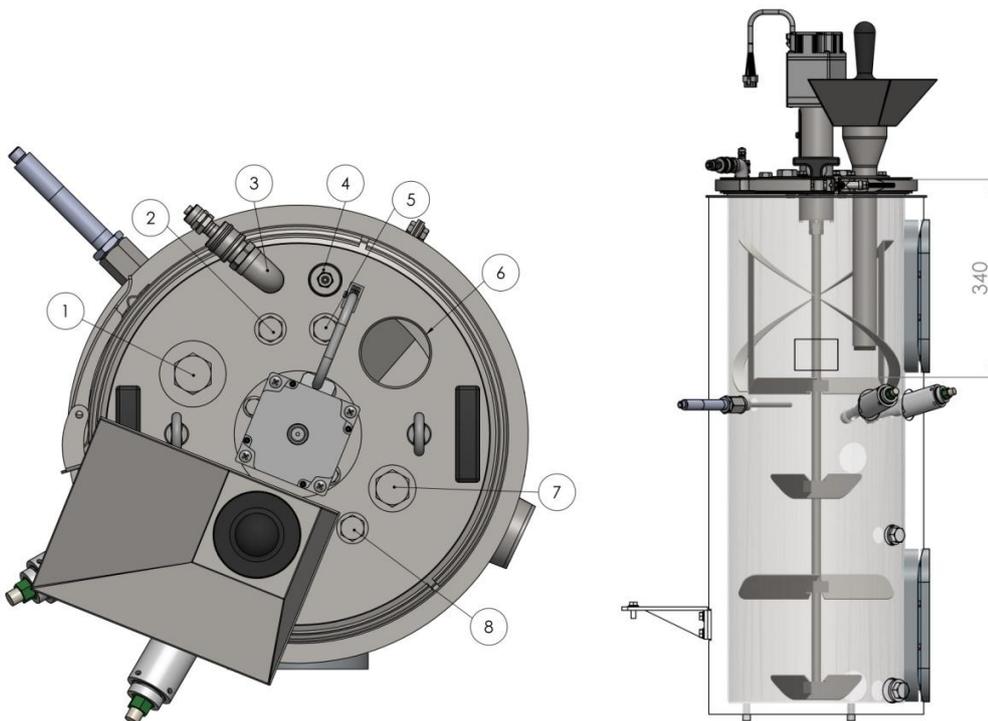


Abbildung 2: Draufsicht Deckel

Im Deckel des Laborfermenters befinden sich mehrere Anschlüsse. Neben dem Rührwerk, der Fütterungseinbringung und der Überdrucksicherung sind noch Anschlüsse für optionale Einbauten vorgesehen. Diese haben folgende Anschlussgrößen:

- Pos. 1: G1 1/2"
- Pos. 2, 5 & 8: G 1/2"
- Pos. 7: G 1"

Hierbei ist je die **maximale Einbautiefe von 330 mm** zu beachten.

### 4.1.3 Rührwerk

Das Rührwerk ist im oberen Bereich mit einem Helix-artigen Einbau versehen, im mittleren und unteren Bereich sind Paddel standardmäßig angebracht. Die Paddel können in ihrer horizontalen Ausrichtung individuell vom Kunden verändert werden. Andere Einbauarten oder -größen können optional auf Anfrage nach technischer Prüfung realisiert werden.



Abbildung 3: Rührwerk mit Standardeinbauten

### 4.1.4 Befüllen des Laborfermenters



**WARNUNG**

Das Befüllen des Fermenters ist im stromlosen Zustand durchzuführen!



WARNUNG

Im Fermenter kann durch Mikroorganismen Methan und Wasserstoff entstehen. Beim Anfahren und beim Entleeren kann sich deshalb eine gefährliche Atmosphäre bilden (Ex Zone 1 IIA T1 bei Methan, Ex Zone 1 IIC T1 bei Wasserstoff).

Beim Befüllen des Laborfermenters ist darauf zu achten, dass alle optionalen Einbauten im Laborfermenter angeschlossen bzw. verschlossen sind sowie der Probeentnahmestutzen und der Entleerstutzen geschlossen sind, so dass kein Fermenterinhalt entweichen kann.

Es wird empfohlen ca. 2/3 des gewünschten Füllvolumens ohne Deckelaufsatz direkt in den Fermenter einzufüllen. Anschließend mit zwei Personen das Rührwerk vorsichtig in den Fermenter einlassen. Hierbei ist besonders auf die Temperatursonde, die in den Fermenter hereinragt, und evtl. sonstige seitliche Einbauten zu achten. Den Deckel mit 2 Personen auf den Fermenter aufsetzen und die Kette mit den Karabinern an den Ösen am Deckel befestigen und an der Öse am Gestell aufhängen (s. Abbildung 4).



Abbildung 4: Aufhängung Deckel am Gestell



Abbildung 5: Aufhängung Deckel inkl. Rührer

## Hinweise

Die Welle des Rührwerks mit dem Rührwerksmotor auf der Unterseite des Deckels befestigen (s. Abbildung 5). Den Aufbau langsam mit 2 Personen an den Griffen im Deckel herab lassen. Auf die Temperatursonde und evtl. sonstige seitliche Einbauten achten!

Deckel mit der V-Band-Schelle verschließen. Die Stellschraube des Schnellverschlusses ist ab Werk voreingestellt und muss nach Bedarf nachjustiert werden. Den Sicherungsstift des V-Bandes einstecken.

Das restliche Inokulum über die Einfüllvorrichtung langsam einlaufen lassen bis der gewünschte Sollfüllstand (s. Abbildung 6; Nr. 1 auf dem oberen Schauglas) erreicht ist. Nach Beendigung des Füllvorgangs den Substratstopfer in die Einfüllvorrichtung stecken.

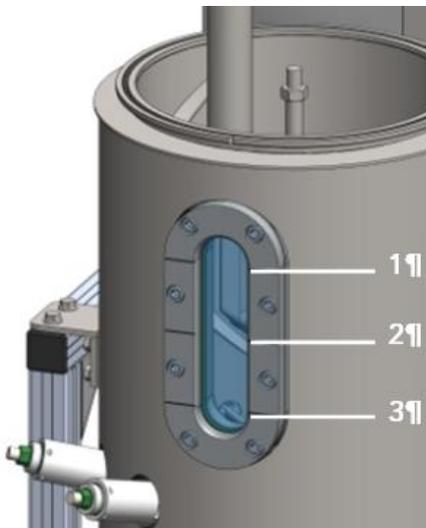


Abbildung 6: Schauglas: Mindestfüllmenge Markierung Nr. 3, Sollmenge Markierung Nr. 2, max. Füllmenge Markierung Nr. 1



**WARNUNG**

Im Kopfraum befindet sich Anfangs Luftsauerstoff. Durch Gärvorgänge kann Methan und Wasserstoff entstehen, wodurch sich ein explosives Gemisch bilden kann. Inertisieren Sie den Gasraum, bevor gefährliche Atmosphäre entstehen kann. Arbeitsanweisung für das Anfahren erstellen



WARNUNG

Substrate und Mikroorganismen können bei Kontakt gesundheitsschädlich sein. Bei gefährlichen Substraten und Mikroorganismen geeignete Vorsorgemaßnahmen ergreifen.



WARNUNG

Beim Aufbau des Fermenters liegt das Rührwerk zeitweise frei. Ein Anlaufen kann zu Verletzungen führen. Den Fermenter nur im stromlosen Zustand (Hauptschalter) zusammenbauen.



VORSICHT

Deckel und Rührwerk sind schwer und unhandlich. Unergonomisches Heben von Lasten gefährdet die Gesundheit. Lassen Sie sich von einer zweiten Person helfen.

#### 4.1.5 Anschlüsse

Nach dem Befüllen des Fermenters und Schließen des Deckels, die Milchrührverschraubung der Überdrucksicherung mithilfe des Hakenschlüssels festziehen (s. Abbildung 2, Pos. 6). Den elektrischen Anschluss des Motorrührwerks am Steuerschrank anschließen (siehe Abbildung 7, Position 1).

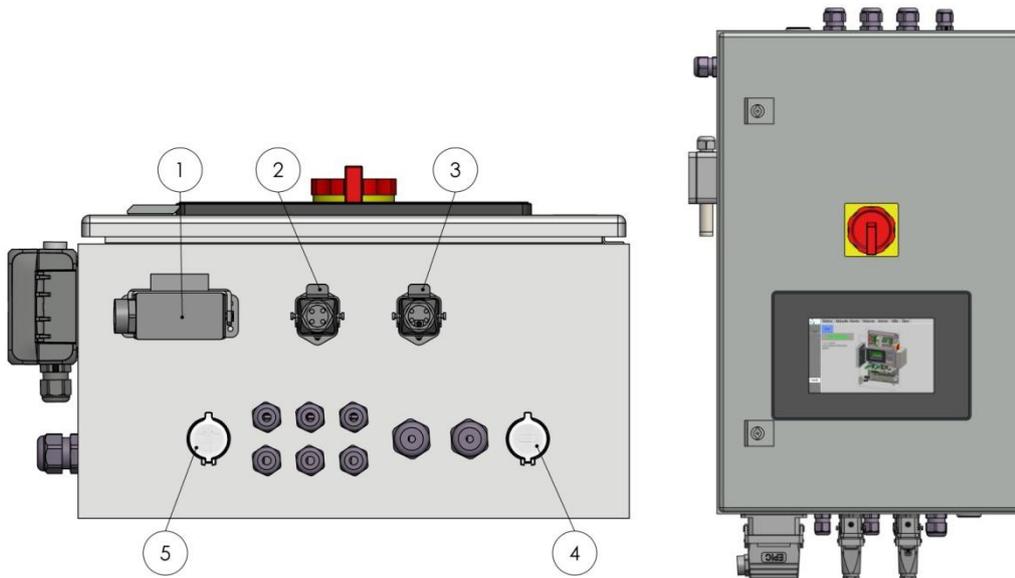


Abbildung 7: Steuerschrank

Analysegasleitung der Gasmengenmessung an Pos. 3 und Kondensatschlauch an Pos. 4 (Abbildung 8) anschließen. Gasflussplan beachten!

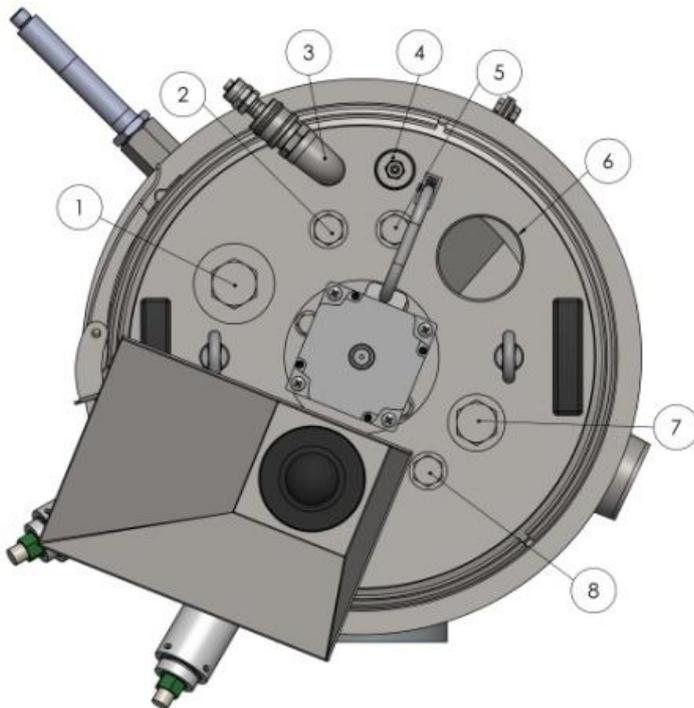


Abbildung 8: Draufsicht Deckel

#### 4.1.6 Überdrucksicherung

Es wird empfohlen einen Druck von ca. 20 mbar (Skala bis max. 30 mbar) im Wasservorlagenbehälter einzustellen.



VORSICHT

Bei zu hohem Wasserstand in der Überdrucksicherung baut sich im Fermenter und im Verbundenen Gassystem ein entsprechender Überdruck auf. Das kann zu einer Undichtigkeit der Gasbeutel führen. Bei zu niedrigem Wasserstand entweicht Gas durch die Überdrucksicherung. Dadurch können Arbeitsplatzgrenzwerte überschritten werden und die Funktionalität wird gestört. Achten Sie auf einen Wasserstand der entsprechend der Skala ca. 20 mbar entspricht.



WARNUNG

Die Überdrucksicherung ist so ausgelegt, dass selbst bei vollstem Wasserstand der Bemessungsdruck von 100 mbar des Gassystems nicht überschritten wird. Eine Modifikation oder ein Verschließen des Rohres kann zu unzulässigen Drücken von mehr als 100 mbar führen die in den angeschlossenen Systemen zu Gasaustritt und Explosion führen können. Modifizieren Sie das System nicht.



WARNUNG

Die zulässige Überdruck für den Gaszähler beträgt 50 mbar. Ein Überschreiten kann zu Undichtigkeit und dadurch zu gefährlicher Atmosphäre führen. Befüllen Sie die Überdrucksicherung entsprechend der Markierung, damit dieser Druck nicht erreicht wird.

## 4.1.7 Gasbeutel

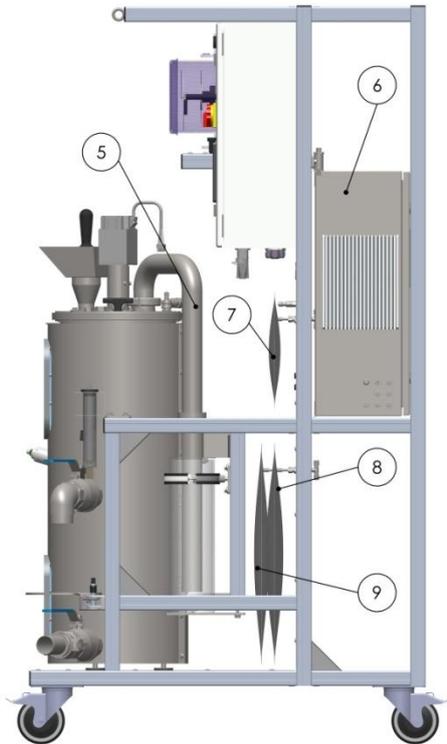
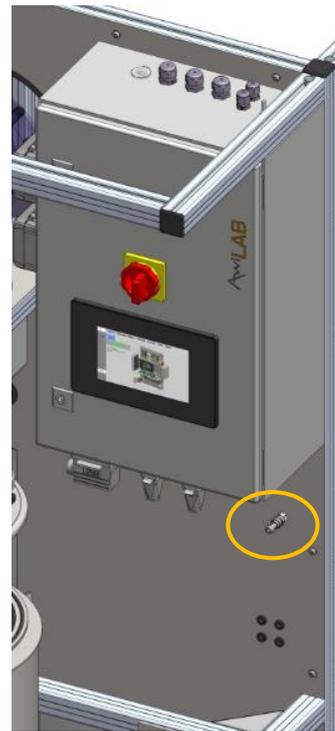


Abbildung 9: Position Gasbeutel

Abbildung 10: Anschluss Befüllen  
Inertgasbeutel

Gasbeutel Nr. 7 dient als Druckausgleichsbeutel für z.B. die Probenahme. Dieser Beutel ist zu Versuchsbeginn leer. Gasbeutel Nr. 9 ist ein Sammelbeutel für das zu produzierende Biogas. Auch dieser Beutel ist zu Versuchsbeginn leer. Der Gasbeutel Nr. 8 dient als optionaler Vorlagebehälter für ein Inertgas (empfohlen  $N_2$ ) zum Inertisieren des Behälters z.B. beim Entleerprozess oder beim Druckausgleich nach der Gasmessung. Dieser sollte stets gut gefüllt sein. Zum Befüllen des Inertgasbeutels diesen mit der mitgelieferten Kupplung am markierten Anschluss in Abbildung 10 anstecken. Das Schlauchende mit der Inertgasflasche (nicht im Lieferumfang enthalten) verbinden und die Gasflasche langsam aufdrehen, bis der Beutel gut gefüllt ist. Nach Beendigung des Füllvorgangs die Gasflasche schließen und Kupplungsstück entfernen. Optional kann der Gasbeutel auch mit Luft gefüllt werden, hierzu das Kupplungsstück mit dem losen Schlauchende an der markierten Stelle anstecken. (Luft)-Sauerstoff kann den biologischen Prozess stören, von daher ist ein Inertgas ratsam.

#### 4.1.8 Gasmengenmessung

Zur Gasmengenmessung ist standardmäßig ein Trommelgaszähler im Lieferumfang enthalten. Bei sehr kleinen Gasmengen (1 ml/h bis 1 l/h) ist eine Gasmengenerfassung per Milligascounter ratsam. Zu beachten ist, dass das jeweils richtige, von Awite mitgelieferte, Kabel an der Gasmengenmessung angebracht ist. Nicht von Awite gelieferte Kabel können zu Defekten von Komponenten führen.

*Hinweise zur Aufstellung des Trommelgaszählers (TGZ) befinden sich in der Anlage*

#### 4.1.9 Drucktest

Vor Versuchsstart ist es ratsam, einen automatischen Drucktest des Gesamtsystems vorzunehmen (s. instruction\_b-awilab-digester-de-01, Kapitel 3.1.2.4 „Sonstiges“).

### 4.2 Betrieb

#### 4.2.1 Fütterung

Die tägliche Fütterung des Substrates erfolgt über die Einfüllvorrichtung oder optional über eine zusätzlich angebrachte Pumpe in den dafür vorgesehen Einbringanschluss. Das Substrat ist langsam und kontinuierlich zuzugeben, damit die Gasmenge, die durch das Einbringen entsteht, durch die Gasmengenzähler korrekt erfasst werden kann.

Es ist ratsam, während der Fütterung das Rührwerk auf Dauerbetrieb zu schalten, damit das Substrat beim Einbringen gleichmäßig verteilt wird bzw. sich nicht als Schwimmschicht obenauf setzt. Zudem wird durch das Rühren die Temperatur der Fermenterheizung besser ins Fermenterinnere übertragen und verhindert so eine Überhitzung der Mikroorganismen am Fermenterrand.

Die Fütterungsmenge ist abhängig von verschiedenen Parametern. Angaben zur Berechnung der Fütterungsmenge finden sich in der **VDI 4630 Vergärung organischer Stoffe – Substratcharakterisierung, Probenahme, Stoffdatenerhebung, Gärversuche** [Lit. 1]. Je nach Raumbelastung ist die Fütterung auf 2 Chargen pro Tag aufzuteilen. Es ist ratsam, die Fütterung immer ungefähr zur selben Tageszeit durchzuführen.



WARNUNG

Substrate und Mikroorganismen können bei Kontakt gesundheitsschädlich sein. Bei gefährlichen Substraten und Mikroorganismen geeignete Vorsorgemaßnahmen ergreifen.



WARNUNG

Der Stopfer besteht aus Kunststoff. Schnell bewegte Kunststoffteile können zu Entladungen mit Funkenbildung führen. Stopfer nur verwenden, wenn der Mindestfüllstand erreicht ist oder keine gefährliche Atmosphäre im Fermenter vorliegt.

#### 4.2.2 Rührwerk

Um den biologischen Prozess durch zu hohe Strömungsgeschwindigkeit nicht zu stören, ist es ratsam, eine geringe Rührwerksgeschwindigkeit einzustellen. Dies ist zudem von den Paddleinbauten und -stellungen abhängig.

Kurz nach der Fütterung kann kurzzeitig eine etwas höhere Rührwerksgeschwindigkeit sinnvoll sein, um das Substrat gleichmäßig im Fermenter zu verteilen und keine Schwimm- oder Sinkschichten aufkommen zu lassen. Auch zum Lösen von Verklumpungen um das Rührwerk herum kann man die Geschwindigkeit kurzzeitig erhöhen oder auch die Rührwerksaufrichtung ändern.

Die Motorleistung des Rührwerks ist begrenzt; deshalb ist anzuraten, keine höheren Trockensubstanzgehalte (TS-Gehalt) als ca. 12% im Fermenter zu betreiben. Ein Dauerbetrieb des Rührwerks von 100% ist nicht ratsam, da der Motor so über längere Zeit an seiner Belastungsgrenze fährt. Ebenfalls ist ein Pauseintervall ratsam (z.B. 15 Min. rühren, 5 min. Pause), um den Motor des Rührwerks nicht zu überlasten und somit eine längere Betriebsdauer zu gewährleisten. Bei den Rührwerkseinstellungen ist der TS- Gehalt und die Viskosität des Fermenterinhalt zu beachten.



WARNUNG

Beim Zerlegen des Fermenters liegt das Rührwerk frei. Ein Anlaufen kann zu Verletzungen führen. Den Fermenter nur im stromlosen Zustand (Hauptschalter) zerlegen.

#### 4.2.3 Gasbeutel

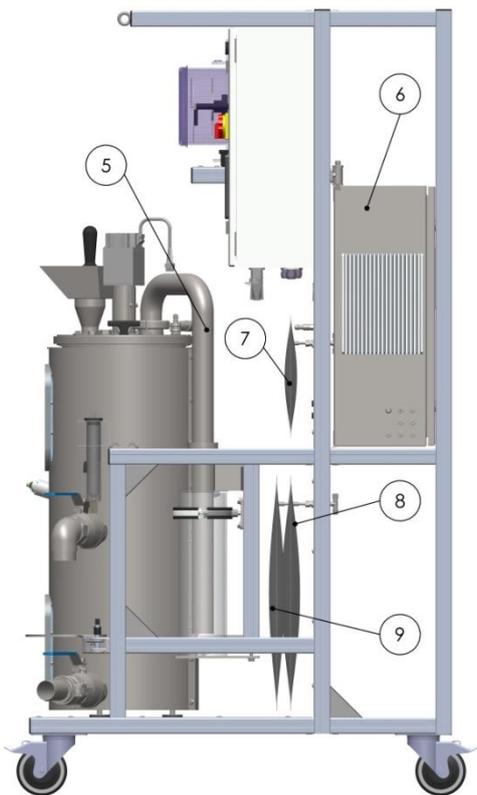


Abbildung 11: Nummerierung Gasbeutel

Gasbeutel Nr. 7 sollte im laufenden Betrieb gefüllt sein. Ist dies nicht der Fall, ist dies ein Hinweis auf eine Undichtigkeit im System. Der Gassammelbeutel (Nr. 9) wird zyklisch während des Betriebes immer wieder gefüllt und entleert (Messung Gaszusammensetzung über das Gasanalysesystem). Die Füllmenge des Gasbeutels Nr. 8 wird während des laufenden Betriebes kontinuierlich reduziert und muss bei Bedarf nachgefüllt werden (s. Kapitel 4.1.7).

#### 4.2.4 Gasmengenmessung

Während den einzelnen Versuchsphasen wird die Gasmenge des produzierten Gases stetig gemessen. Bei der Fütterung wird die Gasmengenmessung deutlich schneller laufen als während des Normalbetriebes. Um die Gasmenge, die durch die Fütterung erzeugt wird, zu detektieren, ist eine langsame und konstante Zufuhr des Substrates anzuraten.



WARNUNG

Die Vermischung von Biogas mit Luftsauerstoff kann zu einem explosiven Gemisch führen. Die Auswirkung hängt vom Volumen ab. Aus diesem Grund ist unmittelbar vor und nach dem Gaszähler eine Flammensperre eingebaut, um das gefahrbringende Volumen zu begrenzen. Die Sperren dürfen nicht entfernt werden, da sie die Auswirkung einer Zündung begrenzen. Der Gaszähler darf auch nicht ohne Neubewertung des Risikos durch einen größeren ersetzt werden.

#### 4.2.5 Probenahme

Die Probenahme erfolgt in der Regel über den Probeentnahmestutzen. Auf den darunter angebrachten Teller das entsprechende Probengefäß platzieren und den Handhahn des Probeentnahmestutzen langsam öffnen, da sich hier durch weiter ausgasendes Substrat höhere Drücke bilden können. Üblicherweise wird die erste Charge der Probenahme wieder in den Fermenter zurück geführt und die zweite Charge der Probe für Analysen, Rückstellproben o.ä. verwendet.

### 4.3 Entleerung Fermenter



WARNUNG

Entleerung des Fermenters immer im stromlosen Betrieb durchführen!

## Hinweise

Um den Fermenter zu entleeren ist ein Entleerestutzen vorgesehen, an den ein 2"-Ablaufschlauch (nicht im Lieferumfang enthalten) angebracht werden kann, um den Fermenterinhalt entsprechend zu entsorgen.



**WARNUNG**

Im Fermenter kann durch Mikroorganismen Methan und Wasserstoff entstehen. Beim Anfahren und beim Entleeren kann sich deshalb eine gefährliche Atmosphäre bilden (Ex Zone 1 IIA T1 bei Methan, Ex Zone 1 IIC T1 bei Wasserstoff).



**WARNUNG**

Beim Leeren kann Luftsauerstoff in den Fermenter gelangen und bei Vorhandensein von Brenngas kann sich dadurch ein explosives Gemisch bilden. Ohne weitere Maßnahmen kann dieser Zustand länger andauern (resultierend Ex-Zone 1). Arbeitsanweisung für das Leeren erstellen, wobei folgender Ablauf für das Entleeren vorgeschlagen wird.

Vorgeschlagener Ablauf für das Entleeren:

- Stromlosschalten der Anlage
- Abnehmen des Stopfers
- Öffnen der Überdrucksicherung
- Entleeren des Fermenters durch Öffnen des Kugelhahns
- Schließen des Kugelhahns
- Füllen mit Wasser, um Gas zu Verdrängen und Funkenbildung zu vermeiden
- Ggf. über Nacht einweichen lassen
- Vor dem Entleeren des Wassers zuerst Rührwerk ausbauen (s. Kap. 5.2)

## 5 Reinigung

Die nachfolgende Beschreibung der Reinigung setzt voraus, dass der Fermenter nach Anleitung zuvor entleert wurde (s. Kap. 4.3).

### 5.1 Fermenter



**WARNUNG**

**Reinigen des Fermenters immer im stromlosen Betrieb durchführen.**

Der Fermenter darf nur mit säurefreien Reinigungsmitteln gereinigt werden. Ein Ausspülen des Fermenters mit Wasser stellt kein Problem dar. Gasführende Leitungen müssen frei von Schmutz sein. Nach Versuchsende ist der Fermenter inkl. aller Einbauten gründlich zu säubern.

Bei starker Verschmutzung empfiehlt es sich, nach dem Entleeren des Fermenters und Befüllen mit Wasser, die Temperatur zu erhöhen (ca. 45°C – 50°C) und das Rührwerk und sonstige Einbauten über Nacht im Wasser einweichen zu lassen. Danach Deckel abheben und alle Komponenten gründlich säubern.

### 5.2 Rührwerk

Fermenter wurde zuvor nach Anleitung in Kap. 4.3 entleert und mit Wasser wieder aufgefüllt.

Das Rührwerk ist mit dem Deckel gegengekondert. Zum Lösen des Rührwerks dieses durch Drehen vom Deckel lösen.

## Reinigung

Vorgeschlagener Ablauf für das Ausbauen des Rührwerks:

- Kette an den Ösen am Deckel sowie an der Öse im Gestell befestigen (s. Abbildung 5)
- Deckel langsam anheben (2 Personen!)
- Rührwerkswelle vom Motor trennen (s. Abbildung 4)
- Deckel runter heben (2 Personen!)
- Herausheben des Rührers (2 Personen!)
- Entleeren des Fermenters durch Öffnen des Kugelhahns

Rührwerk mit Wasser und Bürste gründlich reinigen.



VORSICHT

Deckel und Rührwerk sind schwer und unhandlich. Unergonomisches Heben von Lasten gefährdet die Gesundheit. Lassen Sie sich von einer zweiten Person helfen.

### 5.3 Gasmengenmessung

Hinweise zur Reinigung des Trommelgaszählers befinden sich in der Anlage.

### 5.4 Überdrucksicherung

Zur Reinigung der Überdrucksicherung diese am Milchrohrgewinde abschrauben und das Rohr zur Seite drehen. Das Rohr an der Halterung lösen und aus der Wasservorlage entnehmen, mit Wasser ausspülen und ggf. mit einer Bürste reinigen. Anschließend den Wasservorlagebehälter ausbauen und ebenfalls gründlich reinigen.

### 5.5 Gasanalyse-System, Schaltschrank, Steuerschrank

Das Gehäuse des Steuerschranks und des Gasanalyse-Systems dürfen nur mit säurefreien Reinigungsmitteln gereinigt werden. Der Bildschirm darf nur mit geeigneten Reinigungsmitteln und Reinigungstüchern gesäubert werden. Innerhalb des Gasanalysegehäuses und im Inneren von gasführenden Leitungen und Komponenten sind Reinigungsmaßnahmen nur durch geschultes Personal zulässig, damit die Betriebssicherheit nicht gefährdet wird.

## 6 Kontrollen und Instandhaltung



WARNUNG

Verschleiß von Teilen kann zu Undichtigkeit und Fehlfunktion führen. Dadurch kann es sogar zur Explosion kommen. Verschleißteile müssen regelmäßig getauscht werden. Kontrollieren Sie das Gerät regelmäßig und lassen Sie die empfohlene Wartung regelmäßig durchführen.

Um einen reibungslosen Ablauf des Versuches zu gewährleisten, ist es ratsam folgende Arbeiten **täglich** auszuführen:

- Überprüfung der Analysegasleitung → kein Fermenterinhalt oder Flüssigkeit enthalten (Ausnahme: Schläuche zum Kondensatabscheider „AwiKon“ bzw. Schlauch zum Gaskühler innerhalb der Gasanalyse sowie Kondensat-Auslassleitung vom Gaskühler; siehe Gasflussplan)
- Überdrucksicherung → kein Fermenterinhalt enthalten (ansonsten könnte eine Verstopfung der Analysegasleitung vorliegen → prüfen und Problem beheben)
- Gassammelbeutel (Abbildung 11, Nr. 9) → nicht zu stark gefüllt
- Druckausgleichsbeutel (Abbildung 11, Nr. 7) → gefüllt (Ausnahme: nach Probeentnahme)
- Abweichung Fermenter-Ist-Temperatur zu Fermenter-Soll-Temperatur: max +/- 2°C
- Rührmotor dreht sich (falls nicht in Rührpause → Rührintervall evtl. kontrollieren)
- Nach Fütterung: Substratstopfer in Fütterungsöffnung
- Keine Fehlermeldungen am Panel
- Tägliche Biogasproduktion [l/d] ähnlich zu Vortag (bei gleicher Fütterungsmenge und Substrat)
- Analyse des produzierten Biogases → Konzentrationen in etwa gleich, Zeitabstände zwischen Messungen in etwa gleich
- Gaszusammensetzung ohne Auffälligkeiten

## Kontrollen und Instandhaltung

Folgende Arbeiten sind **wöchentlich** auszuführen:

- Füllstandskontrolle und ggf. –anpassung des Fermentervolumens (wöchentlich gleiches Niveau)

Folgende Arbeiten sind **monatlich** auszuführen:

- Überdrucksicherung: Füllstand Wasser kontrollieren und ggf. auf Vorgabewerte anpassen
- Reinigung und Kalibrierung diverser Sonden (wenn vorhanden)

Folgende Arbeiten sind **jährlich** auszuführen:

- Reinigung Durchflussmessung
- Service, Wartung Gasanalysegerät (**durch Extern**) und Gesamtsystem

Folgende Arbeiten sind **bei Bedarf** auszuführen:

- Kondensatabscheider entleeren
- Füllstand Sperrflüssigkeit (Wasser) Trommelgaszähler kontrollieren und ggf. anpassen



VORSICHT

Ein geöffneter Kondensatabscheider führt zum Austritt von Gas. Dadurch können Arbeitsplatzgrenzwerte überschritten werden. Schließen Sie nach Leerung der Kondensatabscheider den Ablasshahn wieder.

## 6.1 Instandhaltung

Für die Sicherheit des Gesamtsystems ist eine regelmäßige Wartung unerlässlich, da dabei Verschleißteile (z.B. Dichtungen) ausgetauscht werden und das komplette System überprüft wird. Um die Gewährleistung aufrecht zu erhalten, muss eine erste Wartung und Kalibrierung innerhalb der ersten 6 Monate erfolgen, danach im Regelfall spätestens alle 12 Monate. Je nach Anforderung können auch Wartungsintervalle von 6 Monaten oder weniger notwendig sein. Die Wartung darf nur durch geschulte Personen erfolgen und die Wartungsintervalle sind einzuhalten. Der Zustand des Systems ist regelmäßig zu kontrollieren und Fehlermeldungen sind zu beachten.



WARNUNG

Verschleiß von Teilen kann zu Undichtigkeit und Fehlfunktion führen. Dadurch kann es sogar zur Explosion kommen. Verschleißteile müssen regelmäßig getauscht werden. Kontrollieren Sie das Gerät regelmäßig und lassen Sie die empfohlene Wartung regelmäßig durchführen.

### 6.1.1 Sicherung wechseln Gasanalyzesystem



WARNUNG

An den Steckplätzen für die Sicherungen liegt elektrische Spannung an. Gefahr durch Stromschlag! Vor dem Sicherungswechsel müssen Sie den Hauptschalter ausschalten und dadurch das Gasanalyzesystem vom Versorgungsnetz trennen.

Die Sicherungen befinden sich in den Sicherungsklemmen F1 (230 V) und F2 (24 VDC).

#### 6.1.1.1 Spezifikation Sicherung F1 (Eingangsspannung 230 VAC)

Norm: IEC/EN 60127 - 2/2

Typ: 5x20 mm

Bezeichnung: F 10A L 250VAC

#### 6.1.1.2 Spezifikation Sicherung F2 (Netzteil-Ausgangsspannung 24 VDC)

Norm: IEC/EN 60127 - 2/2

Typ: 5x20 mm

Bezeichnung: F 5A L 250VAC

### 6.1.2 Sicherung wechseln Steuerschrank

Im Steuerschrank befinden sich Sicherungsautomaten und Sicherungsklemmen.



WARNUNG

An den Steckplätzen für die Sicherungen liegt elektrische Spannung an. Gefahr durch Stromschlag! Vor dem Sicherungswechsel müssen Sie den Hauptschalter ausschalten und dadurch das Gasanalyzesystem vom Versorgungsnetz trennen.

#### 6.1.2.1 Sicherungsautomaten

Die Sicherungsautomaten können nach dem Auslösen und der Fehlerbehebung wieder eingesichert werden. Bei dauerhafter Fehlfunktion sind diese nach Elektrovorschriften zu tauschen.

#### 6.1.2.2 Spezifikation Sicherung F10 (Netzteil-Ausgangsspannung 24 VDC)

Norm: IEC/EN 60127 - 2/2

Typ: 5x20 mm

Bezeichnung: T 10A L 250VAC

#### 6.1.2.3 Spezifikation Sicherung F21 (SPS-Vorsicherung 24 VDC)

Norm: IEC/EN 60127 - 2/2

Typ: 5x20 mm

Bezeichnung: T 5A L 250VAC

#### 6.1.2.4 Spezifikation Sicherung F22 (Motor-Vorsicherung 24 VDC)

Norm: IEC/EN 60127 - 2/2

Typ: 5x20 mm

Bezeichnung: T 5A L 250VAC

#### 6.1.2.5 Spezifikation Sicherung F23 (Motor-Logik-Vorsicherung 24 VDC)

Norm: IEC/EN 60127 - 2/2

Typ: 5x20 mm

Bezeichnung: T 1A L 250VAC

### 6.1 Technische Daten

Die technischen Daten können den mitgelieferten Datenblättern entnommen werden.

### 6.2 Entsorgung

Awite ist bereit, zur Entsorgung anstehende Geräte aus Awite-Produktion gegen eine Gebühr zurückzunehmen und zu verwerten.

## 7 Literaturverzeichnis

Lit. 1: VDI-RICHTLINIEN, Vergärung organischer Stoffe – Substratcharakterisierung, Probenahme, Stoffdatenerhebung, Gärversuche, November 2016, ICS 13.030.30, 27.190

## 8 Dokument- und Änderungshistorie

Datum	Änderung	Neuer Revisionsstand	Bearbeiter
2018-03-07	Ersterstellung Dokument	00-00	Breier/Murnleitner