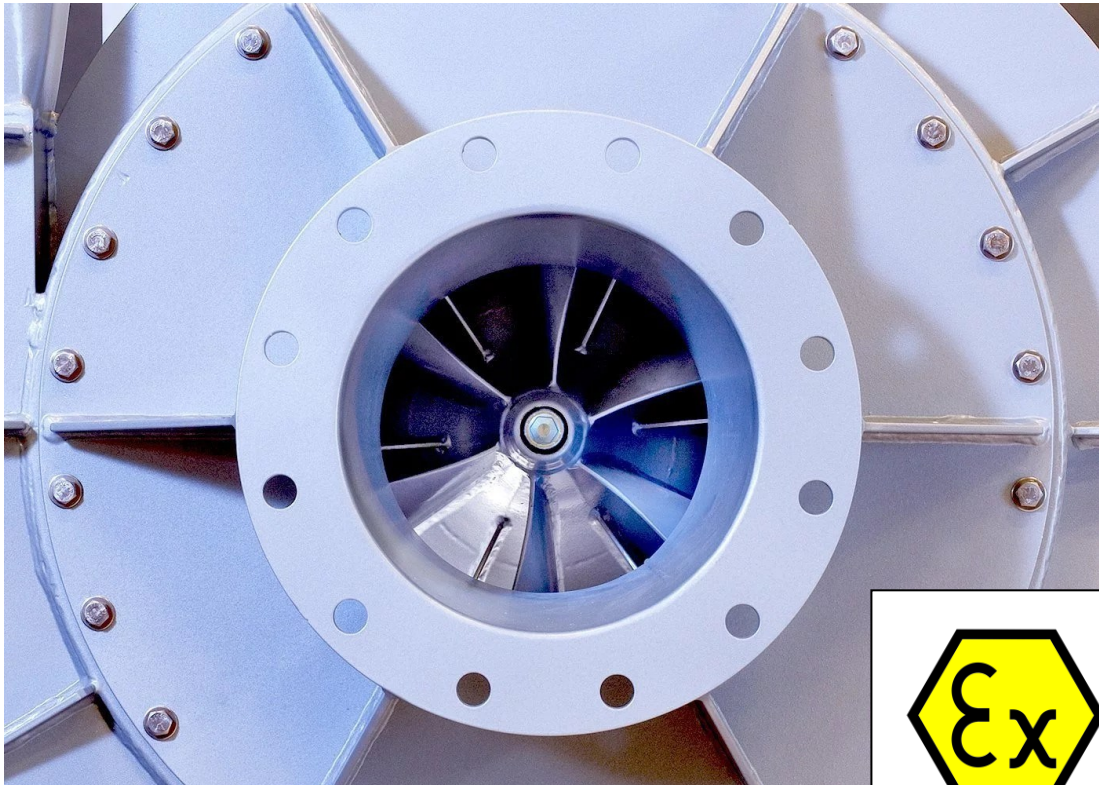


## **ATEX-Betriebsanleitung einer unvollständigen Maschine**



**Originalbetriebsanleitung in deutscher Sprache (2006/42/EG)**

### **WICHTIG!**

Die Betriebsanleitung vor Gebrauch gründlich lesen.

Die Betriebsanleitung für späteres Nachschlagen aufbewahren.

Sollten Schäden durch Installations- oder Bedienfehler auftreten haftet der Betreiber.

Die aktuelle Version der Betriebsanleitung finden Sie auf unserer Homepage.

## Ergänzende Informationen

Zielgruppe: Gewerbliche Nutzung

Stand der Betriebsanleitung: 10.2024

Version des Dokuments: 2.0

## Info



*Eine Info-Box gibt wichtige Hinweise für eine einwandfreie Funktion des Ventilators, erleichtert Ihre Arbeit oder informiert Sie über die bestimmungsgemäße Verwendung.*

## Beschreibung der Kennzeichnung von Textpassagen

Kennzeichen	Beschreibung
•	Markiert Handlungsanweisungen ohne festgelegte Reihenfolge
▪	Markiert Handlungsanweisungen innerhalb von Warnhinweisen
1)	Markiert nummerierte, serielle Handlungsanweisungen
-	Markiert die Auflistungen von Inhalten
▶	Markiert Verweise auf Elemente bzw. Abschnitte innerhalb der Betriebsanleitung oder auf Inhalte und Dokumente außerhalb der Betriebsanleitung

## Ventilatorhersteller

©mdexx fan systems GmbH

www.mdexx.com

Zeppelinstraße 30

info@mdexx.com

D-28844 Weyhe

+49 421 5125 0

## Produkt- und leistungsspezifische Daten

Die technischen Daten des Ventilators sind separat mitgelieferten Dokumenten zu entnehmen.

©mdexx fan systems GmbH

Alle Rechte vorbehalten.

Weitergabe sowie Vervielfältigung, Verbreitung und/oder Bearbeitung dieses Dokumentes, Verwertung und Mitteilung seines Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Sicherheit</b> .....	<b>1</b>
1.1	Beschreibung der Warnhinweise .....	1
1.2	Sicherheitshinweise.....	2
1.2.1	Zusätzliche Sicherheitshinweise für ATEX-Anwendung / Explosionsschutz.....	8
1.3	Qualifiziertes Personal.....	11
1.4	Schutzausrüstung.....	11
1.5	Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	11
1.6	Bestimmungswidrige Verwendung.....	12
<b>2</b>	<b>Allgemeine Beschreibung des Ventilators</b> .....	<b>13</b>
2.1	Beschreibung der Typenbezeichnung.....	13
<b>3</b>	<b>Transport und Langzeitlagerung</b> .....	<b>17</b>
3.1	Transport.....	17
3.2	Langzeitlagerung.....	19
<b>4</b>	<b>Montage</b> .....	<b>20</b>
4.1	Anziehdrehmomente.....	21
4.2	Elektrische Energieversorgung.....	22
<b>5</b>	<b>Inbetriebnahme</b> .....	<b>23</b>
5.1	Förder- und Drehrichtung prüfen.....	23
5.2	Inbetriebnahme-/Wartungsprotokoll erstellen.....	25
<b>6</b>	<b>Betrieb</b> .....	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Außerbetriebnahme</b> .....	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>Wartung</b> .....	<b>31</b>
8.1	Schwingungen.....	33
8.2	Schwingungsursachen.....	41
8.3	Schraubensicherung.....	42
8.4	Spaltprüfung zwischen Laufrad und Einströmdüse.....	43
8.5	Schmierung.....	44
8.6	Einsatz von Gummischwingungsdämpfern.....	44
8.7	Laufradreinigung/-inspektion.....	44


8.8	Wartungsplan/Wartungszyklen .....	45
8.9	Probelauf.....	46
8.9.1	Probelauf nach einer Wartung.....	46
8.10	Zusätzliche ATEX-Wartungshinweise .....	47
8.11	Korrosion .....	51
<b>9</b>	<b>Störungen.....</b>	<b>53</b>
9.1	Störungen bei ATEX-Anwendung / Explosionsschutz.....	55
<b>10</b>	<b>Entsorgung.....</b>	<b>58</b>
<b>11</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>59</b>
11.1	Normen/Sicherheitsanforderungen.....	59
11.2	Inbetriebnahme-/Wartungsprotokoll.....	60

# 1 Sicherheit

Dieses Produkt stellt im Sinne der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG eine unvollständige Maschine dar. Grundlegende Funktions-, Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen können noch nicht in vollem Umfang erfüllt werden, da bestimmte Risiken daraus herrühren, dass die Maschine noch unvollständig ist. Der Auftraggeber übernimmt die Pflicht, die branchen- und anwendungsspezifische Sicherheit herzustellen sowie die Übereinstimmung des Ventilators mit den Bestimmungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG nachzuweisen.





## 1.1 Beschreibung der Warnhinweise

Um auf Gefahren und wichtige Informationen hinzuweisen, werden in dieser Betriebsanleitung folgende Signalwörter und Symbole verwendet:





Das allgemeine **Warnsymbol**  steht in den Sicherheitshinweisen in dem unterlegten Titelfeld links neben dem **Signalwort** (GEFAHR!, WARNUNG!, VORSICHT!, ACHTUNG). Sicherheitshinweise mit dem allgemeinen Warnsymbol weisen auf Gefahr von **Personenschäden** hin.

- Befolgen Sie diese Sicherheitshinweise unbedingt, um sich vor **Verletzungen oder Tod** zu schützen! Sicherheitshinweise ohne allgemeines Warnsymbol weisen auf die Gefahr von Sachschäden hin.

**Warnsymbole** weisen in Kombination mit **Signalworten** auf den Grad der Gefährdung hin:

 <b>GEFAHR!</b>	Bezeichnet eine unmittelbar drohende Gefahr, die den Tod oder schwerste Verletzungen zur Folge haben kann, wenn die Gefahr nicht gemieden wird.
 <b>WARNUNG!</b>	Bezeichnet eine mögliche Gefahr, die den Tod oder schwerste Verletzungen zur Folge haben kann, wenn die Gefahr nicht gemieden wird.
 <b>VORSICHT!</b>	Bezeichnet eine mögliche Gefahr, die leichte / geringfügige Verletzungen oder Sachschäden zur Folge haben kann, wenn die Gefahr nicht gemieden wird.
 <b>ACHTUNG</b>	Bezeichnet eine mögliche Gefahr, die Beschädigungen des Produkts oder der Umgebung verursachen kann, wenn die Gefahr nicht gemieden wird.

## Warnzeichen gemäß DIN EN ISO 7010:2020-07

	W001 Allgemeines Warnzeichen
	W012 Warnung vor elektrischer Spannung
	W022 Warnung vor scharfem Gegenstand
	ATEX-Symbol für funkengeschützte Ventilatoren gemäß DIN EN ISO 13349

## 1.2 Sicherheitshinweise

Diese Betriebsanleitung...

- ...enthält aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht sämtliche Detailinformationen zu allen Typen des Produkts und kann auch nicht jeden denkbaren Fall der Aufstellung oder des Betriebes berücksichtigen.
  - ...enthält Anweisungen für den gesamten Produktlebenszyklus des Ventilators.
  - ...muss vor Beginn jeglicher Arbeiten am und mit dem Ventilator vollständig gelesen und verstanden worden sein.
  - ...muss strikt befolgt werden.
- ▶ Bei Fragen, die in der Betriebsanleitung nicht beantwortet werden, ist Kontakt zur mdexx fan systems GmbH aufzunehmen.
  - ▶ Ergänzende Hinweise zum sicheren Betrieb entnehmen Sie bitte dem mitgelieferten zusätzlichen Dokument: „Technische Lieferbedingungen mdexx fan systems GmbH“.



## GEFAHR!

### Lebensgefahr durch elektrische Spannung

An den elektrischen Einrichtungen des Ventilators liegen hohe Spannungen an. Diese können bei unsachgemäßem Umgang zu Tod oder schwersten Verletzungen führen.

- Arbeiten an elektrischen Einrichtungen dürfen nur von qualifizierten und autorisierten Elektrofachkräften vorgenommen werden!

Vor Beginn von Arbeiten am Ventilator sind folgende Maßnahmen durchzuführen:

- 1) Stellen Sie Spannungsfreiheit fest.
- 2) Sichern Sie gegen Wiedereinschalten.
- 3) Prüfen Sie auf Spannungsfreiheit.
- 4) Öffnen Sie den Motoranschlusskasten nur nach Feststellung der Spannungsfreiheit.
- 5) Erden und kurzschließen.
- 6) Decken oder schränken Sie benachbarte, unter Spannung stehende Teile ab.
- 7) Prüfen Sie vor der Benutzung sämtliche Kabel auf Beschädigungen.
- 8) Heben Sie nach Abschluss der Arbeiten die getroffenen Maßnahmen in umgekehrter Reihenfolge wieder auf.

### Weitere Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag gemäß VDE 0100-410

#### Schutzvorkehrung für den Basisschutz

Sie verhindert das direkte Berühren unter Spannung stehender (aktiver) Teile der elektrischen Anlagen, z. B. durch Isolierung

(+)

#### Schutzvorkehrung für den Fehlerschutz

Er bietet einen gewissen zusätzlichen Schutz beim Versagen der Schutzvorkehrung für den Basisschutz und/oder

- beim Versagen der Schutzvorkehrung für den Fehlerschutz oder
- Bei Sorglosigkeit des Benutzers der elektrischen Anlage oder
- bei besonderer Personengefährdung durch spezielle Bedingungen von äußeren Einflüssen, z. B. durch den Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit  $I \leq 30$  mA.

(+)

#### Schutzvorkehrung für den Fehlerschutz

Sie verhindert, dass im Fehlerfalle eine gefährliche Berührungsspannung auftritt bzw. bestehen bleiben kann, z. B. durch Abschaltung der Stromversorgung.

### Schutzmaßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag nach VDE 0100-410

Abschnitt 411: automatische Abschaltung der Stromversorgung

Abschnitt 412: doppelte oder verstärkte Isolierung

Abschnitt 413: Schutztrennung

Abschnitt 414: Kleinspannung SELV oder PELV

Quelle: Konzept des Schutzes von Personen nach DIN VDE 0100-410 | DKE



## GEFAHR!

### Verletzungsgefahr bei fehlenden Schutzeinrichtungen

Fehlende Schutzeinrichtungen können Schneidgefahr, Quetschgefahr und Stromschläge verursachen. Dies kann zu Tod, schweren Verletzungen oder erheblichem Sachschaden führen.

- Betreiben Sie den Ventilator nur mit geeigneten Schutzeinrichtungen.
- Öffnen oder entfernen Sie Abdeckungen nicht während des Betriebs.
- Halten Sie beim Einbau des Berührungsschutzes die gültigen Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften ein.
- Stellen Sie den Schutz gegen Berührung im Betrieb durch die Anlagenkonstruktion sicher.
- Rüsten Sie Ventilatoren vor Betrieb mit einem den Bestimmungen entsprechenden Berührungsschutz aus (siehe DIN EN ISO 13857).



## GEFAHR!

### Verletzungsgefahr durch zusätzliche Lasten

Nichtbeachtung kann zu Verformungen und Zerstörung des Ventilators führen, was schwere Verletzungen und Sachbeschädigungen nach sich ziehen kann.

Der Ventilator darf keinen zusätzlichen Lasten durch weitere Produkte ausgesetzt werden.

- Vermeiden Sie das Hinzufügen von zusätzlichen Lasten auf den Ventilator.
- Stellen Sie sicher, dass der Ventilator nur für die vorgesehenen Anwendungen genutzt wird.
- Überprüfen Sie vor jeder Inbetriebnahme die Belastungssituation des Ventilators, um Schäden zu vermeiden.





## **GEFAHR!**

### **Berstgefahr bei unzulässigen Vibrationen durch externe Einflüsse**

Tod, schwere Verletzungen, oder erhebliche Sachschäden können die Folge sein.

- Weil externe Einflüsse, zum Beispiel durch den Einsatz drehzahl geregelter Antriebe, nicht im Verantwortungsbereich der Firma mdexx fan systems GmbH liegen, sind vom Anlagenbauer geeignete Maßnahmen zum Schutz gegen Resonanzen vorzusehen. Ein Betrieb in Resonanzen ist grundsätzlich nicht gestattet.

In diesem Zusammenhang sind die Empfehlungen der E DIN EN 17170 in Verbindung mit der ISO 14694 zu beachten. Vermieden wird ein Bruch von Ventilatorlaufrädern gemäß der oben genannten Norm am wahrscheinlichsten durch die Abschaltung des Hauptmotors mittels Vibrationsüberwachung.

- Die Notwendigkeit dieser Sicherheitsmaßnahmen oder andere Überwachungsmechanismen sind vom Anlagenbauer oder dem Endbetreiber für den jeweiligen Einsatzfall zu prüfen und gegebenenfalls umzusetzen.



## **WARNUNG!**

### **Verletzungsgefahr bei unzureichender Qualifikation des Personals**

Unsachgemäßer Umgang mit dem Ventilator kann schwere oder sogar tödliche Verletzungen zur Folge haben.

- Der Anlagenbetreiber ist für die Überprüfung der Qualifikationen des Personals verantwortlich.
- Führen Sie alle Arbeiten wie Transport, Installation, Inbetriebnahme, Außerbetriebnahme, Instandhaltung oder Entsorgung an und mit dem Ventilator nur mit geschultem, qualifiziertem und zuverlässigem Fachpersonal durch.
- Lesen und verstehen Sie diese Betriebsanleitung vollständig, bevor Sie jegliche Arbeiten mit oder an dem Ventilator beginnen. Halten Sie sich strikt an alle Vorgaben.



### **VORSICHT!**

#### **Verletzungsgefahr durch eine störungsbedingte unkontrollierte Kettenreaktion**

Verletzungen und Sachschäden können die Folge einer unkontrollierten Kettenreaktion sein.

Reparaturen am Laufrad durch den Betreiber sind nicht gestattet. Unsachgemäße Reparaturen können eine Kettenreaktion an Störungen und Beschädigungen auslösen.

- Führen Sie nicht eigenständig Reparaturen am Ventilator durch.
- Kontaktieren Sie bei Beschädigungen am Ventilator die mdexx fan systems GmbH.



### **VORSICHT!**

#### **Verletzungsgefahr durch fehlerhafte Inbetriebnahme und Probeläufe des Ventilators**

Verletzungen und Sachschäden können die Folge von fehlerhaften Inbetriebnahmen und Probeläufen sein.

- Führen Sie keinesfalls Inbetriebnahmen/Probeläufe an ungesicherten Ventilatoren durch.
- Führen Sie Inbetriebnahmen und Probeläufe nur unter Verwendung geeigneter Schutzvorkehrungen durch.
- Stellen Sie sicher, dass der Ventilator nicht in Betrieb geht, wenn Sie Tätigkeiten im Werkstattbereich oder an vollständigen Anlagen durchführen, bei denen die Sicherheit aufgrund von Wartungs- oder Inbetriebsetzungsarbeiten vorübergehend außer Kraft gesetzt wurde.

**ACHTUNG****Gefahr von Zerstörung des Flügelrads durch Betrieb im instabilen Bereich**

Wird ein Ventilator über längere Zeit im instabilen Bereich der Kennlinie betrieben, so kann – je nach Konstruktion – das Flügelrad beschädigt, oder sogar zerstört werden.

- Stellen Sie sicher, dass das Flügelrad frei angeströmt werden kann.
- Halten Sie in axialer Richtung einen Freiraum von mindestens 1 x Flügelrad- bzw. Laufraddurchmesser ein.
- Montieren Sie am Ventilatoreintritt eine Einströmdüse oder einen zylindrischen Luftkanal mit einer Länge von mindestens einem Flügelrad- bzw. Laufraddurchmesser.
- Betreiben Sie Ventilatoren nur im stabilen Bereich ihrer Kennlinie. Ergreifen Sie bei Unsicherheit geeignete Maßnahmen wie Volumenstrom- oder Schwingungsüberwachung.
- Wenn das Ventilatorgehäuse eine integrierte Einströmdüse hat, müssen Sie keine zusätzliche Einströmdüse montieren. Dieses ist Voraussetzung, um die volle Förderleistung zu erreichen und Vibrationen durch ungleichmäßige Zuströmung zu vermeiden.

**ACHTUNG****Gefahr von Beschädigungen durch Ansaugen von Fremdstoffen**

Wenn es zum Ansaugen von Fremdstoffen kommt, können Beschädigungen des Lüfters oder eine Unwucht die Folge sein

- Achten Sie auf Anzeichen wie laute Geräusche und starke Vibrationen.
- Überprüfen Sie das Laufrad regelmäßig auf Risse.
- Stellen Sie sicher, dass der Bereich um den Lüfter frei von Fremdstoffen bleibt.

## 1.2.1 Zusätzliche Sicherheitshinweise für ATEX-Anwendung / Explosionsschutz



Die nachfolgenden Erläuterungen gelten nur für Ventilatoren, die eine gesonderte ATEX-Zertifizierung besitzen.



### GEFAHR!

#### Deformation der Einströmdüse

Deformation der feststehenden Einströmdüse oder des drehenden Laufrads kann zu erhöhter Erwärmung und zum Bruch des Laufrads führen. Dies kann zu lebensgefährlichen Verletzungen und schweren Sachschäden führen.

Die nach EN ISO 80079-36 geforderte Stoßprüfung konnte nicht durchgeführt werden, ohne das Material der dünnen Einströmdüse massiv zu verformen. Die Konsequenz wäre die Entstehung von Reibungswärme, was gemäß der Zündgefahrenbewertung eine mögliche Zündquelle darstellt.

- Stellen Sie vor der Inbetriebnahme sicher, dass die Einströmdüse nicht deformiert ist.
- Stellen Sie sicher, dass ein ausreichender Spalt zwischen der Einströmdüse und dem Laufrad vorhanden ist.
- Ergreifen Sie zusätzliche Schutzmaßnahmen, um Verformungen zu verhindern.

#### Kennzeichnungsbeispiel für den „nichtelektrischen Teil“ nach ATEX:

CE  II 2 G Ex h IIB+H<sub>2</sub> T4 Gb X



= Ex-Zeichen zur Vermeidung von Explosionen

II = Gerätegruppe

2 = Schutzkategorie 2 (Gerätegruppe)

G = Gas / D = Dust. (Staub)

Ex h = Zündschutzart für die Ventilatorenkomponente (ohne Motor)

IIB+H<sub>2</sub> = Explosionsgruppe II B der geförderten Stoffe

T4 = Temperaturklasse = 135 °C max. Oberflächentemperatur aller Bauteile

Gb = Geräteschutzniveau / Equipment Protection Level

X = besondere Bedingungen, die der Betreiber für den sicheren Betrieb zu berücksichtigen hat

**Erläuterungen zur Zündschutzart „Ex h“:** konstruktive Sicherheit „c“ wie in DIN EN ISO 80079-37 beschrieben.

### **Erläuterung zu „X“ (besondere Bedingungen):**

Für den nichtelektrischen Teil (= Ventilator, ohne Motor) gilt eine erweiterte Temperaturgrenze der Umgebungsbedingungen von -20 °C bis +60 °C.

- **Der Betreiber hat sicherzustellen**, dass die Einströmdüse, vor dem rotierenden Laufrad nicht durch Schläge, oder Stöße beschädigt, oder deformiert wird. In diesen Fällen wäre ein Kontakt zwischen dem stillstehenden und dem rotierenden Bauteil möglich.

Denkbar wäre eine Sicherungsmaßnahme durch ein Schutzgitter, ein besonderes Schutzgehäuse, oder alternative Berührungsschutzvarianten. Für die Gesamtbaugruppe hat der Betreiber gesonderte Sicherheitshinweise zu prüfen und gegebenenfalls zu ergänzen. Eine Schlagfestigkeitsprüfung, wie sie nach DIN EN ISO 80076-36:2016-12, Kapitel 8.3.1 gefordert wird, ist für die dünnen Wandungen der Einströmdüse und des Laufrades nicht möglich.

- **Der Betreiber hat sicherzustellen**, dass eine Wärmestrahlung, zum Beispiel einer heißen Rohrleitung, oder eines benachbarten Gerätes (also von Wärmequellen ohne direkte Anbindung), bei der Ermittlung der maximalen Umgebungstemperatur am Einbauort des Ex-Gerätes berücksichtigt wird.
- **Der Betreiber hat sicherzustellen**, dass die maximale Oberflächentemperatur eingehalten wird, wenn die Temperaturerhöhung nicht nur vom Ex-Gerät selbst, sondern von den inneren bzw. direkt angeschlossenen Betriebsbedingungen abhängig ist (Zum Beispiel Temperaturerhöhungen von Prozessgasen).

### **Grenzen des Einsatzgebietes für diesen Prozessluftventilator**

- Dieses Gerät ist nicht für die Verwendung in Bergbau-/Übertage-/Untertagebetrieben zugelassen und nicht für staubexplosionsgefährdete Bereiche.
- Das Produkt ist ausschließlich für gasförmige Fördermedien konzipiert.
- Die Explosionsgruppe ist auf IIB begrenzt, jedoch um H<sub>2</sub> aus der Gasgruppe IIC erweitert. Eine generelle Gaserweiterung auf Gase der Gruppe IIC, insbesondere Acetylen, oder Kohlendisulfid aus der Gruppe IIC sind untersagt.
- Die maximale Oberflächentemperatur ist auf T<sub>4</sub> = 135 °C limitiert. Dieser Wert enthält neben der tatsächlich gemessenen Temperatur alle Si-

cherheitszuschläge und Toleranzen aus Messsystem und Messumgebung sowie alle weiteren Einflussgrößen, die aus dem Prozess zu berücksichtigen sind.

- Durch starke Umweltverschmutzung und Umweltkorrosivität kann es zu Zündgefahren durch aluminothermische Reaktionen wie etwa einer Thermitreaktion kommen. Derartige Reaktionen müssen durch regelmäßige Reinigung und Wartung verhindert werden.

## 1.3 Qualifiziertes Personal

Qualifiziertes Personal sind Personen, die aufgrund ihrer Ausbildung, Erfahrung und Unterweisung sowie ihrer Kenntnisse über einschlägige Normen, Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften und Betriebsverhältnisse, von dem für die Sicherheit der Komponente oder des Systems Verantwortlichen berechtigt worden sind, die jeweils erforderlichen Tätigkeiten auszuführen und dabei mögliche Gefahren erkennen und vermeiden können (Definition für Fachkräfte siehe auch IEC 364).

Unter anderem sind auch Kenntnisse in Erste-Hilfe-Maßnahmen und über die örtlichen Rettungseinrichtungen erforderlich.

## 1.4 Schutzausrüstung

Folgende Schutzausrüstungen sind für die Tätigkeiten mit und am Ventilator erforderlich:

- Schutzhandschuhe
- Sicherheitsschuhe S3
- Schutzbrille
- Anliegende Arbeitskleidung
- Gehörschutz



### **Bei sämtlichen Arbeiten am Ventilator gilt:**

- Beachten Sie den ESD-Schutz gemäß DIN EN 61340.
- Führen Sie keine Schweißarbeiten am Ventilator durch.

## 1.5 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

- Der Ventilator darf ausschließlich zur Förderung von Prozessluft unter den gemäß der vereinbarten Spezifikation vorgesehenen Umgebungsbedingungen verwendet werden.
- Der Ventilator ist zum weiteren Einbau in kundenseitige Maschinen vorgesehen.
- Der Ventilator darf ausschließlich in industriellen Bereichen verwendet werden.

Zum bestimmungsgemäßen Gebrauch gehört weiterhin:

- Ein fachlich richtiger und qualifizierter Umgang mit dem Ventilator, inkl. regelmäßiger Wartung.

- Das Betreiben des Ventilators unter Berücksichtigung der Sicherheitsvorschriften.
- Geeignete Transport- und Lagerbedingungen.

Andere Verwendungen gelten als nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch und stellen einen Missbrauch des Ventilators dar.

## **1.6 Bestimmungswidrige Verwendung**

Zu bestimmungswidrigen Verwendungen zählen unter anderem:

- Einsatzbedingungen, die nicht den vereinbarten Spezifikationsvorgaben des Datenblattes entsprechen.
- Das Fördern von Medien, die abrasive Partikel oder korrosive Bestandteile enthalten.
- Das Fördern von stark staubhaltiger Luft.
- Betrieb mit Schmutzablagerungen am Laufrad, die zu Unwuchten führen könnten.
- Der Betrieb innerhalb von oder an explosionsgefährdeten Bereichen, es sei denn, der Ventilator wurde mit dem Gesamtgerät einer Konformitätsbewertung unabhängig von der mdexx fan systems GmbH unterzogen, oder wurde ausdrücklich als ATEX-Ventilator freigegeben.
- Der Betrieb bei demontierten oder manipulierten Sicherheitsvorrichtungen oder nicht genehmigte Anbauten, die die Sicherheitsmaßnahmen umgehen.
- Missachtung der Qualitätssicherungsmaßnahmen.

Bei bestimmungswidriger Verwendung oder Änderungen am Ventilator können weder Mängel- oder Haftungsansprüche noch sonstige Folgekosten geltend gemacht werden.



## 2 Allgemeine Beschreibung des Ventilators

Ventilatoren der mdexx fan systems GmbH werden kundenspezifisch und individuell entwickelt, um für unterschiedlichste Anwendungen wie Schienenfahrzeuge, Kompressoren, Leistungstransformatoren, Windkraftanlagen, Autowaschanlagen, industrielle Trocknungssysteme und viele andere Bereiche maßgeschneiderte Lösungen mit einem bestmöglichen Wirkungsgrad zu erzielen. Als Basis dienen hierfür diverse Grundtypen, welche nach einem Typenschlüssel generiert werden. Die allgemeine Beschreibung bezieht sich deshalb auf die wesentlichen Positionen der Ventilatorentypen. Die Terminologie und Klassifizierung für Ventilatoren folgt der EN ISO 13349:2010.

Der Ventilator wird als Einheit komplett mit Motor ausgeliefert.

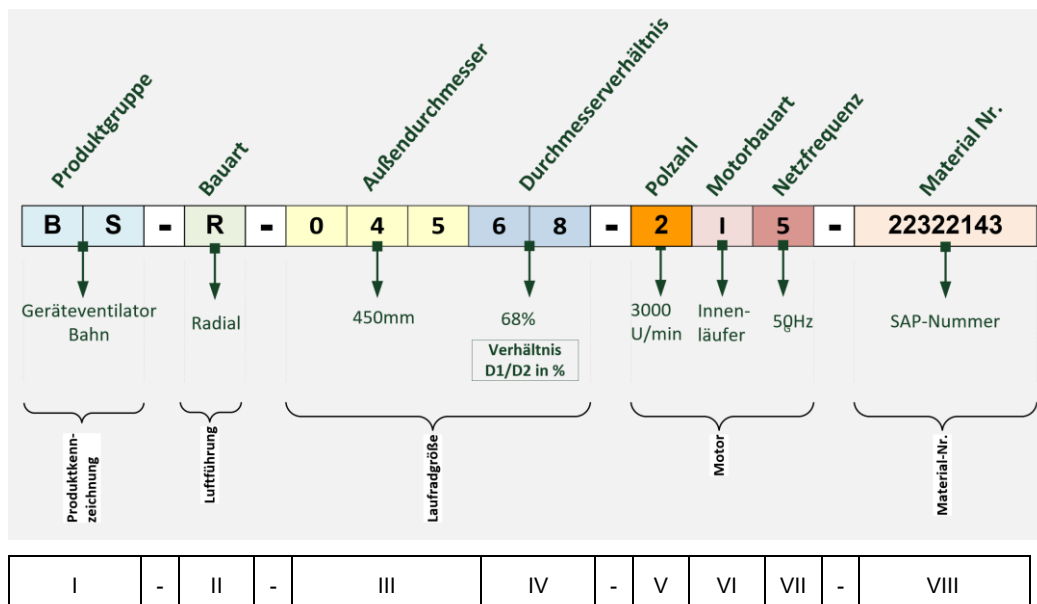
Eine Qualitätssicherung nach DIN ISO 9001 gewährleistet eine gleichbleibende Fertigungsqualität.

### 2.1 Beschreibung der Typenbezeichnung



Die Typenbezeichnung befindet sich auf dem Typenschild der Maschine

Beschreibung der TSN (Typen-Schlüssel-Nummer)



Die römischen Zahlen I – VIII bezeichnen die verschiedenen Bereiche der TSN. In den folgenden Abschnitten finden Sie die Aufschlüsselung der einzelnen Bereiche.

## I. Produktgruppe

Die Produktgruppe beschreibt den vorgesehenen Einsatzbereich des Ventilators. Dieser wird durch eine Buchstabenkombination definiert.

BS	Bahntechnik
CS	Chemieindustrie (Safe Area)
CX	Chemieindustrie (ATEX-konformer Ventilator mit ATEX-zertifiziertem Motor)
Cy	Chemieindustrie (Ventilator ohne ATEX-Konformitätserklärung für den nicht-elektrischen Teil. Endkunde hat die Gesamtkonformitätsbetrachtung für den Einsatz in einem Ex-Bereich in eigener Verantwortung vorzunehmen.)
FS	Lebensmitteltechnik (Food)
HS	Holztrocknung
IS	Industrie (Safe Area)
IX	Industrie (ATEX-konformer Ventilator mit ATEX-zertifiziertem Motor)
IY	Industrie (Ventilator ohne ATEX-Konformitätserklärung für den nichtelektrischen Teil. Endkunde hat die Gesamtkonformitätsbetrachtung für den Einsatz in einem Ex-Bereich in eigener Verantwortung vorzunehmen.)
KS	Kompressortechnik (Safe Area)
KX	Kompressortechnik (ATEX-konformer Ventilator mit ATEX-zertifiziertem Motor)
KY	Kompressortechnik (Ventilator ohne ATEX-Konformitätserklärung für den nichtelektrischen Teil. Endkunde hat die Gesamtkonformitätsbetrachtung für den Einsatz in einem Ex-Bereich in eigener Verantwortung vorzunehmen.)
LS	Lohnfertigung
MS	Medizintechnik
SS	Spinntechnik
TS	Transformatorkühlung (Safe Area)
TX	Transformatorkühlung (ATEX-konformer Ventilator mit ATEX-zertifiziertem Motor)
TY	Transformatortechnik (Ventilator ohne ATEX-Konformitätserklärung für den nichtelektrischen Teil. Endkunde hat die Gesamtkonformitätsbetrachtung für den Einsatz in einem Ex-Bereich in eigener Verantwortung vorzunehmen.)
WS	Wäschereitechnik

## II. Bauart

R	Radial
A	Axial
D	Diagonal
Q	Querstrom
E	Ersatzteil für Ventilator (z. B. Motor oder Laufrad)

Die Durchströmungsrichtung bestimmt die Bauart des Ventilators.

R = Radial	A = Axial	D = Diagonal / bzw. Halbaxial	Q = Querstrom

Prinzipskizzen gemäß EN ISO 13349:2010

**III. Durchmesser des Laufrades**

Wird an den angegebenen 3 Ziffern eine „0“ ergänzt, erhält man den Rotationsdurchmesser des durchströmten Laufrades in mm.

**IV. Durchmesserverhältnis**

Die folgenden zwei Ziffern bilden das Verhältnis zwischen innerem Saugmunddurchmesser und Außendurchmesser (Radiallaufräder) bzw. Nabendurchmesser und Schaufelkantendurchmesser (Axiallaufräder).

D1 = Saugmunddurchmesser  
D2 = Außendurchmesser

D1 = Nabendurchmesser  
D2 = Schaufelkantendurchmesser

Beispiel: Außendurchmesser x 68%/100 = Saugmunddurchmesser

**V. Polzahl**

Die Ziffer an der Position „V“ steht für die Polzahl und damit für die maximale Drehzahl des Asynchronmotors.

Polzahl	Netzfrequenz in Hz	max. Drehzahl in U/min
4	50 Hz	1500 U/min
4	60 Hz	1800 U/min
2	50 Hz	3000 U/min
2	60 Hz	3600 U/min

## **VI. Motorbauart**

Bei einem Innenläufer ist der Stator fest mit dem äußeren Motorengehäuse verbunden. Bei einem Außenläufer befindet sich der Stator im Inneren des Motors. Das Motorgehäuse mit schalenförmigen Magneten ist der Stator.

I = Innenläufermotor

A = Außenläufer

E = elektrisch kommutierte Motoren (EC-Motoren)

## **VII. Netzfrequenz**

Die Netzfrequenz von 50 Hz wird durch eine „5“ beschrieben.

Die Netzfrequenz von 60 Hz wird durch eine „6“ beschrieben.

## **VIII. SAP-Materialnummer**

Am Ende der Typen-Schlüssel-Nummer folgt die interne Materialnummer, die für jeden neuen Ventilator typ individuell als fortlaufende Nummer automatisiert vom SAP-System vergeben wird. Mit dieser Nummer ist jeder Ventilator eindeutig spezifiziert.

## 3 Transport und Langzeitlagerung



### Umgebungsbedingungen bei Transport und Lagerung der Ventilatoren

Erlaubter Temperaturbereich: -20 °C bis +40 °C

- Transportieren und lagern Sie den Ventilator nur unter trockenen Umgebungsbedingungen.
- Setzen Sie den Ventilator während der Lagerung und dem Transport weder einer staubhaltigen Atmosphäre noch direktem Sonnenlicht aus.

### 3.1 Transport



#### GEFAHR!

#### Lebensgefahr und Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Ladungs- und Transportsicherungsmaßnahmen

Durch das Kippen und Herabfallen von Lasten kann es zu schweren bis hin zu tödlichen Verletzungen kommen. Auch ein ungleichmäßiges Anheben von Lasten kann zu einem unkontrollierten Ladevorgang führen.

Beim Anheben des Ventilators kann der Ventilator entsprechend seiner Schwerpunktlage plötzlich kippen. Hier besteht die Gefahr, dass sich Personen stoßen oder klemmen können.

Sind nicht alle Transportflaschen am Hebevorgang beteiligt, kann dies zu einer Überlastung am Hebepunkt führen.

- Halten Sie sich keinesfalls unter schwebenden Lasten auf!
- Stellen Sie sicher, dass die Tragfähigkeit der Hebezeuge und Lastaufnahmemittel mindestens dem Gewicht des Ventilators entspricht.
- Belasten Sie die Anschlagpunkte zum Anheben gleichmäßig mit vertikalen Zugkräften.
- Heben Sie den Ventilator ausschließlich an den dafür vorgesehenen und gekennzeichneten Hebepunkten an.
- Beachten Sie die Ladungs- und Transportsicherungsmaßnahmen der Berufsgenossenschaften.

- Überprüfen Sie bei Wareneingang die Sendung unverzüglich auf Vollständigkeit gemäß Bestellumfang und Lieferschein sowie auf Unversehrtheit.

- Informieren Sie den Transportunternehmer und nehmen Sie eine Schadensmeldung vor, falls Schäden am Gehäuse oder am Laufrad festgestellt werden.
- Beachten Sie die Tragfähigkeit des verwendeten Flurfahrzeugs. Die Tragfähigkeit muss das Gewicht des transportierten Gegenstands übertreffen.
- Achten Sie unbedingt auf den Schwerpunkt des Ventilators, um ungewolltes Kippen zu verhindern.

**WARNUNG!****Verletzungsgefahr durch unsachgemäßes Handling des Ventilators**

Folge von Nichtbeachtung können schwere Verletzungen sein.

Durch Kippen oder Herabfallen des Ventilators kann es unter anderem zu Schnitten, Quetschungen und Knochenbrüchen kommen.

Scharfe Kanten des Ventilators können Schnittverletzungen verursachen.

Das Heben schwerer Lasten von Hand kann zu Verletzungen führen.

- Tragen Sie beim Transport des Ventilators stets persönliche Schutzausrüstung.
- Verwenden Sie geeignete Hilfsmittel zum Heben schwerer Lasten.
- ▶ Siehe dafür [Kapitel „Schutzausrüstung“](#)

Je nach Ventilatorotyp erfolgt der Transport beim Kunden auf unterschiedliche Arten: Wird der Transport von Hand getätigt, so müssen die oben genannten Gewichtsbeschränkungen eingehalten werden.

Bitte achten Sie bei der Zuhilfenahme eines Krans auf die hierfür gesondert gekennzeichneten Anschlagpunkte.



Hebeösen am Motor, Ösen am Gehäuse, an der Motorkonsole, oder eine Umschlingung des Ventilatorengehäuses eignen sich als Anschlagpunkte zum Heben des Ventilators.

- Immer alle verfügbaren markierten Trageösen verwenden, um Beschädigungen des Ventilators zu vermeiden.
- Auf keinen Fall den Ventilator nur am Laufrad oder Motor anheben oder Last auf das Laufrad aufbringen.
- Falls Lackschäden durch den Transport festgestellt werden, sollten Sie diese mit einem passenden Lackstift ausbessern.
- ▶ Den Farbcode des Lacks entnehmen Sie bitte der Auftragsbestätigung.



### **ACHTUNG**

**Stöße gegen das Laufrad können zu Sachbeschädigung führen.**

Sachschäden können die Folge von Nichtbeachtung des Hinweises sein.

Während der Entladung des Ventilators oder dem weiteren innerbetrieblichen Transport muss unbedingt darauf geachtet werden, dass Stöße gegen das Laufrad oder das Gehäuse vermieden werden.

- Verwenden Sie Schlingen für die Entladung so, dass sie keinen Kontakt zum Laufrad haben, um eine Deformation und eine daraus folgende Unwucht des Laufrades zu verhindern.

## 3.2 Langzeitlagerung

- Verschließen Sie die Ansaug- und Ausblasöffnungen luftdicht.

Für eine Einlagerung empfehlen wir, den Ventilator in der Position der Anlieferung zu lagern. Diese entnehmen Sie bitte den ventilatorspezifischen Angaben.

Damit durch Einlagerungen für Zeiträume von mehr als 4 Jahren bei günstigen Lagerbedingungen (d.h. Aufbewahrung in trockenen, staub- und erschütterungsfreien Räumen bei Zimmertemperatur) keine Lagerschäden entstehen, ist eine regelmäßige Inbetriebnahme (mindestens 30 Minuten Laufzeit alle 6 Monate) durchzuführen.

## 4 Montage



### GEFAHR!

#### Verletzungsgefahr durch unsachgemäßen Umgang mit dem Ventilator

Schwere oder sogar tödliche Verletzungen können die Folge von unsachgemäßem Umgang mit dem Ventilator sein.

- ▶ Arbeiten am Ventilator erst durchführen, nachdem sämtliche Sicherheitshinweise im [Kapitel „Sicherheit“](#) gelesen und verstanden wurden.



### GEFAHR!

#### Lebensgefahr durch elektrische Spannung

Bei Beschädigung der Kabel oder der Elektrokomponenten können Fehlerströme Tod oder schwerste Personenschäden verursachen.

- Installieren Sie den Ventilator so, dass keine Beschädigungen der elektrischen Einrichtungen durch äußere Einwirkungen möglich sind. Insbesondere müssen die Zuleitungen, beispielsweise durch Kabelkanäle oder Ähnliches, sicher verlegt werden.



### WARNUNG!

#### Verletzungsgefahr durch fehlerhafte Aufstellung oder Anbindung an ein Maschinengehäuse

Halten sich Personen in der Nähe einer fehlerhaft aufgestellten Maschine auf, können schwere und sogar tödliche Verletzungen die Folge sein.

Erhöhte Schwingungen, starke Geräusentwicklung, Lagerschäden und der Berstfall des Laufrades können die Folge sein.

- Stellen Sie sicher, dass jede Aufstellung, die von den Angaben und Anweisungen dieses Kapitels abweicht, mit der mdexx fan systems GmbH abgesprochen wird, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

- Montieren Sie den Ventilator spannungsfrei. Die Aufstellung muss auf einer ebenen Auflage erfolgen (Ebenheit <1 mm).
- Der System- oder Anlagenhersteller ist dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass die anlagenbezogenen Einbau- und Sicherheitshinweise den geltenden Normen und Vorschriften entsprechen, insbesondere den DIN EN ISO 12100 und 13857.



- Die Einbaulage des Ventilators richtet sich nach der Vereinbarung in der Bestellung. Der Ventilator darf nur in der Lage bzw. den Lagen betrieben werden, für die er bestellt wurde.

## 4.1 Anziehdrehmomente



*Der Anlagenbetreiber hat sicherzustellen, dass der Ventilator mit den richtig dimensionierten Schrauben und den zugehörigen Anziehdrehmomenten montiert wird.*

Soweit keine anderen Werte vorhanden sind, gelten die nachfolgenden Tabellen. Bei nichtelektrischen Anschlüssen wird von der Festigkeitsklasse 8.8 nach DIN 25201 ausgegangen. Weiterhin gelten die nachstehenden Anzugsmomente aus der DIN EN ISO 898-1 ohne Verwendung von Schmiermitteln. Die Zugabe von Schmiermitteln verändert die Reibzahl erheblich und führt zu unbestimmten Anziehdrehmomenten.

Bei nichtrostenden Schraubverbindungen (A2-70 / A4-70 können einzelne Gewindegänge (ca. 5) leicht mit Kupferpaste bestrichen werden, um das Fressen von Schraubverbindungen zu vermeiden. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Schraubenkopfauflage und Mutteraufgabe frei von Schmiermittel bleiben. Insbesondere bei nichtrostenden Schraubverbindungen dürfen keine Schlag-schrauber zum Einsatz kommen, weil die erhöhte Reibwärme zum Fressen der Schraube führen kann.

### Anziehdrehmomente nach VDI2230 Stahlschrauben 8.8 bei $\mu=0,14$

Gewinde	[Nm]
M4	4
M5	7
M6	12
M8	28
M10	54
M12	93
M16	230

### Anziehdrehmomente nach Reyher Edelstahl, A2 und A4-70

Gewinde	[Nm]
M4	2
M5	4
M6	7
M8	17
M10	33
M12	56
M16	136

## 4.2 Elektrische Energieversorgung



*Der elektrische Anschluss ist folgendermaßen auszuführen:*

- *Gemäß den entsprechenden VDE- bzw. nationalen Vorschriften des jeweiligen Einsatzortes.*
- *Gemäß den jeweils geltenden nationalen, örtlichen und anlage-spezifischen Bestimmungen und Erfordernissen.*
- *Gemäß den für den Aufstellungsort geltenden Vorschriften des Versorgungsunternehmens.*




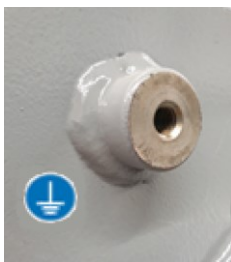
- *Beachten Sie die Angaben auf dem Leistungsschild.*

*Die Bedingungen am Einsatzort müssen mit den Angaben auf dem Leistungsschild unbedingt übereinstimmen.*

Kabelverschraubungen und Schutzerdung müssen an den Klemmkasten angebracht werden, sofern sie nicht bereits vorinstalliert sind.

### Gehen Sie dabei folgendermaßen vor:

- Wählen Sie jeweils eine Kabelverschraubung aus, die für den Leitungsdurchmesser geeignet ist.
- Setzen Sie diese Kabelverschraubung in die Öffnung des Klemmenkastens ein und verwenden Sie bei Bedarf ein Reduzierstück.
- Kabelverschraubung so anschrauben, dass keine Feuchtigkeit, Schmutz usw. in den Klemmenkasten eindringen kann. Nehmen Sie den Anschluss sowie die Anordnung der Klemmleiste gemäß dem Schaltbild im Klemmenkasten vor.
- Schließen Sie den Schutzleiter  an die Klemme mit diesem Symbol an:



M005

*Vor Benutzung Erden!*

*(Beispielhafte Darstellung für einen Erdungsanschluss)*

## 5 Inbetriebnahme



### WARNUNG!

#### Verletzungsgefahr durch unsachgemäßen Umgang mit dem Ventilator während der Inbetriebnahme

Schwere oder sogar tödliche Verletzungen können die Folge von unsachgemäßem Umgang mit dem Ventilator während der Inbetriebnahme sein.

- ▶ Lesen Sie vor der Inbetriebnahme des Ventilators die Sicherheitshinweise und schließen Sie mögliche Gefährdungen aus. Arbeiten am oder mit dem Ventilator dürfen sonst nicht durchgeführt werden.

- Prüfen die vor der Inbetriebnahme gründlich, ob der Ventilator ordnungsgemäß installiert wurde und ob er für den sicheren Betrieb bereit ist.

Vor der Inbetriebnahme sind der Motor, das Laufrad und das Gehäuse auf äußere Beschädigungen zu überprüfen. Sind Beschädigungen vorhanden, darf der Ventilator nicht in Betrieb genommen werden. Es ist im Falle einer Beschädigung nicht auszuschließen, dass die Beschädigung den Wuchtzustand des Laufrades verändert hat.

- ▶ Für Arbeiten an elektrischen Maschinen siehe auch die Gefahrenhinweise aus dem [Kapitel „Sicherheitshinweise“](#).

Werkseitige Einstellungen könnten sich beispielsweise durch unsachgemäßen Transport bis zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme durch den Transport, der Montage, oder auch aus anderen Gründen verändert haben.

- ▶ Beachten Sie in diesem Zusammenhang die korrekten Spalteinstellungen und die Hinweise im [Kapitel „Spaltprüfung zwischen Laufrad und Einströmdüse“](#)

### 5.1 Förder- und Drehrichtung prüfen



### WARNUNG!

#### Verletzungsgefahr durch Betrieb entgegen der vorgesehenen Drehrichtung

Schwere oder sogar tödliche Verletzungen können die Folge vom Betrieb des Ventilators in falscher Drehrichtung sein.

Eine falsche Drehrichtung kann die Zerstörung des Laufrades zur Folge haben.

- Stellen Sie sicher, dass Sie den Ventilator ausschließlich in der vorgesehenen Drehrichtung betreiben.



*Für Radialventilatoren gilt:*

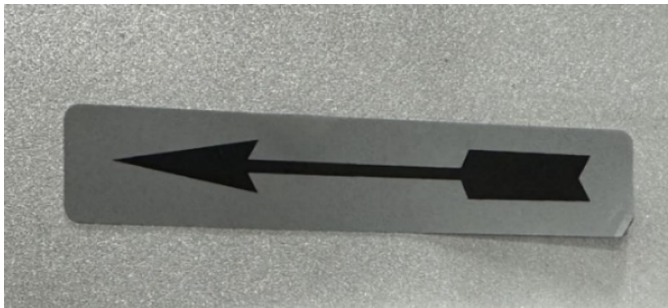
*Der Ventilator saugt axial an und bläst radial aus.*

*Für Axialventilatoren gilt:*

*Der Ventilator saugt axial an und bläst axial aus.*

Die vorgesehene Drehrichtung der Motorwelle und des Laufrades ist durch einen Pfeil am Ventilator gekennzeichnet.

- Beachten Sie die Drehrichtung des Ventilators. Die Drehrichtung ist jeweils durch einen Drehrichtungspfeil an jedem Laufrad und Ventilator angezeigt.



*Beispielhafte Darstellung für einen Drehrichtungspfeil*

- Prüfen Sie bei falscher Drehrichtung die Verdrahtung und tauschen Sie gegebenenfalls die Anschlüsse an die Gesamtanlage.



## **WARNUNG!**

### **Laufradbruch aufgrund unzulässiger Schwingungen**

Es besteht die Gefahr eines Laufradbruchs aufgrund unzulässiger Schwingungen. Durch die Teile des gebrochenen Laufrads besteht die Gefahr von schweren Verletzungen.

Weiterhin könnte der Motor in diesem Fall aufgrund einer erhöhten Stromaufnahme zu stark belastet und überhitzt werden, was zur Zerstörung des Ventilators führen kann.

- Betreiben Sie Ventilatoren nur in richtiger Drehrichtung.
- Prüfen Sie vor der ersten Inbetriebnahme die Drehrichtung der Ventilatoren.

## 5.2 Inbetriebnahme-/Wartungsprotokoll erstellen

Vor der Inbetriebnahme des Ventilators muss ein Probelauf stattfinden, dessen Messergebnisse in einem Protokoll zu dokumentieren sind.



### **WARNUNG!**

**Verletzungsgefahr oder Gefahr von Sachschäden durch eine ungenügende Inbetriebnahme und Probelauf**

Mögliche Folgen bei Nichtbeachtung sind Verletzungsgefahr oder Gefahr von Sachschäden.

Wird auf einen dokumentierten Probelauf und auf eine dokumentierte Inbetriebnahme verzichtet und werden Messergebnisse nicht protokolliert, können Mängel unerkannt bleiben, die im weiteren Verlauf Personen gefährden, oder Sachschäden hervorrufen.

- Führen Sie stets einen dokumentierten Probelauf mit einer Inbetriebnahme durch.
- Die Durchführung von Probeläufen und Inbetriebnahmen ist sicherheitsrelevant. Werden diese Sicherheitspflichten nicht erfüllt und vom Betreiber nicht ordnungsgemäß durchgeführt und protokolliert, kann dies zum Erlöschen der Betriebserlaubnis und von Gewährleistungsansprüchen führen.
- ▶ Ein Beispiel eines [Wartungs- und Inbetriebnahmeprotokolls](#) ist im Anhang dieser Betriebsanleitung beigefügt.



### **Überprüfungen vor der Inbetriebnahme**

*Die folgende Auflistung der nötigen Überprüfungen vor der Inbetriebnahme kann unvollständig sein. Weitere Überprüfungen sind von besonderen, anlagespezifischen Verhältnissen abhängig und deshalb zusätzlich erforderlich. Weil es sich bei diesem Produkt um eine unvollständige Maschine handelt, sind die weiteren, anlagespezifischen Prüfungen vom jeweiligen Anlagenbauer vorzunehmen.*

*Inbetriebnahme-/Wartungsprotokolle dienen als unterstützende Dokumente bei Serviceanfragen.*

Zur Rekonstruktion von Veränderungen in einem Prozess sind Wartungs- und Inbetriebnahmeprotokolle ein unverzichtbares Hilfsmittel. Liegen diese nicht oder nur unvollständig vor, sind die Ursachen für Veränderungen nur schwer nachvollziehbar und erfordern einen hohen Analyseaufwand.

Der Ventilator wurde speziell auf die technischen, kundenspezifischen Vorgaben konstruiert und produziert. Für den sicheren und langlebigen Betrieb ist deshalb besonderen Wert auf den korrekten Umgang und die fachgerechte Wartung und Inbetriebnahme zu legen. Bitte beachten Sie, dass für die ordnungsgemäße Durchführung der Messungen nur qualifiziertes Fachpersonal eingesetzt werden darf. Insbesondere die Messung und Beurteilung von Schwingungswerten erfordert eine spezielle Qualifikation.



## **ACHTUNG**

### **Mögliche Sachschäden durch Nichtbeachtung der Sicherheitspflichten des Betreibers**

Die Nichtbeachtung der Sicherheitspflichten durch den Betreiber kann zu Sachschäden führen, bedingt einen Ausschluss der Gewährleistung und kann das Erlöschen der Betriebserlaubnis sowie von Gewährleistungsansprüchen zur Folge haben.

Probelaufe und Inbetriebnahmen sind sicherheitsrelevant. Werden diese nicht ordnungsgemäß durchgeführt und protokolliert, kann es zum Erlöschen der Betriebserlaubnis und von Gewährleistungsansprüchen führen.

- Führen Sie Probelaufe und Inbetriebnahmen ordnungsgemäß durch und protokollieren Sie diese.
- Stellen Sie sicher, dass Ventilatoren mit einem den Bestimmungen entsprechenden Berührungsschutz ausgestattet sind.

Zur Vorbereitung des Probelaufs sind gemäß „E DIN EN 17170“ folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- Geben Sie die erforderlichen Prüfungen der Einstellungen in einem vorab angefertigten Prüfprotokoll an und fertigen Sie Aufzeichnungen dieser Prüfungen und Messungen an.
- Prüfen Sie die ordnungsgemäße Anbringung und Installation der mechanischen und elektrischen Schutzeinrichtungen.
- Überprüfen Sie Ventilatorgehäuse und angeschlossene Leitungen auf Fremdkörper. Stellen Sie sicher, dass keine Fremdkörper in die Anlage und insbesondere in den Laufradbereich gelangen.
- Stellen Sie sicher, dass Art, Spannung und Frequenz der Stromversorgung für Antriebsmotor und Steuersystem gemäß den relevanten Richtlinien und Normen ausgeführt wurden.
- Überprüfen Sie die bestimmungsgemäße Funktion der Steuereinrichtung.
- Testen Sie die Funktion der sensorischen Sicherheitsvorrichtungen und Alarmprotokolle.

- Stellen Sie sicher, dass der Zugang zu den saug- und druckseitigen Ventilatoranschlüssen sowie sämtlichen bewegten und spannungsführenden Teilen während des Betriebs für Personen verhindert wird. Verwenden Sie gegebenenfalls trennende Schutzvorrichtungen, die einen Berührungsschutz gewährleisten, dabei jedoch den freien Luftstrom nicht beeinträchtigen.
- Montieren und richten Sie den Ventilator ordnungsgemäß aus. Stellen Sie sicher, dass ein umlaufend gleichmäßiger Spalt zwischen Laufrad und Einströmdüse vorhanden ist und keine Schleifgeräusche hörbar sind.
- Ziehen Sie alle Befestigungselemente sowie die elektrischen Anschlüsse fest an.
- Stellen Sie ordnungsgemäße Erdungs- bzw. Potenzialausgleichsverbindungen zum Netz her.
- Beseitigen Sie Beeinträchtigungen des Luftstroms durch fehlende Deckklappen, Abdeckungen o.ä.
- Richten Sie Schwingungspuffer ordnungsgemäß aus und prüfen Sie diese auf Alterung.
- Dokumentieren Sie die erforderlichen Prüfungen von Schwinggeschwindigkeit, Leistungs- und Stromaufnahme, Drehrichtung und Drehzahl mit dem Probelauf und legen Sie die Aufzeichnungen der Ventilatordokumentation bei. Bewahren Sie die schriftlichen Aufzeichnungen dieser Prüfungen, inkl. Einstellungen und Messungen, zur zukünftigen Referenzierung auf.
- Überprüfen Sie während des Produktionsbetriebes den Ventilator mit einem geeigneten Messgerät, falls ungewöhnlich laute Geräusche auftreten, die auf Schwingungsveränderungen durch Lagerverschleiß oder andere Anlageneinflüsse hinweisen. Dokumentieren Sie die Messwerte. Bei Überschreitung der Grenzwerte nehmen Sie die Anlage außer Betrieb und kontaktieren Sie die mdexx fan systems GmbH.
- Beachten Sie die Normen der ISO 14694 in Verbindung mit ISO 10816-3 für die Grenzwerte der Alarmmeldung und der Sicherheitsabschaltung, abhängig vom jeweiligen Einsatzfall.
- Stellen Sie sicher, dass der Ventilator sich entsprechend des Drehrichtungspfeils auf dem Ventilator dreht.
- Überprüfen Sie vor dem ersten Einschalten durch Drehen von Hand, ob sich das Laufrad frei und ohne Kontakt zur Einströmdüse bewegt. Schalten Sie den Motor kurz ein und aus, um die Drehrichtung des Ventilators mit dem Drehrichtungspfeil am Ventilator zu vergleichen.

- Prüfen Sie vor dem Betrieb die relevanten Drehzahlen und Betriebspunkte des Ventilators. Achten Sie dabei auf eine zu hohe Stromaufnahme oder Wärmeentwicklung des Motors.

Unter Berücksichtigung maßgebender Betriebsparameter (Drehzahl, Netzfrequenzen usw.) und der Verbindung mehrerer Anlagenkomponenten untereinander, können Veränderungen im Schwingverhalten auftreten. Es sind insbesondere Rückkopplungen beim Einsatz von Frequenzumrichtern zu prüfen. Der Anlagenlieferant hat ggf. konstruktive Maßnahmen zu treffen.



## 6 Betrieb



### WARNUNG!

#### Verletzungsgefahr am Ventilator während des Betriebs

Unsachgemäßer Umgang mit dem Ventilator während des Betriebs kann zu schweren oder sogar tödlichen Verletzungen führen.

- Lesen Sie vor dem Betrieb des Ventilators die Sicherheitshinweise im Kapitel "Sicherheit". Sie dürfen sonst keine Arbeiten mit oder an dem Ventilator durchführen!
- Beachten Sie bitte auch die Inhalte der Norm E DIN EN 17170.



*Hinweise zu Sicherheitsanforderungen an Ventilatoren finden Sie unter anderem in der Norm E DIN EN 17170.*

*Behandelt werden dort die signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Ereignisse, wie in der DIN EN ISO 12100:2010, Anhang B definiert, die für Ventilatoren während des Transports des Zusammenbaus und der Installation, der Inbetriebnahme und Benutzung relevant sind.*

- Prüfen Sie die Sicherheitsvorrichtungen und gegebenenfalls die Alarmprotokolle in regelmäßigen Abständen auf ordnungsgemäße Funktionalität.

Wie bei der Inbetriebnahme, bzw. dem Probelauf sind die Grenzwerte der Alarmmeldung sowie die der Sicherheitsabschaltung vom jeweiligen Einsatzfall abhängig und müssen vom Anlagenbauer in Zusammenarbeit mit dem Betreiber festgelegt werden.

- ▶ Beachten Sie hierfür die Normen der ISO 14694 in Verbindung mit ISO 10816-3.

Während des Betriebes dürfen keine unzulässigen Schwingungen aus dem Gesamtprozess oder aus benachbarten Komponenten auf den Ventilator einwirken, die in Summe die erlaubten Grenzwerte nach ISO 14694 überschreiten.

Sollte eine Grenzwertüberschreitung nicht auszuschließen sein, hat der Anlagenbauer sicherzustellen, dass mittels Schwingungssensor gemäß DIN EN 17170 eine Notabschaltung erfolgt.

Den Ventilator ausschließlich in vorher geprüften Betriebspunkten und Drehzahlen betreiben.

## 7 Außerbetriebnahme

Für die Außerbetriebnahme sind die gleichen Vorkehrungen zu beachten, wie bei der Inbetriebnahme.

- ▶ Siehe auch [Kapitel „Inbetriebnahme“](#)
- Stellen Sie Spannungsfreiheit her und prüfen Sie diese mit einem geeigneten Messgerät.
- Führen Sie Berührungsschutzmaßnahmen für bewegte oder spannungsführende Teile durch.
- Kennzeichnen Sie den Ventilator schriftlich mit Hinweisen zum Grund der Stilllegung.

## 8 **Wartung**



### **VORSICHT!**

#### **Verletzungsgefahr durch eine Kettenreaktion an Störungen**

Ein unsachgemäßer Umgang, oder eine bestimmungswidrige Verwendung kann eine Kettenreaktion an Fehlern nach sich ziehen, die zu einer Vielzahl an Verletzungen führen können.

- ▶ Beachten Sie auch die Angaben in der beiliegenden Motorbetriebsanleitung des Motorherstellers.
- Stecken Sie unter keinen Umständen einen mechanischen Hebel, wie z. B. ein Stück Rohr, zwischen die Laufradschaufeln.
- Prüfen Sie vor der Inbetriebnahme nach der Montage des Ventilators, ob zwischen dem Laufrad und der Einströmdüse ein gleichmäßiger Spalt vorhanden ist.
- Belasten Sie die Lager unter keinen Umständen durch Schläge auf das Rad oder die Motorwelle.

Bei Stillstandszeiten von mehr als 6 Monaten muss der Ventilator kurzzeitig in Betrieb genommen werden, um das Eindringen der Wälzlagerkugeln sowie die Bildung von Kondenswasser im Motor zu vermeiden und eine konstante Schmierung der Lager sicherzustellen.

- ▶ Siehe auch [Kapitel „Langzeitlagerung“](#)
- Öffnen Sie am Motor die Schraube(n) zum Ablassen von Kondenswasser.
- ▶ Beachten Sie für die Positionen der Schrauben auch die Betriebsanleitung des Motors.



### **GEFAHR!**

#### **Lebensgefahr und Verletzungsgefahr durch eine Unwucht am Laufrad**

Unwuchten können zu erhöhten Schwingungen, hohen Schallemissionen, oder zum Bersten des Laufrades führen. Sachschäden, Verletzungen oder Tod können die Folgen sein.

- Verhindern Sie unbedingt alles, was zur Unwucht eines Laufrades führen kann. Dazu gehören beispielsweise Schläge auf die Motorlagerung, Hebeln am Laufrad, Umwickeln und Anheben der Laufräder mit einem Kran sowie Kollisionen und Stöße während des Transports.

**WARNUNG!****Gefahr durch Setzerscheinungen oder Kriechvorgänge bei Schraubverbindungen**

Gelöste Schraubverbindungen könnten zu schweren und tödlichen Verletzungen führen.

Bei weichen Materialpaarungen wie zum Beispiel bei Edelstählen oder bei Aluminiumwerkstoffen kann die Vorspannkraft Fließvorgänge im oberflächennahen Bereich auslösen. Schwingungen hingegen führen zu Setzerscheinungen bei Schraubverbindungen. Beide Vorgänge führen zu einem Verlust der Vorspannkraft bei Schraubverbindungen.

- Prüfen Sie nach der Montage und nach der Inbetriebnahme die Schrauben auf ihren festen Sitz und markieren Sie diese danach mit einem Stift.
- Verwenden Sie Schraubensicherungslack oder Schraubensicherungskleber und kontrollieren Sie die Position der Schrauben regelmäßig.

**ACHTUNG****Gefahr einer Unwucht oder Gewindefraß**

Durch die Anwendung von Schlagschraubern können sich insbesondere Edelstahlschrauben (CrNi-Schrauben) aufgrund einer hohen Umdrehungszahl ausdehnen und im Gewinde stecken bleiben. Dies kann zu einer Unwucht und zu Gewindefraß führen. Sachbeschädigungen können die Folge sein.

- Verwenden Sie keinen Schlagschrauber.

**WARNUNG!****Stoß- oder Klemmgefahr beim Anheben des Ventilators**

Beim Anheben aus dem Ventilatorgehäuse, kann der Ventilator entsprechend seiner Schwerpunktslage kippen. Folge davon ist, dass sich Personen durch Stöße oder Klemmen schwer verletzen können.

- ▶ Vorschriften der Lastenhandhabungsverordnung beachten.
- ▶ [Siehe auch Kapitel „Transport“](#)

Alle filternden Komponenten müssen regelmäßig inspiziert, gewartet und gereinigt werden.

- Reinigungsintervalle müssen durch den Betreiber festgelegt werden.

## 8.1 Schwingungen



### **GEFAHR!**

#### **Lebensgefahr und Verletzungsgefahr durch Schwingungen**

Bei dauerhaften und unzulässig hohen Schwingungen können schwere Verletzungen bis hin zum Tod die Folge sein.

Dauerhafte und unzulässig hohe Schwingungen können zu erhöhten Lärmemissionen, Vibrationen und Bersten des Ventilators führen.

- Überprüfen Sie regelmäßig die Schwingungspegel des Ventilators.
- Überprüfen Sie den Ventilator regelmäßig auf Verschleiß.
- Stellen Sie sicher, dass alle Befestigungen ordnungsgemäß angezogen und gewartet sind.
- Verwenden Sie geeignete Schwingungsdämpfer und Isolierungen.
- Betreiben Sie den Ventilator nur innerhalb der Betriebsparameter.
- Stellen Sie bei Auftreten ungewöhnlicher Schwingungen sofort den Betrieb ein und beseitigen Sie die Ursache der Schwingungen.

Einer der Hauptgründe für den Ausfall von Ventilatoren sind Resonanzen, die bis zur Materialermüdung der rotierenden Laufräder führen können. Durch diese Schwingungen und Unwuchten kommt es zu erhöhtem Verschleiß in den Motorlagerungen, den rotierenden Elementen und dem Maschinenrahmen bis zu den Fundamenten der unmittelbaren Umgebung.

Vereinbarte Schwingungsgrenzen gemäß ISO 14694 werden vor Versendung dokumentiert und sind bis auf den Zeitpunkt gemäß Incoterms, EXW oder DAP garantiert. mdexx fan systems GmbH kann nicht für nachträgliche Veränderungen der Schwingungsgrenzen verantwortlich gemacht werden, weil die Ursachen hierfür sehr vielfältig sein können und schwer zu ergründen sind.



*Alternativ können auch Sensoren mit Magnethalter möglichst nahe an der Motorlagerung positioniert werden. Sind keine Gewindebohrungen vorhanden, können für die Magnetsensoren Stahlplättchen auf das Gussgehäuse geklebt werden.*

Schwingungsgeschwindigkeitsmessungen reagieren sensibel auf äußere Veränderungen, sei es durch einen verspannten Aufbau, zusätzliche Eigenresonanzen aus dem montierten Umfeld der Gesamtanlage, der Wiederholgenauigkeit der

Messpositionen, der Stabilität der Energieversorgung, dem Kontakt zwischen Sensor und Oberfläche, korrekte Messpositionen etc.

- ▶ Für korrekte Messpositionen siehe auch Abbildung „Messpositionen für Vibrationssensoren“ im weiteren Verlauf des Kapitels.



*Schwingungssensoren dürfen niemals auf das Blech der Abdeckhaube gesetzt werden, sondern stets direkt auf das Gussgehäuse des Lager Schildes. Das weiche Abdeckblech würde falsche Ergebnisse liefern.*



*Schwingungsmessungen dürfen nur von ausgebildeten Experten mit Erfahrung durchgeführt werden, die mit dem hochspezialisierten Mess-equipment vertraut sind. Solche Messungen sind bei Wartungen nicht erforderlich. Allerdings sind sie nach jedem Einbau/Austausch und vor jeder erneuten Inbetriebnahme einzuplanen.*

**Ventilatoren Anwendungskategorie**

Anwendung Application	Beispiel Example	Antriebsleistung Driver Power (kW)	Ventilator Kategorie Fan Category (BV)
Wohnraum Residential	Deckenventilatoren Ceiling fans	≤ 0,15	BV-1
		> 0,15	BV-2
HVAC und Agrar HVAC and Agriculture	Gebäude Air conditioning	≤ 3,7	BV-2
		> 3,7	BV-3
Transport und Marine	Bahn, LKW, Auto Lokomotive, Trucks, Au-	≤ 15	BV-3
		> 15	BV-4
Transportation Marine	tomotive		
Transit/Tunnel	Untergrundventilat. Subway emergency fans, Tunnel Jet Fans	≤ 75	BV-3
		> 75	BV-4
		none	BV-4
Petrochemie Petrochemical	Gefährliche Gase Hazardous gases	≤ 37	BV-3
		> 37	BV-4
Computer-Chip Fertigung / Manu- facture	Hygieneräume Clean rooms	none	BV-5

Bedingung	Anwen- dungskate- gorie	Starr montiert	Flexibel montiert
		r.m.s	r.m.s
Start-up	BV-1	10	11,2
	BV-2	5,6	9,0
	BV-3	4,5	6,3
	BV-4	2,8	4,5
	BV-5	1,8	2,8
Alarm	BV-1	10,6	14,0
	BV-2	9,0	14,0
	BV-3	7,1	11,8
	BV-4	4,5	7,1
	BV-5	4,0	5,6
Notabschal- tung	BV-1	Notiz 1	Notiz 1
	BV-2	Notiz 1	Notiz 1
	BV-3	9,0	12,5
	BV-4	7,1	11,2
	BV-5	5,6	7,1

*Hinweis 1: Die Abschaltstufen für Lüfter in den oben genannten Lüfteranwendungsklassen sollten auf der Grundlage historischer Daten festgelegt werden.*

(Quelle der Werte: ISO 14694:2003-03)

Im Einbauzustand dürfen die in obenstehenden Tabellen genannten Grenzwerte nicht überschritten werden. Vorrangig gelten vertraglich definierte Grenzwerte.

**Alarm** – Warnung wird erzeugt, sobald ein festgelegter Schwingungsgrenzwert erreicht oder eine deutliche Änderung eingetreten ist und Abhilfemaßnahmen notwendig werden. Wenn eine Alarmsituation eintritt, darf der Betrieb so lange fortgesetzt werden, bis die Gründe für die Änderung des Schwingungszustandes gefunden und Abhilfemaßnahmen festgelegt sind.

**Abschaltung** ist der Schwingungsgrenzwert, oberhalb dessen ein Weiterbetrieb der Maschine Schäden verursachen kann. Wenn der Abschalt-Grenzwert überschritten wird, sollten sofort Maßnahmen zur Minderung der Schwingungen ergriffen werden, oder die Maschine sollte abgeschaltet werden.

**Festlegen der Alarm-Grenze.** Die Alarm-Grenzen können bei unterschiedlichen Maschinen verschieden hoch liegen. Üblicherweise werden die gewählten Werte auf einen Basiswert bezogen, der sich aus den Erfahrungen für die Messorte und Messrichtungen der jeweiligen Maschine ergibt.

**Festlegen der Abschaltgrenze.** Die Abschaltgrenzen ergeben sich im Allgemeinen aus der Forderung, dass die Maschine keinen mechanischen Schaden nehmen darf. Sie hängen außerdem von spezifischen Konstruktionsmerkmalen ab, welche die Maschine widerstandsfähig gegen unübliche Wechselkräfte machen sollen.



*Grundsätzlich wird ein Ventilator, der auf ein großes starres Betonfundament montiert wird, als starr aufgestellt eingestuft. Im Gegensatz dazu stellen Schwingungsdämpfer eine flexible Aufstellung dar. Maschinenwandungen oder Stahlgerüste können hingegen in jede Kategorie klassifiziert werden.*

*Die Masse und Steifigkeit des Gesamtsystems der Anlage, in dem der Ventilator verbaut ist, beeinflussen das Schwingungsniveau der Ventilatorenumgebung. Gemäß ISO 14694, S.15, ist der Hersteller von Ventilatoren nicht für das Schwingungsverhalten im Gesamtsystem verantwortlich, wenn der Ventilator für sich die Schwingungsgrenzen entsprechend der Tabelle 5 der ISO 14694 einhält.*

- ▶ Die von mdexx fan systems GmbH gemessenen Schwingwerte entnehmen Sie bitte dem beigegefügten Maßprotokoll des Labors.

Es wird erwartet, dass der Schwinggeschwindigkeit aufgrund von Verschleiß und anderen akkumulierten Effekten während des Betriebs mit der Zeit zunimmt.





*Im Allgemeinen ist eine Erhöhung der Schwingungspegel angemessen und sicher, solange das Alarmniveau von 11,8 mm/s für flexibel fixierte Ventilatoren und 7,1 mm/s für eine starre Anbindung nicht erreicht ist. Oberhalb dieses Schwellwertes sollte sofort eine Untersuchung eingeleitet werden.*

*Die Notabschaltung muss bei einem flexiblen Anbindungskonzept bei 12,5 mm/s und bei starrer Befestigung bei 9,0 mm/s erfolgen.*

*Aufgrund der Marktbeobachtungspflicht des Herstellers und den Erfahrungswerten des Endkunden (Anwenders) können in spezifischen Branchen oder Anwendungsfällen die Normempfehlungen zu hoch sein. In diesen Fällen sind die Grenzwerte individuell neu zu definieren.*

Wird der Lüfter bei variabler Drehzahl betrieben, können sich aufgrund der Steifigkeitseinflüsse aus dem Gesamtsystem der Anlage einzelne Resonanzbereiche innerhalb des Drehzahlspektrums einstellen. Ein weiterer Grund dafür kann Lagerverschleiß während der Lebensdauerphase sein.



*Der Anlagenbauer muss darauf achten, dass diese Frequenzbereiche durch die Anlagensteuerung mit einem Sicherheitsabstand von mindestens +/- 7 Hz schnell durchfahren werden.*

Weiterhin können Veränderungen im Schwingverhalten aufgrund von Rückkopplungen aus dem Strömungsverhalten entstehen. In diesem Fall sind konstruktive Maßnahmen nach vorheriger Systemanalyse durchzuführen.

### Vorbereitung der Messungen

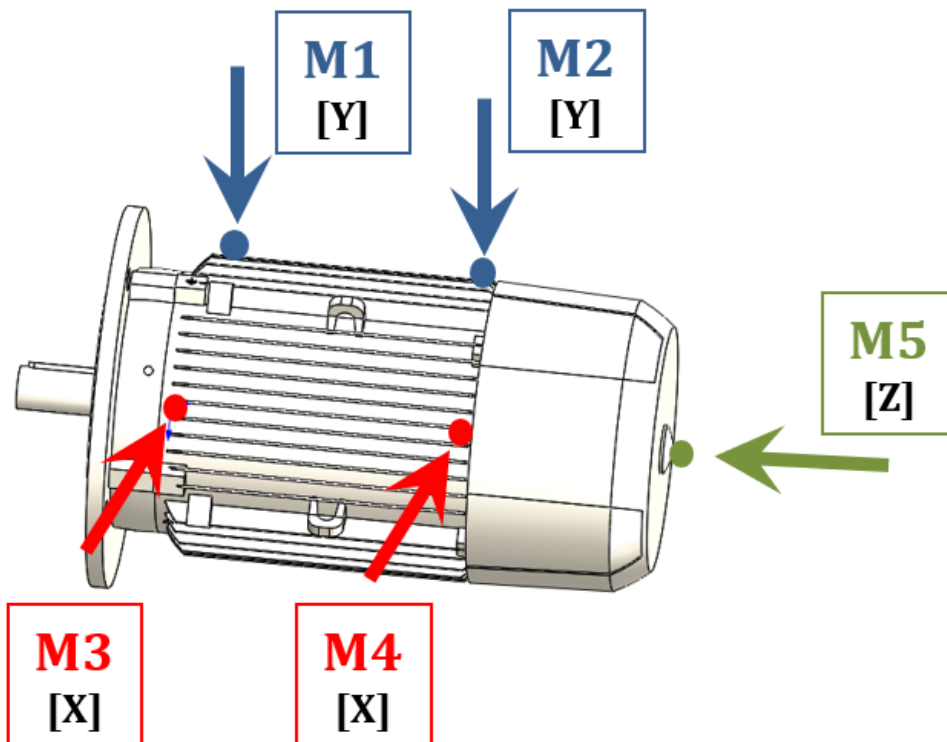


#### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Arbeitsbereich gegen unbefugtes Betreten absperren. Zum Beispiel mit Absperrbändern.
- Unter elektrischer Spannung stehende Teile abdecken.

- Prüfaufbau übersichtlich gestalten
- Fixieren Sie zur Durchführung der Messungen die Sensoren an den markierten Punkten M1 bis M5.

**i** *Bringen Sie Sensorik nicht auf Blechen an, sondern auf massiven Gehäusepunkten, möglichst nahe an der Motorlagerung.*



Messpositionen für Vibrationssensoren

## **Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln bei der Durchführung von Messungen**

- Sperren Sie den Arbeitsbereich gegen unbefugtes Betreten ab, zum Beispiel mit Absperrbändern.
- Decken Sie unter elektrischer Spannung stehende Teile ab.
- Gestalten Sie den Prüfaufbau übersichtlich.
- Halten Sie sich nicht im Bereich der drehenden Teile auf, da die Gefahr besteht, dass etwas fortgeschleudert wird.

Sollte Betriebswuchten nötig sein, kann z. B. das Messgerät Vibroport 80 von Brüel & Kjaer verwendet werden (siehe folgende Abbildung).



### **GEFAHR!**

#### **Gefahr des Berstens an schwingungsauffälligen Ventilatoren**

Abhängig vom Grad der Vorschädigung können sich im Ausnahmefall Teile des rotierenden Laufrades während der Inbetriebnahme oder während einer Schadensanalyse lösen und schwere oder sogar tödliche Verletzungen verursachen.

Anzeichen für Vorschädigungen des Ventilators sind:

- Laute Geräusche (z. B. Brummen).
- Starke Vibrationen (Resonanzen).
- Abnehmende Luftleistungen.
- Erhöhte Temperaturen am Motor und am Ventilator.
- Hohe Schwinggeschwindigkeiten.
- Schalten Sie Ventilatoren mit Anzeichen von Vorschädigungen keinesfalls erneut ein.
- Lassen Sie weitere Untersuchungen ausschließlich durch die mdexx fan systems GmbH in einer speziellen Schutzkammer durchführen.



## **ACHTUNG**

**Bei schwingungsauffälligen Ventilatoren ist besondere Vorsicht geboten!**

Auch bei Inbetriebnahmen, Probeläufen und bei Wartungen müssen die Geschwindigkeiten beim Anlaufen der drehzahlgeregelten Ventilatoren langsam gesteigert werden, anstatt sofort auf Nenndrehzahl zu schalten. Nur so kann sichergestellt werden, dass ansteigende Resonanzfelder erkannt werden und der Testlauf rechtzeitig abgebrochen werden kann.

- Die Sicherheitsvorrichtungen und gegebenenfalls die Alarmprotokolle sind in regelmäßigen Abständen auf ordnungsgemäße Funktionalität zu prüfen.
- Schwingungsmessungen, oder -überprüfungen dürfen nur von speziell ausgebildetem Fachpersonal übernommen werden, die bei der mdexx fan systems GmbH in einer gesonderten Schulung unterrichtet werden und ein Qualifikationszeugnis erhalten. Ohne diese Qualifikation sind schwingungstechnische Untersuchungen untersagt.

## 8.2 Schwingungsursachen



*Um Schwingungen zu vermeiden, müssen im Rahmen der Wartung die folgenden Schwingungsursachen ausgeschlossen werden.*

### Mögliche Schwingungsursachen aus fehlerhafter Wartung

- Beschädigungen des Laufrades, der Antriebswelle oder der Lagerungen, aufgrund von unsachgemäßer Wartung.
- Tausch des Motors oder der Motorlagerung ohne anschließende Systemwuchtung des gesamten Ventilators innerhalb der Anlage.
- Unsachgemäße Reinigungsarbeiten des Laufrades und ungleichmäßige Verschmutzungsbeläge auf dem Laufrad oder den Schaufeln.
- Verformungen durch unzulässige Schläge auf das Laufrad.
- Verbogener Wellensitz.
- Fehlerhafte Schaufelmontage.
- Lockerer, schiefer Nabensitz.
- Lokale Korrosion.
- Wärmeverformungen.
- Verformungen durch fehlerhaften Transport.
- Verformungen des Laufrades durch Anheben des Ventilators am Laufrad.
- Verschleiß durch Feststoffe.
- Nicht korrekt verschraubter Ventilator.
- Falsche Drehrichtung des Ventilators.
- Von der Planung abweichende Aufstellung des Ventilators.
- Verspannungen der Ventilatoreinheit durch die Montage.

### Mögliche Schwingungsursachen aus betriebsbedingten Gründen

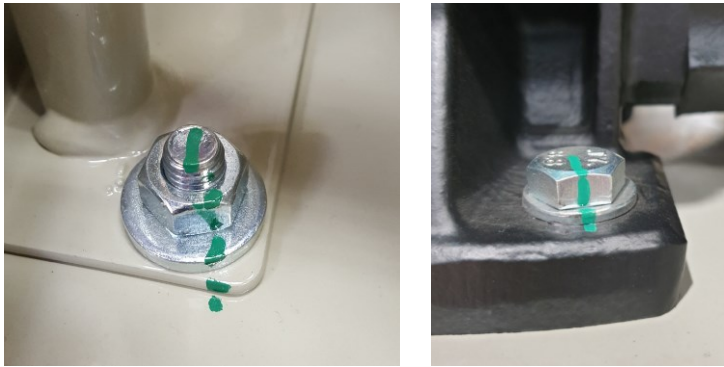
- Fehlende Wuchtgewichte.
- Fehlende, defekte oder gealterte Schwingungspuffer unterhalb des Ventilatorgehäuses.
- Materialermüdungsrisse, besonders im Schweißnahtbereich.
- Wärmespannungen.
- Fliehkraftverformungen, Schaufeldurchbiegungen.
- Veränderung des ursprünglichen Wuchtzustandes durch Schleif- oder Verschleißeffekte.
- Verschleiß durch Feststoffe.
- Selbstständiges Lösen von Verschraubungen.
- Anlagensteuerung, bzw. durch drehzahlgesteuerte Antriebe oder anlagenbedingte Resonanzen.

- Vagabundierende Unwuchten.  
Vagabundierende Unwuchten verändern ihre Positionen und sind nicht auswuchtbar. Die Unwucht verlagert sich während des Betriebes.
- Lokale Korrosion.
- Ablösen von Beschichtungen.
- Stark verspannte oder deformierte Montage der Ventilatoreinheit.
- Unebene Auflagefläche für den Ventilator (Kippeffekt).

### 8.3 Schraubensicherung

Um ein unbeabsichtigtes Lösen von Schraubverbindungen zu vermeiden, werden Spannscheiben, Nord-lock-Sicherungsscheiben oder Schraubensicherungskleber eingesetzt.

- Erneuern Sie nach jedem Lösen die Schraubensicherungen.



*Bild: Schraubenmarkierungen, optische Kontrolle*

Prinzipdarstellung: Sollte die farbliche Markierung zwischen der Mutter, der Scheibe und dem Bauteil nicht in einer Linie liegen, wäre das ein Hinweis für eine gelockerte Schraubverbindung.



*Bild: Prinzipdarstellung: Sicherung der Wuchtgewichte durch farblich erkennbaren Siegelack (Loctite SF 7400, oder SF 7240 Schraubensicherungslack)*

## 8.4 Spaltprüfung zwischen Laufrad und Einströmdüse



*Geeignete Werkzeuge zur Spaltmessung: Bohrungslehre oder konischer Messkeil.*

Aufgrund von Fertigungsungenauigkeiten wird der Spalt umlaufend nicht gleich sein können. Es darf an keiner Stelle zu einem Kontakt zwischen dem rotierenden Laufrad und der feststehenden Einströmdüse kommen.



*Die Spaltprüfung muss bei jeder Wartung und zusätzlich spätestens alle 20.000 Betriebsstunden vorgenommen werden.*

*Der Spalt muss nach Abzug aller Toleranzen mindestens 2 mm betragen. Es gilt:  $0,005 \cdot \text{Durchmesser des Saugmundes}$ . (Siehe nachfolgendes Bild). Mindestens jedoch 2 mm.*



*Beispiel für Spaltprüfung zwischen Einströmdüse und Radial-Laufrad (links) bzw. zwischen Gehäusewand und Schaufelspitze eines Axiallaufrads (rechts)*



## 8.5 Schmierung

Der Motor des Ventilators ist je nach Ausführung mit dauergeschmierten Lagern, oder mit einer Nachschmiereinrichtung ausgerüstet. Die dauergeschmierten Wälzlager sind nach spätestens 40.000 Betriebsstunden, bzw. nach fünf Jahren durch den Hersteller zu ersetzen. Bei Motoren mit Nachschmiereinrichtung müssen die Nachschmierintervalle berücksichtigt werden. Die Nachschmierintervalle, Fettmengen und die Fettsorte sind auf dem Motortypenschild angegeben.

Längere Betriebsstunden, besondere Hochleistungsfette für extreme Umgebungstemperaturen oder Lebensmittelanwendungen, etc. sind in der Spezifikation separat zu vereinbaren und werden gesondert aufgeführt.

## 8.6 Einsatz von Gummischwingungsdämpfern

Sollten Schwingungsdämpfer aus Gummi verbaut sein, empfehlen wir diese zweimal jährlich auf Alterung, bzw. Versprödung zu prüfen und nach jeweils spätestens vier Jahren zu ersetzen.

- Tauschen Sie die Schwingungsdämpfer sofort aus, wenn Risse im Gummi oder Ablöseerscheinungen erkennbar sind.
- Sichern Sie die Verbindung der Schwingungsdämpfer zum Ventilator mit neuen Sicherungsscheiben.
- Beachten Sie bei der Wiederherstellung der Verbindung zur Gesamtanlage die vom Anlagenbetreiber vorgesehenen Schraubensicherungsmaßnahmen.

## 8.7 Laufradreinigung/-inspektion

Das Laufrad und das Gehäuse sind gemäß EN 1127-1 so konstruiert, dass unter normalen Bedingungen das Anlagern oder Ablagern von Staub minimiert wird (siehe auch DIN EN 14986:2017-04; 4.13).

Wird der Ventilator zum Zweck der Wartung vom Rest der Anlage getrennt, muss eine Laufradreinigung vorgenommen werden.

Neben dem Laufrad müssen auch alle filternden Komponenten regelmäßig inspiziert, gewartet und gereinigt werden.

- Reinigungsintervalle müssen durch den Betreiber festgelegt werden.





Reinigungszyklen sind von den Umgebungsbedingungen abhängig, müssen jedoch spätestens nach zwei Jahren erfolgen.

Die Firma mdexx fan systems GmbH haftet nicht für Schäden an Motoren, die durch Schmutzablagerungen am Laufrad und Motor verursacht worden sind.



## ACHTUNG

### Sachschäden durch ungenügende Reinigung von Laufrad und Motor.

Extreme Schmutz- und Staubablagerungen auf Laufrad und Motor können die Funktion des Ventilators stören und zu Sachschäden führen.

- Verwenden Sie zur Laufradreinigung keine Reinigungsplatten aus synthetischen Materialien, um die Zündgefahr zu minimieren.
- Achten Sie darauf, das Laufrad gleichmäßig zu reinigen, da unregelmäßige Ablagerungen zu Unwuchten führen könnten.
- Führen Sie eine visuelle Überprüfung der Wuchtgewichte durch. Sichern Sie diese mit einem farbigen Schraubensicherungskleber gegen Lösen.
- Wenn das Laufrad eines Ventilators ohne ATEX-Zertifizierung höheren Temperaturen als 65 °C ausgesetzt ist, verwenden Sie bitte den folgenden Sicherungskleber: (Resbond 907TS-1R / [www.polytec-pt.com](http://www.polytec-pt.com)). Für ATEX-Laufräder und Lüfter insgesamt gilt unter allen Umständen eine maximal zulässige Umgebungstemperatur von 60 °C.

## 8.8 Wartungsplan/Wartungszyklen

- ▶ Die Motorüberprüfung erfolgt gemäß gesonderter Dokumentation des Motorenlieferanten, die der Dokumentation des Ventilators beiliegt.

Das Wartungsintervall beträgt **4000 Betriebsstunden**. Nach dieser Zeit sind folgende Tätigkeiten im Rahmen der Wartung durchzuführen:

- 1) Öffnen Sie die Wartungsklappe und prüfen Sie das Laufrad auf Beschädigungen. Sollte keine Wartungsklappe vorhanden sein kann die Laufradprüfung durch die Einströmdüse vorgenommen werden.
- 2) Reinigen Sie das Laufrad und die Einströmdüse gleichmäßig und entfernen Sie alle Ablagerungen.
- 3) Überprüfen Sie den ordnungsgemäßen Sitz der Wuchtgewichte.
- 4) Führen Sie einen Probelauf gemäß den Anweisungen im Kapitel „Probelauf“ durch.

## 8.9 Probelauf



### **WARNUNG!**

**Gefahr durch unzureichende Inbetriebnahme und unzureichenden Probelauf nach der Wartung**

Mögliche Folgen bei Nichtbeachtung sind Verletzungsgefahr oder Gefahr von Sachschäden.

Wird auf einen dokumentierten Probelauf und auf eine dokumentierte Inbetriebnahme verzichtet und werden Messergebnisse nicht protokolliert, können Mängel unerkannt bleiben, die im weiteren Verlauf Personen gefährden, oder Sachschäden hervorrufen.

- Führen Sie stets einen dokumentierten Probelauf und eine dokumentierte Inbetriebnahme durch.
- Die Durchführung von Probeläufen und Inbetriebnahmen ist sicherheitsrelevant. Werden diese Sicherheitspflichten nicht erfüllt und durch den Betreiber nicht ordnungsgemäß durchgeführt und protokolliert, kann es zum Erlöschen der Betriebserlaubnis und von Gewährleistungsansprüchen führen.
- ▶ Im Anhang der Betriebsanleitung finden Sie ein Beispiel eines [„Wartungs- und Inbetriebnahmeprotokolls“](#).

### 8.9.1 Probelauf nach einer Wartung



*Die folgende Auflistung der Überprüfungen vor der Inbetriebnahme nach einer Wartung kann nicht vollständig sein. Weitere Überprüfungen sind von besonderen, anlagespezifischen Verhältnissen abhängig und deshalb zusätzlich erforderlich. Weil es sich bei diesem Produkt um eine unvollständige Maschine handelt, sind die weiteren, anlagespezifischen Prüfungen vom jeweiligen Betreiber vorzunehmen.*

*Inbetriebnahme-/Wartungsprotokolle dienen als unterstützende Dokumente bei Serviceanfragen.*

Zur Rekonstruktion von Veränderungen in einem Prozess sind Wartungs- und Inbetriebnahmeprotokolle ein unverzichtbares Hilfsmittel. Liegen diese nicht oder nur unvollständig vor, sind die Ursachen für Veränderungen nur schwer nachvollziehbar und erfordern einen hohen Analyseaufwand.

Der Ventilator wurde speziell auf die technischen, kundenspezifisierten Vorgaben konstruiert und produziert. Für den sicheren und langlebigen Betrieb ist deshalb

besonderen Wert auf den korrekten Umgang und die fachgerechte Wartung und Inbetriebnahme zu legen.

Bitte beachten Sie, dass für die ordnungsgemäße Durchführung der Messungen nur qualifiziertes Fachpersonal eingesetzt werden darf. Insbesondere die Messung und Beurteilung von Schwingwerten erfordert eine spezielle Qualifikation.



*Ausschluss der Gewährleistung bei Nichtbeachtung der Sicherheitspflichten des Betreibers.*

*Ventilatoren müssen mit einem den Bestimmungen entsprechenden Berührungsschutz ausgestattet sein.*

- ▶ Zur Vorbereitung des Probelaufs sind die gemäß E DIN EN 17170 zu beachtenden Punkte aus dem [Kapitel „Inbetriebnahme- Wartungsprotokoll erstellen“](#) zu befolgen.

## 8.10 Zusätzliche ATEX-Wartungshinweise



*Zur Reduktion des Zündrisikos sind im Falle von Wartungsarbeiten an einem ATEX-Ventilator die Inhalte des Kapitels dringend zu beachten.*

- Der Abstand zwischen den rotierenden Elementen und dem Gehäuseteil muss mindestens 0,5 % des relevanten Berührungsdurchmessers betragen. Dieser Abstand darf in axialer oder radialer Richtung (auch während des Betriebs) nicht kleiner als 2 mm sein.
- Die Wartung ist besonders sorgfältig durchzuführen, um nicht versehentlich die Blechkanten des rotierenden Laufrades und der feststehenden Einströmdüse zu beschädigen. Dieses könnte unbeabsichtigt entweder durch unsanftes Ablegen der Einzelkomponenten, durch unsachgemäßes Handling, durch Fremdkörper, oder Werkzeugstöße entstehen. Hier muss der Betreiber bei der Wartung besondere Vorsichtsmaßnahmen treffen, um eine Deformation durch Stöße oder Schläge zu vermeiden. Deformierte Kanten könnten zum Schleifkontakt zwischen dem rotierenden Laufrad und der Einströmdüse und somit zu einer unzulässigen Reibwärme führen.
- Alle Laufräder, Lager, Riemenscheiben, Köhlscheiben usw. sind in ihrer Position zu sichern. Die Art der Sicherung, z. B. Schraubensicherungskleber, in Verbindung mit einer farblichen Kennzeichnung ist abhängig vom Einsatzfall.

- Der Ventilator wurde so konstruiert, dass Zündgefahren wegen elektrostatischer Entladungen nicht eintreten. Die maßgeblichen Anforderungen der CLC/TR 60079-32-1 müssen auch im Wartungsfall eingehalten werden.
- Es muss sichergestellt sein, dass im Falle eines Kontaktes zwischen dem Rotationskörper und dem Gehäuse die Funkenbildung verhindert wird. Dieses wird durch eine geeignete Materialpaarung verhindert.



*Durch unbeabsichtigtes Eintragen von Fremdkörpern in den Rotationsbereich könnten Funken entstehen. Der Anlagenbauer und der Betreiber sind für den ordnungsgemäßen Betrieb verantwortlich.*



## **GEFAHR!**

### **Lebensgefahr durch Bersten aufgrund von defekten Lagerungen**

Das Bersten des Ventilators kann zu schwersten bis tödlichen Verletzungen führen. Im Falle defekter Motorlagerungen können erhöhte Schwingungen und Fettverlust die Folge sein. Überhöhte Schwingungen als auch eine unzureichende Fettung führen zudem auch zu einem unkontrollierbaren Anstieg der Lager- und Motortemperatur. Die erhöhte Motortemperatur könnte Zündtemperatur erreichen. Oder die Schwingungen könnten das Laufrad zerstören.

Bei Normalbetrieb ist die Erwärmung des Lagers vernachlässigbar und eine Störung gemäß DIN EN 14986:2017-04 in Verbindung mit ISO 80079-37 „c“ als seltene Störung vereinbar.

- Eine Überprüfung des Motors ist gemäß den Vorgaben der Motorbetriebsanleitung durchzuführen.
- ▶ Siehe Motorbetriebsanleitung des Motorherstellers.

- Die rotierende Einheit muss eine Wuchtgüte nach ISO 14694 BV3 respektive BV4 aufweisen.
- Prüfen Sie die Anlage regelmäßig auf ordnungsgemäße Kabelverbindungen, um eine Funkenbildung durch Kontaktstörungen/Wackelkontakte zu vermeiden.

**GEFAHR!****Lebensgefahr durch Bersten**

Schwerste, bis tödliche Verletzungen durch Berstvorgänge aufgrund von Staubablagerungen auf den Laufradschaufeln.

Staubablagerungen führen zu einer zusätzlichen Unwucht und dadurch zu taumelnden Bewegungen, die zu Berstvorgängen führen können.

- Überwachen Sie nach DIN EN 14986, Kap. 5.3, Ventilatoren der Kategorie 2D verbindlich mit Schwingungssensoren.
- Führen Sie regelmäßige Inspektionen und Reinigungen der Laufradschaufeln durch.

**Beschichtungen/Oberflächeninstandsetzung**

- Bei Ausbesserungen von Beschichtungen oder kleineren Schadstellen im Lack müssen diese ableitfähig sein mit einem Oberflächenwiderstand  $<10^9 \Omega$ .
- Alternativ ist bei der Gasgruppe IIC die Lackschichtdicke auf maximal 0,2 mm und bei Gasgruppe IIB auf maximal 2 mm zu begrenzen.

**GEFAHR!****Zündgefahr durch statische Aufladung**

Folge einer Nichtbeachtung können schwerste bis tödliche Verletzungen sein.

Durch die Verwendung von Kunstfasertüchern zur Reinigung des Ventilators kann es zu einer statischen Aufladung der Oberflächenbeschichtung kommen. Diese statische Aufladung kann eine Zündgefahr darstellen.

- Um eine statische Aufladung der Oberflächenbeschichtung zu vermeiden, dürfen diese nicht mit einem Kunstfasertuch abgewischt werden.
- Benutzen Sie ausschließlich feuchte Baumwolltücher zur Reinigung des Ventilators.

**Optionale Schalldämpfereinheit**

- Metallische Teile von Schalldämpfern sind in die Potenzialausgleichsmaßnahme einzubeziehen.
- Nichtleitende Teile unterliegen den Flächenrestriktionen entsprechend DIN EN 60079-0 bzw. dürfen nicht aufladbar sein, oder müssen alternativ ableitfähig gestaltet werden.

### Optionale Filtereinheit

- Filter dürfen sich durch den geförderten Luftstrom nicht gefährlich elektrostatisch aufladen.
- In einer ex-geschützten Zone dürfen nur Filter verwendet werden, für die ein Prüfbericht oder eine Komponentenbescheinigung nach RL 2014/34/EU vorliegt.
- Der Filter ist bestimmungsgemäß einzusetzen und ist elektrostatisch zu erden.
- In der Gerätedokumentation/Betriebsanleitung muss der Hersteller darauf hinweisen, dass nur für den jeweiligen Anwendungsfall zugelassene Filtermedien verwendet werden dürfen.

### Gerätegehäuse

- Metallische Teile von Geräten, die im explosionsgefährdeten Bereich betrieben werden sollen, müssen in die örtliche Potenzialausgleichsmaßnahme einbezogen werden (z. B. Anschluss an Fundamenterder), um eine elektrostatische Aufladung zu vermeiden.
- Um die Zündgefahr der elektrostatischen Entladungen zu vermeiden, sind die Grenzwerte für die Lackschichtdicke einzuhalten. Dieses gilt auch für Reparaturmaßnahmen. Elektrostatische Aufladungen können dort entstehen, wo mit Kunstfasertüchern die Oberflächen gereinigt werden, oder wo ein Teilchentransport durch die Luftströmung die Oberfläche streift und diese elektrostatisch auflädt. Reinigungsmaßnahmen mit Kunstfasertüchern sind deshalb ausdrücklich verboten.
  - In einer EX-Zone liegende Kunststoffteile müssen den Flächenrestriktionen gemäß DIN EN ISO 80079-36:2016 (Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären), Abschnitt 6.7.5 „Geräte der Gruppe II“, Tabelle 8 genügen, mit einem Oberflächenwiderstand  $< 10^9 \Omega$  elektrostatisch ableitfähig sein oder einem Aufladetest gemäß DIN EN ISO 80079-36:2016, D.4.2 „Ermittlung des wirksamsten Aufladeverfahrens“ unterzogen werden.
- Bei entkoppelten Rahmen- und Konstruktionsteilen muss auf die Ableitfähigkeit besonderes Augenmerk gelegt werden.

DIN EN ISO 80079-37:2016 (Schutz durch konstruktive Sicherheit „c“, Zündquellenüberwachung „b“, Flüssigkeitskapselung „k“)

- Wartungsklappen und Deckel sind ebenfalls auf elektrischen Kontakt zu prüfen. Hier sind Potenzialausgleichsleiter zu verwenden.

- Die Brandlast eines Ventilators soll so gering wie möglich sein, um im Falle einer Explosion die Brandgefahr und deren Folgen zu minimieren. Hierzu ist die DIN EN 1886, Kapitel 10 zu beachten.
- Der Ventilator ist eine unvollständige Maschine. Daher muss die Risikobetrachtung für die Gesamtanlage durchgeführt werden. Hierfür ist der Hersteller dieser Anlage verantwortlich.

## 8.11 Korrosion



*Trotz aller Sorgfalt bei der Herstellung und bei der Wahl der empfohlenen Werkstoffe kann eine Restwahrscheinlichkeit für die Korrosionsbildung nicht vollständig ausgeschlossen werden. Einen sicheren Korrosionsschutz gibt es nicht.*

Durch die Wahl geeigneter Werkstoffe kann lediglich Einfluss auf die Korrosionswahrscheinlichkeit genommen werden, die wiederum stark von zusätzlichen Faktoren abhängt, wie z. B. die Verwendung von Reinigungsmittel, Luftfeuchtigkeit / salzhaltige Atmosphäre, ständige Wasserbeaufschlagung, etc.

Kantenflucht der Farbschichtdicken an Rundstäben, Kaufteilen, Blechen, Motoren sowie Eindrücke von Verschraubungselementen in die Lackoberfläche oder kleinere Lackabplatzer sind nicht vermeidbar.

Der Vorbereitungsgrad gemäß DIN EN ISO 8501-3 ist bei Dünnblechen nicht einzuhalten.

Fertigungsbedingte Grenzwerte für Schweißnahtunregelmäßigkeiten (siehe ISO 6520-1) entsprechen gemäß DIN EN ISO 5817 der Bewertungsgruppe C.

Die nach ISO 12944-1 angegebene Schutzdauer ist deshalb auch nicht als Gewährleistungszeit zu verstehen. Eine Gewährleistung für eine vollständige Korrosionssicherheit kann von mdexx fan systems GmbH nicht gegeben werden.

Gleiches gilt auch für Aluminiumwerkstoffe. Aluminiumwerkstoffe, die nur Spritzwasser ohne chemische Additive ausgesetzt sind, benötigen üblicherweise keinen zusätzlichen Korrosionsschutz, wenn kleinste Angriffsstellen gebilligt werden.

### **Spezieller Korrosionsschutz und Grenzen bei Offshore-Anwendungen**

Blechlackierungen für Offshore-Anwendungen entsprechen DIN EN ISO 12944-5:2008 mit der Korrosivitätskategorie C5. Sie bestehen aus einer verzinkten Basisbeschichtung mit anschließender 3-Schicht-Lackierung.

Je nach Kundenwunsch und Beauftragung erhält der Motor bei gesonderter Bestellung eine aktuelle CX-Beschichtung, inkl. eines Paint-Reports.

Unbeschichtete, nichtrostende Materialien (z. B. Verbindungs-/Verschraubungsmittel, oder Wuchtsteine) werden in den Stahlwerkstoffen 1.4301 oder 1.4571 ausgeführt.

Auf Anfrage sind in Absprache mit der mdexx fan systems GmbH Werkstoffe mit einer höheren Korrosionsbeständigkeitsklasse wählbar (gemäß DIN EN 1993-1-4:2015-10 / Eurocode 3).

Aus Gründen der Standardisierung werden funkengeschützte Ventilatoren bei der Firma mdexx fan systems GmbH mit einem ableitfähigen Lack beschichtet, mit einer Korrosivitätskategorie C5-H, RAL 7032.

Korrosivitätskategorie	Beispiele typischer Umgebungen (nur informativ)	
	Freiluft	Innenraum
C1 unbedeutend	----	beheizte Gebäude mit neutraler Atmosphäre, z. B. Büros, Verkaufsräume, Schulen, Hotels
C2 gering	Atmosphäre mit geringem Verunreinigungsgrad: meistens ländliche Gebiete	unbeheizte Gebäude, in denen Kondensation auftreten kann, z. B. Lagerhallen, Sporthallen
C3 mäßig	Stadt- und Industrielatmosphäre mit mäßiger Schwefeldioxidbelastung; Küstenatmosphäre mit geringer Salzbelastung	Produktionsräume mit hoher Luftfeuchte und gewisser Luftverunreinigung, z. B. Lebensmittelverarbeitungsanlagen, Wäschereien, Brauereien, Molkereien
C4 stark	Industrielatmosphäre und Küstenatmosphäre mit mäßiger Salzbelastung	Chemieanlagen, Schwimmbäder, küstennahe Werften und Bootshäfen
C5 sehr stark	Industriebereiche mit hoher Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre und Küstenatmosphäre mit hoher Salzbelastung	Gebäude oder Bereiche mit nahezu ständiger Kondensation und mit starker Verunreinigung
CX extrem	Offshore-Bereiche mit hoher Salzbelastung und Industriebereiche mit extremer Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre sowie subtropische und tropische Atmosphäre	Industriebereiche mit extremer Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre

*DIN EN ISO 12944-2:2018-04*

*siehe: Tabelle 1 – Korrosivitätskategorien für atmosphärische Umgebungsbedingungen und Beispiele für typische Umgebungen*



## 9 Störungen

Störungsbeschreibung	Mögliche Ursache	Abhilfe
Ventilator läuft nicht ruhig	Verschmutzung der Laufradschaufeln	Laufrad reinigen ► Siehe auch <a href="#">Kapitel „Laufradreinigung/ -inspektion“</a>
	Laufrad verformt/beschädigt	Ventilator austauschen
	Unebene Standfläche des Ventilators	Befestigung lösen und für ebene Standfläche (<1 mm) sorgen. Anschließend Ventilator wieder befestigen
	Befestigung des Ventilators / der Wuchtgewichte lose	Verschraubungen auf Vollständigkeit und richtige Drehmomente prüfen
Schleifgeräusche am Ventilator	Kollision von Bauteilen	Spaltmaße prüfen. Bauteile auf Verformung prüfen
	Motorlagerung defekt	Ventilator austauschen
Ventilator startet nicht	Motor falsch angeschlossen	Anschluss überprüfen
	Anlaufstrom zu hoch	Falsche Spannung
	Motor defekt	Motor überprüfen und ggf. mdexx fan systems GmbH kontaktieren
	Motor zu warm	Abkühlen des Motors ermöglichen und ggf. Thermoschutzschalter prüfen
Ventilator verursacht lautes Brummen/Vibrieren	Vielfältige Gründe, möglicherweise im Gesamtsystem der Anlage. Typische Ursachen für erhöhte Schwingwerte folgen auf diese Tabelle	mdexx fan systems GmbH kontaktieren

Typische Ursachen für erhöhte Schwingwerte wären beispielsweise:

- Eine schlechte Anströmung des Ventilators.
- Betrieb bei zugesetzten Kühler- / oder Filterelementen. Dies kann insbesondere bei Axialventilatoren zum Betrieb im instabilen Kennlinienbereich führen.
- Eine Überlagerung der Eigenresonanzen zwischen dem Ventilator und den Komponenten der unmittelbaren Einbauumgebung.
- Schwingungen, die durch frequenzgeregelten Betrieb von außen auf den Ventilator einwirken. Periodische, wellenartige Strömungen können die Schwingungen des Ventilators oder der Anlage verstärken und dadurch die Schwingungen verstärken. Instationäre Betriebszustände können unerwünschte Pumpwirkungen innerhalb des Ventilators hervorrufen. Zusätzlich führt die Instabilität des Luftstroms zu erhöhten Schwingungen des Ventilators und der Gesamtanlage führen.
- Gegebenenfalls sind Protokolle der Schwinggeschwindigkeit und der Schwingbeschleunigung über einen gewissen Betriebszeitraum zu erstellen. Die Grenzwerte der Vormeldung und der Notabschaltung müssen vom Anlagenbauer oder dem Anlagenbetreiber im Rahmen der Risiko- und Gefährdungsbeurteilung definiert werden. Beachten Sie bitte hierfür auch die Norm ISO 14694.
- Sollten Schwingungen ursächlich sein, muss vor Ort entschieden werden, ob präventiv ein Austausch des Ventilators vorzunehmen ist.



## GEFAHR!

### Lebensgefahr durch Bersten des Laufrads

Durch hohe Schwingungen oder ein defektes Laufrad mit Rissen in Schweißnähten kann es zu einem lebensgefährlichen Berstvorgang kommen. Erheblicher Sachschaden, schwerste Verletzungen oder Tod können die Folge sein.

Der Berstvorgang eines Ventilators verläuft bei unzulässig hohen Schwingungen unkontrolliert, mit hoher Energie, innerhalb weniger Sekunden oder gar Sekundenbruchteilen.

- Stellen Sie sicher, dass der Ventilator nur der zulässigen Schwingungsstärke ausgesetzt ist.
- ▶ Siehe auch [Kapitel „Schwingungen“](#)
- Achten Sie darauf, dass das Laufrad ordnungsgemäß und regelmäßig überprüft, gewartet und gereinigt wird, da unregelmäßige Ablagerungen zu Unwuchten und damit zu Lagerschäden oder Schwingungen führen können.

## 9.1 Störungen bei ATEX-Anwendung / Explosionsschutz



*Die nachfolgenden Erläuterungen gelten nur für Ventilatoren, die eine ATEX-Zertifizierung besitzen.*

### Äußere Quellen

Ventilatoren, die in einer potenziell explosionsfähigen Atmosphäre aufgestellt werden oder eine potenziell explosionsfähige Atmosphäre fördern, fallen unter den Anwendungsbereich der ATEX-Richtlinie 2014/34/EU. Die Angabe über eine vorhandene, explosionsfähige Atmosphäre und damit die Notwendigkeit der Anwendung der ATEX-Richtlinie muss vom Besteller der Ventilatoren erfolgen. mdexx fan systems GmbH konstruiert nach den Vorgaben des Anlagenbauers oder des Planers die Ventilatoren und kennzeichnet sie entsprechend seiner Konformitätsbewertung.

Normalerweise sind äußere Zündquellen für den Hersteller von nicht-elektrischen Geräten unerheblich. Aufgrund des hohen Schadenspotentials und dessen Auswirkungen auf die unmittelbare Umgebung sind die Richtlinien für den ATEX-Bereich unbedingt zu beachten und Risikoanalysen, bzw. Gefährdungsanalysen zu erstellen.

**Störungen, die üblicherweise zu erwarten sind**

Folgende Störungen an Ventilatoren können üblicherweise in der Praxis auftreten und sind vom Betreiber besonders zu beobachten. (Siehe DIN EN 14986:2017, Kap. 4.1.3.):

- Üblich auftretende und zu erwartende Verschmutzung des Ventilators führt zu einer Störung.
- Reibungswärme durch fehlerhafte Montage - Spaltmaß wurde nicht eingehalten.
- Veränderung der Eigenschaften oder Abmessungen der Ventilatoreinheit (z. B. Verzug des Gehäuses, oder des Laufrades) führt zu einer Störung.
- Störung oder Fehler der Energieversorgung oder anderer Versorgungseinrichtungen.
- Über lange Zeit unbemerkter Betrieb mit defekten Lagern und daraus entstehendem Kontakt zwischen Laufrad und Gehäuse.

**Seltene Störung (Siehe DIN EN 14986:2017, Kap. 4.1.3.)**

Eine seltene Störung ist eine Störungsart, die möglich ist, aber nur in seltenen Fällen auftritt. Zwei voneinander unabhängige vorhersehbare Störungen, die für sich allein genommen keine, aber in Kombination miteinander eine Zündgefahr darstellen, sind als eine einzelne seltene Störung zu betrachten.

Als Beispiele für seltene Störungen wären zu nennen:

- Anlagenstörung in Verbindung mit einem oben beschriebenen Defekt, der zu Kurzschlussströmen führen könnte.
- Anlagenstörungen in Verbindung mit einem Berstfall.
- Lösen von Laufradschaufeln durch länger anhaltende Vibrationen.
- Schwingungen durch Staubanhaftungen auf Laufradschaufeln.
- Mangelhafte Schmierung und heiß laufende Lager mit Lagerversagen.
- Mangelhafte Wartung, verstopfte Filter, unzureichende Luftzuführung, Anhaftungen auf der Motoroberfläche.
- Unsachgemäßer Transport mit mechanischen Beschädigungen.
- Berührung der Schaufelaußenkante und dem inneren Gehäusedurchmesser.
- Fehlende Erdung, unterschiedliches elektrisches Potenzial, oder elektrostatische Entzündung.

**Anmerkung:**

Streuströme sind zu vermeiden, können aber in elektrisch leitenden Systemen oder Teilen von Systemen fließen. Beispiele dafür sind:

- Rückströme in Energieerzeugungssystemen in der Nähe von großen Schweißanlagen.
- Folge eines Kurzschlusses oder eines Erdschlusses aufgrund von Fehlern in den Elektroinstallationen.

- Folge von externer magnetischer Induktion (z. B. durch in der Nähe befindliche elektrische Installationen mit hohen Stromstärken oder Hochfrequenzen).
- Folge eines Blitzschlags (siehe geeignete Normen, z. B. IEC 62305).

## 10 Entsorgung



### ACHTUNG

#### Umweltschäden durch falsche Entsorgung.

Der Ventilator enthält Materialien, die getrennt entsorgt werden müssen. Eine unsachgemäße Entsorgung kann Umweltschäden zur Folge haben.

Nach Ablauf der Nutzungsdauer muss der Ventilator endgültig außer Betrieb genommen und fachgerecht entsorgt werden.

- Ventilator verantwortungsbewusst durch einen zertifizierten Entsorgungsfachbetrieb entsorgen lassen.
- Aktuell gültige nationale und regionale Vorschriften zur rechtlich korrekten Entsorgung beachten.

### Informationen zu § 15 Absatz 1 VerpackG

Sämtliche Einweg-Transport- und -Großverbraucherpackungen, die Bestandteil unserer Warensendungen sind, können am Ort der Übergabe oder in dessen unmittelbarer Nähe unentgeltlich von uns zurückgenommen werden, um diese der Verwertung zuzuführen. Der Ablauf der Rückgabe muss im Vorfeld mit der mdexx fan systems GmbH abgesprochen werden.

Die Rückgabe von Einwegverpackungen ist freiwillig.

Alle Mehrwegverpackungen (z. B. Europaletten, etc.) müssen an uns zurückgegeben werden.

### Entsorgung von Altgeräten in Deutschland

Geräte mit abgebildeter Kennzeichnung (durchgestrichene Mülltonne) gehören nicht in den Restmüll. Das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) gewährleistet eine kostenlose Rückgabe bei Ihrer kommunalen Sammelstelle. Weitere Informationen zu diesem Thema erhalten Sie bei uns.



## II Anhang

### II.1 Normen/Sicherheitsanforderungen

Kontrollen und Maßnahmen gemäß DIN EN 17170:2017-10; Tabelle 2				
Sicherheitsanforderungen	Sichtprüfung	Funktionsprüfung	Messung	Verweis auf Normen
Schneiden, Einfangen	x	x	x	EN 13857, EN 349, EN ISO 14120, EN ISO 12499
Inspektionsluken	x	x		EN 349, EN ISO 13857, EN ISO 14120
Fluidstrahl	x	x		EN ISO 4413, EN ISO 12100
Herausschleudern von Teilen	x			EN ISO 13849-1, EN 62061
Standfestigkeit		x	x	EN ISO 12100
Ausrutschen, Stolpern, Stürzen	x			EN ISO 12100
Elektrische Sicherheit	x	x	x	EN 60204-1, EN 61000-6-4
Steuerungssysteme	x	x	x	EN 60204-1, EN ISO 4413, EN ISO 4414
Thermische Sicherheit		x	x	EN ISO 13732-1, EN ISO 13732-3, EN ISO 19353:2016
Geräusch		x	x	EN ISO 4871, EN ISO 5136, EN ISO 11688-1, EN ISO 11688-2, ISO 13347
Schwingungen			x	EN 13849-1, EN 60204-1, EN 61511-1, ISO 21940-11, ISO 14694
Stoffe und Substanzen	x	x		EN 1672, ISO 13349
Ergonomie	x	x		EN 60204-1, EN 61310-1
Energieversorgung		x		
Ergänzende Maßnahmen und Einrichtungen	x	x		EN 1037, EN 61310-1, EN ISO 13580, EN 60204-1



## 11.2 Inbetriebnahme-/Wartungsprotokoll

Inbetriebnahme-/Wartungsprotokoll		Hersteller: mdexx fan systems GmbH Zeppelinstr. 30 D-28844 Weyhe																																																																	
<p><b>Betreiberangaben</b></p> <p>Werk / Standort: _____</p> <p>Anlage: _____</p> <p>Geräte-Nr.: _____</p> <p><b>Verantwortlicher</b></p> <p>Prüfdatum: _____</p> <p>Schichtleiter / Meister: _____</p> <p>Monteur: _____</p>	<p><b>Herstellerangaben:</b></p> <p>Ventilatorentyp / TSN: _____</p> <p>Zeichnungsnummer: _____</p> <p>SAP-Nr.: _____</p> <p>Seriennummer: _____</p> <p>Herstellungsjahr: _____</p> <p><b>Kontakt:</b> info@mdexx.com / +49 421 - 5125 - 0</p>																																																																		
<p style="text-align: center; background-color: #e0e0e0;"><b>Betriebsdaten gemäß Typenschild</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">01 Betriebsfrequenz</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">Hz</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">02 Volumenstrom</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">m3/s</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">03 Statischer Druck</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">Pa</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">04 Totaldruckerhöhung</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">Pa</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">05 max. Schallleistungspegel</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">dB(A)</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">06 Betriebsdrehzahl</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">rpm</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">07 Leistungsbedarf</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">kW</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">08 Isolationsklasse</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">09 Schaltung</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">Δ Y</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">10 Umgebungslufttemperatur</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">°C</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">11 Nennstrom für Δ</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">A</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">12 Nennstrom für Y</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">A</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">13 Nennleistung</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">kW</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">14 Motormoment</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">Nm</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">15 Wirkungsgrad</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">%</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">16 Leistungsfaktor cos(φ)</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">17 I<sub>a</sub> / I<sub>n</sub></td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">18 Effizienzklasse</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> </table>	01 Betriebsfrequenz	Hz	02 Volumenstrom	m3/s	03 Statischer Druck	Pa	04 Totaldruckerhöhung	Pa	05 max. Schallleistungspegel	dB(A)	06 Betriebsdrehzahl	rpm	07 Leistungsbedarf	kW	08 Isolationsklasse		09 Schaltung	Δ Y	10 Umgebungslufttemperatur	°C	11 Nennstrom für Δ	A	12 Nennstrom für Y	A	13 Nennleistung	kW	14 Motormoment	Nm	15 Wirkungsgrad	%	16 Leistungsfaktor cos(φ)		17 I <sub>a</sub> / I <sub>n</sub>		18 Effizienzklasse		<p style="text-align: center; background-color: #e0e0e0;"><b>gemessene Prüfdaten während der Wartung</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">01 Betriebsdrehzahl</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">02 Strom</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">A</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">03 Nennspannung</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">Δ Y V</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">04 Wicklungswiderstand (kalte Wicklung)</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">Ω</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">05 Motorentemperatur im vorderen Lagerbereich</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">06 Motorentemperatur im hinteren Lagerbereich</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">07 max. Schwinggeschwindigkeit bei Betriebsdrehzahl</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">08 max. Schwinggeschwindigkeit bei halber Betriebsdrehzahl</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">09 max. Schwinggeschwindigkeit bei unterster Betriebsdrehzahl</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">10 Restunwucht</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">11 Wie wurde die Schwinggeschwindigkeit gemessen?</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">12 a) starr auf massiven Block angeschraubt (Limit: 4,5 mm/s)</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">13 b) flexibel auf Schwingungspuffer (Limit: 6,3 mm/s)</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">14 c) Anbindung an der Produktionsanlage</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">15 elektrische Signale prüfen</td><td style="border-bottom: 1px solid black;"></td></tr> </table> <p style="font-size: small;">*Grenzwert gemäß ISO14694 Kategorie BV-3:</p> <p style="font-size: x-small;">Starre Anbindung: Peak = 6,4 Mittelwert = 4,5 mm/s Flexible / weiche Anbindung: Peak = 8,8 Mittelwert = 6,3 mm/s</p>	01 Betriebsdrehzahl		02 Strom	A	03 Nennspannung	Δ Y V	04 Wicklungswiderstand (kalte Wicklung)	Ω	05 Motorentemperatur im vorderen Lagerbereich		06 Motorentemperatur im hinteren Lagerbereich		07 max. Schwinggeschwindigkeit bei Betriebsdrehzahl		08 max. Schwinggeschwindigkeit bei halber Betriebsdrehzahl		09 max. Schwinggeschwindigkeit bei unterster Betriebsdrehzahl		10 Restunwucht		11 Wie wurde die Schwinggeschwindigkeit gemessen?		12 a) starr auf massiven Block angeschraubt (Limit: 4,5 mm/s)	<input type="checkbox"/>	13 b) flexibel auf Schwingungspuffer (Limit: 6,3 mm/s)	<input type="checkbox"/>	14 c) Anbindung an der Produktionsanlage	<input type="checkbox"/>	15 elektrische Signale prüfen	
01 Betriebsfrequenz	Hz																																																																		
02 Volumenstrom	m3/s																																																																		
03 Statischer Druck	Pa																																																																		
04 Totaldruckerhöhung	Pa																																																																		
05 max. Schallleistungspegel	dB(A)																																																																		
06 Betriebsdrehzahl	rpm																																																																		
07 Leistungsbedarf	kW																																																																		
08 Isolationsklasse																																																																			
09 Schaltung	Δ Y																																																																		
10 Umgebungslufttemperatur	°C																																																																		
11 Nennstrom für Δ	A																																																																		
12 Nennstrom für Y	A																																																																		
13 Nennleistung	kW																																																																		
14 Motormoment	Nm																																																																		
15 Wirkungsgrad	%																																																																		
16 Leistungsfaktor cos(φ)																																																																			
17 I <sub>a</sub> / I <sub>n</sub>																																																																			
18 Effizienzklasse																																																																			
01 Betriebsdrehzahl																																																																			
02 Strom	A																																																																		
03 Nennspannung	Δ Y V																																																																		
04 Wicklungswiderstand (kalte Wicklung)	Ω																																																																		
05 Motorentemperatur im vorderen Lagerbereich																																																																			
06 Motorentemperatur im hinteren Lagerbereich																																																																			
07 max. Schwinggeschwindigkeit bei Betriebsdrehzahl																																																																			
08 max. Schwinggeschwindigkeit bei halber Betriebsdrehzahl																																																																			
09 max. Schwinggeschwindigkeit bei unterster Betriebsdrehzahl																																																																			
10 Restunwucht																																																																			
11 Wie wurde die Schwinggeschwindigkeit gemessen?																																																																			
12 a) starr auf massiven Block angeschraubt (Limit: 4,5 mm/s)	<input type="checkbox"/>																																																																		
13 b) flexibel auf Schwingungspuffer (Limit: 6,3 mm/s)	<input type="checkbox"/>																																																																		
14 c) Anbindung an der Produktionsanlage	<input type="checkbox"/>																																																																		
15 elektrische Signale prüfen																																																																			
<p style="text-align: center; background-color: #e0e0e0;"><b>Sicherheitsprotokoll</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Spannungsfreiheit feststellen</li> <li><input type="checkbox"/> Gegen Wiedereinschalten sichern</li> <li><input type="checkbox"/> Benachbarte, unter Spannung stehende Bereiche abschränken</li> <li><input type="checkbox"/> Erdung / Potentialausgleichsverbindungen prüfen und wiederherstellen</li> <li><input type="checkbox"/> Automatische Abschaltung der Stromversorgung ist gegeben</li> <li><input type="checkbox"/> Kabelisolierung prüfen, um Fehlerströme zu vermeiden</li> <li><input type="checkbox"/> Schutztrennung herstellen</li> <li><input type="checkbox"/> Berührungsschutz / Sicherheit herstellen</li> <li><input type="checkbox"/> Fehlerhafte Aufstellung vermeiden</li> <li><input type="checkbox"/> Schrauben fixieren gemäß Drehmomententabelle</li> <li><input type="checkbox"/> Schraubensicherungskleber, Strichmarkierung anbringen</li> <li><input type="checkbox"/> Laufrad und Einströmdüse ausgerichtet, gleichmäßiger Spalt</li> <li><input type="checkbox"/> Nach Wiedereinschalten keine brummenden Geräusche feststellbar</li> <li><input type="checkbox"/> Schwingungskontrolle nach der Wartung durchgeführt</li> </ul>	<p style="text-align: center; background-color: #e0e0e0;"><b>Bestätigungskennzeichnung</b></p> <p>i.O n.i.O</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Keine äußeren Beschädigungen</li> <li><input type="checkbox"/> Keine inneren Beschädigungen</li> <li><input type="checkbox"/> Keine auffälligen Schwingungsgeräusche (z.B. Brummen, Vibrieren)</li> <li><input type="checkbox"/> Schweißnähte ohne erkennbare Risse, ggf. Farbeindringverfahren</li> <li><input type="checkbox"/> Keine Verformungen am Gehäuse oder der Laufradschaufel</li> <li><input type="checkbox"/> Laufrad und Gehäuse gereinigt</li> <li><input type="checkbox"/> Korrosionsschutz an fehlende Farbstellen wiederhergestellt</li> <li><input type="checkbox"/> Gleichm. Spaltmaß zwischen Einströmdüse und Laufrad kontrolliert</li> <li><input type="checkbox"/> Wuchtgewichte vorhanden / in Ordnung</li> <li><input type="checkbox"/> Schraubverbindungen auf Festsitz und Vollständigkeit geprüft</li> <li><input type="checkbox"/> Elektroanschlüsse und Erdung geprüft</li> <li><input type="checkbox"/> Abschmierung durchgeführt, falls vorhanden</li> <li><input type="checkbox"/> Drehrichtung korrekt</li> <li><input type="checkbox"/> Vibrationsmessungen in den Betriebspunkten unauffällig</li> </ul>																																																																		
<p><b>Bestätigung des Prüfers</b></p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> Der Ventilator ist mangelfrei und kann in Betrieb gehen.</p> <p><b>Folgende Punkte waren nicht in Ordnung und müssen ersetzt, repariert oder erneut überprüft werden:</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																																																																			
Name: _____	Datum: _____																																																																		
Abteilung: _____	Unterschrift: _____																																																																		

V14.10.2024