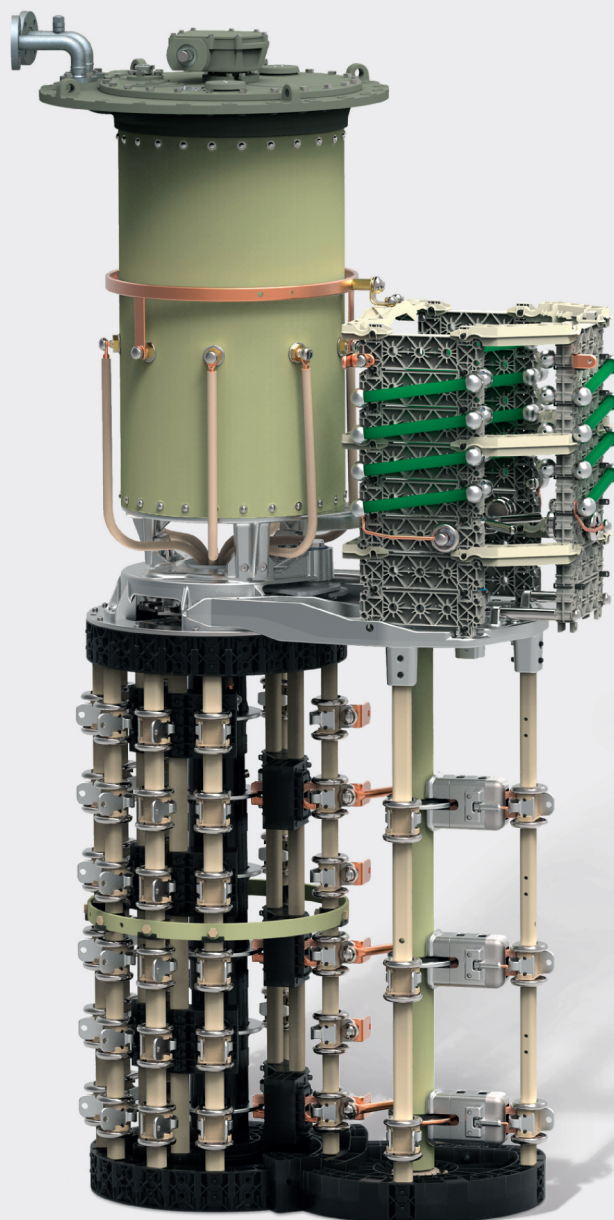


# Betriebsanleitung VACUTAP® VM®. Laststufenschalter

Wählerbaureihen RC, RD, RDE  
4360571/04 DE



© Alle Rechte bei Maschinenfabrik Reinhausen

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokumentes, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.

Zu widerhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- und Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Nach Redaktionsschluss der vorliegenden Dokumentation können sich am Produkt Änderungen ergeben haben.

Änderungen der technischen Daten bzw. Konstruktionsänderungen sowie Änderungen des Lieferumfanges bleiben ausdrücklich vorbehalten.

Grundsätzlich sind die bei der Abwicklung der jeweiligen Angebote und Aufträge übermittelten Informationen und getroffenen Vereinbarungen verbindlich.

Die Originalbetriebsanleitung wurde in deutscher Sprache erstellt.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>4</b>	7.2 Wartungsintervalle .....	42
1.1 Hersteller .....	4	7.3 Isolierflüssigkeit wechseln .....	43
1.2 Vollständigkeit .....	4	7.3.1 Laststufenschalter in Justierstellung schalten .....	43
1.3 Aufbewahrungsort .....	4	7.3.2 Waagrechte Antriebswelle ausbauen .....	43
1.4 Darstellungskonventionen .....	5	7.3.3 Ölgefäß und Ölausdehnungsgefäß entleeren .....	45
1.4.1 Warnkonzept .....	5	7.3.4 Ölgefäß und Ölausdehnungsgefäß mit neuer Isolierflüssigkeit befüllen .....	46
1.4.2 Informationskonzept .....	5	7.3.5 Waagrechte Antriebswelle einbauen .....	48
1.4.3 Handlungskonzept .....	6	7.3.6 Laststufenschalter und Motorantrieb ausmitteln .....	49
<b>2 Sicherheit</b> .....	<b>7</b>	7.4 Gleichstromwiderstandsmessung am Transformator durchführen .....	50
2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung .....	7	<b>8 Entsorgung</b> .....	<b>51</b>
2.2 Bestimmungswidrige Verwendung .....	8	<b>9 Technische Daten</b> .....	<b>52</b>
2.3 Grundlegende Sicherheitshinweise .....	8	9.1 Technische Daten Laststufenschalter .....	52
2.4 Qualifikation des Personals .....	10	9.1.1 Laststufenschaltereigenschaften .....	52
2.5 Persönliche Schutzausrüstung .....	10	9.1.2 Zulässige Umgebungsbedingungen .....	53
<b>3 Produktbeschreibung</b> .....	<b>12</b>	9.1.3 Höhe des Ölausdehnungsgefäßes .....	54
3.1 Laststufenschalter .....	12	9.1.4 Aufstellungshöhe über Meeresspiegel .....	54
3.1.1 Funktionsbeschreibung .....	12	9.2 Technische Daten Schutzrelais .....	56
3.1.2 Aufbau/Ausführungen .....	13	9.3 Sonderausführungen Schutzrelais .....	58
3.1.3 Typenschild und Seriennummer .....	15	9.3.1 Schutzrelais mit Auslöseschalter Wechsler CO .....	58
3.1.4 Schutzeinrichtungen .....	15	9.3.2 Schutzrelais mit mehreren Schutzgasmagnetschaltröhren .....	59
3.2 Antriebswelle .....	21	9.4 Technische Daten Druckwächter .....	60
3.2.1 Funktionsbeschreibung .....	21	9.5 Grenzwerte für Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt von Isolierflüssigkeiten .....	61
3.2.2 Aufbau/Ausführungen .....	21	9.6 Laststufenschalter für Sternschaltung mit offenem Sternpunkt .....	62
<b>4 Inbetriebnahme</b> .....	<b>26</b>	<b>10 Zeichnungen</b> .....	<b>63</b>
4.1 Inbetriebnahme des Transformators am Aufstellungsort .....	26	10.1 10009950 .....	64
4.1.1 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen .....	26	10.2 10009030 .....	66
4.1.2 Laststufenschalterkopf und Saugleitung entlüften .....	28	10.3 10009917 .....	69
4.1.3 Motorantrieb überprüfen .....	29	10.4 10009916 .....	70
4.1.4 Schutzrelais überprüfen .....	30	10.5 896762 .....	71
4.1.5 Druckwächter überprüfen .....	30	10.6 893899 .....	72
4.1.6 Transformator in Betrieb nehmen .....	31	10.7 766161 .....	73
<b>5 Betrieb</b> .....	<b>32</b>	10.8 892916 .....	74
5.1 Motorantrieb mit Handkurbel betätigen .....	32		
<b>6 Störungsbeseitigung</b> .....	<b>34</b>		
6.1 Ansprechen des Schutzrelais und Transformator wieder in Betrieb nehmen .....	36		
6.1.1 Stauklappe in Stellung BETRIEB .....	37		
6.1.2 Stauklappe in Stellung AUS .....	37		
6.1.3 Transformator wieder in Betrieb nehmen .....	37		
6.2 Ansprechen des Druckwächters und Transformator wieder in Betrieb nehmen .....	38		
6.2.1 Taster in Stellung BETRIEB .....	38		
6.2.2 Taster in Stellung AUS .....	38		
6.2.3 Transformator wieder in Betrieb nehmen .....	39		
<b>7 Wartung</b> .....	<b>40</b>		
7.1 Inspektion .....	41		

# 1 Einleitung

Diese technische Unterlage enthält detaillierte Beschreibungen zur Überwachung im Betrieb, Störungsbeseitigung und Wartung.

Daneben enthält sie Sicherheitshinweise sowie allgemeine Hinweise zum Produkt.

Informationen zum Einbau sind in der Montage- und Inbetriebnahmeanleitung enthalten.

Zielgruppe dieser technischen Unterlage ist ausschließlich speziell geschultes und autorisiertes Fachpersonal.

## 1.1 Hersteller

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH  
Falkensteinstraße 8  
93059 Regensburg  
Deutschland

Tel.: +49 941 4090-0  
E-Mail: [sales@reinhausen.com](mailto:sales@reinhausen.com)  
Internet: [www.reinhausen.com](http://www.reinhausen.com)  
MR Reinhausen Kundenportal: <https://portal.reinhausen.com>

Bei Bedarf erhalten Sie unter dieser Adresse weitere Informationen zum Produkt und Ausgaben dieser technischen Unterlage.

## 1.2 Vollständigkeit

Diese technische Unterlage ist nur zusammen mit den mitgeltenden Dokumenten vollständig.

Folgende Dokumente gelten als mitgeltende Dokumente:

- Auspackanleitung
- Beiblatt
- Routineprüfprotokoll
- Schaltbilder
- Maßzeichnungen
- Auftragsbestätigung

## 1.3 Aufbewahrungsort

Bewahren Sie diese technische Unterlage sowie sämtliche mitgeltenden Dokumente griffbereit und jederzeit zugänglich für den späteren Gebrauch auf.

## 1.4 Darstellungskonventionen

### 1.4.1 Warnkonzept

In dieser technischen Unterlage werden Warnhinweise wie folgt dargestellt.

#### 1.4.1.1 Abschnittsbezogener Warnhinweis

Abschnittsbezogene Warnhinweise beziehen sich auf ganze Kapitel oder Abschnitte, Unterabschnitte oder mehrere Absätze innerhalb dieser technischen Unterlage. Abschnittsbezogene Warnhinweise sind nach folgendem Muster aufgebaut:

**▲ WARNUNG**



#### Art der Gefahr!

Quelle der Gefahr und Folgen.

- > Maßnahme
- > Maßnahme

#### 1.4.1.2 Eingebetteter Warnhinweis

Eingebettete Warnhinweise beziehen sich auf einen bestimmten Teil innerhalb eines Abschnitts. Diese Warnhinweise gelten für kleinere Informationseinheiten als die abschnittsbezogenen Warnhinweise. Eingebettete Warnhinweise sind nach folgendem Muster aufgebaut:

**▲ GEFAHR!** Handlungsanweisung zur Vermeidung einer gefährlichen Situation.

#### 1.4.1.3 Signalwörter in Warnhinweisen

Signalwort	Bedeutung
GEFAHR	Kennzeichnet eine gefährliche Situation, die zu Tod oder schwerer Verletzung führt, wenn sie nicht vermieden wird.
WARNUNG	Kennzeichnet eine gefährliche Situation, die zu Tod oder schwerer Verletzung führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.
VORSICHT	Kennzeichnet eine gefährliche Situation, die zu Verletzungen führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.
ACHTUNG	Kennzeichnet Maßnahmen zur Vermeidung von Sachschäden.

Tabelle 1: Signalwörter in Warnhinweisen

### 1.4.2 Informationskonzept

Informationen dienen zur Vereinfachung und zum besseren Verständnis bestimmter Abläufe. In dieser technischen Unterlage sind sie nach folgendem Muster aufgebaut:



Wichtige Informationen.

### 1.4.3 Handlungskonzept

In dieser technischen Unterlage finden Sie einschrittige und mehrschrittige Handlungsanweisungen.

#### **Einschrittige Handlungsanweisungen**

Handlungsanweisungen, die nur einen einzigen Arbeitsschritt umfassen, sind nach folgendem Muster aufgebaut:

Handlungsziel

- ✓ Voraussetzungen (optional).
- > Schritt 1 von 1.
  - » Ergebnis des Handlungsschritts (optional).
  - » Handlungsergebnis (optional).

#### **Mehrschrittige Handlungsanweisungen**

Handlungsanweisungen, die mehrere Arbeitsschritte umfassen, sind nach folgendem Muster aufgebaut:

Handlungsziel

- ✓ Voraussetzungen (optional).
- 1. Schritt 1.
  - » Ergebnis des Handlungsschritts (optional).
- 2. Schritt 2.
  - » Ergebnis des Handlungsschritts (optional).
  - » Handlungsergebnis (optional).

# 2 Sicherheit

- Lesen Sie diese technische Unterlage durch, um sich mit dem Produkt vertraut zu machen.
- Diese technische Unterlage ist Teil des Produkts.
- Lesen und beachten Sie die Sicherheitshinweise in diesem Kapitel.
- Lesen und beachten Sie die Warnhinweise in dieser technischen Unterlage, um funktionsbedingte Gefahren zu vermeiden.
- Das Produkt ist nach dem Stand der Technik hergestellt. Dennoch können bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung funktionsbedingt Gefahren für Leib und Leben des Benutzers oder Beeinträchtigungen des Produkts und anderer Sachwerte entstehen.

## 2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Produkt ist ein Laststufenschalter und passt das Übersetzungsverhältnis von Transformatoren an, ohne den Lastfluss zu unterbrechen. Das Produkt ist ausschließlich für den Einsatz in Anlagen und Einrichtungen der elektrischen Energietechnik vorgesehen. Bei bestimmungsgemäßer Verwendung und Einhaltung der in dieser technischen Unterlage genannten Voraussetzungen und Bedingungen sowie der in dieser technischen Unterlage und am Produkt angebrachten Warnhinweise gehen vom Produkt keine Gefahren für Personen, Sachwerte und die Umwelt aus. Dies gilt über die gesamte Lebensdauer, von der Lieferung über die Montage und den Betrieb bis zur Demontage und Entsorgung.

Als bestimmungsgemäße Verwendung gilt Folgendes:

- Verwenden Sie das Produkt ausschließlich für den der Bestellung zugrunde liegenden Transformator/Motorantrieb.
- Die Seriennummern von Laststufenschalter und Laststufenschalterzubehör (Antrieb, Antriebswelle, Winkelgetriebe, Schutzrelais usw.) müssen übereinstimmen, wenn Laststufenschalter und Laststufenschalterzubehör als Set für einen Auftrag geliefert werden.
- Die für das Produkt gültige Norm einschließlich Ausgabejahr finden Sie auf dem Typenschild.
- Betreiben Sie das Produkt gemäß dieser mitgelieferten technischen Unterlage, der vereinbarten Lieferbedingungen und der technischen Daten.
- Stellen Sie sicher, dass alle erforderlichen Arbeiten nur durch qualifiziertes Personal durchgeführt werden.
- Verwenden Sie die mitgelieferten Vorrichtungen und Spezialwerkzeuge ausschließlich für den vorgesehenen Zweck und entsprechend der Festlegungen dieser technischen Unterlage.
- Der Betrieb des Laststufenschalters mit einer Ölfilteranlage ist nicht vorgesehen.

### Zulässige elektrische Betriebsbedingungen

Beachten Sie neben den Auslegungsdaten gemäß der Auftragsbestätigung die folgenden Grenzen für den Durchgangsstrom und die Stufenspannung:

Der Laststufenschalter ist in der Standardausführung für sinusförmigen Wechselstrom 50/60 Hz mit zur Nullachse symmetrischer Kurvenform ausgelegt und kann bei seiner Bemessungsstufenspannung  $U_{ir}$  den 2-fachen Bemessungsdurchgangsstrom  $I_r$  schalten.

Eine kurzzeitige Überschreitung der Bemessungsstufenspannung  $U_{ir}$  um bis zu 10 % ist zulässig, solange die bei dieser Stufenspannung zulässige Bemessungsstufenleistung  $P_{stN}$  nicht überschritten wird.

## 2.2 Bestimmungswidrige Verwendung

Als bestimmungswidrige Verwendung gilt, wenn das Produkt anders verwendet wird, als es im Abschnitt „Bestimmungsgemäße Verwendung“ beschrieben ist. Beachten Sie zudem Folgendes:

### Unzulässige elektrische Betriebsbedingungen

Alle Betriebsbedingungen, die nicht den Auslegungsdaten gemäß der Auftragsbestätigung entsprechen, sind unzulässig.

Unzulässige Betriebsbedingungen können z. B. durch Kurzschlussströme sowie durch Einschaltstromstöße beim Zuschalten von Transformatoren oder anderer elektrischer Maschinen auftreten. Dies gilt für den betreffenden Transformator selbst genauso wie für elektrisch parallel oder seriell angeschlossene Transformatoren oder andere elektrische Maschinen.

Höhere Spannungen können z. B. durch Übererregung des Transformators nach Lastabwurf auftreten.

Schaltungen außerhalb der zulässigen Betriebsbedingungen können zu Personenschäden und Sachschäden am Produkt führen.

- Verhindern Sie durch geeignete Maßnahmen jegliche Schaltungen außerhalb der zulässigen Betriebsbedingungen.

## 2.3 Grundlegende Sicherheitshinweise

Zur Vermeidung von Unfällen, Störungen und Havarien sowie unzulässigen Beeinträchtigungen der Umwelt muss der jeweils Verantwortliche für Transport, Montage, Betrieb, Instandhaltung und Entsorgung des Produkts oder von Teilen des Produkts Folgendes sicherstellen:

### Persönliche Schutzausrüstung

Locker getragene oder nicht geeignete Kleidung erhöht die Gefahr durch Erfassen oder Aufwickeln an rotierenden Teilen und die Gefahr durch Hängenbleiben an hervorstehenden Teilen. Dadurch besteht Gefahr für Leib und Leben.

- Für die jeweilige Tätigkeit persönliche Schutzausrüstung wie einen Helm, Arbeitsschutzschuhe, etc. tragen.
- Niemals beschädigte persönliche Schutzausrüstung tragen.
- Niemals Ringe, Ketten und anderen Schmuck tragen.
- Bei langen Haaren Haarnetz tragen.

### Arbeitsbereich

Unordnung und unbeleuchtete Arbeitsbereiche können zu Unfällen führen.

- Arbeitsbereich sauber und aufgeräumt halten.
- Sicherstellen, dass der Arbeitsbereich gut beleuchtet ist.
- Die geltenden Gesetze zur Unfallverhütung in dem jeweiligen Land einhalten.



### **Arbeiten im Betrieb**

Das Produkt dürfen Sie nur in einwandfreiem, funktionstüchtigem Zustand betreiben. Andernfalls besteht Gefahr für Leib und Leben.

- Sicherheitseinrichtungen regelmäßig auf ihre Funktionstüchtigkeit prüfen.
- Die in dieser technischen Unterlage beschriebenen Inspektionsarbeiten, Wartungsarbeiten sowie Wartungsintervalle einhalten.

### **Explosionsschutz**

Leichtentzündliche oder explosionsfähige Gase, Dämpfe und Stäube können zu schweren Explosionen und Brand führen. Dadurch besteht Gefahr für Leib und Leben.

- Produkt nicht in explosionsgefährdeten Bereichen montieren, betreiben und warten.

### **Sicherheitskennzeichnungen**

Warnhinweisschilder und Sicherheitshinweisschilder sind Sicherheitskennzeichnungen am Produkt. Sie sind wichtiger Bestandteil des Sicherheitskonzepts.

- Alle Sicherheitskennzeichnungen am Produkt beachten.
- Alle Sicherheitskennzeichnungen am Produkt vollzählig und lesbar halten.
- Beschädigte oder nicht mehr vorhandene Sicherheitskennzeichnungen erneuern.

### **Umgebungsbedingung**

Um einen zuverlässigen und sicheren Betrieb zu gewährleisten, ist das Produkt nur unter den in den technischen Daten angegebenen Umgebungsbedingungen zu betreiben.

- Angegebene Betriebsbedingungen und Anforderungen an den Aufstellort beachten.

### **Hilfsstoffe und Betriebsstoffe**

Nicht vom Hersteller zugelassene Hilfsstoffe und Betriebsstoffe können zu Personenschäden, Sachschäden sowie Funktionsstörungen am Produkt führen.

- Ausschließlich die vom Hersteller zugelassenen Isolierflüssigkeiten [[▶ Abschnitt 9.1.2, Seite 53](#)] verwenden.
- Ausschließlich leitfähige und geerdete Schläuche, Rohre und Pumpeneinrichtungen verwenden, die für brennbare Flüssigkeiten zugelassen sind.
- Ausschließlich die vom Hersteller zugelassenen Schmierstoffe und Hilfsstoffe verwenden.
- Hersteller kontaktieren.

### **Veränderungen und Umbauten**

Unerlaubte oder nicht sachgerechte Veränderungen des Produkts können zu Personenschäden, Sachschäden sowie Funktionsstörungen führen.

- Produkt ausschließlich nach Rücksprache mit der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH verändern.

### **Ersatzteile**

Nicht von der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH zugelassene Ersatzteile können zu Personenschäden, Sachschäden sowie Funktionsstörungen am Produkt führen.

- Ausschließlich die von der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH zugelassenen Ersatzteile verwenden.
- Maschinenfabrik Reinhausen GmbH kontaktieren.

## 2.4 Qualifikation des Personals

Die verantwortliche Person für Montage, Inbetriebnahme, Bedienung, Wartung und Inspektion muss eine ausreichende Qualifikation des Personals sicherstellen.

### Elektrofachkraft

Die Elektrofachkraft verfügt aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung über Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Normen und Bestimmungen. Zudem verfügt die Elektrofachkraft über folgende Fähigkeiten:

- Die Elektrofachkraft erkennt selbständig mögliche Gefahren und ist in der Lage sie zu vermeiden.
- Die Elektrofachkraft ist in der Lage, Arbeiten an elektrischen Anlagen auszuführen.
- Die Elektrofachkraft ist speziell für das Arbeitsumfeld ausgebildet, in dem sie tätig ist.
- Die Elektrofachkraft muss die Bestimmungen der geltenden gesetzlichen Vorschriften zur Unfallverhütung erfüllen.

### Elektrotechnisch unterwiesene Personen

Eine elektrotechnisch unterwiesene Person wird durch eine Elektrofachkraft über die ihr übertragenen Aufgaben und möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten sowie über Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen unterrichtet und angelernt. Die elektrotechnisch unterwiesene Person arbeitet ausschließlich unter der Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft.

### Bediener

Der Bediener nutzt und bedient das Produkt im Rahmen dieser technischen Unterlage. Er wird vom Betreiber über die speziellen Aufgaben und die daraus möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und geschult.

### Technischer Service

Es wird dringend empfohlen, Wartungen, Reparaturen sowie Nachrüstungen durch unseren Technischen Service ausführen zu lassen. Hierdurch wird die fachgerechte Ausführung aller Arbeiten gewährleistet. Wird eine Wartung nicht durch unseren Technischen Service ausgeführt, ist sicherzustellen, dass das Personal durch die Maschinenfabrik Reinhausen GmbH ausgebildet und autorisiert ist.

### Autorisiertes Personal

Das autorisierte Personal wird von der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH für spezielle Wartungen geschult und ausgebildet.

## 2.5 Persönliche Schutzausrüstung

Bei der Arbeit ist das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung erforderlich, um die Gesundheitsgefahren zu minimieren.

- Die für die jeweilige Arbeit notwendige Schutzausrüstung während der Arbeit stets tragen.
- Niemals beschädigte Schutzausrüstung tragen.
- Im Arbeitsbereich angebrachte Hinweise zur persönlichen Schutzausrüstung befolgen.

<b>Arbeitsschutzkleidung</b>	Eng anliegende Arbeitskleidung mit geringer Reißfestigkeit, mit engen Ärmeln und ohne abstehende Teile. Sie dient vorwiegend zum Schutz vor Erfassen durch bewegliche Maschinenteile.
<b>Sicherheitsschuhe</b>	Zum Schutz vor schweren herabfallenden Teilen und Ausrutschen auf rutschigem Untergrund.
<b>Schutzbrille</b>	Zum Schutz der Augen vor umherfliegenden Teilen und Flüssigkeitsspritzern.
<b>Gesichtsschutzschirm</b>	Zum Schutz des Gesichts vor umherfliegenden Teilen und Flüssigkeitsspritzern oder anderen gefährlichen Substanzen.
<b>Schutzhelm</b>	Zum Schutz vor herabfallenden und umherfliegenden Teilen und Materialien.
<b>Gehörschutz</b>	Zum Schutz vor Gehörschäden.
<b>Schutzhandschuhe</b>	Zum Schutz vor mechanischen, thermischen und elektrischen Gefährdungen.

Tabelle 2: Persönliche Schutzausrüstung

# 3 Produktbeschreibung

## 3.1 Laststufenschalter

### 3.1.1 Funktionsbeschreibung

Laststufenschalter dienen zur Anpassung des Übersetzungsverhältnisses von Transformatoren, ohne den Lastfluss zu unterbrechen. Somit können beispielsweise im Energieübertragungsnetz auftretende Spannungsschwankungen kompensiert werden. Hierzu werden Laststufenschalter in Transformatoren eingebaut und an das Aktivteil des Transformators angeschlossen.

Ein Motorantrieb, der einen Steuerimpuls (z. B. von einem Spannungsregler) erhält, verändert die Betriebsstellung des Laststufenschalters, wodurch das Übersetzungsverhältnis des Transformators an die jeweiligen betrieblichen Erfordernisse angepasst wird.

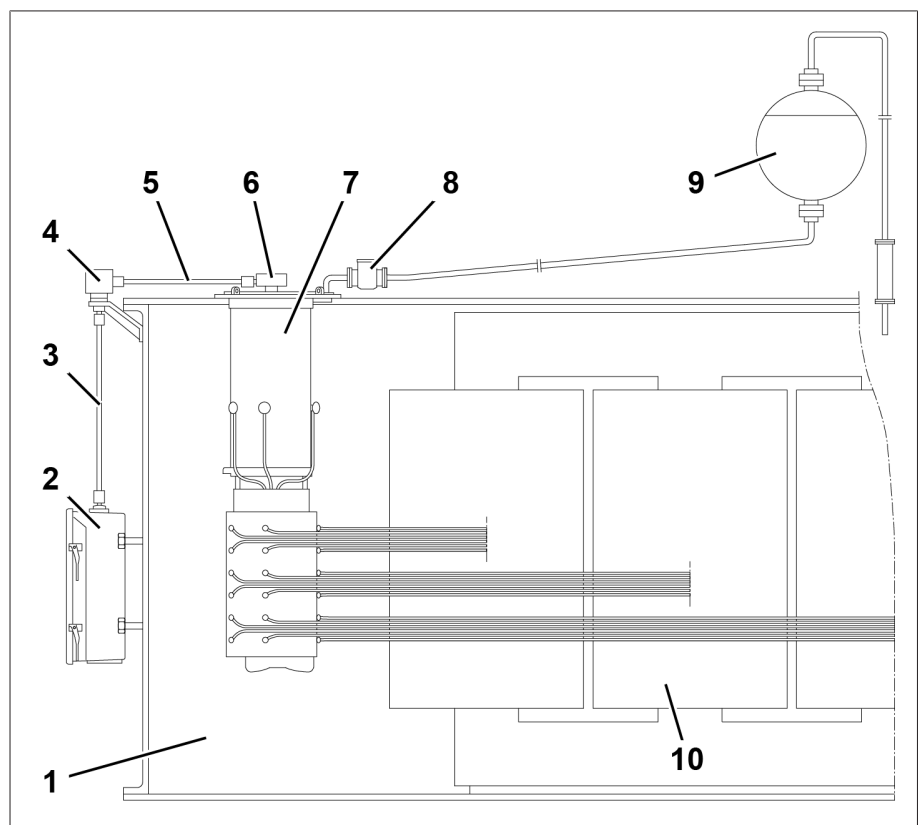


Abbildung 1: Systemübersicht Laststufenschalter Transformator

1	Transformator-kessel	6	obere Getriebestufe
2	Motorantrieb	7	Laststufenschalter
3	vertikale Antriebswelle	8	Schutzrelais
4	Winkelgetriebe	9	Ölausdehnungsgefäß
5	horizontale Antriebswelle	10	Aktivteil des Transformators

### 3.1.2 Aufbau/Ausführungen

Folgende Darstellung zeigt die Hauptkomponenten des Laststufenschalters.

Eine detaillierte Darstellung des Laststufenschalters finden Sie im Kapitel „Zeichnungen“ [► Abschnitt 10, Seite 63].

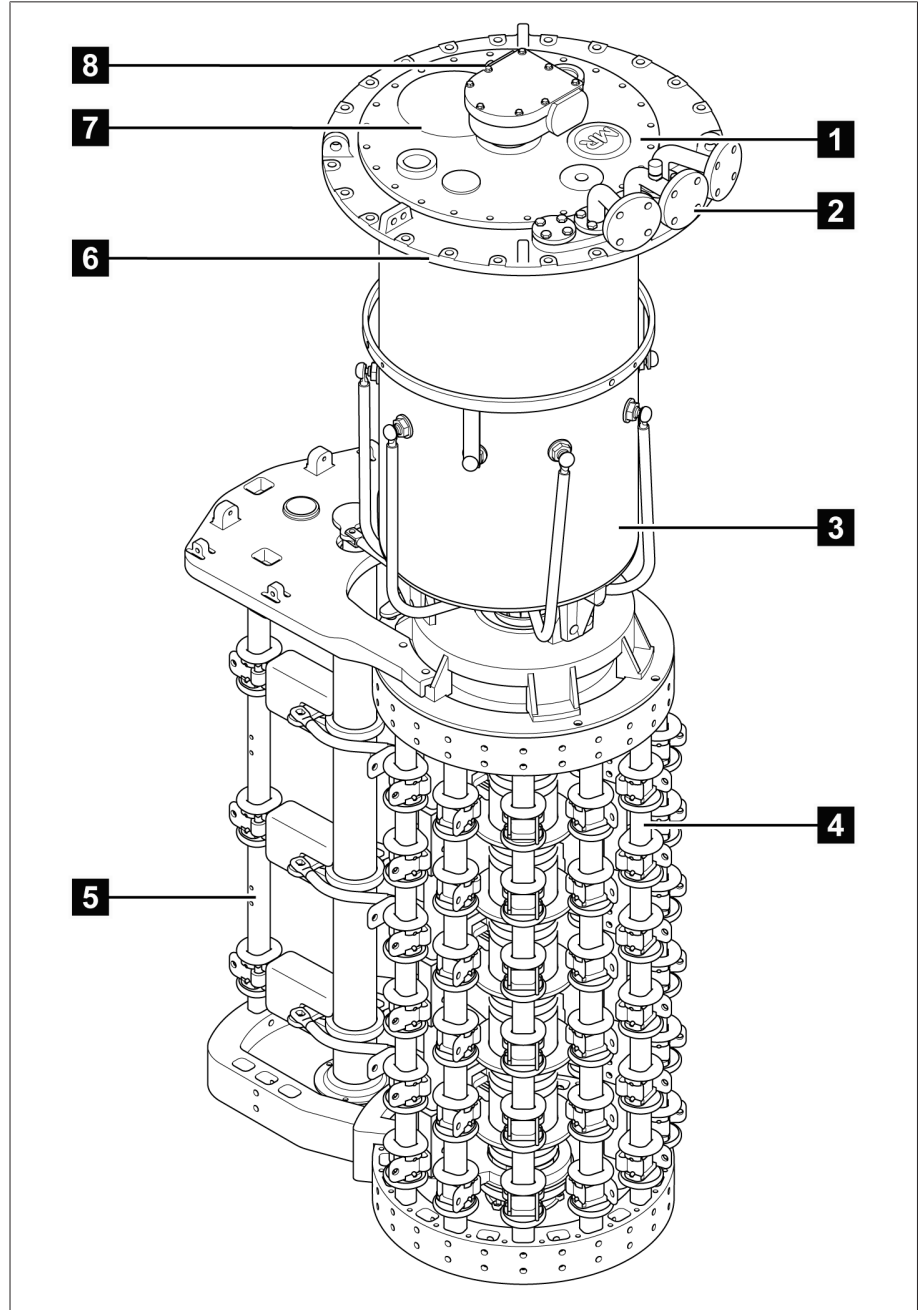


Abbildung 2: Laststufenschalter

1	Laststufenschalterkopfdeckel	2	Rohrleitungsbogen
3	Ölgefäß	4	Feinwähler
5	Vorwähler (optional)	6	Laststufenschalterkopf
7	Berstscheibe	8	Obere Getriebestufe

### 3.1.2.1 Rohrleitungsanschlüsse

Am Laststufenschalterkopf stehen für verschiedene Zwecke 4 Rohrleitungsanschlüsse zur Verfügung.

Je nach Bestellung sind einige oder alle dieser Rohrleitungsanschlüsse ab Werk mit Rohrleitungsbögen ausgestattet. Alle Rohrleitungsbögen ohne Klemmenkasten für die Schaltüberwachungseinrichtung sind nach Lockern des Druckrings frei schwenkbar.

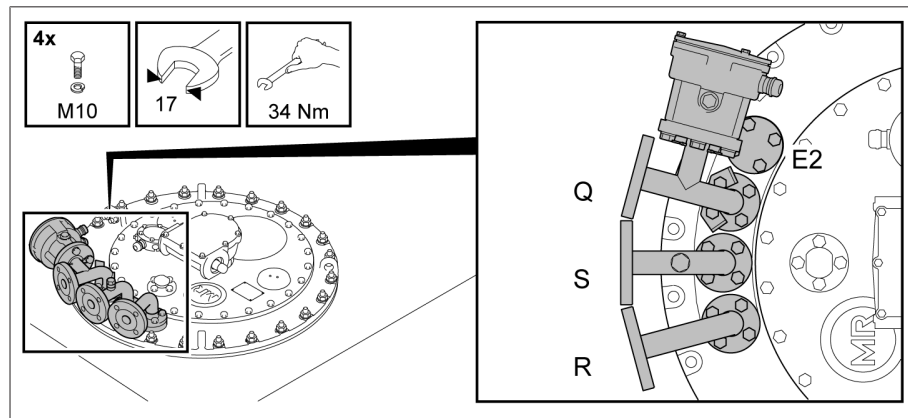


Abbildung 3: Rohrleitungsanschlüsse mit Rohrleitungsbögen

#### Rohrleitungsanschluss Q

Der Rohrleitungsanschluss Q ist durch einen Blinddeckel verschlossen. Ist der Laststufenschalter mit einer Schaltüberwachungseinrichtung ausgestattet, werden die Anschlusskabel für die Schaltüberwachungseinrichtung durch den Rohrleitungsanschluss geführt.



Funktional sind die Rohrleitungsanschlüsse R und Q tauschbar.

#### Rohrleitungsanschluss S

Der Rohrleitungsbogen am Rohrleitungsanschluss S ist mit einer Entlüftungsschraube versehen und kann an eine Rohrleitung angeschlossen werden, die seitlich am Transformatorkegel in Bedienungshöhe mit einem Ablasshahn endet. Ist der Laststufenschalter mit einer Ölsaugleitung ausgerüstet, kann der Laststufenschalter über den Rohrleitungsanschluss S komplett geleert werden.

#### Rohrleitungsanschluss R

Der Rohrleitungsanschluss R ist für den Anbau des Schutzrelais sowie zum Anschluss des Ölausdehnungsgefäßes des Laststufenschalters vorgesehen und mit dem Rohrleitungsanschluss Q tauschbar.

#### Rohrleitungsanschluss E2

Der Rohrleitungsanschluss E2 ist durch einen Blinddeckel verschlossen. Er führt in den Ölraum des Transformators unmittelbar unterhalb des Laststufenschalterkopfes und kann im Bedarfsfall an eine Sammelleitung für das Buchholzrelais angeschlossen werden. Des Weiteren dient dieser Rohrleitungsanschluss zur Herstellung des Druckausgleichs zwischen Transformatorkegel und Ölgefäß des Laststufenschalters, der bei Trocknung, Befüllung mit Isolierflüssigkeit und Transport des Transformators notwendig ist.

### 3.1.3 Typenschild und Seriennummer

Das Typenschild mit Seriennummer befindet sich auf dem Laststufenschalterkopfdeckel.

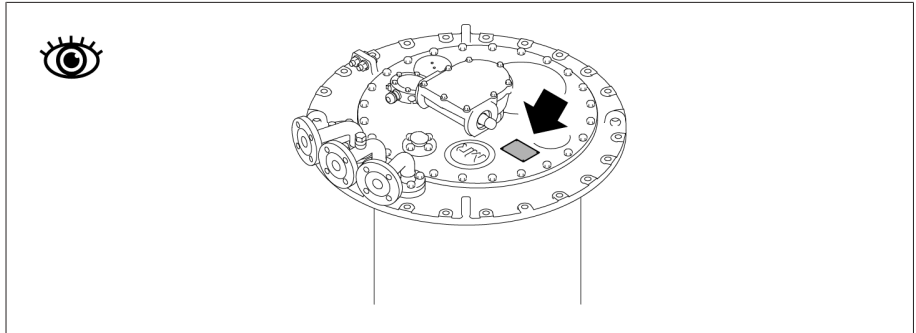


Abbildung 4: Typenschild

Zusätzlich befindet sich die Seriennummer auch am Wähler.

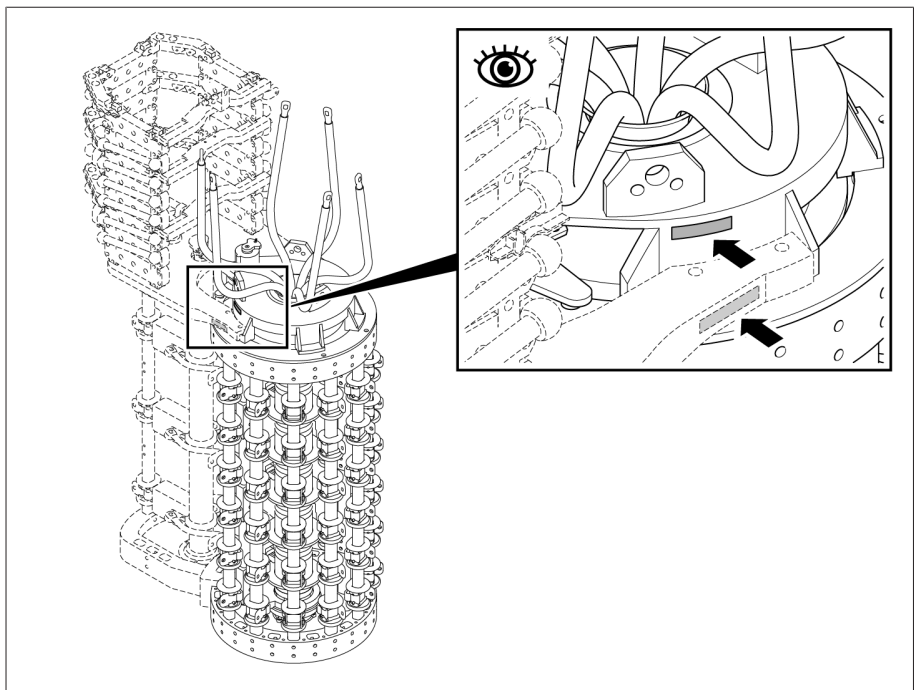


Abbildung 5: Seriennummer

### 3.1.4 Schutzeinrichtungen

Der Laststufenschalter ist mit folgenden Schutzeinrichtungen ausgestattet.

#### 3.1.4.1 Schutzrelais

##### 3.1.4.1.1 Funktionsbeschreibung

Das Schutzrelais wird in den Auslösestromkreis der Leistungsschalter eingeschleift. Es spricht an, wenn die vorgegebene Strömungsgeschwindigkeit vom Laststufenschalterkopf zum Ölausdehnungsgefäß durch eine Störung überschritten wird. Die strömende Isolierflüssigkeit betätigt die Stauklappe, die in die Stellung AUS kippt. Dadurch wird der Kontakt in der Schutzgasmagnetschalt-röhre betätigt, die Leistungsschalter ausgelöst und der Transformator spannungslos geschaltet.

Das Schutzrelais ist Bestandteil eines mit Isolierflüssigkeit gefüllten Laststufenschalters und entspricht in seinen Eigenschaften der IEC-Publikation 60214-1 in der jeweilig gültigen Fassung.

- Lastumschaltungen bei Bemessungsschaltleistung oder zulässiger Überlast führen nicht zum Ansprechen des Schutzrelais.

- Das Schutzrelais reagiert auf Strömung und nicht auf Gasansammlung im Schutzrelais. Eine Entlüftung des Schutzrelais bei der Befüllung des Transformators mit Isolierflüssigkeit ist nicht erforderlich. Eine Gasansammlung im Schutzrelais ist normal.

### 3.1.4.1.2 Aufbau/Ausführungen

Frontansicht

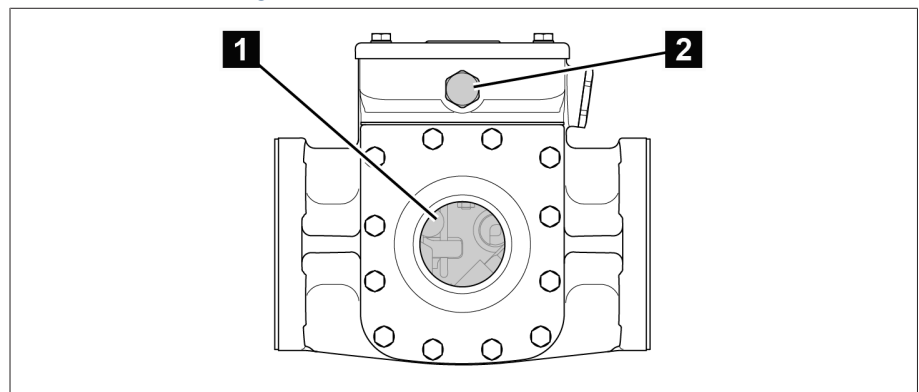


Abbildung 6: Schutzrelais RS 2001

1	Schauglas	2	Druckausgleichselement
---	-----------	---	------------------------

Rückansicht

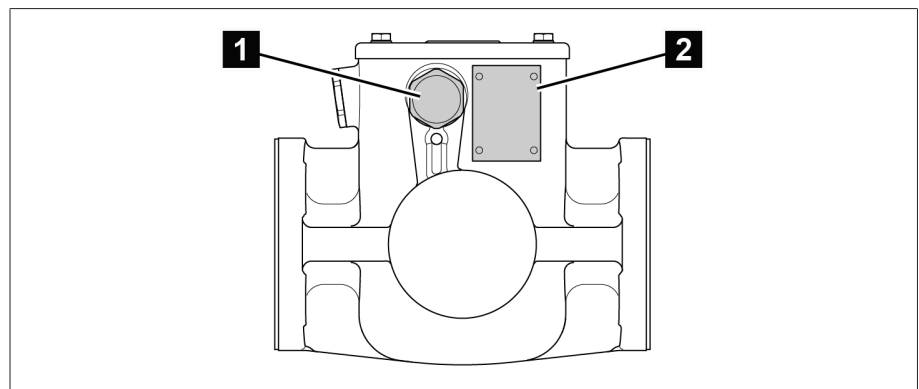


Abbildung 7: Schutzrelais RS 2001

1	Blindstopfen	2	Typenschild
---	--------------	---	-------------

- Das Schutzrelais RS 2001/R hat auf der Rückseite ein zusätzliches Schauglas.



Ansicht von oben

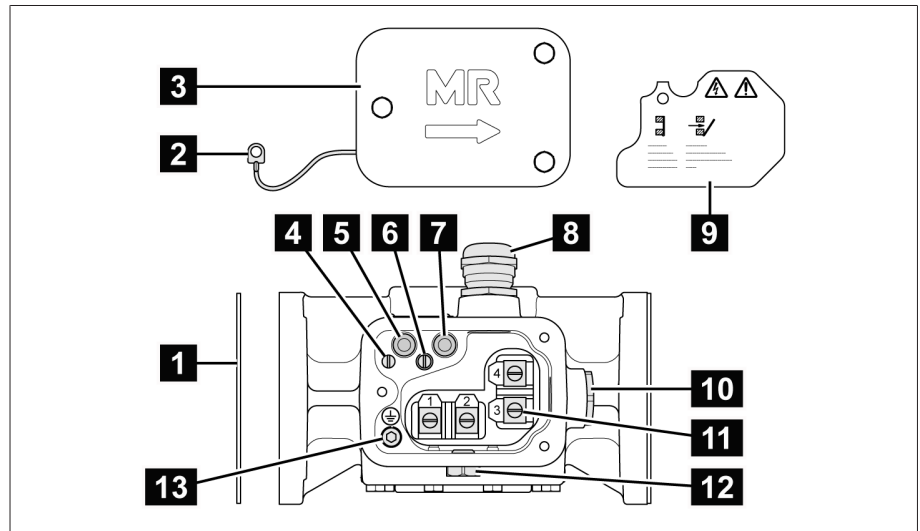


Abbildung 8: Schutzrelais RS 2001

1	Dichtung	2	Potentialanlenkung
3	Klemmenkastendeckel	4	Schlitzschraube für Potentialanlenkung
5	Prüftaster BETRIEB (Rückstellung)	6	Schlitzschraube für Schutzabdeckung
7	Prüftaster AUS (Probeauslösung)	8	Kabelverschraubung
9	Schutzabdeckung	10	Blindstopfen
11	Anschlussklemme	12	Druckausgleichselement
13	Zylinderschraube für Schutzleiteranschluss		

Die Schutzrelais RS 2003 und RS 2004 haben anstelle der Kabelverschraubung einen 1/2"-14NPT-Adapter.

### 3.1.4.1.3 Typenschild

Das Typenschild befindet sich auf der Rückseite des Schutzrelais.

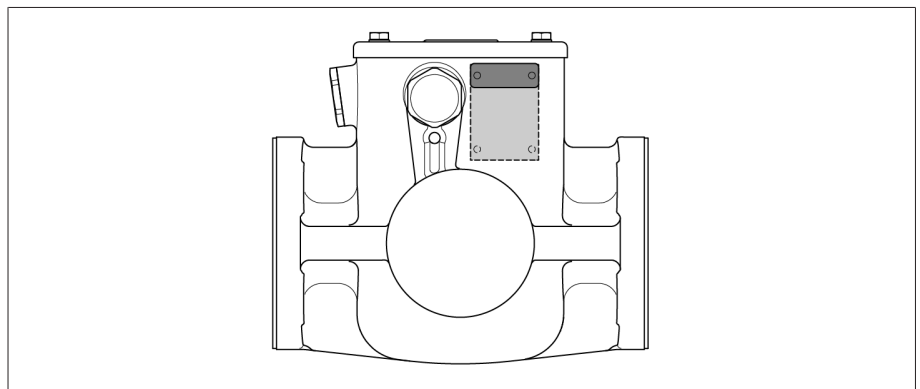


Abbildung 9: Typenschild

### 3.1.4.2 Druckwächter DW

#### 3.1.4.2.1 Funktionsbeschreibung

Der Druckwächter DW 2000 schützt den Laststufenschalter vor unzulässigen Druckerhöhungen und trägt somit auch zur Sicherheit des Transformators bei. Der Druckwächter wird außen am Laststufenschalter angebaut und spricht auf unzulässige statische und dynamische Drücke im Laststufenschalterölgefäß an.

Der Druckwächter arbeitet nach dem Prinzip eines barometrischen Wellrohres mit Gegendruckfeder, die mit dem Taster des Schnappschalters mechanisch verbunden ist.

Der Druckanstieg betätigt den Taster am Schnappschalter, der in die Stellung AUS kippt. Dadurch werden die Leistungsschalter ausgelöst und der Transformator spannungslos geschaltet. Der Taster am Schnappschalter muss nach dem Auslösen von Hand in die Ausgangslage zurückgestellt werden.

Energieschwache Störungen führen nicht zum Ansprechen des Druckwächters, da der nötige Ansprechdruck nicht erreicht wird. Der Ansprechdruck ist werkseitig eingestellt und gegen Verstellen gesichert.

Der Druckwächter reagiert im Bereich großen Druckanstiegs schneller als das Schutzrelais. Das Schutzrelais ist Bestandteil des MR-Standardschutzsystems und wird serienmäßig geliefert.

- Das mitgelieferte Schutzrelais muss auch bei zusätzlicher Verwendung eines Druckwächters installiert werden.

Der Druckwächter entspricht in seinen Eigenschaften der IEC-Publikation 60214-1 in der jeweilig gültigen Fassung.

- Lastumschaltungen bei Bemessungsschaltleistung oder zulässiger Überlast führen nicht zum Ansprechen des Druckwächters.

- Der Druckwächter reagiert auf Druckänderung und nicht auf Gasansammlung unter dem Druckwächter. Gasansammlungen unter dem Druckwächter sind normal.

#### 3.1.4.2.2 Aufbau/Ausführungen

Es gibt zwei Varianten des Druckwächters:

- DW 2000 für vertikalen Anbau
- DW 2000 für horizontalen Anbau

Das Gehäuse und die Abdeckkappe des Druckwächters bestehen aus korrosionsfestem Leichtmetall.

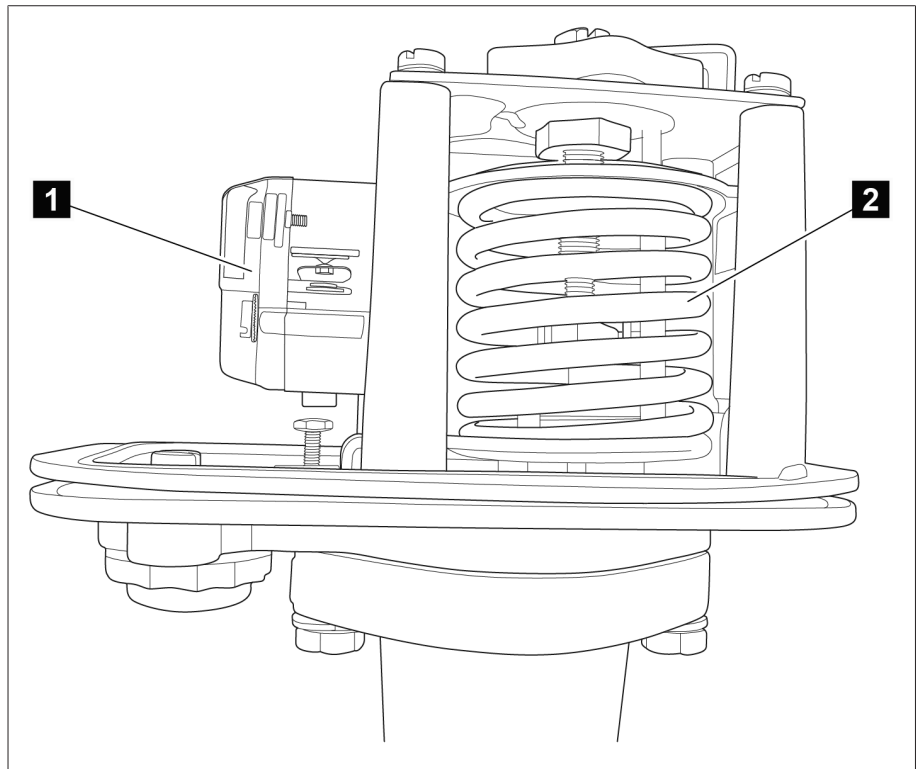


Abbildung 10: Schnappschalter und Druckmesswerk

1	Schnappschalter	2	Druckmesswerk
---	-----------------	---	---------------

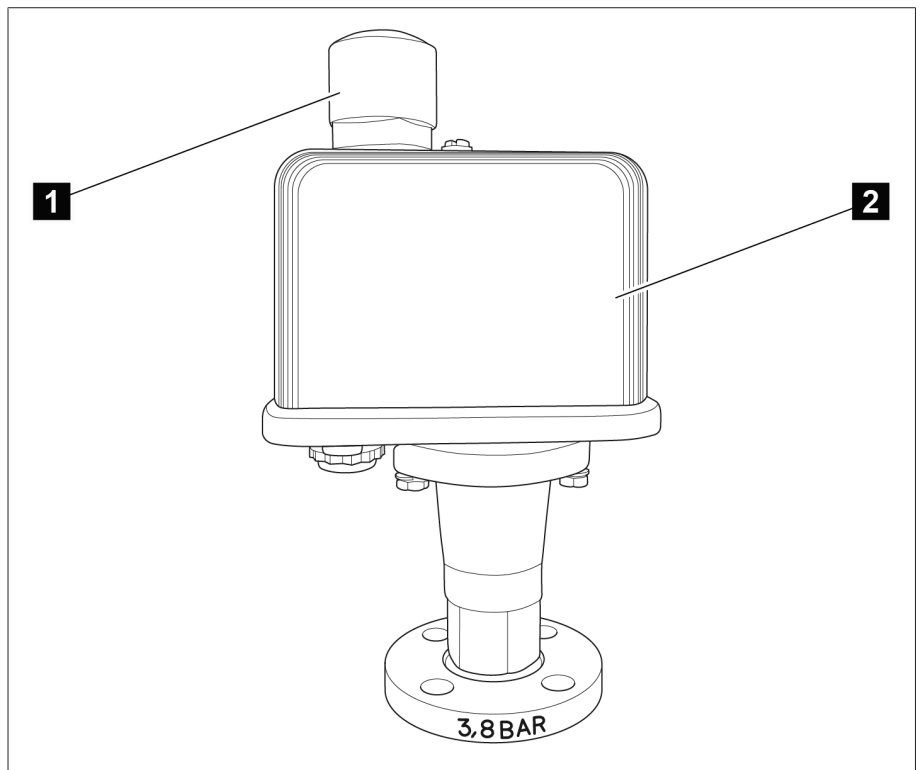


Abbildung 11: Druckwächter mit Abdeckkappe und Belüftung

1	Belüftung	2	Abdeckkappe
---	-----------	---	-------------

#### **3.1.4.3 Berstscheibe**

Die Berstscheibe ist gemäß IEC 60214-1 eine Druckentlastungseinrichtung ohne Meldekontakt und befindet sich im Laststufenschalterkopfdeckel.

Die Berstscheibe spricht auf einen definierten Überdruck im Ölgefäß des Laststufenschalters an.

#### **3.1.4.4 Druckentlastungsventil MPREC®**

Auf Kundenwunsch liefert MR anstelle der Berstscheibe ein bereits montiertes Druckentlastungsventil MPREC®, das auf einen definierten Überdruck im Ölgefäß des Laststufenschalters anspricht.

Der Laststufenschalter erfüllt somit die Anforderungen nach IEC 60214-1 hinsichtlich Druckentlastungseinrichtungen.

#### **3.1.4.5 Schaltüberwachungseinrichtung**

Die Schaltüberwachungseinrichtung dient zur Überwachung des Antriebsgestänges zwischen Laststufenschalter(n) und Motorantrieb sowie zur Überwachung der korrekten Umschaltung des Lastumschalters.

#### **3.1.4.6 Temperaturüberwachung**

Die Temperaturüberwachung dient zur Überwachung der Temperatur der Isolierflüssigkeit im Ölgefäß des Laststufenschalters.

## 3.2 Antriebswelle

### 3.2.1 Funktionsbeschreibung

Die Antriebswelle ist die mechanische Verbindung zwischen Antrieb und Laststufenschalter/Umsteller.

Die Umlenkung von der vertikalen in die horizontale Richtung erfolgt durch das Winkelgetriebe.

Dementsprechend muss bei der Montage die senkrechte Antriebswelle zwischen Antrieb und Winkelgetriebe und die waagerechte Antriebswelle zwischen Winkelgetriebe und Laststufenschalter oder Umsteller angebracht werden.

### 3.2.2 Aufbau/Ausführungen

Die Antriebswelle ist als Vierkantrrohr ausgeführt und wird an beiden Enden durch jeweils zwei Kupplungsschalen und einen Kupplungsbolzen mit dem antreibenden oder abtreibenden Wellenende des anzuschließenden Gerätes gekuppelt.

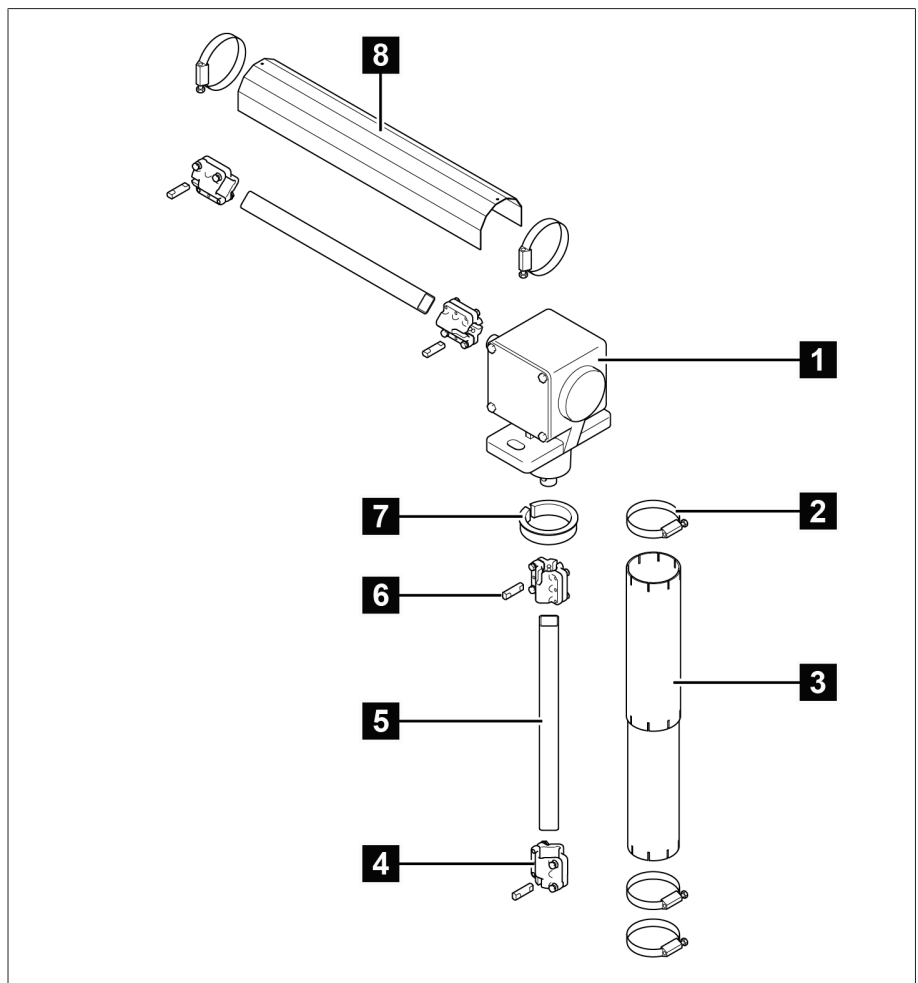


Abbildung 12: Komponenten der Antriebswelle

1	Winkelgetriebe	2	Schlauchschelle
3	Teleskopschutzrohr	4	Kupplungsschale

5	Vierkanrohr	6	Kupplungsbolzen
7	Adaptring	8	Schutzblech

### 3.2.2.1 Antriebswelle ohne Wellengelenke, ohne Isolator

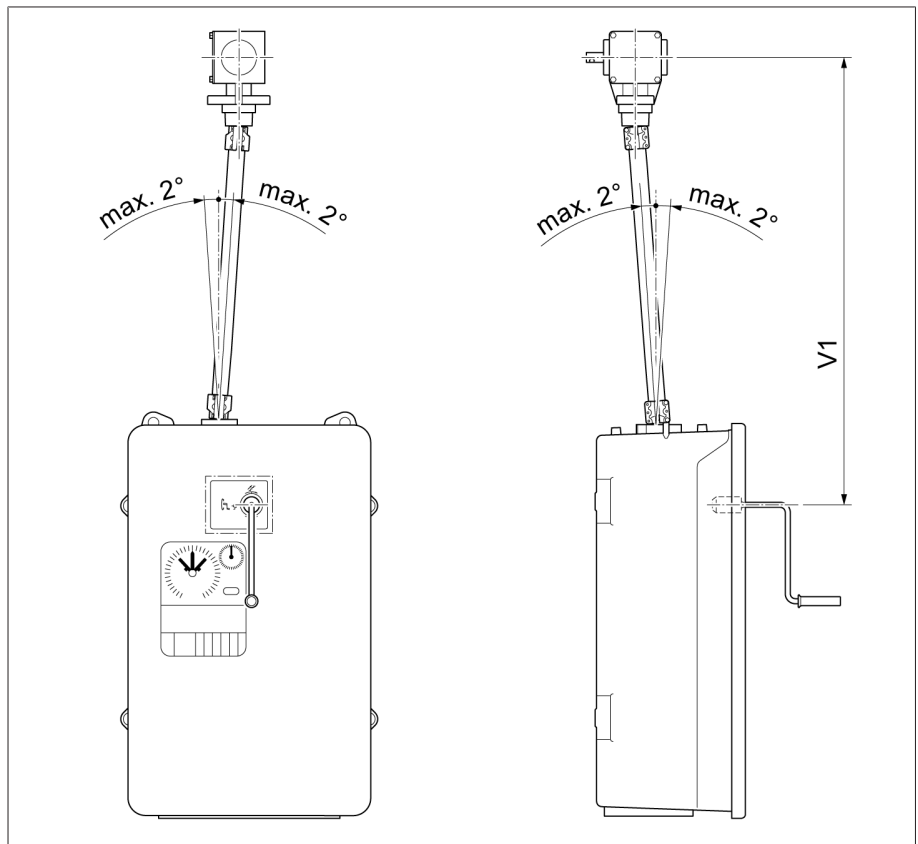


Abbildung 13: Antriebswelle ohne Wellengelenke, ohne Isolator (= Normalausführung)

Konfiguration	V 1 min	Zwischenlager
Mitte Handkurbel – Mitte Winkelgetriebe (maximal zulässiger axialer Versatz 2°)	536 mm	Bei Überschreitung des maximalen Werts von 2472 mm ist der Einsatz eines Zwischenlagers notwendig. V 1 ≤ 2472 mm (ohne Zwischenlager) V 1 > 2472 mm (mit Zwischenlager)

### 3.2.2.2 Antriebswelle ohne Wellengelenke, mit Isolator

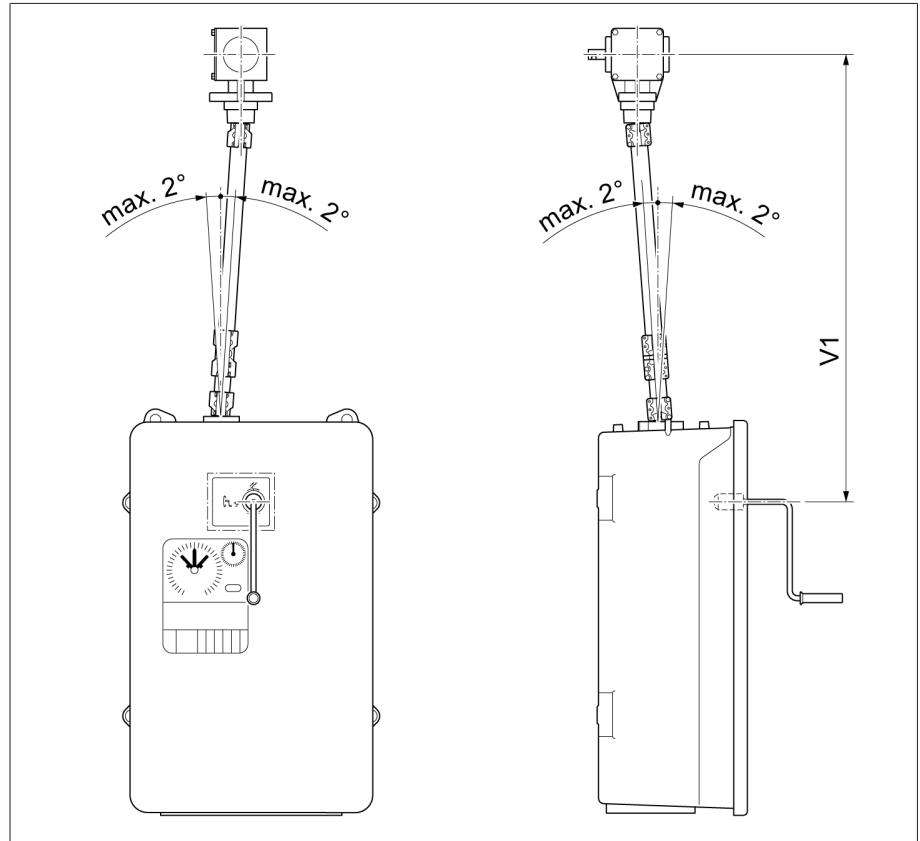


Abbildung 14: Antriebswelle ohne Wellengelenke, mit Isolator (= Sonderausführung)

Konfiguration	V 1 min	Zwischenlager
Mitte Handkurbel – Mitte Winkelgetriebe (maximal zulässiger axialer Versatz 2°)	706 mm	Bei Überschreitung des maximalen Werts von 2472 mm ist der Einsatz eines Zwischenlagers notwendig. V 1 ≤ 2472 mm (ohne Zwischenlager) V 1 > 2472 mm (mit Zwischenlager)

### 3.2.2.3 Antriebswelle mit Wellengelenken, ohne Isolator

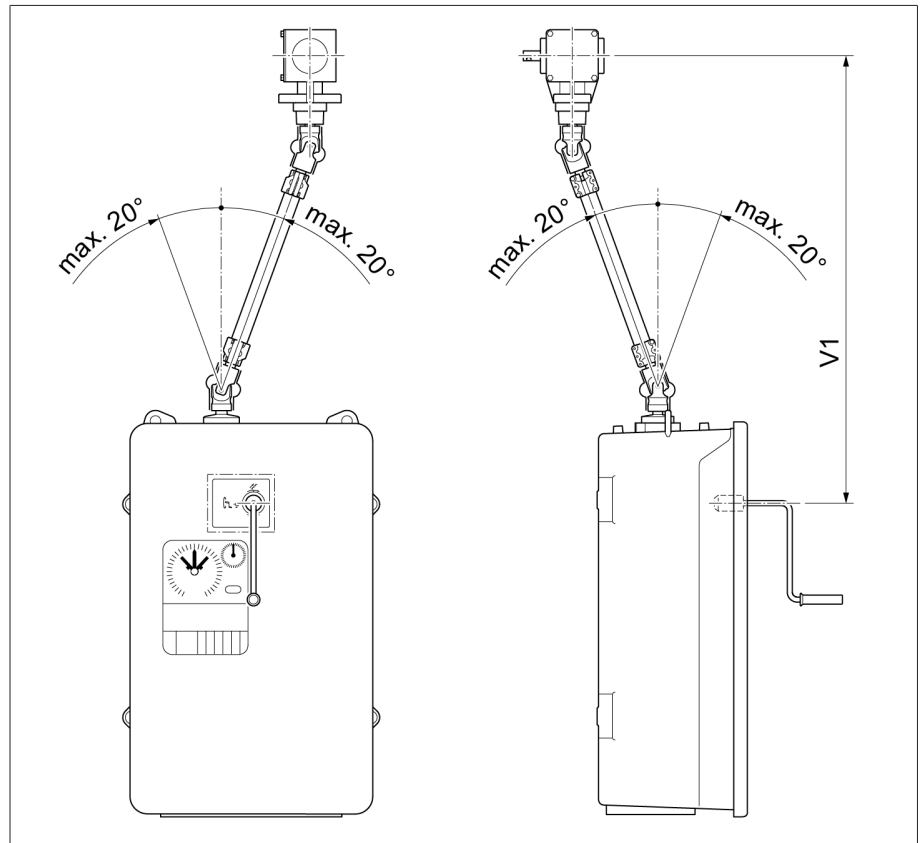


Abbildung 15: Antriebswelle mit Wellengelenken, ohne Isolator (= Sonderausführung)

Konfiguration	V 1 min [mm]	Zwischenlager bei [mm]
Mitte Handkurbel – Mitte Winkelgetriebe (maximal zulässiger axialer Versatz 20°)	798	V 1 > 2564



### 3.2.2.4 Antriebswelle mit Wellengelenken, mit Isolator

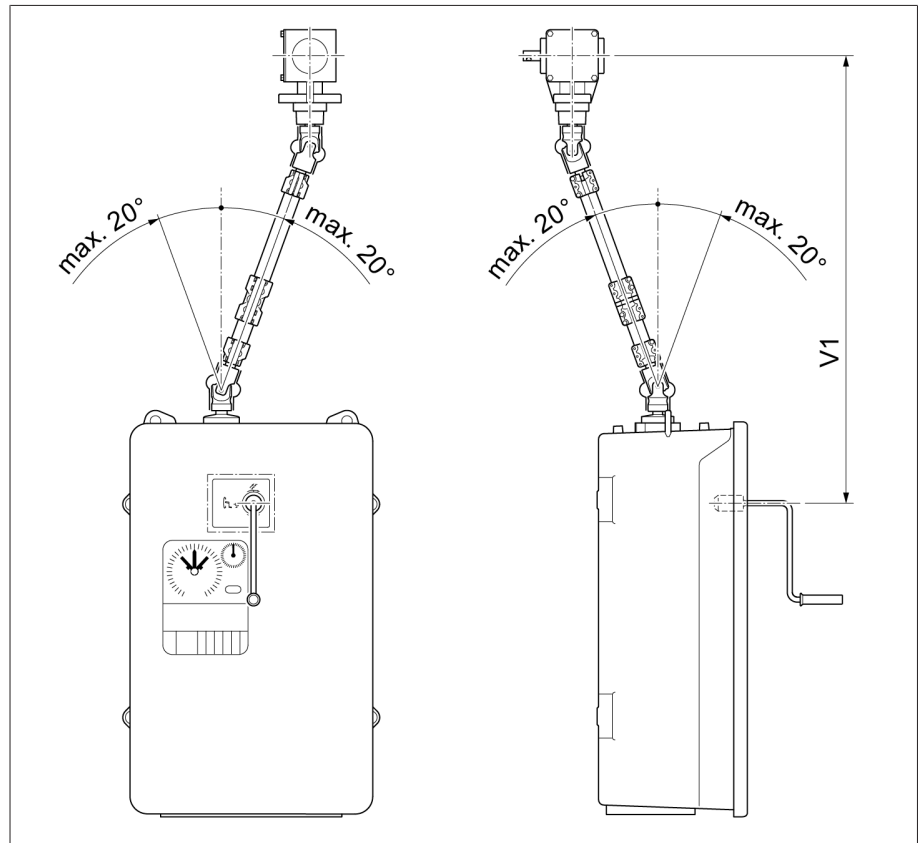


Abbildung 16: Antriebswelle mit Wellengelenken, mit Isolator (= Sonderausführung)

Konfiguration	V 1 min [mm]	Zwischenlager bei [mm]
Mitte Handkurbel – Mitte Winkelgetriebe (maximal zulässiger axialer Versatz 20°)	978	V 1 > 2772

# 4 Inbetriebnahme

## ▲ WARNUNG



### Explosionsgefahr!

Explosionsfähige Gase im Ölgefäß des Laststufenschalters, Transformator, Leitungssystem, Ölausdehnungsgefäß und an der Öffnung des Luftentfeuchters können verpuffen oder explodieren und so zum Tod oder schweren Verletzungen führen.

- > Sicherstellen, dass sich während der Inbetriebnahme keine Zündquellen wie z. B. offenes Feuer, heißen Flächen oder Funken (z. B. durch statische Aufladung) in direkter Umgebung des Transformators befinden oder entstehen.
- > Keine elektrischen Geräte betreiben (z. B. Funkenbildung durch Schlagschrauber).
- > Ausschließlich leitfähige und geerdete Schläuche, Rohre und Pumpeneinrichtungen verwenden, die für brennbare Flüssigkeiten zugelassen sind.

## ▲ WARNUNG



### Explosionsgefahr!

Eine Überlastung des Laststufenschalters kann zu Explosion führen. Verspritzen von heißer Isolierflüssigkeit und Herumfliegen von Teilen kann zu Tod und schweren Verletzungen führen. Sachschäden sind sehr wahrscheinlich.

- > Sicherstellen, dass der Laststufenschalter nicht überlastet wird.
- > Einsatz des Laststufenschalters gemäß Abschnitt "Bestimmungsgemäße Verwendung" sicherstellen.
- > Schaltungen außerhalb der zulässigen Betriebsbedingungen durch geeignete Maßnahmen verhindern.

## 4.1 Inbetriebnahme des Transformators am Aufstellungsort

### 4.1.1 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen

## ACHTUNG

### Schäden am Laststufenschalter!

Ungeeignete Isolierflüssigkeiten führen zu Schäden am Laststufenschalter!

- > Ausschließlich die vom Hersteller zugelassenen Isolierflüssigkeiten [► Abschnitt 9.1.2, Seite 53] verwenden.
1. **ACHTUNG!** Überprüfen, ob der Laststufenschalterkopfdeckel mit einem Flansch zum Anbau eines Druckentlastungsventils ausgestattet ist. In diesem Fall ist der Betrieb ohne Druckentlastungsventil unzulässig und kann zu Schäden am Laststufenschalter führen.
    - » Für diesen Laststufenschalter zugelassenes Druckentlastungsventil an Laststufenschalterkopf anbauen.

2. Verbindungsleitung zwischen dem Rohrleitungsanschluss E2 und einem der Rohrleitungsanschlüsse R, S oder Q herstellen, um gleiche Druckverhältnisse im Ölgefäß und Transformator während der Evakuierung sicherzustellen.

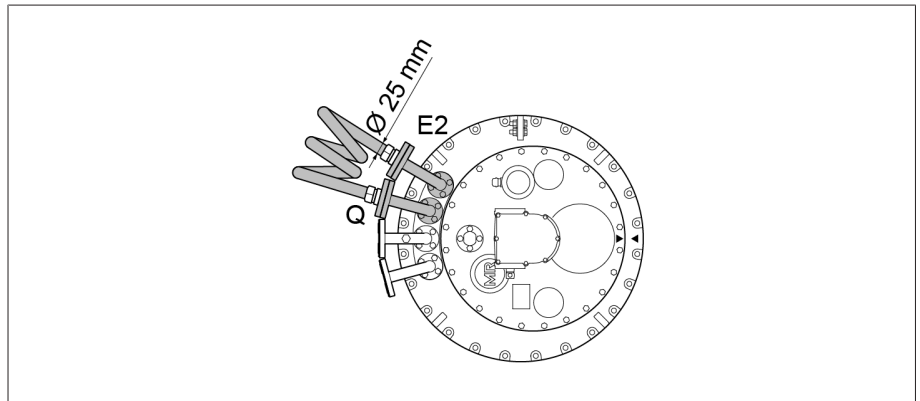


Abbildung 17: Verbindungsleitung zwischen E2 und Q

3. Laststufenschalter über einen der beiden freien Rohrleitungsanschlüsse des Laststufenschalterkopfes mit neuer Isolierflüssigkeit füllen.

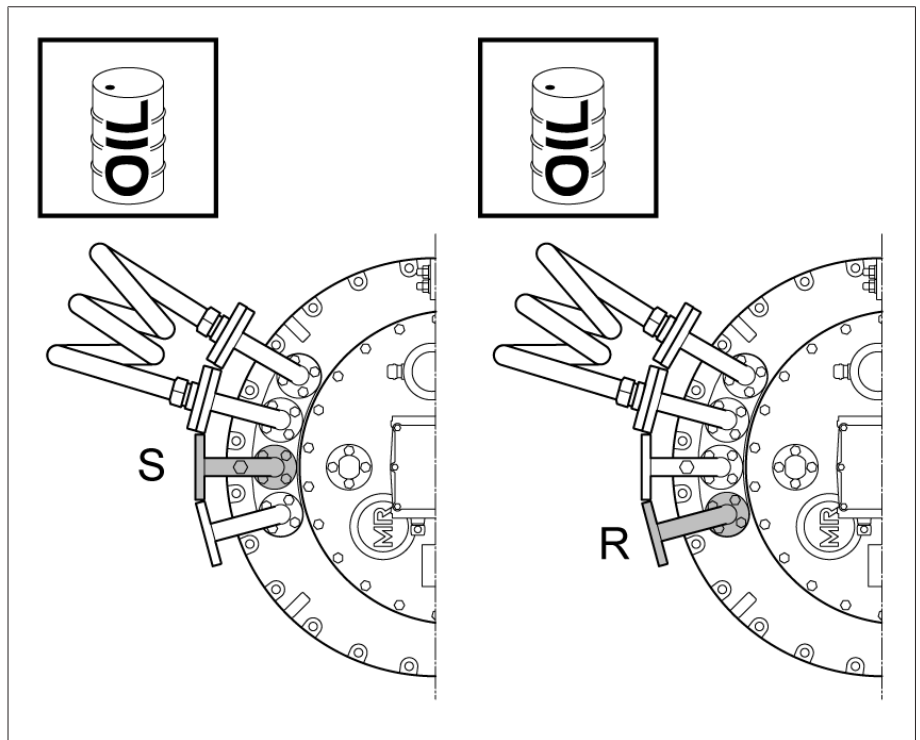


Abbildung 18: Rohrleitungsanschluss S und R

4. Isolierflüssigkeitsprobe aus dem Ölgefäß entnehmen.
5. Temperatur der Probe unmittelbar nach der Entnahme protokollieren.
6. Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt bei einer Temperatur der Probe von  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  bestimmen. Die Durchschlagfestigkeit und der Wassergehalt müssen die in den technischen Daten angegebenen Grenzwerte einhalten.

## 4.1.2 Laststufenschalterkopf und Saugleitung entlüften

### 4.1.2.1 Laststufenschalterkopf entlüften

1. Alle Vorlaufhähne und alle Rücklaufhähne im Rohrleitungssystem öffnen.
2. Schraubkappe am Entlüftungsventil E1 am Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

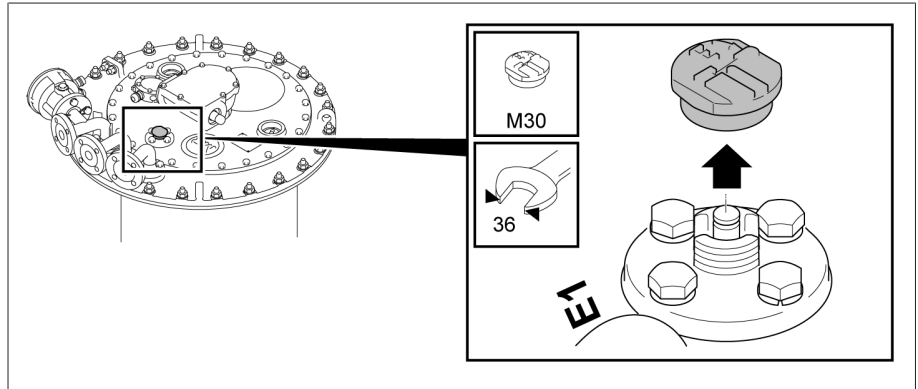


Abbildung 19: Schraubkappe

3. Ventilstößel am Entlüftungsventil E1 mit Schraubendreher anheben und Laststufenschalterkopf entlüften.

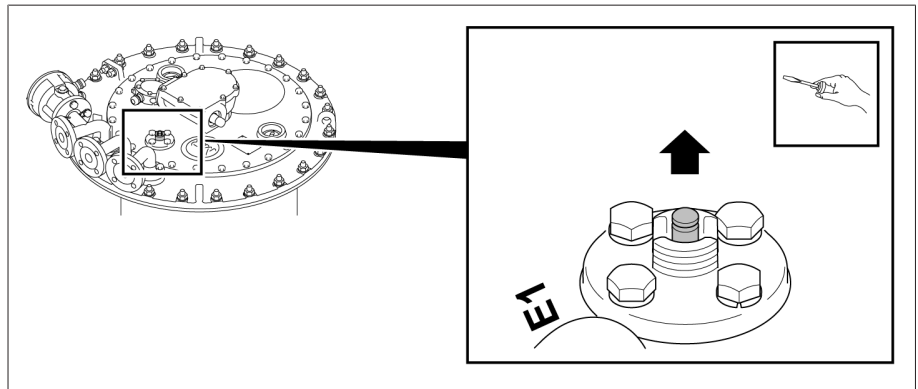


Abbildung 20: Ventilstößel

4. Entlüftungsventil E1 mit Schraubkappe verschließen (Anzugsmoment 10 Nm).

### 4.1.2.2 Saugleitung am Rohrleitungsanschluss S entlüften

1. Schraubkappe am Rohrleitungsanschluss S entfernen.

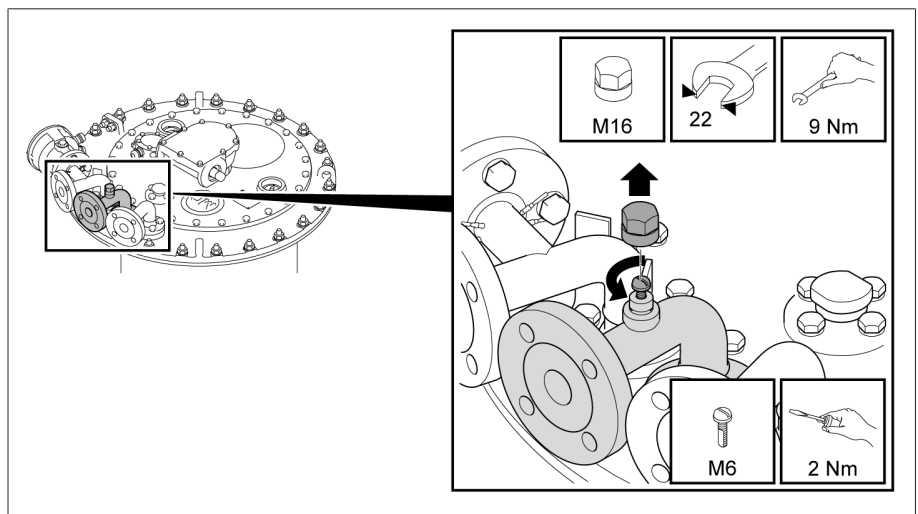


Abbildung 21: Schraubkappe

2. **ACHTUNG!** Eine unvollständig entlüftete Saugleitung beeinträchtigt erheblich das Isoliervermögen des Laststufenschalters gegen Erde. Entlüftungsschraube öffnen und Saugleitung vollständig entlüften.
3. Entlüftungsschraube schließen.
4. Entlüftungsschraube mit Schraubkappe verschließen.

### 4.1.3 Motorantrieb überprüfen

#### ACHTUNG

#### Schäden am Laststufenschalter/Umsteller!

Schäden am Laststufenschalter/Umsteller durch Betätigung des Laststufenschalters/Umstellers ohne Isolierflüssigkeit.

- › Sicherstellen, dass der Wähler/Umsteller vollständig in Isolierflüssigkeit eingetaucht und das Ölgefäß des Laststufenschalters vollständig mit Isolierflüssigkeit gefüllt ist.

#### ACHTUNG

#### Schäden an Laststufenschalter und Motorantrieb!

Schäden an Laststufenschalter und Motorantrieb durch nicht bestimmungsgemäßen Einsatz der Stellungsmeldeeinrichtung.

- › An den Anschlüssen des Stellungsmeldemoduls dürfen nur Stromkreise angeschlossen werden, wie im Kapitel Technische Daten Stellungsmeldeeinrichtung angegeben.
- › Der Umschaltzeitpunkt der Stellungsmeldeeinrichtung im Motorantrieb repräsentiert nicht den Umschaltzeitpunkt der Lastumschaltung. Dieser ist abhängig vom Lastumschalterttyp. Bei der Projektierung von Verriegelungsschaltungen zwischen Motorantrieb und externer Einrichtung (z. B. Transformatorleistungsschalter) ist dieser Sachverhalt zu beachten.
- › Für externe Überwachungszwecke, Verriegelungszwecke und Steuerzwecke ist daher nicht die Stellungsmeldeeinrichtung, sondern der im Schaltbild aufgeführte Laufkontakt "Stufenschalter in Betrieb" zu verwenden.

Überprüfen Sie vor der Inbetriebnahme des Transformators, ob Motorantrieb und Laststufenschalter korrekt gekuppelt sind und der Motorantrieb korrekt funktioniert.

#### Prüfungen am Motorantrieb

1. Funktionsprüfungen gemäß zugehöriger MR-Betriebsanleitung des Motorantriebs durchführen.
2. **ACHTUNG!** Ein falsch gekuppelter Motorantrieb führt zu Schäden am Laststufenschalter. Probeschaltungen über den gesamten Einstellbereich vornehmen. Sicherstellen, dass in jeder Betriebsstellung die Stellungsanzeige von Motorantrieb und Laststufenschalter (Schauglas im Laststufenschalterkopf) übereinstimmt.

#### Isolationsprüfungen an der Transformatorverdrahtung

- › Hinweise zu den Isolationsprüfungen an der Transformatorverdrahtung gemäß zugehöriger MR-Betriebsanleitung des Motorantriebs beachten.

## 4.1.4 Schutzrelais überprüfen

### 4.1.4.1 Schutzrelais überprüfen (RS 2001, 2001/V, 2001/H, 2001/E, 2001/5, 2001/R, 2001/T, 2003)

- ✓ Prüfen Sie die korrekte Funktion des Schutzrelais, bevor Sie den Transformator in Betrieb nehmen:
  1. Transformator auf der Oberspannungsseite und der Unterspannungsseite erden. Sicherstellen, dass die Arbeitserde am Transformator während der Prüfung nicht aufgehoben wird.
  2. Sicherstellen, dass der Transformator während der Prüfung spannungslos bleibt.
  3. Automatische Feuerlöscheinrichtung sichern.
  4. Schrauben am Klemmenkastendeckel lösen und Klemmenkastendeckel abheben.
  5. Schlitzschraube für Potentialanlenkung lösen und Klemmenkastendeckel mit Litze abbauen.
  6. Prüftaster AUS betätigen.
  7. Gefahrenbereich des Transformators verlassen.
  8. Sicherstellen, dass der Leistungsschalter des Transformators nicht geschlossen werden kann.
    - » Passiver Schutztest
  9. Prüftaster BETRIEB betätigen.
  - 10 Gefahrenbereich des Transformators verlassen.
  - .
  11. Leistungsschalter des Transformators bei offenen Trennern und allseitig geerdetem Transformator schließen.
  - 12 Prüftaster AUS betätigen.
  - .
  - 13 Sicherstellen, dass der Leistungsschalter des Transformators offen ist.
  - .
  - ⇒ Aktiver Schutztest.
  14. Prüftaster BETRIEB betätigen, um das Schutzrelais zurückzusetzen.
  15. Litze für Klemmenkastendeckel einlegen und mit Schlitzschraube befestigen.
  - 16 Klemmenkastendeckel anbringen und mit Schrauben verschließen.
  - .

### 4.1.4.2 Schutzrelais überprüfen (RS 2004)

- ✓ Prüfen Sie die korrekte Funktion des Schutzrelais, bevor Sie den Transformator in Betrieb nehmen:
  1. Sicherstellen, dass die Stauklappe in Stellung BETRIEB steht.
  2. Gefahrenbereich des Transformators verlassen.
  3. Leistungsschalter des Transformators bei offenen Trennern und allseitig geerdetem Transformator schließen.
  4. Prüftaster AUS betätigen.
  5. Sicherstellen, dass der Leistungsschalter des Transformators offen ist.
    - » Aktiver Schutztest

## 4.1.5 Druckwächter überprüfen

1. Transformator auf der Oberspannungsseite und der Unterspannungsseite erden. Sicherstellen, dass die Arbeitserde am Transformator während der Prüfung nicht aufgehoben wird.
2. Sicherstellen, dass der Transformator während der Prüfung spannungslos bleibt.
3. Automatische Feuerlöscheinrichtung sichern.
4. Abdeckkappe entfernen.

5. Taster am Schnappschalter betätigen.
  - » Taster steht in Stellung AUS.
6. Gefahrenbereich des Transformators verlassen.
7. Sicherstellen, dass der Leistungsschalter des Transformators nicht geschlossen werden kann.
  - » Passiver Schutztest
8. Taster am Schnappschalter betätigen.
  - » Taster steht in Stellung BETRIEB.
9. Gefahrenbereich des Transformators verlassen.
10. Leistungsschalter des Transformators bei offenen Trennern und allseitig geerdetem Transformator schließen.
11. Taster am Schnappschalter betätigen.
  - ⇒ Taster steht in Stellung AUS.
12. Sicherstellen, dass der Leistungsschalter des Transformators offen ist.
  - ⇒ Aktiver Schutztest.
13. Taster am Schnappschalter betätigen, um den Druckwächter zurückzusetzen.
  - ⇒ Taster steht in Stellung BETRIEB.
14. Abdeckkappe befestigen.

#### 4.1.6 Transformator in Betrieb nehmen

- ✓ Meldekontakt für die Unterschreitung des minimalen Standes an Isolierflüssigkeit im Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters ist in den Auslösestromkreis des Leistungsschalters eingeschleift.
  - ✓ Schutzrelais und zusätzliche Schutzeinrichtungen sind in den Auslösestromkreis des Leistungsschalters eingeschleift.
  - ✓ Motorantrieb und alle Schutzeinrichtungen funktionieren ordnungsgemäß und sind betriebsbereit.
  - ✓ Das Ölgefäß des Laststufenschalters ist komplett mit Isolierflüssigkeit gefüllt.
  - ✓ Alle Absperrhähne zwischen Laststufenschalter und Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters sind geöffnet.
1. Transformator einschalten.
  2. **ACHTUNG!** Einschaltstromstöße können sowohl ein Vielfaches des Transformatornennstroms betragen als auch zu Stromverläufen mit unsymmetrischer oder nichtsinusförmiger Kurvenform führen und dadurch den Laststufenschalter bei der Lastumschaltung überlasten. Laststufenschaltungen sowohl unter Leerlaufbedingungen als auch unter Lastbedingungen erst nach vollständigem Abklingen des Einschaltstromstoßes durchführen.

# 5 Betrieb

## 5.1 Motorantrieb mit Handkurbel betätigen

**▲ WARNUNG**



### Explosionsgefahr!

Eine unerlaubte Betätigung des Motorantriebs mit der Handkurbel kann zu Tod oder schweren Verletzungen führen.

- > Motorantrieb niemals elektrisch oder mit der Handkurbel betätigen bevor der Transformator freigeschaltet ist, wenn Sie einen Fehler am Transformator oder Laststufenschalter/Umsteller vermuten.
- > Eine elektrisch begonnene, jedoch nicht vollständig beendete Stufenschaltung niemals mit der Handkurbel beenden.
- > Bei Schwergängigkeit dürfen Sie die Handkurbel nicht weiter betätigen.
- > Bei einer Betätigung des Motorantriebs mit der Handkurbel niemals die Drehrichtung umkehren.
- > Bei jeglichem Zweifel über den ordnungsgemäßen Zustand des Laststufenschalters/Umstellers oder die Fehlerursache im Motorantrieb unverzüglich den Technischen Service der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH kontaktieren.
- > Für die manuelle Betätigung des Motorantriebs ausschließlich die im Motorantrieb befestigte Handkurbel verwenden.

Informationen zur Fehlerbehebung finden Sie im Kapitel „Störungsbeseitigung“.

### Normaler Betrieb

Im normalen Betrieb ist eine Handkurbelbetätigung nicht erforderlich. Die Handkurbel wird hauptsächlich während der Installation oder bei Prüfungen im Transformatorenwerk benötigt.

Die Betätigung des Motorantriebs mit der Handkurbel ist bei freigeschaltetem Transformator, z. B. bei Wartungsarbeiten, zulässig, wenn keine Störung am Transformator oder Laststufenschalter/Umsteller erkennbar ist und die vorige Stufenschaltung korrekt beendet wurde.

### Ausnahme Notbetrieb

Besteht trotz Störung im Motorantrieb bei unter Spannung stehendem Transformator die dringende Notwendigkeit einer Stufenschaltung, so spricht man von Notbetrieb. Beachten Sie in diesem Fall unbedingt die oben aufgeführten Warnhinweise.

### Motorantrieb mit Handkurbel betätigen

Gehen Sie wie folgt vor, um eine Stufenschaltung mit der Handkurbel durchzuführen:

1. Tür des Schutzgehäuses des Motorantriebs öffnen.
2. Motorschutzschalter Q1 ausschalten (Position 0).
3. Die im Motorantrieb befestigte Handkurbel in die Handkurbelöffnung in der oberen Abdeckplatte stecken.
  - » Der eingebaute Handkurbelsperrschalter unterbricht den Motorstromkreis 2-polig. Der Steuerstromkreis wird nicht unterbrochen.



4. **ACHTUNG!** Schäden am Laststufenschalter durch nicht korrekt beendete Stufenschaltung. Mit der Handkurbel solange in eine Richtung drehen, bis der Zeiger die Schaltschrittanzeige einmal komplett umrundet hat und wieder auf der Mittelstellung des grau markierten Bereichs der Schaltschrittanzeige steht.
  - » Die Stufenschaltung ist beendet.
5. Handkurbel abnehmen und in Halterung zurücklegen.
6. Motorschutzschalter Q1 einschalten (Position I).
7. Tür des Schutzgehäuses des Motorantriebs schließen.

# 6 Störungsbeseitigung

## ▲ WARNUNG



### Explosionsgefahr!

Explosionsfähige Gase unter dem Laststufenschalterkopfdeckel können verpuffen oder explodieren und so zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- › Sicherstellen, dass sich keine Zündquellen wie offenes Feuer, heißen Flächen oder Funken (z. B. durch statische Aufladung) in direkter Umgebung befinden oder entstehen.
- › Alle Hilfsstromkreise spannungsfrei schalten (z. B. Schaltüberwachungseinrichtung, Druckentlastungsventil, Druckwächter), bevor Sie den Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.
- › Während der Arbeiten keine elektrischen Geräte betreiben (z. B. Funkenbildung durch Schlagschrauber).

## ACHTUNG

### Schäden an Laststufenschalter und Transformator!

Ein Ansprechen des Schutzrelais oder anderer Schutzeinrichtungen kann auf Schäden an Laststufenschalter und Transformator hindeuten. Ein Zuschalten des Transformators ohne Überprüfung ist unzulässig.

- › Bei Ansprechen des Schutzrelais oder anderer Schutzeinrichtungen Laststufenschalter und Transformator überprüfen.
- › Nehmen Sie den Betrieb erst wieder auf, wenn sichergestellt ist, dass kein Schaden an Laststufenschalter und Transformator vorliegt.

## ACHTUNG

### Schäden am Motorantrieb!

Schäden am Motorantrieb durch Kondenswasser im Schutzgehäuse des Motorantriebs.

- › Schutzgehäuse des Motorantriebs stets dicht verschließen.
- › Bei Betriebsunterbrechungen von mehr als 2 Wochen die Heizung im Motorantrieb anschließen und in Betrieb nehmen. Ist dies nicht möglich, z. B. beim Transport, ausreichende Menge an Trockenmittel in das Schutzgehäuse einlegen.

Nachstehende Tabelle soll Ihnen eine Hilfestellung bieten, Störungen selbst zu erkennen und gegebenenfalls zu beheben.

Weitere Hinweise entnehmen Sie der Betriebsanleitung für das Schutzrelais oder der Betriebsanleitung der entsprechenden Schutzeinrichtung.

Bei Störungen an Laststufenschalter und Motorantrieb, die nicht an Ort und Stelle leicht behoben werden können sowie bei Ansprechen des Schutzrelais oder zusätzlicher Schutzeinrichtungen benachrichtigen Sie bitte den zuständigen MR-Repräsentanten, den Transformatorhersteller oder direkt

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH  
Technischer Service  
Postfach 12 03 60  
93025 Regensburg  
Deutschland  
Telefon: +49 94140 90-0

Fehlerbild	Maßnahme
Auslösung des Schutzrelais	Siehe „Ansprechen des Schutzrelais und Transformator wieder in Betrieb nehmen“ Zusätzlich MR kontaktieren.
Auslösung des Druckentlastungsventils (z. B. MPreC®)	Laststufenschalter und Transformator müssen überprüft werden. Abhängig von der Ursache der Auslösung Messungen/Überprüfungen am Transformator durchführen. Zur Überprüfung des Laststufenschalters MR kontaktieren.
Ansprechen des Druckwächters (z. B. DW 2000)	Siehe „Ansprechen des Druckwächters und Transformator wieder in Betrieb nehmen“ Zusätzlich MR kontaktieren.
Ansprechen der Schaltüberwachungseinrichtung	Nach Ansprechen der Schaltüberwachungseinrichtung ist eine elektrische Ansteuerung des Motorantriebs nicht mehr möglich. Eine manuelle Betätigung des Motorantriebs über die Handkurbel bei eingeschaltetem Transformator ist unzulässig. Laststufenschalter und Transformator müssen überprüft werden. Abhängig von der Ursache der Auslösung Messungen/Überprüfungen am Transformator durchführen. Zur Überprüfung des Laststufenschalters MR kontaktieren.
Ansprechen der Berstscheibe im Laststufenschalterkopfdeckel	Laststufenschalter und Transformator müssen überprüft werden. Abhängig von der Ursache der Auslösung Messungen/Überprüfungen am Transformator durchführen. Zur Überprüfung des Laststufenschalters MR kontaktieren.
Auslösung des Motorschutzschalters im Motorantrieb	siehe Kapitel „Störungsbeseitigung“ in der Betriebsanleitung des Motorantriebs
Auslösung des Meldekontakts für die Unterschreitung des minimalen Standes an Isolierflüssigkeit im Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters	Leitungssystem (Rohrleitungen etc.) und Laststufenschalterkopf auf undichte Stellen überprüfen. Stand und Qualität der Isolierflüssigkeit im Ölgefäß gemäß Betriebsanleitung für den Laststufenschalter überprüfen. Sind die Grenzwerte unterschritten, zusätzlich MR kontaktieren.
Laststufenschalter wechselt die Stufenstellung nicht (Schwergängigkeit, Höher-Tasten/Tiefer-Tasten funktionieren nicht, kein Lastumschaltersprung hörbar)	MR kontaktieren.
Keine Spannungsänderung am Transformator trotz Positionsänderung am Motorantrieb	MR kontaktieren.
Unterschiedliche Stellungsanzeige am Motorantrieb und Laststufenschalter	MR kontaktieren.
Geräusche an Antriebswelle oder Motorantrieb während des Wechsels der Stufenstellung	Korrekten Anbau der Antriebswelle gemäß Betriebsanleitung für die Antriebswelle prüfen. Korrekten Sitz der Schlauchschellen und Schutzbleche prüfen. Wenn die Geräusche vom Motorantrieb kommen, MR kontaktieren.
Rotmeldung am Monitoring	Datenbank wenn möglich auslesen und zusammen mit Fehlercode an MR schicken.
Warnung oder Auslösung des Buchholzrelais am Transformator	Transformatorhersteller benachrichtigen.
Abweichung vom Sollwert bei der Wicklungswiderstandsmessung des Transformators	Transformatorhersteller und gegebenenfalls MR kontaktieren und Messwerte mitteilen.

Fehlerbild	Maßnahme
Abweichung vom Sollwert bei der Gas-in-Ölanalyse (Transformatoröl)	Transformatorhersteller und gegebenenfalls MR kontaktieren und Messwerte mitteilen.
Abweichung vom Sollwert bei der Übersetzungsmessung	Transformatorhersteller und gegebenenfalls MR kontaktieren und Messwerte mitteilen.
Abweichung vom Grenzwert bei den Isolierflüssigkeiten	Isolierflüssigkeit wechseln, Trocknungsvorlage des Ölausdehnungsgefäßes des Laststufenschalters prüfen.

Tabelle 3: Störungsbeseitigung

## 6.1 Ansprechen des Schutzrelais und Transformator wieder in Betrieb nehmen

### ⚠️ WARNUNG



#### Explosionsgefahr!

Explosionsfähige Gase im Schutzrelais können verpuffen oder explodieren und so zum Tod oder schweren Verletzungen führen.

- > Nach Abschalten des Transformators 15 Minuten warten, bevor Sie mit weiteren Arbeiten an dem Schutzrelais beginnen, damit sich die Gase verflüchtigen können.
- > Sicherstellen, dass sich keine Zündquellen wie offenes Feuer, heißen Flächen oder Funken (z. B. durch statische Aufladung) in direkter Umgebung befinden oder entstehen.
- > Vor Arbeitsbeginn alle Hilfsstromkreise spannungsfrei schalten.
- > Während der Arbeiten keine elektrischen Geräte betreiben (z. B. Funkenbildung durch Schlagschrauber).

### ⚠️ WARNUNG



#### Lebensgefahr und Gefahr schwerer Körperverletzung!

Lebensgefahr und Gefahr schwerer Körperverletzung durch unzureichende Überprüfung des Laststufenschalters und Transformators.

- > Bei Ansprechen des Schutzrelais unbedingt zur Überprüfung von Laststufenschalter und Transformator Maschinenfabrik Reinhausen kontaktieren.
- > Betrieb erst wieder aufnehmen, wenn sichergestellt ist, dass keine Schäden an Laststufenschalter und Transformator vorliegen.

Wenn eine Auslösung der Leistungsschalter durch das Schutzrelais erfolgt ist, so gehen Sie wie folgt vor:

1. Zeitpunkt der Auslösung feststellen.
2. Betriebsstellung des Laststufenschalters feststellen.
3. Vorsorglich den Motorantrieb durch Auslösen des Motorschutzschalters blockieren, so dass eine durch Fernsteuerung veranlasste Verstellung des Laststufenschalters verhindert wird.
4. Laststufenschalterkopfdeckel überprüfen. Falls Isolierflüssigkeit austritt, Absperrventil des Ölausdehnungsgefäßes sofort schließen.
5. Überprüfen, ob die Stauklappe des Schutzrelais in Stellung AUS oder in Stellung BETRIEB steht.

### 6.1.1 Stauklappe in Stellung BETRIEB

Steht die Stauklappe in Stellung BETRIEB, so kann ein Fehler im Auslösestromkreis vorliegen. Überprüfen Sie daher in diesem Fall den Auslösestromkreis. Kann dabei die Auslösung des Schutzrelais nicht geklärt werden, unbedingt zur Überprüfung des Laststufenschalters Kontakt mit der Maschinenfabrik Reinhausen aufnehmen.

### 6.1.2 Stauklappe in Stellung AUS



Beachten Sie, dass beim Schutzrelais RS 2004 aufgrund des Rückstellmechanismus die Stauklappe nach der Auslösung nicht in der Stellung AUS verbleibt. Ist die Ursache für die Auslösung des Schutzrelais RS 2004 kein Fehler im Auslösestromkreis, so gehen Sie auch beim RS 2004 wie nachfolgend beschrieben vor.

Steht die Stauklappe in Stellung AUS, so gehen Sie wie folgt vor:

1. Sicherstellen, dass der Transformator unter keinen Umständen in Betrieb genommen wird.
2. Kontakt mit der Maschinenfabrik Reinhausen aufnehmen und folgende Punkte mitteilen:
  - » Seriennummer von Schutzrelais und Laststufenschalter
  - » Wie groß war die Belastung des Transformators zum Zeitpunkt der Auslösung?
  - » Ist eine Verstellung des Laststufenschalters unmittelbar vor oder bei der Auslösung durchgeführt worden?
  - » Haben zum Zeitpunkt der Auslösung weitere Schutzeinrichtungen des Transformators angesprochen?
  - » Sind zum Zeitpunkt der Auslösung Schalthandlungen im Netz durchgeführt worden?
  - » Sind zum Zeitpunkt der Auslösung Überspannungen registriert worden?
3. Weitere Schritte in Abstimmung mit der Maschinenfabrik Reinhausen einleiten.

### 6.1.3 Transformator wieder in Betrieb nehmen

Nachdem die Ursache für das Ansprechen des Schutzrelais geklärt und behoben wurde, können Sie den Transformator wieder in Betrieb nehmen:

1. Schutzrelais überprüfen [► Abschnitt 4.1.4.1, Seite 30].
2. Transformator in Betrieb nehmen.

## 6.2 Ansprechen des Druckwächters und Transformator wieder in Betrieb nehmen

### ▲ WARNUNG



#### **Lebensgefahr und Gefahr schwerer Körperverletzung!**

Lebensgefahr und Gefahr schwerer Körperverletzung durch unzureichende Überprüfung des Laststufenschalters und Transformators.

- > Bei Ansprechen des Druckwächters unbedingt zur Überprüfung von Laststufenschalter und Transformator Maschinenfabrik Reinhausen kontaktieren.
- > Betrieb erst wieder aufnehmen, wenn sichergestellt ist, dass keine Schäden an Laststufenschalter und Transformator vorliegen.

Wenn eine Auslösung der Leistungsschalter durch den Druckwächter erfolgt ist, gehen Sie wie folgt vor:

1. Zeitpunkt der Auslösung feststellen.
2. Betriebsstellung des Laststufenschalters feststellen.
3. Vorsorglich den Motorantrieb durch Auslösen des Motorschutzschalters blockieren, so dass eine durch Fernsteuerung veranlasste Verstellung des Laststufenschalters verhindert wird.
4. Laststufenschalterkopfdeckel überprüfen. Falls Isolierflüssigkeit austritt, Absperrventil des Ölausdehnungsgefäßes sofort schließen.
5. Überprüfen, ob der Taster des Druckwächters in Stellung AUS oder in Stellung BETRIEB steht.

### 6.2.1 Taster in Stellung BETRIEB

Steht der Taster in Stellung BETRIEB, so kann ein Fehler im Auslösestromkreis vorliegen. Überprüfen Sie daher in diesem Fall den Auslösestromkreis. Kann dabei die Auslösung des Druckwächters nicht geklärt werden, unbedingt zur Überprüfung des Laststufenschalters Kontakt mit der Maschinenfabrik Reinhausen aufnehmen.

### 6.2.2 Taster in Stellung AUS

Steht der Taster in Stellung AUS, gehen Sie wie folgt vor:

1. Sicherstellen, dass der Transformator unter keinen Umständen in Betrieb genommen wird.
2. Kontakt mit der Maschinenfabrik Reinhausen aufnehmen und folgende Punkte mitteilen:
  - » Wie groß war die Belastung des Transformators zum Zeitpunkt der Auslösung?
  - » Ist eine Umschaltung des Laststufenschalters unmittelbar vor oder bei der Auslösung durchgeführt worden?
  - » Haben zum Zeitpunkt der Auslösung weitere Schutzeinrichtungen des Transformators angesprochen?
  - » Sind zum Zeitpunkt der Auslösung Schalthandlungen im Netz durchgeführt worden?
  - » Sind zum Zeitpunkt der Auslösung Überspannungen registriert worden?
  - » Wie hoch ist der statische Druck auf das Druckentlastungsventil (Höhendifferenz zwischen Ölspiegel im Ausdehner des Laststufenschalters und Druckentlastungsventil)?
3. Weitere Schritte in Abstimmung mit der Maschinenfabrik Reinhausen einleiten.

### 6.2.3 Transformator wieder in Betrieb nehmen

Nachdem die Ursache für das Ansprechen des Druckwächters geklärt und behoben wurde, können Sie den Transformator wieder in Betrieb nehmen:

1. Sicherstellen, dass der Taster des Schnappschalters in Stellung BETRIEB steht.
2. Transformator in Betrieb nehmen.

# 7 Wartung

## ⚠ GEFAHR



### Elektrischer Schlag!

Ein unter Spannung stehender Transformator kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- > Transformator überspannungsseitig und unterspannungsseitig abschalten.
- > Transformator gegen Wiedereinschalten sichern.
- > Spannungsfreiheit feststellen.
- > Alle Klemmen des Transformators sichtbar erden (Erdungsseile, Erdungstrenner) und kurzschließen.
- > Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken.

## ⚠ GEFAHR



### Elektrischer Schlag!

Unter Spannung stehende Laststufenschalterkomponenten können während Arbeiten am Laststufenschalter zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- > Alle Hilfsstromkreise wie z. B. Schaltüberwachungseinrichtung, Druckentlastungsventil, Druckwächter spannungsfrei schalten.
- > Spannungsfreiheit feststellen.

## ⚠ WARNUNG



### Explosionsgefahr!

Explosionsfähige Gase im Ölgefäß des Laststufenschalters, Transformator, Leitungssystem, Ölausdehnungsgefäß und an der Öffnung des Luftentfeuchters können verpuffen oder explodieren und so zum Tod oder schweren Verletzungen führen.

- > Sicherstellen, dass sich keine Zündquellen wie z. B. offenes Feuer, heißen Flächen oder Funken (z. B. durch statische Aufladung) in direkter Umgebung des Transformators befinden oder entstehen.
- > Keine elektrischen Geräte betreiben (z. B. Funkenbildung durch Schlagschrauber).
- > Ausschließlich leitfähige und geerdete Schläuche, Rohre und Pumpeneinrichtungen verwenden, die für brennbare Flüssigkeiten zugelassen sind.

## ACHTUNG

### Schäden am Motorantrieb!

Schäden am Motorantrieb durch Kondenswasser im Schutzgehäuse des Motorantriebs.

- > Schutzgehäuse des Motorantriebs stets dicht verschließen.
- > Bei Betriebsunterbrechungen von mehr als 2 Wochen die Heizung im Motorantrieb anschließen und in Betrieb nehmen. Ist dies nicht möglich, z. B. beim Transport, ausreichende Menge an Trockenmittel in das Schutzgehäuse einlegen.



## 7.1 Inspektion

Die Überwachung von Laststufenschalter und Motorantrieb/Steuerschrank beschränkt sich auf gelegentliche Sichtkontrollen sowie die Überprüfung der Qualität der Isolierflüssigkeit. Sie können sinnvollerweise mit den üblichen Kontrollarbeiten am Transformator verbunden werden.

Intervall	Maßnahme
jährlich	Türdichtung, Kabeldurchführungen und Entlüftung des Gehäuses des Motorantriebs/Steuerschanks prüfen.
jährlich	Dichtungsstellen von Laststufenschalterkopf, Schutzrelais und den angeschlossenen Rohrleitungen prüfen.
jährlich	Einwandfreie Funktion der eingebauten elektrischen Heizung im Gehäuse des Motorantriebs/Steuerschanks prüfen.
jährlich	Korrekte Funktion des Schutzrelais [► Abschnitt 4.1.4, Seite 30] prüfen.
jährlich	Einwandfreien Zustand der Trocknungsvorlage (Silicagel) für das Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters prüfen.
alle 2 Jahre	<p>Qualität der Isolierflüssigkeit von Laststufenschaltern prüfen, die an anderen Stellen als am Sternpunkt von Wicklungen eingesetzt sind (Klasse 2 nach IEC 60214-1).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Probe der Isolierflüssigkeit aus Ölgefäß entnehmen.</li> <li>2. Temperatur der Probe (Isolierflüssigkeit) unmittelbar nach der Entnahme protokollieren.</li> <li>3. Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt bei einer Temperatur der Isolierflüssigkeit von <math>20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}</math> bestimmen. Die Durchschlagfestigkeit und der Wassergehalt müssen die in den Technischen Daten angegebenen Grenzwerte einhalten.</li> <li>4. Werden die Grenzwerte nicht eingehalten, Isolierflüssigkeit gemäß Abschnitt „Isolierflüssigkeit wechseln“ wechseln.</li> </ol>
alle 7 Jahre	<p>Qualität der Isolierflüssigkeit von Laststufenschaltern prüfen, die am Sternpunkt von Wicklungen eingesetzt sind (Klasse 1 nach IEC 60214-1).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Probe der Isolierflüssigkeit aus Ölgefäß entnehmen.</li> <li>2. Temperatur der Probe (Isolierflüssigkeit) unmittelbar nach der Entnahme protokollieren.</li> <li>3. Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt bei einer Temperatur der Isolierflüssigkeit von <math>20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}</math> bestimmen. Die Durchschlagfestigkeit und der Wassergehalt müssen die in den Technischen Daten angegebenen Grenzwerte einhalten.</li> <li>4. Werden die Grenzwerte nicht eingehalten, Isolierflüssigkeit gemäß Abschnitt „Isolierflüssigkeit wechseln“ wechseln.</li> </ol>

Tabelle 4: Inspektionsplan

## 7.2 Wartungsintervalle

**▲ WARNUNG**



### Wartungsintervalle ohne MR-Monitoringsystem Explosionsgefahr!

Wird eine anstehende Wartung nicht unverzüglich durchgeführt, kann es z. B. durch einen Stufenkurzschluss zu Tod oder schweren Verletzungen kommen.

> Nachfolgend genannte Wartungsintervalle zwingend einhalten.

Wenn Sie den Laststufenschalter ohne MR-Monitoringsystem betreiben, gelten nachfolgend genannte Wartungsintervalle.

Intervall	Maßnahme
nach jeweils 300.000 Schaltungen (Zählwerkstand Motorantrieb)	Wartung des Laststufenschalters. Hierzu Technischen Service [► Abschnitt 6, Seite 34] der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH kontaktieren.
nach jeweils 1,2 Millionen Schaltungen (Zählwerkstand Motorantrieb)	Wartung des Wählers. Hierzu Technischen Service [► Abschnitt 6, Seite 34] der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH kontaktieren.
nach jeweils 1,2 Millionen Schaltungen (Zählwerkstand Motorantrieb)	Erneuerung des Lastumschaltereinsatzes. Hierzu Technischen Service [► Abschnitt 6, Seite 34] der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH kontaktieren.
nach 3,6 Millionen Schaltungen (Zählwerkstand Motorantrieb)	Erneuerung des Laststufenschalters. Hierzu die Maschinenfabrik Reinhausen GmbH kontaktieren.

Tabelle 5: Wartungsplan ohne MR-Monitoringsystem

Ein Hinweisschild auf der Innenseite der Tür des Motorantriebes TAPMOTION® ED gibt zudem Auskunft über das zutreffende Wartungsintervall.

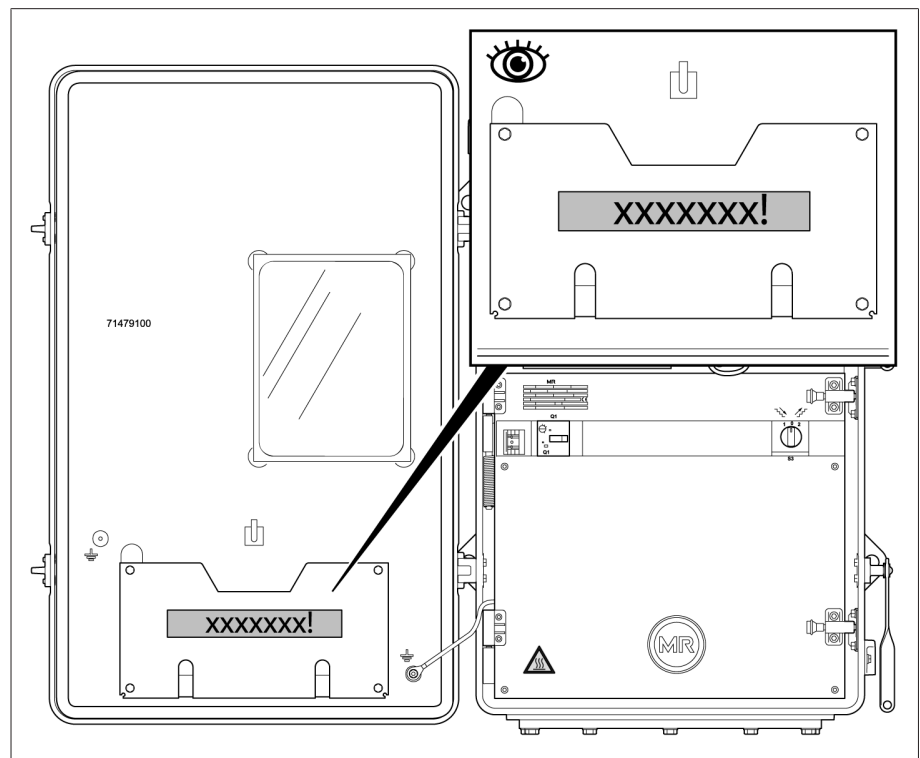


Abbildung 22: Hinweisschild mit Wartungsintervallen

## ⚠️ WARNUNG



### Wartungsintervalle mit MR-Monitoringsystem Explosionsgefahr!

Wird eine anstehende Wartung nicht unverzüglich durchgeführt, kann es z. B. durch einen Stufenkurzschluss zu Tod oder schweren Verletzungen kommen.

- > Technischen Service der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH kontaktieren, sobald das MR-Monitoringsystem eine Wartungsmeldung abgibt.
- > Bei Ausfall oder Abschaltung des MR-Monitoringsystems die Wartungsintervalle gemäß Wartungsplan ohne MR-Monitoringsystem einhalten.

Wenn Sie den Laststufenschalter mit einem MR-Monitoringsystem betreiben, gelten die Wartungsintervalle, die das MR-Monitoringsystem anzeigt. Weitere Informationen hierzu finden Sie in der Betriebsanleitung des MR-Monitoringsystems.

## 7.3 Isolierflüssigkeit wechseln

### ACHTUNG

#### Schäden am Laststufenschalter!

Kleinteile im Ölgefäß können den Lastumschalttereinsatz blockieren und so den Laststufenschalter beschädigen.

- > Sicherstellen, dass keine Teile in das Ölgefäß fallen.
- > Kleinteile auf vollständige Stückzahl kontrollieren.

Wechseln Sie die Isolierflüssigkeit im Ölgefäß und Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters, wenn die in den Technischen Daten angegebenen Grenzwerte für Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt nicht eingehalten werden.

### 7.3.1 Laststufenschalter in Justierstellung schalten

1. Aktuelle Betriebsstellung des Laststufenschalters notieren.
2. Laststufenschalter in Justierstellung schalten. Die Justierstellung ist im mitgelieferten Anschlussschaltbild des Laststufenschalters angegeben.

### 7.3.2 Waagrechte Antriebswelle ausbauen

### ACHTUNG

#### Schäden an Laststufenschalter und Transformator!

Schäden an Laststufenschalter und Transformator durch Betätigung des Motorantriebs in entkuppeltem Zustand!

- > Motorantrieb niemals betätigen, wenn die waagrechte Antriebswelle ausgebaut ist.
- > Motorantrieb vorsorglich durch Auslösen des Motorschutzschalters gegen elektrischen Betrieb blockieren (siehe Betriebsanleitung "Tapmotion® ED").

1. Schlauchschellen am Schutzblech der waagrechten Antriebswelle lösen, Schutzblech entfernen.

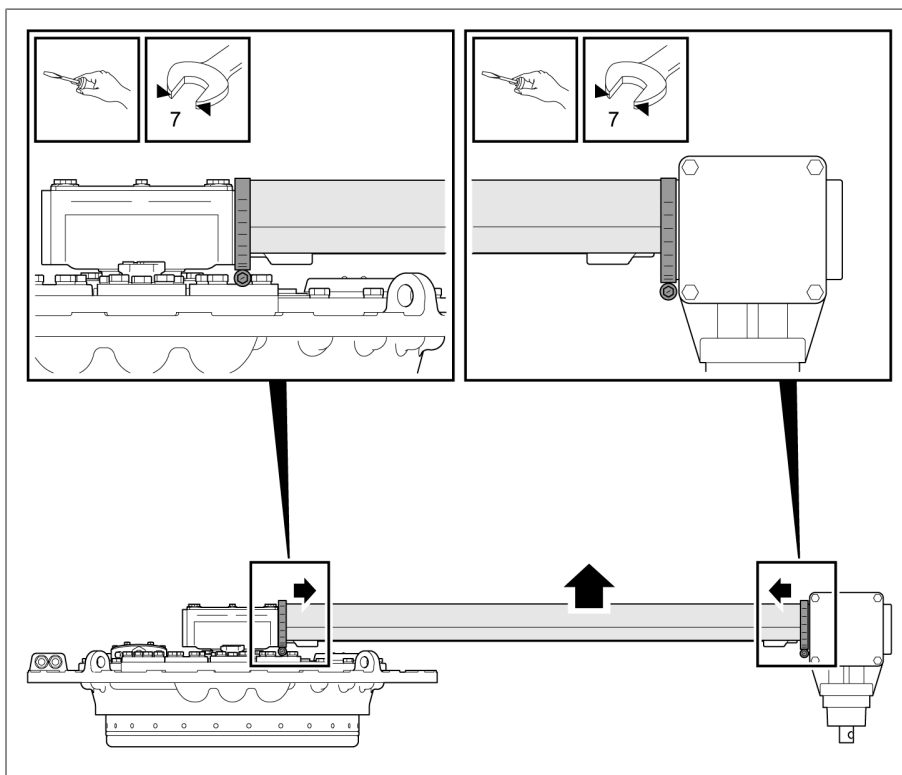


Abbildung 23: Schutzblech entfernen

2. Je nach Ausführung 4 oder 6 Schrauben an den Kupplungsschalen zur oberen Getriebestufe und Winkelgetriebe lösen.

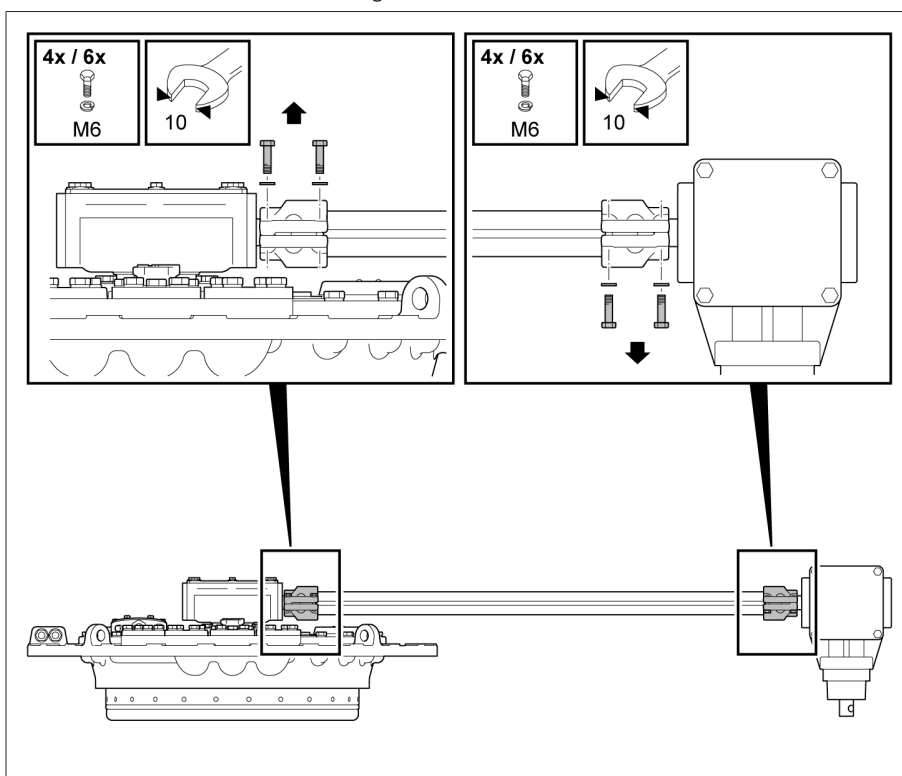


Abbildung 24: Kupplungsschalen lösen

3. Waagrechte Antriebswelle entfernen. Darauf achten, die Kupplungsbolzen nicht zu verlieren.

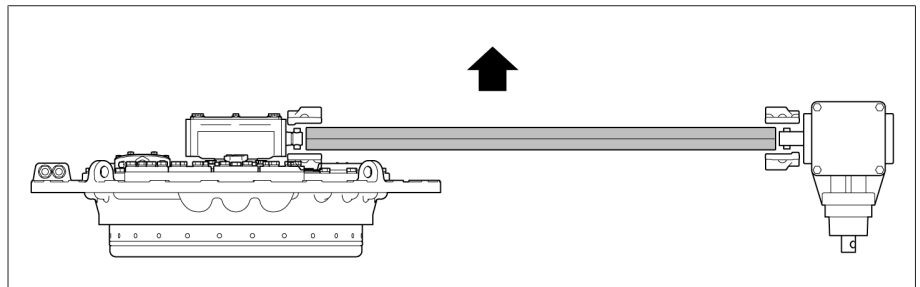


Abbildung 25: Antriebswelle entfernen

### 7.3.3 Ölgefäß und Ölausdehnungsgefäß entleeren

1. Sicherstellen, dass der Absperrhahn zwischen Ölausdehnungsgefäß und Laststufenschalter offen ist.
2. Schraubkappe am Entlüftungsventil E1 am Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.
3. Ventilstößel am Entlüftungsventil E1 mit Schraubendreher anheben.
  - » Das sich unter dem Laststufenschalterkopfdeckel befindliche Gas entweicht. Dabei für ausreichende Belüftung sorgen.
4. Sobald das Gas entfernt ist und Isolierflüssigkeit aus dem Entlüftungsventil nachströmt, Entlüftungsventil schließen.
5. Absperrhahn zwischen Ölausdehnungsgefäß und Laststufenschalter schließen.
6. Entlüftungsventil E1 wieder öffnen und 5...10 Liter Isolierflüssigkeit über den Rohrleitungsanschluss S absaugen, bis die Fläche unter dem Laststufenschalterkopfdeckel frei von Isolierflüssigkeit ist.
7. Schrauben mit Scheiben am Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

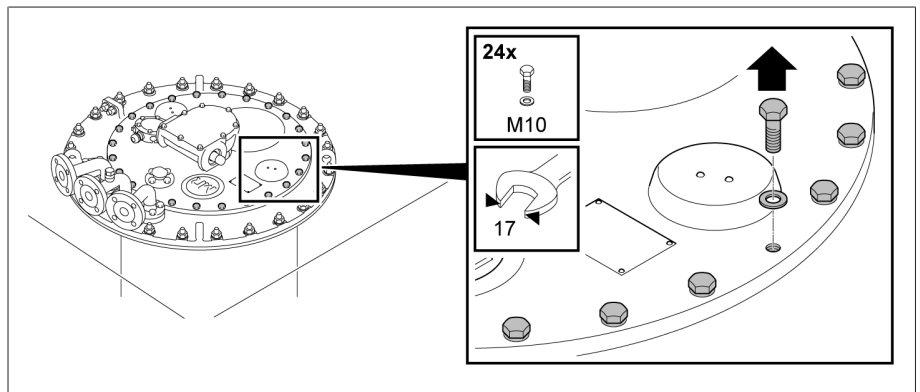


Abbildung 26: Laststufenschalterkopfdeckel

8. Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

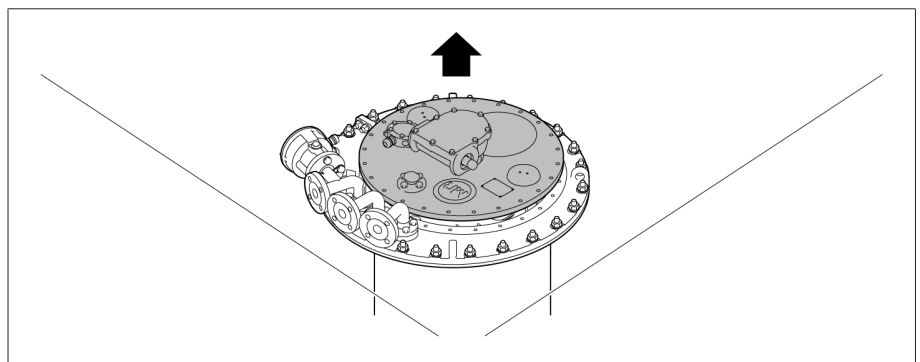


Abbildung 27: Laststufenschalterkopfdeckel

9. Isolierflüssigkeit über Rohrleitungsanschluss S absaugen.
10. Absperrhahn zwischen Ölausdehnungsgefäß und Laststufenschalter öffnen.
  - ⇒ Die Isolierflüssigkeit aus dem Ölausdehnungsgefäß fließt in das Ölgefäß.
11. Isolierflüssigkeit über Rohrleitungsanschluss S absaugen.

### 7.3.4 Ölgefäß und Ölausdehnungsgefäß mit neuer Isolierflüssigkeit befüllen

#### ACHTUNG

#### Schäden am Laststufenschalter!

Ungeeignete Isolierflüssigkeiten führen zu Schäden am Laststufenschalter!

- > Ausschließlich die vom Hersteller zugelassenen Isolierflüssigkeiten [▶ Abschnitt 9.1.2, Seite 53] verwenden.
- > Sicherstellen, dass die neue Isolierflüssigkeit die gleichen chemischen, mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften hat. Andernfalls den Technischen Service der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH kontaktieren.

1. Ölgefäß des Laststufenschalters bis Höhe Tragplatte über den Rohrleitungsanschluss S mit neuer Isolierflüssigkeit füllen.
2. Neuen O-Ring unverdrillt in Laststufenschalterkopfdeckel einsetzen.
3. Passfeder in der Adapterwelle auf festen Sitz prüfen. Passfeder ggf. mit Vaseline gegen Herausfallen sichern.

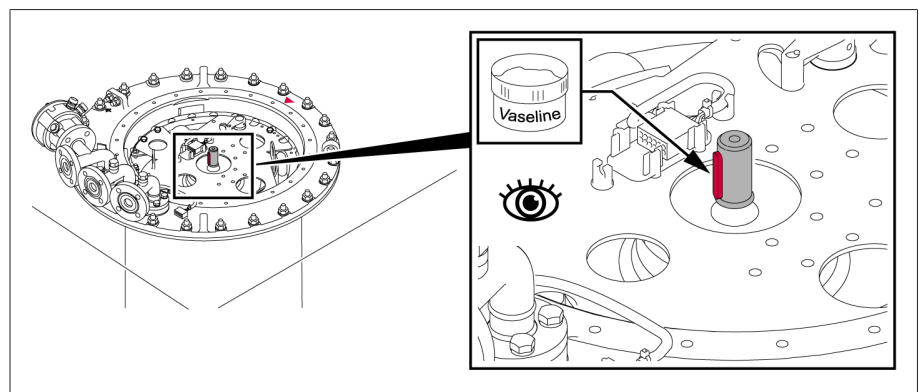


Abbildung 28: Passfeder

4. Laststufenschalterkopfdeckel so auf Laststufenschalterkopf setzen, dass die roten Dreiecksmarkierungen an Laststufenschalterkopf und Laststufenschalterkopfdeckel fluchten.

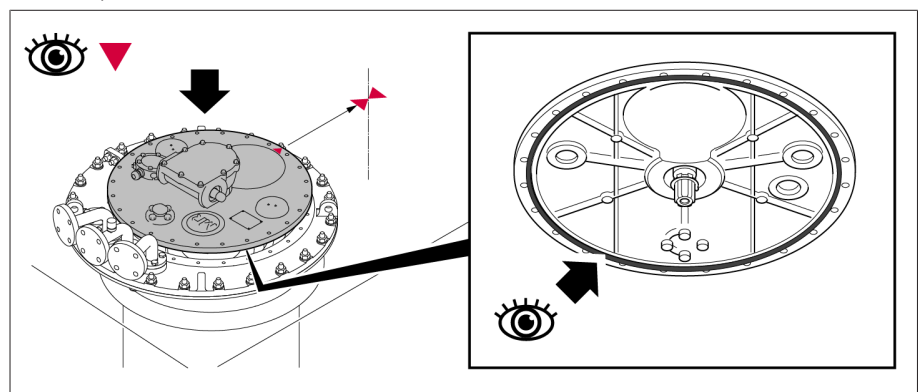


Abbildung 29: Dreiecksmarkierungen und O-Ring

5. Laststufenschalterkopfdeckel mit Laststufenschalterkopf verschrauben.

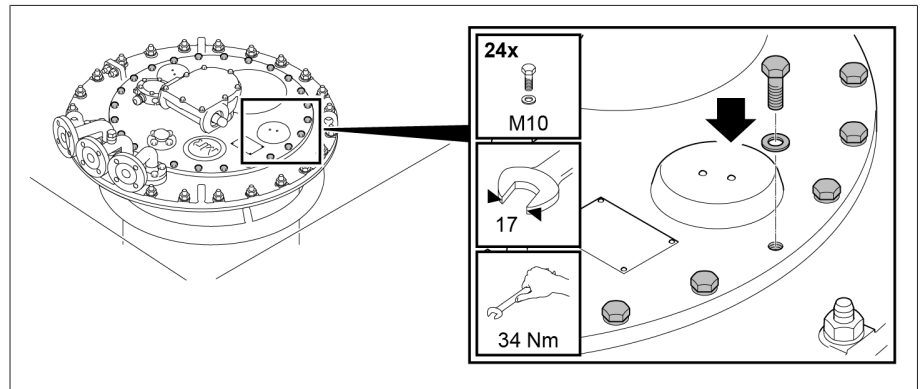


Abbildung 30: Laststufenschalterkopfdeckel

6. Ölausdehnungsgefäß mit neuer Isolierflüssigkeit füllen.

7. Laststufenschalterkopf über Entlüftungsventil E1 des Laststufenschalterkopfdeckels entlüften. Hierzu Schraubkappe entfernen und Ventilstößel mit einem Schraubenzieher anheben.

8. Entlüftungsventil E1 mit Schraubkappe verschließen (Anziehmoment 10 Nm).

9. Schraubkappe am Rohrleitungsanschluss S entfernen.

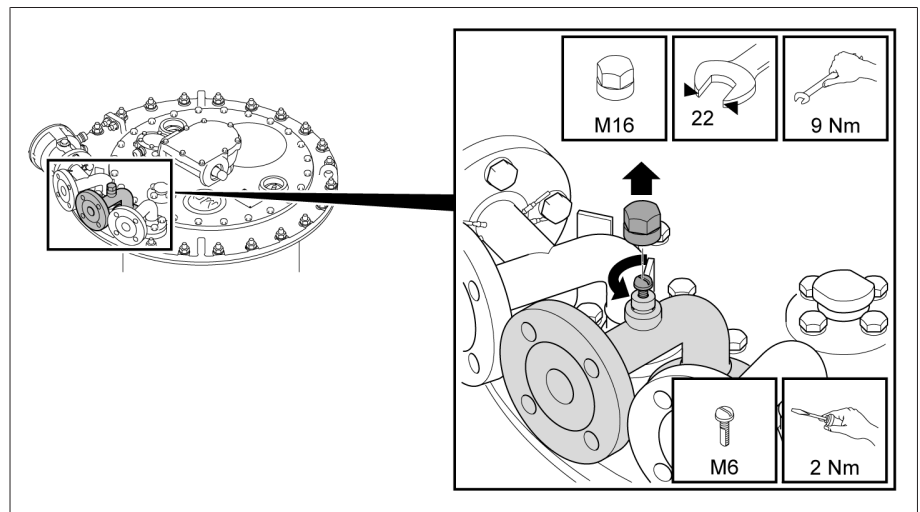


Abbildung 31: Rohrleitungsanschluss S

10. Entlüftungsschraube öffnen und Rohrleitung entlüften.

11. Entlüftungsschraube schließen.

12. Entlüftungsschraube mit Schraubkappe verschließen.

13. Füllstand im Ölausdehnungsgefäß kontrollieren und ggf. Isolierflüssigkeit nachfüllen.

14. Laststufenschalterkopf über Entlüftungsventil E1 und Rohrleitungsanschluss S über Entlüftungsschraube erneut entlüften.

15. Ölsaugleitung spülen und über Rohrleitungsanschluss S Isolierflüssigkeitsprobe aus Ölgefäß entnehmen.

16. Temperatur der Probe unmittelbar nach der Entnahme protokollieren.

17. Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt bei einer Temperatur der Probe von  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  bestimmen. Die Durchschlagfestigkeit und der Wassergehalt müssen die in den Technischen Daten angegebenen Grenzwerte (Nach Wartung) einhalten.

### 7.3.5 Waagrechte Antriebswelle einbauen

1. Waagrechte Antriebswelle zwischen oberer Getriebestufe und Winkelgetriebe mit Kupplungsschalen und 4 oder 6 Schrauben befestigen. Detaillierte Angaben entnehmen Sie der Betriebsanleitung der Antriebswelle.

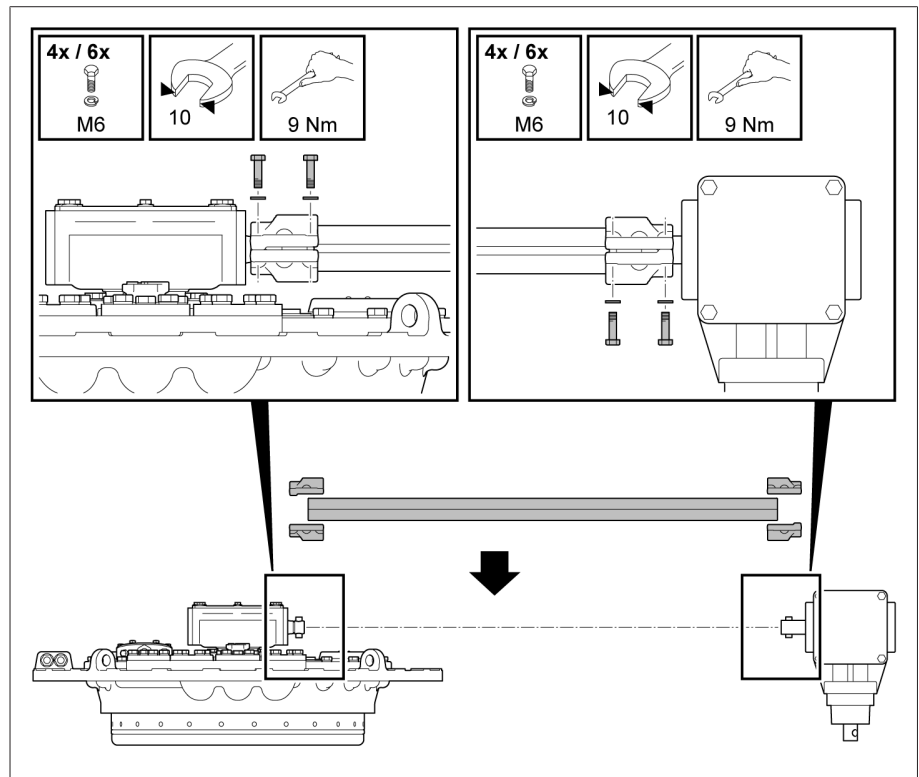


Abbildung 32: Antriebswelle befestigen

2. Schutzblech mit Schlauchschellen an waagrechter Antriebswelle befestigen.

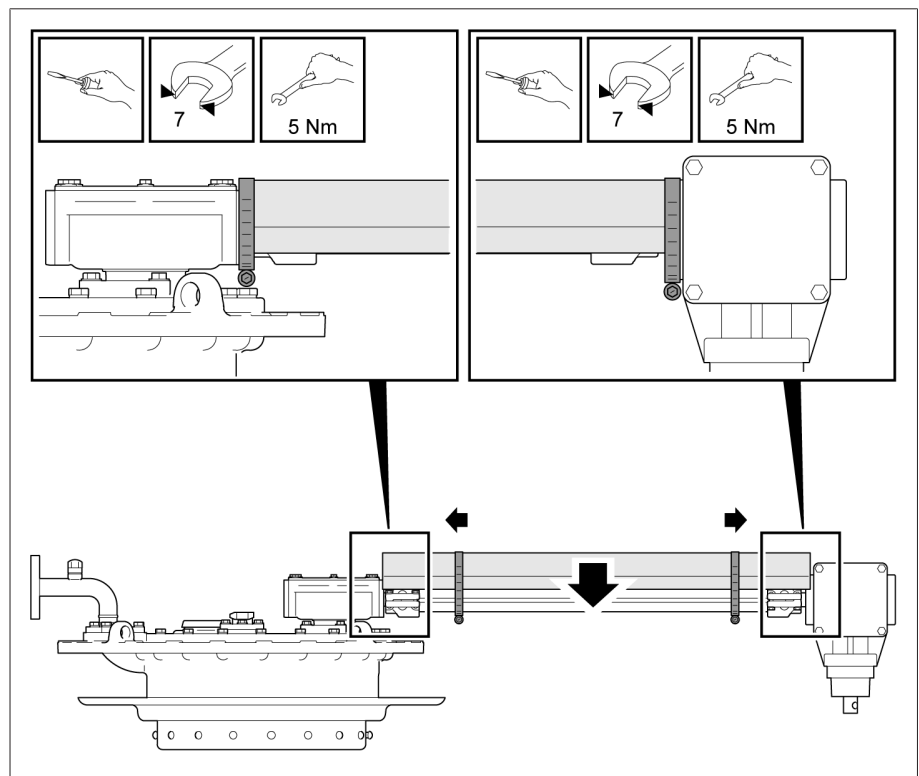


Abbildung 33: Schutzblech befestigen

3. Bei Sonderausführung mit Kardanwellen die Faltenbälge und den Fettvorrat der Kardanwellen überprüfen.



Eine ausführliche Beschreibung für den Einbau der Antriebswelle finden Sie in der MR-Betriebsanleitung „Antriebswelle“.

### 7.3.6 Laststufenschalter und Motorantrieb ausmitteln

- › Laststufenschalter und Motorantrieb gemäß zugehöriger MR-Betriebsanleitung des Motorantriebs ausmitteln.

## 7.4 Gleichstromwiderstandsmessung am Transformator durchführen

### ACHTUNG

#### Schäden am Laststufenschalter!

Zu hohe Messströme überlasten die Kontakte des Laststufenschalters und führen so zu Schäden am Laststufenschalter.

- > Sicherstellen, dass die in nachfolgender Tabelle angegebenen maximal zulässigen Messströme nicht überschritten werden.
- > Gleichstromwiderstandsmessung in den verschiedenen Betriebsstellungen des Laststufenschalters gemäß nachfolgender Tabelle durchführen.

Zustand Ölgefäß	ohne Unterbrechung des Messstroms	mit Unterbrechung (Messstrom = 0 A vor Wechsel der Betriebsstellung)
Ölgefäß leer	maximal 10 A DC	maximal 50 A DC
Ölgefäß mit Isolierflüssigkeit gefüllt	maximal 50 A DC	maximal 50 A DC

Tabelle 6: Maximal zulässige Messströme bei Gleichstromwiderstandsmessung am Transformator

# 8 Entsorgung

Beachten Sie für die Entsorgung die nationalen Entsorgungsvorschriften im jeweiligen Verwenderland.

Bei Fragen zu Demontage und Entsorgung kontaktieren Sie bitte den Technischen Service der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH.

# 9 Technische Daten

In diesem Kapitel sind die wesentlichen technischen Daten des Laststufenschalters zusammengefasst.

Weiterführende Informationen zur Auswahl von Laststufenschaltern im Allgemeinen können den Kapiteln "Stufenschalterbezeichnung", "elektrische Eigenschaften" und "Auswahl des Laststufenschalters" in den technischen Daten TD61 entnommen werden.

## 9.1 Technische Daten Laststufenschalter

### 9.1.1 Laststufenschaltereigenschaften

#### Elektrische Daten VACUTAP® VM I

Laststufenschalter	VM I 651	VM I 802	VM I 1002	VM I 1203	VM I 1503
max. Bemessungsdurchgangsstrom $I_{rm}$ [A]	650	800	1 000	1 200	1 500
Bemessungskurzzeitstrom [kA]	6,5	8	10	12	15
Bemessungskurzschlussdauer [s]	3				
Bemessungsstoßstrom [kA]	16,25	20	25	30	37,5
max. Bemessungsstufenspannung $U_{irm}$ [V] <sup>1)</sup>	3 300				
Stufenleistung $P_{stN}$ [kVA]	1 625	2 600	2 600	3 500	3 500
Bemessungsfrequenz [Hz]	50...60				

Tabelle 7: Elektrische Daten VACUTAP® VM I

<sup>1)</sup> Eine auf Übererregung des Transformators zurückzuführende Überschreitung in Höhe von 10 % der maximalen Bemessungsstufenspannung ist zulässig, wenn dabei die Stufenleistung nicht überschritten wird.

#### Elektrische Daten VACUTAP® VM II

Laststufenschalter	VM II 652
max. Bemessungsdurchgangsstrom $I_{rm}$ [A]	650
Bemessungskurzzeitstrom [kA]	6,5
Bemessungskurzschlussdauer [s]	3
Bemessungsstoßstrom [kA]	16,25
max. Bemessungsstufenspannung $U_{irm}$ [V] <sup>1)</sup>	3 300
Stufenleistung $P_{stN}$ [kVA]	1 625
Bemessungsfrequenz [Hz]	50...60

Tabelle 8: Elektrische Daten VACUTAP® VM II

<sup>1)</sup> Eine auf Übererregung des Transformators zurückzuführende Überschreitung in Höhe von 10 % der maximalen Bemessungsstufenspannung ist zulässig, wenn dabei die Stufenleistung nicht überschritten wird.

## Elektrische Daten VACUTAP® VM III

Laststufenschalter	VM III 650 Y
max. Bemessungsdurchgangsstrom $I_{rm}$ [A]	650
Bemessungskurzzeitstrom [kA]	6,5
Bemessungskurzschlussdauer [s]	3
Bemessungsstoßstrom [kA]	16,25
max. Bemessungsstufenspannung $U_{irm}$ [V] <sup>1)</sup>	3 300
Stufenleistung ( $P_{stN}$ ) [kVA]	1 625
Bemessungsfrequenz [Hz]	50...60

Tabelle 9: Elektrische Daten VACUTAP® VM III

<sup>1)</sup> Eine auf Übererregung des Transformators zurückzuführende Überschreitung in Höhe von 10 % der maximalen Bemessungsstufenspannung ist zulässig, wenn dabei die Stufenleistung nicht überschritten wird.

## Mechanische Daten VACUTAP® VM I II III

Anzahl der Betriebsstellungen	ohne Vorwähler: maximal 18 mit Vorwähler: maximal 35
Anzahl der bestückten Sektoren	1...3
Wählerbaureihen	RC/RD/RDE
Abmessungen	Siehe Maßzeichnungen
Gewicht	
Verdrängungsvolumen und Ölinhalt	

Tabelle 10: Mechanische Daten VACUTAP® VM I II III

### 9.1.2 Zulässige Umgebungsbedingungen

Lufttemperatur im Betrieb	- 25 °C...+ 50 °C
Temperatur der Isolierflüssigkeit im Betrieb	- 25 °C...+ 105 °C (bei Notbetrieb des Transformators bis + 115 °C)
Transporttemperatur, Lagertemperatur	- 40 °C...+ 50 °C
Trocknungstemperaturen	Siehe Montage- und Inbetriebnahmeanleitung, Kapitel „Montage“
Druckfestigkeit	Das Laststufenschalterölgefäß ist druckdicht bis 0,3 bar Differenzdruck dauernd (Prüfdruck 0,6 bar). Der Kopf und der Deckel von Laststufenschalter und Umsteller sind vakuumfest.
Isolierflüssigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ungebrauchte Isolieröle aus Erdölprodukten<sup>1)</sup> nach IEC60296 und ASTM D3487 (äquivalente Normen auf Anfrage)</li> <li>- Ungebrauchte Isolieröle aus anderen unberührten Kohlenwasserstoffen nach IEC60296, oder Mischungen dieser Öle mit Erdölprodukten<sup>1)</sup> nach IEC60296, ASTM D3487 oder äquivalenten Normen auf Anfrage</li> <li>- Alternative Isolierflüssigkeiten, z.B. natürliche und synthetische Ester oder Silikonöle, auf Anfrage</li> </ul> <p><sup>1)</sup> Gas-to-liquid-Öle (GTL-Öle) werden in diesem Zusammenhang als Erdölprodukte verstanden</p>

Tabelle 11: Zulässige Umgebungsbedingungen

### 9.1.3 Höhe des Ölausdehnungsgefäßes

Die zulässigen Höhen für die Ölausdehnungsgefäße von Laststufenschalter und Transformator müssen beachtet werden. Damit stellen Sie sicher:

- Dichtigkeit des Laststufenschalterölgefäßes zur Umgebung und zum Transformator
- Korrekte Funktion (z. B. Schaltablauf) des Laststufenschalters und anderer druckabhängigen Einrichtungen

Die Standardausführung der Laststufenschalter ist bis zu einer Höhe  $H_{\max}$  des Ölausdehnungsgefäßes von **bis zu 5 m** ausgelegt. Zur Bestimmung dieser Höhe muss der Abstand vom maximalen Ölspiegel im Ölausdehnungsgefäß bis zur Oberkante des Laststufenschalterkopfdeckels bestimmt werden.

Eine Höhe  $H_{\max}$  des Ölspiegels im Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters von mehr als 5 m oberhalb des Laststufenschalterkopfdeckels muss bei der Bestellung angegeben werden, um die passende Produktvariante auszuwählen.

Für Laststufenschalter VACUTAP® bei Aufstellungshöhen  $H_{\text{NHN}}$  oberhalb von 2.000 m über Meeresspiegel vergrößert sich die maximal zulässige Höhe  $H_{\max}$  des Ölausdehnungsgefäßes um den Mindestabstand  $H_{\max}$  von Ölspiegel zu Laststufenschalterkopfdeckel gemäß Abschnitt Aufstellungshöhe über Meeresspiegel.

#### Höhenunterschied $\Delta h$ der Ölspiegel von Laststufenschalter und Transformator

Bei örtlich getrennten Ölausdehnungsgefäßen von Laststufenschalter und Transformator darf die Höhendifferenz  $\Delta h$  zwischen den Ölspiegeln **maximal 3 m** betragen.

Bei einem gemeinsamen Ölausdehnungsgefäß für Laststufenschalter und Transformator (mit oder ohne Trennwand) wird dieser Abstand in der Regel nicht erreicht. Dann kann der Höhenunterschied bei einem gemeinsamen Ölausdehnungsgefäß vernachlässigt werden.

### 9.1.4 Aufstellungshöhe über Meeresspiegel

Ölisolierte Laststufenschalter VACUTAP® mit offenem Ölausdehnungsgefäß sind ohne Einschränkungen bis zu einer Aufstellungshöhe  $H_{\text{NHN}}$  von 2.000 m über Meeresspiegel freigegeben. Ab 2.000 m muss eine Mindesthöhe für das Ölausdehnungsgefäß beachtet werden.

Die Montagehöhe des Ölausdehnungsgefäßes ergibt sich aus dem Abstand  $H_{\min}$  von der Oberkante des Laststufenschalterkopfdeckels bis zu dem Ölspiegel im Ölausdehnungsgefäß.

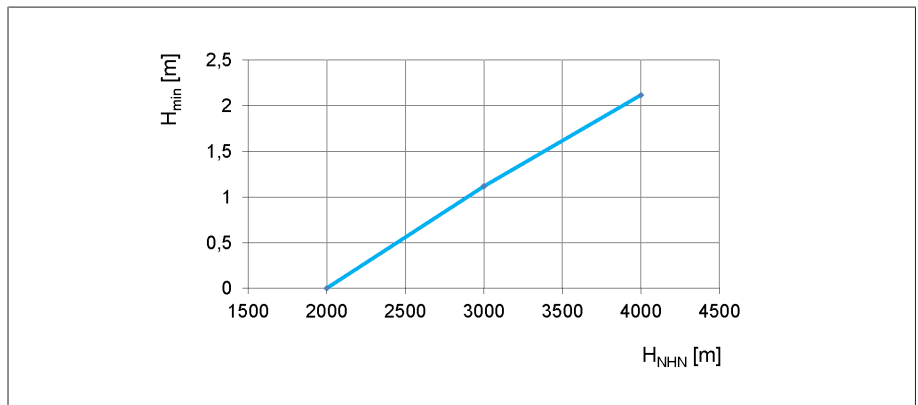


Abbildung 34: Mindestabstand  $H_{\min}$  von Ölspiegel zu Laststufenschalterkopfdeckel

$H_{\min}$	Abstand von dem Ölspiegel im Ölausdehnungsgefäß zu der Oberkante des Laststufenschalterkopfdeckels
$H_{NHN}$	Aufstellungshöhe über dem Meeresspiegel

Für Laststufenschalter VACUTAP® bei Aufstellungshöhen  $H_{NHN}$  oberhalb von 2.000 m über Meeresspiegel vergrößert sich die maximal zulässige Höhe des Ölausdehnungsgefäßes (gemäß Abschnitt Höhe des Ölausdehnungsgefäßes) um diesen Mindestabstand  $H_{\min}$  von Ölspiegel zu Laststufenschalterkopfdeckel.

## 9.2 Technische Daten Schutzrelais

Im Folgenden sind die technischen Daten zum Schutzrelais RS 2001 dargestellt. Gemäß DIN EN 60255-1 gilt: Betriebsgenauigkeit = Grundgenauigkeit

Gehäuse	Freiluftausführung
Schutzart	IP 66
Relaisantrieb	Stauklappe mit Öffnung
Gewicht	ca. 3,5 kg
Ölströmungsgeschwindigkeit der erhältlichen Varianten bei Ansprechen (20 °C Öltemperatur)	0,65 ± 0,15 m/s 1,20 ± 0,20 m/s 3,00 ± 0,40 m/s 4,80 ± 0,60 m/s

Tabelle 12: Allgemeine technische Daten

### Auslöseschalter

Das Schutzrelais kann entweder mit einer Schutzgasmagnetschaltröhre Schließer NO oder mit Öffner NC geliefert werden (siehe mitgelieferte Maßzeichnung). Weitere Kontaktbestückungen sind als Sonderausführung lieferbar.



## Elektrische Daten für Schutzgasmagnetschaltröhre Öffner NC

Elektrische Kennwerte	
Schaltleistung DC	1,2 W...200 W
Schaltleistung AC (50 Hz)	1,2 VA...400 VA
Schaltspannung AC/DC	24 V...250 V
Schaltstrom AC/DC	4,8 mA...2 A

Tabelle 13: Elektrische Kennwerte

Schaltvermögen (Last einschalten und abschalten)	
Minimaler Schaltstrom AC/DC (kleinste Spannung)	50 mA (bei 24 V)
Minimaler Schaltstrom AC/DC (größte Spannung)	4,8 mA (bei 250 V)
Maximaler Schaltstrom DC (größter Strom)	1,6 A (bei 125 V mit L/R = 40 ms)
Maximaler Schaltstrom DC (größte Spannung)	0,9 A (bei 250 V mit L/R = 40 ms)
Maximaler Schaltstrom AC (größter Strom)	2 A (bei 125 V mit $\cos \varphi = 0,6$ )
Maximaler Schaltstrom AC (größte Spannung)	1,6 A (bei 250 V mit $\cos \varphi = 0,6$ )
Schaltungen	1 000 Zyklen

Tabelle 14: Schaltvermögen (Last einschalten und abschalten)

Spannungsfestigkeit	
Wechselspannungsfestigkeit zwischen allen spannungsführenden Anschlüssen und den geerdeten Teilen	2 500 V, 50 Hz, Prüfdauer 1 Minute
Wechselspannungsfestigkeit zwischen den geöffneten Kontakten	2 000 V, 50 Hz, Prüfdauer 1 Minute

Tabelle 15: Spannungsfestigkeit

## Elektrische Daten für Schutzgasmagnetschaltröhre Schließer NO

Elektrische Kennwerte	
Schaltleistung DC	1,2 W...250 W
Schaltleistung AC (50 Hz)	1,2 VA...400 VA
Schaltspannung AC/DC	24 V...250 V
Schaltstrom AC/DC	4,8 mA...2 A

Tabelle 16: Elektrische Kennwerte

Schaltvermögen (Last einschalten und abschalten)	
Minimaler Schaltstrom AC/DC (kleinste Spannung)	50 mA (bei 24 V)
Minimaler Schaltstrom AC/DC (größte Spannung)	4,8 mA (bei 250 V)
Maximaler Schaltstrom DC (größter Strom)	2 A (bei 125 V mit L/R = 40 ms)
Maximaler Schaltstrom DC (größte Spannung)	1 A (bei 250 V mit L/R = 40 ms)
Maximaler Schaltstrom AC (größter Strom)	2 A (bei 125 V mit $\cos \varphi = 0,6$ )
Maximaler Schaltstrom AC (größte Spannung)	1,6 A (bei 250 V mit $\cos \varphi = 0,6$ )
Schaltungen	1 000 Zyklen

Tabelle 17: Schaltvermögen (Last einschalten und abschalten)

Spannungsfestigkeit	
Wechselspannungsfestigkeit zwischen allen spannungsführenden Anschlüssen und den geerdeten Teilen	2 500 V, 50 Hz, Prüfdauer 1 Minute
Wechselspannungsfestigkeit zwischen den geöffneten Kontakten	2 000 V, 50 Hz, Prüfdauer 1 Minute

Tabelle 18: Spannungsfestigkeit

### Umgebungsbedingungen

Umgebungstemperatur Ta	-40 °C...+50 °C
Öltemperatur	< 130 °C
Luftdruck	Entsprechend 0 m...4 000 m über NN

Tabelle 19: Umgebungsbedingungen

## 9.3 Sonderausführungen Schutzrelais

### 9.3.1 Schutzrelais mit Auslöseschalter Wechsler CO

Das Schutzrelais kann mit einer Schutzgasmagnetschaltröhre, Wechsler CO (Variante 3) geliefert werden (siehe mitgelieferte Maßzeichnung).

## Elektrische Daten für Schutzgasmagnetschaltröhre Wechsler CO

Elektrische Kennwerte	
Schaltleistung DC	1,2 W...150 W
Schaltleistung AC (50 Hz)	1,2 VA...200 VA
Schaltspannung AC/DC	24 V...250 V
Schaltstrom AC/DC	4,8 mA...1 A

Tabelle 20: Elektrische Kennwerte

Schaltvermögen (Last einschalten und abschalten)	
Minimaler Schaltstrom AC/DC (kleinste Spannung)	50 mA (bei 24 V)
Minimaler Schaltstrom AC/DC (größte Spannung)	4,8 mA (bei 250 V)
Maximaler Schaltstrom DC (größter Strom)	1,0 A (bei 150 V mit L/R = 40 ms)
Maximaler Schaltstrom DC (größte Spannung)	0,6 A (bei 250 V mit L/R = 40 ms)
Maximaler Schaltstrom AC (größter Strom)	1 A (bei 200 V mit $\cos \varphi = 0,6$ )
Maximaler Schaltstrom AC (größte Spannung)	0,8 A (bei 250 V mit $\cos \varphi = 0,6$ )
Schaltungen	1 000 Zyklen

Tabelle 21: Schaltvermögen (Last einschalten und abschalten)

Spannungsfestigkeit	
Wechselspannungsfestigkeit zwischen allen spannungsführenden Anschlüssen und den geerdeten Teilen	2 500 V, 50 Hz, Prüfdauer 1 Minute
Wechselspannungsfestigkeit zwischen den geöffneten Kontakten	1 150 V, 50 Hz, Prüfdauer 1 Minute

Tabelle 22: Spannungsfestigkeit

### 9.3.2 Schutzrelais mit mehreren Schutzgasmagnetschaltröhren

Das Schutzrelais kann wahlweise mit mehreren voneinander unabhängigen Schutzgasmagnetschaltröhren geliefert werden. Diese können sowohl als Schließer NO oder als Öffner NC ausgeführt werden und sind voneinander galvanisch getrennt (siehe mitgelieferte Maßzeichnung).

Elektrische Daten wie Schutzgasmagnetschaltröhre Schließer NO und Öffner NC.

## 9.4 Technische Daten Druckwächter

### Allgemeine technische Daten

Aufstellung	Freiluftausführung
Umgebungstemperatur	-40 °C...+80 °C (mechanisch)
Kabelverschraubung	M25x1,5
Schutzart	IP 55 nach IEC 60529 (geschlossenes Gerät)
Relaisantrieb	Wellrohr mit Gegendruckfeder
Öltemperatur	-40 °C...+100 °C
Gewicht	ca. 1,2 kg
Betriebsmittel	Für Standardisierflüssigkeiten (IEC60296 und IEC60422)
Dichtungsmaterial (Öl – Luft)	VITON
Zulässiger Druckbereich (Druck absolut)	1 bar...6 bar, Vakuum nicht zulässig
Oberer Schaltdruck	3,8 ± 0,2 bar (Ansprechdruck)
Unterer Schaltdruck	2,8 ± 0,2 bar
<b>Schnappschalter</b>	
Anschlussklemmen	Leistungsanschluss: 1...2 Leitungen pro Klemme (Ø 0,75...2,5 mm <sup>2</sup> )
Kontakte	1xNO (Schließer), 1xNC (Öffner)
Gebrauchskategorie	IEC 60947-5-1: AC 15: 230 V/1 A DC 13: 60 V/0,5 A
Maximaler Dauerstrom	10 A
Nennisolationsspannung	AC: 2,5 kV/min

Tabelle 23: Allgemeine technische Daten

## 9.5 Grenzwerte für Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt von Isolierflüssigkeiten

Grenzwerte für Isolierflüssigkeiten nach IEC 60296	$U_d$	H <sub>2</sub> O
Bei Erstinbetriebnahme des Transformators	> 60 kV/2,5 mm	< 12 ppm
Im Betrieb	> 30 kV/2,5 mm	< 30 ppm
Nach Wartung	> 50 kV/2,5 mm	< 15 ppm

Tabelle 24: Grenzwerte für Isolierflüssigkeiten nach IEC 60296, Durchschlagfestigkeit gemessen nach IEC 60156, Wassergehalt gemessen nach IEC 60814

Grenzwerte für natürliche Ester nach IEC 62770	$U_d$	H <sub>2</sub> O
Bei Erstinbetriebnahme des Transformators	> 60 kV/2,5 mm	≤ 100 ppm
Im Betrieb	> 30 kV/2,5 mm	≤ 200 ppm
Nach Wartung	> 50 kV/2,5 mm	≤ 100 ppm

Tabelle 25: Grenzwerte für natürliche Ester nach IEC 62770, Durchschlagfestigkeit gemessen nach IEC 60156, Wassergehalt gemessen nach IEC 60814

Grenzwerte für synthetische Ester nach IEC 61099	$U_d$	H <sub>2</sub> O
Bei Erstinbetriebnahme des Transformators	> 60 kV/2,5 mm	≤ 100 ppm
Im Betrieb	> 30 kV/2,5 mm	≤ 400 ppm
Nach Wartung	> 50 kV/2,5 mm	≤ 150 ppm

Tabelle 26: Grenzwerte für synthetische Ester nach IEC 61099, Durchschlagfestigkeit gemessen nach IEC 60156, Wassergehalt gemessen nach IEC 60814

## 9.6 Laststufenschalter für Sternschaltung mit offenem Sternpunkt

An Laststufenschalter mit offenem Sternpunkt dürfen **nur Stromwandler** an den offenen Sternpunkt angeschlossen werden, da sonst unzulässige Überspannungen am Sternpunkt entstehen.

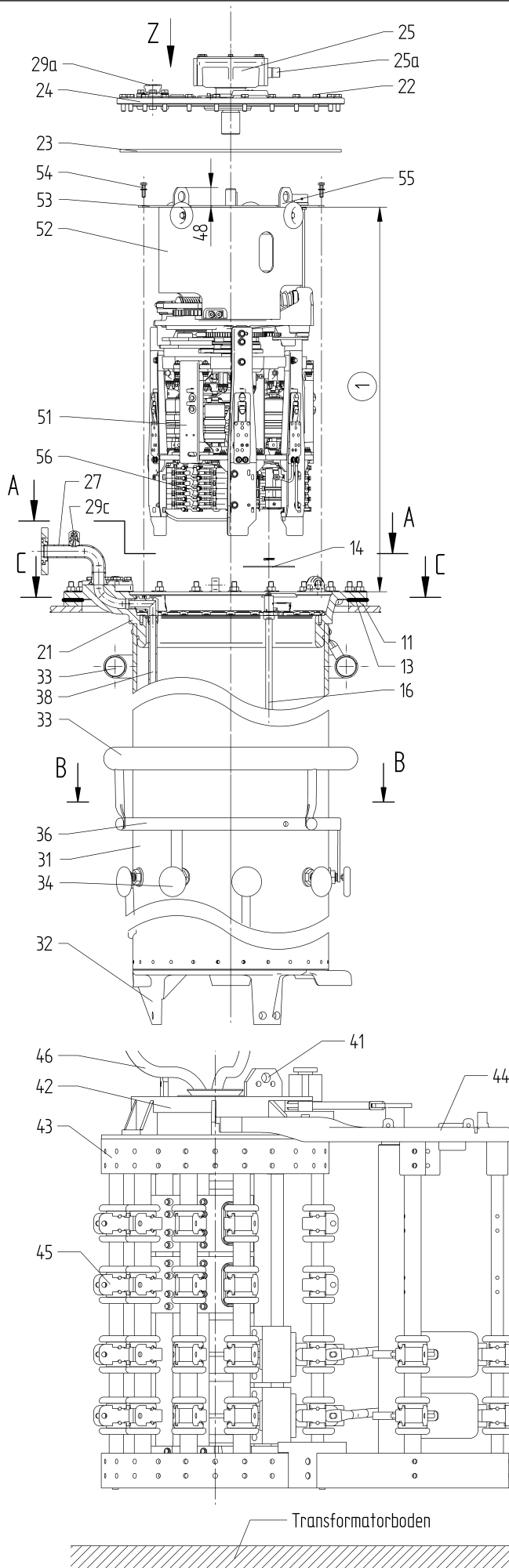


Drosselspulen dürfen nicht angeschlossen werden.

Anschluss der drei Ölgefäßableitungen (= offener Sternpunkt)	VACUTAP VM III 300/350/500/650 Y	
Stromwandleranschluss und Sternpunktbildung außerhalb des Laststufenschalters	A) Zulässige Prüfspannungen zwischen den Ölgefäßableitkontakten	
	– Bemessungsstehblitzstoßspannung	< 140 kV (1,2/50 µs) <sup>1)</sup>
	– Bemessungsstehwechselspannung	1 kV (50 Hz, 1 min.)
	B) Zulässige maximale Betriebsspannung zwischen den Ölgefäßableitkontakten	1 kV (50...60 Hz)
<sup>1)</sup> Varistoransprechspannung bei 1,2/50 µs Blitzstoß: > 1,4 kV, Restspannung bei 1000 A (8/20 µs) Stoßstrom: < 3 kV, maximale zulässige Energiebelastung des Varistors < 100 J		

Tabelle 27: Zulässige Prüfspannungen und Betriebsspannungen für VACUTAP® VM III 300/350/500/650 Y

# 10 Zeichnungen



- 11 Aufbauflansch am Transformatordeckel
- 12 Befestigungsschraube M12
- 13 Laststufenschalterkopfdichtung
- 14 Stellungsanzeige
- 15 Schauglas
- 16 Antriebswelle für Stellungsanzeige
- 17 Bohrungen  $\Phi 15$
  
- 21 Laststufenschalterkopf
- 22 Schraube für Laststufenschalterkopfdeckel
- 23 Dichtung für Laststufenschalterkopfdeckel
- 24 Laststufenschalterkopfdeckel
- 25 Zentrische Getriebestufe mit Antriebswelle 25a
- 26a Rohrleitungsanschluss R für Schutzrelais
- 26b Rohrleitungsanschluss S für Saugleitung
- 26c Rohrleitungsanschluss Q für Ölrücklauf (nur bei Ölfilter)
- 27a Entlüftungsventil des Laststufenschalterkopfdeckels
- 27b Entlüftungsmöglichkeit für Ölraum des Transformators
- 27c Entlüftungsschraube für Saugleitung
  
- 31 Ölgefäß
- 32 Ölgefäßboden
- 33 Schirmringe (nur bei Um = 170 kV bis 300 kV)
- 34 Ölgefäßkontakt
- 36 Laststufenschalterableitung
- 37 Verbindungsleitung
- 38 Saugleitung
  
- 41 Wähleraufhängung
- 42 Wählergetriebe
- 43 Feinwähler
- 44 Vorwähler
- 45 Wähleranschlusskontakte (siehe 10009917)
- 46 Wählerableitung
  
- 51 Lastumschalttereinsatz
- 52 Tragzylinder
- 53 Lagerplatte
- 54 Befestigungsschraube
- 55 Tragöse Bohrung  $\Phi 25$
- 56 Überschaltwiderstände

① Auszugshöhe bei:

72,5 kV	---	863 mm
123 kV	---	993 mm
170 kV	---	1123 mm
245 kV	---	1223 mm
300 kV	---	1375 mm

Ⓜ Antriebsseite des Wählers

Datum	Name	Dokumentnummer
05.10.2016	LIPINSKI	SED 4320533 000 01
Gepf.	HILTNER	Änderungsnummer
10.10.2016		1077666
Norm.	PRODASTSCHUK	15
Gez.		Maßstab
		1:1

Maßangaben  
in mm, soweit  
nicht anders  
angegeben

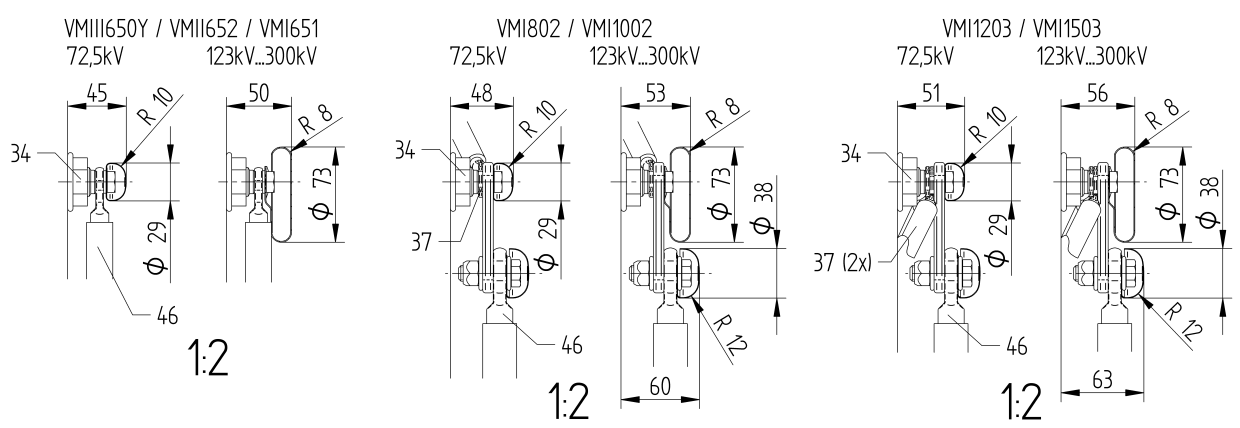
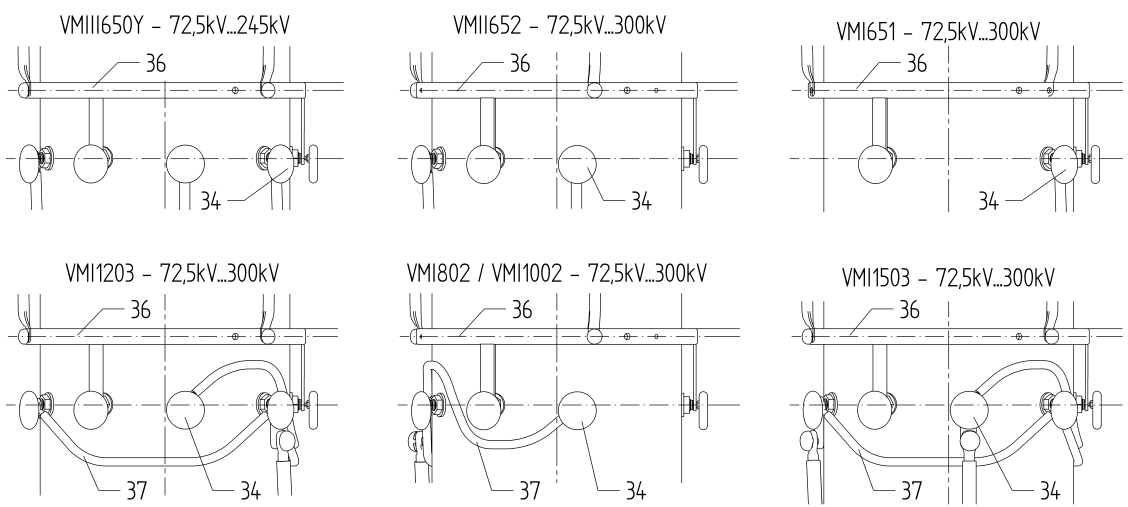
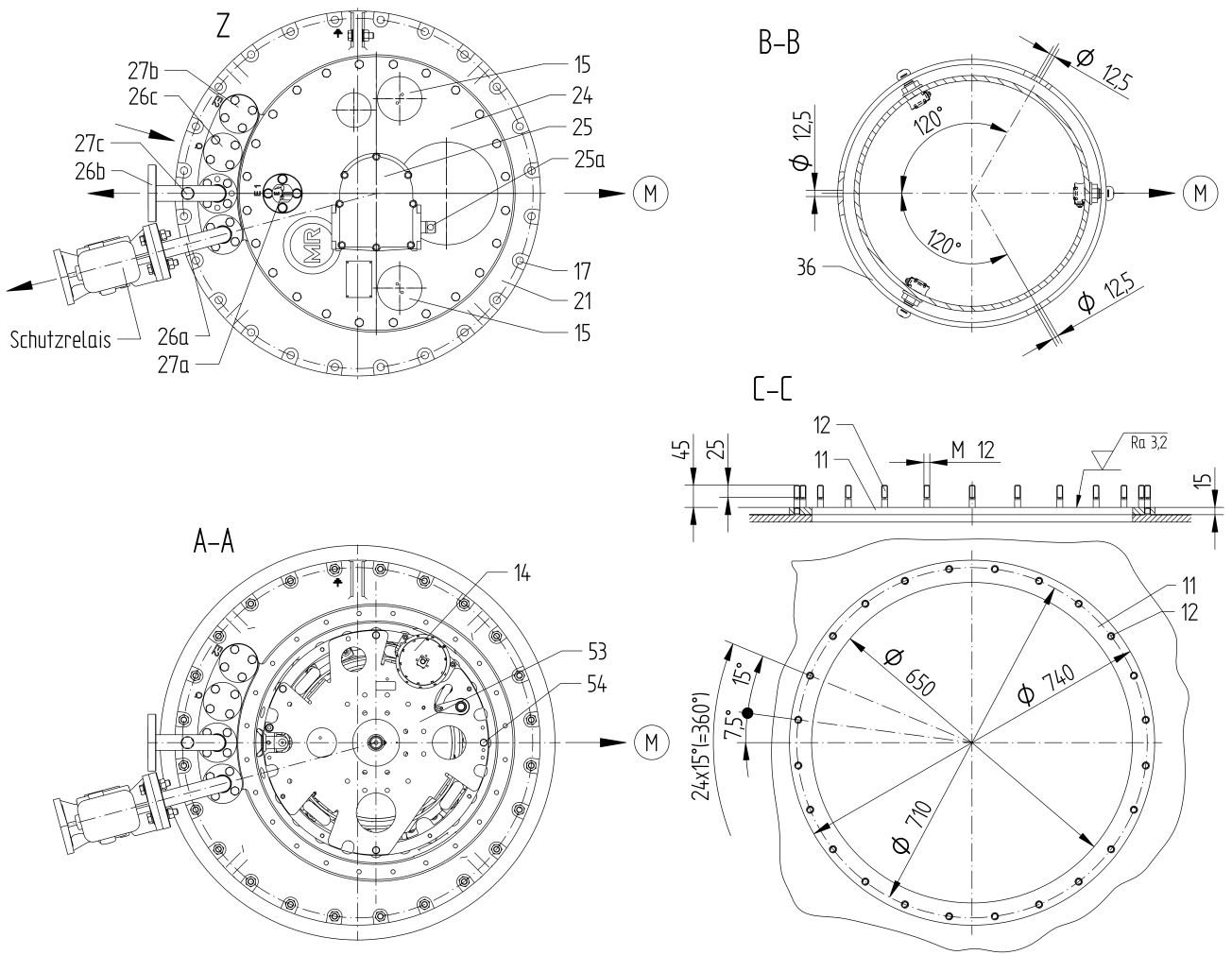


Laststufenschalter VACUTAP® VM  
Wählerbaureihe RC/RD/RDE  
Einbauzeichnung

Serialnummer	
Materialnummer	Blatt
100099500D	1/2



© MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH 2015  
 Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.  
 Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmusterrechte vorbehalten.



Datum	Name	Dokumentnummer
05.10.2016	LIPINSKI	SED 4320533 000 01
Gepr.	HILTNER	Änderungsnummer
10.10.2016	PRODASTSCHUK	1077666
Norm.		Maßstab
10.10.2016		1:5

Maßangaben  
 in mm, soweit  
 nicht anders  
 angegeben

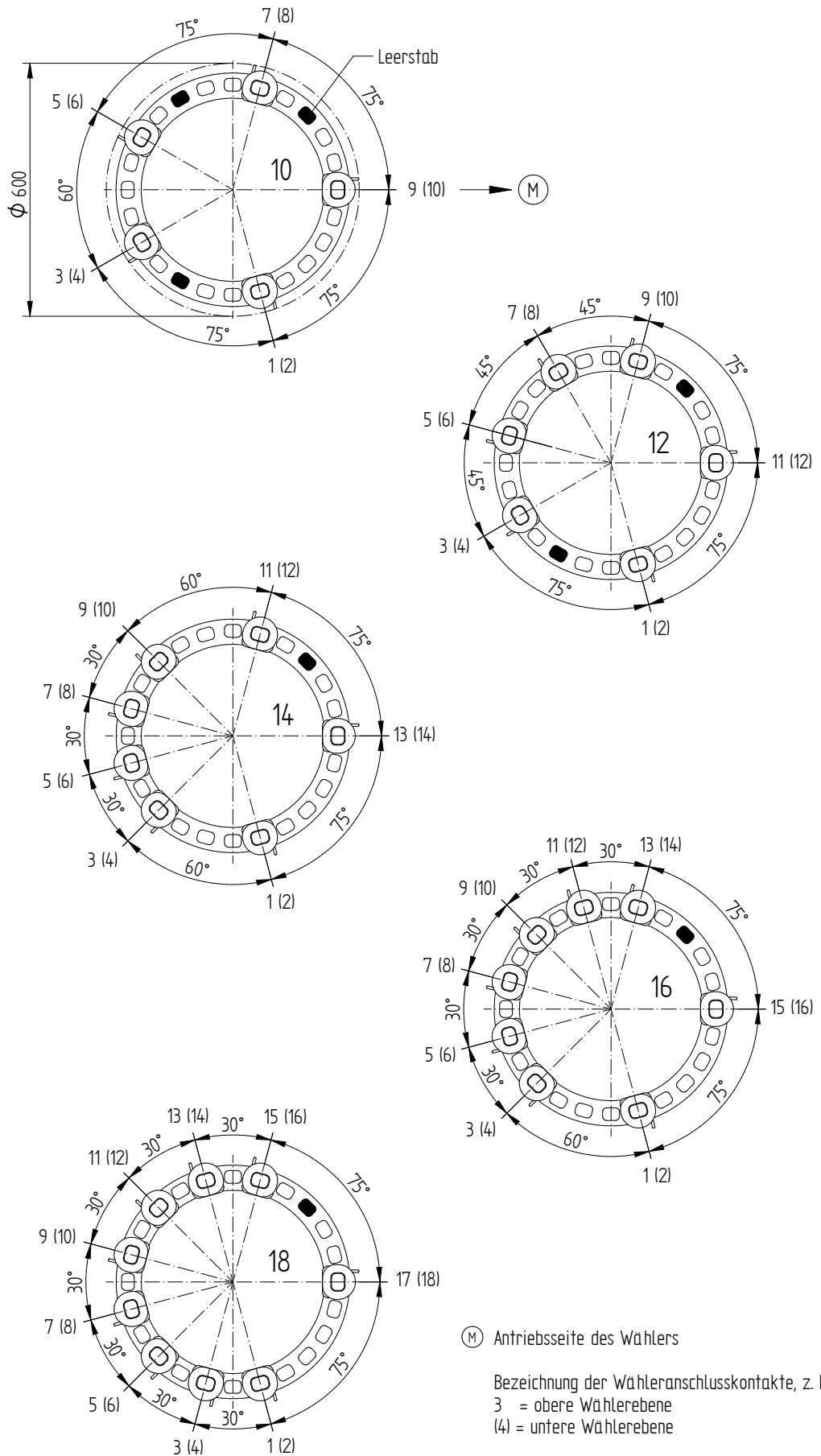


Laststufenschalter VACUTAP® VM  
 Wählerbaureihe RC/RD/RDE  
 Einbauzeichnung

Serialnummer	
Materialnummer	Blatt
100099500D	2/2

© MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH 2014  
 Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.  
 Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksustereintragung vorbehalten.

### Kontaktanordnung - ohne Vorwähler



Ⓜ Antriebsseite des Wählers

Bezeichnung der Wähleranschlusskontakte, z. B.  
 3 = obere Wählerebene  
 (4) = untere Wählerebene

Verbindlich für die Bezeichnung der Anschlusskontakte und  
 Phasen ist das Ausführungsschaltbild

Datum	Name	Dokumentnummer
07.10.2016	LIPINSKI	SED 4245760 000 01
10.10.2016	HILTNER	Änderungsnummer
10.10.2016	PRODASTSCHUK	1077666
Gez.		Maßstab
bepr.		15
Norm.		

Maßangaben  
 in mm, soweit  
 nicht anders  
 angegeben



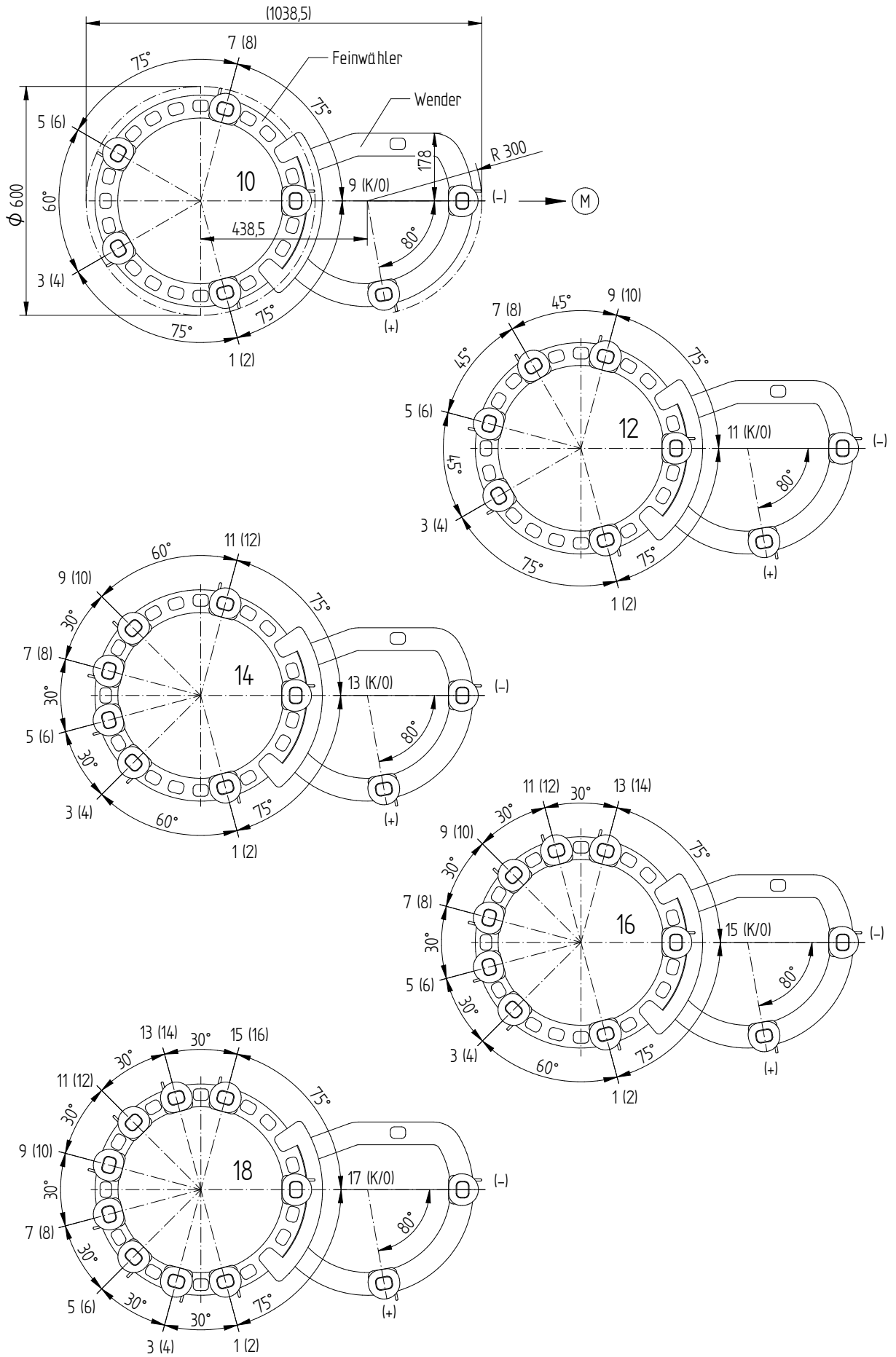
Wählerbaureihe RC/RD/RDE  
 Kontaktanordnung  
 Maßzeichnung

Serialnummer

Materialnummer  
 100090300D

Blatt  
 1/3

# Kontaktanordnung - Wender



© MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH 2014

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksustereintragung vorbehalten.

Datum	Name	Dokumentnummer
07.10.2016	LIPINSKI	SED 4245760 000 01
10.10.2016	HILTNER	Änderungsnummer
10.10.2016	PRODASTSEHIK	1077666
Gez.		Maßstab
bepr.		1:5
Norm.		

Maßangaben  
in mm, soweit  
nicht anders  
angegeben



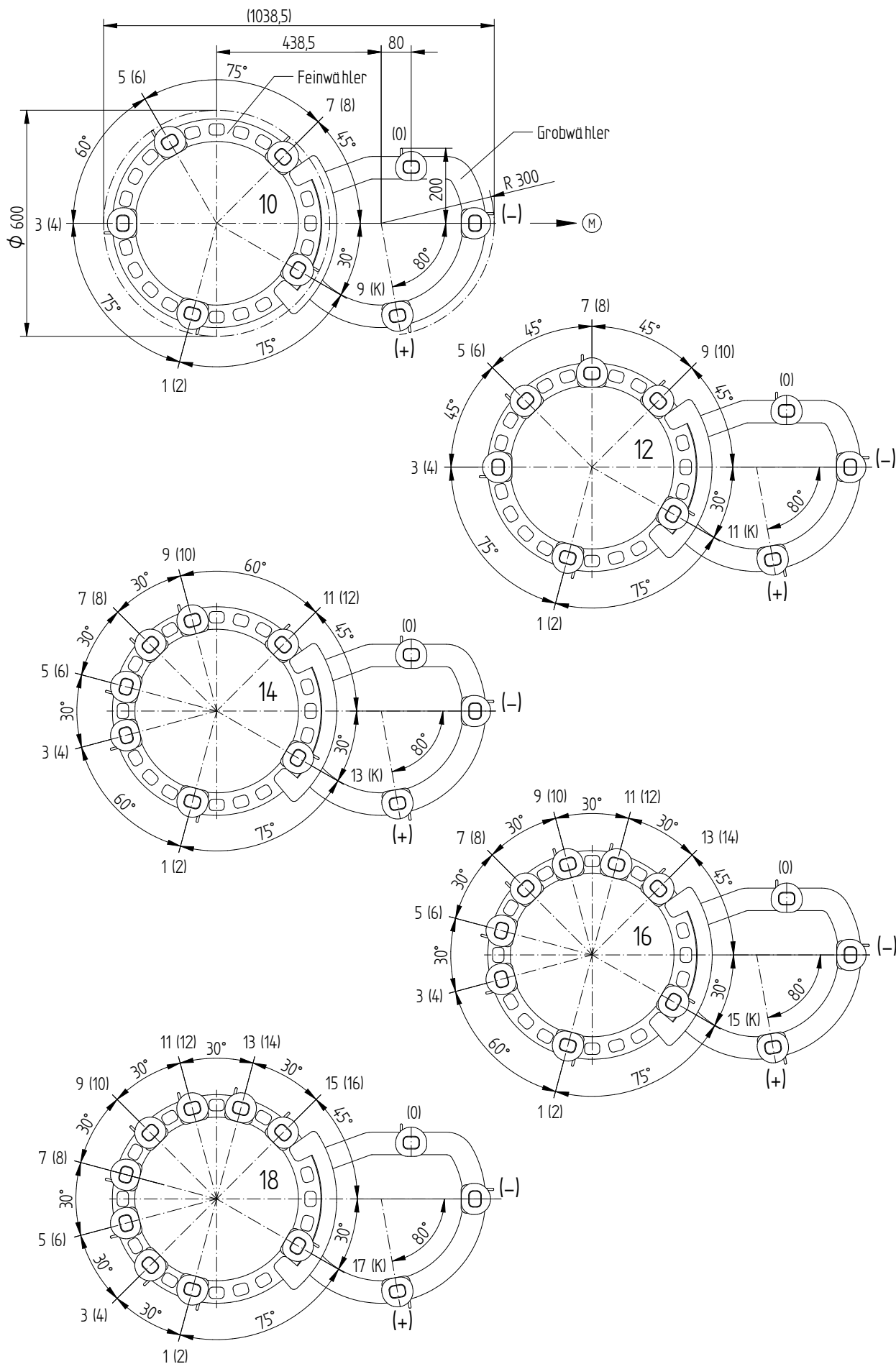
Wählerbaureihe RC/RD/RDE  
Kontaktanordnung  
Maßzeichnung

Serialnummer

Materialnummer  
100090300D

Blatt  
2/3

# Kontaktanordnung - Grobwähler



© MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH 2014

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksstoffeintragung vorbehalten.

Datum	Name	Dokumentnummer
07.10.2016	LIPINSKI	SED 4245760 000 01
10.10.2016	HILTNER	Änderungsnummer
10.10.2016	PRODASTSEHIK	1077666
Gez.	Maßstab	15

Maßangaben  
in mm, soweit  
nicht anders  
angegeben



Wählerbaureihe RC/RD/RDE  
Kontaktanordnung  
Maßzeichnung

Serialnummer

Materialnummer  
100090300D

Blatt  
3/3

Datum	Name	Dokumentennummer
06.10.2016	LIPINSKI	SED 4322131 000 01
Gepr. 10.10.2016	HILTNER	Änderungsnummer Maßstab
Norm. 10.10.2016	PRODASTSCHUK	1077666 1:2

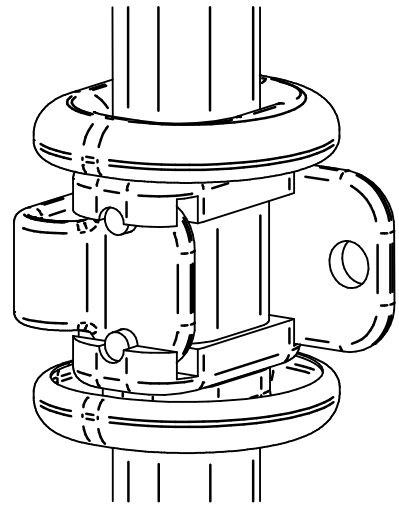
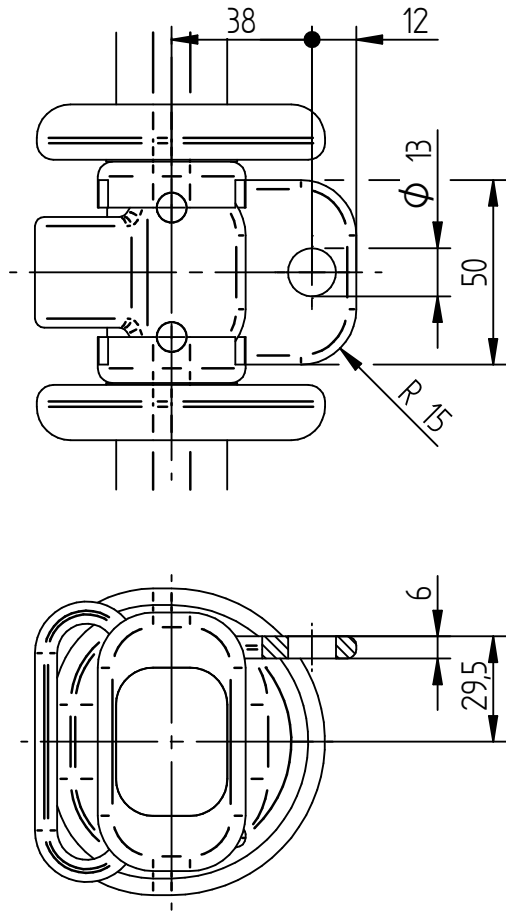
Maßangaben  
in mm, soweit  
nicht anders  
angegeben



Wählerbaureihe RC/RD/RDE/RE/RF  
Wähleranschlusskontakt  
Maßzeichnung

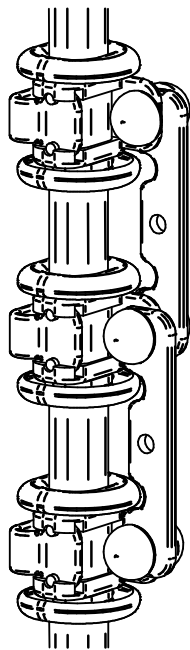
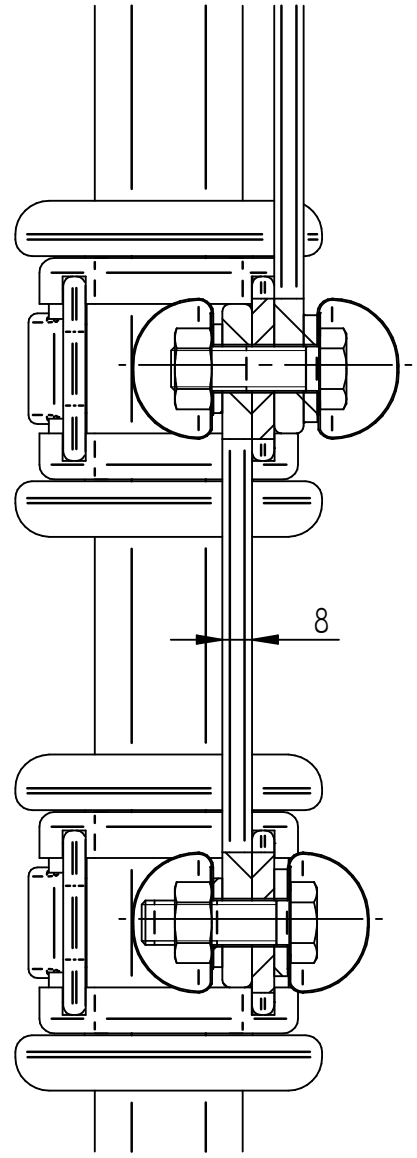
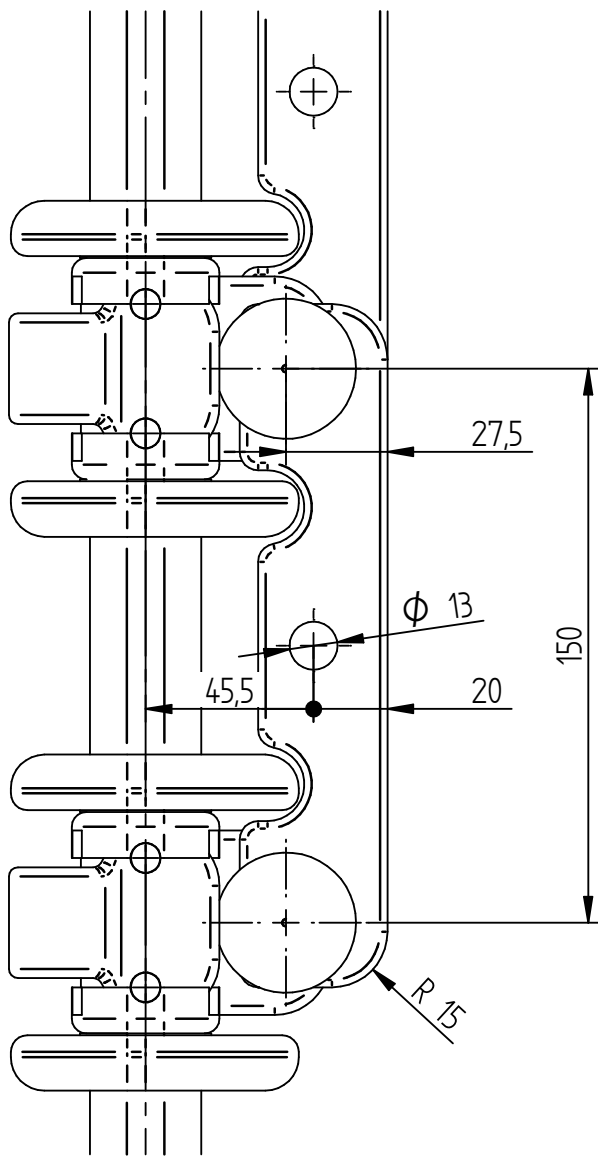
Serialnummer	
Materialnummer 100099170D	Blatt 1/1

© MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH 2015  
weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.  
Zwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksustereinftragung vorbehalten.

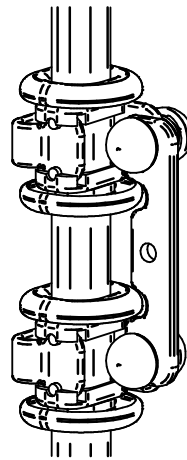


Datum	Name	Dokurnummer
07.10.2016	CTETPRAKTIK2	SED 4322177 000 01
Gepr. 10.10.2016	HILTNER	Änderungsnummer
Norm. 10.10.2016	PRODASTSCHUK	1077262
		Maßstab
		1:2

© MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH 2015  
 Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.  
 Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksstoffeinftragung vorbehalten.



1:5



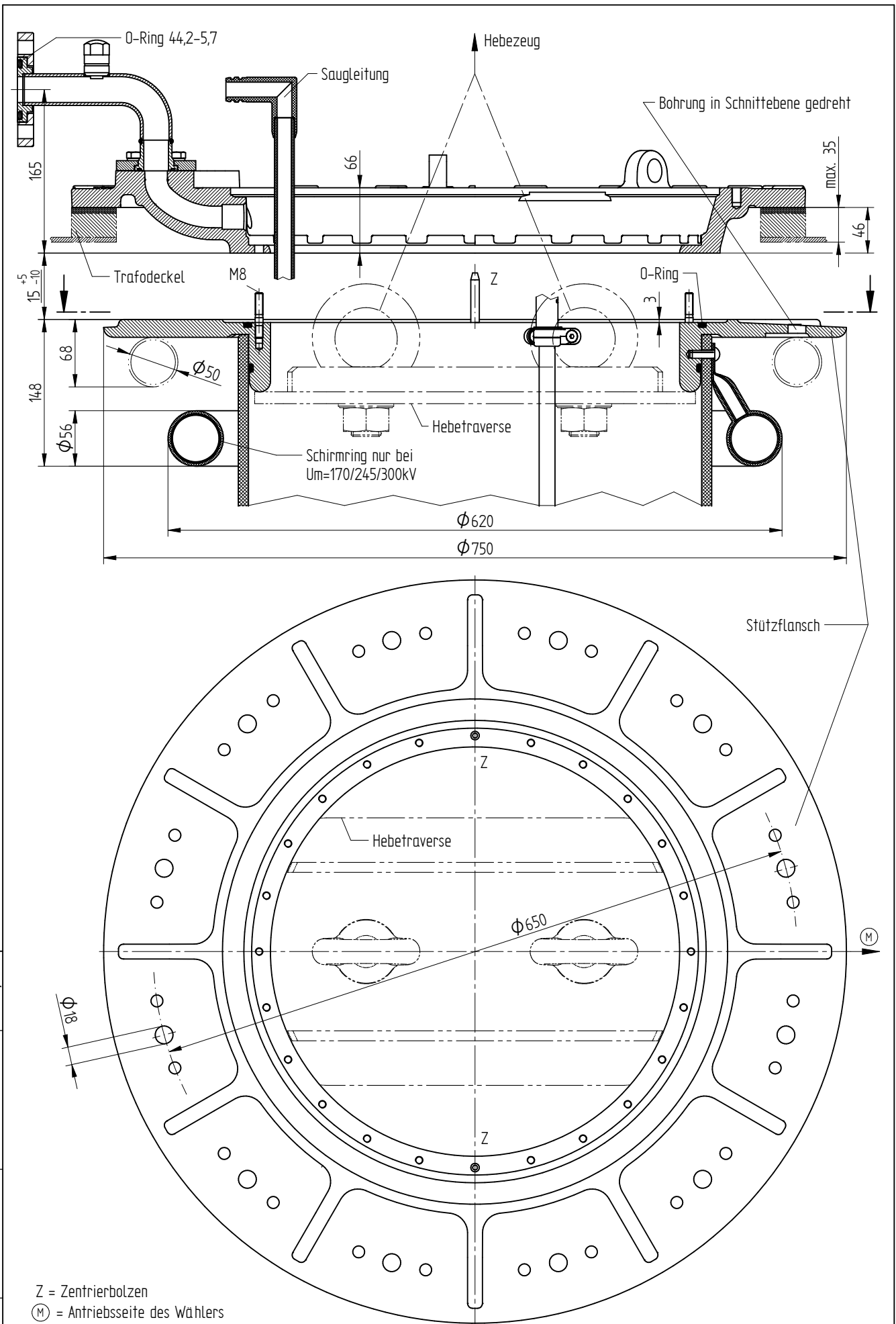
Maßangaben  
 in mm, soweit  
 nicht anders  
 angegeben



Wählerbaureihe RC/RD/RDE/RE/RF  
 Brücken zur Parallelschaltung von Wähleranschlusskontakten  
 Maßzeichnung

Serialnummer	
Materialnummer	Blatt
100099160D	1/1

© MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH 2014  
 Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.  
 Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmusterertragung vorbehalten.



Datum	Name	Dokumentnummer
11.07.2018	BUTERUS	SED 1361492 000 11
16.07.2018	WILHELM	Änderungsnummer Maßstab
16.07.2018	PRODASTSCHUK	1086956 1:2,5

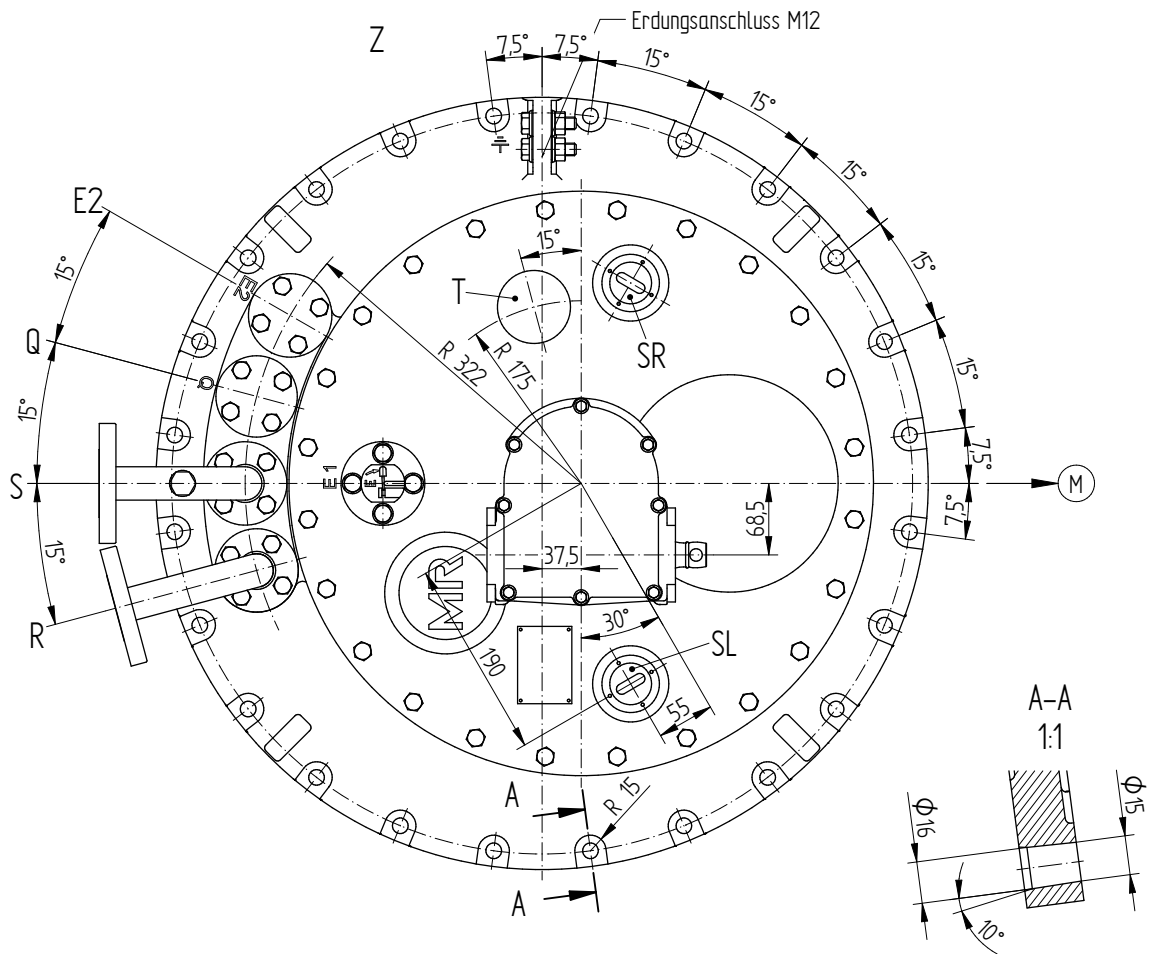
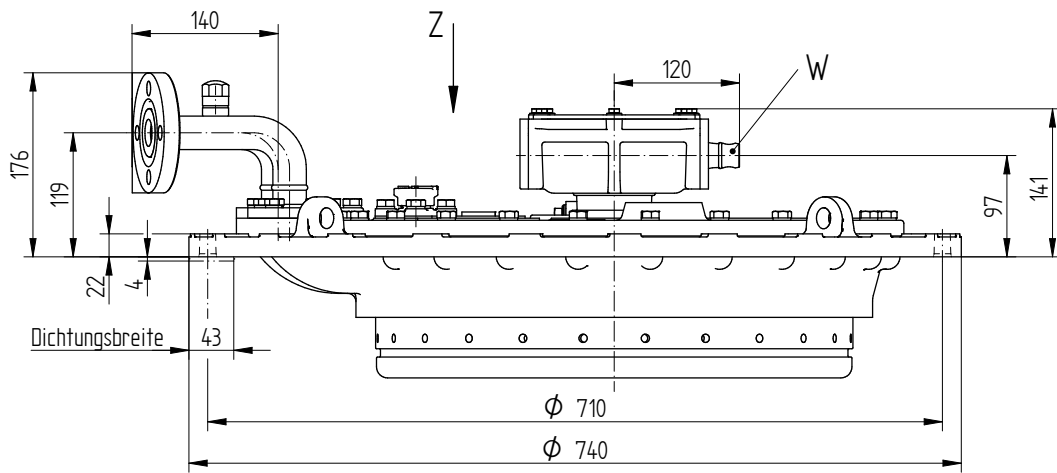
Maßangaben  
 in mm, soweit  
 nicht anders  
 angegeben



Laststufenschalter  
 OILTAP® M, R, RM, MS und VACUTAP® VM®, VMS®  
 Sonderausführung Glockenkessleinbau für Um bis 300 kV

Serialnummer	
Materialnummer	Blatt
896762CD	1/1

© MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH 2018  
 Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.  
 Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Designeintragung vorbehalten.



- E1 = Entlüftungsmöglichkeit für Laststufenschalterkopf
  - E2 = Entlüftungsmöglichkeit für Raum unter dem Kopf  
außerhalb des Ölgefäßes (gleicher Rohrleitungsanschluss wie bei Q, S, R oder Entlüftungsschraube verwendbar)
  - Q = Anschluss für Ölrücklauf oder Schaltüberwachung
  - S = Anschluss für Saugleitung
  - R = Anschluss für Schutzrelais (mit Anschluss Q vertauschbar)
  - T = Thermometertasche / Temperaturfühler (optional)
  - SR = Schauglas rechts
  - SL = Schauglas links
  - W = Antriebswelle
  - (M) Antriebsseite des Wählers
- Anschlüsse schwenkbar  
Maße und Auswahl siehe 899496 / 899497:

Datum	Name	Dokumentnummer
11.07.2018	BUTERUS	SED 1661272 000 04
Gez. bepr.	WILHELM	Maßstab 1:2,5
Norm.	PRODASTSCHUK	Änderungsnummer 1086956

Maßangaben  
in mm, soweit  
nicht anders  
angegeben



Laststufenschalter  
 OILTAP® M, MS, R, RM und VACUTAP® VR®, VM®, VMS®  
 Laststufenschalterkopf, zentrischer Antrieb

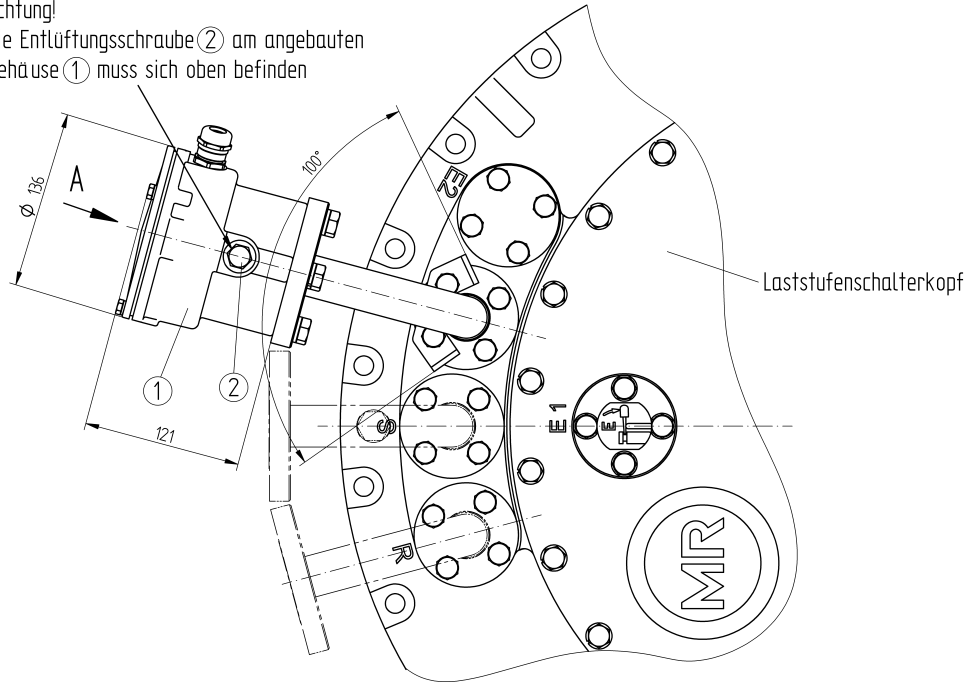
Serialnummer	
Materialnummer 893899FD	Blatt 1/1



## Rohrleitungsanschluss mit Schaltüberwachungsdurchführung ohne Ölfilteranlage

Achtung!

Die Entlüftungsschraube ② am angebauten Gehäuse ① muss sich oben befinden

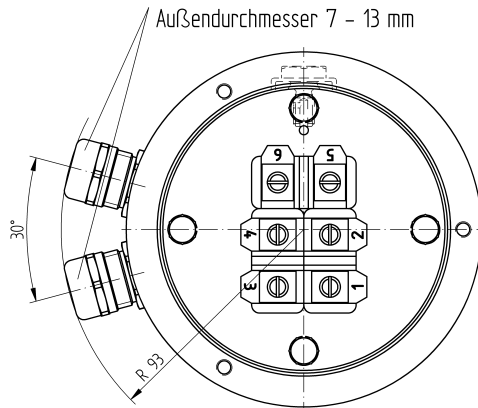


A ↻ 1:1

ohne Deckel dargestellt

M20x1,5

Klemmbereich für Anschlusskabel:  
Außendurchmesser 7 - 13 mm



Anschlussklemmen der Schaltüberwachung

Verdrahtung siehe Ausführung Schaltbild  
des Motorantriebs

Funktionsdiagramm für Schaltüberwachung  
siehe Motorantriebsschaltbild

Bemessungsdauerstrom: 2A

Bemessungsspannung DC/AC (50Hz): 24V ... 250V

Spannungsfestigkeit: 1150V / 50Hz / 1 min.

Isolationsprüfung aller spannungsführenden

Anschlüsse gegen Erde:

2000V AC , 50Hz , Prüfdauer 1 min.

Datum	Name	Dokumentnummer
03.11.2016	RAEDLINGER	SED 2425358 000 02
Gepr.	NERRETER	Änderungsnummer
04.11.2016	PRODASTSCHUK	1078202
Norm.		12

Maßangaben  
in mm, soweit  
nicht anders  
angegeben



Laststufenschalter VACUTAP® VM, VR  
Rohrleitungsanschluss mit Schaltüberwachung

Serialnummer

Materialnummer  
7661612D

Blatt  
1/1

© MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH 2016

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksustereintragung vorbehalten.

Datum	01.06.2016	Name	BRANDL	Dokumentnummer	SED 2127250 000 02
Gez.	01.06.2016	HUBERTH		Änderungsnummer	Maßstab
Norm.	01.06.2016	PRODASTSCHUK		1074942	1:2

Maßangaben  
in mm, soweit  
nicht anders  
angegeben

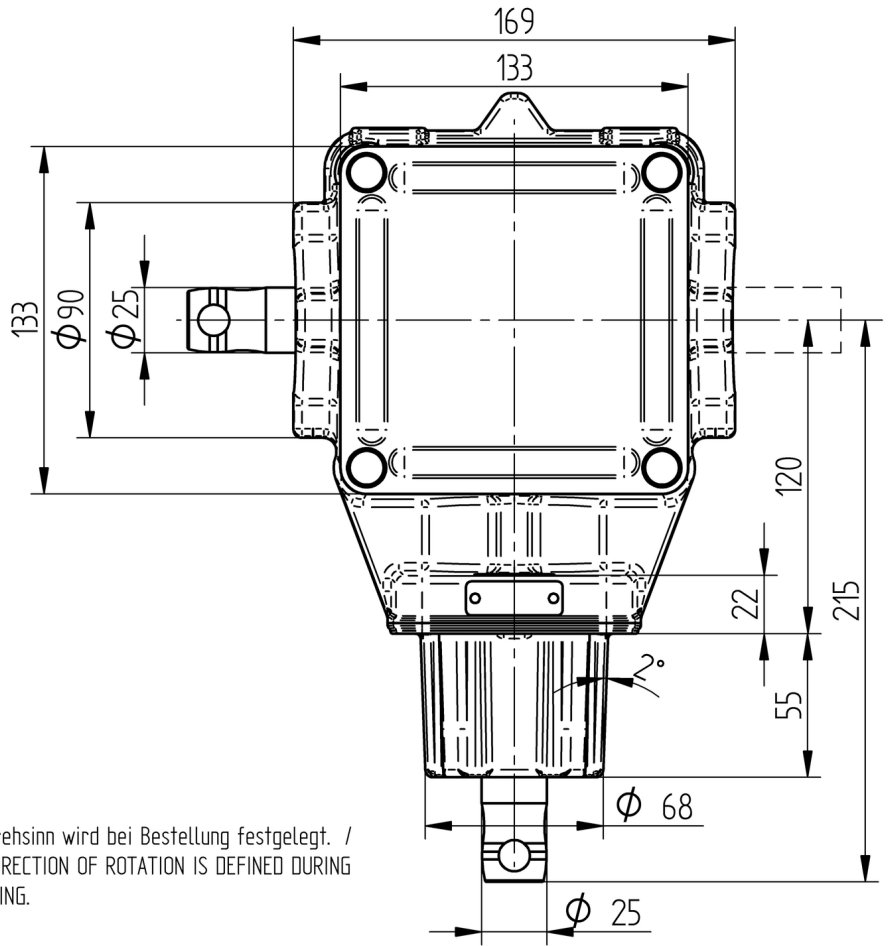


Zubehör Stufenschalter  
Winkeltrieb CD6400BEVEL GEAR CD6400  
Maßzeichnung

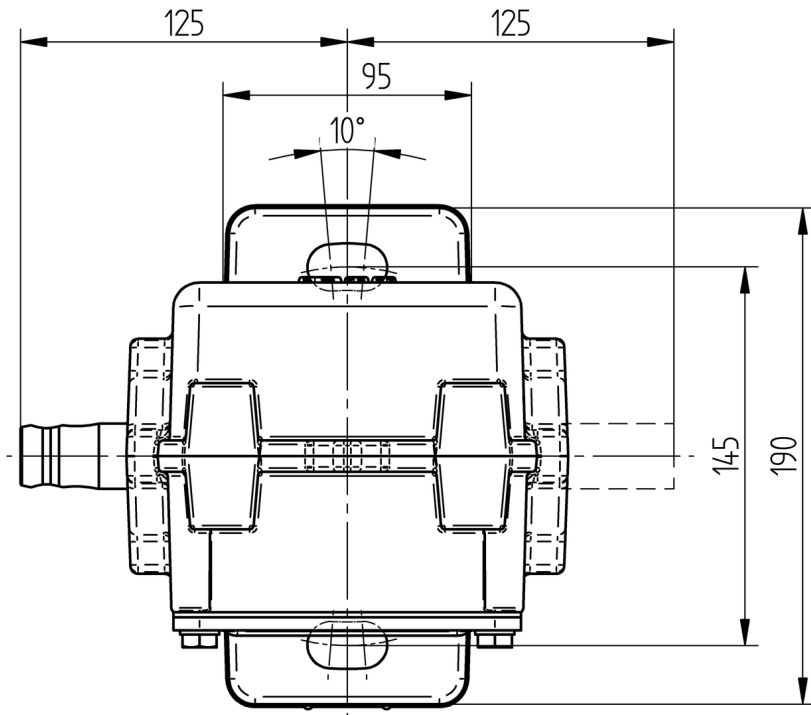
Serialnummer

Materialnummer  
8929167M

Blatt  
1 / 1



Der Drehsinn wird bei Bestellung festgelegt. /  
THE DIRECTION OF ROTATION IS DEFINED DURING  
ORDERING.





**Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**

Falkensteinstrasse 8  
93059 Regensburg  
Germany  
+49 941 4090-0  
info@reinhausen.com  
[reinhausen.com](https://www.reinhausen.com)

Please note:  
The data in our publications may differ from the data of the devices delivered.  
We reserve the right to make changes without notice.  
4360571/04 DE - VACUTAP<sup>®</sup> VM<sup>®</sup> Betriebsanleitung -  
06/23  
Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2023

THE POWER BEHIND POWER.