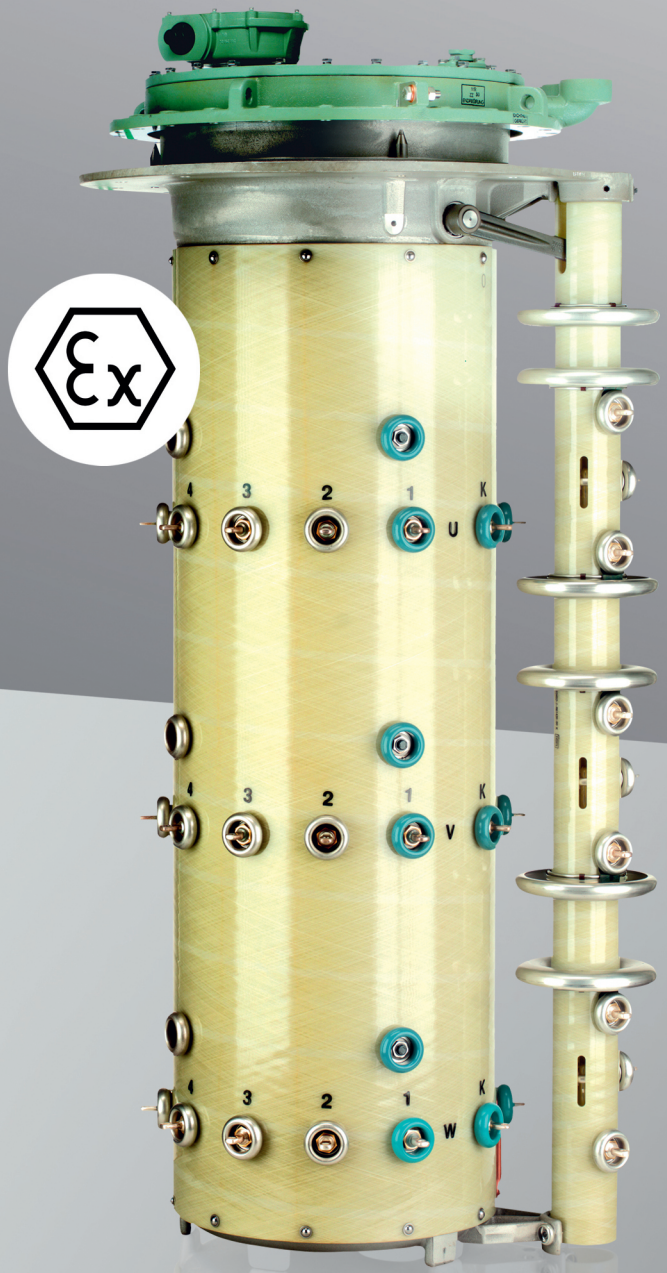
Laststufenschalter
VACUTAP® VV-Ex

Montage- und Inbetriebnahmeanleitung

4983703/01 DE



© Alle Rechte bei Maschinenfabrik Reinhausen

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

Zuwiderhandlungen 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

1 Einleitung 7
1.1 Hersteller 7
1.2 Vollständigkeit 7
1.3 Aufbewahrungsort 7
1.4 Darstellungskonventionen 8
1.4.1 Warnkonzept 8
1.4.2 Informationskonzept 9
1.4.3 Handlungskonzept 9

2 Sicherheit 11
2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung 11
2.2 Bestimmungswidrige Verwendung 12
2.3 Grundlegende Sicherheitshinweise 12
2.4 Normen und Vorschriften 15
2.4.1 Einsatzbereich des Laststufenschalters 15
2.4.2 Normen und Vorschriften 17
2.5 Maßnahmen zur Einhaltung der Ex-Schutzanforderungen 17
2.5.1 Vom Hersteller getroffene Maßnahmen 17
2.5.2 Vom Transformatorhersteller/Betreiber zu treffende Maßnahmen 18
2.6 Qualifikation des Personals 21
2.7 Persönliche Schutzausrüstung 23

3 Produktbeschreibung 24
3.1 Lieferumfang 24
3.2 Laststufenschalter 24
3.2.1 Funktionsbeschreibung 24
3.2.2 Aufbau/Ausführungen 25
3.2.3 Typenschild und Seriennummer 28
3.2.4 Schutzeinrichtungen 28
3.3 Antriebswelle 31
3.3.1 Funktionsbeschreibung 31
3.3.2 Aufbau/Ausführung 33
3.3.3 Kennzeichnungsschild 35

4 Verpackung, Transport und Lagerung 36
4.1 Verpackung 36
4.1.1 Eignung 36
4.1.2 Markierungen 37
4.2 Transport, Empfang und Behandlung von Sendungen 37
4.3 Sendungen einlagern 38
4.4 Sendungen auspacken und auf Transportschäden kontrollieren 39

5 Montage 40
5.1 Hinweise für die Montage 40
5.2 Vorbereitende Arbeiten 41
5.2.1 Aufbauflansch auf Transformatordeckel anbringen 41
5.2.2 Stehbolzen auf Aufbauflansch anbringen 42
5.3 Laststufenschalter in Transformator einbauen (Normalausführung) 43
5.3.1 Laststufenschalter am Transformatordeckel befestigen 43
5.3.2 Regelwicklung und Laststufenschalterableitung anschließen 51
5.3.3 Übersetzungsmessung vor der Trocknung durchführen 52
5.3.4 Gleichstromwiderstandsmessung am Transformator durchführen 53
5.3.5 Laststufenschalter im Trocknungsofen trocknen 53
5.3.6 Laststufenschalter im Transformatorkessel trocknen 56
5.3.7 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen 58
5.3.8 Übersetzungsmessung nach der Trocknung durchführen 60
5.4 Laststufenschalter in Transformator einbauen (Glockenkesselausführung) 60
5.4.1 Laststufenschalter in Tragkonstruktion einhängen 60
5.4.2 Regelwicklung und Laststufenschalterableitung anschließen 62
5.4.3 Übersetzungsmessung vor der Trocknung durchführen 62
5.4.4 Gleichstromwiderstandsmessung am Transformator durchführen 63
5.4.5 Laststufenschalter im Trocknungsofen trocknen 64
5.4.6 Oberteil des Laststufenschalterkopfes vom Stützflansch (Unterteil) abheben 66
5.4.7 Glockenkessel aufsetzen und Laststufenschalter mit Oberteil des Laststufenschalterkopfes verbinden 70
5.4.8 Laststufenschalter im Transformatorkessel trocknen 75
5.4.9 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen 78
5.4.10 Übersetzungsmessung nach der Trocknung durchführen 79
5.5 Schutzeinrichtungen und Antriebskomponenten anbauen 80
5.5.1 Temperatursensor elektrisch anschließen 80
5.5.2 Schutzrelais in Rohrleitung einbauen und anschließen 80

5.5.3 Motorantrieb anbauen ... 91
5.5.4 Antriebswelle anbauen ... 91
5.5.5 Laststufenschalter und Motorantrieb ausmitteln ... 115
5.5.6 Motorantrieb elektrisch anschließen ... 115

6 Inbetriebnahme ... 116
6.1 Inbetriebnahme des Laststufenschalters beim Transformatorhersteller ... 116
6.1.1 Laststufenschalterkopf und Saugleitung entlüften ... 116
6.1.2 Laststufenschalter erden ... 118
6.1.3 Motorantrieb überprüfen ... 119
6.1.4 Hochspannungsprüfungen am Transformator ... 120
6.2 Transport des Transformators zum Aufstellungsort ... 120
6.2.1 Transport mit abgebautem Antrieb ... 120
6.2.2 Transport mit gefülltem Transformatortank und ohne Ölausdehnungsgefäß ... 121
6.2.3 Transport mit leerem Transformatortank ... 122
6.3 Inbetriebnahme des Transformators am Aufstellungsort ... 124
6.3.1 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen ... 124
6.3.2 Laststufenschalterkopf und Saugleitung entlüften ... 125
6.3.3 Motorantrieb überprüfen ... 127
6.3.4 Schutzrelais überprüfen ... 128
6.3.5 Transformator in Betrieb nehmen ... 129

7 Störungsbeseitigung ... 130
7.1 Ansprechen des Schutzrelais und Transformator wieder in Betrieb nehmen ... 132
7.1.1 Stauklappe in Stellung BETRIEB ... 132
7.1.2 Stauklappe in Stellung AUS ... 133
7.1.3 Transformator wieder in Betrieb nehmen ... 133

8 Technische Daten ... 134
8.1 Zulässige Umgebungsbedingungen ... 134
8.2 Technische Daten Schutzrelais ... 134
8.2.1 Schutzrelais mit mehreren Schutzgasmagnetschaltröhren ... 136
8.2.2 Prüfungen ... 137
8.3 Grenzwerte für Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt von Isolierflüssigkeiten ... 138

9 Zeichnungen ... 139
9.1 Außenansicht (737774) ... 139
9.2 Laststufenschalterkopf ohne Ölsaugleitung (898863) ... 140

9.3 Laststufenschalterkopf mit Ölsaugleitung (737060) 141
9.4 Einbauzeichnung (738902) 142
9.5 Ölsaugleitung (739172) 143
9.6 Maße des Ölsaugrohres (nicht im MR-Lieferprogramm, 734342) 144
9.7 Anreißschablone für Laststufenschalterkopf (893787) 145
9.8 Montagezeichnung (898866) 146
9.9 Montage bei Glockenkesseleinbau (899110) 147
9.10 Lage des Laststufenschalters (899409) 148
9.11 Lage der Anschlusskontakte (899051) 149
9.12 Schaltüberwachung (733469) 150
9.13 Winkelgetriebe CD 6400, Maßzeichnung (892916) 151

Glossar 152

1 Einleitung

Diese technische Unterlage enthält detaillierte Beschreibungen, um das Produkt sicher und sachgerecht einzubauen, anzuschließen und in Betrieb zu nehmen.

Daneben enthält sie Sicherheitshinweise sowie allgemeine Hinweise zum Produkt.

Informationen zum Betrieb sind in der Betriebsanleitung enthalten.

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

1.1 Hersteller

Hersteller des Produkts ist:

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH

Falkensteinstraße 8
93059 Regensburg
Tel.: (+49) 9 41/40 90-0
E-Mail: sales@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 und Piktogramme

Folgende Signalwörter werden verwendet:

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

Vor Gefahren wird mit Piktogrammen gewarnt:

Piktogramm	Bedeutung
	Warnung vor einer Gefahrenstelle
	Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung
	Warnung vor feuergefährlichen Stoffen
	Warnung vor Kippgefahr
	Warnung vor Quetschgefahr

Tabelle 2: Piktogramme 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.
- Betreiben Sie das Produkt ausschließlich mit den für explosionsgefährdete Bereiche zugelassenen Ausführungen des Motorantriebs, der Antriebswelle und des Schutzrelais.
- 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 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.
- Zur Einhaltung der Ex-Schutzanforderungen müssen Sie die in dieser technischen Unterlage beschriebenen Maßnahmen treffen.

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 1,5-fachen Bemessungsdurchgangsstrom I_r schalten.

Eine kurzzeitige Überschreitung der Bemessungsstufenspannung U_{ir} um bis zu 10 % ist zulässig, solange der Bemessungsdurchgangsstrom I_r nicht überschritten wird.

Die höchste Spannung für Betriebsmittel U_m ist auf 245 kV begrenzt.

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.

- Produkt nicht in explosionsgefährdeten Bereichen oder explosionsgefährdeter Atmosphäre montieren.

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.

- Für das Ölgefäß des Laststufenschalters Isolierflüssigkeiten verwenden, die die Anforderungen nach IEC 60296 erfüllen.
- Sofern durch den Transformatorhersteller freigegeben, können Sie synthetischen Ester nach IEC 61099 verwenden.
- Unbedingt Rücksprache mit der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH halten, da für alternative Isolierflüssigkeiten besondere Betriebsbedingungen gelten.
- 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 Normen und Vorschriften

2.4.1 Einsatzbereich des Laststufenschalters

Der Laststufenschalter ist für II 3G Ex ec oc IIC T3 Gc zertifiziert. Der sich daraus ergebende Einsatzbereich kann aus folgender Übersicht entnommen werden.

1	2	3	4	5	6	7	8
	II	3G	Ex	ec oc	IIC	T3	Gc

Tabelle 3: Beispiel für den Einsatzbereich

Ziffer	Bedeutung
1	Zeichen für Explosionsschutz
2	Gerätegruppe
3	Gerätekategorie
4	Ex: Symbol für explosionsgeschütztes Betriebsmittel
5	Zündschutzart
6	Explosionsgruppe
7	Temperaturklasse
8	Geräteschutzniveau EPL (Equipment Protection Level)

Gerätegruppen (Ziffer 2)

I	gilt für Geräte zur Verwendung in Untertagbetrieben von Bergwerken sowie deren Übertageanlagen, die durch Grubengas und/oder brennbare Stäube gefährdet werden können.
II	gilt für Geräte zur Verwendung in den übrigen Bereichen, die durch eine explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können.

Tabelle 4: Gerätegruppen

Gerätekategorie/Zoneneinteilung (Ziffer 3)

Bezeichnung bei Gasen	Bezeichnung bei Stäuben	Definition
1G (0)	1D (20)	Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre, die aus einem Gemisch von Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebeln oder aus Staub-/Luftgemischen besteht, ständig, langzeitig oder häufig vorhanden ist.
2G (1)	2D (21)	Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Staub-/Luftgemischen gelegentlich auftritt.
3G (2)	3D (22)	Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe, Nebel oder aufgewirbelten Staub auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraums.

Tabelle 5: Gerätekategorie/Zoneneinteilung

Zündschutzarten (Ziffer 5)

d	Druckfeste Kapselung
e	Erhöhte Sicherheit
i	Eigensicherheit (ia, ib)
m	Vergusskapselung
o	Flüssigkeitskapselung Schutzniveau "ob": Geräteschutzniveau EPL „Gb“ für Zone 1 und Zone 2 Schutzniveau "oc": Geräteschutzniveau EPL "Gc" für Zone 2
p	Überdruckkapselung
q	Sandkapselung
n	Zündschutzart „n“

Tabelle 6: Zündschutzarten

Explosionsgruppe (Ziffer 6)

EN/IEC	Gase, Dämpfe (Beispiele)	Minimale Zündenergie (mJ)
IIA	Ammoniak	-
IIA	Aceton, Aethan, Aether, Benzin, Benzol, Diesel, Erdöl, Essigsäure, Heizöl, Hexan, Methan, Propan	0,18

EN/IEC	Gase, Dämpfe (Beispiele)	Minimale Zündenergie (mJ)
IIB	Ethylen, Isopren, Stadtgas	0,06
IIC	Wasserstoff, Acetylen, Schwefelkohlenstoff	0,02

Tabelle 7: Explosionsgruppen

Temperaturklassen (Ziffer 7)

Temperaturklasse	Maximale Oberflächentemperatur der Betriebsmittel	Zündtemperatur der brennbaren Stoffe
T1	450 °C	> 450 °C
T2	300 °C	> 300 °C < 450 °C
T3	200 °C	> 200 °C < 300 °C
T4	135 °C	> 135 °C < 200 °C
T5	100 °C	> 100 °C < 135 °C
T6	85 °C	> 85 °C < 100 °C

Tabelle 8: Temperaturklassen

Geräteschutzniveau EPL (Ziffer 8)

Das Geräteschutzniveau EPL (Equipment Protection Level) bezeichnet das Schutzniveau, das für ein Gerät festgelegt ist, wobei die Höhe der Wahrscheinlichkeit einer Zündung zugrunde gelegt ist und die Unterschiede zwischen explosionsfähigen Gasatmosphären, explosionsfähigen Staubatmosphären und explosionsfähigen Atmosphären in schlagwetterempfindlichen Grubenbauen berücksichtigt sind.

2.4.2 Normen und Vorschriften

Für explosionsgeschützte Laststufenschalter gelten folgende Normen und Vorschriften:

- EN/IEC 60079-0: Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen
- EN/IEC 60079-6: Geräteschutz durch Flüssigkeitskapselung „o“
- EN/IEC 60079-7: Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit "e"

2.5 Maßnahmen zur Einhaltung der Ex-Schutzanforderungen

2.5.1 Vom Hersteller getroffene Maßnahmen

Folgende Maßnahmen zur Einhaltung der Ex-Schutzanforderungen wurden von der Maschinenfabrik Reinhausen getroffen. Sie müssen diesbezüglich keine besonderen Maßnahmen treffen.

2.5.1.1 Qualität des Isolieröls im Laststufenschalter

Die von IEC 60296 geforderte Qualität des Isolieröls und von IEC 61099 geforderte Qualität des synthetischen Esters im Ölgefäß des Laststufenschalters wird durch die Verwendung von Vakuumzellen mit Überschaltwiderständen sichergestellt.

2.5.1.2 Überwachung der Öltemperatur im Lastumschalterölgefäß

Zur Überwachung der Öltemperatur im Lastumschalterölgefäß befindet sich im Laststufenschalterkopfdeckel ein Temperaturfühler. Das zugehörige Temperaturüberwachungsrelais befindet sich im TAPMOTION® ED-Ex.

Die Temperaturüberwachung verhindert bei Erreichen der maximal zulässigen Temperatur weitere Schaltungen des Laststufenschalters. Diese maximal zulässige Temperatur wird für alle Laststufenschaltertypen auftragsspezifisch werkseitig eingestellt (maximal 130 °C) und gegen unbeabsichtiges Verstellen gesichert.

2.5.2 Vom Transformatorhersteller/Betreiber zu treffende Maßnahmen

Folgende Maßnahmen zur Einhaltung der Ex-Schutzanforderungen müssen vom Transformatorhersteller/Betreiber getroffen werden.

2.5.2.1 Vorgeschriebene Schutzkomponenten und Antriebskomponenten

Betreiben Sie den Laststufenschalter nur zusammen mit folgenden Komponenten:

- Ex-Schutzrelais
- Ex-Motorantrieb
- Ex-Antriebswelle

2.5.2.2 Laststufenschalterölsystem errichten

Betreiben Sie den Laststufenschalter nur mit einem geeigneten Ölsystem. Dieses Laststufenschalterölsystem besteht aus Lastumschalterölgefäß, Schutzrelais und Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters. Es stellt sicher, dass immer genügend Isolieröl im Lastumschalterölgefäß vorhanden ist.

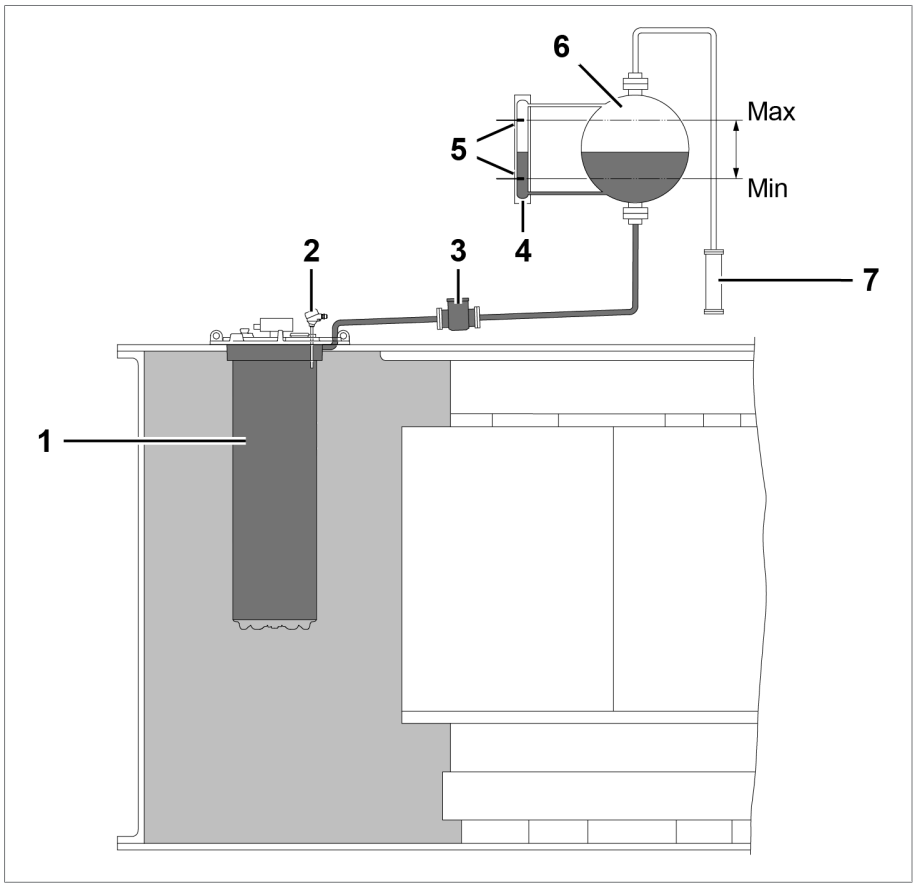


Abbildung 1: Laststufenschalterölsystem

1	Lastumschalterölgefäß	5	Meldekontakte
2	Temperaturfühler	6	Ölausdehnungsgefäß
3	Schutzrelais	7	Luftentfeuchter
4	Füllstandsanzeige		

2.5.2.3 Zu verwendendes Ölausdehnungsgefäß

Das Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters stellt sicher, dass während des Betriebs immer ausreichend Isolieröl im Laststufenschalterölsystem vorhanden ist.

Betreiben Sie den Laststufenschalter daher immer mit einem Ölausdehnungsgefäß, das folgende Anforderungen erfüllt:

2.5.2.3.1 Luftentfeuchter

Das Ölausdehnungsgefäß muss mit einem Luftentfeuchter nach VDE 0532-216-5 mit nach unten führendem Ausgang und einem Schutzgrad von mindestens IP 66 nach IEC 60529 ausgestattet sein.

2.5.2.3.2 Füllstandsanzeige

Das Ölausdehnungsgefäß muss eine Füllstandsanzeige aufweisen, an der die minimal benötigte und maximal zulässige Ölmenge sowie der aktuelle Ölstand abgelesen werden kann.

2.5.2.3.3 Füllstandsüberwachung

Der Ölstand im Ölausdehnungsgefäß muss während des Betriebs permament überwacht werden. Schleifen Sie daher den Meldekontakt für die Unterschreitung des minimalen Ölstands im Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters in den Auslösestromkreis des Leistungsschalters ein, so dass bei Unterschreitung des Ölstandes im Ölausdehnungsgefäß der Transformator durch den Leistungsschalter sofort spannungsfrei geschaltet wird.

2.5.2.3.4 Zu verwendendes Isolieröl

Verwenden Sie für die Ölfüllung des Lastumschalterölgefäßes und des zugehörigen Ölausdehnungsgefäßes nur neues Mineralisolieröl für Transformatoren nach IEC 60296 (Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear) oder synthetischen Ester nach IEC 61099 (Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes).

2.5.2.3.5 Qualität des Isolieröls im Ex-Transformator kontrollieren

Während der Schaltungen können am Wähler des Laststufenschalters im Transformatorkessel Polungsfunken (niedrige Energie) entstehen. Beachten Sie hierzu Abschnitt 5.1.6 und 5.1.7 in der Laststufenschalternorm IEC 60214.

Kontrollieren Sie daher regelmäßig die Qualität sowie die Durchschlagfestigkeit des Isolieröls im Transformatorkessel und halten Sie die Serviceintervalle für den Ölwechsel ein.

2.5.2.4 Maßnahmen zum Korrosionsschutz

Da vor dem Betrieb des Laststufenschalters weitere Montageschritte erforderlich sind, kann an bestimmten Schnittstellen zum Transformator nicht bereits ab Werk ein ausreichender Schutz gegen Korrosion hergestellt werden.

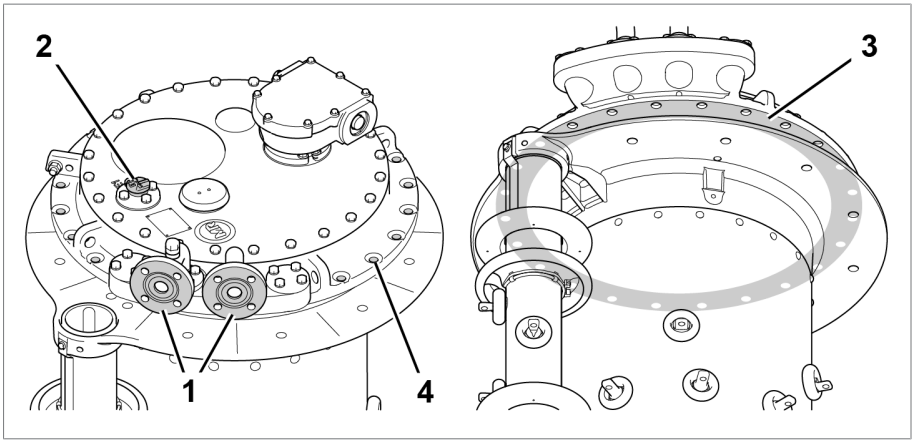


Abbildung 2: Laststufenschalterkopf

1	Dichtfläche Rohrleitungsanschlussflansch	3	Auflagefläche Laststufenschalterkopf
2	Entlüftungsventil	4	Durchgangsbohrungen

Die Dichtflächen am Rohrleitungsanschlussflansch sind ab Werk verzinkt. Die Durchgangsbohrungen sind verzinkt und teilweise lackiert.

Die Auflagefläche des Laststufenschalterkopfes ist ab Werk grundiert. Die Durchgangsbohrungen sind grundiert und teilweise lackiert.

Die Ausführung der entsprechenden Gegenflächen an Transformator und Rohrleitungen sowie die Gestaltung der für diese Befestigungen nötigen Schraubverbindungen liegt in der Verantwortung des Transformatorherstellers.

1. Eindringen von Elektrolyt in die Dichtflächen und Bohrungen durch geeignete Abdichtung verhindern.
2. Schrauben, Scheiben, Muttern etc. in A4 gemäß Norm ISO 3506-1/ ISO 3506-2 ausführen.
3. Bei Beschädigung der Lackoberflächen Reparaturanleitung beachten. Diese kann beim Technischen Service der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH angefordert werden.

2.6 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 unsachgemäßen 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, die 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.

2.7 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.

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

Tabelle 9: Persönliche Schutzausrüstung

3 Produktbeschreibung

3.1 Lieferumfang

Das Produkt wird gegen Feuchtigkeit geschützt verpackt und in der Regel wie folgt geliefert:

- Laststufenschalter-Ex mit oder ohne Vorwähler
- Motorantrieb-Ex
- Antriebswelle-Ex mit Kupplungsteilen und Winkelgetriebe
- Schutzrelais-Ex
- Technische Unterlagen

Den genauen Lieferumfang entnehmen Sie bitte dem Lieferschein.

Laststufenschalter können auch als Laststufenschaltersatz mit einem gemeinsamen Motorantrieb geliefert werden.

Beachten Sie folgende Hinweise:

- Lieferung anhand der Versandpapiere auf Vollständigkeit prüfen
- Teile bis zum Einbau trocken lagern
- Produkt in der Schutzhülle luftdicht verpackt lassen und erst kurz vor dem Einbau entnehmen

Weitere Informationen finden Sie im Kapitel „Verpackung, Transport und Lagerung“ [▶Abschnitt 4, Seite 36].

3.2 Laststufenschalter

3.2.1 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.

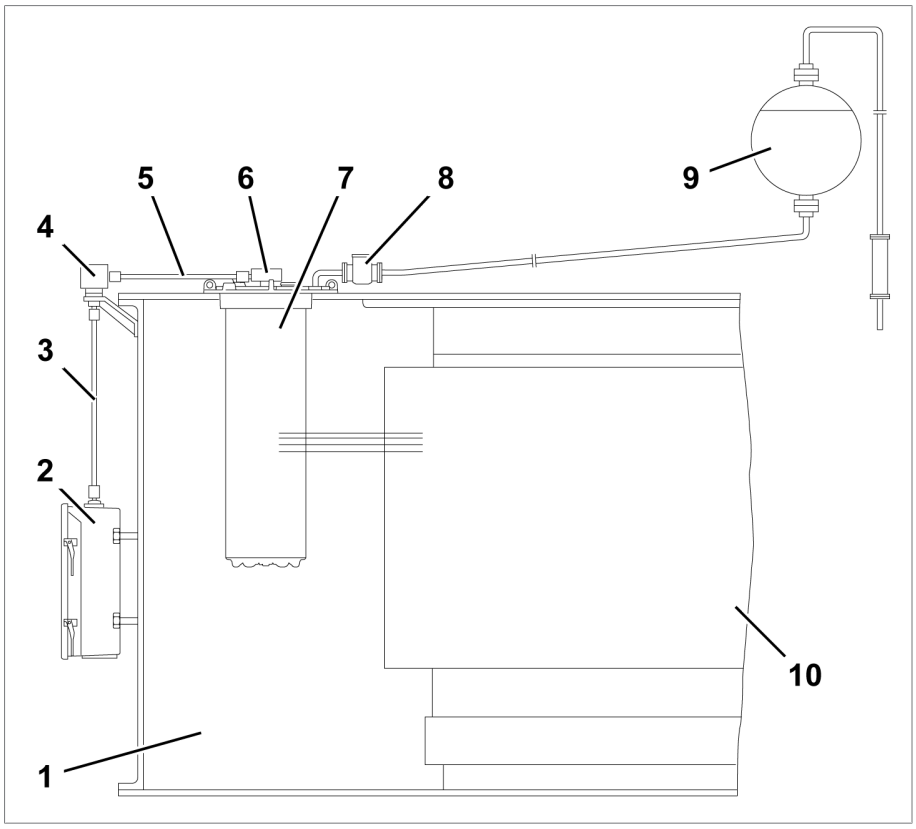


Abbildung 3: Systemübersicht Laststufenschalter Transformator

1	Transformatorkessel	6	Getriebestufe
2	Motorantrieb	7	Laststufenschalter
3	vertikale Antriebswelle	8	Schutzrelais
4	Winkelgetriebe	9	Ölausdehnungsgefäß
5	horizontale Antriebswelle	10	Aktivteil

3.2.2 Aufbau/Ausführungen

Folgende Darstellung zeigt die Hauptkomponenten des Laststufenschalters.

Eine detaillierte Darstellung des Laststufenschalters finden Sie im Kapitel „Zeichnungen“ [▶Abschnitt 9, Seite 139].

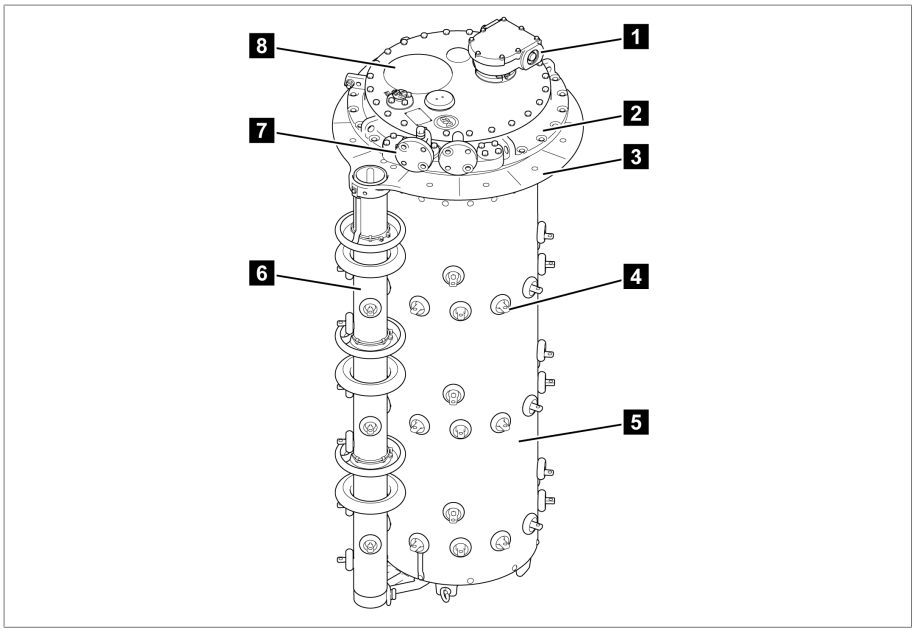


Abbildung 4: Laststufenschalter

1	Obere Getriebestufe	2	Laststufenschalterkopf
3	Stützflansch	4	Anschlusskontakt
5	Ölgefäß	6	Vorwähler
7	Rohrleitungsbogen	8	Berstscheibe

3.2.2.1 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 sind nach Lockern des Druckrings frei schwenkbar.

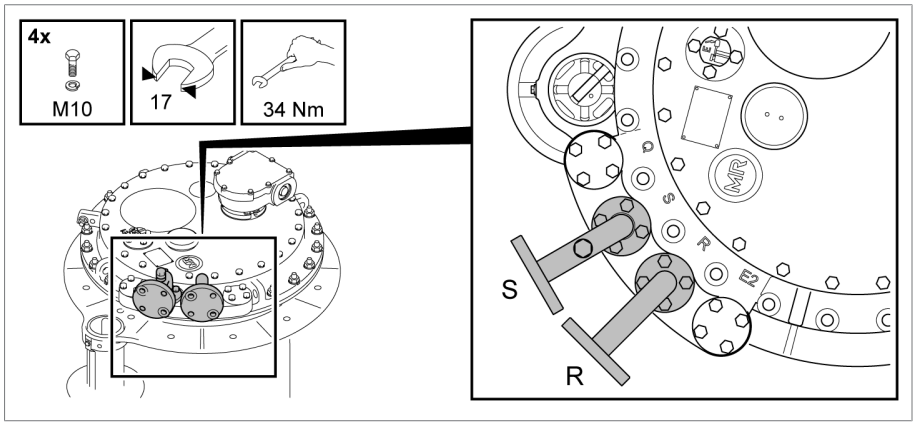


Abbildung 5: Rohrleitungsanschlüsse mit Rohrleitungsbögen

Rohrleitungsanschluss Q

Der Rohrleitungsanschluss Q ist durch einen Blinddeckel verschlossen.

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 Transformatorkessel 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 Transformatortank und Ölgefäß des Laststufenschalters, der bei Trocknung, Befüllung mit Isolierflüssigkeit und Transport des Transformators notwendig ist.

3.2.3 Typenschild und Seriennummer

Das Typenschild befindet sich auf dem Laststufenschalterkopfdeckel.

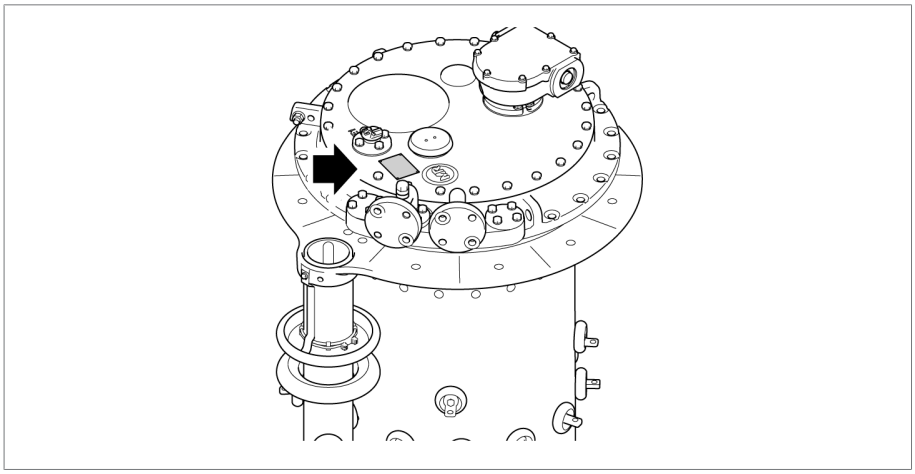


Abbildung 6: Typenschild mit Seriennummer

3.2.4 Schutzeinrichtungen

Der Laststufenschalter ist mit folgenden Schutzeinrichtungen ausgestattet.

3.2.4.1 Schutzrelais

3.2.4.1.1 Funktionsbeschreibung

Das Schutzrelais wird in den Auslösestromkreis der Leistungsschalter eingeschleift und schützt so Laststufenschalter und Transformator bei einer Störung innerhalb des Ölgefäßes des Laststufenschalters. 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 Schutzgasmagnetschaltröhre 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.

3.2.4.1.2 Aufbau/Ausführungen

Frontansicht

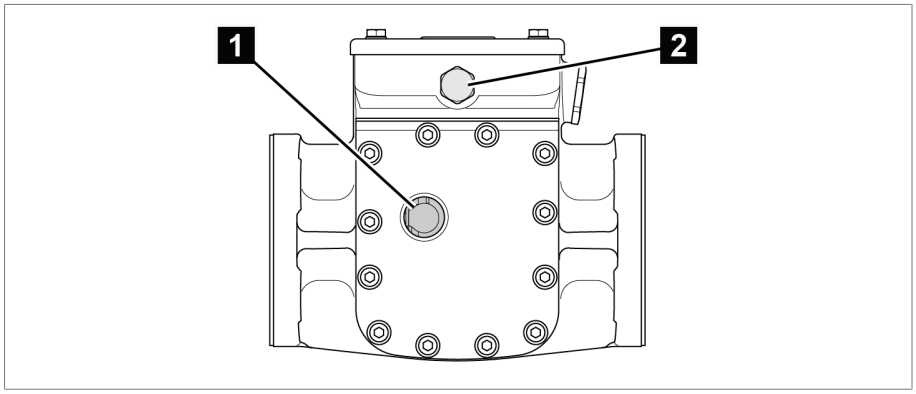


Abbildung 7: RS 2001-Ex

1 Schauglas	2 Druckausgleichselement

Rückansicht

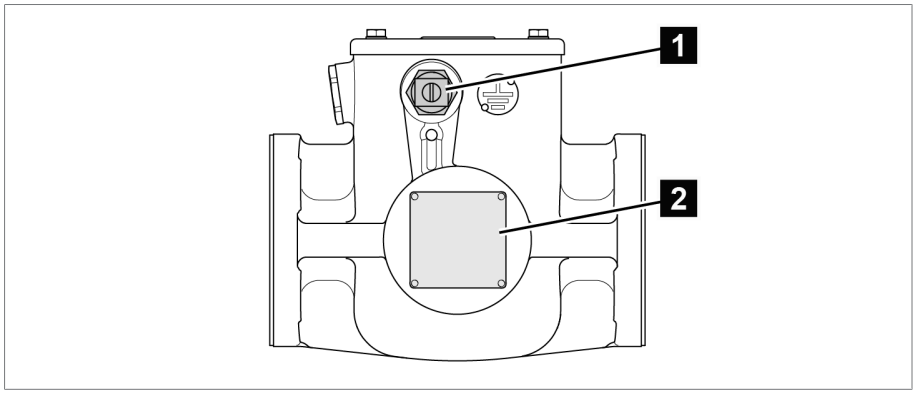


Abbildung 8: RS 2001-Ex

1 Erdungsanschluss	2 Typenschild

Ansicht von oben

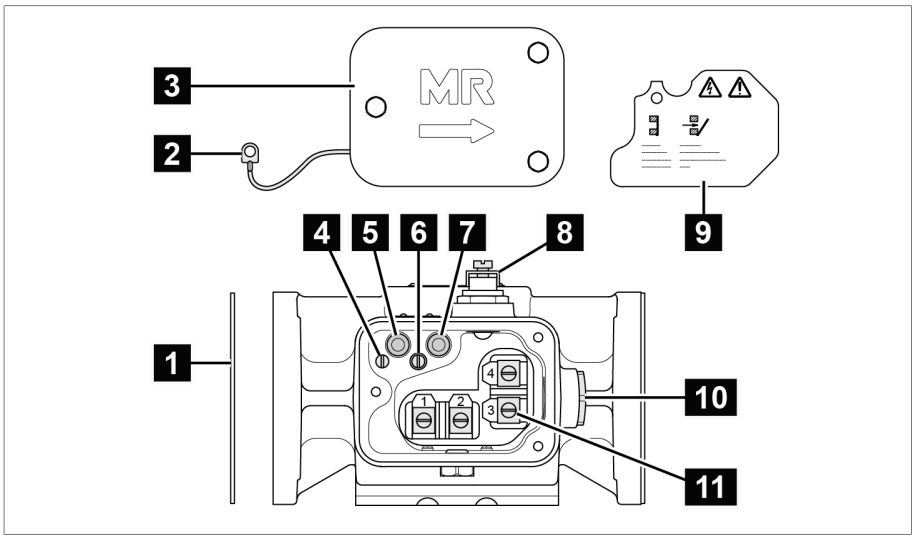


Abbildung 9: RS 2001-Ex

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

3.2.4.1.3 Typenschild

Das Typenschild des explosionsgeschützten Schutzrelais befindet sich auf der Rückseite des Produkts.

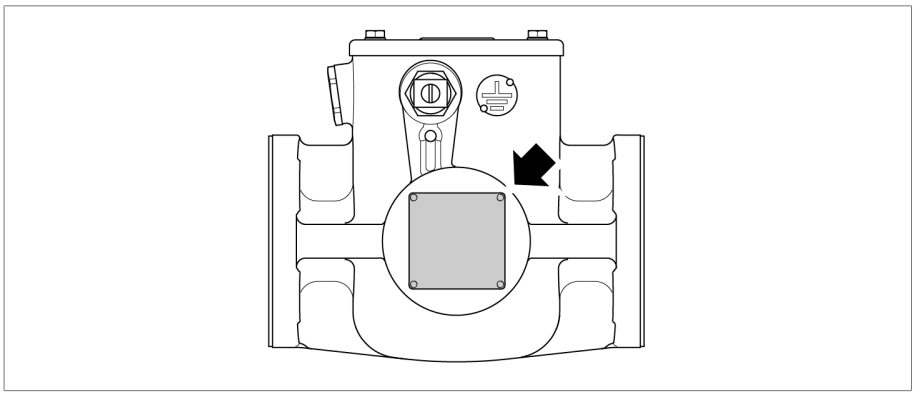


Abbildung 10: Position des Typenschilds

3.2.4.2 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.

3.2.4.3 Temperaturüberwachung

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

3.3 Antriebswelle

3.3.1 Funktionsbeschreibung

Die Antriebswelle ist die mechanische Verbindung zwischen Antrieb und Laststufenschalterkopf.

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.

Die explosionsgeschützte Antriebswelle ist als Vierkantrohr mit Isolator ausgeführt und wird an beiden Enden durch zwei Kupplungsschalen und einem Kupplungsbolzen mit dem an- oder abtreibenden Wellenende des anzuschließenden Geräts gekuppelt.

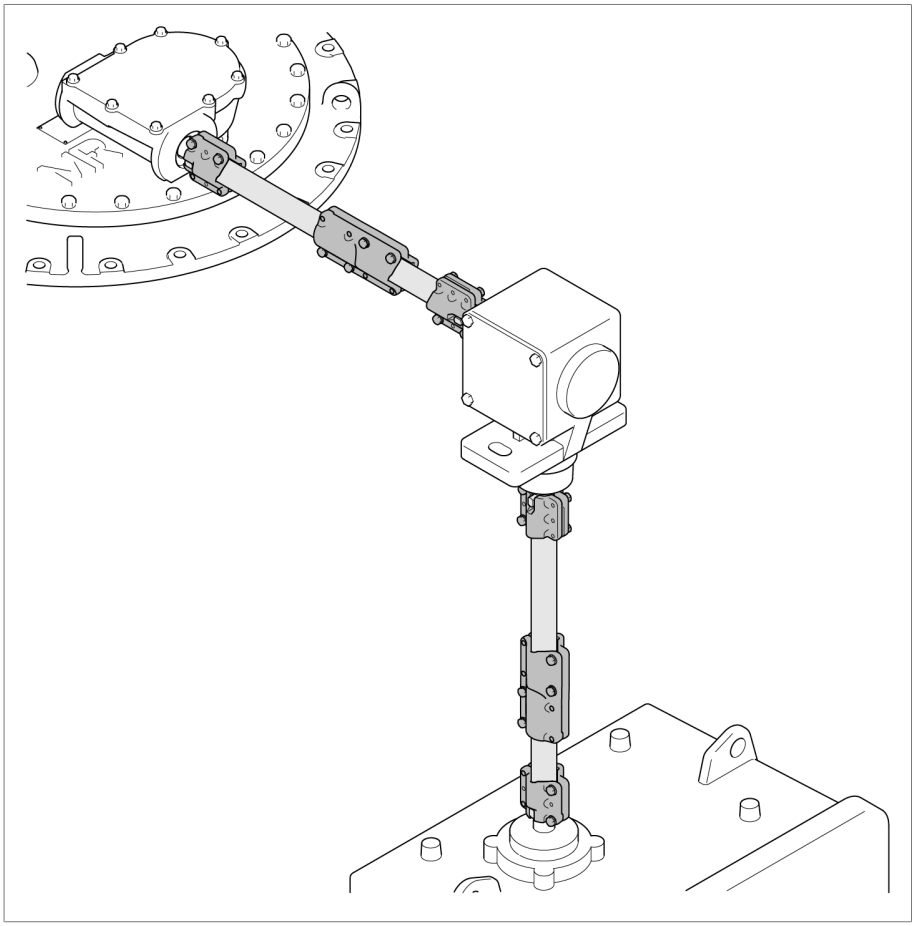


Abbildung 11: Explosionsgeschützte Antriebswelle mit Isolator

3.3.2 Aufbau/Ausführung

In diesem Abschnitt wird der Aufbau der explosionsgeschützten Antriebswelle beschrieben.

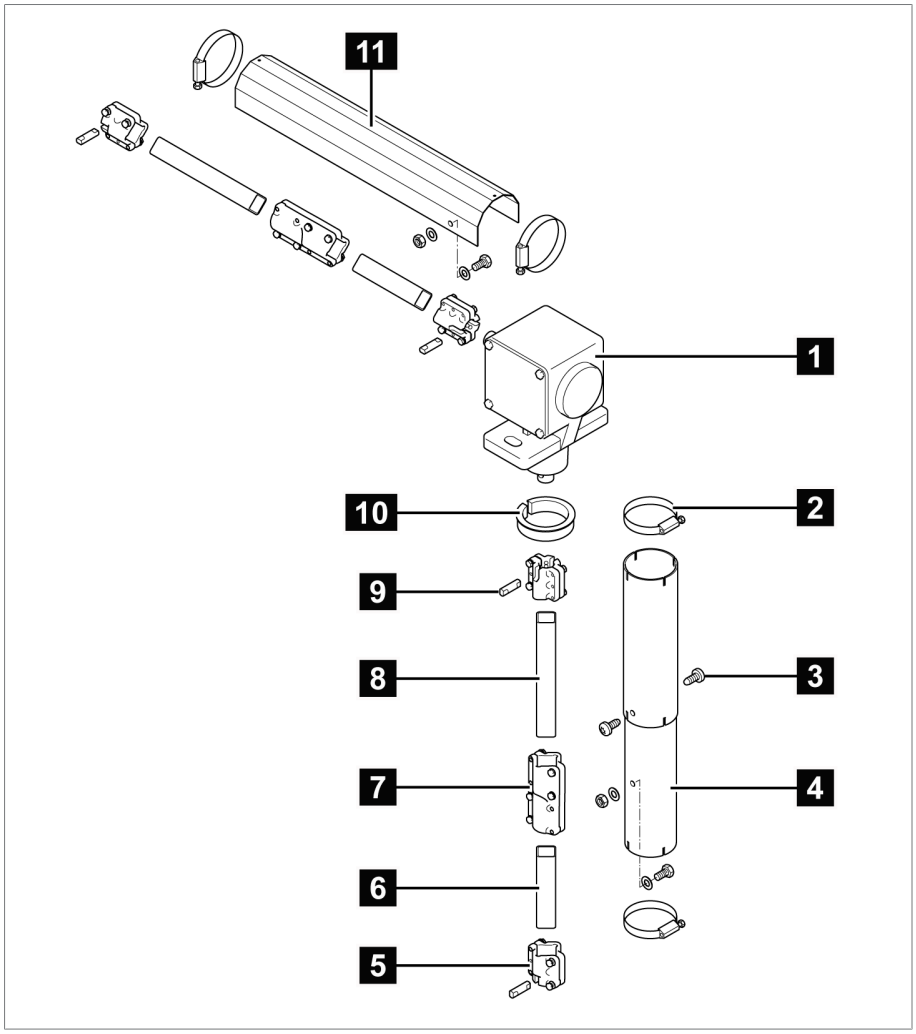
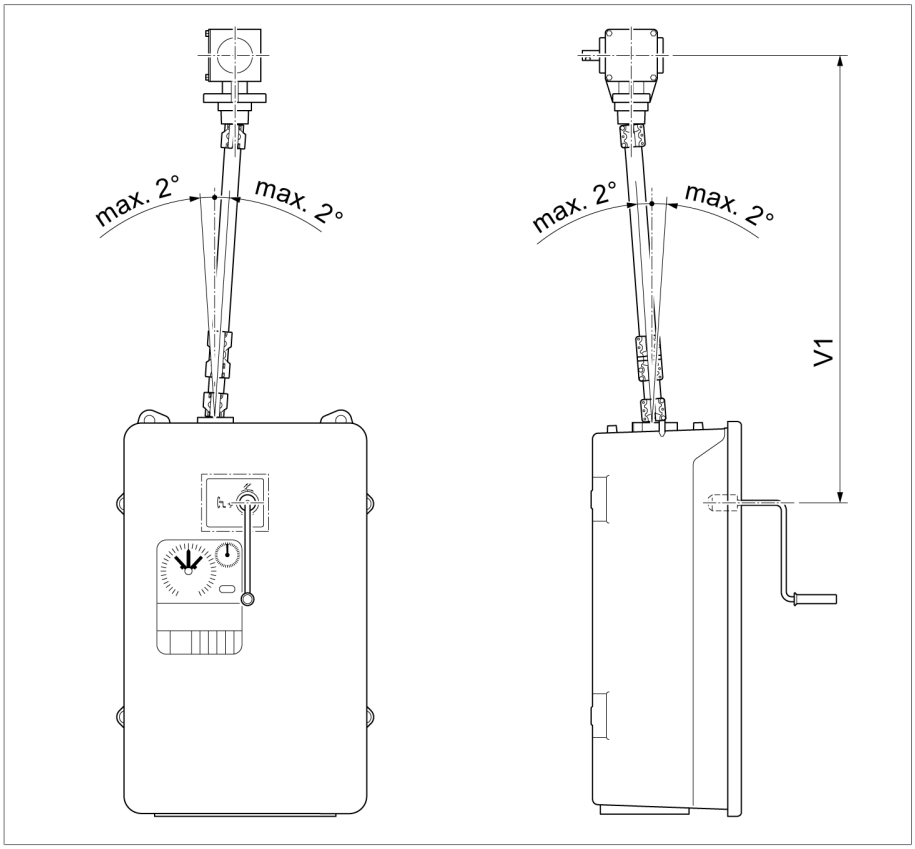


Abbildung 12: Komponenten der explosionsgeschützten Antriebswelle

1	Winkelgetriebe	2	Schlauchschelle
3	Schrauben	4	Teleskopschutzrohr
5	Kupplungsschale	6	Isolator
7	Doppelkupplungsschale	8	Vierkantrohr
9	Bolzen	10	Adapterring
11	Schutzblech		



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)

3.3.3 Kennzeichnungsschild

Das Kennzeichnungsschild befindet sich auf dem Teleskopschutzrohr.

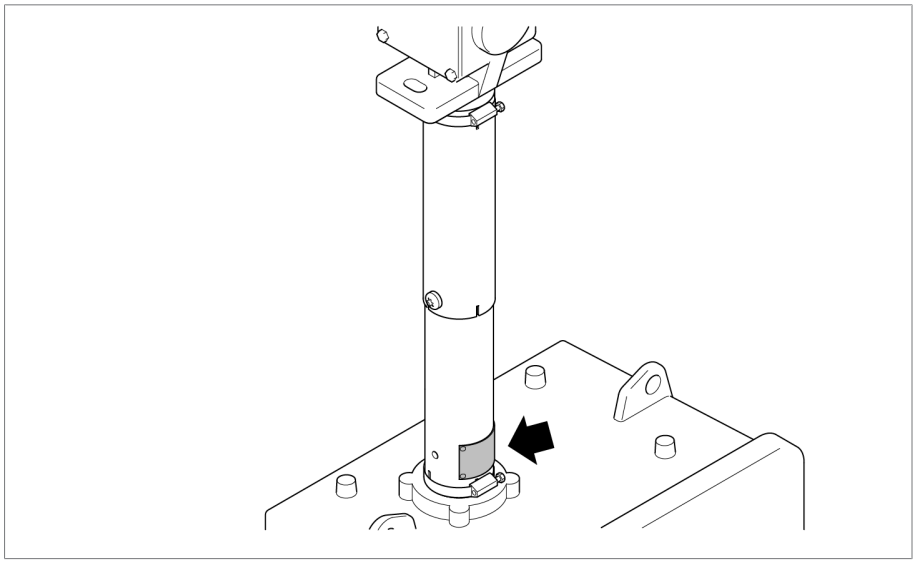


Abbildung 13: Position des Kennzeichnungsschildes

4 Verpackung, Transport und Lagerung

4.1 Verpackung

Die Lieferung der Produkte erfolgt je nach Erfordernis teilweise mit einer Dichtverpackung und teilweise zusätzlich im getrockneten Zustand.

Eine Dichtverpackung umgibt das Packgut allseitig mit einer Kunststofffolie.

Zusätzlich getrocknete Produkte werden mit einem gelben Hinweisschild auf der Dichtverpackung gekennzeichnet. Im getrockneten Zustand ist auch eine Lieferung im Transportbehälter möglich.

Entsprechende Hinweise in den nachfolgenden Abschnitten sind sinngemäß anzuwenden.

4.1.1 Eignung

ACHTUNG

Sachschäden durch falsches Stapeln der Kisten!

Falsches Stapeln der Kisten kann zu Schäden am Packgut führen.

- ► An der äußeren Kennzeichnung der Verpackung erkennen Sie, wenn z. B. Laststufenschalter oder Wähler stehend verpackt sind. Diese Kisten keinesfalls stapeln.
- ► Grundsätzlich gilt: Kisten ab einer Höhe von 1,5 m nicht stapeln.
- ► Für andere Fälle gilt: Maximal 2 gleichgroße Kisten übereinander stapeln.

Die Verpackung ist geeignet für unbeschädigte und voll funktionstüchtige Transportmittel bei Einhaltung der örtlichen Transportgesetze und Transportvorschriften.

Die Verpackung des Packgutes erfolgt in einer stabilen Kiste. Diese gewährleistet, dass das Packgut in der vorgesehenen Transportlage gegen unzulässige Lageveränderungen stabilisiert wird und keines ihrer Teile die Ladefläche des Transportmittels oder nach dem Abladen den Boden berühren.

Eine Dichtverpackung umgibt das Packgut allseitig mit einer Kunststofffolie. Das Packgut ist mittels Trockenmittel vor Feuchtigkeit geschützt. Die Kunststofffolie wurde nach dem Einbringen des Trockenmittels verschweißt.

4.1.2 Markierungen

Die Verpackung trägt eine Signatur mit Hinweisen für den sicheren Transport und für die sachgemäße Lagerung. Für den Versand nicht gefährlicher Güter gelten nachfolgende Bildzeichen. Diese Zeichen müssen unbedingt beachtet werden.

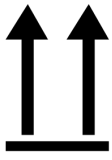
				
Vor Nässe schützen	Oben	Zerbrechlich	Hier anschlagen	Schwerpunkt

Tabelle 10: Geltende Bildzeichen für den Versand

4.2 Transport, Empfang und Behandlung von Sendungen

⚠ WARNUNG

Lebensgefahr und Gefahr schwerer Verletzungen!

Lebensgefahr und Gefahr schwerer Verletzungen durch kippende oder herabfallende Last.

- ► Kiste ausschließlich geschlossen transportieren.
- ► Das in der Kiste verwendete Befestigungsmaterial während des Transports nicht entfernen.
- ► Wird das Produkt auf Palette geliefert, ausreichende Fixierung sicherstellen.
- ► Auswählen der Anschlagmittel und Anschlagen der Last nur von unterwiesenen und beauftragten Personen vornehmen.
- ► Nicht unter die schwebende Last treten.
- ► Transportmittel und Hebezeuge mit einer ausreichenden Tragfähigkeit gemäß den Gewichtsangaben auf dem Lieferschein einsetzen.

Neben Schwingbeanspruchungen ist beim Transport auch mit Stoßbeanspruchungen zu rechnen. Um mögliche Beschädigungen auszuschließen, muss ein Fallen, Kippen, Umstürzen und Prellen vermieden werden.

Sollte eine Kiste umkippen, aus einer bestimmten Höhe fallen (z. B. durch Reißen eines Anschlagmittels) oder ungebremst durchfallen, so ist unabhängig vom Gewicht mit einer Beschädigung zu rechnen.

Jede angelieferte Sendung muss vom Empfänger vor der Abnahme (Empfangsquittierung) auf folgendes kontrolliert werden:

- Vollständigkeit anhand des Lieferscheins
- äußere Beschädigungen aller Art

Die Kontrollen sind nach dem Abladen vorzunehmen, wenn die Kiste oder der Transportbehälter von allen Seiten zugänglich ist.

Sichtbare Schäden

Stellen Sie beim Empfang der Sendung äußerlich sichtbare Transportschäden fest, verfahren Sie wie folgt:

- Tragen Sie den festgestellten Transportschaden sofort in die Frachtpapiere ein und lassen Sie diese vom Abliefernden gegenzeichnen.
- Verständigen Sie bei schweren Schäden, Totalverlust und bei hohen Schadenskosten unverzüglich den Hersteller und die zuständige Versicherung.
- Verändern Sie den Schadenszustand nach seiner Feststellung nicht weiter und bewahren Sie auch das Verpackungsmaterial auf, bis über eine Besichtigung durch das Transportunternehmen oder den Transportversicherer entschieden worden ist.
- Protokollieren Sie mit den beteiligten Transportunternehmen den Schadensfall an Ort und Stelle. Dies ist für eine Schadensersatzforderung unentbehrlich!
- Fotografieren Sie Schäden an Verpackung und Packgut. Das gilt auch für Korrosionserscheinungen am Packgut durch eingedrungene Feuchtigkeit (Regen, Schnee, Kondenswasser).
- ***ACHTUNG!*** Schäden am Packgut durch beschädigte Dichtverpackung. Dichtverpackung sofort prüfen, falls das Produkt in einer Dichtverpackung geliefert wird. Bei beschädigter Dichtverpackung Packgut unter keinen Umständen verbauen und in Betrieb nehmen. Getrocknetes Packgut entweder selbst gemäß der Betriebsanleitung erneut trocknen oder den Hersteller kontaktieren, um das weitere Vorgehen abzustimmen.
- Benennen Sie die beschädigten Teile.

Verdeckte Schäden

Bei Schäden, die erst nach Empfang der Sendung beim Auspacken festgestellt werden (verdeckte Schäden), gehen Sie wie folgt vor:

- Machen Sie den möglichen Schadensverursacher schnellstens telefonisch und schriftlich haftbar und fertigen Sie ein Schadensprotokoll an.
- Beachten Sie hierfür die im jeweiligen Land gültigen Fristen. Erkundigen Sie sich rechtzeitig danach.

Bei verdeckten Schäden ist ein Rückgriff auf das Transportunternehmen (oder andere Schadensverursacher) nur schwer möglich. Versicherungstechnisch kann ein derartiger Schadensfall mit Aussicht auf Erfolg nur abgewickelt werden, wenn dies in den Versicherungsbedingungen ausdrücklich festgelegt ist.

4.3 Sendungen einlagern

Von der Maschinenfabrik Reinhausen getrocknetes Packgut

Entnehmen Sie von der Maschinenfabrik Reinhausen getrocknetes Packgut direkt nach Erhalt der Sendung aus der Dichtverpackung und lagern Sie es bis zur endgültigen Verwendung luftdicht in trockener Isolierflüssigkeit, wenn das Packgut nicht bereits unter Isolierflüssigkeit geliefert wurde.

Nicht getrocknetes Packgut

Nicht getrocknetes Packgut mit funktionstüchtiger Dichtverpackung kann bei Beachtung nachfolgender Festlegungen im Freien gelagert werden.

Stellen Sie bei der Auswahl und Einrichtung des Lagerplatzes Folgendes sicher:

- Lagergut gegen Feuchtigkeit (Überschwemmung, Schmelzwasser von Schnee und Eis), Schmutz, Schädlinge wie Ratten, Mäuse, Termiten usw. und gegen unbefugten Zugang schützen.
- Kisten zum Schutz gegen Bodenfeuchtigkeit und zur besseren Belüftung auf Bohlen und Kanthölzern abstellen.
- Ausreichende Tragfähigkeit des Untergrundes sicherstellen.
- Anfahrtswege freihalten.
- Lagergut in regelmäßigen Abständen kontrollieren, zusätzlich noch nach Sturm, starken Regenfällen, reichlichem Schneefall usw. geeignete Maßnahme treffen.

Die Verpackungsfolie ist vor direkter Sonneneinstrahlung zu schützen, um deren Zersetzung durch UV-Strahlen und damit den Verlust der Dichtigkeit der Verpackung zu vermeiden.

Erfolgt die Montage des Produkts nach mehr als 6 Monaten nach Anlieferung, müssen rechtzeitig geeignete Maßnahmen getroffen werden. Es kommen in Frage:

- Fachmännisches Regenerieren des Trockenmittels und Wiederherstellen der Dichtverpackung.
- Auspacken des Packgutes und Lagern in einem geeigneten Lagerraum (gut belüftet, möglichst staubfrei, Luftfeuchtigkeit möglichst < 50 %).

4.4 Sendungen auspacken und auf Transportschäden kontrollieren

- ***ACHTUNG!*** Schäden am Packgut durch unwirksame Dichtverpackung. Kiste verpackt bis zu der Stelle transportieren, an welcher der Einbau des Packguts erfolgt. Dichtverpackung erst unmittelbar vor dem Einbau öffnen.
- **⚠ WARNUNG!** Schwere Verletzungen und Schäden am Packgut durch Herauskippen des Packguts. Packgut in einer stehenden Kiste gegen Herauskippen sichern.
- Packgut auspacken und Zustand kontrollieren.
- Beipack anhand des Lieferscheins auf Vollständigkeit prüfen.

5 Montage

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie Sie das Gerät sachgerecht montieren und anschließen.

⚠ GEFAHR

Explosionsgefahr!

Tod oder schwere Verletzungen durch Montage des Laststufenschalters in explosionsgefährdeter Umgebung sowie durch Montage bei unter Spannung stehendem Transformator!

- ► Montagearbeiten ausschließlich in nicht-explosionsgefährdeter Umgebung durchführen.
- ► Spannungsfreiheit des Transformators während der Montage des Laststufenschalters sicherstellen.

⚠ WARNUNG

Quetschgefahr!

Während einer Schaltung des Laststufenschalters bewegen sich Komponenten an Wähler, Vorwähler und Potenzialanlenkungseinheit, die teilweise frei zugänglich sind. Hineingreifen in Wähler, Vorwähler und Potenzialanlenkungseinheit während einer Schaltung kann zu schweren Verletzungen führen.

- ► Während einer Schaltung mindestens 1 m Sicherheitsabstand einhalten.
- ► Während einer Schaltung nicht in Wähler, Vorwähler oder Potenzialanlenkungseinheit hineingreifen.
- ► Während Arbeiten an Wähler, Vorwähler oder Potenzialanlenkungseinheit den Laststufenschalter nicht schalten.

5.1 Hinweise für die Montage

Beachten Sie folgende Hinweise für die Montage:

1. Zum Auspacken und für den Krantransport die mitgelieferten Hebebänder verwenden.
2. Bei der Montage insgesamt vorsichtig vorgehen, um Beschädigungen der Lackschicht zu vermeiden.
3. Die Lackoberfläche des Laststufenschalters nicht durch die Befestigungselemente beschädigen.
4. Bevor Sie Schnittkanten und Nahtstellen mit einer Schutzschicht versehen, die entsprechenden Stellen gemäß nachfolgender Beschreibung reinigen.
5. ***ACHTUNG!*** Oberflächenvorbereitung fachgerecht ausführen. Andernfalls kann frühzeitig Korrosion mit der Folge von Sachschäden auftreten. Für die Reinigung zwingend auf den Einsatz von konzentriertem Iso-Propanol, Spiritus (Ethanol) oder ähnlichen Substanzen verzichten.

6. Haftungsmindernde Substanzen wie z. B. Schmutz, Staub, Fett oder lose Bestandteile durch Schleifen mit Nylon- oder Perlonvlies entfernen und die Oberfläche durch Abblasen mit trockener Luft vorreinigen.
7. Oberfläche anschließend mit einer 25-prozentigen wässrigen Lösung von Ethanol reinigen.
8. Vor der Beschichtung sicherstellen, dass die behandelten Flächen völlig abgetrocknet sind.
9. Schnittkanten des Schutzbleches der Antriebswelle mit geeignetem Korrosionsschutz versehen.
10. Nahtstellen nach der Montage z. B. durch Überlackieren abdichten.

Weitere Hinweise zur Oberflächenbehandlung sowie Detailinformationen zur Instandsetzung von Beschädigungen der Schutzschicht finden Sie in der Reparaturanleitung. Diese erhalten Sie auf Anforderung beim Technischen Service der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH.

5.2 Vorbereitende Arbeiten

Führen Sie nachfolgend genannte Arbeiten durch, bevor Sie den Laststufenschalter in den Transformator einbauen.

5.2.1 Aufbauflansch auf Transformatordeckel anbringen

Zur Montage des Laststufenschalterkopfes auf dem Transformatordeckel ist ein Aufbauflansch erforderlich. Dieser ist optional lieferbar oder kann vom Kunden selbst angefertigt werden. Bei kundenseitiger Anfertigung des Aufbauflansches ist dieser entsprechend den Einbauzeichnungen im Anhang anzufertigen.

► ***ACHTUNG!*** Aufbauflansch druckdicht auf Transformatordeckel anbringen. Sicherstellen, dass die Dichtfläche plan aufliegt und nicht beschädigt ist.

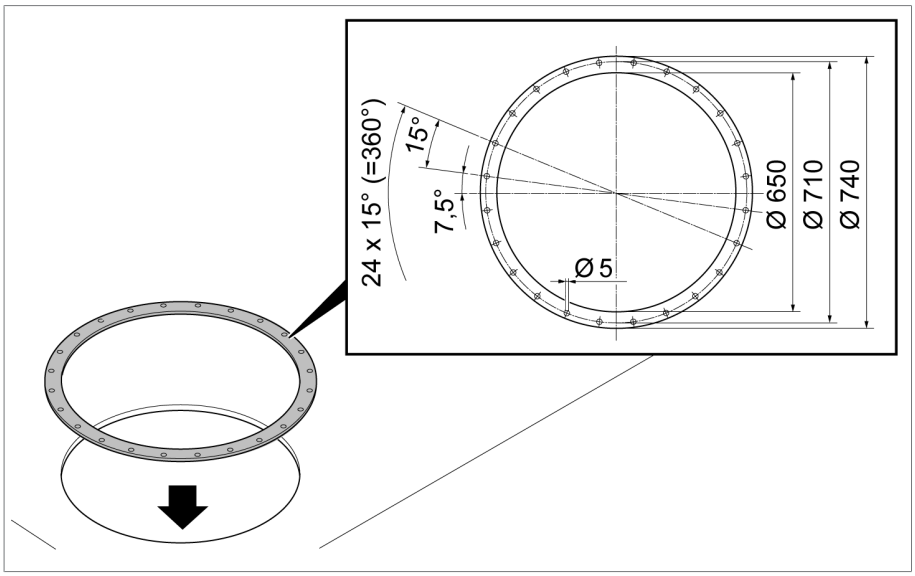


Abbildung 14: Aufbauflansch

5.2.2 Stehbolzen auf Aufbauflansch anbringen

Verwenden Sie zum Anbringen der Stehbolzen auf dem Aufbauflansch eine Anreißschablone, die beim erstmaligen Einbau des Laststufenschalters auf Wunsch kostenlos geliefert wird.

1. Anreißschablone auf Aufbauflansch aufsetzen und anhand der vier Markierungen ausrichten.

2. Stehbolzen auf Aufbauflansch anbringen.

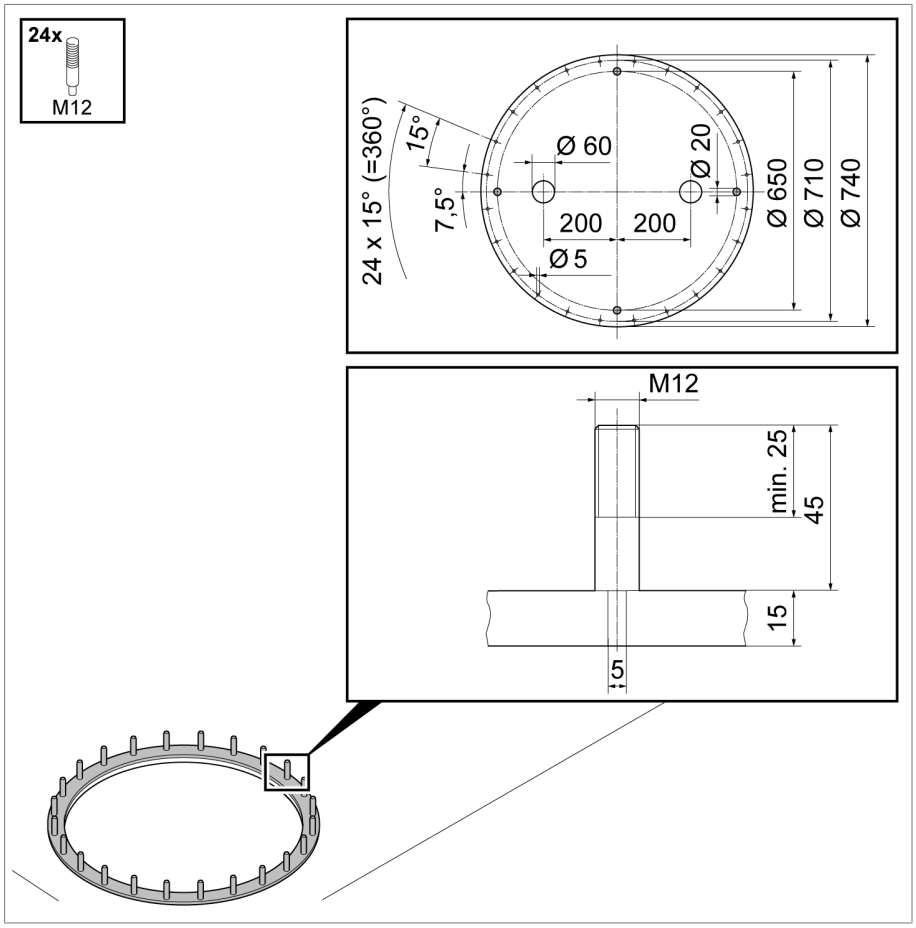


Abbildung 15: Anreißschablone, Stehbolzen

5.3 Laststufenschalter in Transformator einbauen (Normalausführung)

5.3.1 Laststufenschalter am Transformatordeckel befestigen

Beachten Sie, dass nur Laststufenschalter mit abgedrehtem Stützflansch in einen Transformator in Normalausführung eingebaut werden können.

5.3.1.1 Oberteil des Laststufenschalterkopfes vom Stützflansch (Unterteil) abheben

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

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

► Sicherstellen, dass keine Teile in das Ölgefäß fallen.

► Kleinteile auf vollständige Stückzahl kontrollieren.

1. **⚠ VORSICHT!** Ein instabil aufgestellter Laststufenschalter kann kippen und zu Verletzungen und Sachschäden führen. Laststufenschalter auf ebener Fläche abstellen und gegen Umkippen sichern.
2. Rot eingefärbtes Verpackungsmaterial und Transportmaterial vom Laststufenschalter entfernen.
3. Sicherstellen, dass der Laststufenschalter in der Justierstellung steht. Die Justierstellung ist im mitgelieferten Anschlussschaltbild des Laststufenschalters angegeben.
4. Sicherstellen, dass das Schauglas mit dem Deckel verschlossen ist.
5. Schrauben und Sperrkantringe am Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

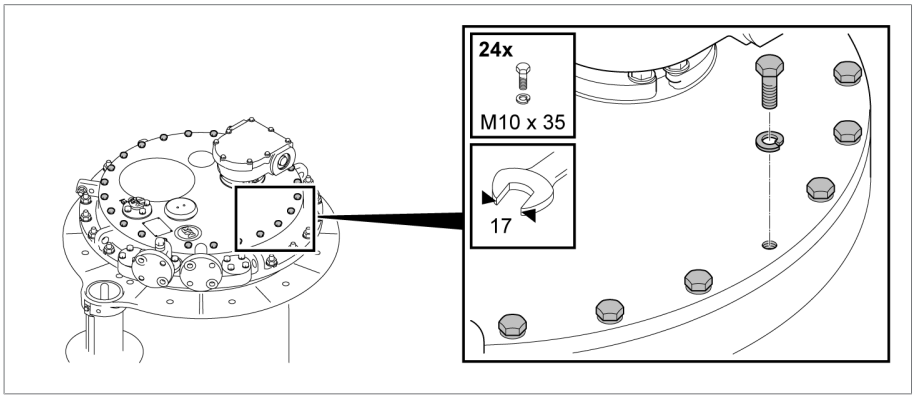


Abbildung 16: Laststufenschalterkopfdeckel

6. Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

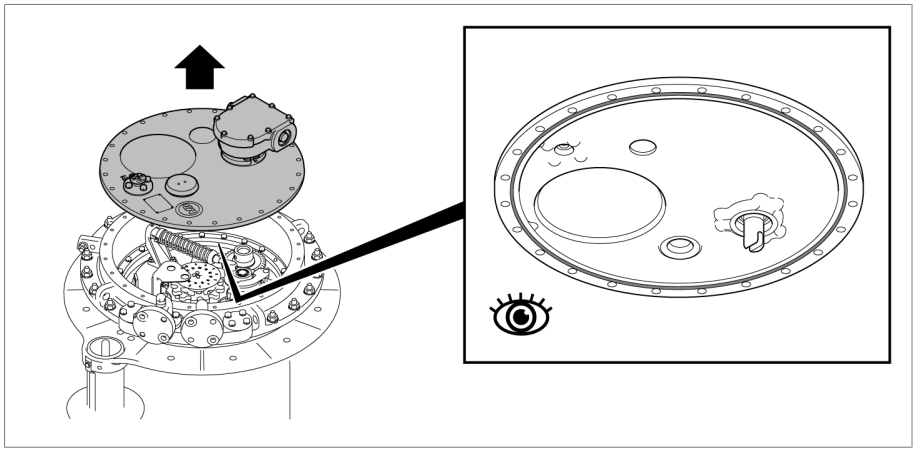


Abbildung 17: Laststufenschalterkopfdeckel

7. Bei Ausführung mit Ölsaugleitung, Verschraubung der Ölsaugleitung R3/4“ lösen. Auf Dichtung achten.

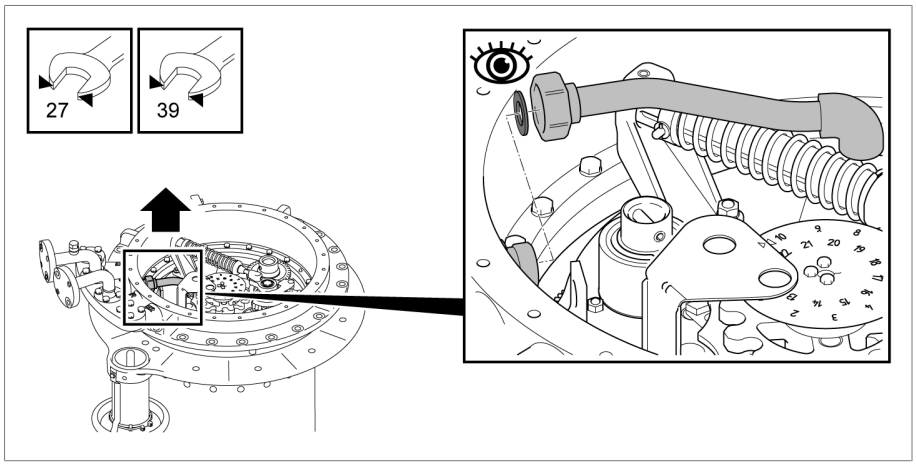


Abbildung 18: Ölsaugleitung

8. Schrauben und Sperrkantringe zwischen Oberteil des Laststufenschalterkopfes und Stützflansch entfernen.

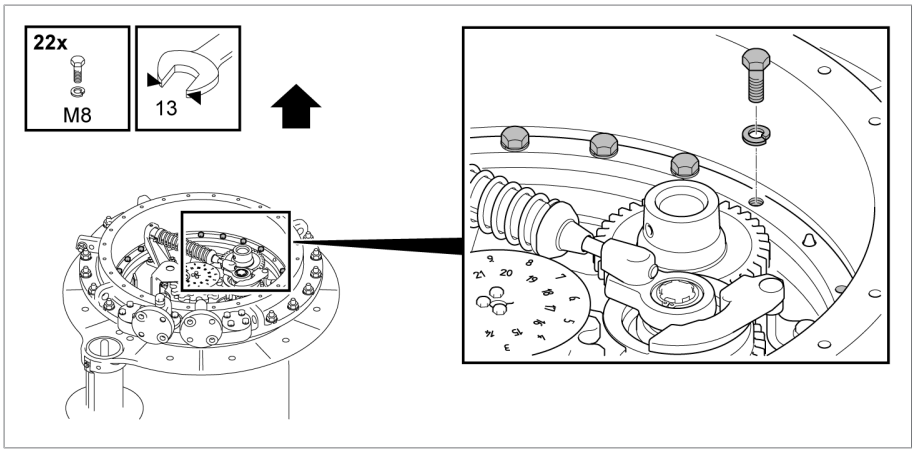


Abbildung 19: Laststufenschalterkopf

9. Oberteil des Laststufenschalterkopfes vom Stützflansch abheben.

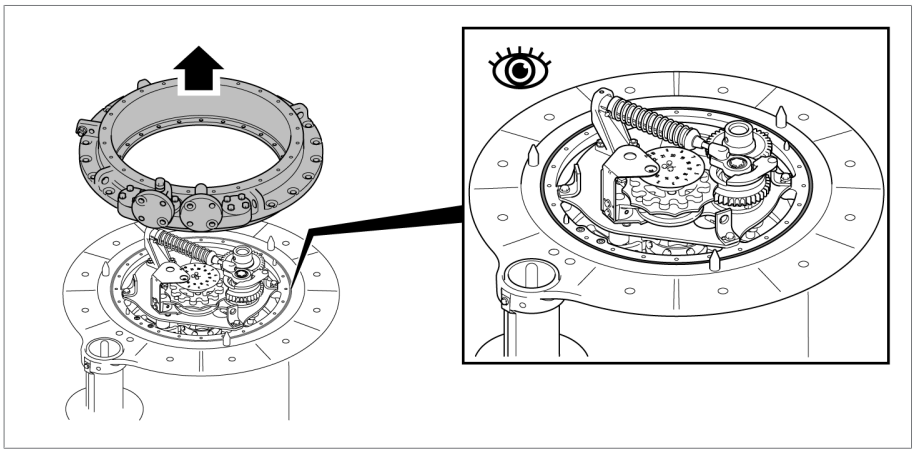


Abbildung 20: Laststufenschalterkopf

5.3.1.2 Oberteil des Laststufenschalterkopfes auf Transformatordeckel positionieren

1. Dichtungsflächen an Aufbauflansch und Laststufenschalterkopf säubern, ölbeständige Dichtung auf Aufbauflansch legen.

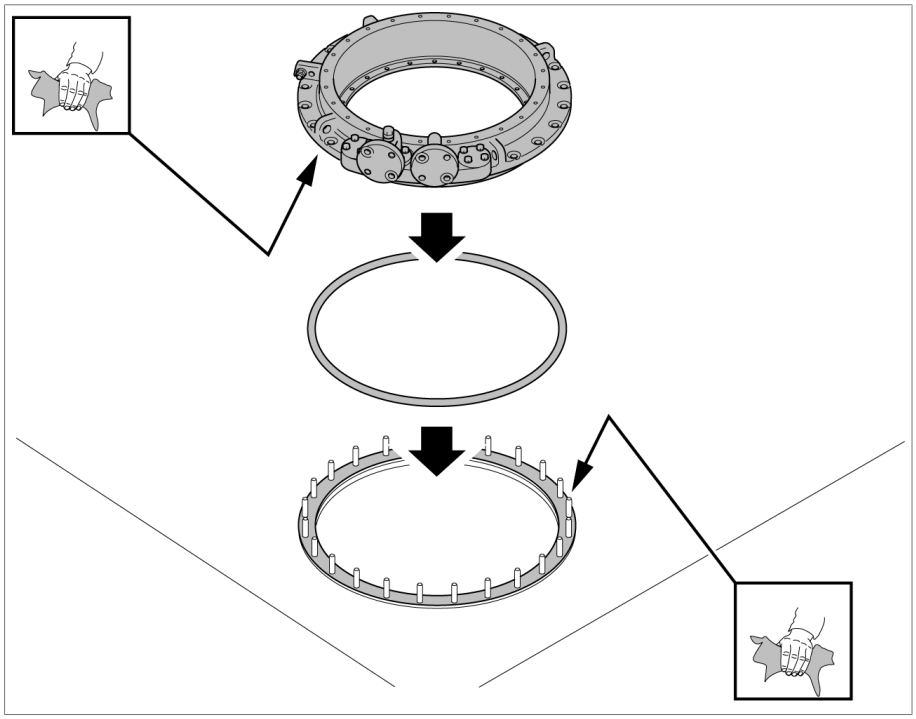


Abbildung 21: Aufbauflansch und Laststufenschalterkopf

2. Oberteil des Laststufenschalterkopfes auf Aufbauflansch positionieren.

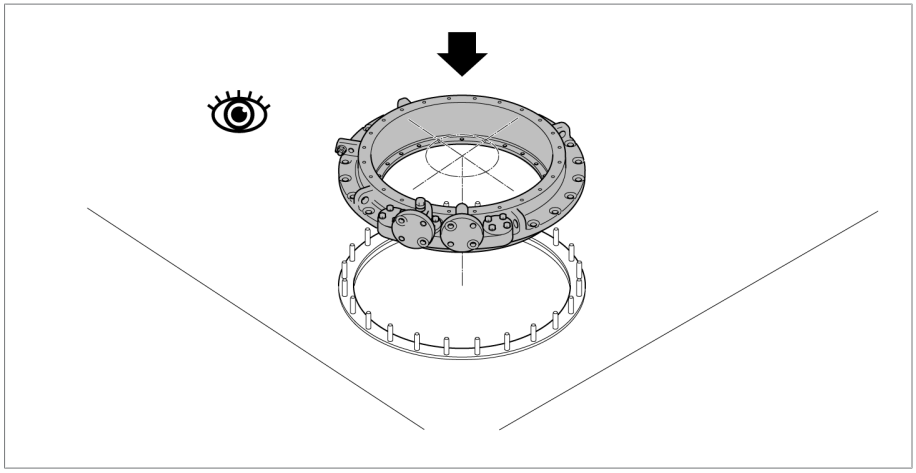


Abbildung 22: Laststufenschalterkopf

Bei Ausführung ohne Ölsaugleitung ist der Laststufenschalterkopf zum Stützflansch in 15°-Schritten verdrehbar. Bei Ausführung mit Ölsaugleitung ist die Verdrehung in 15°-Schritten nicht möglich.

Beachten Sie beim Positionieren des Laststufenschalterkopfes jedoch, dass die Schaltüberwachung den Schwenkbereich der oberen Getriebestufe einschränkt.

5.3.1.3 Laststufenschalter mit Oberteil des Laststufenschalterkopfes verbinden

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Ein fehlender oder beschädigter O-Ring sowie nicht saubere Dichtflächen führen zu Austritt von Isolierflüssigkeit und so zu Schäden am Laststufenschalter.

- ► Sicherstellen, dass der O-Ring im Laststufenschalterkopfdeckel unverdrillt eingelegt ist.
- ► Sicherstellen, dass der O-Ring während der Montage des Deckels nicht beschädigt wird.
- ► Sicherstellen, dass die Dichtflächen am Laststufenschalterkopfdeckel und Laststufenschalterkopf sauber sind.

1. **ACHTUNG!** Schäden am Laststufenschalter durch unsachgemäßes Anheben des Laststufenschalters. 4 gleichlange Seile (Mindestlänge 1 m) an den dafür vorgesehenen Anschlagpunkten befestigen und Laststufenschalter langsam von unten gegen den Laststufenschalterkopf heben. Laststufenschalter keinesfalls an den Befestigungsschrauben nach oben ziehen. Sicherstellen, dass alle Stehbolzen des Stützflansches leicht durch die Befestigungsbohrungen des Laststufenschalterkopfes gehen.

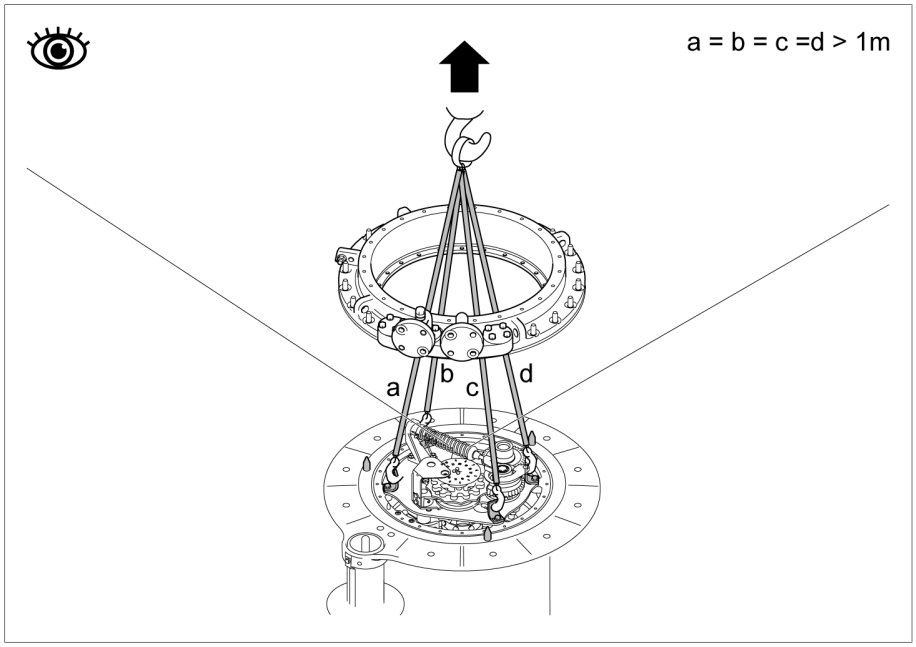


Abbildung 23: Laststufenschalter

2. Oberteil und Unterteil des Laststufenschalterkopfes verschrauben.

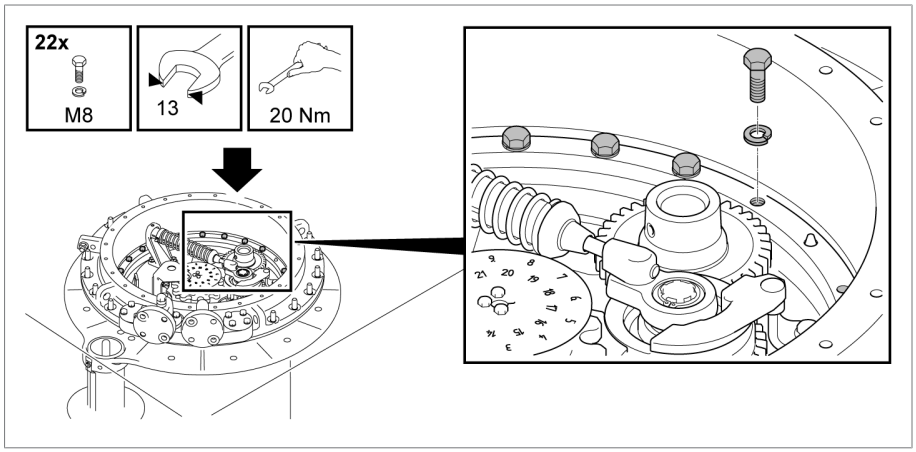


Abbildung 24: Laststufenschalterkopf

3. Bei Ausführung mit Ölsaugleitung, Verschraubung der Ölsaugleitung verbinden. Auf Dichtung achten.

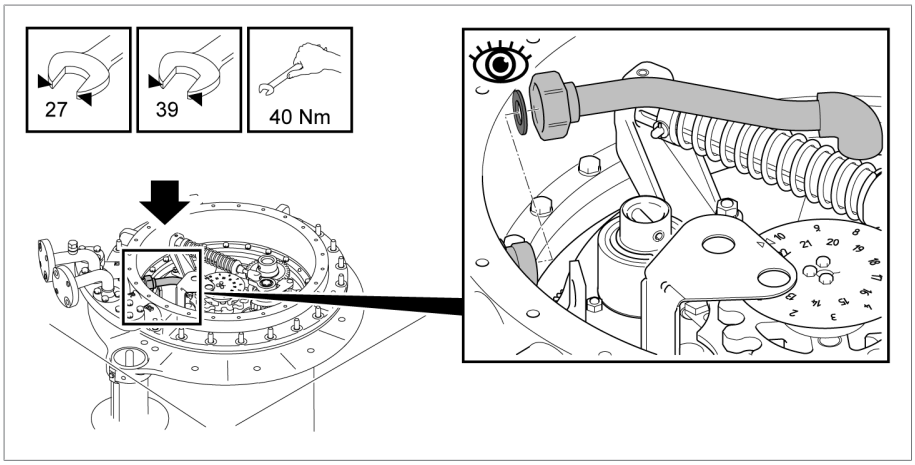


Abbildung 25: Ölsaugleitung

4. Laststufenschalterkopf mit Aufbauflansch verschrauben. Das Anziehmoment ist abhängig von den verwendeten Verschraubungselementen.

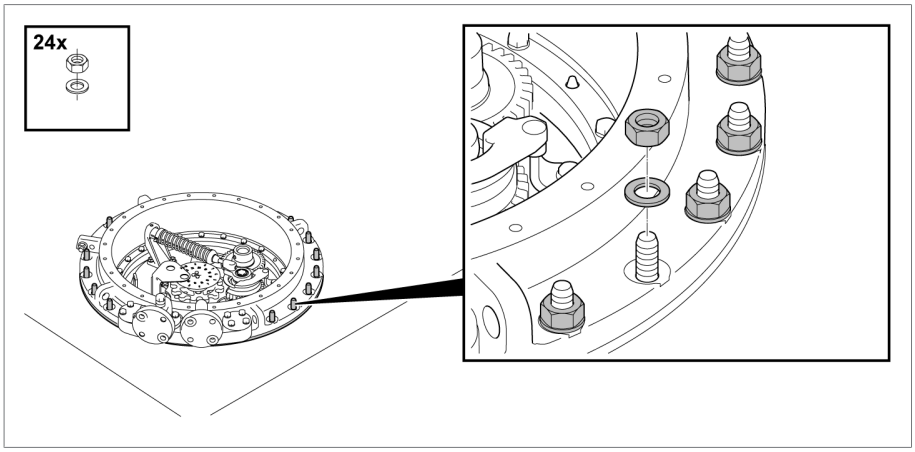


Abbildung 26: Laststufenschalterkopf

5. Laststufenschalterkopfdeckel auf Laststufenschalterkopf setzen und befestigen.

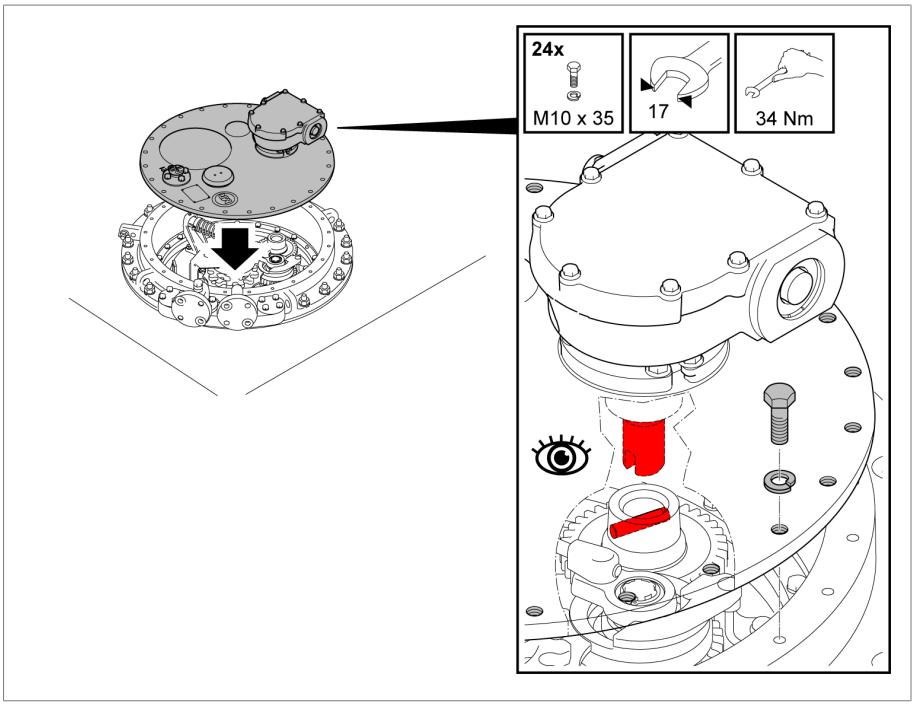


Abbildung 27: Laststufenschalterkopfdeckel

5.3.2 Regelwicklung und Laststufenschalterableitung anschließen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Anschlussleitungen, die den Laststufenschalter mechanisch belasten, führen zu Schäden am Laststufenschalter!

- ▶ Anschlüsse sorgfältig herstellen und sichern.
- ▶ Anschlusskontakte nicht verdrehen.
- ▶ Anschlussleitungen verspannungsfrei anschließen.
- ▶ Anschlussleitungen gegebenenfalls mit einem Dehnungsbogen ausführen.

1. Stufenwicklung und Laststufenschalterableitung nach dem der Lieferung beigefügten Anschlussschaltbild anschließen.
2. Sofern Anschlussleitungen an der freien Oberfläche des Ölgefäßes/Vorwählers vorbeigeführt werden müssen, Mindestabstand von 50 mm zwischen Anschlussleitungen und Oberfläche des Ölgefäßes/Vorwählers einhalten.

Die Anschlusskontakte des Laststufenschalters sind nach dem Anschlussschaltbild bezeichnet. Die Anschlusskontakte sind mit vertikalen Durchgangsbohrungen versehen (11 mm Durchmesser für M10-Schrauben, siehe Anhang [▶Abschnitt 9.4, Seite 142]).

5.3.3 Übersetzungsmessung vor der Trocknung durchführen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Schäden am Laststufenschalter durch unsachgemäße Durchführung der Übersetzungsmessung.

- ► Laststufenschalter maximal 250 Mal schalten. Bei mehr als 250 Schaltungen Ölgefäß vollständig mit Isolierflüssigkeit füllen und die Laufflächen der Kontakte am Wähler und das Wählergetriebe mit Isolierflüssigkeit schmieren.
- ► Laststufenschalter ausschließlich über die obere Getriebestufe von einer Betriebsstellung in die nächste schalten. Hierzu z. B. ein kurzes Rohr (Durchmesser 25 mm) mit eingeschraubtem Kupplungsbolzen (Durchmesser 12 mm) und Handrad oder Kurbel verwenden. Bei Verwendung einer Bohrmaschine maximale Drehzahl von 250 U/min nicht überschreiten.
- ► Die erreichte Betriebsstellung stets durch das Schauglas im Laststufenschalterkopfdeckel überprüfen. Die Endstellungen, die aus dem mitgelieferten Anschlussschaltbild zu entnehmen sind, auf keinen Fall überfahren.
- ► Bei mehrsäuligen Anwendungen mit gemeinsamen Antrieb alle Laststufenschalterköpfe durch die waagerechten Antriebswellenteile miteinander verbinden.

Bei Betätigung des Vorwählers ist ein erhöhtes Drehmoment nötig.

1. Laststufenschalter in die gewünschte Betriebsstellung schalten. Das Umschalten des Lastumschalters ist gut hörbar.
2. **ACHTUNG!** Ein unvollständig beendeter Schaltvorgang kann zu Schäden am Laststufenschalter führen. Nach dem Umschalten des Lastumschalters 2,5 Umdrehungen an der Antriebswelle der oberen Getriebestufe in dieselbe Richtung weiter kurbeln, um den Schaltvorgang korrekt zu beenden.
3. Übersetzungsmessung durchführen.
4. Übersetzungsmessung in allen Betriebsstellungen wiederholen.
5. Laststufenschalter in Justierstellung schalten (siehe mitgeliefertes Anschlussschaltbild des Laststufenschalters).

Öffnen Sie nach der Übersetzungsmessung die Kerosinablassschraube im Ölgefäß, wenn der Laststufenschalter mit Kerosin im Transformatorkessel getrocknet werden soll. Nach der Trocknung muss der Lastumschaltereinsatz ausgebaut, die Kerosinablassschraube im Ölgefäß geschlossen und der Lastumschaltereinsatz wieder eingebaut werden.

5.3.4 Gleichstromwiderstandsmessung am Transformator durchführen

Der Messgleichstrom wird normalerweise auf 10 % des Bemessungsstromes der gemessenen Transformatorwicklung begrenzt, um eine übermäßige Erwärmung der Wicklung zu vermeiden.

Führen Sie die Gleichstromwiderstandsmessung in den verschiedenen Betriebsstellungen des Laststufenschalters durch. Hierbei müssen Sie unterscheiden, ob der Messstrom während des Wechsels der Betriebsstellung unterbrochen wird oder nicht.

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 11: Maximal zulässige Messströme bei Gleichstromwiderstandsmessung am Transformator

5.3.5 Laststufenschalter im Trocknungsofen trocknen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Feuchtigkeit im Ölgefäß verringert die Durchschlagfestigkeit der Isolierflüssigkeit und führt so zu Schäden am Laststufenschalter.

► Ölgefäß nach der Trocknung innerhalb von 10 Stunden mit dem Laststufenschalterkopfdeckel verschließen.

Trocknen Sie den Laststufenschalter nach folgenden Vorschriften, um die von MR zugesicherten dielektrischen Werte des Laststufenschalters zu gewährleisten.

Bei einer Trocknung im Trocknungsofen sind folgende Arten möglich:

- Vakuumtrocknung
- Kerosintrocknung

Alternativ zur Trocknung im Trocknungsofen können Sie den Laststufenschalter auch im Transformatorkessel trocknen.

5.3.5.1 Vakuumtrocknung im Trocknungsofen

Bevor Sie mit der Vakuumtrocknung im Trocknungsofen beginnen, müssen Sie den Laststufenschalterkopfdeckel und das Laststufenschalterzubehör abbauen:

1. **ACHTUNG!** Laststufenschalterkopfdeckel entfernen (24 Schrauben M10/ Schlüsselweite 17 mit Sicherungselementen) und außerhalb des Trocknungsofens aufbewahren. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalterkopfdeckel kommen.
2. **ACHTUNG!** Laststufenschalterzubehör abbauen und außerhalb des Trocknungsofens aufbewahren: Motorantrieb, Antriebswelle, Schutzrelais, Winkelgetriebe, Temperaturfühler. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalterzubehör kommen.

Vakuumtrocknung im Trocknungsofen

1. Laststufenschalter in Luft bei Atmosphärendruck mit einer Temperatursteigerung von ca. 10 °C/Std. auf eine Endtemperatur von höchstens 110 °C aufheizen.
2. Laststufenschalter in Umwälzluft bei höchstens 110 °C für die Dauer von mindestens 20 Stunden vortrocknen.
3. Laststufenschalter bei 105 °C bis maximal 125 °C für die Trocknungsdauer von mindestens 50 Stunden vakuumtrocknen.
4. Restdruck höchstens 10^{-3} bar.

5.3.5.2 Kerosintrocknung im Trocknungsofen

Bei der Kerosintrocknung im Trocknungsofen müssen Sie vor dem Trocknen die Kerosinablassschraube im Ölgefäßboden öffnen, damit das Kerosinkondensat aus dem Ölgefäß ablaufen kann.

1. Kerosinablassschraube im Boden des Ölgefäßes gegen den Uhrzeigersinn herausdrehen. Die Kerosinablassschraube kann dabei nicht komplett herausgedreht werden.

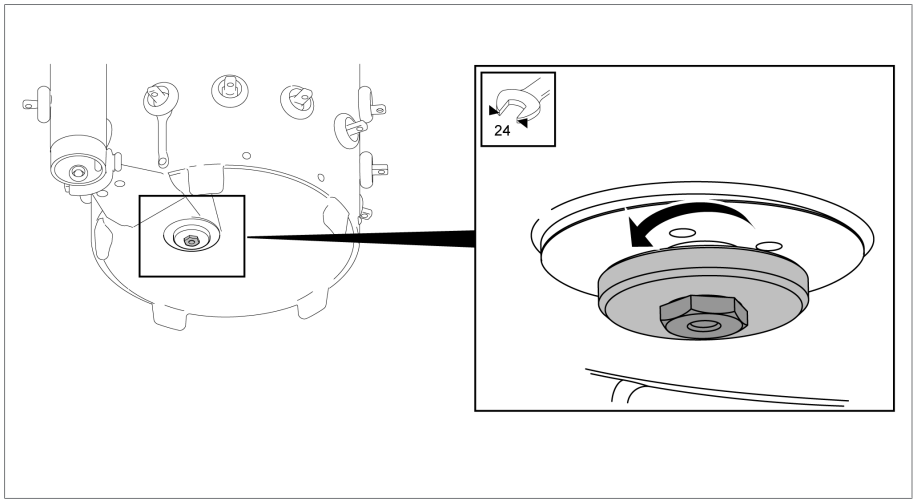


Abbildung 28: Kerosinablassschraube

2. **ACHTUNG!** Laststufenschalterkopfdeckel entfernen (24 Schrauben M10/ Schlüsselweite 17 mit Sperrkantscheiben) und außerhalb des Trocknungsofens aufbewahren. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalterkopfdeckel kommen.
3. **ACHTUNG!** Laststufenschalterzubehör abbauen und außerhalb des Trocknungsofens aufbewahren: Motorantrieb, Antriebswelle, Schutzrelais, Winkelgetriebe, Temperaturfühler. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalterzubehör kommen.

Kerosintrocknung im Trocknungsofen

1. Kerosindampf bei einer Temperatur von ca. 90 °C zuführen. Temperatur über 3…4 Stunden konstant halten.
2. Kerosindampftemperatur um ca. 10 °C/Std. auf die gewünschte Endtemperatur von maximal 125 °C am Laststufenschalter steigern.
3. Laststufenschalter bei 105 °C bis maximal 125 °C für die Trocknungsdauer von mindestens 50 Stunden vakuumtrocknen.
4. Restdruck höchstens 10^{-3} bar.

► **ACHTUNG!** Kerosinablassschraube im Uhrzeigersinn schließen (Anziehmoment 39 Nm). Eine offene Kerosinablassschraube führt zu Ölaustritt aus dem Ölgefäß und somit zu Schäden an Laststufenschalter und Transformator.

5.3.6 Laststufenschalter im Transformatorkessel trocknen

Trocknen Sie den Laststufenschalter nach folgenden Vorschriften, um die von MR zugesicherten dielektrischen Werte des Laststufenschalters zu gewährleisten.

Wenn Sie den Laststufenschalter im Transformatorkessel trocknen möchten, komplettieren Sie erst den Zusammenbau des Transformators und führen dann die Trocknung durch.

Bei einer Trocknung im Transformatorkessel sind folgende Arten möglich:

- Vakuumtrocknung
- Kerosintrocknung

Alternativ zur Trocknung im Transformatorkessel können Sie den Laststufenschalter auch im Trocknungsofen trocknen.

5.3.6.1 Vakuumtrocknung im Transformatorkessel

Der Laststufenschalterkopfdeckel bleibt während des gesamten Trocknungsvorganges geschlossen.

1. Verbindungsleitung am Laststufenschalterkopf wahlweise zwischen den Anschlüssen E2 und Q oder E2 und R herstellen.
2. Nicht verwendete Rohrleitungsanschlüsse und Rohrleitungsbögen mit geeignetem Blinddeckel verschließen.

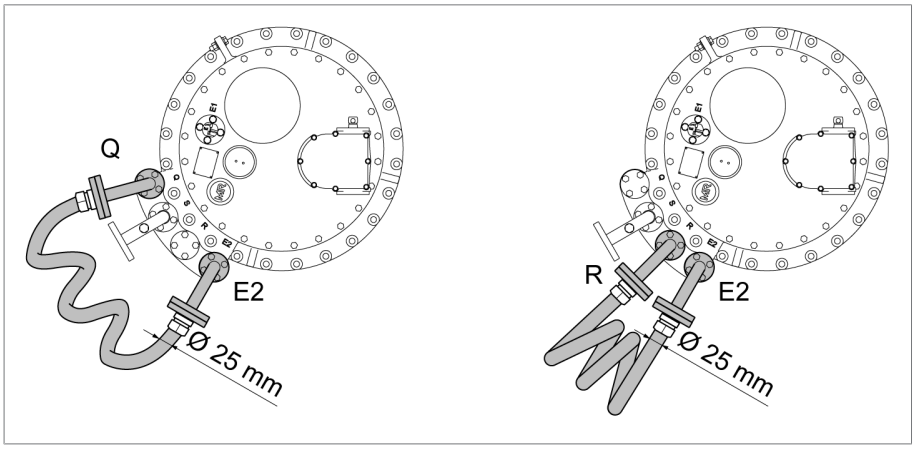


Abbildung 29: Verbindungsleitung

Vakuumtrocknung im Transformatorkessel

1. Laststufenschalter in Luft bei Atmosphärendruck mit einer Temperatursteigerung von ca. 10 °C/Std. auf eine Endtemperatur von höchstens 110 °C aufheizen.
2. Laststufenschalter in Umwälzluft bei höchstens 110 °C für die Dauer von mindestens 20 Stunden vortrocknen.

3. Laststufenschalter bei 105 °C bis maximal 125 °C für die Trocknungsdauer von mindestens 50 Stunden vakuumtrocknen.
4. Restdruck höchstens 10^{-3} bar.

5.3.6.2 Kerosintrocknung im Transformatorkessel

Falls Sie die Kerosinablassschraube schon im Vorfeld (z. B. nach der Übersetzungsmessung) geöffnet haben, können Sie direkt mit der Trocknung beginnen.

Ansonsten müssen Sie erst die Kerosinablassschraube öffnen, bevor Sie mit der Trocknung beginnen.

1. Laststufenschaltereinsatz ausbauen. Entsprechende Unterlagen für den Ausbau bei der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH anfordern.
2. Kerosinablassschraube im Boden des Ölgefäßes im Uhrzeigersinn herausdrehen. Die Kerosinablassschraube kann dabei nicht komplett herausgedreht werden.

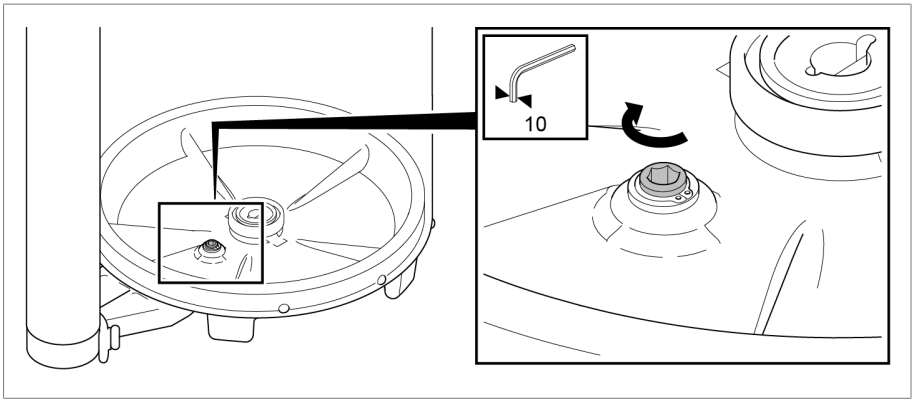


Abbildung 30: Kerosinablassschraube

3. Laststufenschaltereinsatz einsetzen. Entsprechende Unterlagen für den Einbau bei der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH anfordern.
4. Rohrleitungsanschlüsse R und Q des Laststufenschalterkopfes mit einer gemeinsamen Leitung an die Kerosindampfleitung anschließen.

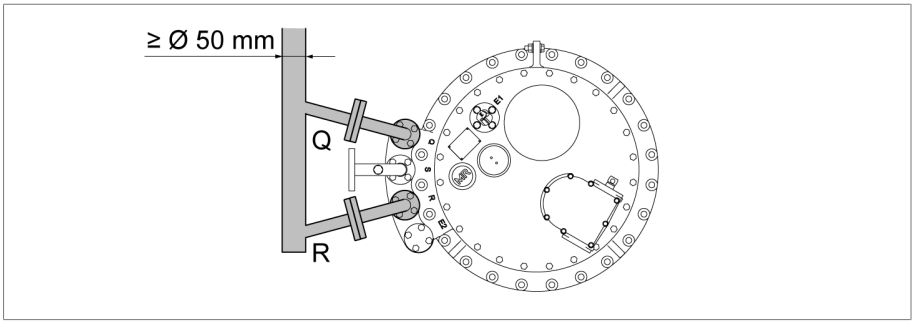


Abbildung 31: Kerosindampfleitung

5. Nicht verwendete Rohrleitungsanschlüsse und Rohrleitungsbögen mit geeignetem Blinddeckel verschließen.

Kerosintrocknung im Transformatorkessel

1. Kerosindampf bei einer Temperatur von ca. 90 °C zuführen. Temperatur über 3…4 Stunden konstant halten.
2. Kerosindampftemperatur um ca. 10 °C/Std. auf die gewünschte Endtemperatur von maximal 125 °C am Laststufenschalter steigern.
3. Laststufenschalter bei 105 °C bis maximal 125 °C für die Trocknungsdauer von mindestens 50 Stunden vakuumtrocknen.
4. Restdruck höchstens 10^{-3} bar.

Nach der Trocknung gehen Sie wie folgt vor, um die Kerosinablassschraube wieder zu schließen:

1. Laststufenschaltereinsatz ausbauen.
2. ***ACHTUNG!*** Eine offene Kerosinablassschraube führt zu Ölaustritt aus dem Ölgefäß und somit zu Schäden am Laststufenschalter. Kerosinablassschraube gegen den Uhrzeigersinn schließen (Anziehmoment 39 Nm).
3. Laststufenschaltereinsatz einsetzen.

5.3.7 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Ungeeignete Isolierflüssigkeiten führen zu Schäden am Laststufenschalter!

► Isolierflüssigkeiten verwenden, die die Anforderungen nach IEC 60296 erfüllen.

► Sofern durch den Transformatorhersteller freigegeben, können Sie von der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH zugelassenen synthetischen Ester nach IEC 61099 verwenden.

Füllen Sie nach der Trocknung das Ölgefäß (Lastumschaltereinsatz eingebaut) möglichst zeitnah wieder vollständig mit Öl, damit nicht unzulässig viel Feuchtigkeit aus der Umgebung aufgenommen wird.

1. 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.

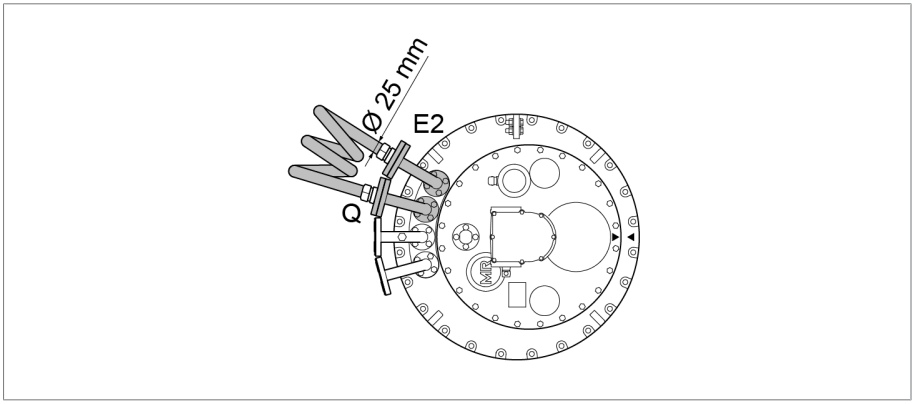


Abbildung 32: Verbindungsleitung zwischen E2 und Q

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

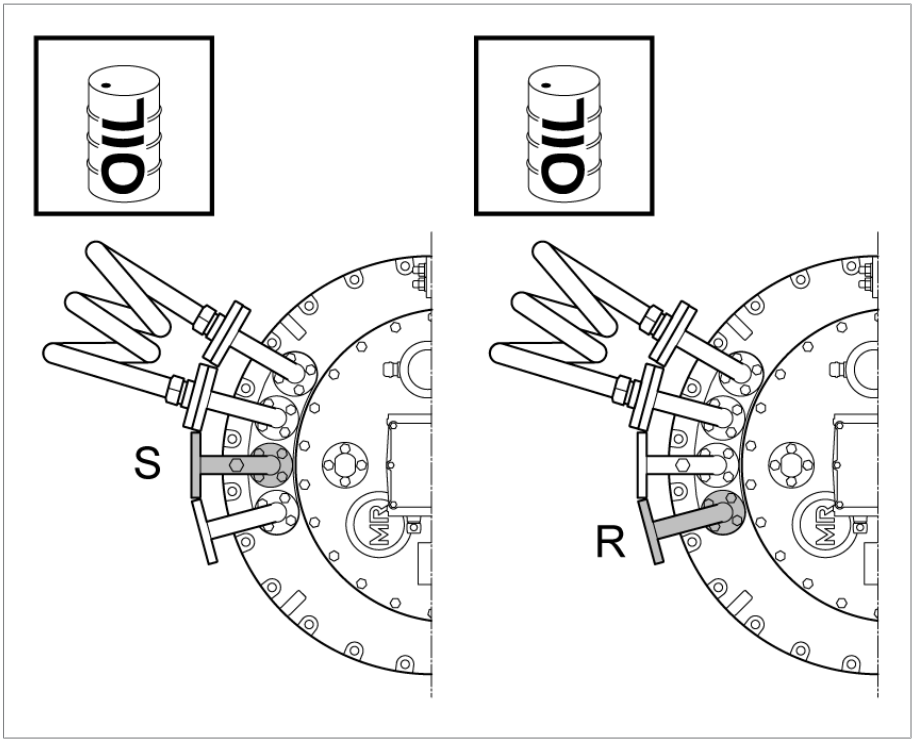


Abbildung 33: Rohrleitungsanschluss S und R

5.3.8 Übersetzungsmessung nach der Trocknung durchführen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Schäden am Laststufenschalter durch unsachgemäße Durchführung der Übersetzungsmessung.

- ► Sicherstellen, dass der Wähler/Umsteller vollständig in der Isolierflüssigkeit eingetaucht und das Ölgefäß des Laststufenschalters vollständig mit Isolierflüssigkeit gefüllt ist.
- ► Laststufenschalter ausschließlich über die obere Getriebestufe von einer Betriebsstellung in die nächste schalten. Hierzu z. B. ein kurzes Rohr (Durchmesser 25 mm) mit eingeschraubtem Kupplungsbolzen (Durchmesser 12 mm) und Handrad oder Kurbel verwenden. Bei Verwendung einer Bohrmaschine maximale Drehzahl von 250 U/min nicht überschreiten.
- ► Die erreichte Betriebsstellung stets durch das Schauglas im Laststufenschalterkopfdeckel überprüfen. Die Endstellungen, die aus dem mitgelieferten Anschlussschaltbild zu entnehmen sind, auf keinen Fall überfahren.
- ► Bei mehrsäuligen Anwendungen mit gemeinsamen Antrieb alle Laststufenschalterköpfe durch das waagerechte Antriebswellenteil miteinander verbinden.

Bei Betätigung des Vorwählers ist ein erhöhtes Drehmoment nötig.

1. Laststufenschalter in die gewünschte Betriebsstellung schalten. Das Umschalten des Lastumschalters ist gut hörbar.
2. **ACHTUNG!** Ein unvollständig beendeter Schaltvorgang kann zu Schäden am Laststufenschalter führen. Nach dem Umschalten des Lastumschalters 2,5 Umdrehungen an der Antriebswelle der oberen Getriebestufe in dieselbe Richtung weiter kurbeln, um den Schaltvorgang korrekt zu beenden.
3. Übersetzungsmessung durchführen.
4. Übersetzungsmessung in allen Betriebsstellungen wiederholen.
5. Laststufenschalter in Justierstellung schalten (siehe mitgeliefertes Anschlussschaltbild des Laststufenschalters).

5.4 Laststufenschalter in Transformator einbauen (Glockenkesselausführung)

5.4.1 Laststufenschalter in Tragkonstruktion einhängen

1. Rot eingefärbtes Verpackungsmaterial und Transportmaterial vom Laststufenschalter entfernen.

2. **ACHTUNG!** Zugkräfte können zu Schäden und Fehlfunktionen am Laststufenschalter führen. Laststufenschalter unter Verwendung von Distanzstücken senkrecht (maximal 1° Abweichung von der Senkrechten) in die Tragkonstruktion einhängen, so dass der Laststufenschalter bereits die endgültige Einbauhöhe einnimmt und nach Aufsetzen des Glockenkessels nur um maximal 5...20 mm angehoben werden muss.

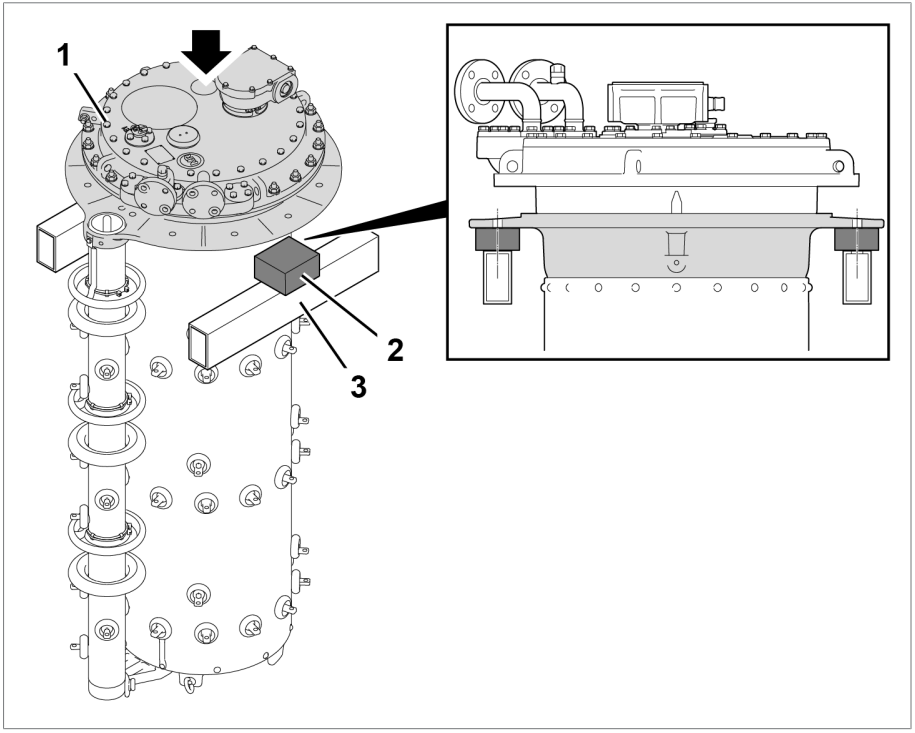


Abbildung 34: Tragkonstruktion

3. Laststufenschalter temporär an der Tragkonstruktion befestigen. Der Stützflansch ist hierzu mit Bohrungen versehen.

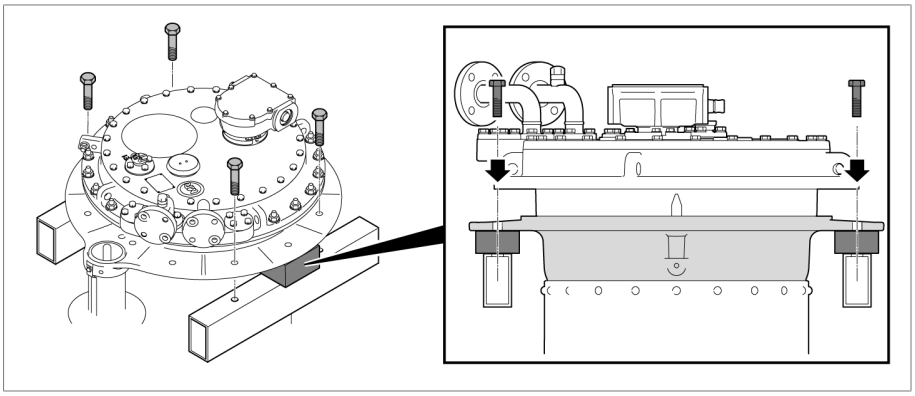


Abbildung 35: Temporäre Befestigung

5.4.2 Regelwicklung und Laststufenschalterableitung anschließen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Anschlussleitungen, die den Laststufenschalter mechanisch belasten, führen zu Schäden am Laststufenschalter!

- ► Anschlüsse sorgfältig herstellen und sichern.
- ► Anschlusskontakte nicht verdrehen.
- ► Anschlussleitungen verspannungsfrei anschließen.
- ► Anschlussleitungen gegebenenfalls mit einem Dehnungsbogen ausführen.

1. Stufenwicklung und Laststufenschalterableitung nach dem der Lieferung beigefügten Anschlussschaltbild anschließen.
2. Sofern Anschlussleitungen an der freien Oberfläche des Ölgefäßes/Vorwählers vorbeigeführt werden müssen, Mindestabstand von 50 mm zwischen Anschlussleitungen und Oberfläche des Ölgefäßes/Vorwählers einhalten.

Die Anschlusskontakte des Laststufenschalters sind nach dem Anschlussschaltbild bezeichnet. Die Anschlusskontakte sind mit vertikalen Durchgangsbohrungen versehen (11 mm Durchmesser für M10-Schrauben, siehe Anhang [► Abschnitt 9.4, Seite 142]).

5.4.3 Übersetzungsmessung vor der Trocknung durchführen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Schäden am Laststufenschalter durch unsachgemäße Durchführung der Übersetzungsmessung.

- ► Laststufenschalter maximal 250 Mal schalten. Bei mehr als 250 Schaltungen Ölgefäß vollständig mit Isolierflüssigkeit füllen und die Laufflächen der Kontakte am Wähler und das Wählergetriebe mit Isolierflüssigkeit schmieren.
- ► Laststufenschalter ausschließlich über die obere Getriebestufe von einer Betriebsstellung in die nächste schalten. Hierzu z. B. ein kurzes Rohr (Durchmesser 25 mm) mit eingeschraubtem Kupplungsbolzen (Durchmesser 12 mm) und Handrad oder Kurbel verwenden. Bei Verwendung einer Bohrmaschine maximale Drehzahl von 250 U/min nicht überschreiten.
- ► Die erreichte Betriebsstellung stets durch das Schauglas im Laststufenschalterkopfdeckel überprüfen. Die Endstellungen, die aus dem mitgelieferten Anschlussschaltbild zu entnehmen sind, auf keinen Fall überfahren.
- ► Bei mehrsäuligen Anwendungen mit gemeinsamen Antrieb alle Laststufenschalterköpfe durch die waagerechten Antriebswellenteile miteinander verbinden.

Bei Betätigung des Vorwählers ist ein erhöhtes Drehmoment nötig.

1. Laststufenschalter in die gewünschte Betriebsstellung schalten. Das Umschalten des Lastumschalters ist gut hörbar.
2. **ACHTUNG!** Ein unvollständig beendeter Schaltvorgang kann zu Schäden am Laststufenschalter führen. Nach dem Umschalten des Lastumschalters 2,5 Umdrehungen an der Antriebswelle der oberen Getriebestufe in dieselbe Richtung weiter kurbeln, um den Schaltvorgang korrekt zu beenden.
3. Übersetzungsmessung durchführen.
4. Übersetzungsmessung in allen Betriebsstellungen wiederholen.
5. Laststufenschalter in Justierstellung schalten (siehe mitgeliefertes Anschlussschaltbild des Laststufenschalters).

Öffnen Sie nach der Übersetzungsmessung die Kerosinablassschraube im Ölgefäß, wenn der Laststufenschalter mit Kerosin im Transformatorkessel getrocknet werden soll. Nach der Trocknung muss der Lastumschaltereinsatz ausgebaut, die Kerosinablassschraube im Ölgefäß geschlossen und der Lastumschaltereinsatz wieder eingebaut werden.

5.4.4 Gleichstromwiderstandsmessung am Transformator durchführen

Der Messgleichstrom wird normalerweise auf 10 % des Bemessungsstromes der gemessenen Transformatorwicklung begrenzt, um eine übermäßige Erwärmung der Wicklung zu vermeiden.

Führen Sie die Gleichstromwiderstandsmessung in den verschiedenen Betriebsstellungen des Laststufenschalters durch. Hierbei müssen Sie unterscheiden, ob der Messstrom während des Wechsels der Betriebsstellung unterbrochen wird oder nicht.

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 12: Maximal zulässige Messströme bei Gleichstromwiderstandsmessung am Transformator

5.4.5 Laststufenschalter im Trocknungsofen trocknen

ACHTUNG **Schäden am Laststufenschalter!**

Feuchtigkeit im Ölgefäß verringert die Durchschlagfestigkeit der Isolierflüssigkeit und führt so zu Schäden am Laststufenschalter.

► Ölgefäß nach der Trocknung innerhalb von 10 Stunden mit dem Laststufenschalterkopfdeckel verschließen.

Trocknen Sie den Laststufenschalter nach folgenden Vorschriften, um die von MR zugesicherten dielektrischen Werte des Laststufenschalters zu gewährleisten.

Bei einer Trocknung im Trocknungsofen sind folgende Arten möglich:

- Vakuumtrocknung
- Kerosintrocknung

Alternativ zur Trocknung im Trocknungsofen können Sie den Laststufenschalter auch im Transformatorkessel trocknen.

5.4.5.1 Vakuumtrocknung im Trocknungsofen

Bevor Sie mit der Vakuumtrocknung im Trocknungsofen beginnen, müssen Sie den Laststufenschalterkopfdeckel und das Laststufenschalterzubehör abbauen:

1. **ACHTUNG!** Laststufenschalterkopfdeckel entfernen (24 Schrauben M10/ Schlüsselweite 17 mit Sicherungselementen) und außerhalb des Trocknungsofens aufbewahren. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalterkopfdeckel kommen.
2. **ACHTUNG!** Laststufenschalterzubehör abbauen und außerhalb des Trocknungsofens aufbewahren: Motorantrieb, Antriebswelle, Schutzrelais, Winkelgetriebe, Temperaturfühler. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalterzubehör kommen.

Vakuumtrocknung im Trocknungsofen

1. Laststufenschalter in Luft bei Atmosphärendruck mit einer Temperatursteigerung von ca. 10 °C/Std. auf eine Endtemperatur von höchstens 110 °C aufheizen.
2. Laststufenschalter in Umwälzluft bei höchstens 110 °C für die Dauer von mindestens 20 Stunden vortrocknen.
3. Laststufenschalter bei 105 °C bis maximal 125 °C für die Trocknungsdauer von mindestens 50 Stunden vakuumtrocknen.
4. Restdruck höchstens 10^{-3} bar.

5.4.5.2 Kerosintrocknung im Trocknungsofen

Bei der Kerosintrocknung im Trocknungsofen müssen Sie vor dem Trocknen die Kerosinablassschraube im Ölgefäßboden öffnen, damit das Kerosinkondensat aus dem Ölgefäß ablaufen kann.

1. Kerosinablassschraube im Boden des Ölgefäßes gegen den Uhrzeigersinn herausdrehen. Die Kerosinablassschraube kann dabei nicht komplett herausgedreht werden.

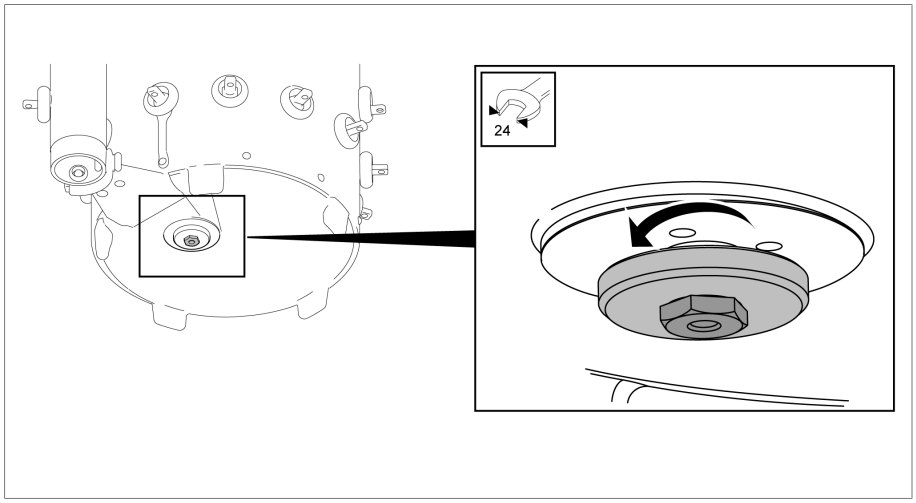


Abbildung 36: Kerosinablassschraube

2. **ACHTUNG!** Laststufenschalterkopfdeckel entfernen (24 Schrauben M10/ Schlüsselweite 17 mit Sperrkantscheiben) und außerhalb des Trocknungsofens aufbewahren. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalterkopfdeckel kommen.
3. **ACHTUNG!** Laststufenschalterzubehör abbauen und außerhalb des Trocknungsofens aufbewahren: Motorantrieb, Antriebswelle, Schutzrelais, Winkelgetriebe, Temperaturfühler. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalterzubehör kommen.

Kerosintrocknung im Trocknungsofen

1. Kerosindampf bei einer Temperatur von ca. 90 °C zuführen. Temperatur über 3…4 Stunden konstant halten.
2. Kerosindampftemperatur um ca. 10 °C/Std. auf die gewünschte Endtemperatur von maximal 125 °C am Laststufenschalter steigern.
3. Laststufenschalter bei 105 °C bis maximal 125 °C für die Trocknungsdauer von mindestens 50 Stunden vakuumtrocknen.
4. Restdruck höchstens 10^{-3} bar.

► **ACHTUNG!** Kerosinablassschraube im Uhrzeigersinn schließen (Anziehmoment 39 Nm). Eine offene Kerosinablassschraube führt zu Ölaustritt aus dem Ölgefäß und somit zu Schäden an Laststufenschalter und Transformator.

5.4.6 Oberteil des Laststufenschalterkopfes vom Stützflansch (Unterteil) abheben

⚠ 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 am Laststufenschalter!

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

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

1. Sicherstellen, dass der Laststufenschalter in der Justierstellung steht. Die Justierstellung ist im mitgelieferten Anschlussschaltbild des Laststufenschalters angegeben.
2. Sicherstellen, dass das Schauglas mit dem Deckel verschlossen ist.
3. Temporäre Befestigung und Distanzstücke entfernen und Laststufenschalter langsam absenken.

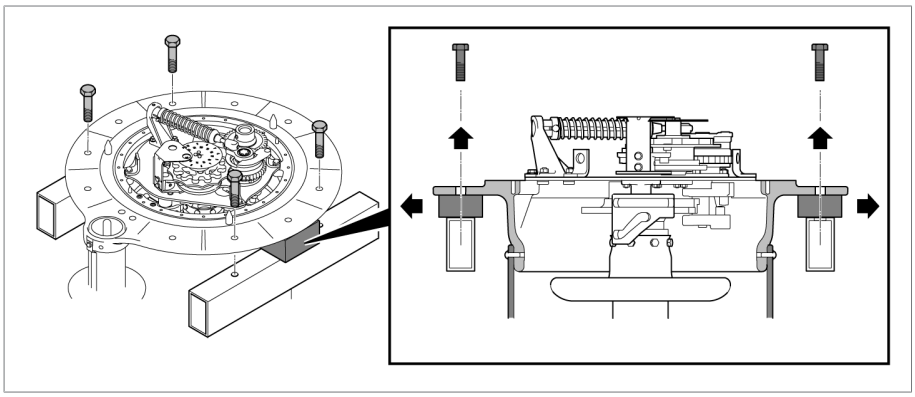


Abbildung 37: Temporäre Befestigung

4. Schrauben und Sperrkantringe am Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

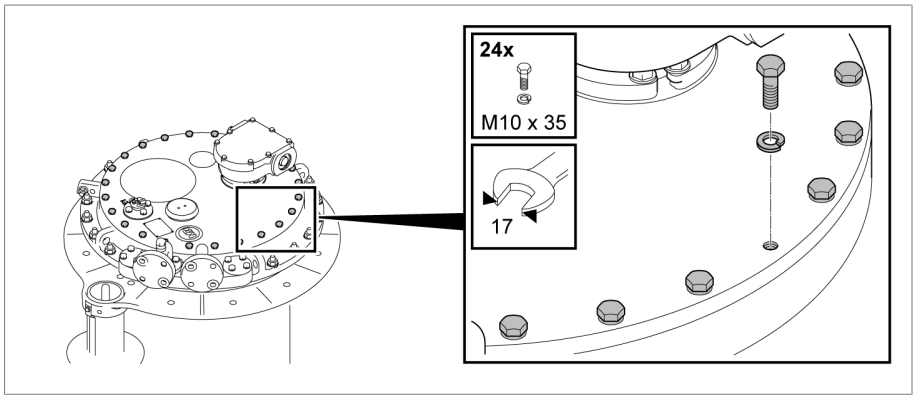


Abbildung 38: Laststufenschalterkopfdeckel

5. Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

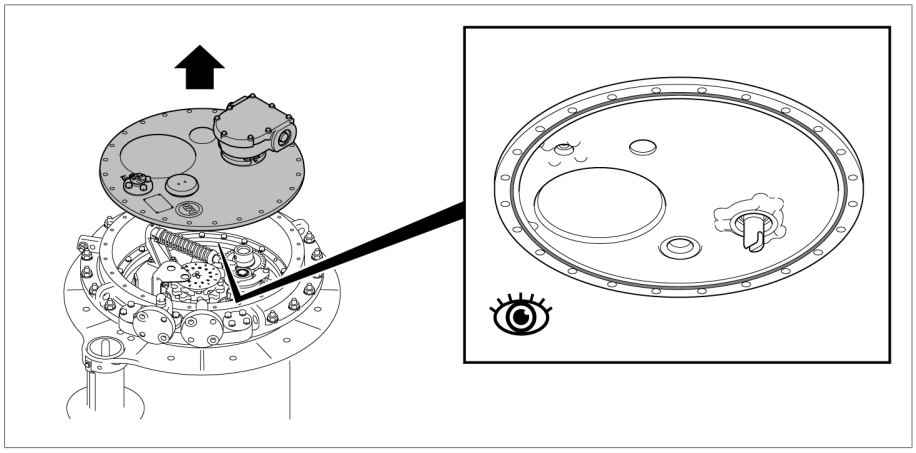


Abbildung 39: Laststufenschalterkopfdeckel

6. Bei Ausführung mit Ölsaugleitung, Verschraubung der Ölsaugleitung R3/4“ lösen. Auf Dichtung achten.

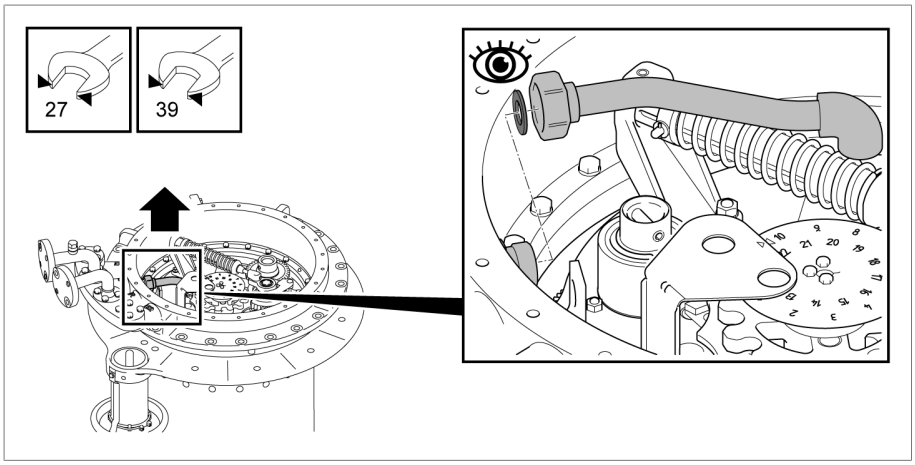


Abbildung 40: Ölsaugleitung

7. Schrauben und Sperrkantringe zwischen Oberteil des Laststufenschalterkopfes und Stützflansch entfernen.

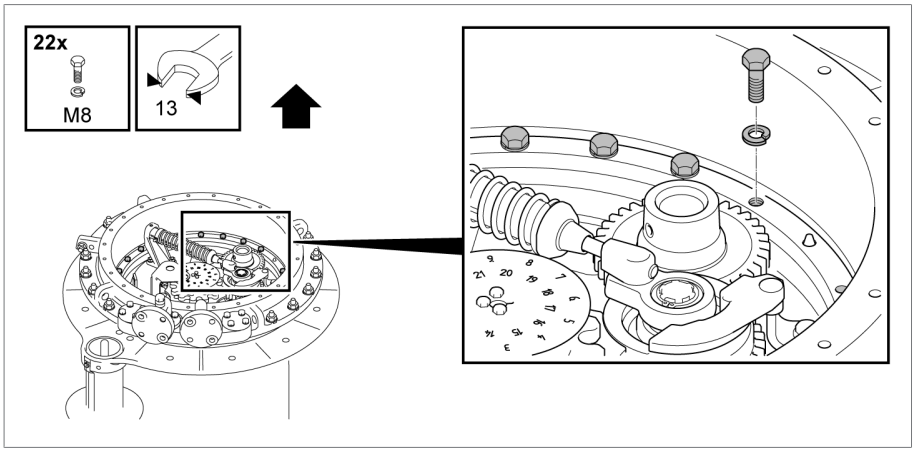


Abbildung 41: Laststufenschalterkopf

8. Oberteil des Laststufenschalterkopfes vom Stützflansch abheben.

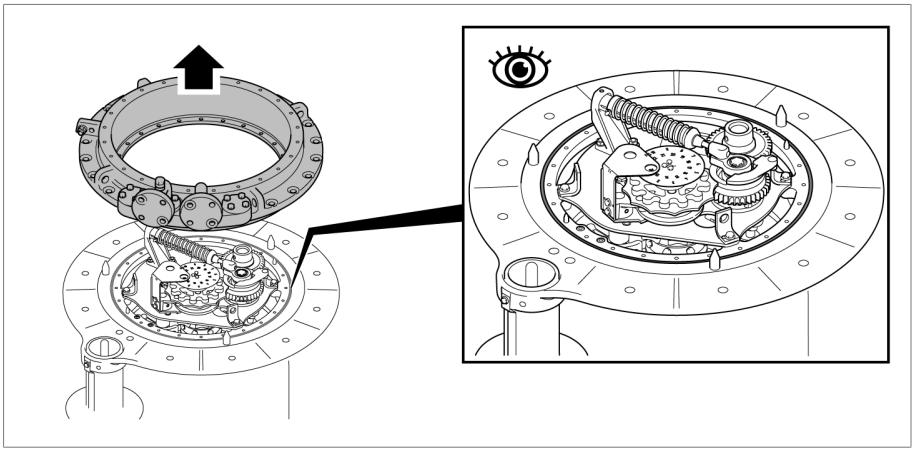


Abbildung 42: Oberteil des Laststufenschalterkopfes

5.4.7 Glockenkessel aufsetzen und Laststufenschalter mit Oberteil des Laststufenschalterkopfes verbinden

5.4.7.1 Glockenkessel aufsetzen

1. Dichtungsfläche des Stützflansches säubern, O-Ring auf Stützflansch legen.

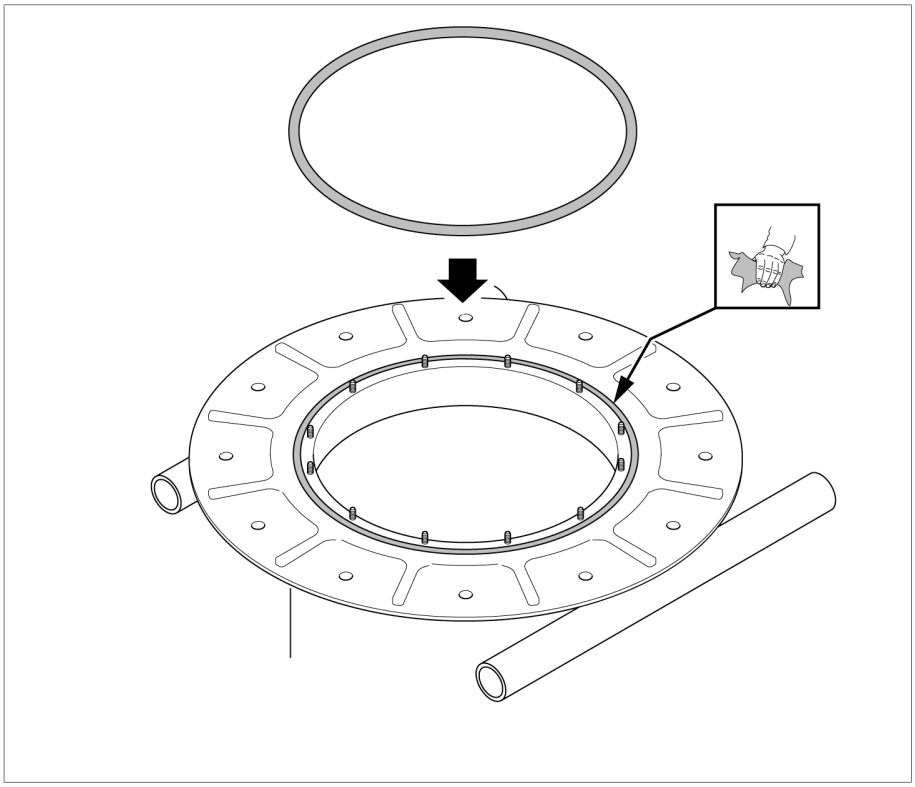


Abbildung 43: Stützflansch mit O-Ring

2. Glockenkessel über Aktivteil des Transformators heben.

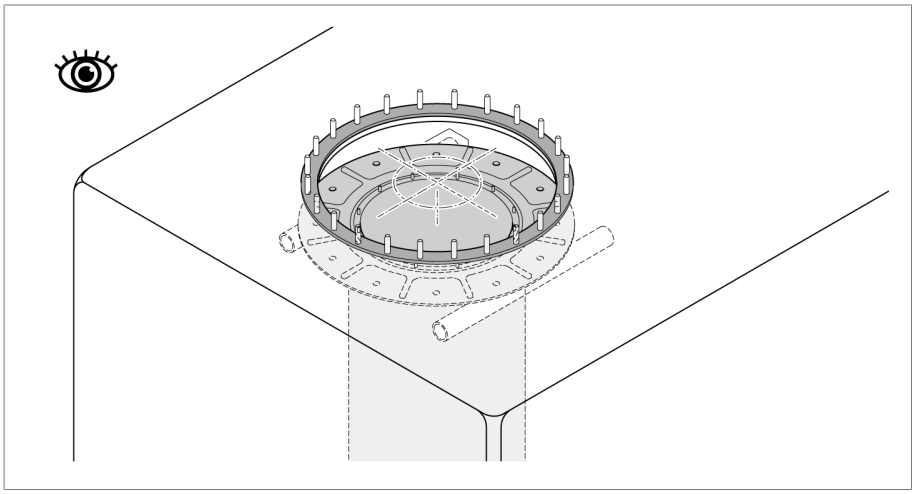


Abbildung 44: Glockenkessel

5.4.7.2 Oberteil des Laststufenschalterkopfes auf Glockenkessel positionieren

1. Dichtungsflächen an Aufbauflansch und Laststufenschalterkopf säubern, ölbeständige Dichtung auf Aufbauflansch legen.

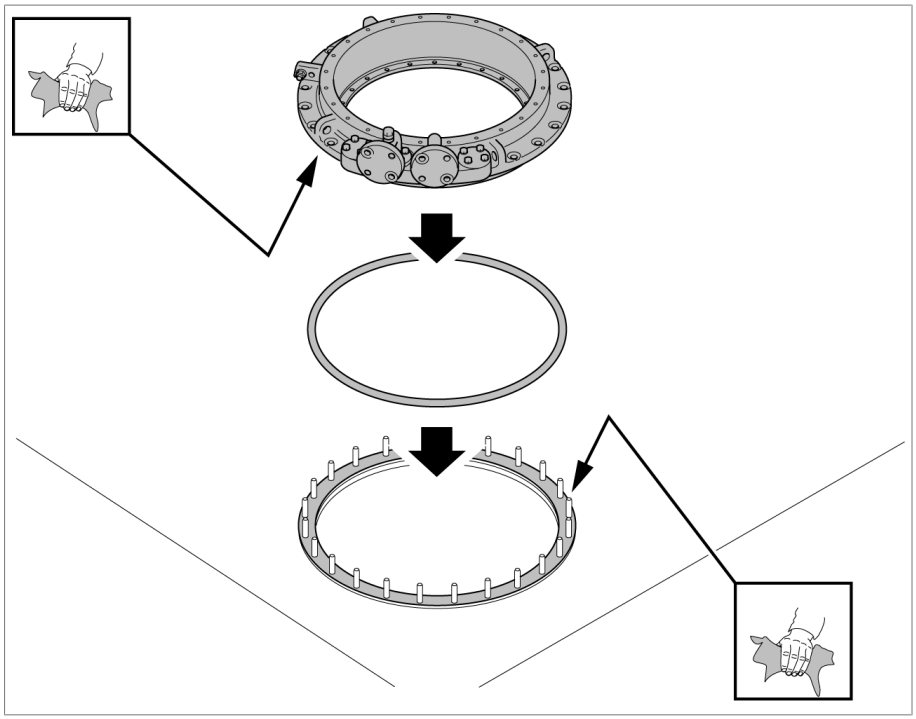


Abbildung 45: Aufbauflansch und Laststufenschalterkopf

2. Oberteil des Laststufenschalterkopfes auf Aufbauflansch positionieren.

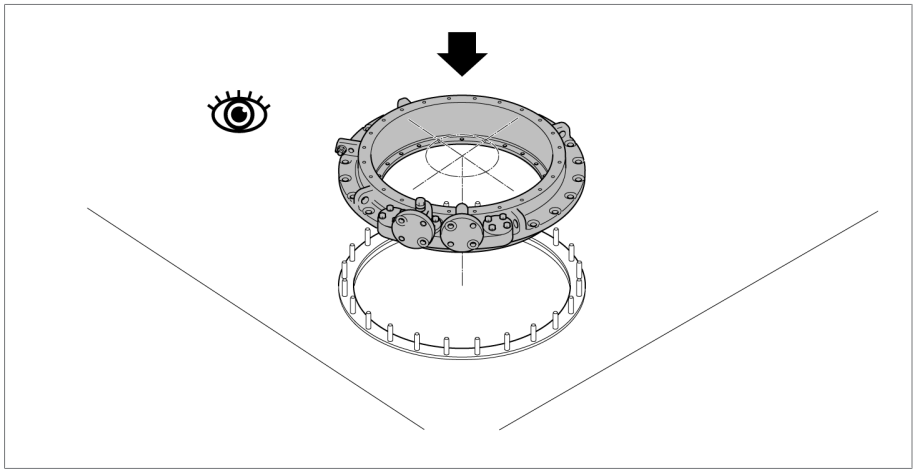


Abbildung 46: Laststufenschalterkopf

Bei Ausführung ohne Ölsaugleitung ist der Laststufenschalterkopf zum Stützflansch in 15°-Schritten verdrehbar. Bei Ausführung mit Ölsaugleitung ist die Verdrehung in 15°-Schritten nicht möglich.

Beachten Sie beim Positionieren des Laststufenschalterkopfes jedoch, dass die Schaltüberwachung den Schwenkbereich der oberen Getriebestufe einschränkt.

5.4.7.3 Laststufenschalter mit Oberteil des Laststufenschalterkopfes verbinden

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Ein fehlender oder beschädigter O-Ring sowie nicht saubere Dichtflächen führen zu Austritt von Isolierflüssigkeit und so zu Schäden am Laststufenschalter.

- ► Sicherstellen, dass der O-Ring im Laststufenschalterkopfdeckel unverdrillt eingelegt ist.
- ► Sicherstellen, dass der O-Ring während der Montage des Deckels nicht beschädigt wird.
- ► Sicherstellen, dass die Dichtflächen am Laststufenschalterkopfdeckel und Laststufenschalterkopf sauber sind.

1. **ACHTUNG!** Schäden am Laststufenschalter durch unsachgemäßes Anheben des Laststufenschalters. 4 gleichlange Seile (Mindestlänge 1 m) an den dafür vorgesehenen Anschlagpunkten befestigen und Laststufenschalter langsam von unten gegen den Laststufenschalterkopf heben. Laststufenschalter keinesfalls an den Befestigungsschrauben nach oben ziehen. Sicherstellen, dass alle Stehbolzen des Stützflansches leicht durch die Befestigungsbohrungen des Laststufenschalterkopfes gehen.

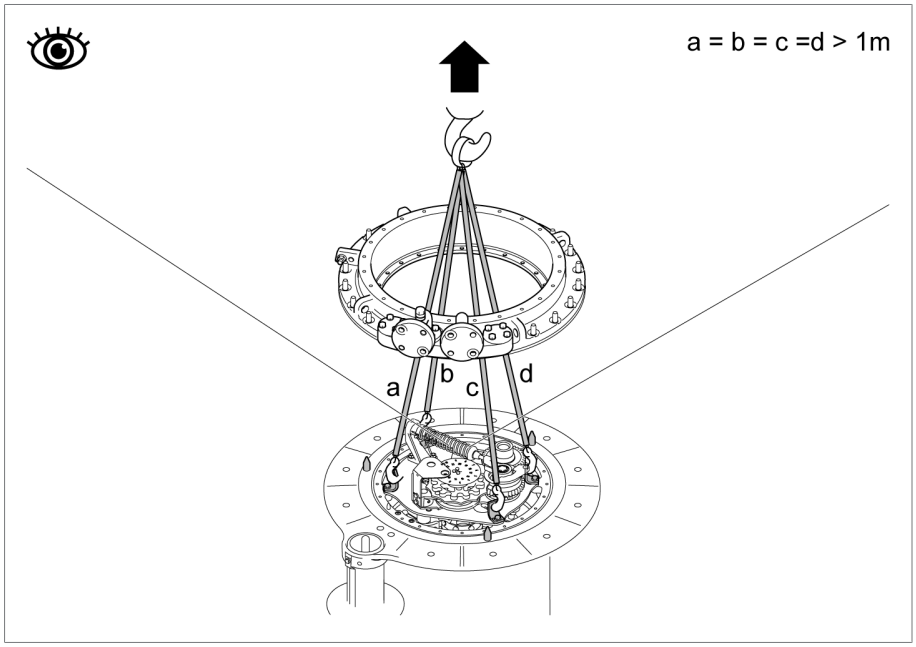


Abbildung 47: Laststufenschalter

2. Oberteil und Unterteil des Laststufenschalterkopfes verschrauben.

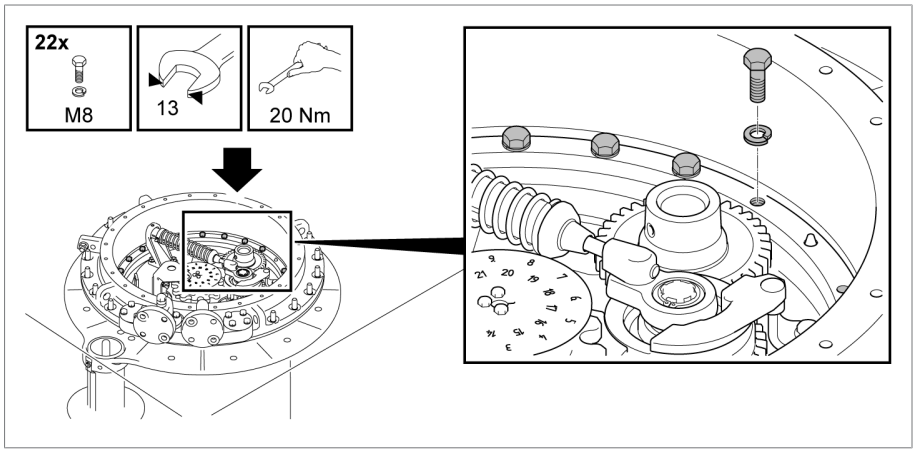


Abbildung 48: Laststufenschalterkopf

3. Bei Ausführung mit Ölsaugleitung, Verschraubung der Ölsaugleitung verbinden. Auf Dichtung achten.

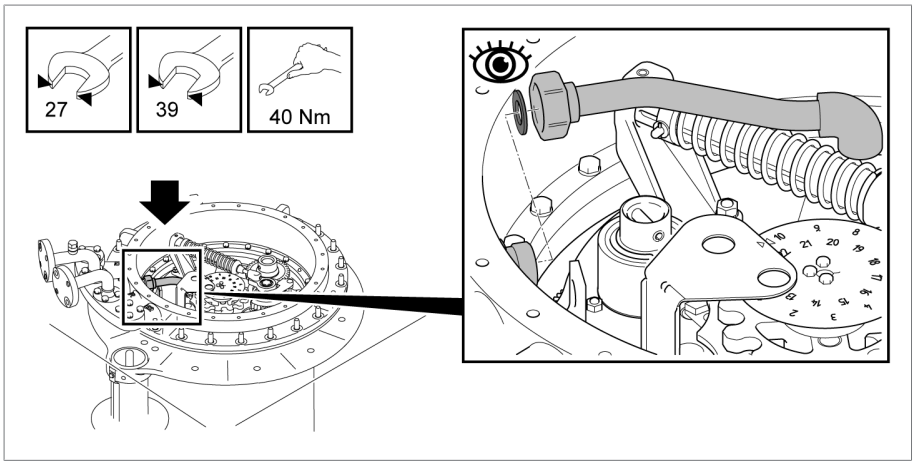


Abbildung 49: Ölsaugleitung

4. Laststufenschalterkopf mit Aufbauflansch verschrauben. Das Anziehmoment ist abhängig von den verwendeten Verschraubungselementen.

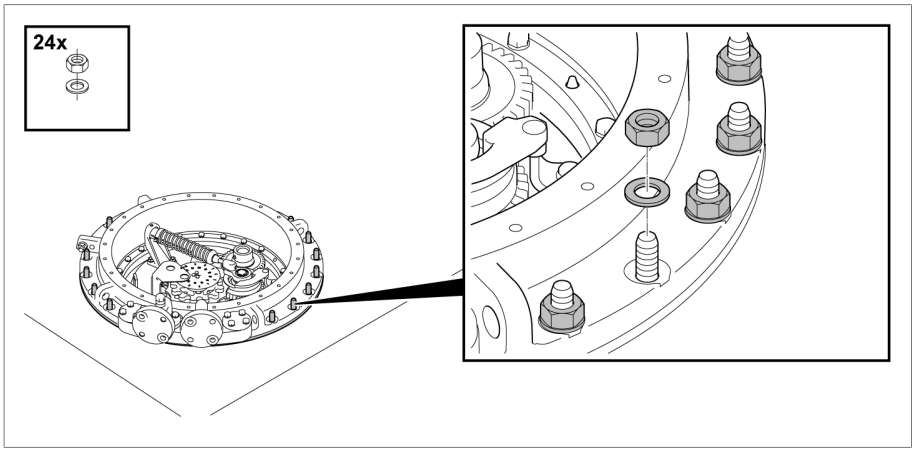


Abbildung 50: Laststufenschalterkopf

5. Laststufenschalterkopfdeckel auf Laststufenschalterkopf setzen und befestigen.

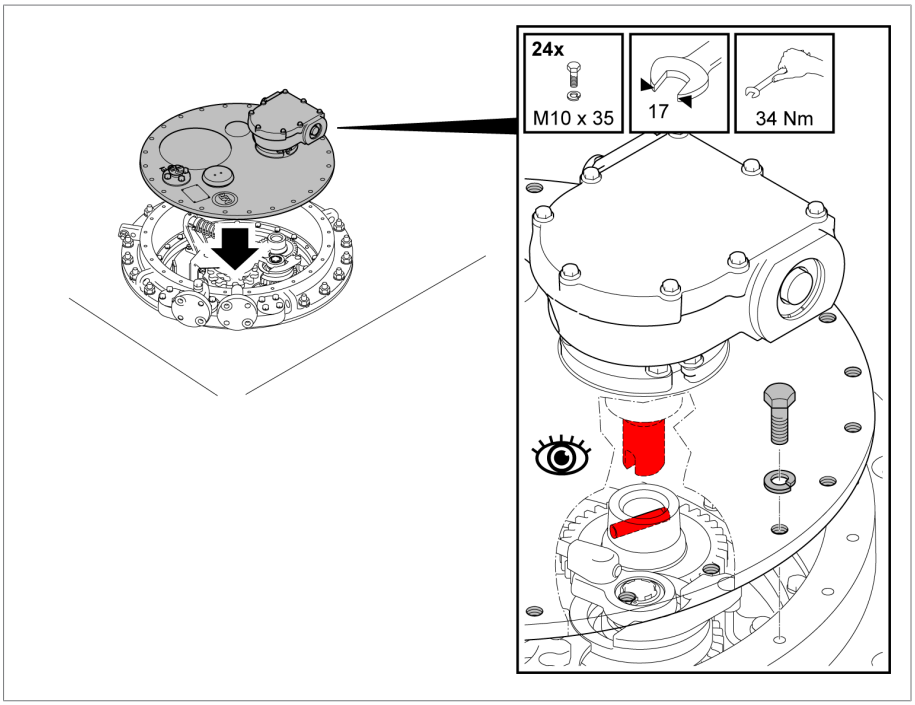


Abbildung 51: Laststufenschalterkopfdeckel

5.4.8 Laststufenschalter im Transformatorkessel trocknen

Trocknen Sie den Laststufenschalter nach folgenden Vorschriften, um die von MR zugesicherten dielektrischen Werte des Laststufenschalters zu gewährleisten.

Wenn Sie den Laststufenschalter im Transformatorkessel trocknen möchten, komplettieren Sie erst den Zusammenbau des Transformators und führen dann die Trocknung durch.

Bei einer Trocknung im Transformatorkessel sind folgende Arten möglich:

- Vakuumtrocknung
- Kerosintrocknung

Alternativ zur Trocknung im Transformatorkessel können Sie den Laststufenschalter auch im Trocknungsofen trocknen.

5.4.8.1 Vakuumtrocknung im Transformatorkessel

Der Laststufenschalterkopfdeckel bleibt während des gesamten Trocknungsvorganges geschlossen.

1. Verbindungsleitung am Laststufenschalterkopf wahlweise zwischen den Anschlüssen E2 und Q oder E2 und R herstellen.
2. Nicht verwendete Rohrleitungsanschlüsse und Rohrleitungsbögen mit geeignetem Blinddeckel verschließen.

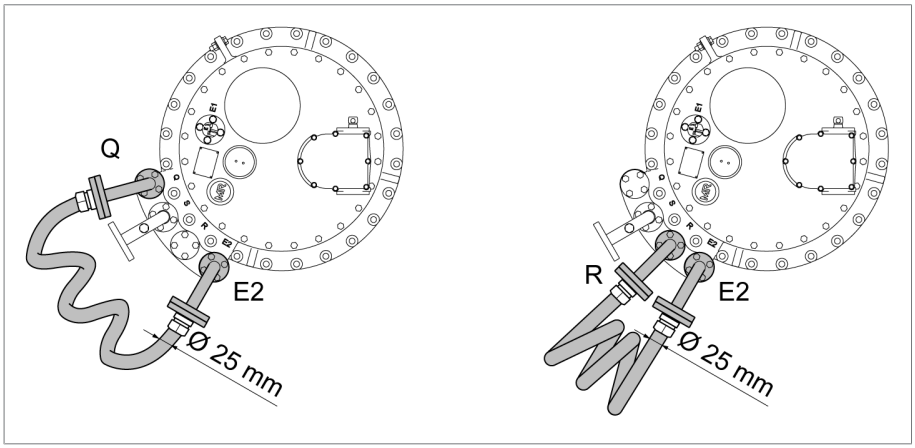


Abbildung 52: Verbindungsleitung

Vakuumtrocknung im Transformatorkessel

1. Laststufenschalter in Luft bei Atmosphärendruck mit einer Temperatursteigerung von ca. 10 °C/Std. auf eine Endtemperatur von höchstens 110 °C aufheizen.
2. Laststufenschalter in Umwälzluft bei höchstens 110 °C für die Dauer von mindestens 20 Stunden vortrocknen.
3. Laststufenschalter bei 105 °C bis maximal 125 °C für die Trocknungsdauer von mindestens 50 Stunden vakuumtrocknen.
4. Restdruck höchstens 10^{-3} bar.

5.4.8.2 Kerosintrocknung im Transformatorkessel

Falls Sie die Kerosinablassschraube schon im Vorfeld (z. B. nach der Übersetzungsmessung) geöffnet haben, können Sie direkt mit der Trocknung beginnen.

Ansonsten müssen Sie erst die Kerosinablassschraube öffnen, bevor Sie mit der Trocknung beginnen.

1. Laststufenschaltereinsatz ausbauen. Entsprechende Unterlagen für den Ausbau bei der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH anfordern.

2. Kerosinablassschraube im Boden des Ölgefäßes im Uhrzeigersinn herausdrehen. Die Kerosinablassschraube kann dabei nicht komplett herausgedreht werden.

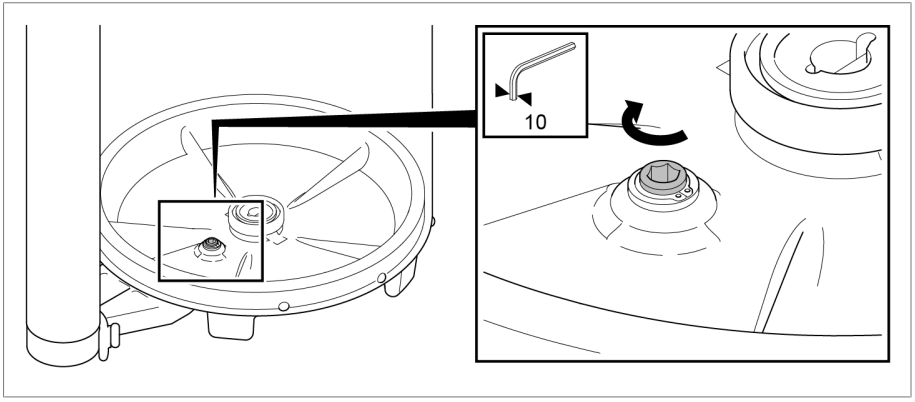


Abbildung 53: Kerosinablassschraube

3. Laststufenschaltereinsatz einsetzen. Entsprechende Unterlagen für den Einbau bei der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH anfordern.
4. Rohrleitungsanschlüsse R und Q des Laststufenschalterkopfes mit einer gemeinsamen Leitung an die Kerosindampfleitung anschließen.

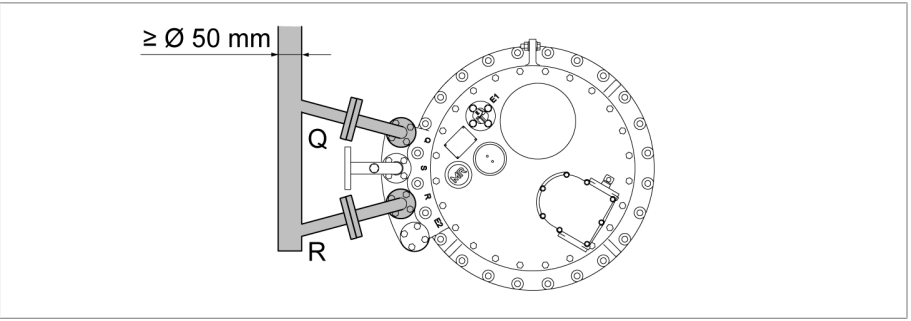


Abbildung 54: Kerosindampfleitung

5. Nicht verwendete Rohrleitungsanschlüsse und Rohrleitungsbögen mit geeignetem Blinddeckel verschließen.

Kerosintrocknung im Transformatorkessel

1. Kerosindampf bei einer Temperatur von ca. 90 °C zuführen. Temperatur über 3…4 Stunden konstant halten.
2. Kerosindampftemperatur um ca. 10 °C/Std. auf die gewünschte Endtemperatur von maximal 125 °C am Laststufenschalter steigern.
3. Laststufenschalter bei 105 °C bis maximal 125 °C für die Trocknungsdauer von mindestens 50 Stunden vakuumtrocknen.
4. Restdruck höchstens 10^{-3} bar.

Nach der Trocknung gehen Sie wie folgt vor, um die Kerosinablassschraube wieder zu schließen:

1. Laststufenschaltereinsatz ausbauen.

2. **ACHTUNG!** Eine offene Kerosinablassschraube führt zu Ölaustritt aus dem Ölgefäß und somit zu Schäden am Laststufenschalter. Kerosinablassschraube gegen den Uhrzeigersinn schließen (Anziehmoment 39 Nm).
3. Laststufenschaltereinsatz einsetzen.

5.4.9 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Ungeeignete Isolierflüssigkeiten führen zu Schäden am Laststufenschalter!

- ► Isolierflüssigkeiten verwenden, die die Anforderungen nach IEC 60296 erfüllen.
- ► Sofern durch den Transformatorhersteller freigegeben, können Sie von der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH zugelassenen synthetischen Ester nach IEC 61099 verwenden.

Füllen Sie nach der Trocknung das Ölgefäß (Lastumschaltereinsatz eingebaut) möglichst zeitnah wieder vollständig mit Öl, damit nicht unzulässig viel Feuchtigkeit aus der Umgebung aufgenommen wird.

1. 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.

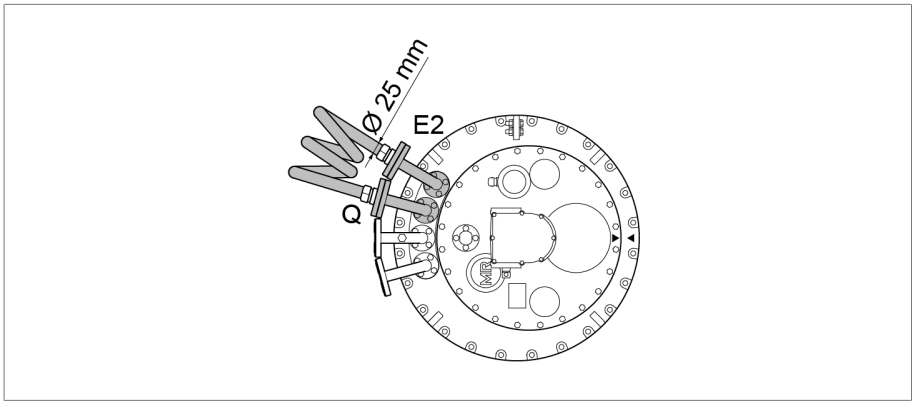


Abbildung 55: Verbindungsleitung zwischen E2 und Q

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

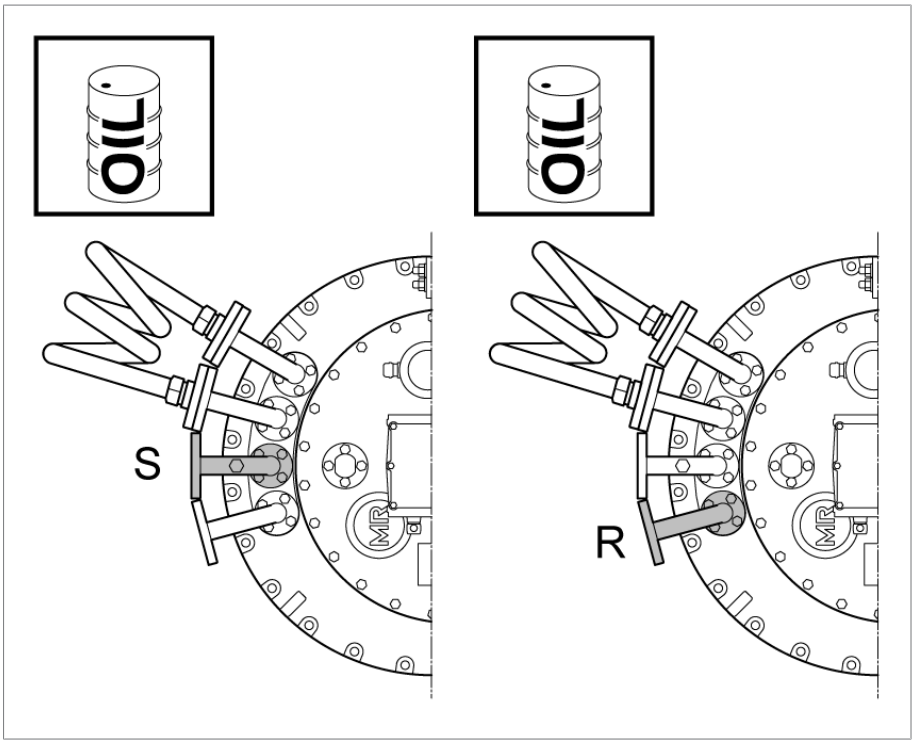


Abbildung 56: Rohrleitungsanschluss S und R

5.4.10 Übersetzungsmessung nach der Trocknung durchführen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Schäden am Laststufenschalter durch unsachgemäße Durchführung der Übersetzungsmessung.

- ▶ Sicherstellen, dass der Wähler/Umsteller vollständig in der Isolierflüssigkeit eingetaucht und das Ölgefäß des Laststufenschalters vollständig mit Isolierflüssigkeit gefüllt ist.
- ▶ Laststufenschalter ausschließlich über die obere Getriebestufe von einer Betriebsstellung in die nächste schalten. Hierzu z. B. ein kurzes Rohr (Durchmesser 25 mm) mit eingeschraubtem Kupplungsbolzen (Durchmesser 12 mm) und Handrad oder Kurbel verwenden. Bei Verwendung einer Bohrmaschine maximale Drehzahl von 250 U/min nicht überschreiten.
- ▶ Die erreichte Betriebsstellung stets durch das Schauglas im Laststufenschalterkopfdeckel überprüfen. Die Endstellungen, die aus dem mitgelieferten Anschlussschaltbild zu entnehmen sind, auf keinen Fall überfahren.
- ▶ Bei mehrsäuligen Anwendungen mit gemeinsamen Antrieb alle Laststufenschalterköpfe durch das waagerechte Antriebswellenteil miteinander verbinden.

Bei Betätigung des Vorwählers ist ein erhöhtes Drehmoment nötig.

1. Laststufenschalter in die gewünschte Betriebsstellung schalten. Das Umschalten des Lastumschalters ist gut hörbar.
2. **ACHTUNG!** Ein unvollständig beendeter Schaltvorgang kann zu Schäden am Laststufenschalter führen. Nach dem Umschalten des Lastumschalters 2,5 Umdrehungen an der Antriebswelle der oberen Getriebestufe in dieselbe Richtung weiter kurbeln, um den Schaltvorgang korrekt zu beenden.
3. Übersetzungsmessung durchführen.
4. Übersetzungsmessung in allen Betriebsstellungen wiederholen.
5. Laststufenschalter in Justierstellung schalten (siehe mitgeliefertes Anschlussschaltbild des Laststufenschalters).

5.5 Schutzeinrichtungen und Antriebskomponenten anbauen

5.5.1 Temperatursensor elektrisch anschließen

Dimensionieren Sie das Kabel für den elektrischen Anschluss der Temperatursensoren so, dass Sie die Temperatursensoren bei Bedarf beim Anbau der Antriebswelle verdrehen können.

► Temperatursensoren gemäß mitgeliefertem Anschlussschaltbild elektrisch anschließen.

5.5.2 Schutzrelais in Rohrleitung einbauen und anschließen

⚠ 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).

Führen Sie alle Transformatorenprüfungen immer mit angebautem und angeschlossenem Schutzrelais durch.

5.5.2.1 Elektrische Absicherung

ACHTUNG

Schäden am Anschlusskabel!

Schäden am Anschlusskabel durch unsachgemäßen Anschluss.

► Beim Verlegen der Anschlusskabel Herstellerangaben beachten.

► Unzulässig kleine Biegeradien und Knickung vermeiden.

Sie dürfen das Schutzrelais nur an Stromkreise anschließen, die über eine externe Überstromschutzeinrichtung und eine allpolige Trennvorrichtung verfügen, um im Bedarfsfall (Service, Wartung etc.) die Einrichtung komplett spannungsfrei schalten zu können.

Geeignete Mittel können Trennvorrichtungen nach IEC 60947-1 und IEC 60947-3 sein (z.B. Leistungsschalter). Beachten Sie bei der Auswahl des Trennschaltertyps die Eigenschaften aus den jeweiligen Stromkreisen (Spannung, maximale Ströme). Alle Stromkreise und geeignete Mittel wie zum Beispiel Trennvorrichtungen müssen die Anforderungen an den Explosionsschutz im jeweiligen explosionsgefährdeten Bereich erfüllen.

Beachten Sie zudem Folgendes:

- Die Trennvorrichtung muss für den Benutzer leicht erreichbar sein
- Die Trennvorrichtung muss für das zu trennende Gerät und die zu trennenden Stromkreise gekennzeichnet sein
- Die Trennvorrichtung darf nicht Bestandteil der Netzleitung sein
- Die Trennvorrichtung darf den Hauptschutzleiter nicht unterbrechen
- Die Trennvorrichtung ist so zu bemessen, dass die zulässigen Abschaltzeiten zum Schutz gegen elektrischen Schlag je nach Art der Erdverbindung entsprechend den Anforderungen der DIN VDE 0100-410 eingehalten werden.
- Die Funktionalität des Leistungsschalterauslösekreises (Zuleitung zur Leistungsschalterspule) muss auch beim Ansprechen der Trennvorrichtung jederzeit funktionsfähig bleiben.

5.5.2.2 Funktion des Schutzrelais prüfen

Überprüfen Sie die Funktion des Schutzrelais, bevor Sie es in die Rohrleitung zwischen Laststufenschalterkopf und Ölausdehnungsgefäß einbauen. Die zugehörigen Kontaktstellungen zur Prüfung des elektrischen Durchganges sind in der mitgelieferten Maßzeichnung ersichtlich.

1. Schrauben am Klemmenkastendeckel lösen und Klemmenkastendeckel abheben.

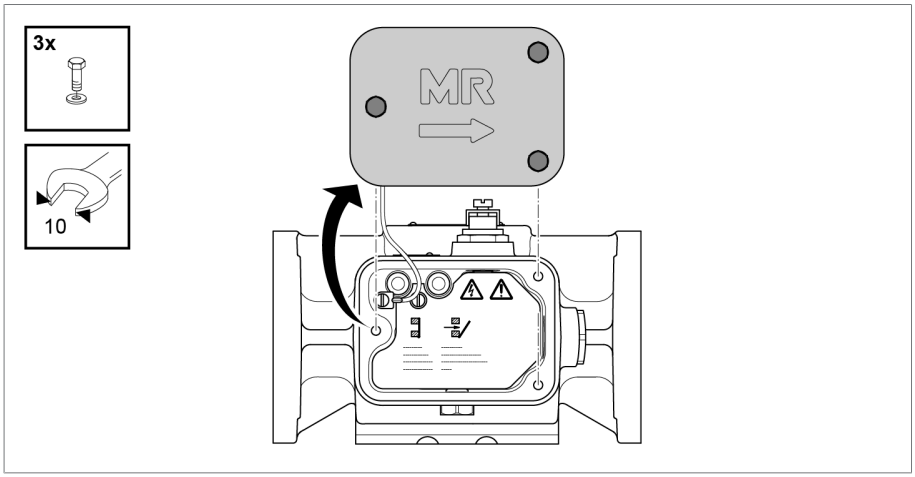


Abbildung 57: Klemmenkastendeckel

2. Schlitzschraube für Potentialanlenkung lösen und Klemmenkastendeckel mit Litze abbauen.

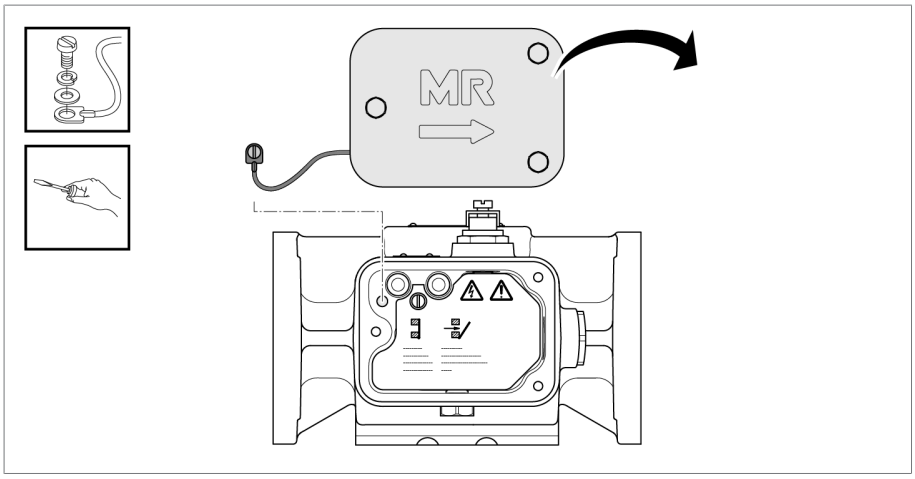


Abbildung 58: Klemmenkastendeckel

ACHTUNG

Schäden am Schutzrelais!

Schäden am Schutzrelais durch unsachgemäße Bedienung!

► Niemals beide Prüftaster gleichzeitig betätigen.

3. Prüftaster AUS betätigen.
   ⇨ Stauklappe steht schräg. Das rote Schauzeichen ist nicht sichtbar.

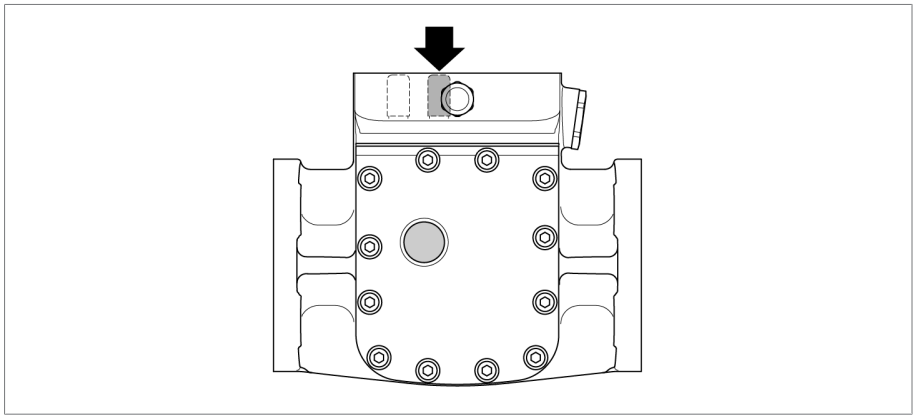


Abbildung 59: Stellung AUS

4. Prüftaster BETRIEB betätigen.
   ⇨ Stauklappe steht senkrecht. Das rote Schauzeichen erscheint im Sichtfenster.

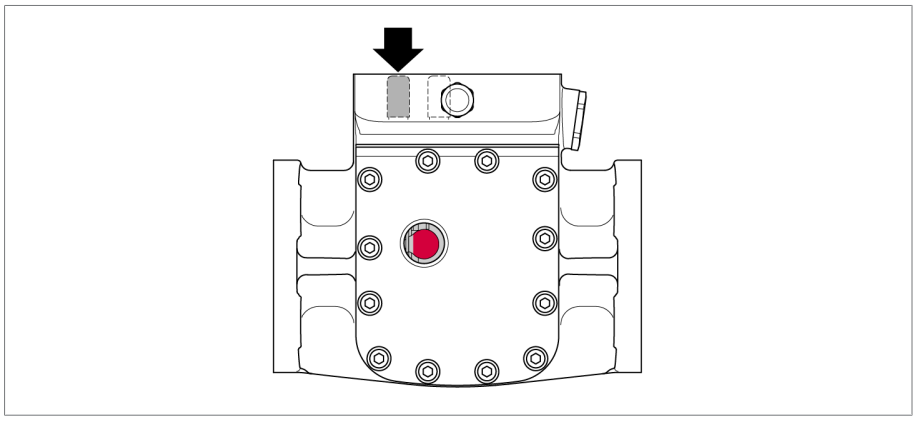


Abbildung 60: Stellung BETRIEB

5. Litze für Klemmenkastendeckel einlegen und mit Schlitzschraube befestigen.

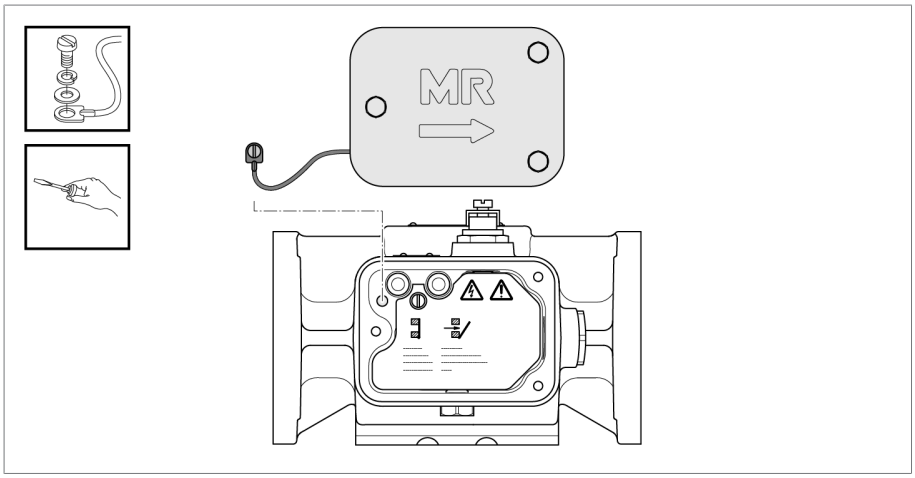


Abbildung 61: Klemmenkastendeckel

6. Klemmenkastendeckel anbringen und mit Schrauben verschließen.

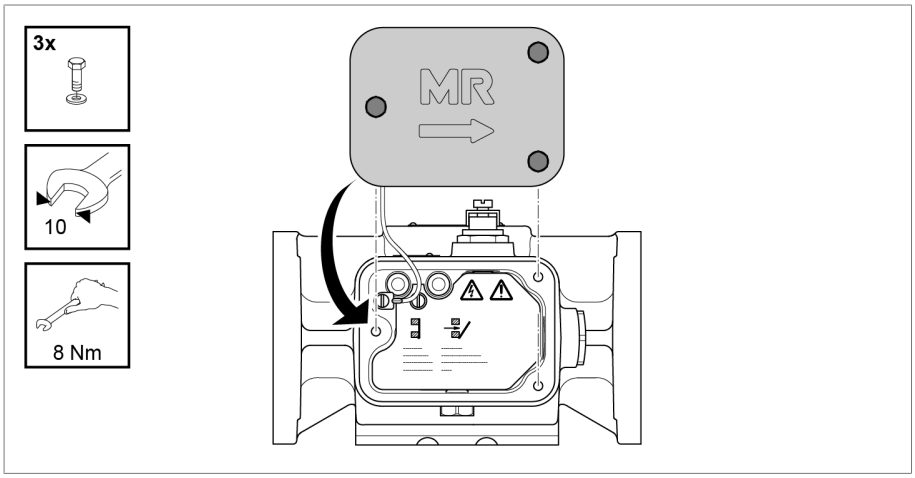


Abbildung 62: Klemmenkastendeckel

5.5.2.3 Schutzrelais in Rohrleitung einbauen

Beachten Sie für den Einbau und die korrekte Funktion des Schutzrelais Folgendes:

1. Sicherstellen, dass in der Rohrleitung und im Ausdehner keine Fremdkörper sind.
2. Schutzrelais so einbauen, dass es für spätere Wartungsarbeiten leicht zugänglich ist.
3. Schutzrelais gut abgestützt und schwingungsfrei einbauen.
4. Die Prüftaster müssen sich oben befinden.
5. Der Innendurchmesser der Rohrleitung muss mindestens 25 mm betragen.

6. Die magnetische Feldstärke (Durchführungen, Sammelschienen etc.) muss < 20 kA/m betragen. Höhere Feldstärken beeinflussen die Funktion des Schutzrelais negativ.
7. Die Rohrleitung vom Schutzrelais zum Ölausdehnungsgefäß muss mit einer Steigung von mindestens 2 % (1,2°) verlegt werden, um den ungehinderten Abzug der Schaltgase zu gewährleisten.
8. Das Schutzrelais ist für eine horizontale Betriebslage in unmittelbarer Nähe zum Laststufenschalterkopf vorgesehen. In der Richtung zum Ausdehnungsgefäß ist eine positive Neigung von bis zu 5° zur Waagerechten zulässig. Zur Senkrechten ist eine Neigung von beidseitig höchstens 5° zulässig.

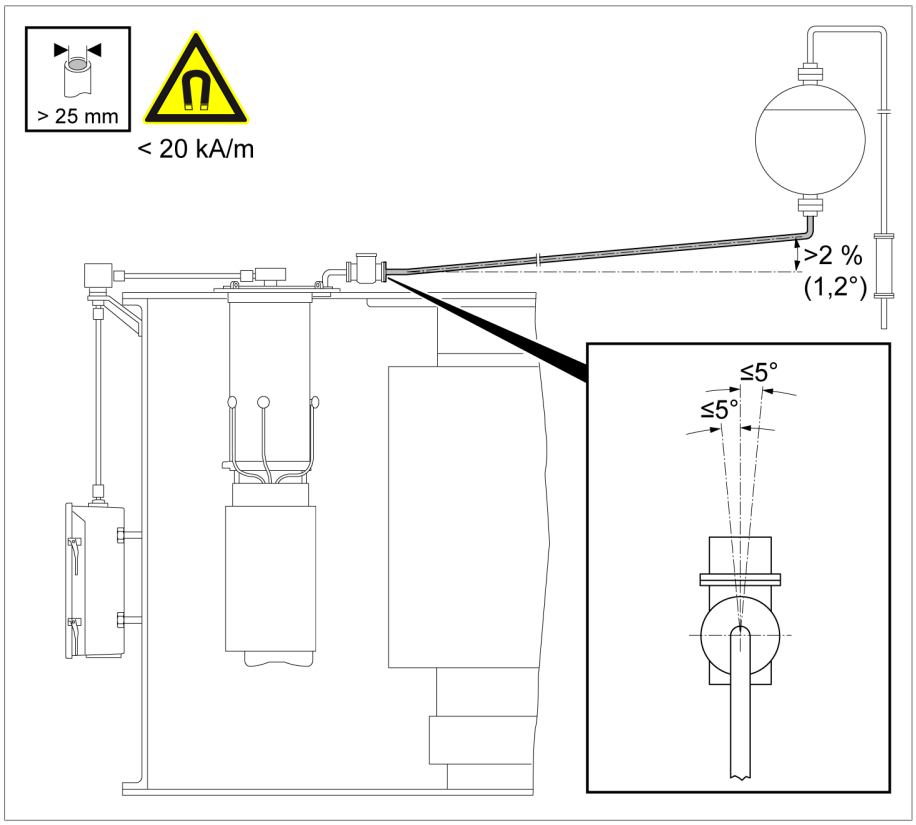


Abbildung 63: Einbau Schutzrelais

9. Der Hinweispfeil auf dem Klemmenkastendeckel muss zum Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters zeigen.

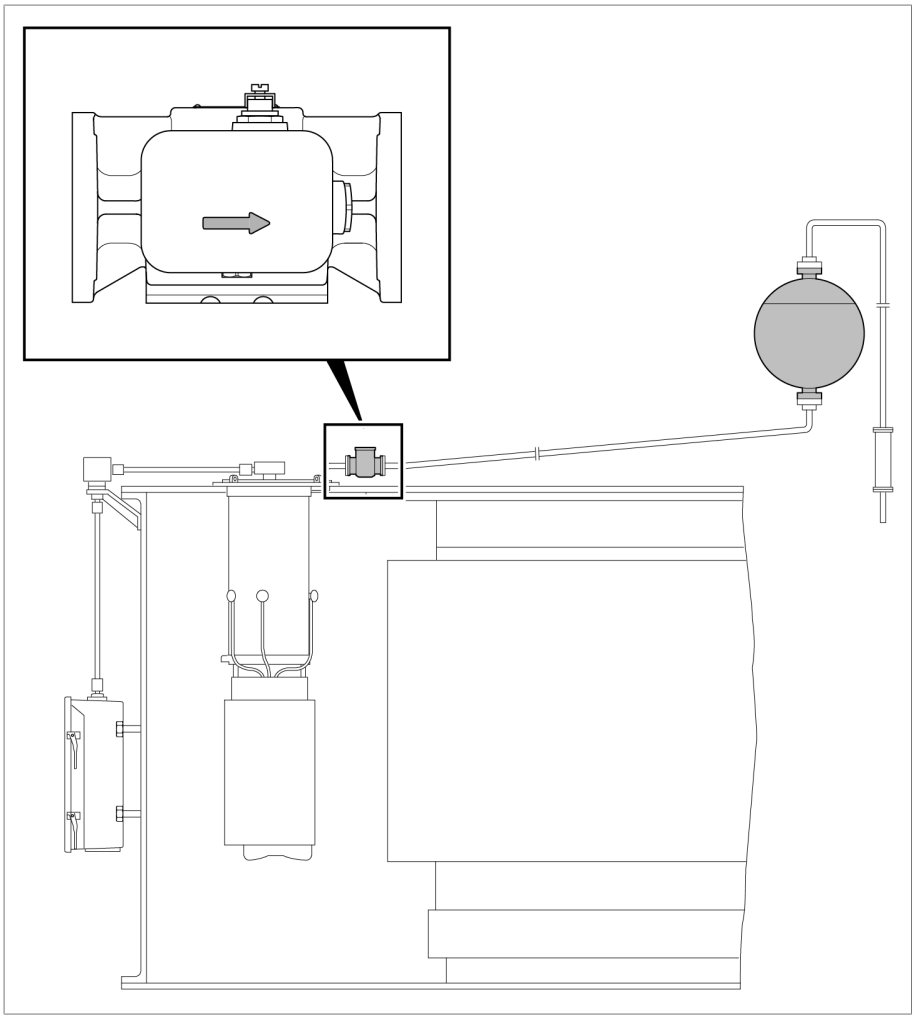


Abbildung 64: Hinweispfeil zeigt zum Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters

10. Zwischen Schutzrelais und Ölausdehnungsgefäß einen Absperrhahn mit mindestens 25 mm Nennweite vorsehen.

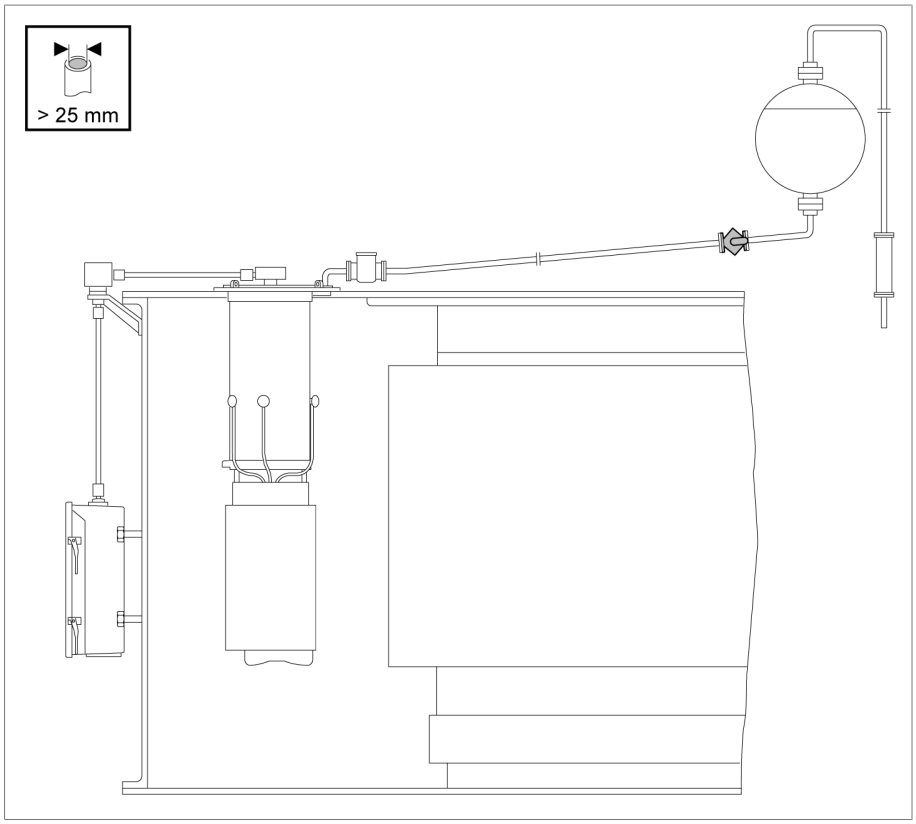


Abbildung 65: Absperrhahn

5.5.2.4 Schutzrelais elektrisch anschließen

Die Schutzgasmagnetschaltröhre des Schutzrelais wird entweder als Öffner oder Schließer in folgenden Varianten geliefert:

- 2 x Öffner
- 2 x Schließer
- 1 x Öffner und 1x Schließer

⚠ WARNUNG

Lebensgefahr und Gefahr schwerer Körperverletzung!

Lebensgefahr und Gefahr schwerer Körperverletzung durch unsachgemäßen elektrischen Anschluss des Schutzrelais.

- ► Schutzrelais so in den Auslösestromkreis der Leistungsschalter des zu schützenden Transformators einschleifen, dass bei Ansprechen des Schutzrelais der Transformator durch die Leistungsschalter unverzüglich spannungsfrei geschaltet wird.
- ► Systeme, bei denen nur eine Alarmmeldung erzeugt wird, sind nicht erlaubt.

Beim elektrischen Anschluss des Schutzrelais gehen Sie wie folgt vor.

1. Schutzleiter mit Leitungsquerschnitt von 1…4 mm^2 an Zylinderschraube anschließen.
2. MR-Blindstopfen abnehmen.

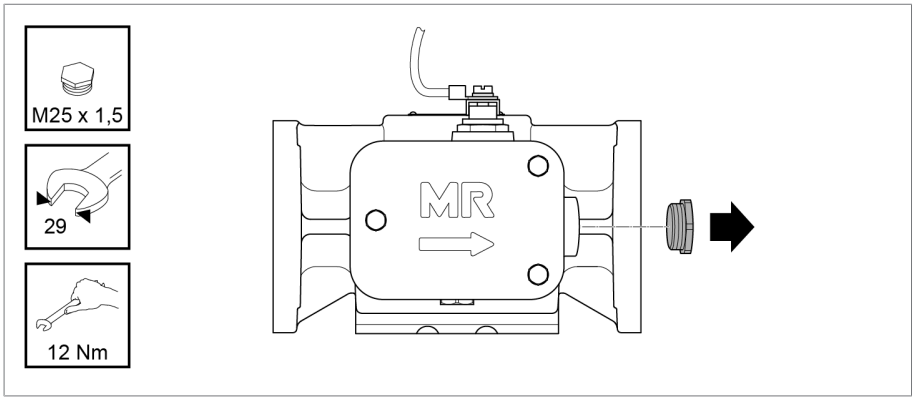


Abbildung 66: Blindstopfen

3. Ex-zertifizierte Kabelverschraubung in die Gewindebohrung auf der Seite des Klemmenkastens einsetzen.

4. Schrauben am Klemmenkastendeckel lösen und Klemmenkastendeckel abheben.

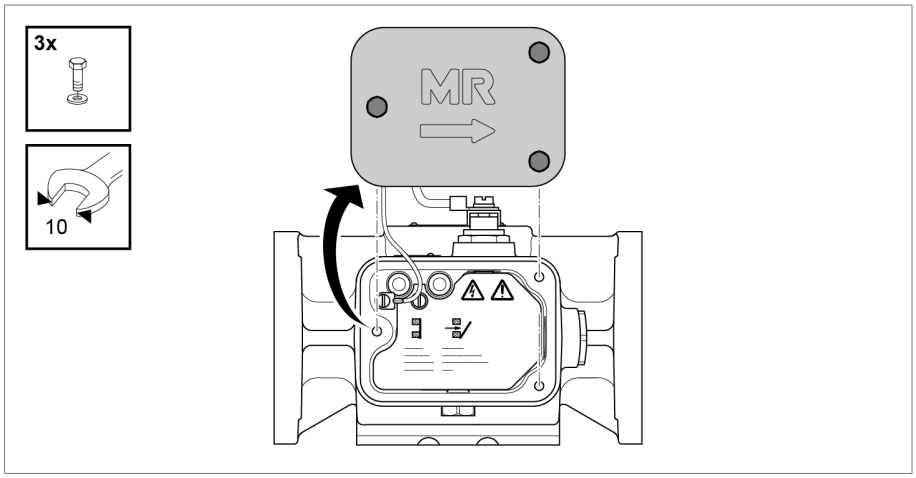


Abbildung 67: Klemmenkastendeckel

5. Schlitzschraube für Potentialanlenkung lösen und Klemmenkastendeckel mit Litze abnehmen.

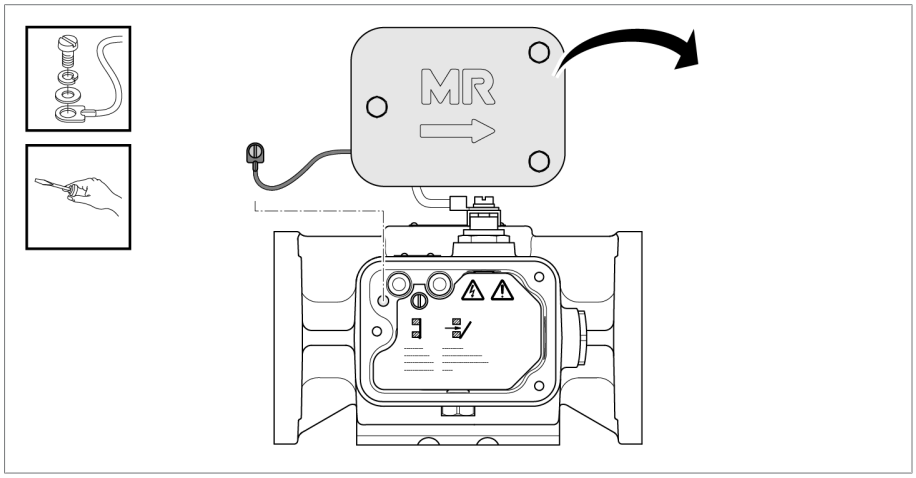


Abbildung 68: Klemmenkastendeckel

6. Schraube für Schutzabdeckung entfernen und Schutzabdeckung abnehmen.

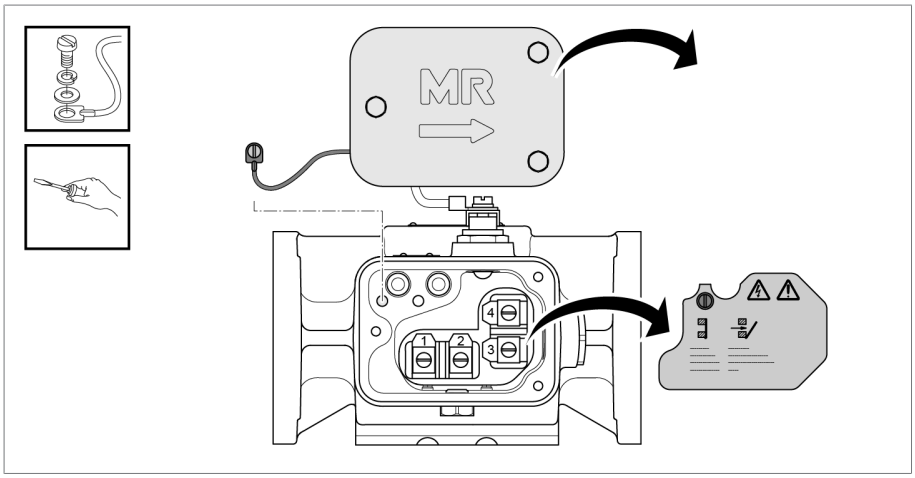


Abbildung 69: Klemmenkastendeckel und Schutzabdeckung

7. Ex-zertifizierte Kabel durch Kabelverschraubung in das Schutzrelais einführen. Auf korrekte Verschraubung und Dichtheit der Kabelverschraubung achten.
8. Elektrische Leitungen mit Leitungsquerschnitt von 1…4 mm² gemäß Anschlussschaltbild an Anschlussklemmen anschließen.
9. Schutzabdeckung einlegen und mit Schraube befestigen.
10. Litze für Klemmenkastendeckel einlegen und mit Schlitzschraube befestigen.

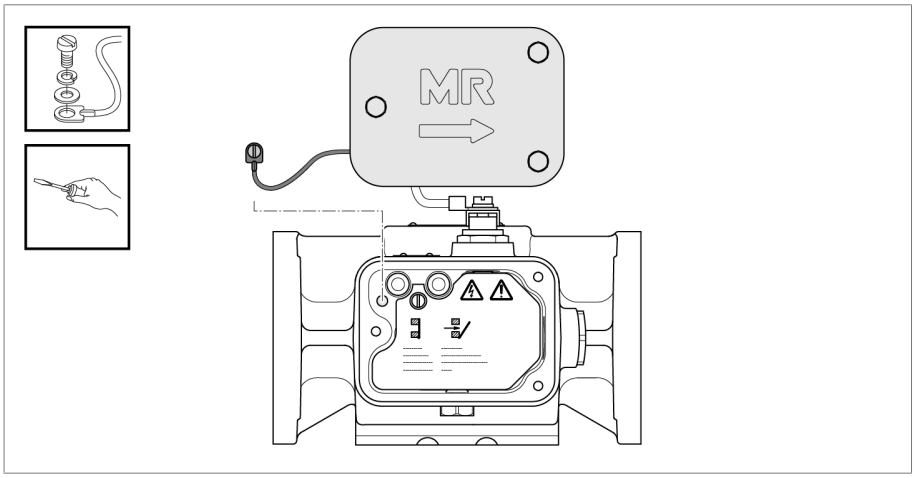


Abbildung 70: Klemmenkastendeckel

11. Klemmenkastendeckel anbringen und mit Schrauben verschließen.

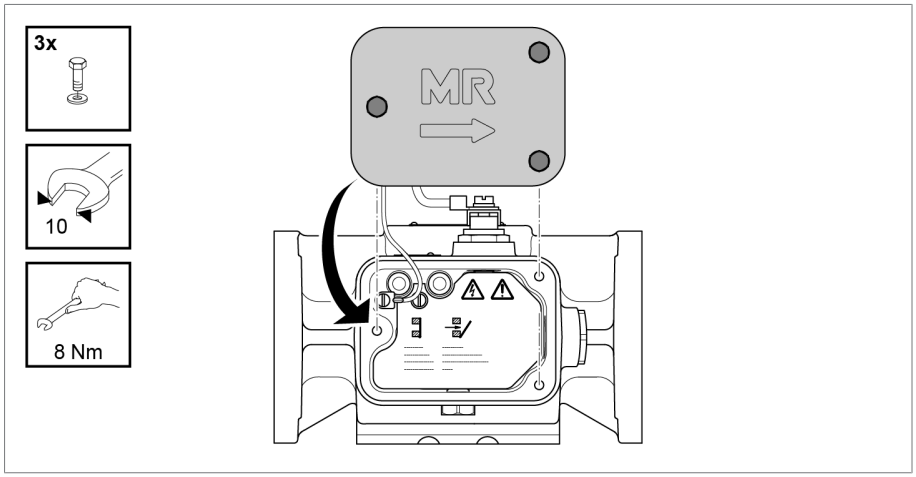


Abbildung 71: Klemmenkastendeckel

5.5.3 Motorantrieb anbauen

► Motorantrieb gemäß zugehöriger MR-Betriebsanleitung des Motorantriebs an Transformator anbauen.

5.5.4 Antriebswelle anbauen

Beachten Sie folgenden Hinweis bei der Montage:

ACHTUNG

Schäden an Antrieb und Laststufenschalter oder Umsteller!

Störungsfreier Betrieb von Antrieb und Laststufenschalter oder Umsteller ist gefährdet.

► Die zu verbindenden Wellenenden müssen genau fluchten.

Zulässige Axialversetzungen

Geringe Axialversetzungen sind zulässig, sofern sie ein Versetzungsmaß von 35 mm je 1000 mm Vierkantrohrlänge (entspricht 2°) nicht überschreiten.

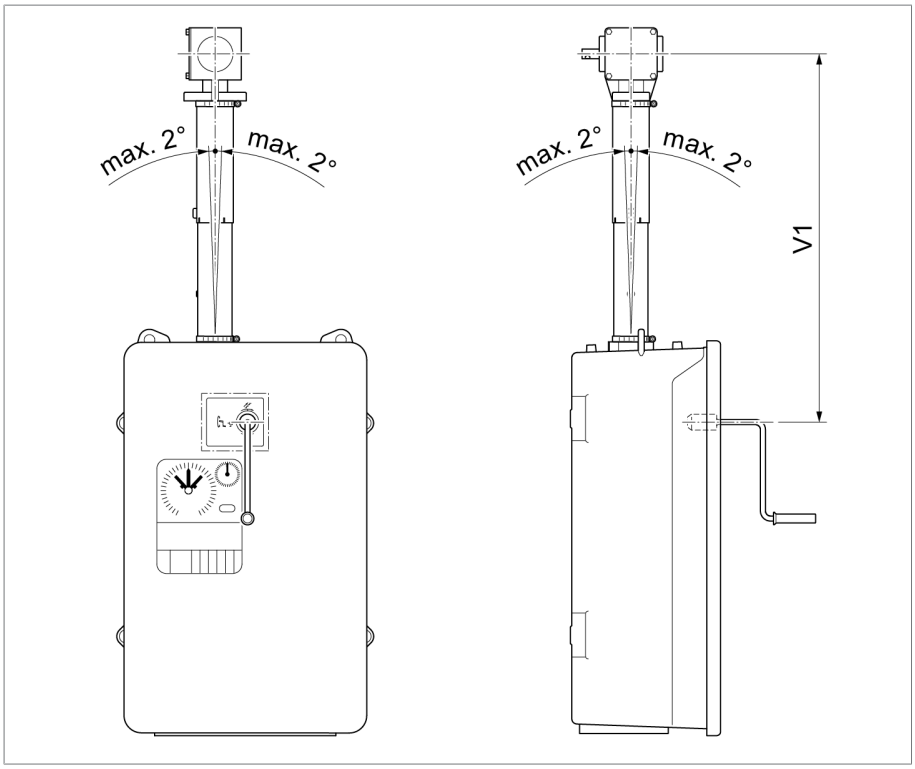


Abbildung 72: Zulässiger maximaler Axialversatz der senkrechten Antriebswelle

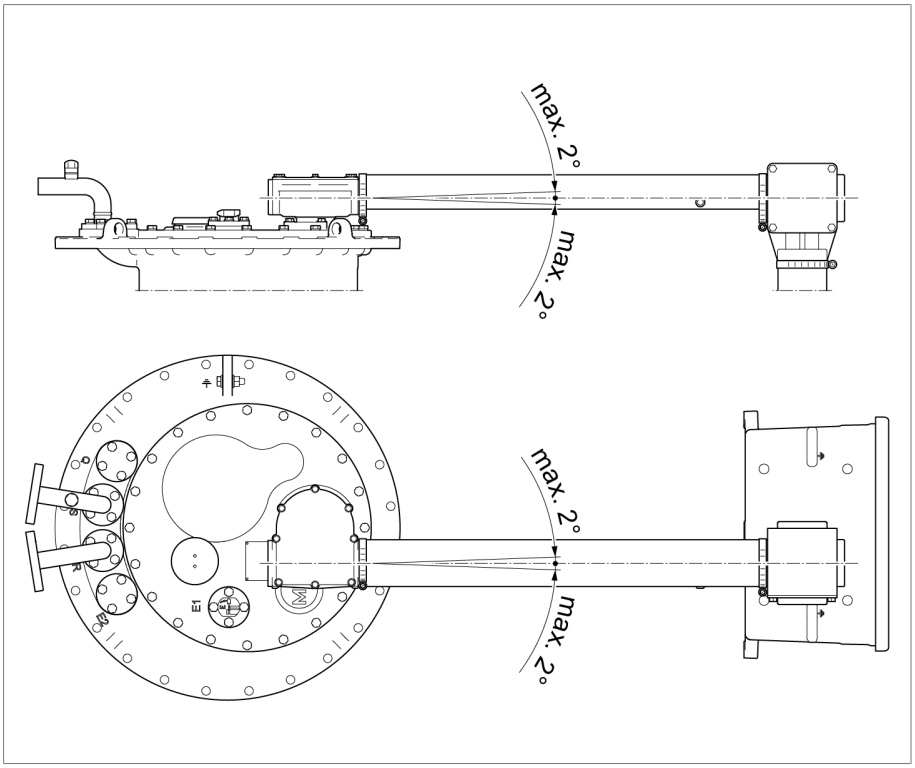


Abbildung 73: Zulässiger maximaler Axialversatz der waagerechten Antriebswelle

Korrosionsbeständigkeit der Komponenten

Vierkantrohre, Kupplungsschalen, Kupplungsbolzen, Schrauben und Sperrkantscheiben sind korrosionsbeständig. Wir empfehlen deshalb, an diesen Teilen den Außenanstrich des Transformatorkessels nicht anzubringen.

Zuschnitt der Vierkantrohre, der Teleskopschutzrohre und des Schutzblechs

Die Vierkantrohre, die Teleskopschutzrohre und das Schutzblech werden in Überlänge (abgestufte Einheitslängen) geliefert. Sie müssen diese Teile bei der Montage am Transformator auf das richtige Maß zuschneiden. In seltenen Fällen müssen Sie beim Teleskopschutzrohr auch das Innenrohr ablängen. Die höchste Gesamtgestängelänge Antrieb – letzte Säule = 15 m.

Einheitslängen	TAPMOTION® ED-Ex
400	•
600	•
900	•
1300	•
1700	•

Tabelle 13: Abgestufte Einheitslängen der Vierkantrohre für explosionsgeschützten Motorantrieb TAPMOTION® ED-Ex

5.5.4.1 Senkrechte Antriebswelle mit Isolator anbauen

Um die senkrechte Antriebswelle anzubauen, gehen Sie wie folgt vor.

1. **⚠ VORSICHT!** Motorschutzschalter Q1 im Motorantrieb ausschalten (Position O). Andernfalls kann es zu unbeabsichtigtem Anlaufen des Motorantriebs und zu Verletzungen kommen.
2. Das Winkelgetriebe zur Befestigung am Transformator mit den gelieferten Kontaktscheiben beidseitig verschrauben, um eine dauerhafte Erdung zu gewährleisten. Schrauben befinden sich nicht im Lieferumfang.

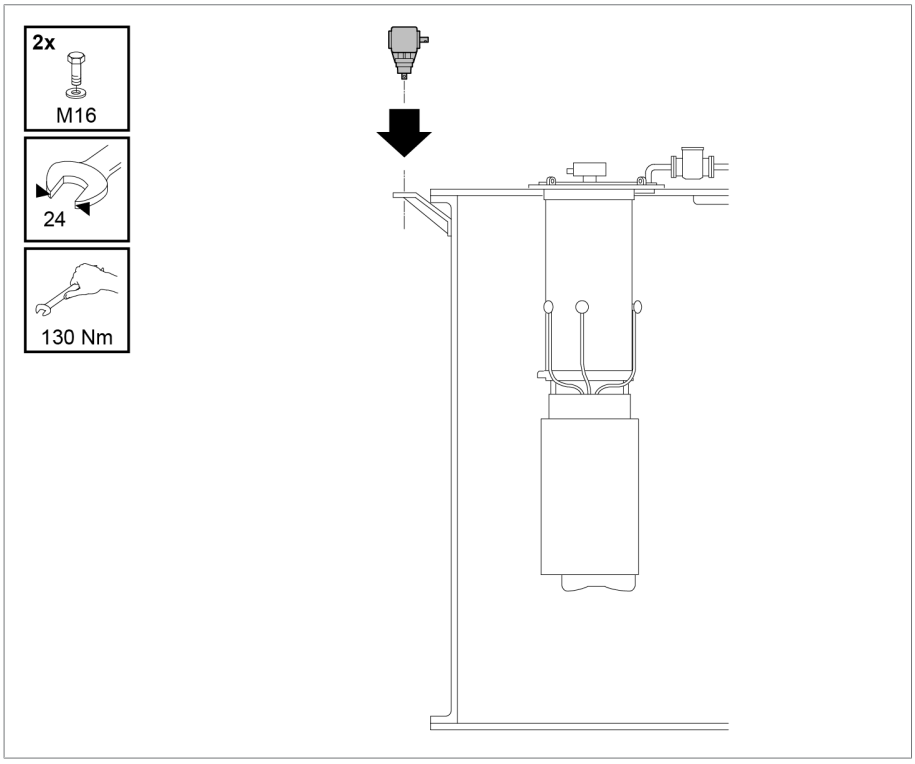


Abbildung 74: Winkelgetriebe

3. Maß A zwischen Wellenende des Antriebs und des Winkelgetriebes ermitteln. Vierkantrohr unter Berücksichtigung des Isolators auf Länge A–179 mm kürzen.

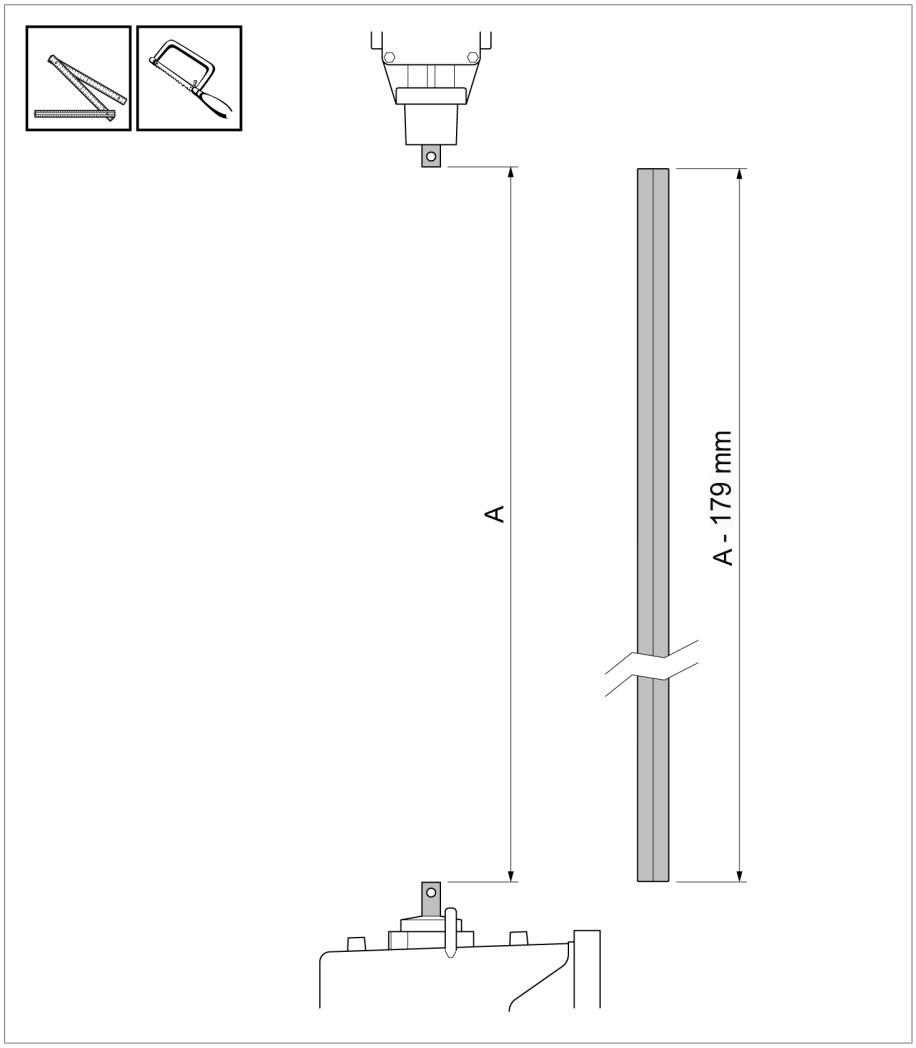


Abbildung 75: Kürzung Vierkantrohr

4. Schnittstellen des Vierkantrohrs entgraten.

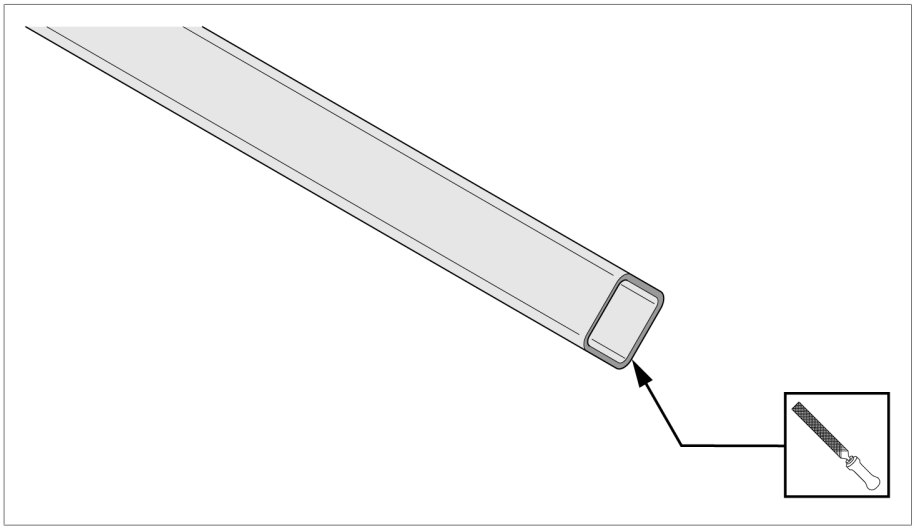


Abbildung 76: Schnittstellen entgraten

5. Doppelkupplungsschale mit mitgeliefertem Isolator und Vierkantrohr verschrauben. Isolator an der Seite montieren, die dem Antrieb zugewandt ist.

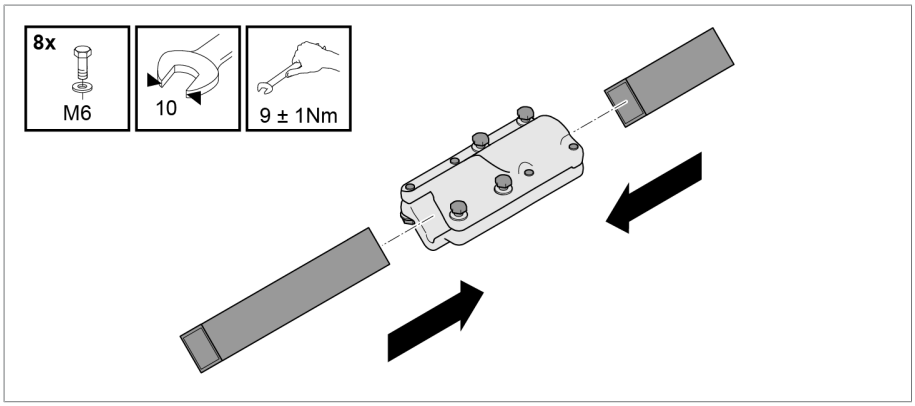


Abbildung 77: Vierkantrohr und Isolator mit Doppelkupplungsstück verschrauben

6. Lose zusammengeschraubtes Kupplungsstück bis zum Anschlag auf Isolator schieben.

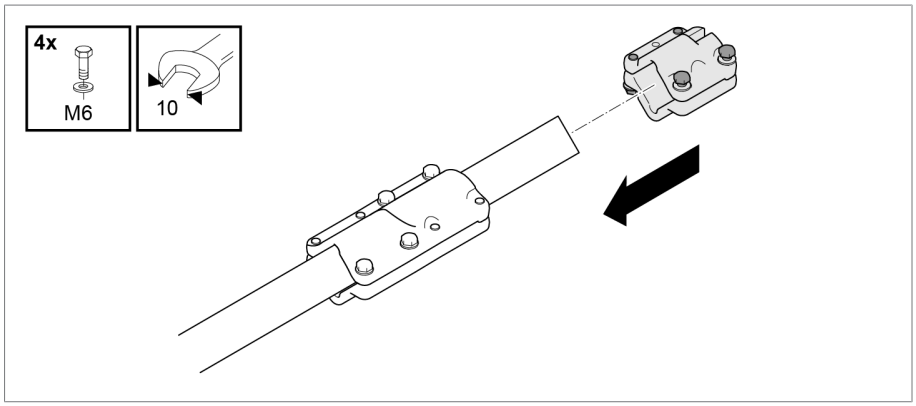


Abbildung 78: Kupplungsstück auf Isolator schieben

7. Kupplungsbolzen in Wellenende des Antriebs einsetzen. Kupplungsstück, Kupplungsbolzen und Wellenende fetten (z.B. ISOFLEX TOPAS L32). Vierkantrohr mit Kupplungsstück auf Wellenende schieben.

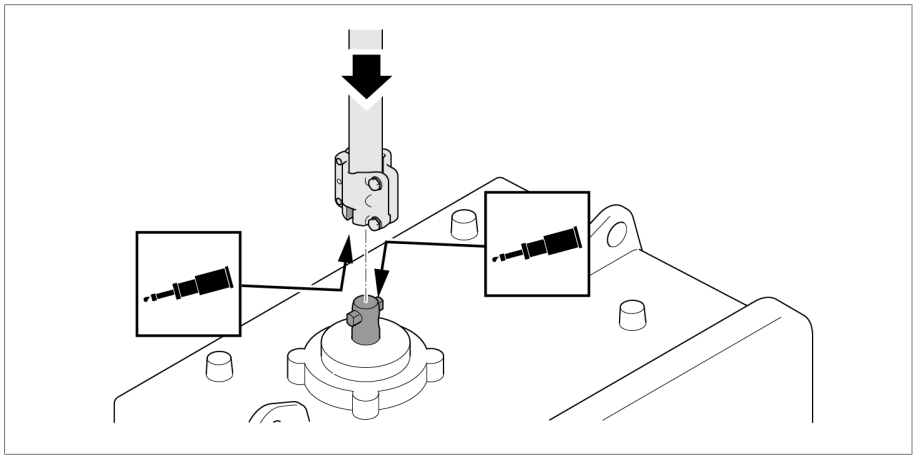


Abbildung 79: Vierkantrohr mit Kupplungsstück auf Wellenende schieben

8. Vierkantrohr auf Antrieb befestigen.

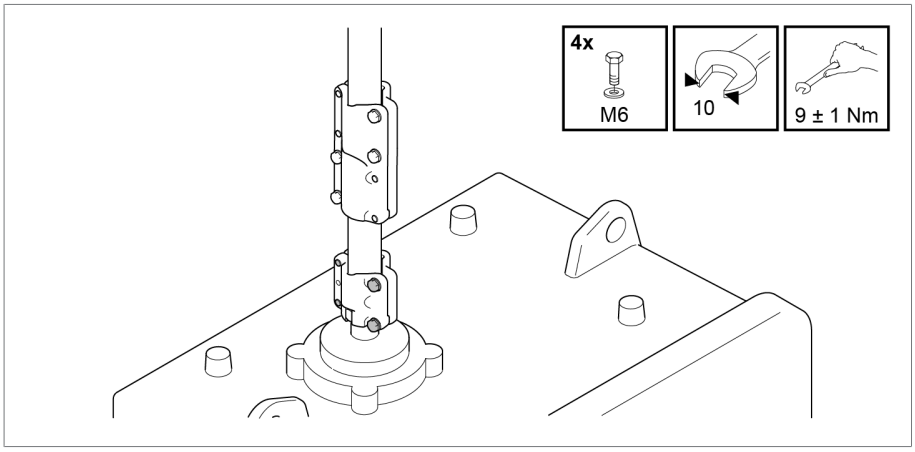


Abbildung 80: Vierkantrohr auf Antrieb befestigen

9. Vierkantrohr ausschwenken.

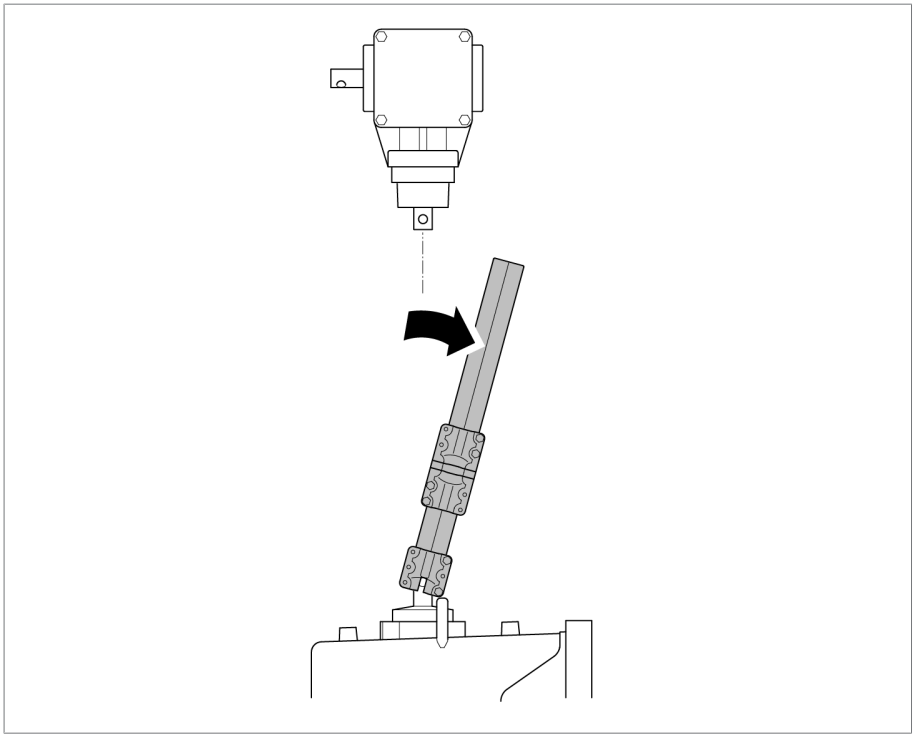


Abbildung 81: Vierkantrohr ausschwenken

10. Für den Einbau des Teleskopschutzrohres bei Bedarf das Innenrohr an der ungeschlitzten Seite kürzen. Das Mindestmaß für die Überlappung der beiden Schutzrohre beträgt 100 mm.

Innenrohr darf nicht deformiert sein und muss entgratet werden, um leicht im Außenrohr zu gleiten.

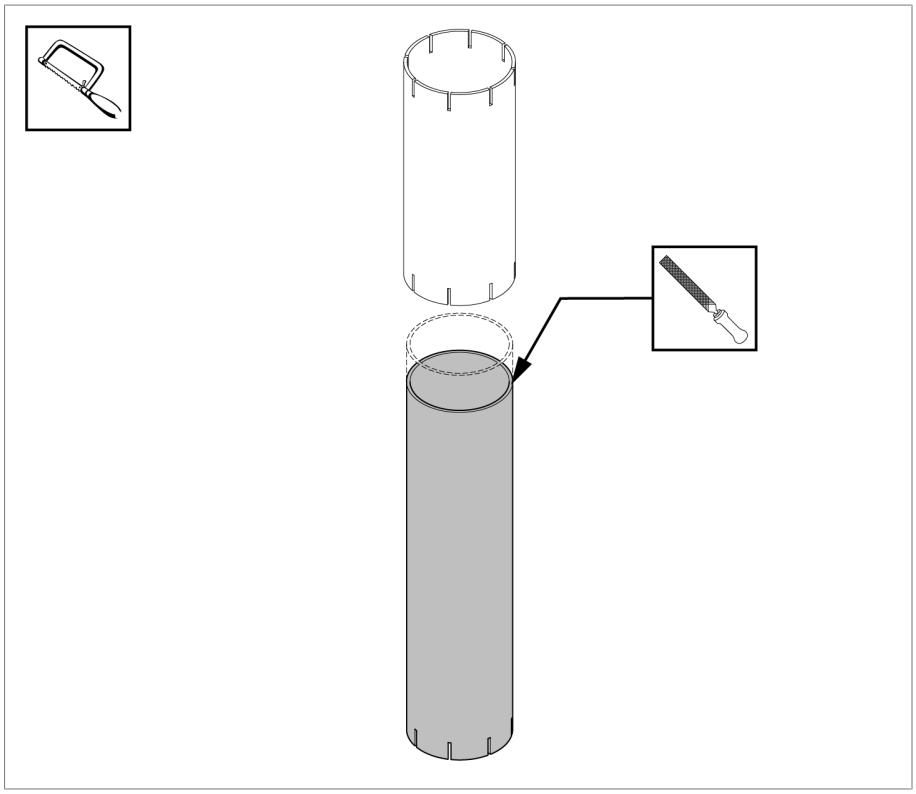


Abbildung 82: Innenrohr entgraten

Maß A (= Abstand zwischen den Wellenende des Antriebs und des Winkelgetriebes)	Innenrohr	Außenrohr
170 mm...190 mm	Kürzen auf 200 mm	= 200 mm
191 mm...1130 mm	Maß A + 20 mm	= 200 mm
1131 mm...1598 mm	= 700 mm	= 1150 mm
1599 mm...2009 mm	= 1150 mm	= 1150 mm

11. Für die separate Erdung im Abstand von 110 mm (von der geschlitzten Seite aus gesehen) in das Innenrohr ein Loch mit Durchmesser 11 mm bohren.

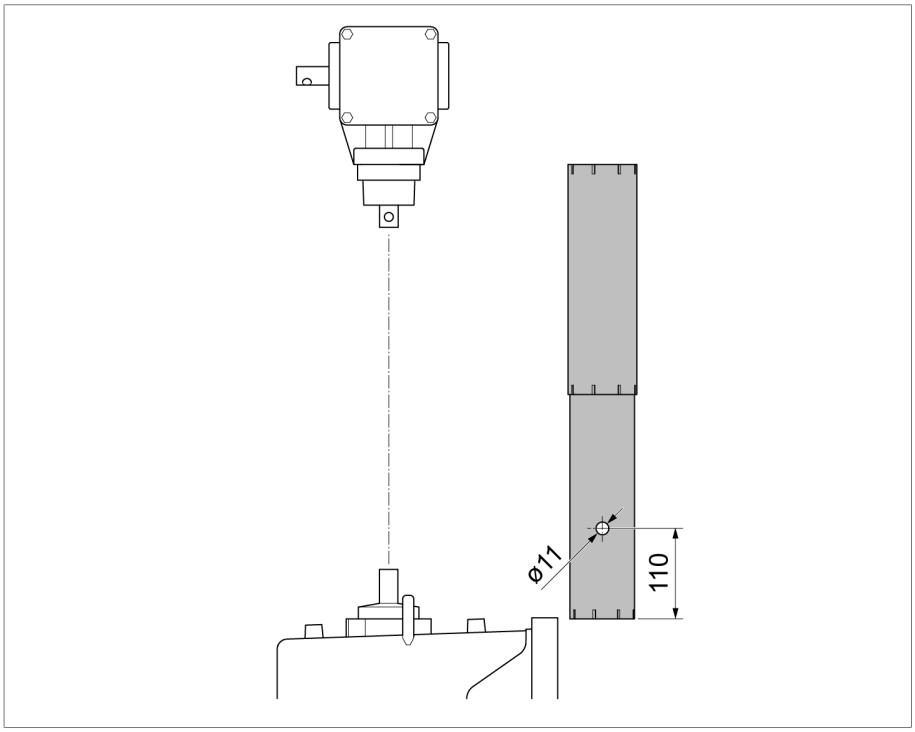


Abbildung 83: Erdungsbohrung am Teleskopschutzrohr anbringen

12. Außenrohr über das Innenrohr schieben. Die ungeschlitzte Seite des Innenrohrs muss hierbei nach oben zeigen. Teleskopschutzrohr auf Vierkantrohr schieben. Anschließend Schlauchschellen über das Teleskopschutzrohr schieben.

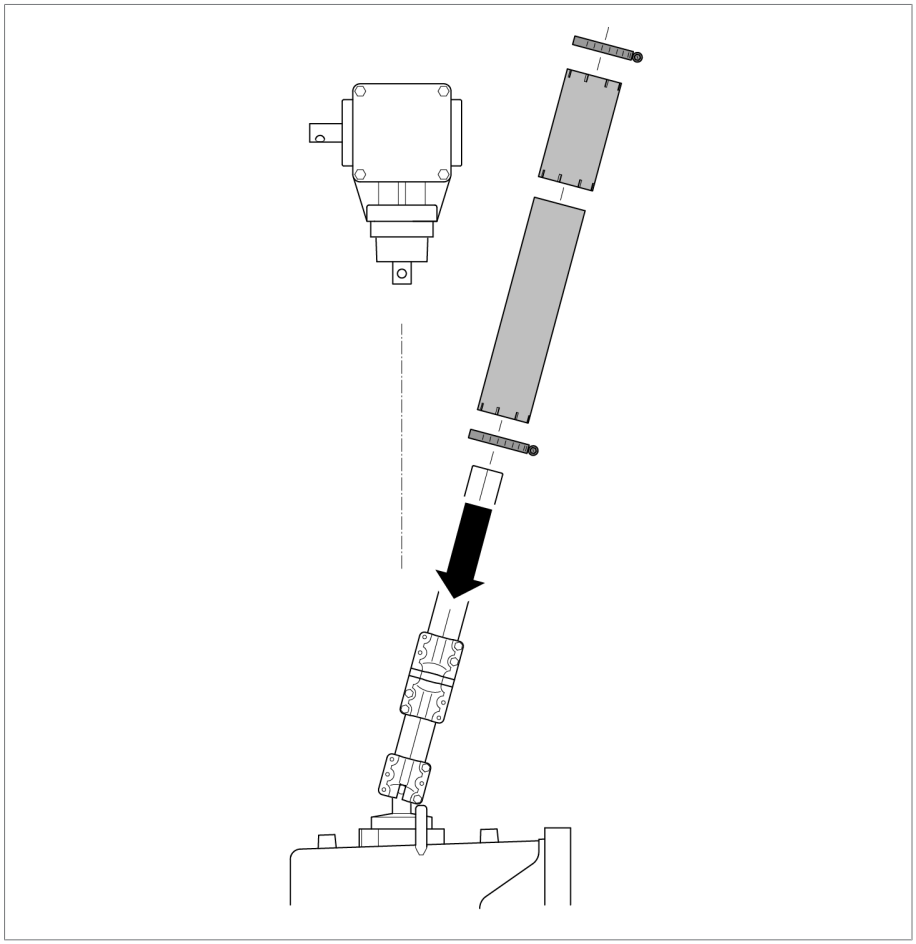


Abbildung 84: Teleskopschutzrohr aufschieben

13. Adapterring über dem Lagerhals des Winkelgetriebes einlegen und nach oben schieben. Kupplungsbolzen in Wellenende des Winkelgetriebes einsetzen. Vierkantrohr einschwenken.

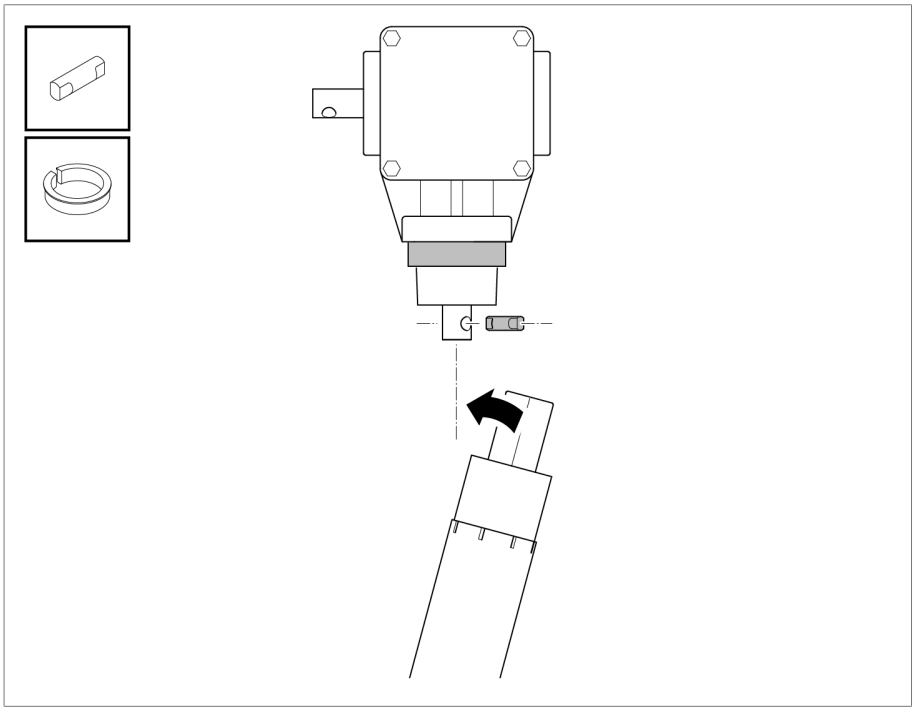


Abbildung 85: Adapterring und Kupplungsbolzen anbringen

14. Kupplungsschalen, Kupplungsbolzen und Wellenende fetten (z.B. ISOFLEX TOPAS L32) und Vierkantrohr mit Kupplungsschalen am Winkelgetriebe befestigen. Einseitiges Axialspiel von 3 mm zwischen Kupplungsbolzen und oberem Kupplungsstück einstellen.

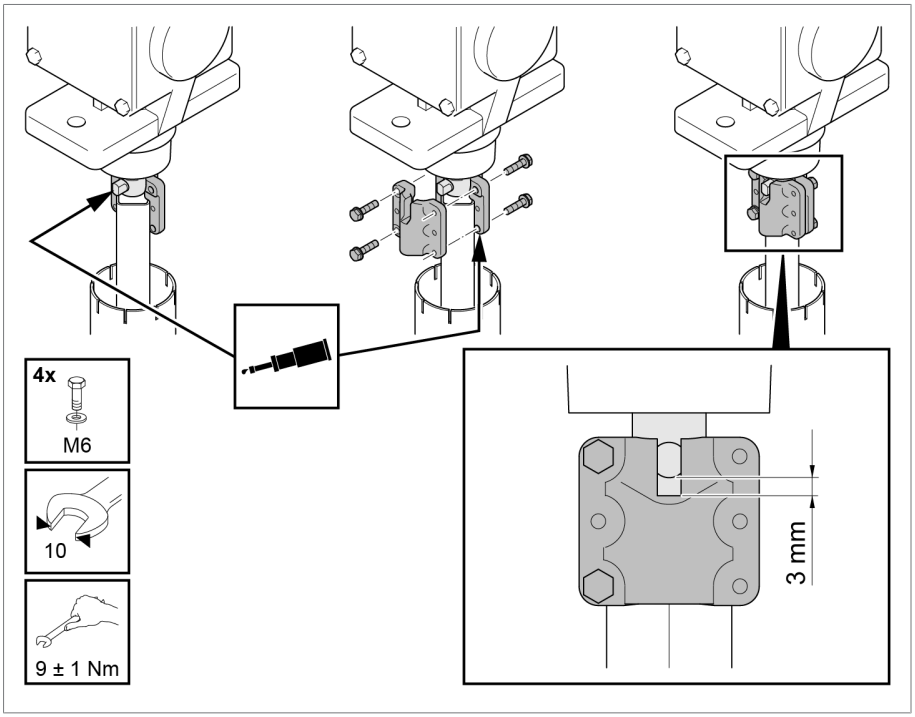


Abbildung 86: Kupplungsschalen montieren

15. Mit einer Erdungsleitung und der beigefügten Schraube mit Kontaktscheiben eine Verbindung vom unteren Schutzrohr (Innenrohr) zur Betriebserde herstellen. Hierbei die Befestigungsschraube für die Erdungsleitung wegen Kollisionsgefahr mit dem Schraubenkopf von innen montieren.

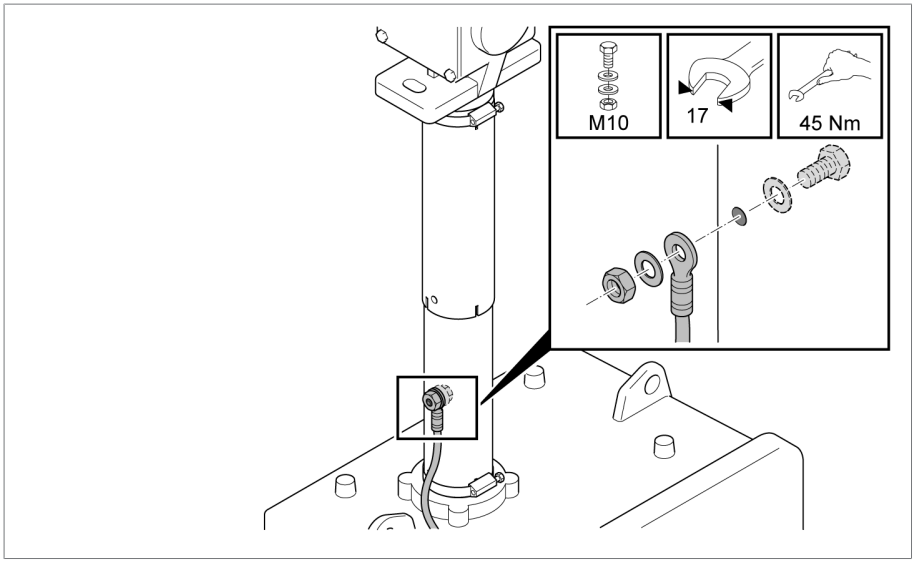


Abbildung 87: Erdungsleitung am Teleskopschutzrohr verschrauben

16. Unteres Schutzrohr (Innenrohr) mit einer Schlauchschelle am Lagerhals des Antriebs befestigen **1**. Dann oberes Schutzrohr (Außenrohr) über den Adapter am Winkelgetriebe schieben **2**. Oberes Schutzrohr am oberen Ende mit der zweiten Schlauchschelle befestigen **3**.

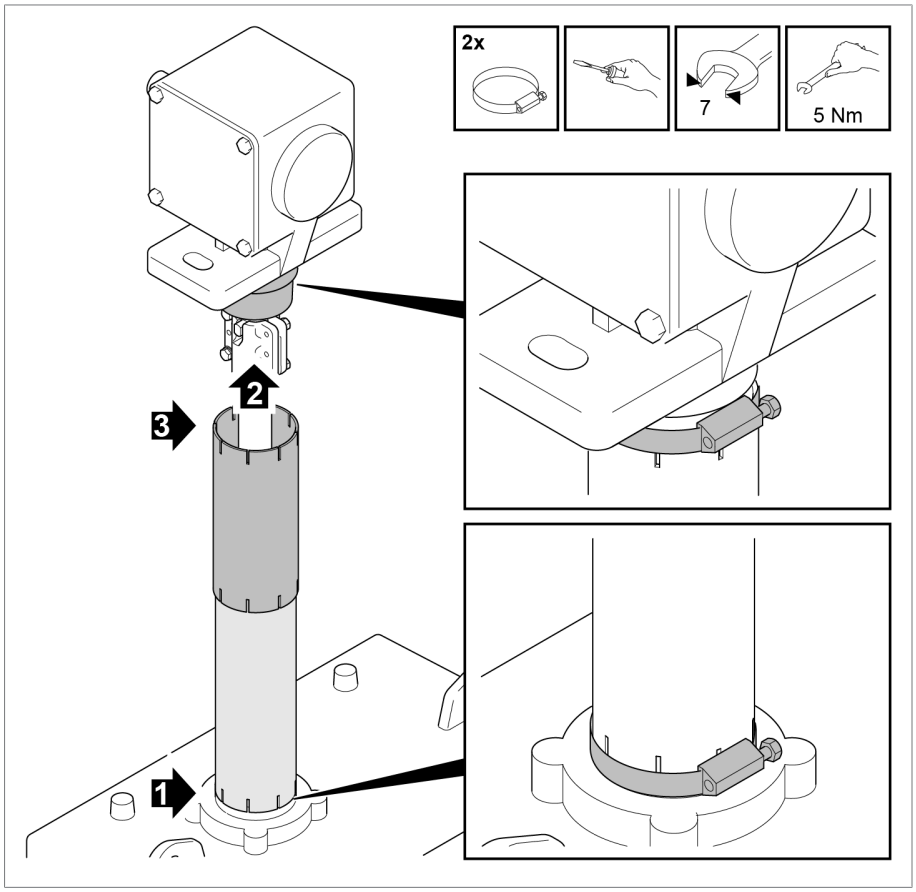


Abbildung 88: Schutzrohr montieren

17. In beide Rohre, etwa in der Mitte und um 180° versetzt, zwei Löcher mit Durchmesser 4.5 mm bohren. Dann die beiden mitgelieferten Blechschrauben eindrehen und die Schutzrohre gegeneinander arretieren, um eine galvanische Verbindung herzustellen.

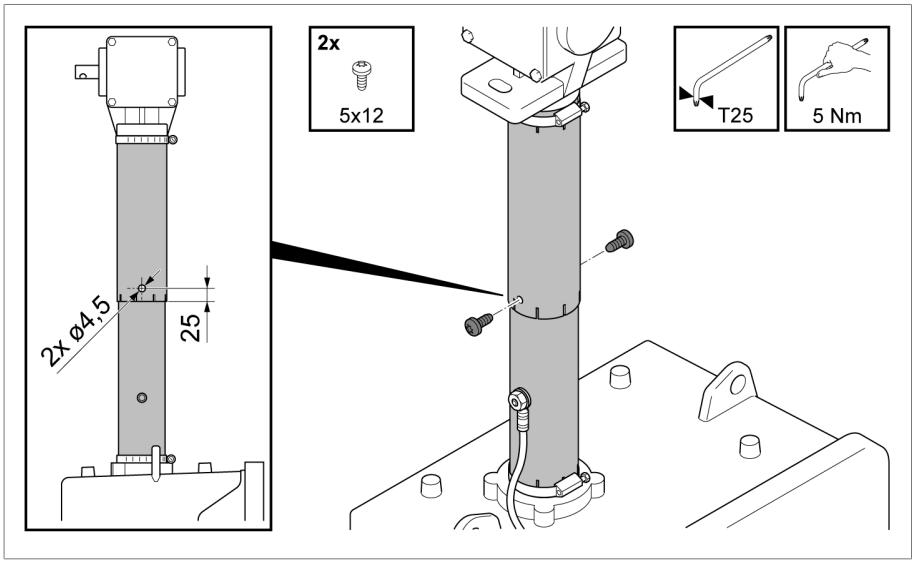


Abbildung 89: Blechschrauben eindrehen

5.5.4.2 Waagerechte Antriebswelle mit Isolator anbauen

Obere Getriebestufe auf dem Laststufenschalterkopf ausrichten

Zum korrekten Einbau der waagrechten Antriebswelle müssen Sie unter Umständen erst die obere Getriebestufe ausrichten, so dass die waagrechte Antriebswelle mit dem Wellenende der oberen Getriebestufe fluchtet.

Gehen Sie hierzu wie folgt vor:

1. ***ACHTUNG!*** Schäden am Laststufenschalter durch Ausrichten der Getriebestufe bei unvollständig gefülltem Ölgefäß. Sicherstellen, dass das Ölgefäß vollständig mit Isolierflüssigkeit gefüllt ist.

2. Schrauben lockern und Druckringsegmente zur Seite drehen.

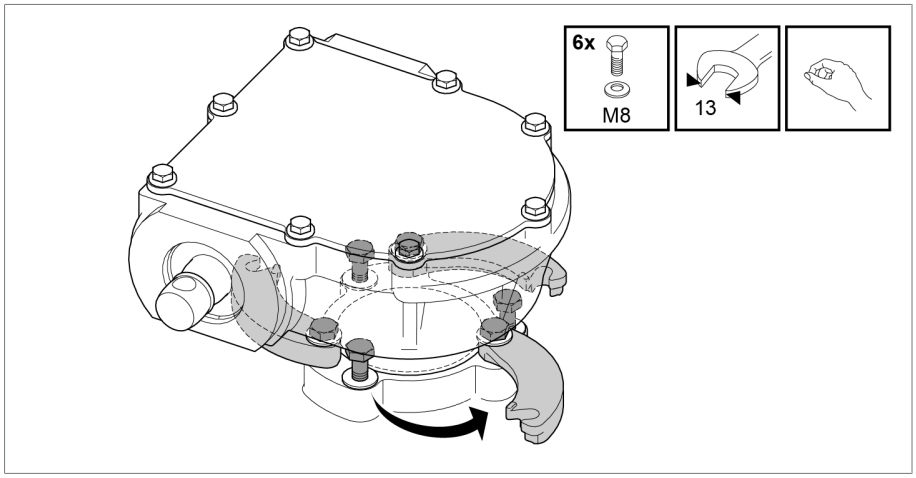


Abbildung 90: Druckringsegmente

3. **ACHTUNG!** Getriebestufe so ausrichten, dass die waagrechte Antriebswelle mit der Antriebswelle der Getriebestufe fluchtet. Während des Ausrichtens der Getriebstufe die Antriebswelle der Getriebestufe so verdrehen, dass die Abtriebswelle der Getriebestufe ihre ursprüngliche Position beibehält. Andernfalls kann es bei der Inbetriebnahme zu Schäden am Umsteller und Transformator kommen.

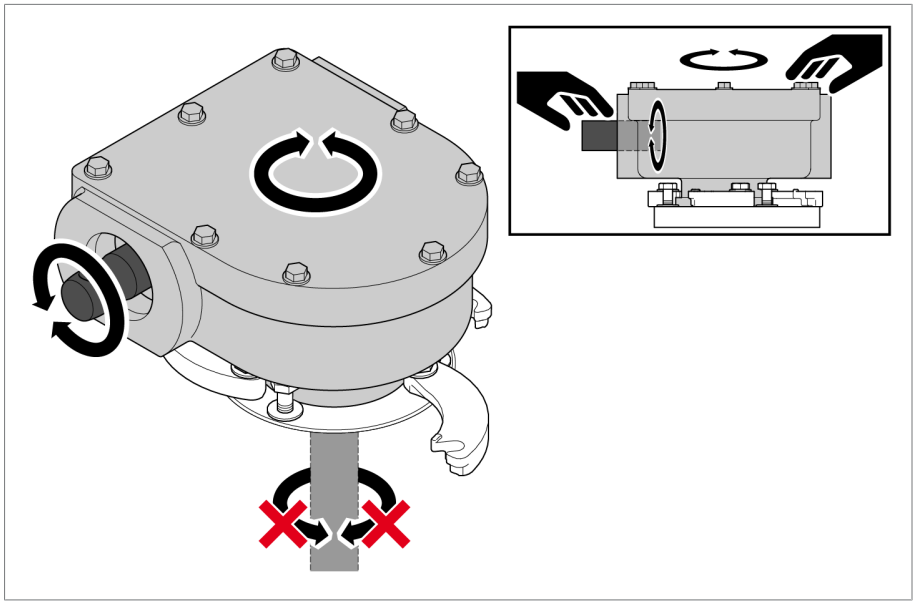


Abbildung 91: Getriebestufe ausrichten

4. Druckringsegmente in Richtung Getriebestufe zurückschwenken und Schrauben anziehen. Sicherstellen, dass die Sperrkantscheibe zwischen Schraubenkopf und Druckringsegment liegt und die Druckringsegmente fest am Gehäuse der Getriebestufe anliegen.

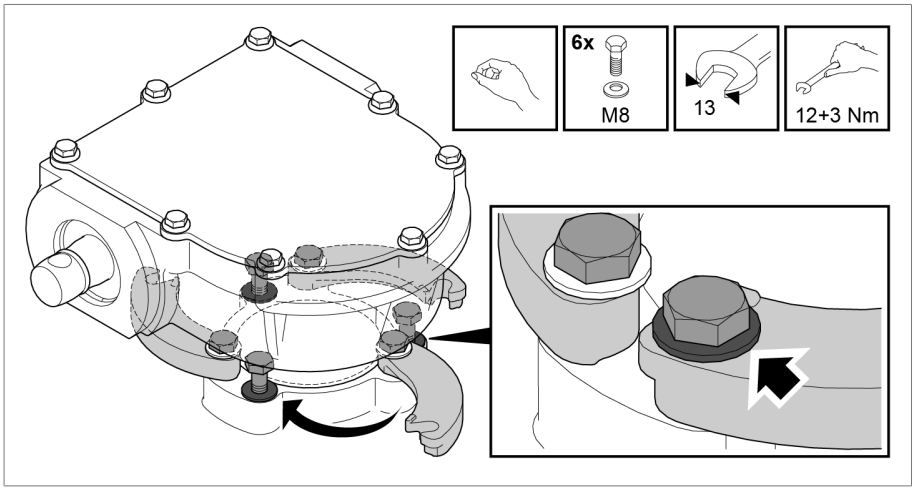


Abbildung 92: Druckringsegmente befestigen

Waagrechte Antriebswelle anbauen

Um die waagerechte Antriebswelle zu montieren, gehen Sie wie folgt vor:

1. Maß A zwischen Wellenende der oberen Getriebestufe und des Winkelgetriebes ermitteln und Vierkantrohr unter Berücksichtigung des Isolators auf Länge A–179 mm kürzen.

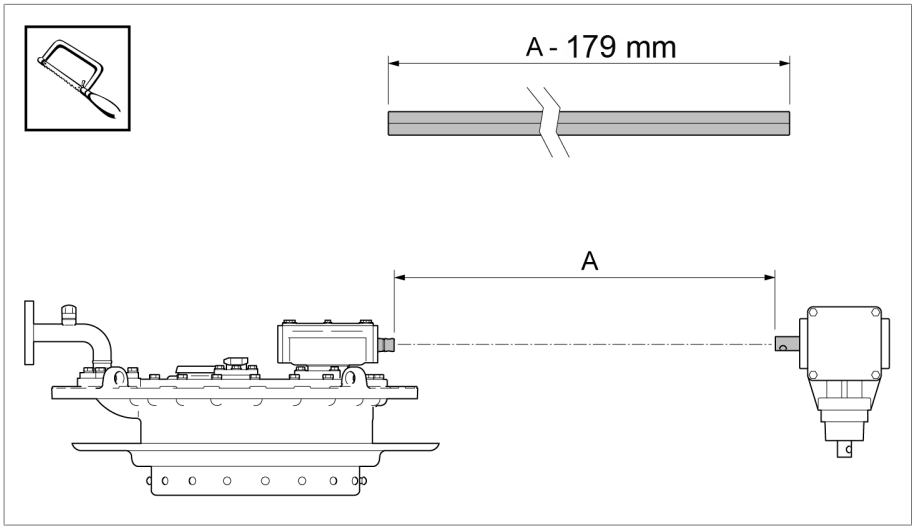


Abbildung 93: Vierkantrohr kürzen

2. Lichte Weite B zwischen den Gehäusen der oberen Getriebestufe und des Winkelgetriebes ermitteln. Schutzblech auf Länge B-2 mm abschneiden und Schnittstellen entgraten.

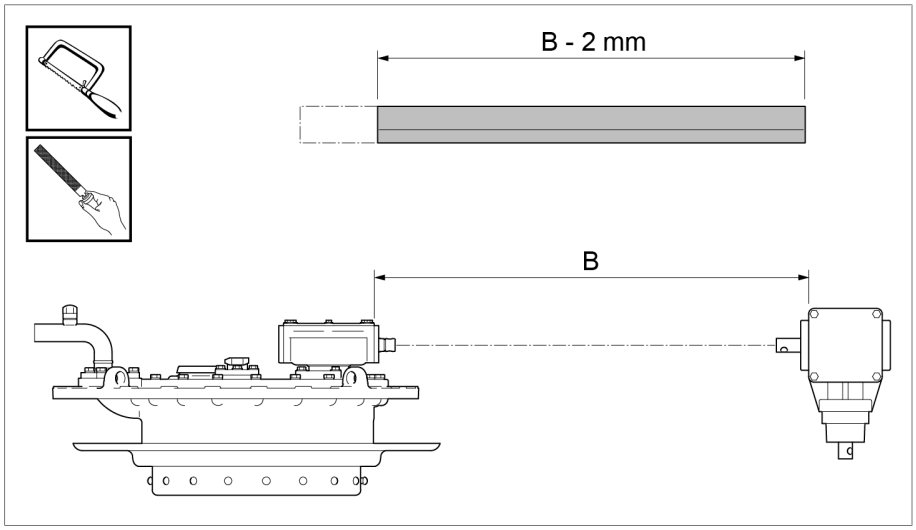


Abbildung 94: Schutzblech kürzen und entgraten

3. Für die separate Erdung mit Abstand von 110 mm vom Winkelgetriebe aus in das Schutzblech ein Loch mit Durchmesser 11 mm bohren. Schutzblech durch Farbanstrich gegen Korrosion schützen.

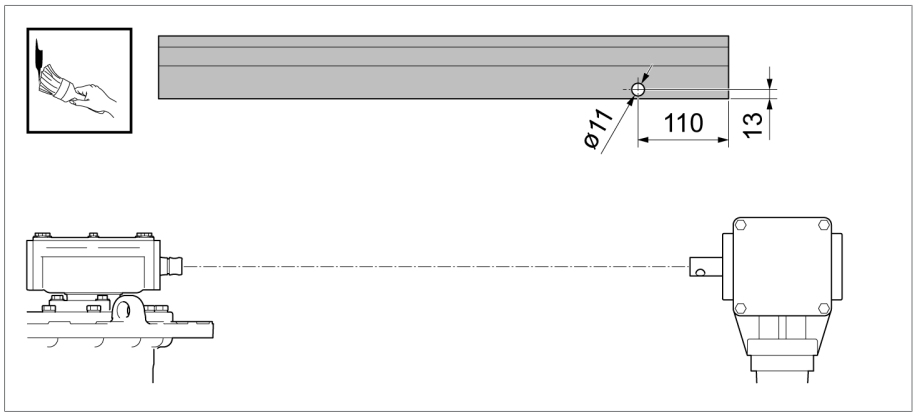


Abbildung 95: Erdungsbohrung am Schutzblech anbringen

4. Doppelkupplungsschale mit mitgeliefertem Isolator und Vierkantrohr verschrauben. Isolator an der Seite montieren, die dem Winkelgetriebe zugewandt ist.

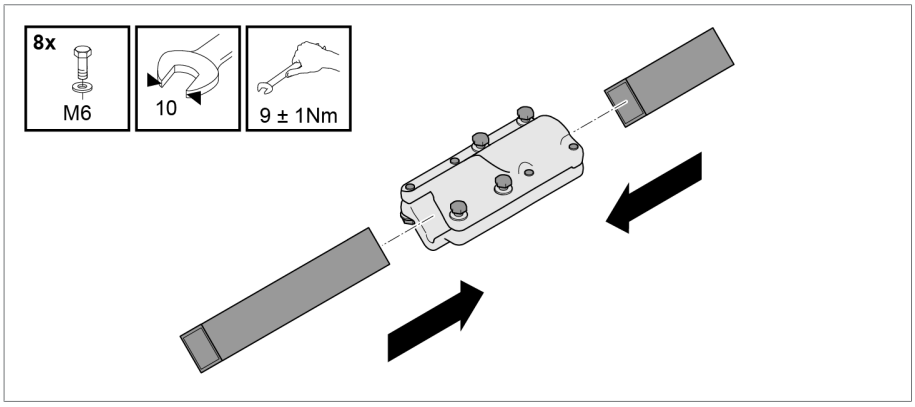


Abbildung 96: Vierkantrohr und Isolator mit Doppelkupplungsstück verschrauben

5. Lose zusammengeschraubtes Kupplungsstück bis zum Anschlag auf Isolator aufschieben.

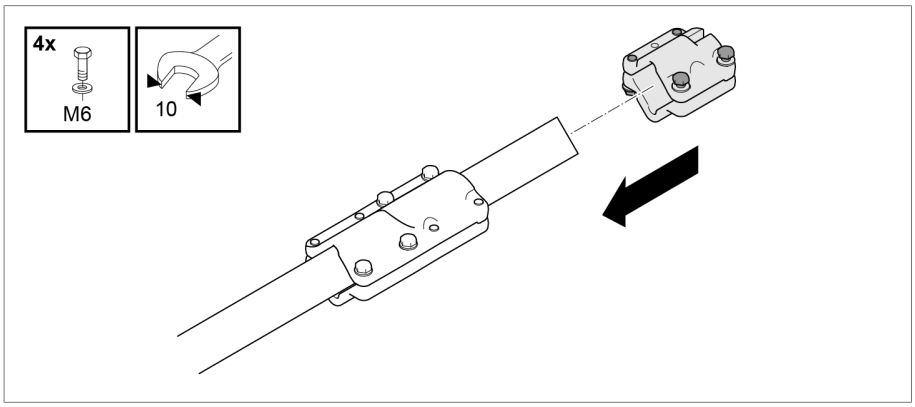


Abbildung 97: Kupplungsstücke

6. Kupplungsbolzen, Kupplungsstück und Wellenende des Winkelgetriebes fetten (z.B. ISOFLEX TOPAS L32) und Kupplungsbolzen in Wellenende einsetzen. Schlauchschellen auf Vierkantrohr auffädeln und Vierkantrohr mit Kupplungsstück auf Wellenende schieben.

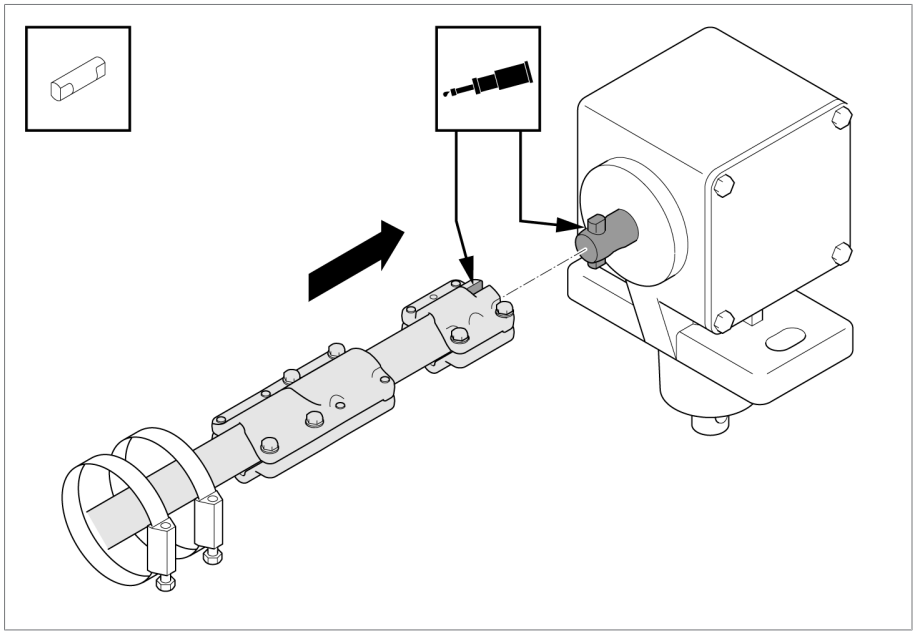


Abbildung 98: Vierkantrohr mit Kupplungsstück auf Wellenende schieben

7. Vierkantrohr an Winkelgetriebe befestigen.

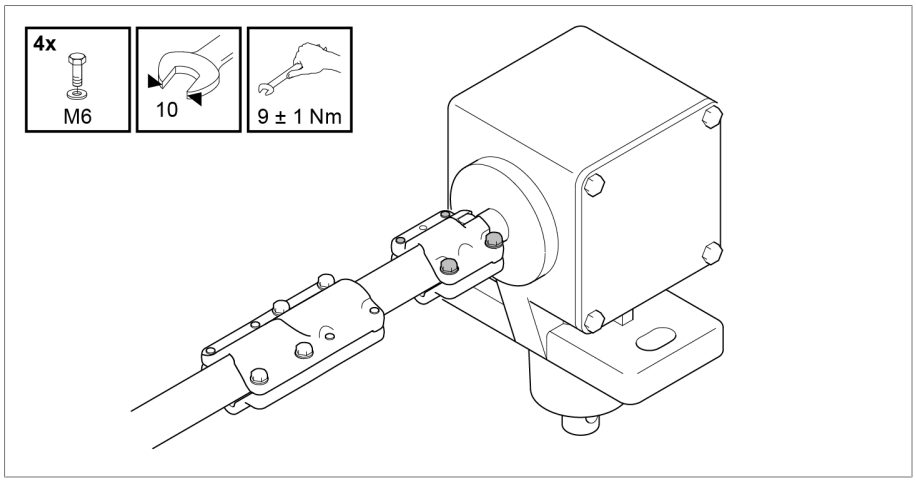


Abbildung 99: Vierkantrohr am Winkelgetriebe befestigen

8. Kupplungsbolzen, Kupplungsschalen und Wellenende der oberen Getriebestufe fetten (z.B. ISOFLEX TOPAS L32) und Kupplungsbolzen in Wellenende einsetzen. Vierkantrohr mit Kupplungsschalen an der oberen Getriebestufe befestigen. Einseitiges Axialspiel von 3 mm zwischen Kupplungsbolzen und oberem Kupplungsstück einstellen.

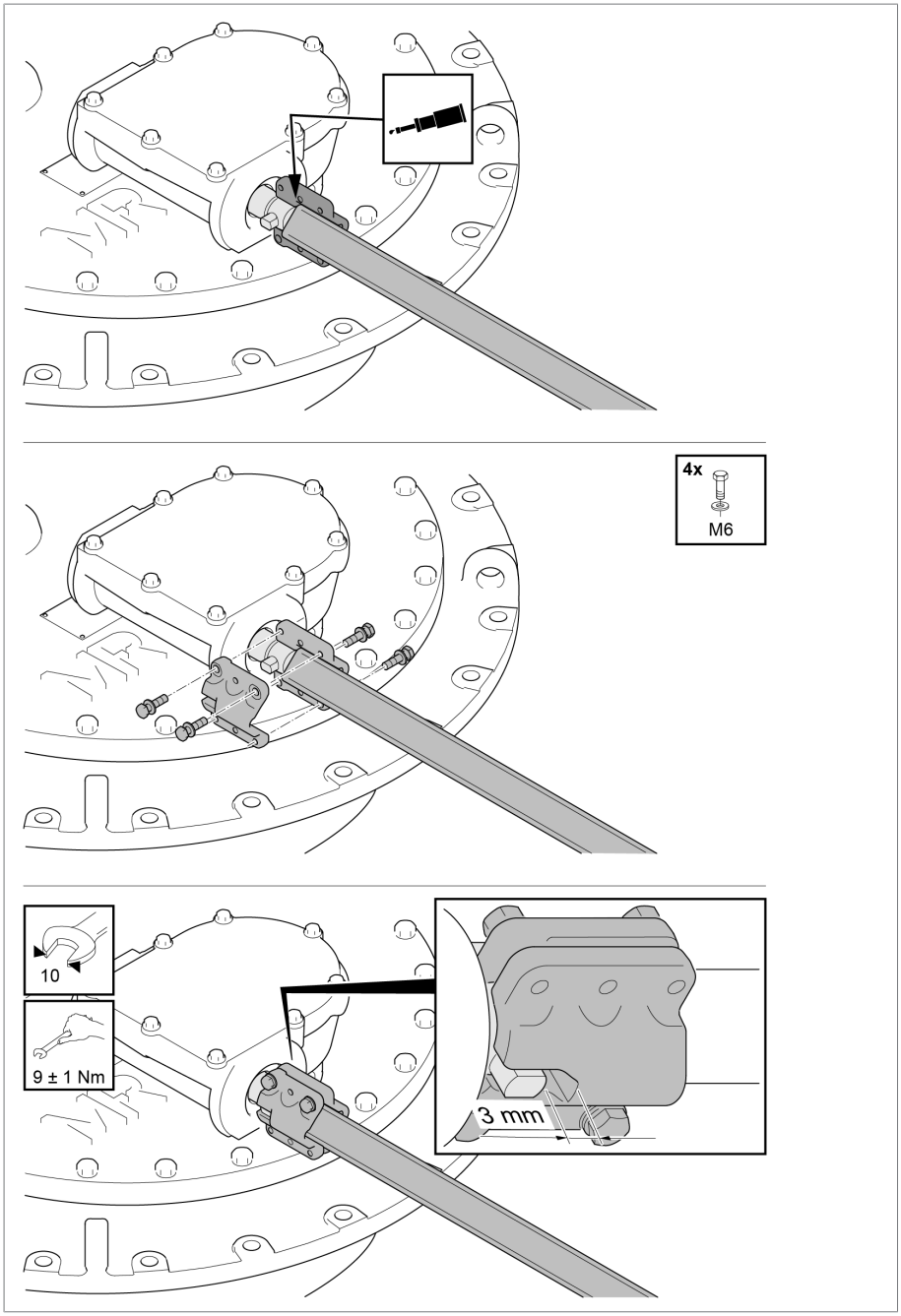


Abbildung 100: Vierkantrohr an der oberen Getriebestufe befestigen

9. Gekürztes Schutzblech auf die Gehäuseansätze am Laststufenschalterkopf und Winkelgetriebe aufstecken. An jedem Ende Schutzblech mit je einer Schlauchschelle befestigen.

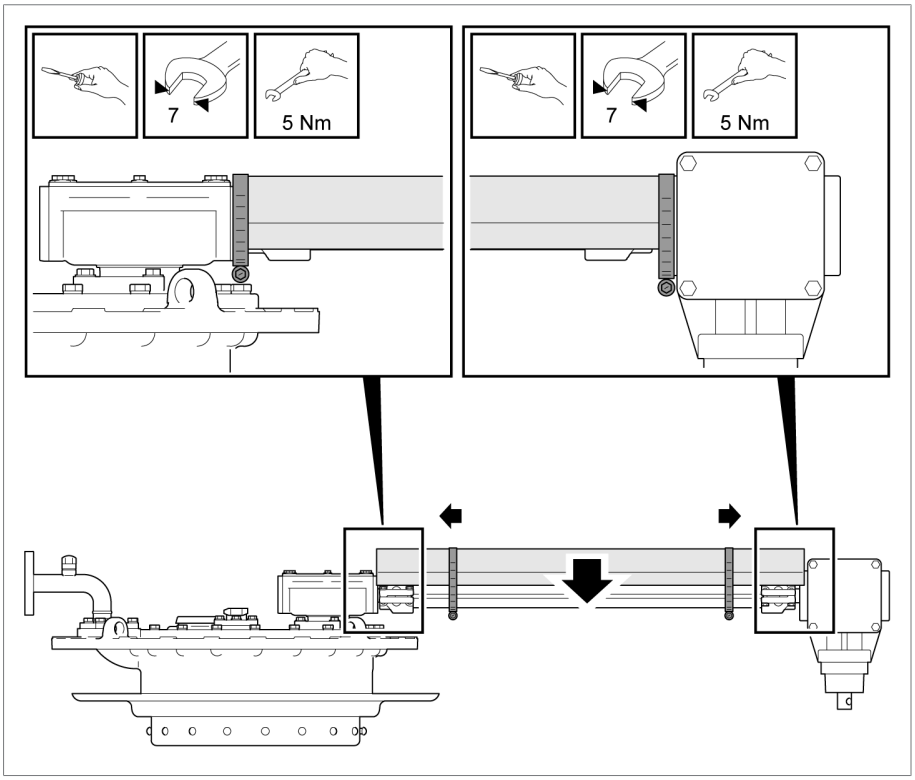


Abbildung 101: Schutzblech anbauen

10. Mit einer Erdungsleitung und der beigefügten Schraube mit Kontaktscheiben eine Verbindung vom Schutzblech zur Betriebserde herstellen. Hierbei die Befestigungsschraube für die Erdungsleitung wegen Kollisionsgefahr mit dem Schraubenkopf von innen montieren.

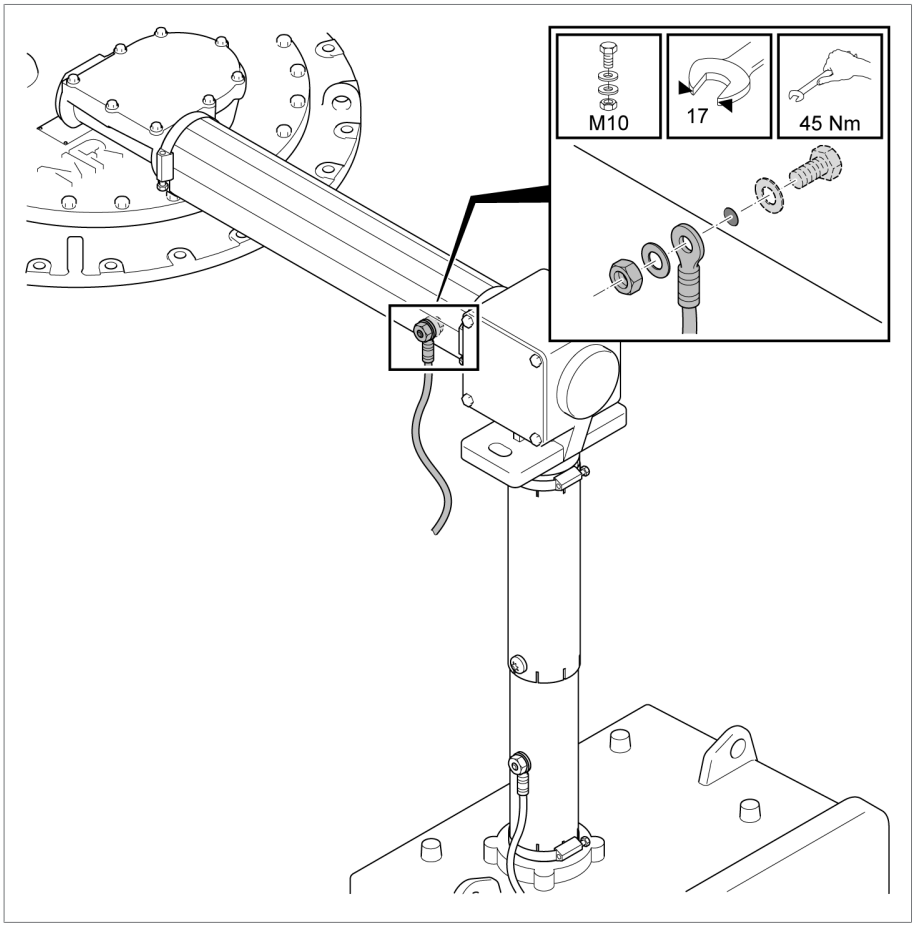


Abbildung 102: Erdungsleitung vom Schutzblech verschrauben

5.5.4.2.1 Laststufenschaltersätze und Laststufenschalterkombinationen

Bei zweisäuligen und dreisäuligen Laststufenschalterausführungen werden die einzelnen Laststufenschaltersäulen von einem gemeinsamen Motorantrieb angetrieben. Sie müssen die Laststufenschalterköpfe über dem Transformatordeckel miteinander kuppeln und ein synchrones Schalten der Laststufenschaltersäulen sicherstellen.

Hierzu gehen Sie wie folgt vor:

1. Stellungsgleichheit aller Laststufenschalter überprüfen (Schauglas im Laststufenschalterkopf). Jeder Laststufenschalter muss in der Justierstellung stehen.
2. Drucksegmente der oberen Getriebestufen durch Lockern der 6 Schrauben M8/Schlüsselweite 13 zur Seite drehen.

3. **ACHTUNG!** Obere Getriebestufen ausschließlich durch Drehen der Antriebswellen der oberen Getriebestufen bei gelockerten Drucksegmenten in gewünschte Einbaulage bringen. Eine andere Vorgehensweise beim Ausrichten der oberen Getriebestufen kann zu Schäden am Laststufenschalter führen.
4. Drucksegmente in Richtung Getriebestufe zurückschwenken und Schrauben anziehen (Anziehmoment 15 Nm). Sicherstellen, dass die Federscheibe zwischen Schraubenkopf und Druckringsegment liegt und die Druckringsegmente fest am Gehäuse der Getriebestufe anliegen.
5. Pfeil am Antriebswellenflansch unter der eingeschlagenen Fabrikationsnummer beachten. Die Pfeilrichtung gibt die Drehrichtung beim Drehen der Handkurbel des Motorantriebes im Uhrzeigersinn an und muss an allen Getriebestufen übereinstimmen.
6. Durch Drehen der Wellenenden gegen den Uhrzeigersinn die Laststufenschalter voneinander getrennt um eine Stufe verstellen, bis der Laststufenschalter umschaltet.
7. Stellungsgleichheit an allen Laststufenschalterköpfen überprüfen.
8. Waagerechte Antriebswelle zwischen den Laststufenschalterköpfen einbauen. Jeden Laststufenschalter einzeln kuppeln. Mit dem Laststufenschalter beginnen, der dem Motorantrieb am nächsten liegt.
9. **ACHTUNG!** Nach der Montage aller Antriebswellen 2,5 Umdrehungen an der Antriebswelle der oberen Getriebestufe gegen den Uhrzeigersinn weiter kurbeln, um den Schaltvorgang korrekt zu beenden. Ein unvollständig beendeter Schaltvorgang kann zu Schäden am Laststufenschalter führen.
10. Laststufenschalter durch Drehen der Antriebswelle im Uhrzeigersinn in die Justierstellung zurückschalten. Nach Erreichen der Justierstellung und Umschaltung der Lastumschalter weitere 2,5 Umdrehungen an der Antriebswelle der oberen Getriebestufe im Uhrzeigersinn weiter kurbeln, um den Schaltvorgang korrekt zu beenden.
11. Sicherstellen, dass alle Laststufenschalter umschalten. Hierbei ist ein geringer zeitlicher Versatz zulässig.
12. Stellungsgleichheit an allen Laststufenschalterköpfen überprüfen.
13. Senkrechte Antriebswelle einbauen.

5.5.5 Laststufenschalter und Motorantrieb ausmitteln

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

5.5.6 Motorantrieb elektrisch anschließen

► Motorantrieb gemäß zugehöriger MR-Betriebsanleitung des Motorantriebs elektrisch anschließen.

6 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.

6.1 Inbetriebnahme des Laststufenschalters beim Transformatorhersteller

Führen Sie folgende Arbeiten und Funktionsprüfungen durch, bevor Sie den Transformator in Betrieb nehmen.

6.1.1 Laststufenschalterkopf und Saugleitung entlüften

6.1.1.1 Laststufenschalterkopf entlüften

1. Alle Vor- und Rücklaufhähne im Rohrleitungssystem öffnen.

2. Schraubkappe am Entlüftungsventil E1 am Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

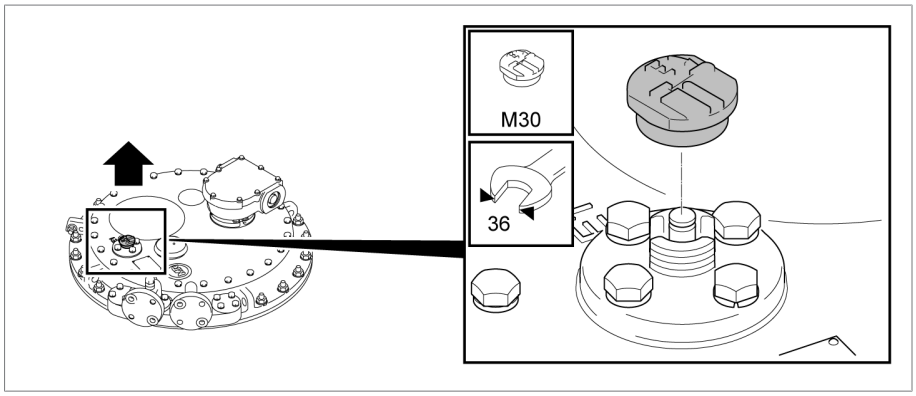


Abbildung 103: Entlüftungsventil E1

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

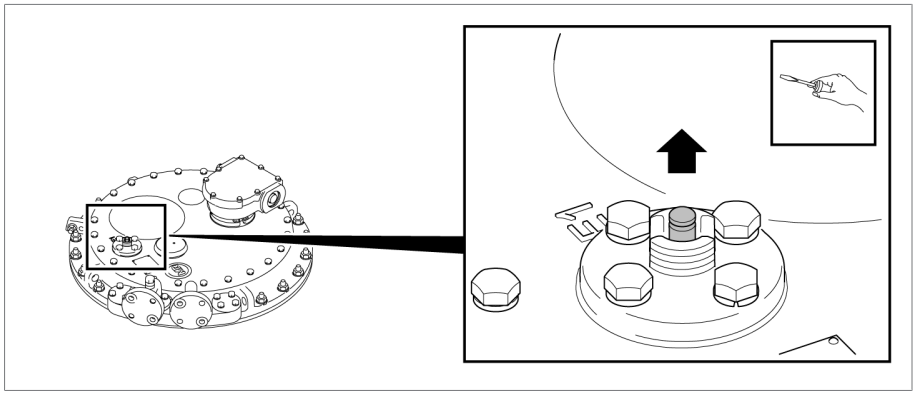


Abbildung 104: Ventilstößel

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

6.1.1.2 Saugleitung am Rohrleitungsanschluss S entlüften

1. Schraubkappe am Rohrleitungsanschluss S entfernen.

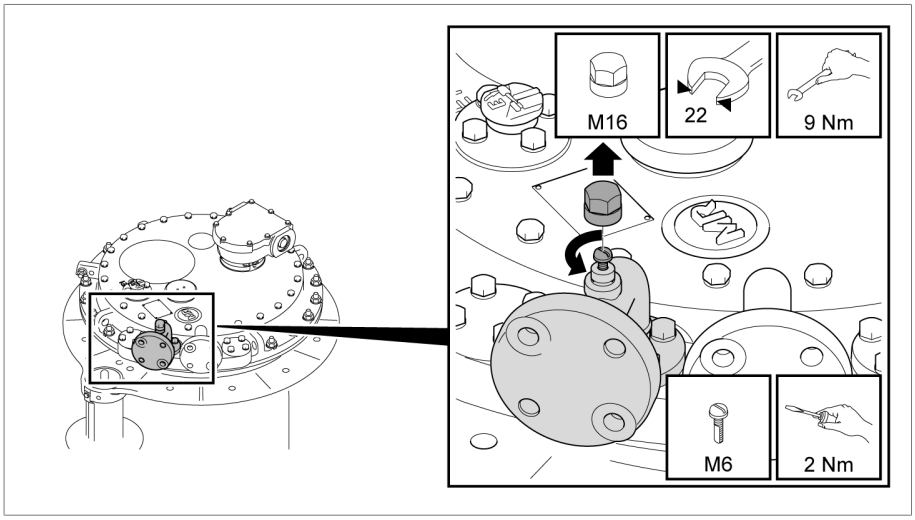


Abbildung 105: Rohrleitungsanschluss S

2. Entlüftungsschraube öffnen und Rohrleitung entlüften.
3. Entlüftungsschraube schließen.
4. Entlüftungsschraube mit Schraubkappe verschließen.

6.1.2 Laststufenschalter erden

Verringern Sie gegebenenfalls das angegebene Anziehmoment entsprechend der verwendeten Erdungsleitung.

1. Laststufenschalter erden. Hierzu ausschließlich die Erdungsklemme am Laststufenschalterkopf mit dem Transformatordeckel verbinden.

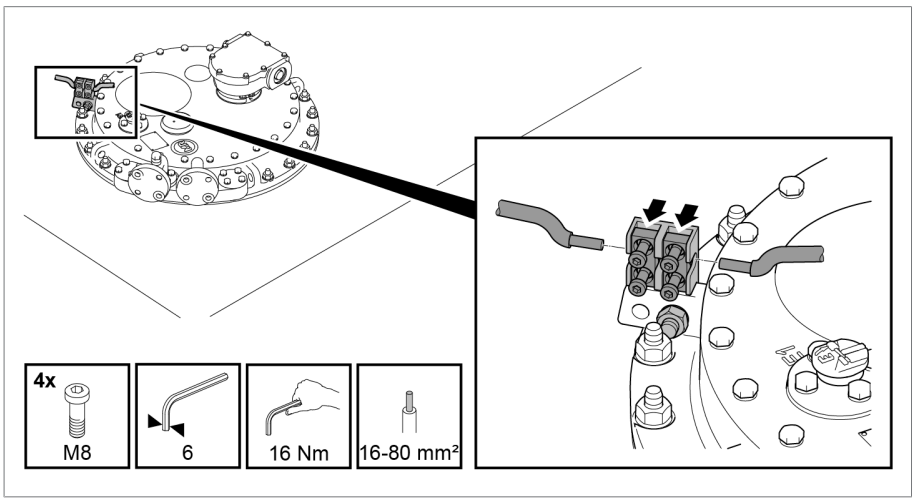


Abbildung 106: Erdungsklemme am Laststufenschalterkopf

2. Motorantrieb erden. Hierzu ausschließlich den verdrehsicheren Erdungsanschluss des Motorantriebs mit dem Erdungsanschluss des Transformators verbinden.

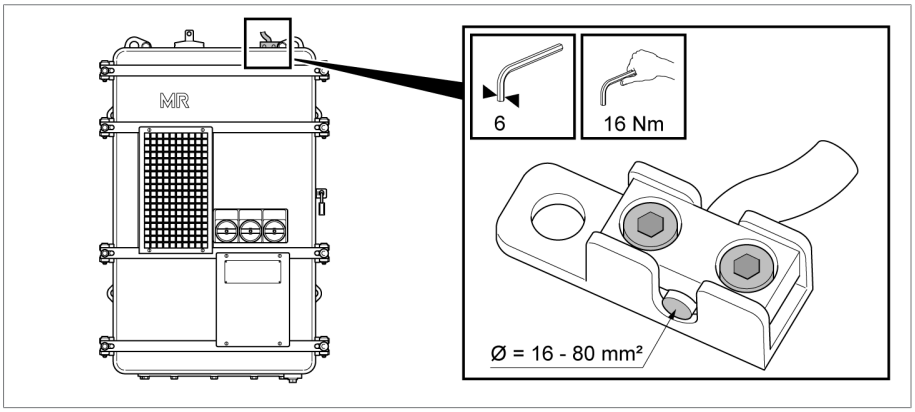


Abbildung 107: Erdungsschraube am Motorantrieb

3. Gehäuse des Temperatursensors mit Erdungsschraube am Laststufenschalterkopf verbinden.

6.1.3 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.

Überprüfen Sie vor der Inbetriebname 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.

6.1.4 Hochspannungsprüfungen am Transformator

Beachten Sie folgende Punkte vor Durchführung der Hochspannungsprüfungen am Transformator:

- Sicherstellen, dass das Ölgefäß des Laststufenschalters komplett mit Isolierflüssigkeit gefüllt ist.
- Sicherstellen, dass alle Schutzeinrichtungen des Laststufenschalters ordnungsgemäß funktionieren und betriebsbereit sind.
- Auf Lackfreiheit der Erdungsanschlüsse am Motorantriebsschutzgehäuse und der Schutzgehäusebefestigung achten.
- Hochspannungsprüfung nur bei geschlossener Motorantriebstüre durchführen.
- Externe Verbindungen zu elektronischen Komponenten im Motorantrieb abklemmen, um Beschädigungen durch Überspannung zu vermeiden.
- Für den Anschluss der Versorgungsspannung des Motorantriebs nur die für die Leitungseinführung vorgesehenen Kabeldurchführungen im Schutzgehäuseboden verwenden.
- Alle Erdanschlussleitungen auf einen zentralen Anschlusspunkt zusammenführen (Aufbau einer passenden Bezugserde).
- Alle elektronischen Bauteile vor der Hochspannungsprüfung ausklemmen. Alle Geräte mit einer Stehspannung < 1000 V vor einer Isolationsprüfung der Verdrahtung ausbauen.
- Zur Prüfung verwendete Leitungen vor der Hochspannungsprüfung entfernen, da diese wie Antennen wirken.
- Auf möglichst getrennte Verlegung von Messleitungen und Datenleitungen zu Energiekabeln achten.

Kontaktieren Sie den Hersteller, wenn noch Zweifel über mögliche Gefährdungen bestehen.

6.2 Transport des Transformators zum Aufstellungsort

ACHTUNG

Schäden am Motorantrieb!

Schäden am Motorantrieb durch Kondenswasser im Schutzgehäuse des Motorantriebs.

► Schutzgehäuse des Motorantriebs stets dicht verschließen.

► Bei Stillstandszeiten vor Erstinbetriebnahme von mehr als 8 Wochen die Antikondensheizung im Motorantrieb anschließen und in Betrieb nehmen. Ist dies nicht möglich, ausreichende Menge an Trockenmittel in das Schutzgehäuse einlegen.

6.2.1 Transport mit abgebautem Antrieb

1. Sicherstellen, dass Antrieb und Laststufenschalter in der Justierstellung stehen.

2. Antrieb abbauen.
3. Antrieb bei entkuppeltem Laststufenschalter nicht betätigen und Abtriebswelle nicht verdrehen.
4. Entkuppelten Laststufenschalter nicht betätigen und dessen Antriebswelle nicht verdrehen.
5. Antrieb in der MR-Lieferverpackung zum Aufstellungsort transportieren.
6. Antrieb [▶Abschnitt 5.5.3, Seite 91] und Antriebswelle am Aufstellungsort an Transformator anbauen.

6.2.2 Transport mit gefülltem Transformatortank und ohne Ölausdehnungsgefäß

Bringen Sie zum Druckausgleich eine Verbindungsleitung zwischen Ölgefäß des Laststufenschalters und Transformatortank an, wenn der Transformator mit gefülltem Tank und ohne Ölausdehnungsgefäß transportiert wird.

► Verbindungsleitung am Laststufenschalterkopf zwischen den Anschlüssen E2 und einem der freien Rohrleitungsanschlüsse R, S oder Q herstellen.

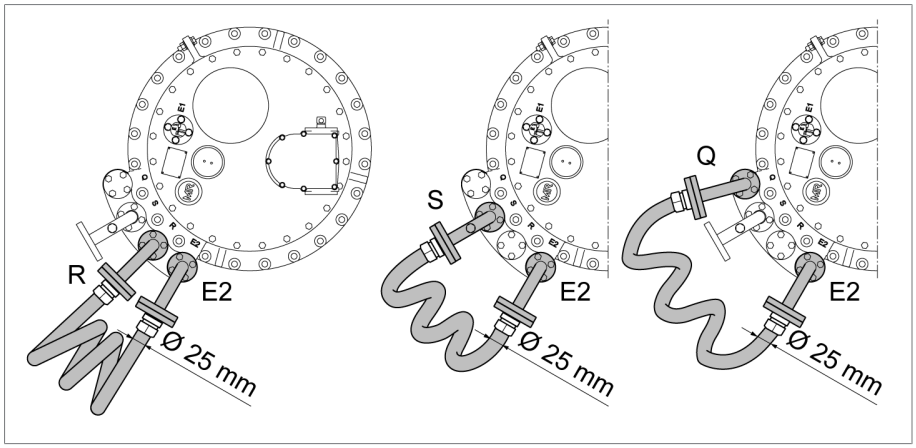


Abbildung 108: Verbindungsleitung

Bei einer kurzfristigen Standzeit von maximal 4 Wochen ohne Ölausdehnungsgefäß genügt es auch, ca. 7 Liter der Isolierflüssigkeit aus dem Ölgefäß des Laststufenschalters zu entfernen.

6.2.3 Transport mit leerem Transformatortank

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Während des Transports des Transformators kann es zu Pendelbewegungen des Laststufenschalters kommen, wenn der Transformator ohne Isolierflüssigkeit und das Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit transportiert wird. Diese Pendelbewegungen können zu Schäden am Laststufenschalter führen.

► Ölgefäß vollständig entleeren, falls der Transformator ohne Isolierflüssigkeit transportiert wird.

► Ölgefäß wie Transformator konservieren (z. B. durch Füllung mit N2).

6.2.3.1 Ölgefäß über Rohrleitungsanschluss S entleeren

1. Alle Hilfsstromkreise (z. B. Schaltüberwachungseinrichtung, Druckentlastungsventil, Druckwächter) spannungsfrei schalten.
2. Bei offenem Absperrhahn (Schieber) zwischen Ölausdehnungsgefäß und Ölgefäß das Entlüftungsventil E1 am Laststufenschalterkopf öffnen.
3. Das sich unter dem Laststufenschalterdeckel befindliche Gas ablassen. Dabei für ausreichende Belüftung sorgen (z. B. in Transformatorzellen und Arbeitszelten).
4. Sobald das Gas entfernt ist und Isolierflüssigkeit aus dem Entlüftungsventil nachströmt, das Entlüftungsventil schließen und den Absperrhahn zwischen Ölausdehnungsgefäß und Ölgefäß schließen.
5. Entlüftungsventil wieder öffnen und ca. 5…10 Liter Isolierflüssigkeit über den Rohrleitungsanschluss S ablassen, bis die Fläche unter dem Laststufenschalterkopfdeckel frei von Isolierflüssigkeit ist.
6. 24 Schrauben M10/Schlüsselweite 17 mit Sicherungselementen am Laststufenschalterkopfdeckel lösen.
7. Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.
8. Isolierflüssigkeit über Rohrleitungsanschluss S absaugen.
9. Absperrhahn zwischen Ölausdehnungsgefäß und Ölgefäß öffnen.
   ⇨ Isolierflüssigkeit aus dem Ölausdehnungsgefäß fließt in das Ölgefäß.
10. Isolierflüssigkeit über Rohrleitungsanschluss S absaugen.
11. Laststufenschalterkopfdeckel auf Laststufenschalterkopf setzen.
12. Laststufenschalterkopfdeckel mit 24 Schrauben M10/Schlüsselweite 17 und Sicherungselementen verschrauben (Anzugsmoment 34 Nm).

6.2.3.2 Ölgefäß ohne Ölsaugleitung entleeren

⚠ 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).

1. Alle Hilfsstromkreise (zum Beispiel Schaltüberwachung, Druckentlastungsventil, Druckwächter) spannungsfrei schalten.
2. Bei offenem Absperrhahn (Schieber) zwischen Ölausdehnungsgefäß und Ölgefäß das Entlüftungsventil E1 am Laststufenschalterkopf öffnen.
3. Das sich unter dem Laststufenschalterdeckel befindliche Gas ablassen. Dabei für ausreichende Belüftung sorgen (zum Beispiel in Transformatorzellen und Arbeitszelten).
4. Sobald das Gas entfernt ist und Öl aus dem Entlüftungsventil nachströmt, das Entlüftungsventil schließen und den Absperrhahn zwischen Ölausdehnungsgefäß und Ölgefäß schließen.
5. Entlüftungsventil wieder öffnen und ca. 5–10 Liter Öl über die Ablassleitung ablassen, bis die Fläche unter dem Laststufenschalterkopfdeckel ölfrei ist.
6. 24 Schrauben M10/Schlüsselweite 17 mit Sperrkantscheiben am Laststufenschalterkopfdeckel lösen.
7. Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.
8. Ölfestes Kunststoffrohr (Aussendurchmesser maximal 30 mm, Mindestlänge = Höhe des Laststufenschalters + 50 mm) vorsichtig an der Getriebeplatte vorbei zwischen Lastumschalter und Ölgefäß bis zum Boden des Laststufenschalters schieben, siehe Anhang [►Abschnitt 9.6, Seite 144].
9. Öl absaugen.
10. Absperrhahn zwischen Ölausdehnungsgefäß und Ölgefäß öffnen.
    ⇨ Das Öl aus dem Ölausdehnungsgefäß fließt in das Ölgefäß.
11. Öl absaugen.
12. Laststufenschalterkopfdeckel auf Laststufenschalterkopf setzen.
13. Laststufenschalterkopfdeckel mit 24 Schrauben M10/Schlüsselweite 17 verschrauben (Anzugsmoment 34 Nm).

6.3 Inbetriebnahme des Transformators am Aufstellungsort

Bevor Sie den Transformator an Spannung legen, müssen Sie die korrekte Funktion des Motorantriebs und der Schutzeinrichtungen prüfen sowie das Ölgefäß des Laststufenschalters mit neuer Isolierflüssigkeit füllen.

6.3.1 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Ungeeignete Isolierflüssigkeiten führen zu Schäden am Laststufenschalter!

- ► Isolierflüssigkeiten verwenden, die die Anforderungen nach IEC 60296 erfüllen.
- ► Sofern durch den Transformatorhersteller freigegeben, können Sie von der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH zugelassene synthetische Ester nach IEC 61099 oder natürliche Ester nach IEC 62770 verwenden.

1. 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.

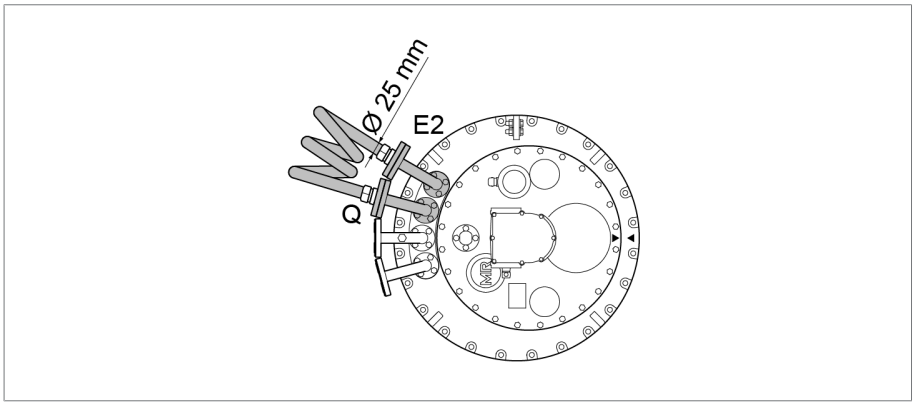


Abbildung 109: Verbindungsleitung zwischen E2 und Q

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

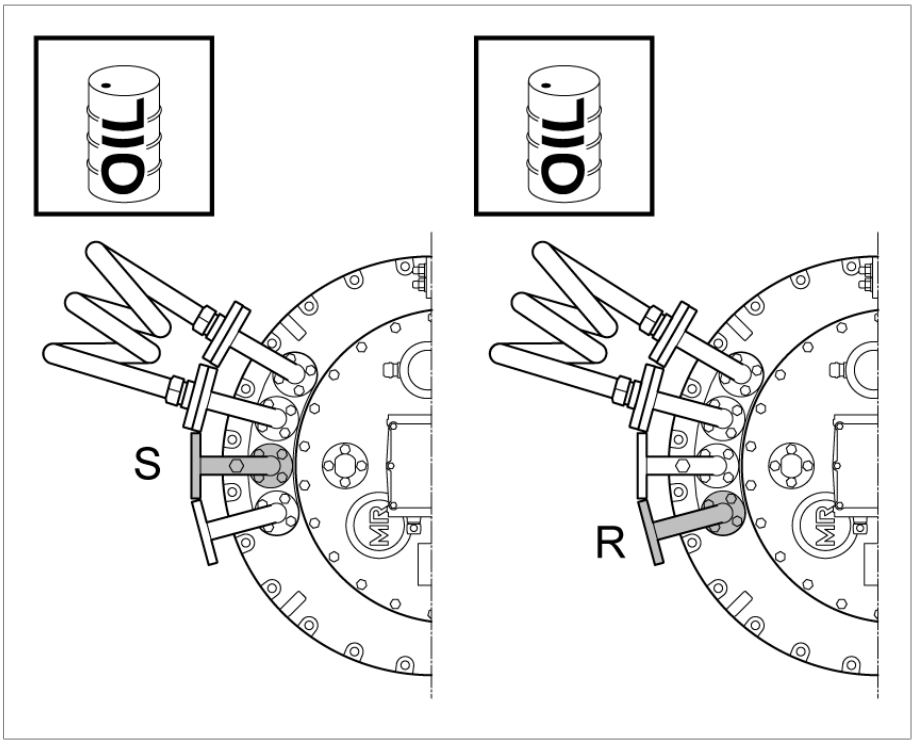


Abbildung 110: Rohrleitungsanschluss S und R

3. Isolierflüssigkeitsprobe aus dem Ölgefäß entnehmen.
4. Temperatur der Probe unmittelbar nach der Entnahme protokollieren.
5. Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt bei einer Temperatur der Probe von 20 °C ± 5 °C bestimmen. Die Durchschlagfestigkeit und der Wassergehalt müssen die in den technischen Daten [►Abschnitt 8.3, Seite 138] angegebenen Grenzwerte einhalten.

6.3.2 Laststufenschalterkopf und Saugleitung entlüften

6.3.2.1 Laststufenschalterkopf entlüften

1. Alle Vor- und Rücklaufhähne im Rohrleitungssystem öffnen.

2. Schraubkappe am Entlüftungsventil E1 am Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

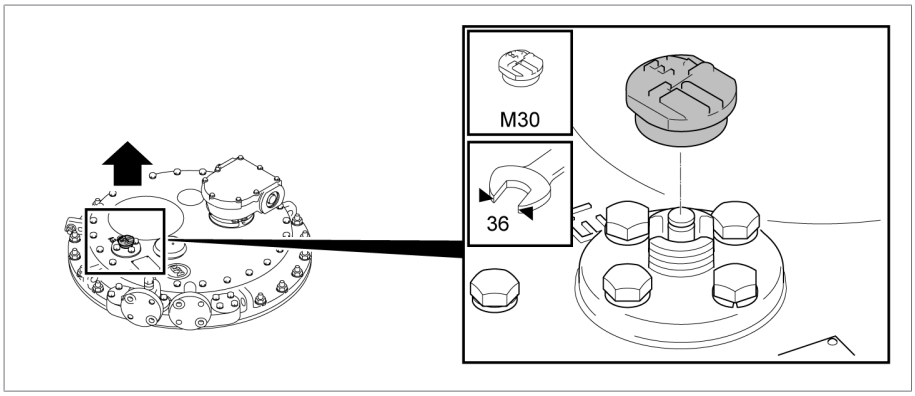


Abbildung 111: Entlüftungsventil E1

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

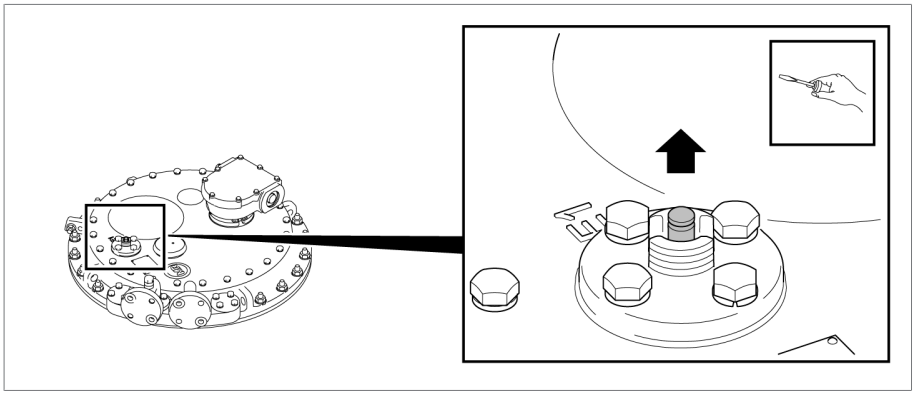


Abbildung 112: Ventilstößel

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

6.3.2.2 Saugleitung am Rohrleitungsanschluss S entlüften

1. Schraubkappe am Rohrleitungsanschluss S entfernen.

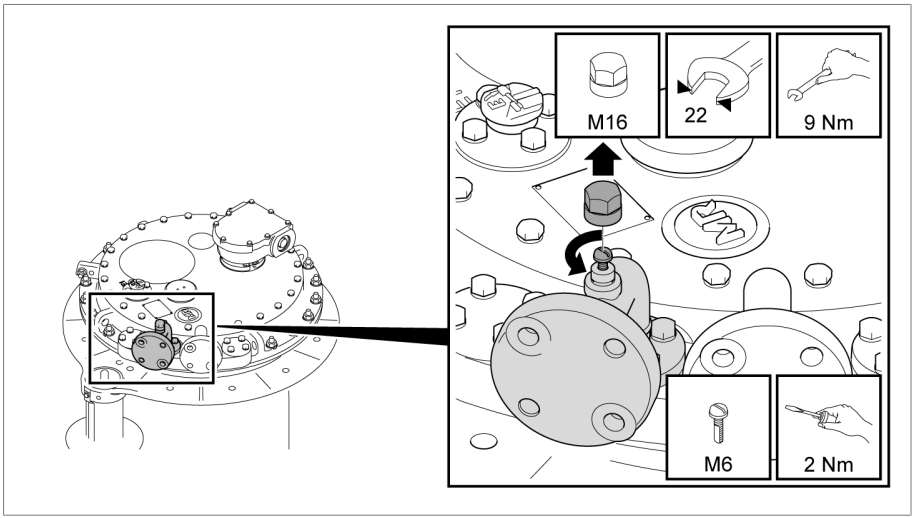


Abbildung 113: Rohrleitungsanschluss S

2. Entlüftungsschraube öffnen und Rohrleitung entlüften.
3. Entlüftungsschraube schließen.
4. Entlüftungsschraube mit Schraubkappe verschließen.

6.3.3 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 Lastumschaltertyp. 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 Inbetriebname 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.

6.3.4 Schutzrelais überprüfen

- ✓ Prüfen Sie die korrekte Funktion des Schutzrelais, bevor Sie den Transformator in Betrieb nehmen:

1. Transformator auf der Ober- und 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. Klemmenkasten des Schutzrelais öffnen.
5. Prüftaster AUS betätigen.
6. Gefahrenbereich des Transformators verlassen.

7. Sicherstellen, dass der Leistungsschalter des Transformators nicht geschlossen werden kann.

   ⇨ Passiver Schutztest

8. Prüftaster BETRIEB betätigen.
9. Gefahrenbereich des Transformators verlassen.
10. Leistungsschalter des Transformators bei offenen Trennern und allseitig geerdetem Transformator schließen.
11. Prüftaster AUS betätigen.
12. Sicherstellen, dass der Leistungsschalter des Transformators offen ist.

    ⇨ Aktiver Schutztest.

13. Prüftaster BETRIEB betätigen, um das Schutzrelais zurückzusetzen.

6.3.5 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.

7 Störungsbeseitigung

⚠ WARNUNG

Explosionsgefahr!

Lebensgefahr durch explosionsfähige Gase unter dem Laststufenschalterkopfdeckel!

- ► Stellen Sie sicher, dass sich kein offenes Feuer, keine heißen Flächen oder Funken (zum Beispiel durch statische Aufladung) in direkter Umgebung befinden oder entstehen.
- ► Schalten Sie alle Hilfsstromkreise spannungsfrei (zum Beispiel Schaltüberwachungseinrichtung), bevor Sie den Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.
- ► Betreiben Sie während der Arbeiten keine elektrischen Geräte (zum Beispiel Funkenbildung durch Schlagschrauber).
- ► Verwenden Sie nur für brennbare Flüssigkeiten zugelassene leitfähige und geerdete Schläuche, Rohre und Pumpeneinrichtungen.

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 Antikondensheizung 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
Telefax: +49 9 41 40 90-7001
Email: service@reinhausen.com
Internet: www.reinhausen.com

Fehlerbild	Maßnahme
Auslösung des Schutzrelais (zum Beispiel RS-Ex)	Siehe „Ansprechen des Schutzrelais und Transformator wieder in Betrieb nehmen“. Zusätzlich 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 TAPMOTION® ED-Ex.
Auslösung des Meldekontakts für die Unterschreitung des minimalen Ölstandes im Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters	Leitungssystem (Rohrleitungen etc.) und Laststufenschalterkopf auf undichte Stellen überprüfen. Ölstand und Ölqualität des Lastumschalteröles 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.
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 14: Störungsbeseitigung

7.1 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.

7.1.1 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.

7.1.2 Stauklappe in Stellung AUS

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.

7.1.3 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.
2. Transformator in Betrieb nehmen.

8 Technische Daten

Eine Übersicht aller wesentlichen technischen Daten von Laststufenschalter und Motorantrieb existiert in Form von separaten Dokumenten, die auf Anfrage erhältlich sind.

8.1 Zulässige Umgebungsbedingungen

Lufttemperatur im Betrieb	-25 °C…+50 °C
Temperatur der Isolierflüssigkeit im Betrieb	Isolierflüssigkeit nach IEC 60296: -25 °C…+105 °C (bei Notbetrieb des Transformators in Anlehnung an IEC 60076-7 bis +110 °C nach IEC 60214-1) Synthetische Esterflüssigkeit nach IEC 61099: -15 °C…+105 °C (bei Notbetrieb des Transformators bis +115 °C)
Transporttemperatur, Lagertemperatur	-40 °C…+50 °C
Trocknungstemperaturen	Siehe Montage- und Inbetriebnahmeanleitung, Kapitel „Montage“
Druckfestigkeit	Siehe Technische Daten TD 61 – Allgemeiner Teil
Alternative Isolierflüssigkeiten	Synthetische Esterflüssigkeit (IEC 61099): auf Anfrage
Montagehöhe des Ölausdehnungsgefäßes	Siehe Technische Daten TD 61 – Allgemeiner Teil
Aufstellungshöhe über Meeresspiegel	Siehe Technische Daten TD 61 – Allgemeiner Teil

Tabelle 15: Zulässige Umgebungsbedingungen

8.2 Technische Daten Schutzrelais

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

Gehäuse	Freiluftausführung
Schutzart	IP 66
Relaisantrieb	Stauklappe mit Öffnung
Erschütterungsunempfindlichkeit	bis max. 3 g
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 16: Allgemeine technische Daten

Auslöseschalter

Das Schutzrelais kann wahlweise mit zwei voneinander unabhängigen Schutzgasmagnetschaltern geliefert werden. Diese können sowohl als Schließer NO oder als Öffner NC ausgeführt werden (siehe mitgelieferte Maßzeichnung).

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 17: 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 φ = 0,6)
Maximaler Schaltstrom AC (größte Spannung)	1,6 A (bei 250 V mit cos φ = 0,6)
Schaltungen	1 000 Zyklen

Tabelle 18: 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 19: Spannungsfestigkeit

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 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)

Schaltvermögen (Last einschalten und abschalten)	
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 φ = 0,6)
Maximaler Schaltstrom AC (größte Spannung)	1,6 A (bei 250 V mit cos φ = 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	2 000 V, 50 Hz, Prüfdauer 1 Minute

Tabelle 22: **Spannungsfestigkeit**

Umgebungsbedingungen

Umgebungstemperatur Ta	-25 °C…+50 °C
Öltemperatur	< 130 °C
Luftdruck	Entsprechend 0 m…4 000 m über NN

Tabelle 23: Umgebungsbedingungen

8.2.1 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.

8.2.2 Prüfungen

Elektrische Sicherheit

IEC 61010-1	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte ▪ Überspannungskategorie III ▪ Verschmutzungsgrad 2

Tabelle 24: Elektrische Sicherheit

8.3 Grenzwerte für Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt von Isolierflüssigkeiten

Folgende Tabellen geben für VACUTAP® Laststufenschalter die Grenzwerte für Durchschlagfestigkeit (gemessen nach IEC 60156) und Wassergehalt (gemessen nach IEC 60814) von Isolierflüssigkeiten an. Die Werte sind in Anlehnung an IEC 60422, IEC 61203 und IEEE C57.147 festgelegt worden.

Grenzwerte für Isolierflüssigkeiten nach IEC 60296	**U_d**	**H_2O**
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

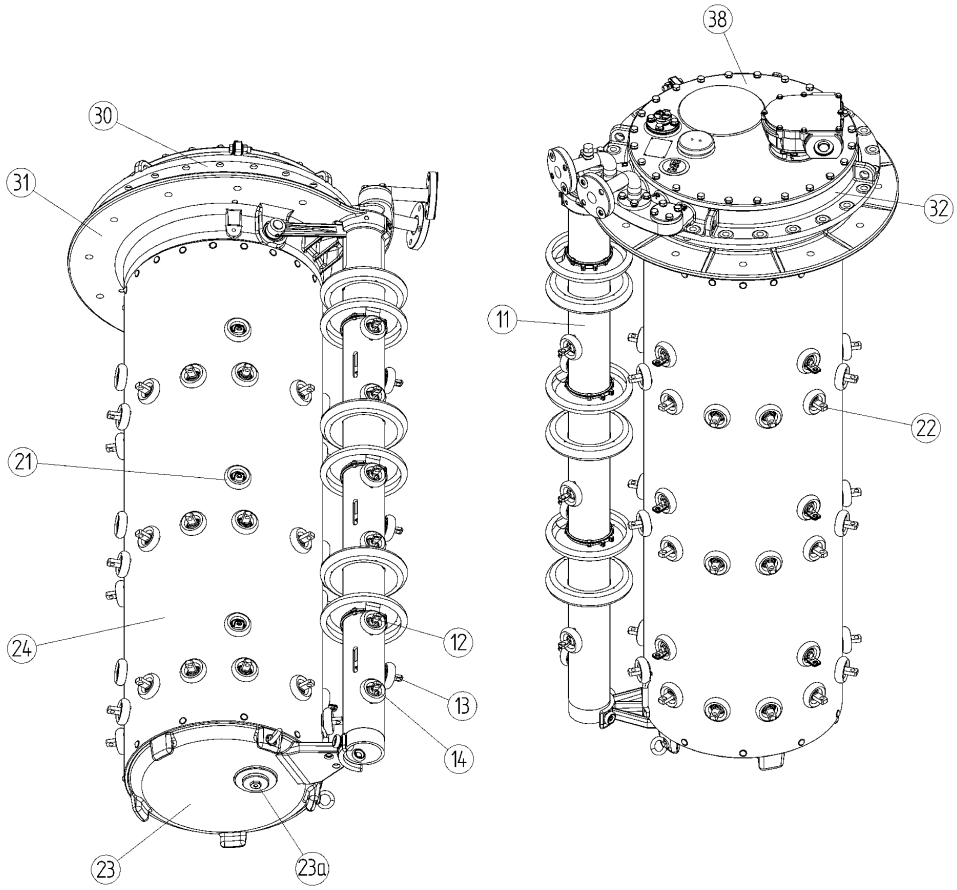
Tabelle 25: Isolierflüssigkeiten nach IEC 60296

Grenzwerte für synthetische Ester nach IEC 61099	**U_d**	**H_2O**
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: Synthetische Ester nach IEC 61099

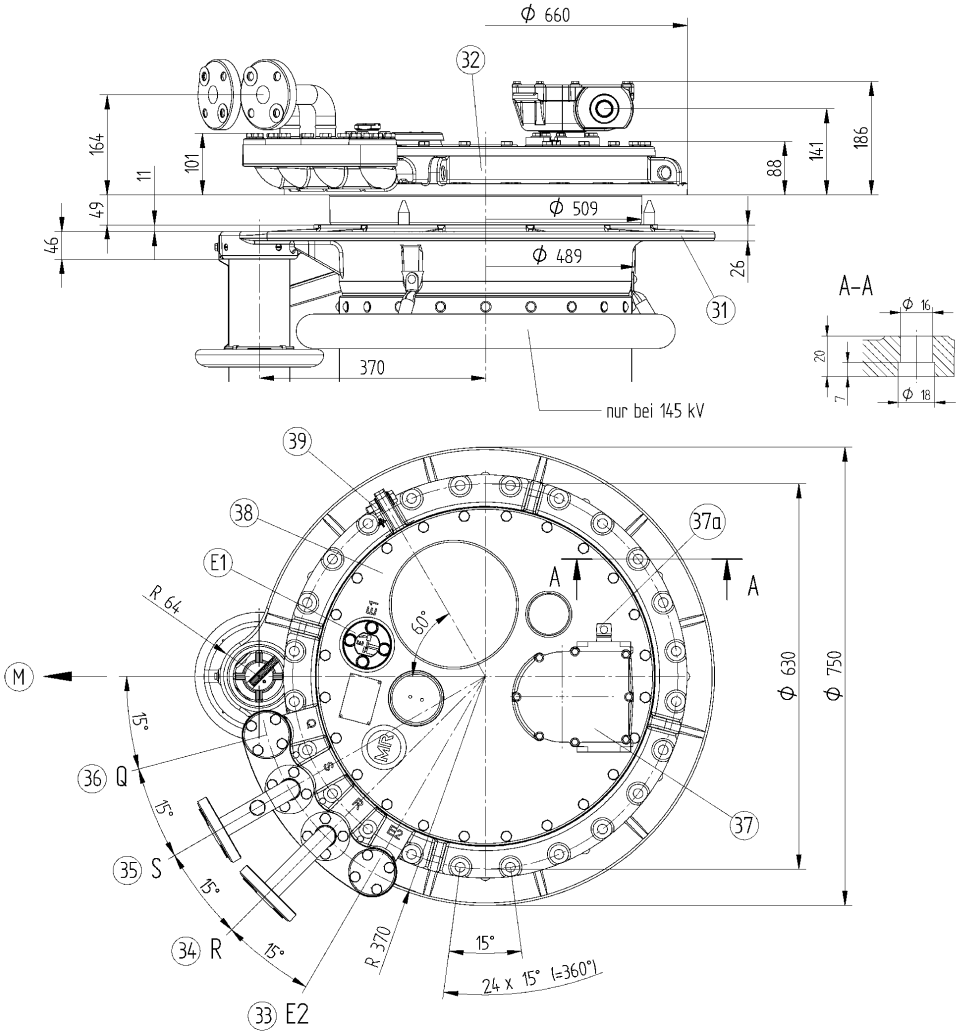
9 Zeichnungen

9.1 Außenansicht (737774)



(11) = Vorwählerrohr
(12) = Vorwähleranschlußkontakt "+"
(13) = Vorwähleranschlußkontakt "0"
(14) = Vorwähleranschlußkontakt "-"
(21) = Ableitungskontakt
(22) = Feinwähleranschlußkontakt
(23) = Ölgefaßboden mit Kerosinablaßschraube 23a
(24) = Laststufenschalter - Ölgefaß
(30) = Laststufenschalterkopf kpl. mit 31 und 32 , siehe 898 863 : und 737 060 :
(31) = Laststufenschalterkopf - Unterteil
(32) = Laststufenschalterkopf - Oberteil
(38) = Laststufenschalterkopf - Deckel

9.2 Laststufenschalterkopf ohne Ölsaugleitung (898863)



(E1) Entlüftungsmöglichkeit für Laststufenschalter

(31) Laststufenschalterkopf – Unterteil

(32) Laststufenschalterkopf – Oberteil , in 15°-Schritten verdrehbar zum Laststufenschalterkopf – Unterteil (31)
Laststufenschalterkopf – Deckel ist nicht verdrehbar.

(33) E2 = Entlüftungsmöglichkeit für Raum unter dem Kopf außerhalb des Ölgefäßes

(34) Rohrleitungsanschluß R für Schutzrelais
(35) Rohrleitungsanschluß S
(36) Rohrleitungsanschluß Q (optional)
Anschlüsse 360° schwenkbar
Maße und Auswahl siehe 899 496 :

(37) obere Getriebestufe mit Antriebswelle 37a , Maße und Ausführungen siehe 737 782 :

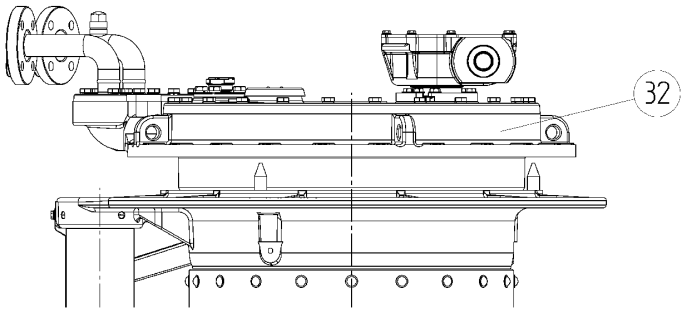
(38) Laststufenschalterkopf – Deckel

(39) Erdungsanschluß M12

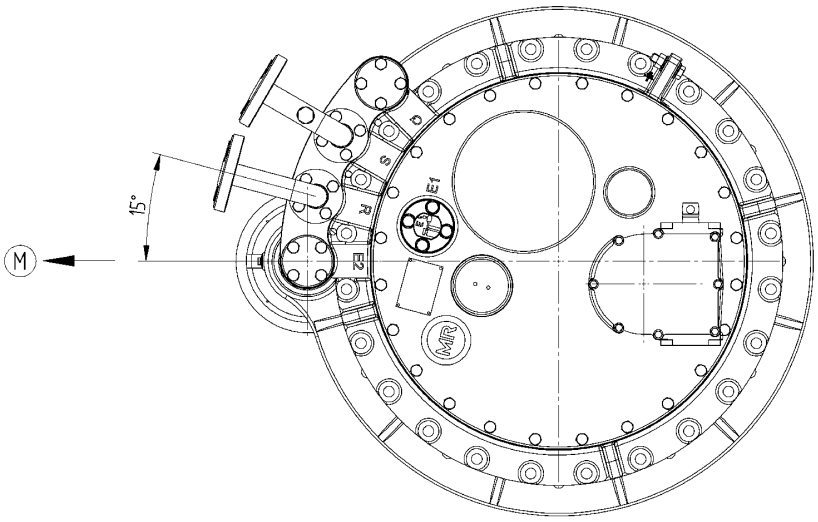
(M) Antriebsseite

⚠ Bei Ausführung mit Ölsaugleitung ist das Laststufenschalterkopf – Oberteil (32) NICHT verdrehbar
siehe hierzu Zeichnung 737 060 :

9.3 Laststufenschalterkopf mit Ölsaugleitung (737060)



Lage des Laststufenschalterkopf – Oberteiles bei Ausführung mit Ölsaugleitung

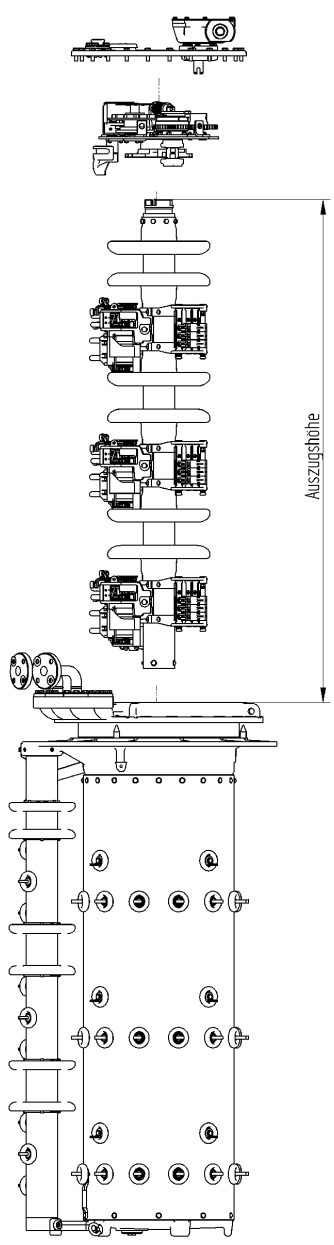


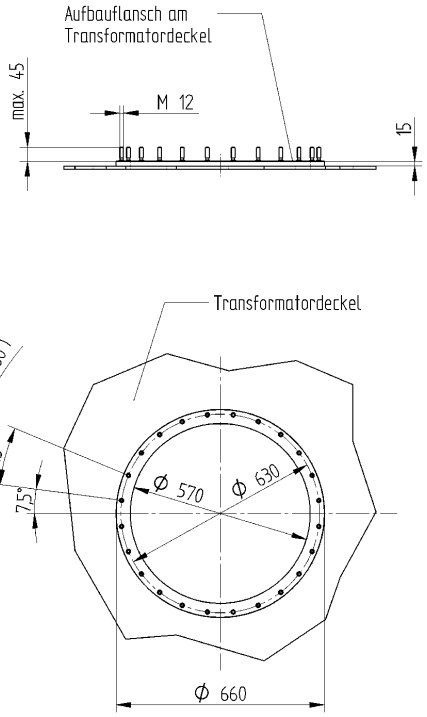
Alle anderen Maße des Laststufenschalterkopfes siehe Zeichnung 898 863 :

(M) = Antriebsseite

⚠ Bei Ausführung mit Ölsaugleitung ist das Laststufenschalterkopf – Oberteil (32) NICHT verdrehbar

9.4 Einbauzeichnung (738902)

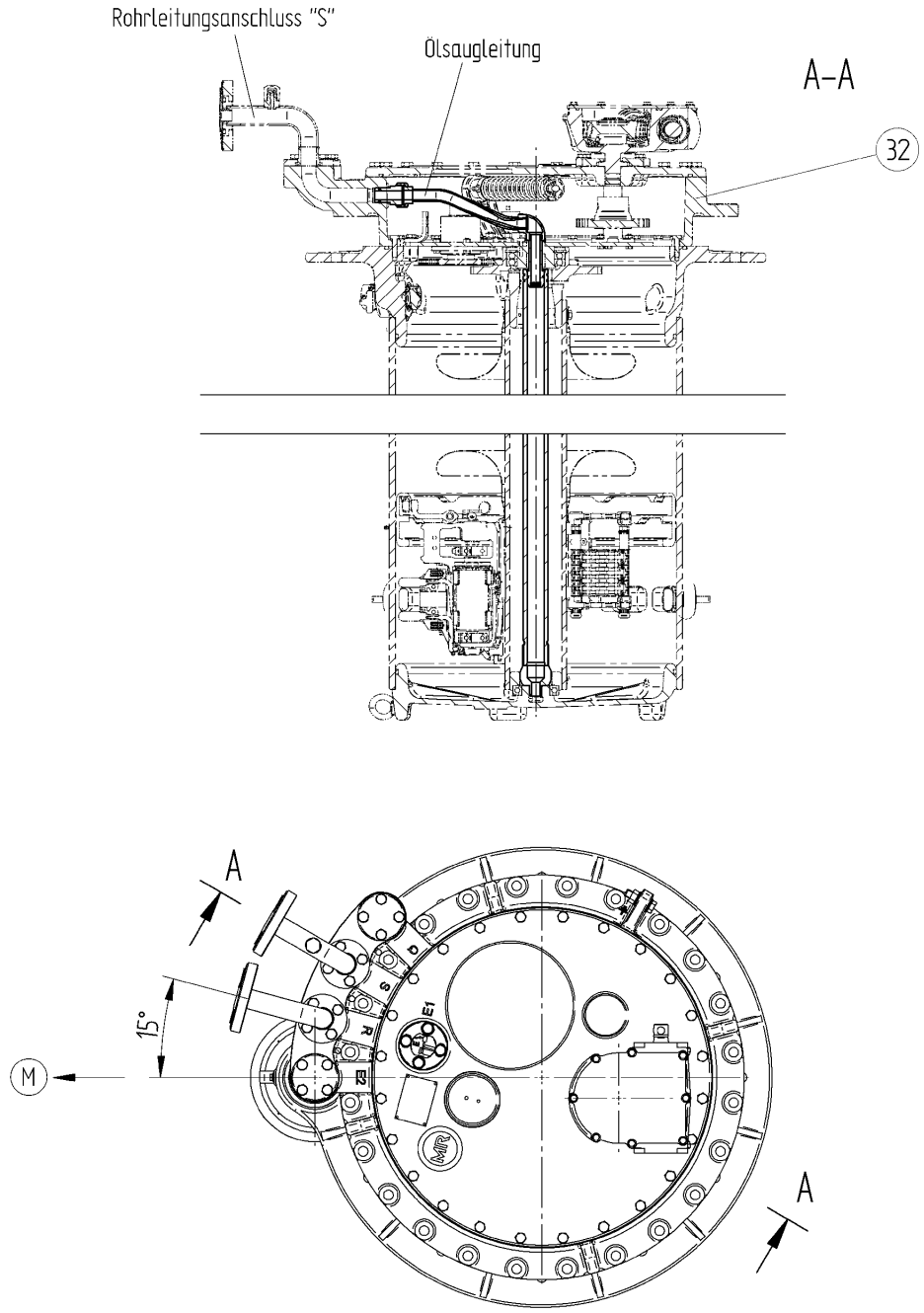




Laststufenschalter	Auszugshöhe
V V I - 76 kV	920 mm
V V I - 145 kV	1070 mm
V V III - 40 kV V V III - 76 kV	1910 mm
V V III - 145 kV	2310 mm

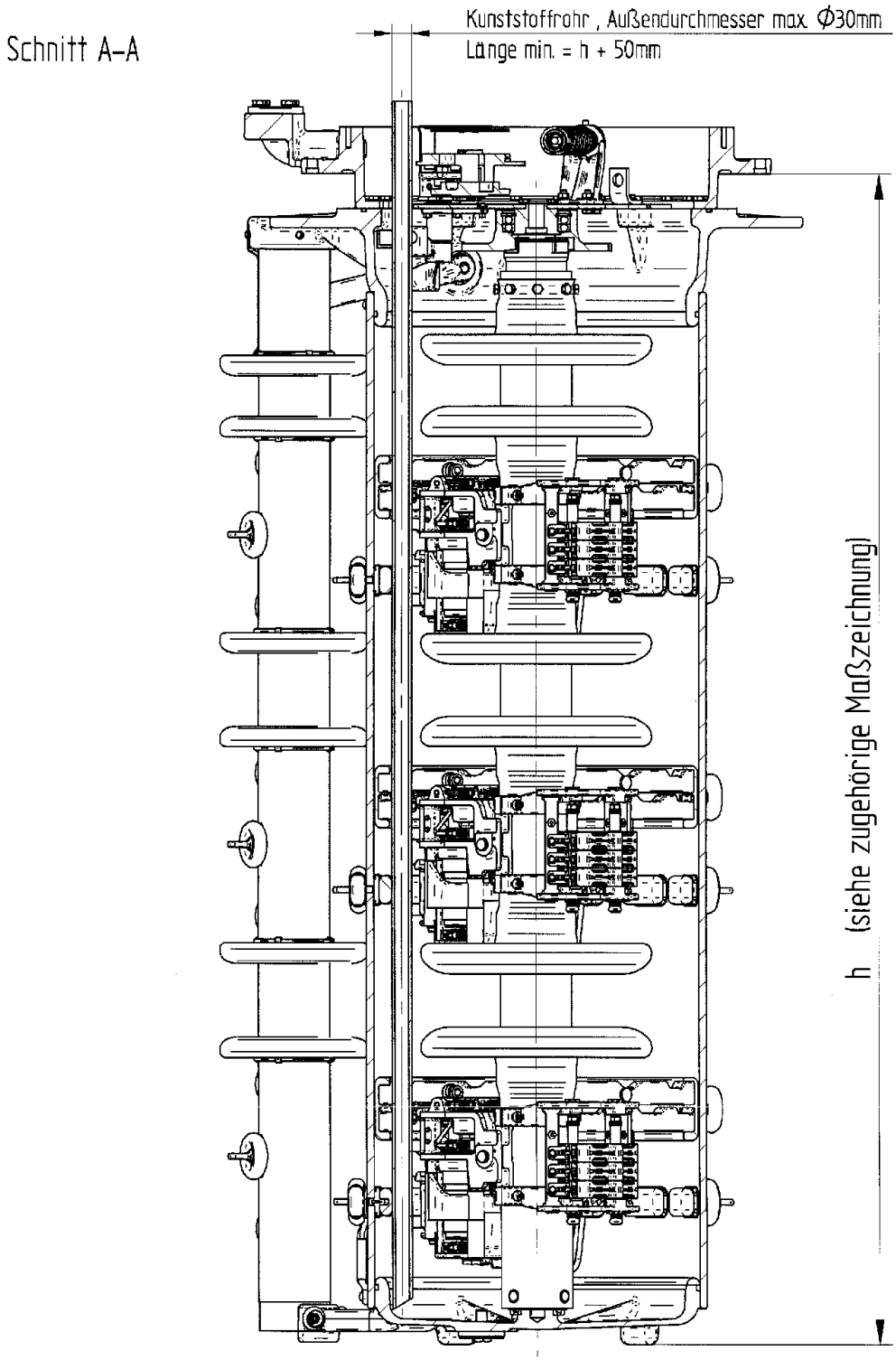
⚠ Die Auszugshöhe ist die lichte Weite zwischen dem Deckelflansch und der Aushebevorrichtung des Laststufenschaltereinsatzes bei eingestecktem Montagestab.
Zusätzliche Anschlagmittel, die zum Aufhängen des Laststufenschaltereinsatzes evtl. verwendet werden, sind extra zu berücksichtigen..

9.5 Ölsaugleitung (739172)

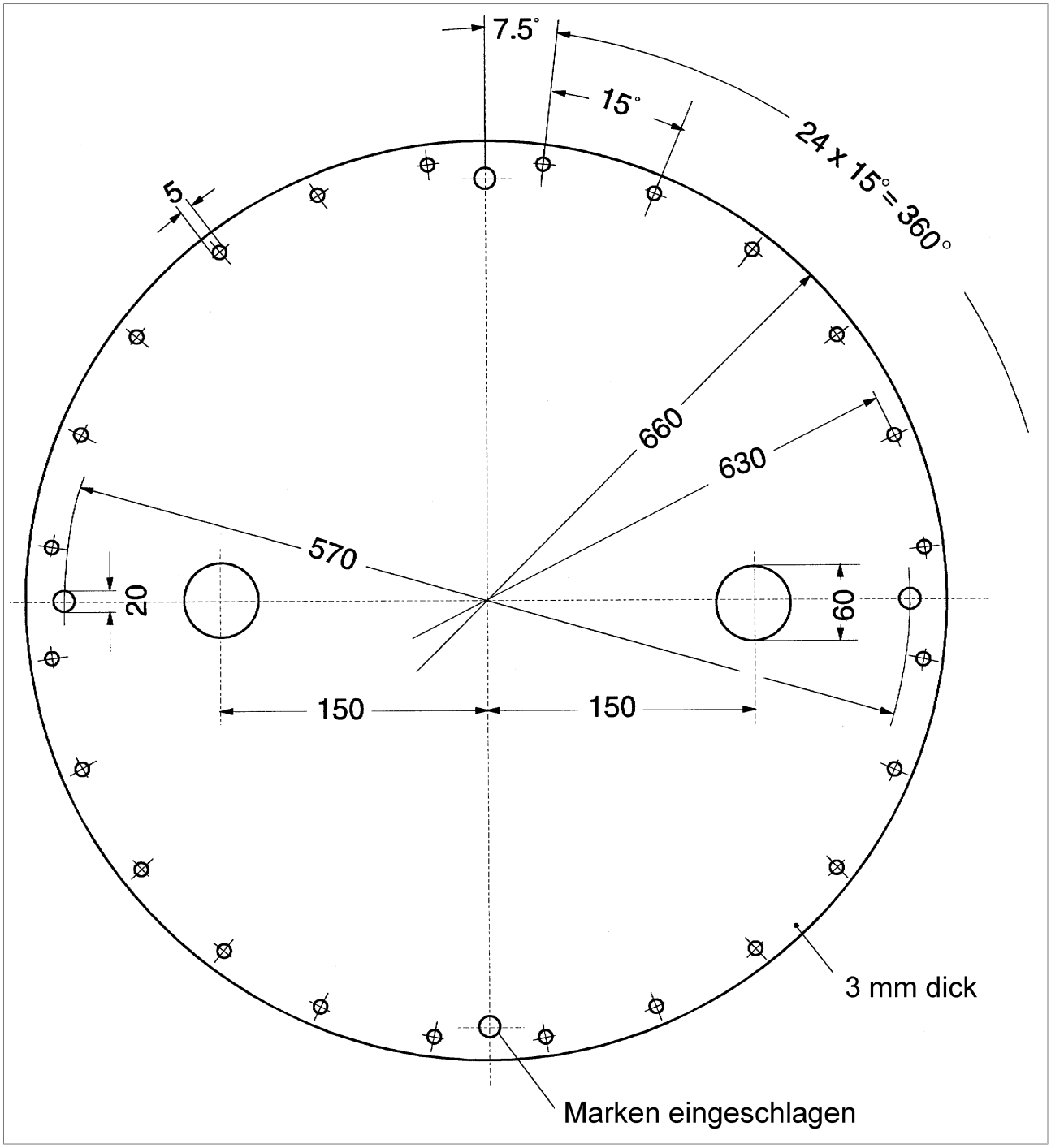


Bei Ausführung mit Ölsaugleitung ist das Laststufenschalterkopf – Oberteil (32) NICHT verdrehbar
siehe hierzu Zeichnung 737 060 :

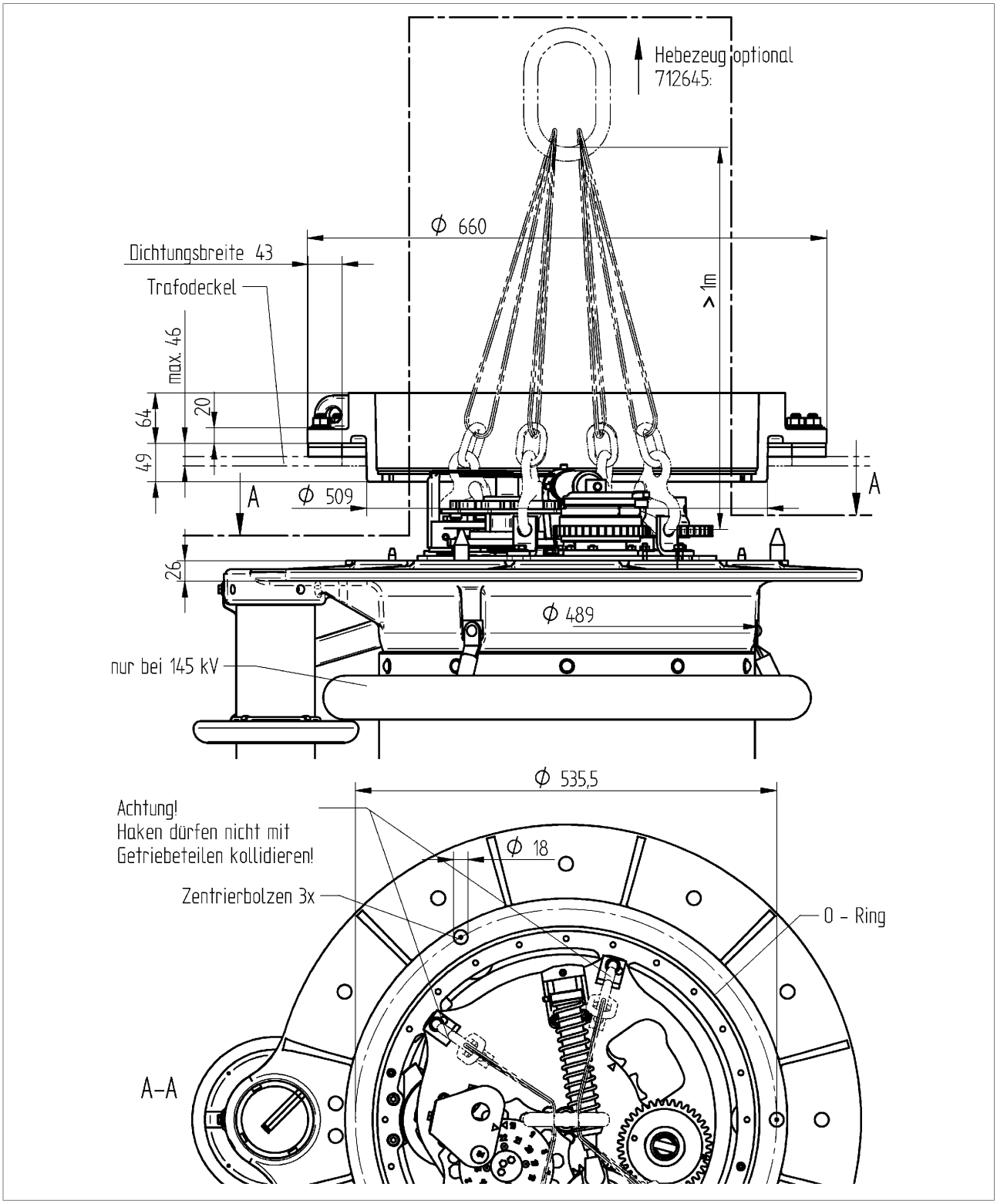
9.6 Maße des Ölsaugrohres (nicht im MR-Lieferprogramm, 734342)



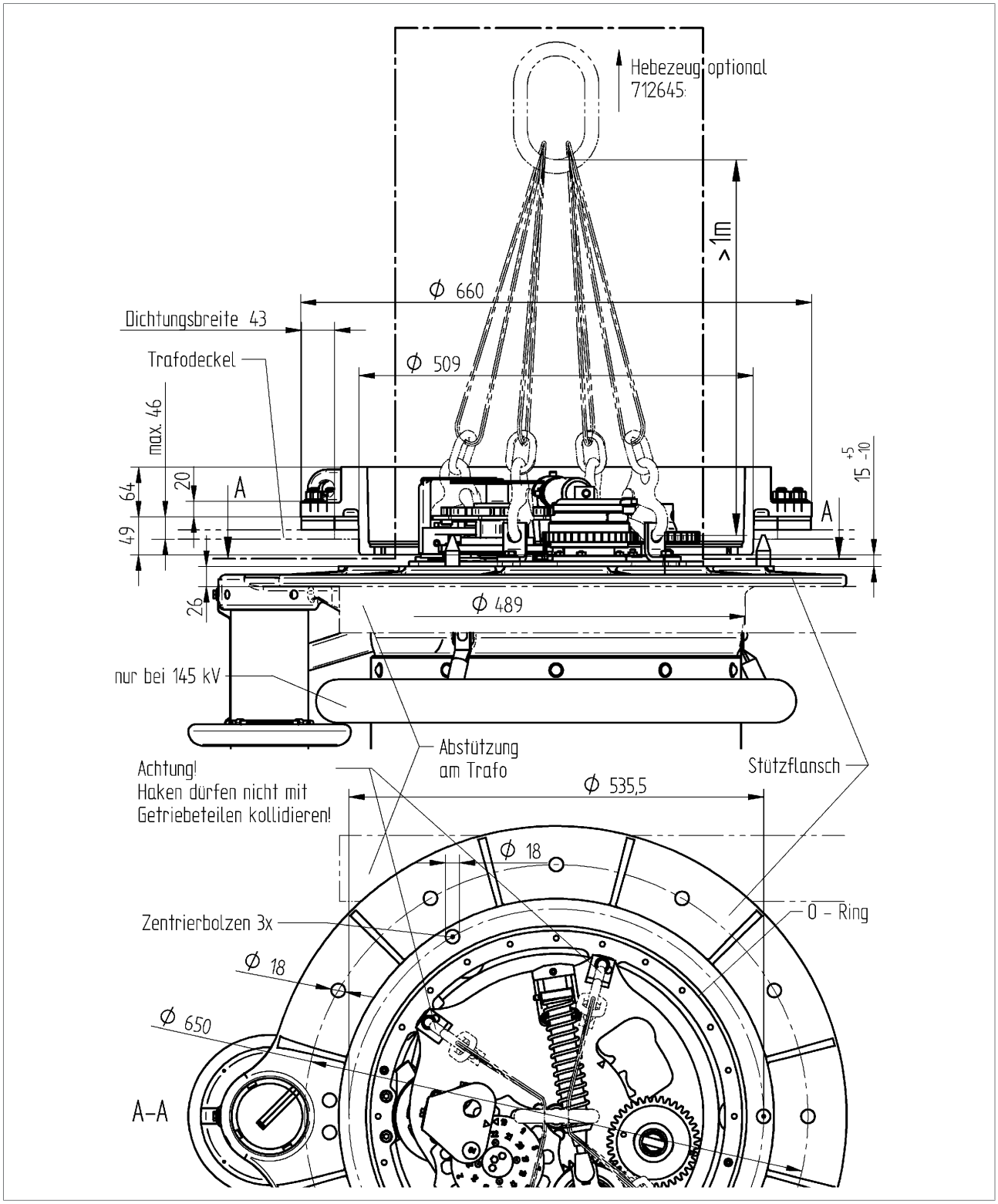
9.7 Anreißschablone für Laststufenschalterkopf (893787)



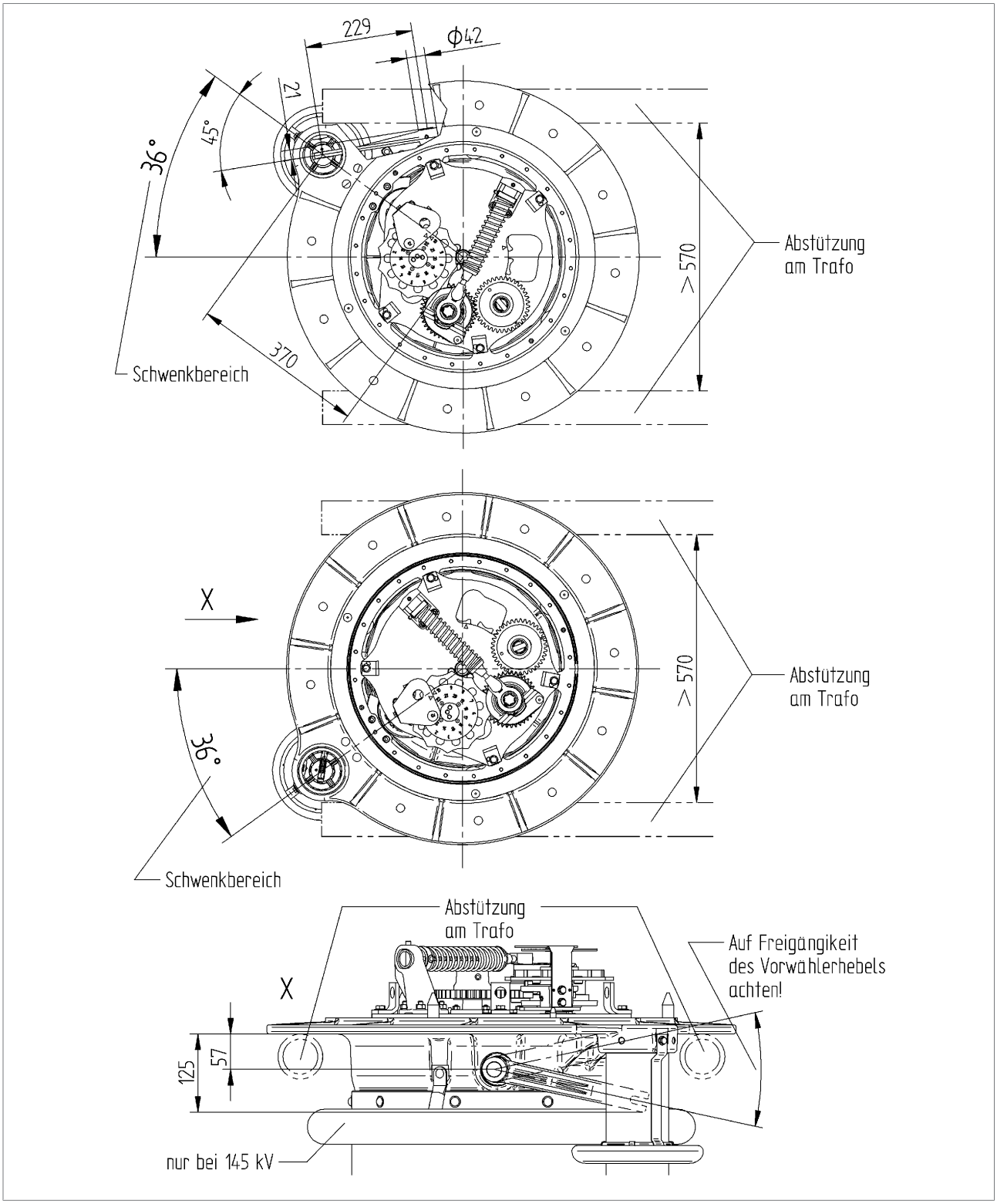
9.8 Montagezeichnung (898866)



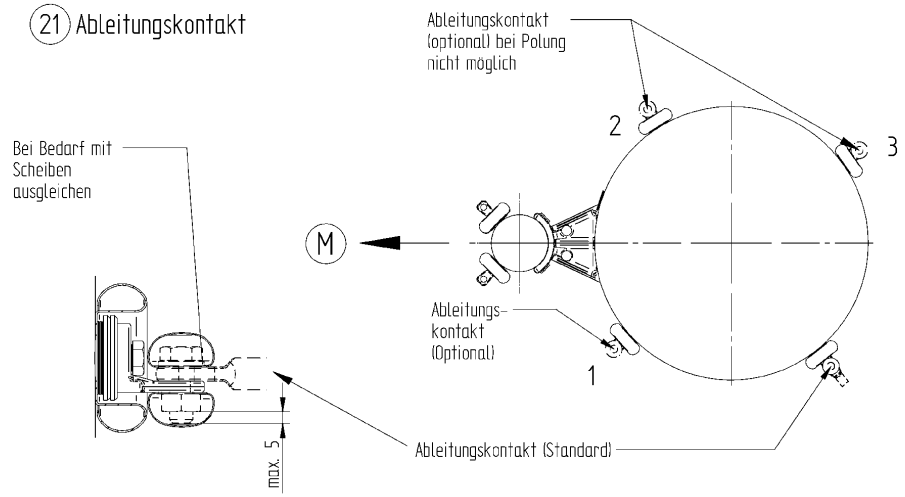
9.9 Montage bei Glockenkesseleinbau (899110)



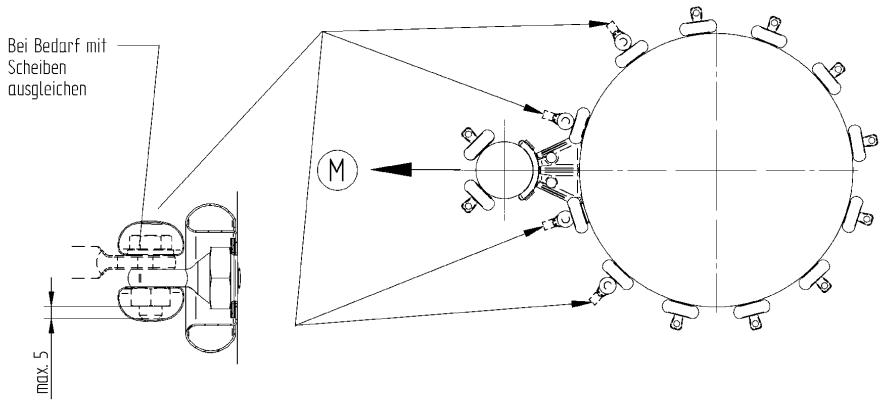
9.10 Lage des Laststufenschalters (899409)



9.11 Lage der Anschlusskontakte (899051)



Diese Ableitungskontakte (mit oder ohne Ableitungsverbindung) sind vom Trafohersteller mit Abschirmkappen (MR – Lieferumfang) zu bestücken

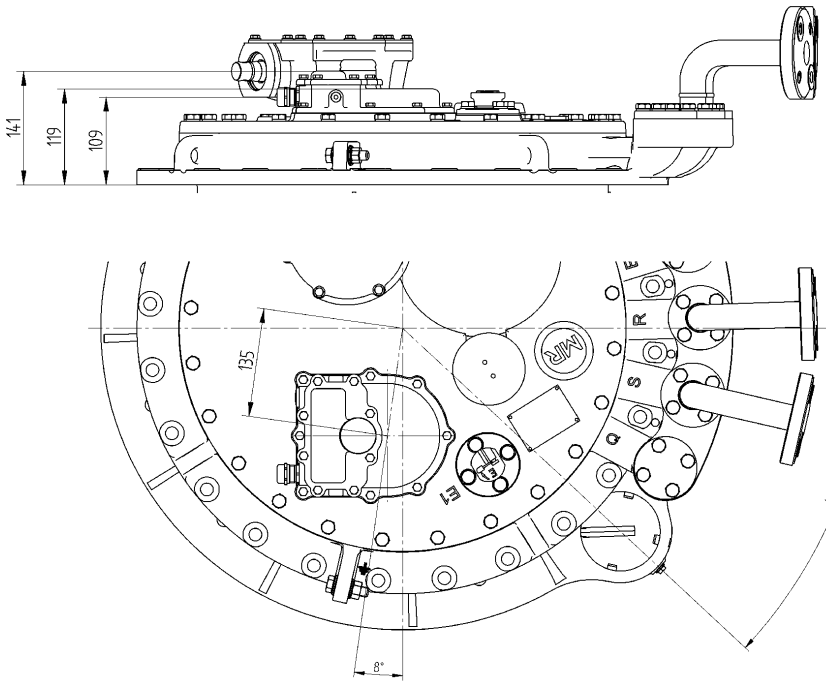


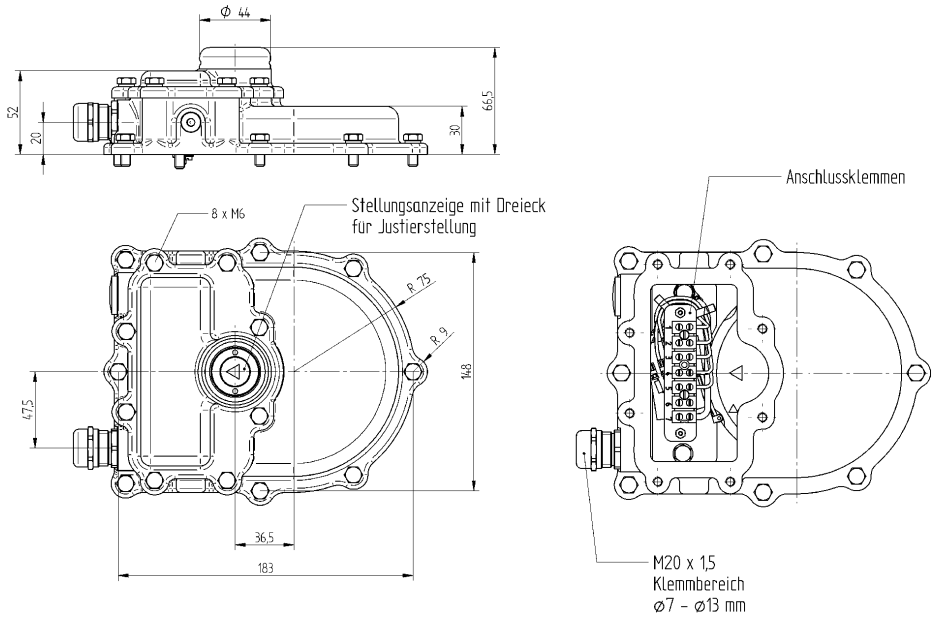
Diese Anschlüsse sind vom Trafohersteller mit Abschirmkappen (MR – Lieferumfang) zu bestücken

M = Antriebsseite

Verbindlich für die Bezeichnung der Anschlußkontakte und Phasen ist das Ausführungsschaltbild.

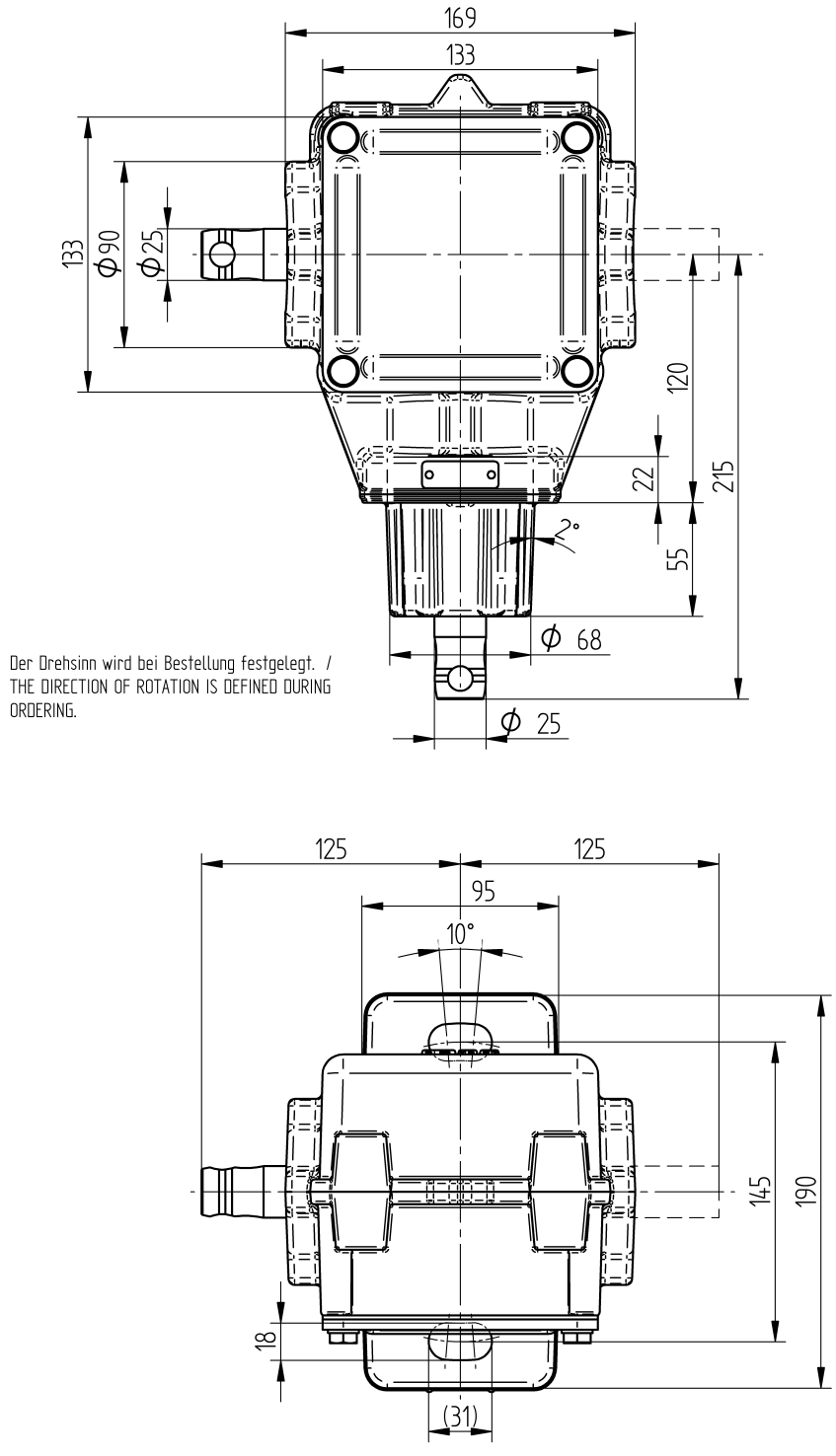
9.12 Schaltüberwachung (733469)





HINWEIS:
Es ist darauf zu achten, dass alle elektrischen Anschlüsse so verlegt werden, dass der Laststufenschalterdeckel zu Wartungszwecken geöffnet werden kannn

9.13 Winkelgetriebe CD 6400, Maßzeichnung (892916)



Glossar

DC

Gleichstrom (Direct Current)

Durchschlagfestigkeit

materialspezifische Eigenschaft von Isolatoren [kV/2,5 mm]; maximale elektrische Feldstärke, ohne dass es zu einem Spannungsdurchschlag (Lichtbogen) kommt

IEC

Die Internationale Elektrotechnische Kommission, kurz: IEC ist eine internationale Normungsorganisation für Normen im Bereich der Elektrotechnik und Elektronik

IP

Schutz gegen Eindringen (Ingress Protection)

MR

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH

NC

Öffner (Normally Closed contact)

NO

Schließer (Normally Open contact)

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH
Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg

+49 (0)941 4090-0
sales@reinhausen.com

www.reinhausen.com

4983703/01 DE - VACUTAP® VV-Ex -
- 08/20 - Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2020

THE POWER BEHIND POWER.